



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIO PARA EL
ÁREA DE ENVASADO Y DESPACHO DE UNA EMPRESA DE MATERIALES DE
CONSTRUCCIÓN**

Sergio Alejandro Pérez Canel

Asesorado por el Msc. Ing. Néstor Alejandro Patzán Chitay

Guatemala, octubre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIO PARA EL
ÁREA DE ENVASADO Y DESPACHO DE UNA EMPRESA DE MATERIALES DE
CONSTRUCCIÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

SERGIO ALEJANDRO PÉREZ CANEL

ASESORADO POR EL MSC. ING. NÉSTOR ALEJANDRO PATZÁN CHITAY

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2019

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. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Miriam Patricia Rubio Contreras
EXAMINADOR	Ing. Sergio Fernando Pérez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

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 PARA EL MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIO PARA EL
ÁREA DE ENVASADO Y DESPACHO DE UNA EMPRESA DE MATERIALES DE
CONSTRUCCIÓN**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 5 de junio de 2019.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Sergio Alejandro Pérez Canel', written in a cursive style.

Sergio Alejandro Pérez Canel

Ref. AGS-MGIPP-027-2019

Guatemala, 05 de junio de 2019.

Director:
Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Escuela de **Ingeniería Industrial**
Facultad de Ingeniería
Su despacho. -

Distinguido Director:

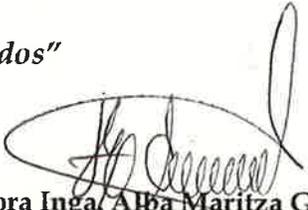
Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Sergio Alejandro Pérez Canel** carné número **200412723**, quien optó la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la **Maestría en Artes en Gestión Industrial**.

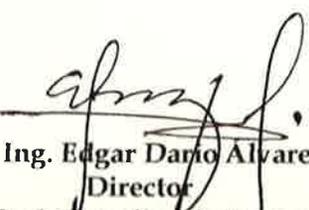
Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente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

Sin otro particular, atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


NESTOR ALEJANDRO PATZÁN CHITAY
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL
COLEGIADO N.º 500
Maestro Ing. Nestor Alejandro Patzán C.
Asesor(a)


Doctora Inga Alba Maritza Guerrero S.
Coordinadora de Área
Gestión de Servicios


Maestro Ing. Edgar Dario Alvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



No. de Asesoramiento registrado en EEP. 1

Cc: archivo/LZ.LA.

RESOLUCIÓN DE JUNTA DIRECTIVA: Proceso de Graduación 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.



REF.DIR.EMI.170.019

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 PARA EL MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIO PARA EL ÁREA DE ENVASADO Y DESPACHO DE UNA EMPRESA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**, presentado por el estudiante universitario **Sergio Alejandro Pérez Canel**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2019.

/mgp



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 Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIO PARA EL ÁREA DE ENVASADO Y DESPACHO DE UNA EMPRESA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**, presentado por el estudiante universitario: **Sergio Alejandro Pérez Canel**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga Anabela Cordova Estrada
Decana


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DECANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
★

Guatemala, octubre de 2019

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por haberme permitido alcanzar este logro.
Mis padres	Por guiarme en este mundo, mi agradecimiento por su profundo amor y consejos.
Mi hermana	Gabriela Pérez, por su apoyo y compañía.
Mis abuelos	Ana María Pérez, Candelaria Say, Gilberto Canel y Sergio Pérez (q.e.p.d), por sus enseñanzas durante mi vida.
Gaby Véliz	Por su amor y comprensión.
Familia y amigos	

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la <i>alma mater</i> que me renueva día a día.
Facultad de Ingeniería	Por proporcionarme los conocimientos que me han permitido llegar a ser un profesional.
Mis amigos	Por haberme acompañado durante la carrera.
Mi asesor	Msc. Ing. Néstor Patzán, por haberme apoyado en el desarrollo del presente trabajo de graduación.
Familia y amigos en general	

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3.1. Descripción del problema	9
3.2. Delimitación del problema	10
3.3. Formulación del problema.....	10
3.3.1. Pregunta central.....	10
3.3.2. Preguntas auxiliares.....	11
3.4. Viabilidad.....	11
3.5. Consecuencias.....	11
4. JUSTIFICACIÓN.....	13
5. OBJETIVOS.....	15
5.1. Objetivo general.....	15
5.2. Objetivos específicos.....	15
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	17

7.	MARCO TEÓRICO.....	19
7.1.	Industria de la construcción.....	19
7.1.1.	Materiales de la construcción.....	19
7.2.	Ventaja competitiva.....	20
7.2.1.	Planeación.....	21
7.2.2.	Calidad.....	21
7.2.3.	Estrategia.....	21
7.3.	Cadena de suministro.....	22
7.3.1.	Logística.....	23
7.3.1.1.	Indicadores de desempeño.....	23
7.3.1.1.1.	Eficiencia.....	24
7.3.1.1.2.	Eficacia.....	24
7.3.1.1.3.	Productividad.....	24
7.4.	Gestión de inventarios.....	25
7.4.1.	Inventario.....	25
7.4.1.1.	Rotación de inventario.....	26
7.4.1.1.1.	Punto de reorden.....	27
7.4.1.1.2.	Método ABC.....	27
7.4.1.1.3.	Método EOQ.....	28
7.4.2.	Nivel de servicio.....	28
7.4.3.	Almacenamiento.....	29
7.4.3.1.	Almacén.....	29
7.5.	Implementación con el personal.....	30
7.6.	Simulaciones (de modelos matemáticos).....	31
7.6.1.	Modelos de programación.....	31
7.6.1.1.	Herramientas informáticas.....	32
7.6.2.	Modelos matemáticos.....	33
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	35

9.	METODOLOGÍA.....	37
9.1.	Diseño de estudio.....	37
9.2.	Tipo de estudio.....	37
9.3.	Alcance.....	38
9.4.	Variables e indicadores.....	38
9.5.	Fases.....	40
9.6.	Resultados esperados.....	42
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	43
11.	CRONOGRAMA.....	45
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO.....	47
13.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
14.	APÉNDICE.....	57

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema de solución	18
2.	Cronograma	45

TABLAS

I.	Variables e indicadores	39
II.	Presupuesto	48

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Kg	Kilogramo
m²	Metro cuadrado

GLOSARIO

EOQ	Cantidad económica de pedido, por sus iniciales en inglés: <i>economic order quantity</i> .
RAE	Real Academia Española.

RESUMEN

El control de inventario necesita la utilización de metodologías de análisis y control que sean acordes con el valor económico de los productos almacenados. El presente diseño de investigación busca aportar en el proceso de toma de decisiones para la gestión de inventarios de la empresa, por medio de la aplicación del método de cantidad de pedido económico y por medio de la determinación de focos vitales para el análisis de datos y la consiguiente interpretación de resultados.

Ampliamente se conoce la relación que tiene la gestión de inventarios para satisfacer la demanda de productos, sin embargo es necesario realizar la planificación con base en tendencias del despacho de productos para determinar de forma precisa parámetros para la administración.

El diseño de esta investigación busca proveer un adecuado servicio al consumidor, entrega de productos y gestión del inventario de forma fiable, capacidad de entregar los productos necesarios y una rotación óptima de los productos en el inventario.

1. INTRODUCCIÓN

Las empresas que pertenecen al sector de los materiales de la construcción manejan una gran diversidad de productos debido a las constantes estrategias de diversificación implementadas por la dirección. Uno de los desafíos que plantea esta diversificación es la administración de los diversos materiales dentro del inventario. Se sistematizará el inventario de manera que la toma de decisiones se realice alineadamente a los objetivos de la dirección, para que el análisis de la información se facilite a los mandos medios de la organización.

Se optimizará el modelo de administración de inventarios para la operación del área de envasado y despacho, por medio de la metodología de lote económico de pedido.

El problema de la empresa está en la planificación y administración de inventarios. Las órdenes de envasado para la operación de la maquinaria provocan niveles de inventario en exceso o debajo de niveles deseados, esto genera problemas de disponibilidad de los equipos y atrasos por la falta de productos en bodega, lo cual afecta la calidad de servicio y la apreciación de la marca, generando reclamos de parte de los clientes.

La importancia del trabajo de investigación se alinea en el área de operaciones a la gestión de almacenamiento, inventarios y distribución, con el fin de proveer un modelo que facilite la toma de decisiones oportunas para el manejo del inventario. Se espera tener como resultados flexibilidad en los

niveles de inventario de los distintos productos, mejorar la atención al cliente, así como la operación de despacho.

El esquema que se ensayará en la solución constará de cuatro fases principales, iniciando con la revisión documental para dar un contexto de los antecedentes del problema o estado del arte. En la segunda etapa se realizará un diagnóstico, en el cual se medirá el grado de confiabilidad de la gestión de inventarios actual. En la tercera fase se realizará un análisis interno del envasado y despacho, identificando los indicadores de su gestión. En la parte final se realizará una propuesta del modelo de inventario para la optimización de las operaciones del área.

El primer capítulo desarrolla una revisión a los temas industria de la construcción, materiales, planificación, cadena de suministro, logística, indicadores de desempeño, eficiencia, gestión de inventarios y simulaciones.

En el segundo capítulo se desarrolla la investigación, verificando registros, analizando procesos, actividades, condiciones del inventario y las condiciones actuales de la organización.

El tercer capítulo presenta los resultados de la investigación, las oportunidades de mejora para la gestión del inventario, el método adecuado para la administración del mismo, y se determinan los puntos de reorden, lotes a solicitar de materiales y la ubicación de productos en la bodega.

En el cuarto capítulo se discuten los resultados para determinar el impacto de la investigación, realizar la propuesta formal de modelo y el procedimiento a seguir que facilite la gestión y actualización del modelo de inventario.

Se espera que a partir de la aplicación de la propuesta se observe el aporte de los métodos numéricos de programación lineal en el inventario, así como que el modelo de gestión permita mantener niveles óptimos de producto en bodega para evitar desabastecimientos y por ende un impacto negativo en la mente de los clientes.

2. ANTECEDENTES

“La mayoría de las empresas en el mundo, para lograr ser competitivas en la prestación del servicio al cliente, están obligadas a realizar una gestión eficiente de sus inventarios” (Salas, Maiguel, y Acevedo, 2017, p.327). La aplicación de un sistema de inventarios en la gestión de las actividades de aprovisionamiento es útil para determinar la cantidad óptima que se debe solicitar (Alvarado, 2015). De lo anterior se concluye que la aplicación de un sistema de inventario tiene un “fin específico, que es realizar el proceso de gestión de inventarios con el menor costo total posible, lo que redundará en beneficio de la empresa” (Alvarado, 2015, p.10).

El artículo aporta al presente trabajo de investigación metodologías como los cinco por qué y el árbol de problemas, que pueden ser utilizadas para encontrar causas y soluciones derivadas del logro o incumplimiento de los objetivos trazados.

Delgado, Toro y Bravo (2017) analizan la definición de las políticas de reposición de inventarios en el problema de un almacén minorista que se ocupa de la política de revisión periódica bajo un enfoque centralizado, donde el almacén controla las estrategias de inventario de los minoristas, concluyendo que el enfoque centralizado muestra un mejor rendimiento que el descentralizado.

Lo anterior aportará al trabajo de investigación una herramienta como el inventario máximo permitido de un producto, la cual se utilizará en el centro de distribución.

Según Biazzi (2018), los resultados de la aplicación de los modelos lineal determinístico, lineal probabilístico y no lineal probabilístico, son muy similares, por lo que la aplicación del modelo más complejo no aporta resultados significativos, aunque conceptualmente las diferencias sí existen.

El trabajo de Biazzi aporta a la investigación el uso del modelo lineal determinístico, el cual se adapta conceptualmente al caso de la investigación en el área de envasado y despacho.

De acuerdo con Villavicencio (2015), la técnica de lote económico hace posible realizar pedidos de productos que garantizan reducir costos, generando valor agregado para la empresa, lo cual redundará en satisfacción al cliente por medio de una acertada toma de decisiones.

El aporte de Villavicencio será el método para la determinación de los costos de inventarios, que permitirán la aplicación de la metodología del pedido de lote económico, la cual se utilizará en el modelo de gestión.

Por su parte, Veloz, y Parada (2017) logran, mediante la aplicación de políticas de inventario, reducir niveles de materias primas importantes y aumentar los de otras que generaban costos por escasez, y recomiendan capacitar al personal de la organización involucrado, en interpretar los resultados de las metodologías aplicadas para la correcta toma de decisiones.

El trabajo de Veloz y Parada aporta a la investigación la capacitación y el empoderamiento de los involucrados para la toma de decisiones referente al inventario.

Según lo mencionado con anterioridad, en el presente trabajo se desarrollará la propuesta de un sistema de gestión del inventario que estará enfocado en la adaptación del mismo a través de las diferentes etapas de la demanda a lo largo del ciclo anual. Se ubicarán los materiales de acuerdo a la forma en que son despachados a los clientes y finalmente se expondrán las mejoras a la gestión del inventario.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Reclamos y atrasos en el despacho por falta de existencias de productos solicitados, deterioro en el inventario de la empresa por exceso de producción, puesto que no existe un modelo de gestión de inventario debido a la ausencia de una metodología establecida que permita uniformidad en la toma de decisiones.

3.1. Descripción del problema

La empresa de materiales de construcción donde se realizará el trabajo de investigación es una empresa con más de 50 años en el mercado guatemalteco, proveyendo al mercado nacional y centroamericano con productos que cumplen con las normas internacionales correspondientes aplicables a cada uno. Durante el inicio de la presente década, el incremento de la competencia ha llevado a la ampliación de la cartera de productos ofrecidos por la organización. La empresa cuenta con registros de despacho en los cuales se conocen las variaciones de la demanda a lo largo del año calendario. Con la finalidad de dar rotación a los productos se hace necesaria la implementación de un modelo de gestión de inventario, por medio del cual se definan los parámetros para la administración de la bodega de producto terminado.

El área de planificación y logística de la empresa pronostica la demanda en distintos períodos (anual, semanal, y mensual), sin embargo, el ingreso de pedidos sin planificación logística previa genera inconsistencias con los pronósticos anteriormente descritos. Durante las operaciones de despacho de

producto terminado se requiere una ágil toma de decisiones por parte de las personas en puestos de liderazgo de la organización, por lo que es conveniente contar con un modelo de gestión del inventario que aplique metodologías encaminadas a cumplir con los indicadores de rotación y almacenamiento de los diferentes productos que se gestionan.

El manejo de las órdenes de envasado de los diferentes productos se lleva a cabo de forma empírica, con base en el desabastecimiento de la bodega, lo cual ocasiona maquinaria ociosa por cambios de producto, falta de inventarios, malestar en los clientes internos y externos, así como los consecuentes reclamos a la empresa. Pero una distribución adecuada de los productos en la bodega optimizará las operaciones de consolidación de productos al despachar a clientes directos.

3.2. Delimitación del problema

El trabajo de investigación se llevará a cabo en el área de envasado y despacho de una empresa de materiales de construcción, la cual se ubica en el Municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala, y el período de estudio de la investigación será durante el primer semestre del año 2019.

3.3. Formulación del problema

3.3.1. Pregunta central

¿Qué modelo de gestión de inventario para el área de envasado y despacho de una empresa de materiales de construcción se debe diseñar?

3.3.2. Preguntas auxiliares

- ¿Cuál es la situación de los inventarios en la bodega de despacho de la empresa?
- ¿Cuáles son los niveles óptimos de inventario que definen los EOQ, la cantidad de pedido y el punto de reorden?
- ¿Qué método cuantitativo de programación lineal se debe utilizar para el modelo de gestión del inventario?

3.4. Viabilidad

El presente trabajo de investigación es viable, dado que se cuenta con los recursos financieros, humanos y materiales para efectuar el mismo, los cuales serán proporcionados por la empresa, así como por el investigador.

3.5. Consecuencias

De realizarse:

- Disminuir los reclamos y atrasos en el despacho por falta de existencias de los materiales solicitados en las órdenes de despacho.
- Disminuir tiempos ociosos de los equipos de envasado por causas atribuibles al reabastecimiento de productos.
- Por medio de la optimización de la ubicación de los productos se generará un incremento en la eficiencia de la empresa.

- Satisfacción del cliente, reducción de costos en la cadena de suministro y logística por reclamos y devoluciones de producto.

En caso de no realizarse:

- Continuarán los reclamos y atrasos, lo que eventualmente llevará a incrementar el daño a la marca comercial de la organización.
- Se generarán gastos escondidos en el consumo de combustible por medio de la operación de despacho.
- El equipo de trabajo no será capaz de tomar decisiones de acuerdo a las metas de la empresa.

4. JUSTIFICACIÓN

La línea de la investigación con la que se relaciona el presente estudio es gestión de almacenamiento, inventarios y distribución de la Maestría en Gestión Industrial. Los cursos con los cuales se relaciona son: Logística, curso en el cual se estudia la gestión de la cadena de suministros, se realizan predicciones de ventas, las cuales impactan en la gestión de materiales, generando una conciencia sobre la finalidad de la calidad de servicio. El otro curso es Metodología de la Producción, en el cual destacan temas como manejo de inventarios, del cual se obtienen herramientas como el tamaño económico de pedido y el punto de reorden.

La importancia del estudio tiene impacto en la preservación del producto, uno de los activos de la empresa, determinando las características del producto más adecuadas en relación con el entorno se busca definir el tiempo máximo de almacenaje, el cual proporcionará la oportunidad de reducir costos generados a la organización por tener en inventario productos vencidos. En años anteriores se ha tenido la necesidad de retirar producto por obsolescencia por haber vencido dentro de inventario, también se presentaron reclamos por despacho de productos equivocados. Al mismo tiempo se previene el desabastecimiento de productos que impactan en el área de servicio al cliente que presta el departamento.

Por medio de la determinación de los niveles de inventario óptimo, los cuales sean beneficiosos para la organización, mediante una rotación de productos adecuada a cada una de las etapas de la demanda que se presenta en el año calendario, se mantendrá un inventario de seguridad que cumpla el

objetivo de brindar soporte en caso de alguna falla crítica en los equipos de envasado.

Una inadecuada ubicación de los productos en la bodega genera largos recorridos de los equipos de despacho, que no fueron diseñados para este uso, esto es un deficiente aprovechamiento de los recursos de la organización, lo cual trae costos de oportunidad.

Su trascendencia radica, para la empresa, en la unificación de criterios para la toma de decisiones de los líderes de los equipos de trabajo, así como contar con un proceso estandarizado que garantice la rotación de productos, definir los lotes de pedido y los puntos de reorden, que contribuirán aumentando el nivel de control de la gerencia en las operaciones del área. El beneficio del investigador será la aplicación de los conocimientos adquiridos en el campo de la industria, lo que le da una oportunidad de crecimiento profesional.

El trabajo es pertinente para garantizar el abastecimiento de producto para la construcción, cuando el cliente lo demande, teniendo disponibilidad de material para el mercado, lo cual brindará los elementos necesarios para el desarrollo de la infraestructura de la sociedad.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Diseñar un modelo de gestión de inventario para el área de envasado y despacho de una empresa de materiales de construcción basado en la cantidad económica de pedido.

5.2. Objetivos específicos

- Analizar la situación de los inventarios en la bodega de despacho de la empresa.
- Determinar los niveles óptimos de inventario que definan los EOQ, la cantidad de pedido y el punto de reorden.
- Definir el método cuantitativo de programación lineal para el modelo de gestión del inventario.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

La necesidad que se pretende cubrir con la investigación es la de dar respuesta a los principales objetivos que un modelo de gestión de inventario debe responder, como el nivel de reorden del sistema y la cantidad de pedido. Las anteriores respuestas debenser partedel sistema de gestión de la organización, con la finalidad de preservar el conocimiento generado.

El estudio de investigación pretende brindar herramientas que faciliten el constante monitoreo de los niveles de inventario, los cuales dentro de una metodología establecida permitan realizar los pedidos para abastecer el inventario.

Se evaluará la dinámica de pedidos a la empresa para determinar cuál es la mejor ubicación para los productos en la bodega, con la finalidad de agilizar los procesos y generar valor agregado en el servicio al cliente y al mismo tiempo aumentar la disponibilidad de los equipos de despacho y envasado.

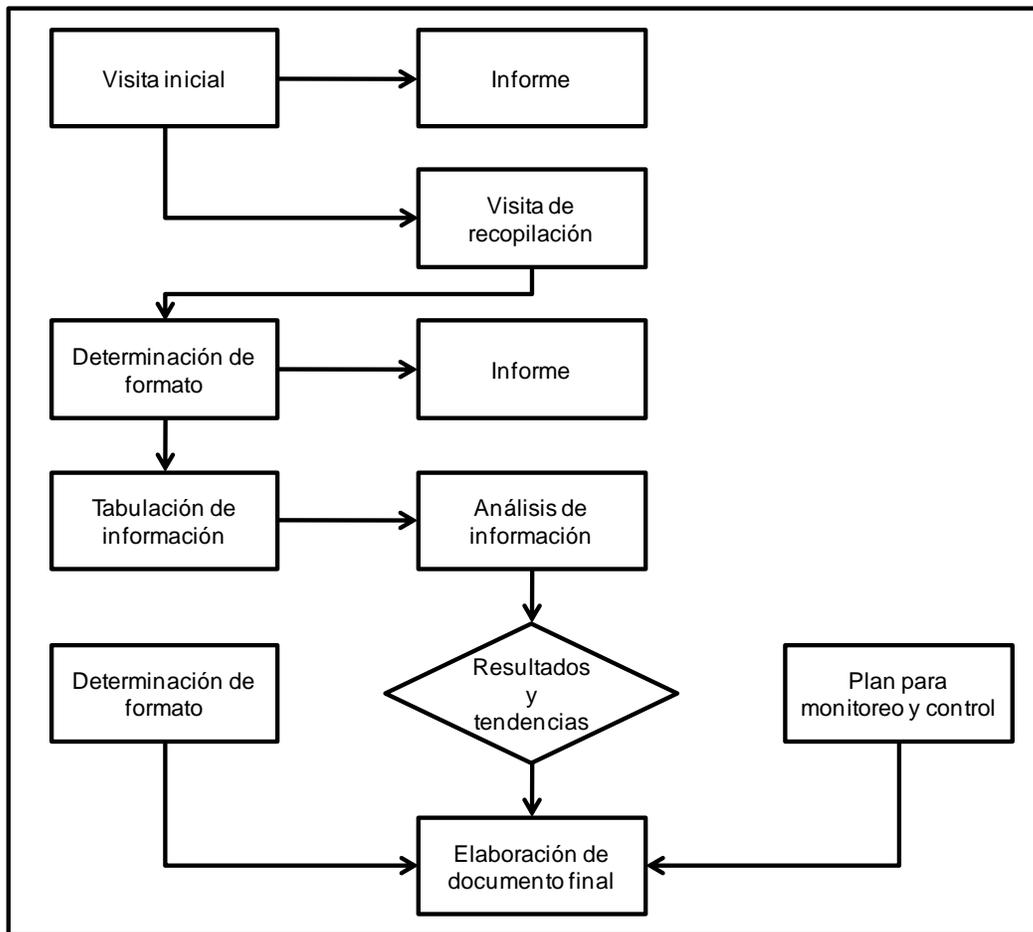
El esquema de la investigación constará de cuatro fasesprincipales, como se muestra en el esquema de solución (figura 1), iniciando con una revisión documental para conocer los antecedentes históricos del problema, así como casos similares de estudio y aplicación en la industria, se revisará el marco teórico por medio de libros, artículos, tesis, para formar una opinión propia y aumentar el conocimiento de los temas a tratar.

En la segunda etapa se realizaráel análisis y diagnóstico, y se determinará las opciones de mejora para la gestión del inventario.

En la tercera parte se estudiará el método adecuado para la administración del inventario, tomando en cuenta la estructura del departamento de la organización encargado del centro.

Por último, en la cuarta fase se realizará la propuesta del modelo de gestión de inventario para el centro de distribución.

Figura 1. **Esquema de solución**



Fuente: elaboración propia.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Industria de la construcción

De acuerdo con la RAE (2018), la industria es el “conjunto de operaciones materiales ejecutadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos naturales”. ABG (2015) dice que “proporciona elementos de bienestar para la sociedad al construir desde la infraestructura nacional hasta unidades de bienestar individual” (p.1). Alvarado (2013) indica que “está conformada por una serie de industrias como metalurgia, siderurgia, minería, electromecánica, metal mecánica, petroquímica, química, y toda aquella que permita elaborar ambientes habitables e infraestructura con estándares de calidad” (p.3).

Con base en lo anterior se observa la definición de la industria de la construcción, la cual por medio de extracciones de materia prima (productos naturales) realiza un proceso de transformación para la producción de un bien, este producto son los materiales de la construcción, que son utilizados por esta industria de la construcción para el desarrollo del país, proveyendo los servicios que cubren las necesidades de desarrollo en el ámbito de comunicación y vivienda.

7.1.1. Materiales de la construcción

Un material según la RAE (2018) es un “elemento que entra como ingrediente en algunos compuestos”, también se denomina como tales aquellos componentes que conforman construcciones, de cualquier naturaleza, de

manera que satisfagan los requerimientos básicos para integrar la misma (Collado, 2011). Por ello se puede concluir que los materiales de construcción son aquellos utilizados con la finalidad de ejecutar una obra civil, los cuales deben cumplir determinados requisitos especificados por normativas nacionales o internacionales.

7.2. Ventaja competitiva

Espinosa (2017) dice que “una empresa posee una ventaja competitiva cuando tiene una ventaja única y sostenible respecto a sus competidores, y dicha ventaja le permite obtener mejores resultados y, por tanto, tener una posición competitiva superior en el mercado” (s/p). Sarmiento, Sánchez y Cruz, como citaron Apodaca, Maldonado y Máynez (2016) indican que una ventaja competitiva “satisface de forma permanente y personalizada a los clientes”(p. 69).

Para enmarcar la ventaja competitiva de un modelo de gestión de inventario se observa que la logística estudia “la administración de inventarios en movimiento y en reposo” (Johnson, Leenders y Flynn, 2012, p.201). Requiere de sistemas de información, los cuales pueden ser mantenidos y actualizados por medio de registros, para que estos sean capaces de dar información para la toma de decisiones, se observa el ejemplo de los sistemas de información y se realiza el paralelismo con el modelo de gestión de inventario, el cual por medio de diversos registros dará información en forma de cantidades de producto y tamaños de lote, por lo que el desafío es esquematizar un modelo que mejore la habilidad de la organización para competir, ayudando al área de operaciones a realizar un mejor trabajo, lo cual derivará en una posición privilegiada para la organización.

7.2.1. Planeación

De acuerdo con Cortés (2017), planeación es parte de la gestión de procesos enfocada al establecimiento de metas y a especificar la operativa de los procesos y recursos relacionados al logro de las metas. Según Restrepo, Estraday Ballesteros (2010) es el proceso detallado por medio del cual se proyecta el desarrollo de la organización. Álvarez (2010) lo trata como el proceso por medio del cual se determinan las necesidades para materializar los modelos trazados. Con base en todo lo anterior se puede concluir que planeación es la detallada secuencia de actividades que deben ejecutar los colaboradores de la organización con el objetivo de alcanzar las metas trazadas por la directiva.

7.2.2. Calidad

De acuerdo con la RAE (2018) es la “adecuación de un producto o servicio a las características especificadas”. “El elemento vital que impacta el aumento de la productividad y competitividad de las empresas” (López, 2016, p.100). Un concepto moderno de calidad dice que es la “uniformidad de los valores alrededor del objetivo” (Escalante, 2011, p.18). Lo anterior implica ir más allá del concepto de adecuación a características y se puede concluir que es adecuarse a satisfacer necesidades o parámetros, pero con una alta concentración de resultados alrededor del objetivo planteado.

7.2.3. Estrategia

Previo a definir la ventaja competitiva, se debe considerar la estrategia de la organización, una estrategia es un “conjunto de reglas que aseguran una decisión óptima en cada momento” (RAE, 2018), desde un punto de vista más

empresarial “un plan de acción diseñado para lograr metas y objetivos específicos a largo plazo. Se debe concentrar en los factores clave necesarios para el éxito y en las acciones mayores que deben tomarse ahora para asegurar el futuro” (Johnson, et al., 2012, p.23), por lo que se puede concluir que es una serie de pasos encaminados a los objetivos de la organización.

Francis, como citó Cardona (2016) desarrolló el primer intento de dimensionamiento de almacén en un contexto muy simplificado y concluyó que un almacén rectangular con un punto de recogida y depósito debe ser colocado en el medio de su lado más bajo. Lo anterior se refiere a un modelo de despacho en el mismo punto de almacenamiento y retiro de bodega.

7.3. Cadena de suministro

Miquel, como lo citaron González, Aponte, González y Vásquez (2018), dice que la cadena de suministro es definida como “la unión de todas las empresas que participan en la producción, distribución, manipulación, almacenamiento y comercialización de un producto; es decir, integra todas las empresas que hacen posible que un producto salga al mercado” (s/p). De acuerdo con Gómez, como lo citaron González, et al. (2018), se refiere a una relación integrada de las organizaciones asociadas para la fabricación de productos, desde las materias primas hasta la entrega del producto final al cliente. Por ello se puede concluir que es la unión de los elementos organizacionales integrados a lo largo de la producción de un bien o la prestación de un servicio, desde su extracción hasta su entrega al cliente.

7.3.1. Logística

De acuerdo con Mora (2008) es “la gerencia de la cadena de abastecimiento desde la materia prima hasta el lugar donde el producto o servicio es finalmente consumido o utilizado” (p.9). La logística es “el arte y la ciencia de obtener, fabricar y distribuir el material y el producto en el lugar y las cantidades apropiados” (Chase y Jacobs, 2014, p.398). Con base en lo cual se deduce que una adecuada gerencia de los recursos tiene un impacto en la reducción de costos de la compañía, una adecuada gestión genera entregas en tiempo a los pedidos de los clientes, lo cual genera un impacto positivo en la percepción de la empresa.

7.3.1.1. Indicadores de desempeño

Un indicador, de acuerdo con el Departamento Nacional de Planeación, como lo citaron Arango, Ruiz, Ortiz y Zapata (2017), “es una representación cuantitativa, verificable en la que se registra, procesa y presenta la información necesaria para medir el avance o retroceso de un determinado objetivo” (p.708). Para Argüelles, Quijano y Fajardo (2016) son “importantes herramientas de gestión que proporcionan un valor de referencia a partir del cual se puede establecer un punto de comparación entre las metas planeadas y el desempeño alcanzado” (p.3).

Para el Ministerio de Economía y Finanzas (2010) “son instrumentos que proporcionan información cuantitativa sobre el desenvolvimiento y logros de una institución, programa, actividad o proyecto” (p.1), por lo que se concluye que son representaciones cuantitativas del grado de cumplimiento de las metas establecidas por la organización.

7.3.1.1.1. Eficiencia

La eficiencia es el “uso adecuado de los medios disponibles para alcanzar un objetivo” (Franklin, 2009, p.483). De acuerdo con la RAE (2018) es “la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado”. Arias (2017) indica que es la “capacidad para lograr las metas y objetivos con la menor inversión de tiempo y recursos” (p.79), por lo que se concluye que es el logro de los objetivos con la menor utilización de los recursos a disposición.

7.3.1.1.2. Eficacia

La eficacia, de acuerdo con Franklin (2009), es la “capacidad de alcanzar los objetivos propuestos” (p.483). Según la RAE (2018) es la “capacidad de lograr el efecto que se desea o espera”. Fernández, como lo citaron Rojas, Jaimes y Valencia (2017), dice que “es la capacidad de una organización para lograr los objetivos, incluyendo la eficiencia y factores del entorno” (p.3), con base en lo cual se concluye que es el logro de las metas trazadas al inicio del período.

7.3.1.1.3. Productividad

De acuerdo con Chase y Jacobs (2014) la productividad es “la proporción entre productos e insumos” (p.116), Robbins y Coulter (2010) mencionan que “es la cantidad de bienes o servicios producidos dividida entre los insumos necesarios para generar ese resultado” (p.405). Según la RAE (2018) es la “relación entre lo producido y los medios empleados, tales como mano de obra, materiales”, por lo que se puede concluir que es un indicador que dice qué tan

bien se están utilizando los recursos productivos de los cuales dispone la organización.

7.4. Gestión de inventarios

Las preguntas a las cuales debe responder la gestión de inventarios son cuánto y cuándo se deben solicitar los materiales o productos que son gestionados por la organización. Es por ello que un modelo de gestión de inventarios debe buscar una política de reabastecimiento, cantidad (acorde a su capacidad instalada), buscando minimizar los costes, pero observando también ofrecer niveles de servicio adecuado (De La Rosa, 2012), en relación al porqué se debe buscar un óptimo nivel de inventario.

Tener demasiado inventario entraña un riesgo, ya que podría provocar serias pérdidas de beneficios, generando costos adicionales innecesarios, entre los que están los de deterioro u obsolescencia de los artículos almacenados. Por su parte, disponer de pocos bienes podría generar roturas o falta de existencias, lo cual se traduciría en la generación de costos por la falta de artículos en el momento de ser demandados, pérdidas de beneficios, así como deterioro de la imagen comercial de la empresa (De La Rosa, 2012).

7.4.1. Inventario

Un inventario es “las existencias de una pieza o recurso utilizado en una organización” (Chase y Jacobs, 2014, p.558). Sin embargo, presenta varias funciones, por lo que es necesario definir un sistema para su administración, de acuerdo con Krajewski (2013) es una “reserva de materiales que se utilizan para satisfacer la demanda del cliente o para apoyar la producción de bienes y servicios” (p.309).

Con base en lo anterior se concluye que un inventario es un espacio físico en donde se almacenan variedad de materiales (materias primas, productos en proceso, productos terminados, suministros varios), los cuales se utilizarán para determinado fin, en el caso de esta investigación se estudiará el inventario de producto terminado.

Al mismo tiempo un inventario debe ser confiable, esto involucra la adición de una nueva variable, el tiempo, se puede decir que confiabilidad es calidad en el tiempo. Confiabilidad es “la probabilidad de que algo funcione bajo condiciones establecidas, en tiempo específico” (Escalante, 2011, p.219).

7.4.1.1. Rotación de inventario

Otro indicador que debe definirse cuando las existencias son en cierta forma perecederas es la rotación de inventario, que “es la medida del inventario obtenida dividiendo las ventas anuales al costo entre el valor de inventario agregado promedio mantenido durante el año” (Krajewski, 2013, p.364).

Lo anterior brinda un indicador de cuántas veces el inventario se vende a lo largo de un año o un período determinado de tiempo, es de utilidad para la planificación de materiales tales como el envase.

No es posible especificar un nivel de inventario óptimo, ni siquiera expresado en rotación, lo que se puede realizar es una comparación con los líderes de la industria (Krajewski, 2013). Sin embargo, cuando la demanda es estable y los costos de mantener y ordenar también lo son, es posible utilizar el modelo EOQ.

7.4.1.1.1. Punto de reorden

De acuerdo con Chase y Jacobs (2014) es aquella cantidad de materiales o producto específico de la que se hará un pedido para la reposición del inventario. Para Krajewski (2013) es el “nivel mínimo predeterminado que debe alcanzar el nivel de un inventario antes de ordenar un cantidad fija” (p.320). Para Render y Heizer(2014) es “el punto de inventario en el cual se emprenden acciones para reabastecer el artículo almacenado” (p.488).

Con base en lo anterior se concluye que el punto de reorden es el parámetro utilizado en un modelo de inventario determinístico, mediante el cual se obtiene el punto de partida para iniciar el evento de abastecer nuevamente las existencias.

7.4.1.1.2. Método ABC

De acuerdo con Chase y Jacobs (2014) es aquel método utilizado para diferenciar la categoría de materiales, mediante el cual se llevará el control cíclico del inventario. El método ABC secciona el inventario disponible en tres categorías (A, B, C) de acuerdo a su valor monetario, en orden descendente, es decir A es la de mayor valor, seguida por B y por último la de menor valor C; a fin de brindar un conteo más frecuente a la categoría de mayor valor y así sucesivamente, es una aplicación a los inventarios de lo que se conoce como principio de Pareto (Render y Heizer, 2014).

De acuerdo con Causado (2015), la aplicación del análisis ABC a una comercializadora de alimentos perecederos aumenta el nivel de control del inventario, lo cual genera beneficios como la reducción de costos.

7.4.1.1.3. Método EOQ

De acuerdo con Chase y Jacobs (2014) los sistemas de gestión de inventarios basados en el método de cantidad de pedido económico, por sus siglas en inglés, se basan en sucesos. Esto quiere decir que cuando se llega al punto de reorden o punto de pedido inicia la solicitud de un lote para la reposición del inventario.

Krajewski (2013) indique que es un buen punto de partida para equilibrar las diferentes presiones ante las que se ven sometidos los gerentes, al momento de balancear los diferentes costos (de mantener el inventario, de ordenar, de preparar), con lo cual al hablar de lote económico se habla de economizar o minimizar los costos en mención.

En la propuesta de un modelo de inventarios realizado por Causado (2015), mediante la aplicación de la metodología de cantidad económica de pedido a una comercializadora de alimentos, se concluyó su efectividad al momento de reducir costos en el mediano y largo plazo.

7.4.2. Nivel de servicio

“Es la fracción de ciclos de resurtido que terminan satisfaciendo toda la demanda del cliente, un ciclo de resurtido es el intervalo entre dos entregas sucesivas de resurtido” (Chopra y Meindl, 2008, p.307). Render y Heizer (2014) mencionan que es “la probabilidad de que la demanda no sea mayor que el suministro durante el tiempo de entrega. Es el complemento de la probabilidad de un faltante” (p.494).

El nivel de servicio se utiliza como una estimación de la probabilidad de un evento, el cual es un posible desabastecimiento del inventario en determinado período de tiempo; a mayor nivel de servicio, mayor será el nivel del inventario y por ende los costos.

7.4.3. Almacenamiento

“El almacenamiento es concentrar la producción en lugares seleccionados y la conservación implica proporcionar a los productos almacenados las condiciones necesarias para evitar daños” (Martínez, García y Mora, 2015, p.691). Los almacenes son utilizados para varias tareas, en función de ellas pueden variar en tamaño dadas las operaciones que en ellos se realicen, pueden servir como punto de consolidación o punto de partida para una estrategia de producir para almacenar (Render y Heizer, 2014).

Lao, Pérez y Moreno (2015) mencionan una actualización de la estrategia de almacenamiento por medio de la metodología de 4 pasos, caracterización, diagnóstico de la actividad de almacenamiento, proyección de la tecnología e implementación y seguimiento. Por medio de esta se logró un mayor aprovechamiento de los recursos espaciales, logrando una mejor distribución y organización de los materiales.

7.4.3.1. Almacén

De acuerdo con la RAE (2018) es el “edificio o local donde se depositan géneros de especie, generalmente mercancías”. Debido a este escenario cambiante de interacción en las comunicaciones, implica una necesidad de asegurar que el centro de distribución tenga un nivel de inventario cada vez mayor a la mano, para tener la capacidad de conllevar las fluctuaciones de la

demanda (Stevenson y Spring, 2007), un almacén “es una instalación equipada tecnológicamente para desempeñar el proceso de almacenamiento” (Velásquez y Guevara, 2005, p.50). Por eso se puede concluir que el almacén es el lugar físico en el cual se almacenan temporalmente mercaderías, con fines estratégicos orientados al proceso de producción.

7.5. Implementación con el personal

El éxito del modelo de inventario se basa en el trabajo de los miembros de la organización, los cuales se encuentran distribuidos en los grupos de trabajo, que “se forman cuando dos o más personas tienen contacto personal, de forma continua, con un propósito” (Hellriegel, Jackson, Slocum y Franklin, 2017, p.565). Sin embargo, para aumentar la efectividad y eficiencia, la organización puede optar por trabajar por medio de equipos de trabajo, el cual “está compuesto por un pequeño número de empleados con habilidades que se complementan, colaboran en un proyecto, están comprometidos por un propósito común y son los responsables de desempeñar tareas que contribuyan a la consecución de metas de una organización” (Hellriegel, et al., 2017, p.564).

Esta distribución generará los procesos internos del equipo, que “incluyen el desarrollo del equipo de trabajo a lo largo del tiempo, los sentimientos personales y las normas de comportamiento” (Hellriegel, et al., 2017, p.574).

Al mismo tiempo es necesario desarrollar controles, los cuales, de acuerdo con Hellriegel, et al., (2017)son más efectivos cuando forman parte del sistema de gestión de la organización, ya que ayudarán a incrementar la calidad y el empoderamiento en la toma de decisiones a los empleados. El propósito de la generación de conocimiento en una organización, sin perder de vista el principal que es lograr ciertos objetivos, también debe tender a la preservación del

mismo, por medio de mecanismos o sistemas de administración, que permitan su preservación en estatutos, normas, modelos, procedimientos e instructivos.

7.6. Simulaciones (de modelos matemáticos)

Para el desarrollo del modelo de gestión del inventario es posible acudir a la simulación, la cual es “una representación de cómo funciona un sistema real” (Hellriegel, et al., 2017, p.299). Se busca la descripción en variables cualitativas y cuantitativas de determinadas características del proceso. Al mismo tiempo cuenta con ciertos parámetros que el investigador puede modificar con el propósito de simular ciertas situaciones o escenarios esperados.

El acierto de estas simulaciones depende en gran medida de los análisis de sensibilidad, que “es la manera en que las recomendaciones de un modelo pueden cambiar si cualquiera de los estimados que proporcionan las cifras en el modelo deben corregirse después de un tiempo” (Hillier y Hillier, 2008, p.14). Con base en lo anterior se puede concluir que estas simulaciones son representaciones matemáticas de la realidad, realizadas para probar determinados modelos o teorías.

7.6.1. Modelos de programación

Existen ciertas parametrizaciones de las simulaciones, “la relación entre la cantidad de insumo requerido y la cantidad de producto que se puede obtener recibe el nombre de función de producción” (Samuelson y Nordhaus, 2010, p.110). Esta determina la máxima producción que se puede tener a determinada cantidad de insumos y es influenciada por conocimiento técnico, de ingeniería y tecnológico (Samuelson, et al., 2010)

Con base en lograr los objetivos, en las simulaciones se puede expresar estos mediante la función objetivo: “expresión matemática en un modelo que da la medida del desempeño para un problema en términos de las variables de decisión” (Hillier y Hillier, 2008, p.14), por medio de la variable de decisión, que es una “variable algebraica que representa una decisión cuantificable a tomar” (Hillier y Hillier, 2008, p.14), misma que expresará las decisiones que se deben tomar o niveles que se deben alcanzar.

Lo anterior se encuentra regido por medio de las restricciones, “expresión de algunas limitantes sobre los valores que se pueden asignar a las variables de decisión” (Hillier y Hillier, 2008, p.14), la solución óptima, que es “la mejor solución factible de acuerdo con la función objetivo y las restricciones planteadas” (Hillier y Hillier, 2008, p.43) y que finalmente se plasmará.

7.6.1.1. Herramientas informáticas

Existen herramientas informáticas de fácil acceso como lo constituye Solver, una “herramienta de la hoja de cálculo que se utiliza para especificar el modelo en la hoja de cálculo y luego intentar obtener una solución óptima” (Hillier y Hillier, 2008, p.43)

Atendiendo la distribución del espacio, que es la “disposición física de los puestos de trabajo, de sus componentes materiales y la ubicación de las instalaciones para la atención y servicios al personal y a los clientes” (Franklin, 2009, p.198). Se tomarán decisiones programadas, “decisiones que ya se tomaron con anterioridad, para las cuales hay respuestas objetivas y correctas, basadas en un método probado” (Franklin, 2009, p.483) dentro del modelo, lo cual en buena medida ayudará a definir la magnitud del inventario de previsión.

7.6.2. Modelos matemáticos

Para el desarrollo del modelo de inventario es necesario primero cerrar ciertas brechas, las cuales se definen como “tramo de carencia de efectividad y eficiencia de elementos internos y externos” (Hernández, 2006, p.323). Para cerrar estas brechas se hace uso de modelos matemáticos, que “son representaciones aproximadas de la realidad, pero se expresan en términos de símbolos y expresiones matemáticas” (Hillier y Hillier, 2008, p.4).

Por lo que se hace necesario desarrollar estructuras que guíen hacia una organización capaz de ser flexible, es decir, que iterativamente busquen maneras que mejoren la capacidad de respuesta de una empresa en busca de una adaptación rápida para responder a escenarios cambiantes (Braunscheidel y Suresh, 2009). Se puede concluir que un modelo matemático es el conjunto de ecuaciones desarrolladas para representar determinadas circunstancias a los cuales se encuentra expuesto el proceso productivo.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTAS ORIENTADORAS

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Industria de la construcción

1.1.1. Materiales de construcción

1.2. Ventaja competitiva

1.2.1. Planificación

1.2.2. Calidad

1.2.3. Estrategia

1.3. Cadena de suministro

1.3.1. Logística

1.3.1.1. Indicadores de desempeño

1.3.1.2. Eficiencia

1.3.1.3. Efectividad

1.3.1.4. Productividad

1.4. Gestión de inventarios

1.4.1. Inventario

1.4.1.1. Rotación de inventario

1.4.1.1.1. Punto de reorden

1.4.1.1.2. Método ABC

1.4.1.1.3. Método EOQ

1.4.2. Nivel de servicio

1.4.3. Almacenamiento

1.4.3.1. Almacén

1.5. Implementación con el personal

1.6. Simulaciones (de modelos matemáticos)

1.6.1. Modelos de programación

1.6.1.1. Herramientas informáticas

1.6.2. Modelos matemáticos

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APÉNDICE

9. METODOLOGÍA

9.1. Diseño de estudio

Se adoptará un diseño no experimental en la investigación, porque no se usarán pruebas de laboratorio para determinar la información a ser utilizada en el trabajo planteado. Los datos de estudio se obtienen mediante herramientas de registro y medición, como los datos históricos de la demanda durante el año 2018, así como mediciones de distancias y tiempos, con el objetivo de hacer una observación y análisis de datos para recomendar las áreas y procesos en los cuales sea posible realizar mejoras.

9.2. Tipo de estudio

Representa un estudio de tipo descriptivo, ya que por medio del diagnóstico de la situación actual se elaborará el modelo que impacte en determinados aspectos de la organización por medio de la manipulación de valores o variables que se asume están relacionadas con el rendimiento y la eficiencia de la organización, al mismo tiempo se describe actividades, materiales y operaciones.

Constituye una investigación de aplicación, ya que será una herramienta en el análisis de la gestión de inventarios del área de almacén, centralizando datos históricos, analizando estos para obtener criterios de decisión que optimizarán los recursos para el desenvolvimiento de la organización.

Es también una investigación cuantitativa, ya que es una herramienta para la medición de la variable independiente, gestión del inventario, la cual se fraccionó en tres indicadores: rotación del inventario, cantidad a solicitar y cantidad a almacenar.

9.3. Alcance

El alcance descriptivo asociará variables mediante un patrón predecible, con base en datos históricos de 11 productos de la empresa. Se pretende conocer la relación entre los conceptos que permitirán mejorar el rendimiento y eficiencia de la organización.

9.4. Variables e indicadores

De acuerdo a los objetivos planteados se consideran las siguientes variables e indicadores:

Para establecer el modelo de gestión de inventario se definirá la variable de satisfacción de la gerencia con el sistema de inventario propuesto. En la determinación de las oportunidades de mejora de la gestión del inventario se define como variable el porcentaje de error de previsión de la demanda.

Para definir el método adecuado para administrar el inventario se define la variable de participación de los involucrados en la gestión del inventario. Finalmente, para establecer el modelo a seguir para la determinación de los puntos de reorden, lotes y ubicación de los productos en la gestión de inventarios, se utilizará la variable de disminución de los tiempos de despacho en el centro de distribución.

Tabla I. **Variables e indicadores**

Objetivos	Variable	Tipo de variable	Indicador	Técnica e instrumentos
Diseñar un modelo de gestión de inventario para el área de envasado y despacho de una empresa de materiales de construcción basado en la cantidad económica de pedido.	Satisfacción de la gerencia con el sistema de inventario.	Dependiente, cualitativa, nominal.	Índice de satisfacción de la gerencia con el sistema de inventario.	Encuesta
Analizar la situación de los inventarios en la bodega de despacho de la empresa.	Porcentaje de error de previsión de la demanda de cumplimiento PEPS.	Independiente, cuantitativa, nominal.	Índice de predicción de la demanda.	Pronósticos
Determinar los niveles óptimos de inventario que definan los EOQ, la cantidad de pedido y el punto de reorden.	EOQ, punto reorden, participación de los involucrados en la gestión del inventario.	Independiente, cuantitativa, nominal.	Índice de participación.	Encuesta, observación.
Definir el método cuantitativo de programación lineal para el modelo de gestión del inventario.	Disminución de los tiempos de despacho.	Independiente, cuantitativa, ordinal.	Tiempos de despacho por entrega.	Observación, toma de tiempos.

Fuente: elaboración propia.

9.5. Fases

El presente estudio se desarrollará de acuerdo a las siguientes fases:

- Fase 1

Revisión de antecedentes relacionados al estudio de investigación, así como revisión de la bibliografía que se trate en el marco teórico planteado.

- Fase 2

Se realizará un diagnóstico de la situación actual del centro de distribución, para ello se revisarán los registros de las condiciones de almacenaje (registros correspondientes al año en curso), esto para definir una línea base de comparación sobre la duración de los productos en la bodega, verificar si está cumpliendo con la política de primero en entrar primero en salir, así como el nivel de rotación de los productos.

Se analizarán los registros de la demanda y tendencias de la variedad de productos del centro, esto para conocer las cantidades de producto despachadas durante el año en curso, así como los porcentajes y tipos de consolidación de los diferentes productos.

En cuanto al tamaño de la muestra a estudiar, de los registros de demanda se plantea un nivel de confianza del 95% con una precisión de 5 y una desviación estándar de 26, siendo necesario conocer 104 registros.

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * DE^2}{d^2}$$

$$n = \frac{1.96^2 * 26^2}{5^2}$$

$$n = 103.9$$

$$n = 104$$

Se realizarán mediciones de las condiciones de la bodega, tamaño de las áreas de almacenaje, ubicación de los diferentes materiales, se revisarán los reportes de tiempos de estadía de los camiones durante el despacho, y se efectuará toma de tiempos de la operación de despacho. Se realizarán lluvias de ideas, contando con la participación de personal experto de la operación, con la finalidad de contar con varios puntos de vista.

Se realizará la recolección de datos primarios obteniéndolos por instrumentos de recolección como la observación estructurada de los registros de la demanda, entrevistas y encuestas.

- Fase 3

Con base en el diagnóstico realizado, se realizará el cálculo de los valores EOQ, punto de reorden y el inventario óptimo para cada uno de los productos, se desarrollará la metodología, que con base en el continuo ingreso de información que se genera día a día, sirva para el análisis continuo del inventario, determinando oportunidades de mejora en el proceso por medio de la toma de decisiones del personal de jefatura.

Se establecerán con la gerencia las restricciones del modelo, con base en las metas de la organización y la experiencia del dueño del proceso.

Se realizará una comparación estadística del historial de despachos de producto, para conocer el comportamiento del modelo a través de las demandas que se dan a lo largo del año, por medio de este análisis se definirá el objetivo del sistema de gestión del inventario.

- Fase 4

Se analizarán los resultados, con la finalidad de realizar el reporte final, se verificarán los escenarios reales versus los pronósticos del sistema, y se darán a conocer los resultados a la gerencia del área.

9.6. Resultados esperados

Como contribución del estudio se definirán los puntos de reorden, los lotes de pedido y la ubicación de los productos estudiados en el centro de distribución. Con lo anterior se pretende optimizar las operaciones del centro, en las áreas de almacenaje, despacho y rotación de inventarios, proporcionando de esta manera la unificación de criterios para las operaciones del centro de distribución de la organización.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Las técnicas a utilizar para el procesamiento y análisis de información son las siguientes:

La información recolectada por medio de encuestas se consolidará de forma explicativa en gráficas para obtener el grado de satisfacción de la gerencia respecto al modelo propuesto. Al mismo tiempo, se agruparán los distintos puntos de vista recogidos a través de encuestas a los trabajadores de la organización.

Se agruparán los registros de la demanda, por medio de gráficos para estudiar sus comportamientos en los despachos consolidados. Se llevará a cabo la recopilación de los registros de condiciones de almacenaje de los últimos tres meses, con la finalidad de verificar que se está llevando a cabo la política primero en entrar primero en salir, la herramienta a utilizar será la recopilación de datos en los archivos de la organización, y se graficarán las fechas para ver puntos fuera de rango.

Por medio de la alineación de metas de la organización se definirá el objetivo del sistema de gestión de inventario. Se realizará una matriz de frecuencia y recorrido de las unidades de despacho, con el objetivo de determinar la adecuada ubicación de los distintos materiales en la bodega, tomando en cuenta su volumen de ventas.

11. CRONOGRAMA

Figura 2. Cronograma



Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El trabajo de investigación es factible porque se cuenta con todos los recursos necesarios para llevar a cabo cada una de las fases del estudio y cumplir con los objetivos propuestos. La empresa de materiales de construcción autoriza el presente trabajo de investigación proporcionando los recursos:

- Humano: disposición de tiempo del personal que labora en la empresa para las consultas y tareas necesarias para la investigación.
- Información: acceso a información requerida para el estudio, con el compromiso de respetar la confidencialidad de la misma.
- Equipo e infraestructura: la utilización de equipos de informática y mobiliario de la empresa, así como la maquinaria que permita llevar a cabo la realización de la investigación.

El recurso financiero necesario para realizar la investigación será aportado por el investigador. Se presenta el presupuesto de gastos relacionados al proyecto:

Tabla II. **Presupuesto**

No.	Recurso	Descripción de gasto	Monto	Porcentaje
1	Humano	Tiempo del investigador	Q 12,000.00	35%
2	Material	Papelería y útiles	Q 1,500.00	4%
3	Transporte	Combustible, pasajes, mantenimiento de vehículo	Q 3,000.00	9%
4	Alimentación	Alimentación	Q 2,000.00	6%
5	Recursos tecnológicos	Acceso a Internet, equipo de cómputo	Q 4,000.00	12%
6	Formación	Gastos universitarios	Q 10,000.00	29%
7	Otros	Imprevistos (5%)	Q 2,000.00	6%
Total			Q 34,500.00	

Fuente: elaboración propia.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alvarado, A. (2015). *Aplicación de un modelo de inventario para optimizar la gestión comercial de la Ferretería La Económica*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador.
2. Alvarado, D. (2013). *La industria de la construcción*. Recuperado de: <https://prezi.com/hp1vwemqgmyr/la-industria-de-la-construccion/>.
3. Álvarez, C. (2010). *Planeación de la producción*. *VirtualPro*. Recuperado de: <https://www.revistavirtualpro.com/revista/planeacion-de-la-produccion/6>.
4. Apodaca, L.; Maldonado, S. y Máynez A. (2016). *La ventaja competitiva, desde la teoría de recursos y capacidades*. *Revista Internacional Administración & Finanzas*. Recuperado de: www.theIBFR.com.
5. Arango, M.; Ruiz, S.; Ortiz, L. y Zapata, J. (2017). *Indicadores de desempeño para empresas del sector logístico: un enfoque desde el transporte de carga terrestre*. *Ingeniare*, 25(4). Recuperado de: 10.4067/S0718-33052017000400707.
6. Arguelles, L.; Quijano, R. y Fajardo, M. (2016). *Uso de indicadores de desempeño en la industria de la construcción*. *Revista*

Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa,2(3),p. 3.

7. Arias, F. (2017). *Efectividad y eficiencia de la Investigación tecnológica en la universidad*. *Revista Recitium*,3(1), p. 79.
8. Asociación Bancaria de Guatemala. (2015). *Sector construcción.(Análisis económico de ABG)*. Recuperado de: <http://abg.org.gt/web2014/wp-content/uploads/2016/01/SECTOR-4-CONSTRUCCI%C3%93N-septiembre-2015.pdf>
9. Biazzi, J. L. (2018). *Aggregate planning for probabilistic demand with internal and external storage*. *Journal of Operations and Supply Chain Management*,11(1), pages 37-52. Recuperado de: <http://dx.doi/10.12660/joscmv11n1p37-52>.
10. Braunscheidel, M. J.y Suresh, N. C. (2009). *The organizational antecedents of a firm's supply chain agility for risk mitigation and response*. *Journal of Operations Management*,27(2), págs.119–140. Recuperado de: <http://doi.org/10.1016/j.jom.2008.09.006>.
11. Cardona, L., Rivera, L. y Martínez, H. (2016). *Analytical optimization for the warehouse sizing problem under class-based storage policy*. *Ingeniería y Ciencia*,12(24), págs. 221-249. Recuperado de: <https://doi.org/10.17230/ingciencia.12.24.10>.
12. Causado, E. (2015). *Modelo de inventarios para control económico de pedidos en una empresa comercializadora de alimentos*. *Revista Ingenierías*.14(27), págs. 163-178.

13. Chase, R. y Jacobs, F. (2014). *Administración de operaciones, producción y cadena de suministros*. México D.F.:McGraw-Hill.
14. Chopra, S. y Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro, estrategia, planeación y operación*. México D.F.: Pearson Educación.
15. Collado, A. (2011). *¿Qué son los materiales para la construcción?* Recuperado de:
<http://dearkitectura.blogspot.com/2011/02/que-son-los-materiales-para-la.html>
16. Cortés, J. (2017). *Sistema de gestión de calidad (ISO 9001:2015)*. Bogotá, Colombia: ICB Editores.
17. Delgado, L.; Toro, H. y Bravo, J. (2017). *Enfoque práctico para la determinación de políticas de inventario centralizadas en un sistema 1-bodega/n-minoristas a través de simulación/optimización*. *Revista EIA*, ISSN,14(27), págs. 31-41.
18. De la Rosa, M. (2012). *Logística y distribución comercial: modelos de gestión de inventarios con patrón de demanda potencial*. (Tesis de doctorado). Universidad de La Laguna, Tenerife, España.
19. Dresch, A.; Collatto, D. y Lacerda, D. (2018). *Comprensión teórica entre competitividad y productividad: ámbito de la empresa*. *Ingeniería y Competitividad*, 20(2), págs. 69-86. Recuperado de: <https://doi.org/10.25100/iyc.v20i2.5897>.

20. Escalante, E. (2011). *Análisis y mejoramiento de la calidad*. México D.F.:Limusa.
21. Espinosa, R. (2017). *Ventaja competitiva: qué es, claves, tipos y ejemplos*. Recuperado de: <https://robertoespinosa.es/2017/10/22/ventaja-competitiva-que-es-tipos-ejemplos/>.
22. Franklin, E. (2009). *Organización de empresas*. México D.F.: McGraw-Hill.
23. González, A.;Aponte, B.;González, A. y Vásquez, F. (2018). *Procesos de negocio de la cadena de suministro avícola*.*Revista Venezolana de Gerencia*.Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29056115014>.
24. Hellriegel, D.;Jackson, S.;Slocum, J. y Franklin, E. (2017). *Administración: un enfoque basado en competencias*.México D.F.:CengageLearning.
25. Hernández, A.y Rodríguez, Sergio. (2006). *Introducción a la administración*. México D.F.:McGraw-Hill.
26. Hillier, F. y Hillier, M. (2008). *Métodos cuantitativos para administración*. Hidalgo, México: McGraw-Hill.
27. Krajewski, J. (2013). *Administración de operaciones. Procesos y cadena de suministro*. México, D.F. Pearson Educación.

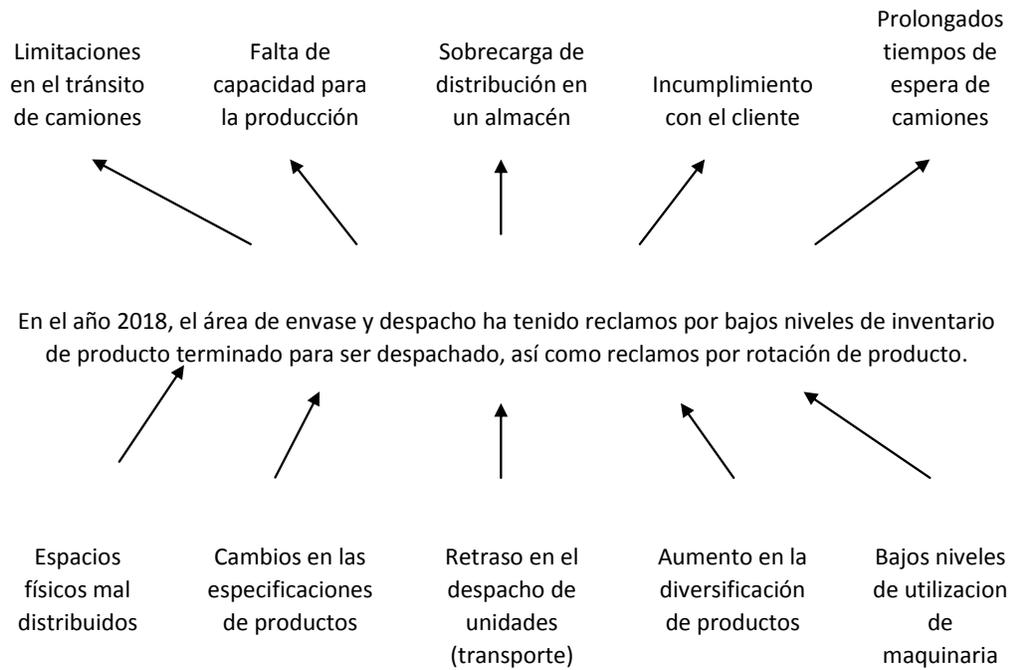
28. Lao, Y.;Pérez, M. y Moreno, L. (2015). *Perfeccionamiento de la gestión de almacenamiento en empresas comercializadoras. Caso: EMSUME Holguín, 3er Taller de Gestión Empresarial e Intercambio de Experiencias. Caso llevado a cabo en el Instituto de Información Científica y Tecnológica, Holguín, Cuba.*
29. López, D. (2016). *Factores de calidad que afectan la productividad y competitividad de las micros, pequeñas y medianas empresas del sector industrial metalmecánico.Entre Ciencia e Ingeniería,(20), págs. 99-107.*
30. Martínez, A.;García, J. y Mora, J. (2015). *Capacidad de almacenes y demanda de almacenamiento de maíz(Zea mays L.) en el estado de Chiapas México. Agrociencia.Recuperado de: <https://www.colpos.mx/agrocien/agrociencia.htm>.*
31. Ministerio de Economía y Finanzas. (2010). *Instructivo para la formulación de indicadores de desempeño. Recuperado de: https://www.mef.gob.pe/contenidos/presupuesto_publico/normativa/Instructivo_Formulacion_Indicadores_Desempeno.pdf*
32. Mora, L. (2008). *Gestión logística integral: las mejores prácticas en la cadena de abastecimientos. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.*
33. Real Academia Española. (2018). *Diccionario de la lengua española.Edición del tricentenario. Recuperado de: www.rae.es*
34. Render, B. y Heizer, J. (2014). *Principios de administración de operaciones. México D.F.: Pearson Educación.*

35. Restrepo, L.; Estrada, S. y Ballesteros, P. (2010). *Planeación estratégica logística para un holding empresarial. Scientia et Technica*, XVI(44), págs. 90-95. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84917316016>.
36. Robbins, S. y Coulter, M. (2010). *Administración*. México D.F.: Prentice Hall.
37. Rojas, M.; Jaimes, L. y Valencia, M. (2017). *Efectividad, eficacia y eficiencia en equipos de trabajo. Espacios*. 39(6), p. 3.
38. Salas, K.; Maiguel, H. y Acevedo, J. (2017). *Metodología de gestión de inventarios para determinar los niveles de integración y colaboración en una cadena de suministro. Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 25(2), págs. 326-337.
39. Samuelson, P. y Nordhaus, W. (2010). *Economía, con aplicaciones a Latinoamérica*. México D.F.: McGraw-Hill.
40. Stevenson, M. & Spring, M. (2007). *Flexibility from a supply chain. Flexibility perspective: definition and review. International Journal of Operations & Production Management*, 27(7), pages 685–713. Recuperado de: <http://doi.org/10.1108/01443570710756956>.
41. Velásquez, A. y Guevara, A. (2005). *Gestión de aprovisionamiento en un centro de producción de medicamentos. Transporte, Desarrollo y Medio Ambiente*, 25(3), p. 51.

42. Veloz, C. y Parada, O. (2017). *Métodos para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones en la gestión de inventarios*. *Revista Ciencia UNEMI*, 10(22), págs. 29-38.
43. Villavicencio, L. (2015). *Implementación de una gestión de inventarios para mejorar el proceso de abastecimiento en la empresa R. Quiroga E.I.R.L - Sullana*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Piura, Perú.

14. APÉNDICE

Apéndice 1. **Árbol del problema**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Matriz de coherencia

Objetivos	Variable	Tipo de variable	Indicador	Técnica e instrumentos	Metodología
Establecer el modelo de gestión de inventario (EOQ) para el área de envasado y despacho de una empresa de materiales de construcción.	Satisfacción de la gerencia con el sistema de inventario	Dependiente cualitativa nominal	Índice de satisfacción de la gerencia con el sistema de inventario	Encuesta	La metodología se basará en investigación teórica y en campo, utilizando distintas herramientas investigativas para determinar la solución óptima del problema, con el involucramiento del personal de la organización.
Analizar la situación de los inventarios en la bodega de la empresa durante el año 2018.	Porcentaje de error de previsión de la demanda Cumplimiento PEPS	Independiente cuantitativa nominal	Índice de predicción de la demanda	Pronósticos	
Determinar los niveles óptimos de inventario que defina los EOQ, la cantidad de pedido y el punto de reorden del sistema, para antes de abril de 2019.	EOQ Punto reorden Participación de los involucrados en la gestión del inventario	Independiente cuantitativa nominal	Índice de participación	Encuesta Observación	
Definir el método cuantitativo de programación lineal para el modelo de gestión del inventario, para junio de 2019.	Disminución de los tiempos de despacho	Independiente cuantitativa ordinal	Tiempos de despacho por entrega	Observación Toma de tiempos	

Fuente: elaboración propia.