



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Escuela de Ingeniería Química

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
PROPUESTA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIO PARA MEJORAR LA
PLANIFICACIÓN DE PRODUCTOS OFTÁLMICOS EN UNA INDUSTRIA FARMACÉUTICA
DE GUATEMALA MEDIANTE UN MODELO PROBABILÍSTICO EOQ

Laura Rebeca Valenzuela Ramírez
Asesorado por Mtr. Ing. Luis Ricardo González Cabrera.

Guatemala, noviembre 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

**PROPUESTA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIO PARA MEJORAR LA
PLANIFICACIÓN DE PRODUCTOS OFTÁLMICOS EN UNA INDUSTRIA FARMACÉUTICA
DE GUATEMALA MEDIANTE UN MODELO PROBABILÍSTICO EOQ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

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

LAURA REBECA VALENZUELA RAMIREZ

ASESORADO POR MTR. ING. LUIS RICARDO GONZALEZ CABRERA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Adolfo Narciso Gramajo Antonio
EXAMINADOR	Ing. César Ariel Villela Rodas
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
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
PROPUESTA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIO PARA MEJORAR LA
PLANIFICACIÓN DE PRODUCTOS OFTÁLMICOS EN UNA INDUSTRIA FARMACÉUTICA
DE GUATEMALA MEDIANTE UN MODELO PROBABILÍSTICO EOQ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Posgrado (Escuela de Ingeniería Química), con fecha octubre 2023.

A handwritten signature in black ink, enclosed within a circular outline. The signature is stylized and appears to read 'Laura Rebeca Valenzuela Ramírez'.

Laura Rebeca Valenzuela Ramírez



EEPFI-PP-1450-2023

Guatemala, 7 de octubre de 2023

Director
Williams Guillermo Álvarez Mejía
Escuela De Ingenieria Quimica
Presente.

Estimado Mtro. Álvarez

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

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PROPUESTA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIO PARA MEJORAR LA PLANIFICACIÓN DE PRODUCTOS OFTÁLMICOS EN UNA INDUSTRIA FARMACÉUTICA DE GUATEMALA MEDIANTE UN MODELO PROBABILÍSTICO EOQ**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Sistemas Integrados de Gestión - Gestión de la cadena de suministros**, presentado por la estudiante **Laura Rebeca Valenzuela Ramírez** carné número **201807191**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en Gestion Industrial.

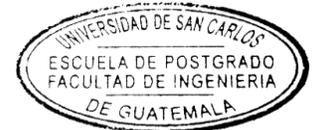
Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para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

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Mtro. Luis Ricardo Gonzalez Cabrera
Asesor(a)

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



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



Oficina Virtual





EEP.EIQ.1358.2023

El Director de la Escuela De Ingenieria Quimica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PROPUESTA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIO PARA MEJORAR LA PLANIFICACIÓN DE PRODUCTOS OFTÁLMICOS EN UNA INDUSTRIA FARMACÉUTICA DE GUATEMALA MEDIANTE UN MODELO PROBABILÍSTICO EQO**, presentado por el estudiante universitario **Laura Rebeca Valenzuela Ramírez**, 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

Mtro. Williams Guillermo Álvarez Mejía; Mg.I.Q., M.U.I.E.
Director
Escuela De Ingenieria Quimica

Guatemala, octubre de 2023



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad e Ingeniería

24189101- 24189102

LNG.DECANATO.OIE.135.2023

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PROPUESTA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIO PARA MEJORAR LA PLANIFICACIÓN DE PRODUCTOS OFTÁLMICOS EN UNA INDUSTRIA FARMACÉUTICA DE GUATEMALA MEDIANTE UN MODELO PROBABILÍSTICO EOQ**, presentado por: **Laura Rebeca Valenzuela Ramirez** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Firmado electrónicamente por: José Francisco Gómez Rivera
Motivo: Orden de impresión
Fecha: 10/11/2023 16:41:37
Lugar: Facultad de Ingeniería, USAC.

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.



Guatemala, noviembre de 2023

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

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2023 Correlativo: 135 CUI: 3001036700101

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

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por su infinita sabiduría que ha sido una fuente inagotable de fortaleza y motivación a lo largo de esta ardua tarea.

Mis padres

Lilian Karina Valladares y Juan Manuel Valenzuela

Mis hermanos

Frida Ximena y Juan Manuel Valenzuela

Mis abuelos

Manuel De Jesús Valenzuela (q.e.p.d.), Miguel Salvador Martínez (q.e.p.d.) , Sara Valladares y Sergio Ramírez.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por brindarme la oportunidad de tener una educación superior, brindarme catedrática de alta calidad que han sido parte de mi crecimiento académico.

Mis padres

Por el sacrificio que han hecho para que yo pueda tener la oportunidad de educarme y crecer intelectualmente, por su paciencia y comprensión durante los momentos en que me encontraba abrumada o estresada, por su capacidad para escuchar y brindarme consuelo, por estar ahí para mí, incluso cuando tenían sus propias responsabilidades y preocupaciones.

Mis hermanos

Por su cariño y momentos de diversión que hacían más fácil la carga académica. Quiero agradecerles por ser mi red de apoyo emocional y por brindarme un espacio seguro para compartir mis inquietudes y logros. Su amor incondicional y su capacidad para escuchar han sido un regalo invaluable.

Mis amigos

Por su amistad y compañerismo a lo largo de los años, por las palabras de aliento, el apoyo mutuo y la confianza que hemos depositado en cada uno para superar obstáculos y alcanzar metas académicas

**Ingeniero Luis Ricardo
González**

Por su apoyo, tiempo, comprensión y por compartir sus conocimientos para permitirme desarrollar este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3.1. Contexto general	9
3.2. Descripción del problema	9
3.3. Formulación del problema	11
3.3.1. Pregunta central	11
3.3.2. Preguntas Auxiliares	11
3.4. Delimitación del problema	12
3.4.1. Límite temporal	12
3.4.2. Límite geográfico	12
3.4.3. Límite espacial	12
3.5. Viabilidad	12
3.6. Consecuencias de la investigación	13
3.6.1. De realizarse	13
3.6.2. De no realizarse	14
4. JUSTIFICACIÓN	15

5.	OBJETIVOS.....	17
5.1.	General	17
5.2.	Específicos.....	17
6.	NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	19
7.	MARCO TEÓRICO	21
7.1.	Industrias farmacéuticas	21
7.1.1.	Evolución de la industria farmacéutica	21
7.1.2.	Formas farmacéuticas	22
7.1.2.1.	Según estado físico	23
7.1.2.1.1.	Formas sólidas.....	23
7.1.2.1.2.	Formas semisólidas	23
7.1.2.1.3.	Formas líquidas.....	23
7.1.2.2.	Según vía de administración	24
7.1.3.	Procesos inherentes a la fabricación de productos	25
7.1.3.1.	Investigación y desarrollo	25
7.1.3.2.	Producción	25
7.1.3.3.	Aseguramiento de la calidad	26
7.1.3.4.	Logística y distribución	26
7.2.	Proceso de planificación	27
7.2.1.	Logística	27
7.2.1.1.	Función.....	28
7.2.1.2.	Tipos de logística	28
7.2.1.3.	Operaciones logísticas	29
7.2.2.	Cadena de suministros.....	30
7.2.2.1.	Tipos de cadenas de suministros	30
7.2.3.	Gestión de la cadena de suministros	31

	7.2.3.1.	Fases	31
	7.2.3.2.	Beneficios de la gestión de la cadena de suministros.....	32
7.3.		Sistema de gestión de inventario.....	33
	7.3.1.	Pronóstico de la demanda	33
	7.3.1.1.	Tipos de pronóstico de la demanda.....	34
	7.3.1.2.	Métodos de pronóstico cuantitativos....	34
	7.3.1.3.	Métodos de pronóstico cualitativos.....	36
	7.3.2.	Inventario.....	37
	7.3.2.1.	Objetivos e importancia de la gestión de inventarios	37
	7.3.2.2.	Tipos de inventario	37
	7.3.3.	Modelo de gestión de inventario	38
	7.3.3.1.	Según la demanda.....	38
	7.3.3.2.	Según la revisión de inventario.....	39
	7.3.3.3.	Modelo de cantidad económica a ordenar EOQ.....	40
8.		PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	43
9.		METODOLOGÍA.....	47
	9.1.	Características del estudio	47
	9.2.	Unidades de análisis	48
	9.3.	Variables.....	51
	9.4.	Fases de estudio	56
	9.5.	Resultados esperados.....	60
10.		TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	61

11. CRONOGRAMA	63
12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	65
REFERENCIAS	67
APÉNDICES.....	73

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Esquema de solución.....	20
Figura 2.	Representación gráfica de un lote económico de pedido	39
Figura 3.	Modelo EOQ “cantidad económica a ordenar”.....	41

TABLAS

Tabla 1.	Población de productos	49
Tabla 2.	Población de reportes mensuales del área de producción	50
Tabla 3.	Variables en estudio	51
Tabla 4.	Matriz de consistencia	544
Tabla 5.	Cronograma de investigación	63
Tabla 6.	Recursos necesarios	65

1. INTRODUCCIÓN

La investigación propuesta se enmarca en la línea de investigación de sistemas integrados de gestión y se enfoca en la gestión de la cadena de suministro en una empresa de la industria farmacéutica de Guatemala. El objetivo principal de esta investigación basada en la sistematización es proponer un modelo de gestión de inventarios que ayude a mejorar la planificación de la manufactura de productos oftálmicos en una industria farmacéutica en Guatemala. Con este fin, se utilizará un enfoque probabilístico que permita modelar la variabilidad de la demanda y minimizar los costos asociados a la falta de disponibilidad de los productos.

El problema que se aborda en esta investigación se relaciona con la ineficiente planificación de la manufactura de productos oftálmicos en una empresa farmacéutica de Guatemala, lo cual tiene efectos negativos en los procesos de la empresa. La falta de una gestión adecuada del inventario y la planificación ineficiente de la producción pueden resultar en una mala asignación de recursos, mayores costos de producción y retrasos en la entrega de los productos a los clientes.

La importancia de esta investigación radica en el diseño de un sistema de gestión de inventario que ayude a mejorar la planificación de la manufactura de productos oftálmicos. Al abordar este problema, se busca mejorar la planificación de la producción, reducir los costos adicionales y minimizar la falta de disponibilidad de los productos oftálmicos. Además, ayudará a mejorar la toma de decisiones y la optimización de los niveles de inventario, lo cual es fundamental en una industria altamente competitiva como la farmacéutica.

El resultado esperado de la realización de esta investigación es obtener una propuesta de un sistema de inventario que ayude a identificar aquellos productos que tienen una mayor rotación para mejorar la gestión de los recursos, evitando la acumulación de inventario obsoleto y reduciendo los costos asociados. Asimismo, mejorar la capacidad de cumplir con los pedidos de manera oportuna, lo que ayuda a brindar un mejor servicio al cliente, aumentando su satisfacción y fidelidad. Además, se espera que el sistema de gestión propuesto genere información valiosa sobre los productos en términos de ventas, costos y rotación, lo que ayuda a tomar decisiones informadas sobre aspectos como la fijación de precios, la planificación de la demanda y la gestión de proveedores.

La solución propuesta para mejorar la planificación en la manufactura de productos oftálmicos es la implementación de un modelo de inventario probabilístico EOQ. Este modelo permite determinar el nivel óptimo de inventario que minimiza los costos totales, teniendo en cuenta la incertidumbre asociada a la demanda. Al utilizar este modelo, se pueden establecer puntos de reorden y niveles de inventario de seguridad que permiten asegurar la disponibilidad de los productos sin incurrir en costos excesivos de almacenamiento. Además, el modelo propuesto permite clasificar los productos según su importancia y establecer políticas de inventario diferenciadas para cada categoría, lo que admite una gestión más eficiente de los recursos y evita la inversión excesiva en artículos de bajo valor.

Entonces, existe la necesidad de diseñar un sistema de gestión de inventario en una industria farmacéutica en Guatemala debido a una planificación ineficiente en la manufactura de productos oftálmicos. Se propone un modelo de gestión de inventario que tome en cuenta las demandas de productos, con el objetivo de abordar las causas del problema, como el desabastecimiento de

materiales, pronósticos limitados sobre la demanda y la ineficiencia operativa que provoca retrasos en la planta de producción. Estas causas resultan en el incumplimiento de pedidos, costos adicionales y pérdidas económicas. Por lo tanto, se realizará la investigación en cinco fases: recolección de la información, determinación del enfoque de la planificación, propuesta de solución que ataque la causa principal, evaluación de los indicadores aplicados a la propuesta y la redacción de resultados para la entrega del informe final.

Se incluye un índice propuesto en el que se desarrollarán diversos capítulos que tendrá la siguiente información: en el primer capítulo se describirán los antecedentes para relacionar investigaciones pasadas con el tema a estudiar, en el segundo capítulo se desarrollará un marco teórico para tener una base sólida de conocimientos, en el tercer capítulo se llevara a cabo el desarrollo de la investigación en cinco diferentes fases y se adjuntará un estudio de factibilidad de la investigación que demostrará plenamente su viabilidad en términos de los recursos a utilizar. En el cuarto capítulo se presentarán los resultados obtenidos en base a cada objetivo específico planteado y se terminará con el capítulo cinco en donde se discutirán los resultados obtenidos.

2. ANTECEDENTES

En la presente investigación se aborda la problemática relacionada a una planificación ineficiente para la producción en una planta farmacéutica. Se estudian las causas y consecuencias del problema, así como la posible solución. Es necesario tener una base de información referente al tema estudiado y resultados de investigaciones previas para, en base a ellos, desarrollar de forma eficaz el estudio.

Alvarado (2018), presentó una investigación que tiene por objetivo determinar la contribución de la implementación de un inventario ABC en el control sobre inventarios y sus efectos sobre la rentabilidad de una empresa, esto mediante un análisis de la gestión de inventario, es decir todo sobre el manejo de los procesos y procedimientos relacionados al inventario. Utilizó herramientas como entrevistas al personal y análisis de datos para determinar la contribución y costos que un conjunto de productos generaba en la empresa. Además, concluyó en que la empresa utilizaba un sistema de inventario empírico lo que provocaba atrasos en las ordenes de pedido para reabastecimiento de cada producto.

El aporte para esta investigación será la importancia de la clasificación de los artículos o productos según la demanda que reflejen en un tiempo determinado, lo cual ayuda a reducir los costos generados por almacenamiento y por falta de inventario, al mismo tiempo ayuda a optimizar los ingresos. Además, explica cómo utilizar indicadores de rotación de inventario y calidad presentada en los pedidos, así como la gestión del inventario para aumentar la rentabilidad de la empresa.

Morante (2021) desarrolló una investigación referente a la gestión de las existencias de artículos en el almacén de una empresa. El objetivo de dicha investigación era demostrar que el alto nivel de stock generaba pérdidas monetarias y diversos problemas que fueron detectados mediante herramientas de análisis de causa y efecto, por último, el autor propuso una serie de soluciones y mejoras a aplicar: conteo cíclico, capacitación profesional, aplicación del modelo de revisión periódica y control de calidad en el proceso de compras.

El aporte para esta investigación será la metodología utilizada para el diseño de la gestión de inventario, iniciando con una clasificación de los productos según la demanda, seguido de una proyección de demanda de tipo probabilística o determinística utilizando el coeficiente de variabilidad, continua con la aplicación del método de pronóstico de suavización exponencial doble y concluye con la mejora proporcionada con el inventario con conteo cíclico, por lo que estas herramientas son de gran aporte para la construcción de un modelo que mejor se acople a los datos de la empresa.

En la investigación de Garzón (2018), se discutió la importancia de gestionar los inventarios para garantizar un manejo correcto de los insumos en la Distribuidora Tropolima S.A.S, por lo que se desarrolló un modelo de inventario en el que se jerarquizaron los productos estratégicos de la distribuidora mediante la participación de cada ítem en las ventas totales y la variación de la demanda. Se analizaron los costos generados por entregas y se seleccionaron las políticas teóricas del manejo de inventario aplicables a los productos conocidos como estratégicos. Entonces, el aporte para esta investigación será la estrategia y técnica utilizada para la interpretación del comportamiento de las ventas y demanda, además del estudio del rendimiento y ejecución de las políticas de inventario.

Oncebay (2021), desarrolló una investigación para la determinación de la relación entre el manejo de stock y la optimización de costos en la cadena de aprovisionamiento de la empresa Umarí, se recopilaron los registros de venta del año 2021 para la categorización de los artículos en base a un inventario ABC. Mediante estos datos, se realizaron los pronósticos de la demanda proyectados al año 2022 y se estableció la cantidad óptima y el punto de pedido, además comparó el sistema de control de inventario propuesto con el sistema utilizado durante el año estudiado, mostrando que el sistema propuesto logró optimiza los costos. Entonces, el aporte para esta investigación será la recolección, relación y modelo utilizado para tener un pronóstico de la solicitud de productos a través de datos históricos.

En el estudio presentado por Chichilla (2018), se destacó el diseño y ejecución de un proyecto que buscaba la disminución de mermas en el área de servicio de alimentación de un supermercado en Guatemala. Mediante la investigación se buscaba perfeccionar la rentabilidad del negocio mediante el declive de las mermas. La información se obtuvo con la ayuda de técnicas como la entrevista, índices de inventarios y categorización de los artículos que generaban mayor merma, todo esto para solucionar las causas principales y proporcionar una mejora continua al proceso implementando constantes revisiones y controles internos de inventarios, así como la puesta en marcha de un plan de calidad.

El aporte brindado para la investigación será el estudio de la catalogación de los productos, resultados obtenidos de la implementación de auditorías internas para mejorar el sistema de inventario y la relación entre la merma y el rendimiento económico de la empresa. Este último factor mencionado es una de las consecuencias principales del problema por estudiar y desarrollar en el presente trabajo de investigación.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A continuación, se describe ampliamente el problema a investigar para proponer una solución factible y eficiente, se detalla el contexto general, descripción del problema, formulación del problema y delimitación del problema.

3.1. Contexto general

Los productos oftálmicos fabricados en una empresa de la industria farmacéutica en Guatemala tienen una alta demanda y son muy bien aceptados en el mercado, pero se tiene dificultad para planificar la producción en planta ya que no se mantienen una cantidad adecuada de materias primas y material de empaque, el espacio para procesos de fabricación y llenado son limitados, entre otros factores. Es decir, el problema se centra en una planificación ineficiente para la producción de productos oftálmicos en una industria farmacéutica de Guatemala, siendo este un problema habitual y de gran magnitud que afecta todos los procesos en la empresa, pero a pesar de ellos no se ha logrado atacar desde la raíz y disminuir sus consecuencias.

3.2. Descripción del problema

El problema para investigar se desarrolla en una empresa de la industria farmacéutica en Guatemala, dedicada a la fabricación de diversos productos farmacéuticos para consumo humano, desde tabletas y ungüentos hasta soluciones oftálmicas. Se observa la constante dificultad e ineficiencia para la planificación de producción de productos oftálmicos por diversos factores estudiados más adelante.

Una de las principales causas de este problema, es la ineficiencia operativa ocasionada por una comunicación pobre entre el departamento de logística y planeación lo que provoca que se planifiquen productos sin tener en cuenta la existencia en inventario de las materias primas y materiales de empaque. Esta situación también ocasiona atrasos en planta de producción ya que, debido a la falta de materiales, el programa se altera y se deja de producir alrededor de un 7 % de los productos programados inicialmente. Por otra parte, también se tiene una ineficiencia operativa al planificar sin tomar en cuenta la capacidad operativa de la planta, es decir los espacios y equipo disponible. Se cuenta solamente con un área de fabricación y un área de llenado, lo cual debe ser suficiente para la producción de 40 órdenes mensuales de tipo oftálmico, lo cual representa casi un 50 % de la producción mensual.

Debido a la ineficiencia operativa, la calidad de los productos se puede ver afectada ya que se fabrican y llenan con tiempos justos, aumentando la posibilidad del error humano. Es decir, entre menos tiempo y espacio se tengan para los procesos de fabricación y llenado, los operarios pueden equivocarse más fácilmente por tener como objetivo terminar en menos tiempo del que se necesita.

Se debe mencionar que, al tener una planificación ineficiente, se generan un aproximado del 2 % de costos adicionales relacionados las mermas en materiales por errores durante su utilización. Se utilizan más envases de los que las ordenes de llenado requieren ya que al ser un proceso rápido, por la urgencia de los lotes, se generan daños en los envases los cuales deben ser reemplazados.

Por último, existen las limitaciones en el pronóstico de la demanda ya que no se utiliza ningún tipo de metodología para analizar las ventas y pronosticar las demandas. Esta limitación genera que la planificación no tome en cuenta la demanda de los productos y las necesidades de los clientes frecuentes, genera escases de productos y un 5 % de atrasos en el cumplimiento de los pedidos.

3.3. Formulación del problema

Existe una planificación ineficiente para la producción de productos oftálmicos en una industria farmacéutica en Guatemala.

3.3.1. Pregunta central

¿Cuál es el sistema de gestión de inventarios que ayudará a mejorar la planificación de la producción de productos oftálmicos en una industria farmacéutica en Guatemala?

3.3.2. Preguntas Auxiliares

- ¿Bajo qué enfoque se lleva a cabo la planificación de la producción de productos oftálmicos, en una industria farmacéutica en Guatemala?
- ¿Cuál es la causa principal por la que es ineficiente la planificación de la producción de productos oftálmicos, en una industria farmacéutica en Guatemala?
- ¿Qué indicadores se pueden aplicar para medir la efectividad del modelo de gestión de inventario propuesto para mejorar la planificación de la producción de productos oftálmicos en una industria farmacéutica en Guatemala?

3.4. Delimitación del problema

A continuación, se detalla la delimitación temporal, geográfica y espacial de la investigación a desarrollar.

3.4.1. Límite temporal

La investigación se iniciará en octubre del 2023 y se finalizará en agosto del 2024.

3.4.2. Límite geográfico

La investigación se llevará a cabo en una empresa de la industria farmacéutica ubicada en Guatemala.

3.4.3. Límite espacial

La investigación se desarrollará en el área de logística, ventas y planificación de la empresa de la industria farmacéutica ubicada en Guatemala.

3.5. Viabilidad

La investigación es viable ya que la metodología a utilizar permite recolectar datos históricos de la empresa a estudiar y analizarlos utilizando la estadística descriptiva, esto mostrará patrones y tendencias que ayudaran a diseñar el modelo de gestión de inventario adecuado según el tipo de demanda y a la vez pretende mejorar la planificación de la producción. Se utilizarán recursos personales y de la empresa para su desarrollo.

3.6. Consecuencias de la investigación

La investigación tiene como propósito proponer un sistema de gestión de inventario para disminuir los atrasos en planta de producción y evitar pérdidas económicas a la empresa, causadas por un proceso ineficiente de planificación de producción y la carencia de un sistema de inventario.

3.6.1. De realizarse

De realizarse la investigación se espera obtener los siguientes beneficios:

- Al clasificar los elementos en categorías según su importancia, se puede asignar una gestión más precisa y eficiente de los recursos. Evita la inversión excesiva en artículos de bajo valor y permite enfocar los recursos en aquellos de mayor importancia.
- El sistema de gestión de inventario ayuda a identificar aquellos productos que tienen una rotación lenta o nula. Esto facilita la toma de decisiones para discontinuar o reducir la compra de esos artículos, evitando la acumulación de inventario obsoleto y reduciendo los costos asociados.
- Mejora la capacidad de cumplir con los pedidos de manera oportuna. Esto ayuda a brindar un mejor servicio al cliente, aumentando su satisfacción y fidelidad.
- El sistema de inventario proporciona información valiosa sobre la importancia y el rendimiento de los productos en términos de ventas, costos y rotación. Esto ayuda a tomar decisiones informadas sobre aspectos como la fijación de precios, la planificación de la demanda y la gestión de proveedores.

- Con procesos más controlados, la calidad de los productos aumenta ya que el error humano disminuye al tener tiempo ideales para las fabricaciones, sin cambios a última hora por falta de materiales.

3.6.2. De no realizarse

De no realizarse la investigación propuesto se pueden tener las siguientes consecuencias:

- La producción en planta se vería afectada, teniendo atrasos e incapacidad para cubrir los pedidos de los clientes
- La falta de disponibilidad de productos importantes o la incapacidad para cumplir con los pedidos de manera oportuna pueden generar insatisfacción y pérdida de clientes.
- Problemas de stock insuficiente o excesivo, lo que afecta la capacidad para cumplir con los pedidos de manera oportuna y eficaz.
- Acumulación de inventario obsoleto o de lenta rotación, generando costos adicionales debido a la obsolescencia, deterioro y espacio de almacenamiento ocupado por productos que no se venden o no se utilizan
- La falta de información estructurada sobre la importancia y el rendimiento de los productos puede dificultar la toma de decisiones informadas en relación con la gestión del inventario. Esto incluye aspectos como la fijación de precios, la planificación de la demanda y la gestión de proveedores.

4. JUSTIFICACIÓN

El presente estudio se ubica en la línea de investigación de sistemas integrados de gestión del área de gestión de la cadena de suministros de la Maestría de Gestión Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, puesto que propone un sistema de gestión de inventario basado en un modelo probabilístico EOQ para mejorar la planificación de la producción de productos oftálmicos en una industria farmacéutica de Guatemala

La necesidad de esta investigación es mejorar la planificación de la producción mediante un sistema de gestión de inventario para disminuir el desabastecimiento de materias primas, materiales de empaque y de productos para los clientes. También surge la necesidad de mejorar el proceso de comunicación entre logística y planificación para evitar atrasos en planta y disminuir la constante limitación que se tiene en el pronóstico de la demanda y ventas.

La importancia de esta investigación es reconocer las causas y consecuencias de una ineficiente planificación de la producción que puede llegar a ocasionar pérdidas económicas derivadas de un desabastecimiento de materiales, ineficiencia operativa al tener atrasos en la planta de producción y áreas inefectivas, y por último está relacionada con las limitaciones sobre el pronóstico de la demanda. Todas las causas mencionadas anteriormente dan como resultado la escases de producto por lo que no se puede cumplir con la totalidad de los pedidos de los clientes disminuyendo así las ganancias económicas.

La motivación principal de esta investigación se centra en mejorar la planificación de la producción de productos oftálmicos mediante una propuesta de diseño de un sistema de gestión de inventarios para evitar consecuencias negativas a largo plazo que afecten la estabilidad económica de la empresa, además se desea perfeccionar el manejo de información respecto al inventario para la toma de decisiones importantes que afecten o alteren los procesos de producción y ventas.

Los beneficios de esta investigación son los siguientes: tener una gestión más precisa y eficiente de los recursos, identificar aquellos productos que tienen una rotación lenta o nula para facilitar la toma de decisiones y discontinuar o reducir la compra de esos artículos, así como evitar la acumulación de inventario obsoleto, mejorar la capacidad de cumplir con los pedidos de manera oportuna y tener procesos más controlados para ofrecer mayor calidad en los productos.

Los beneficiarios de esta investigación para la mejora en el sistema de gestión de inventario son: planta de producción, departamento de planificación, departamento de ventas y el departamento de logística, ya que mediante la propuesta se facilitarían la planificación y se contaría con el material necesario para la producción, lo que permitiría que el proceso de ventas cumpliría con los diferentes pedidos de los clientes en el tiempo estipulado.

5. OBJETIVOS

A continuación, se detalla el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación a realizar:

5.1. General

Diseñar un sistema de gestión de inventarios que ayude a mejorar la planificación de la producción de productos oftálmicos, en una industria farmacéutica en Guatemala.

5.2. Específicos

1. Diagnosticar el enfoque utilizado en la planificación de la producción de productos oftálmicos en una industria farmacéutica en Guatemala
2. Determinar la propuesta de solución que ataque la causa principal de la planificación ineficiente de la producción de productos oftálmicos, en una industria farmacéutica en Guatemala
3. Evaluar los indicadores aplicados al sistema de gestión de inventarios propuesto para mejorar la planificación de la producción de productos oftálmicos, en una industria farmacéutica en Guatemala

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Toda industria debe contar con un sistema de gestión de inventario para controlar y monitorear los niveles de inventario en tiempo real, esto permite tomar decisiones informadas sobre la compra y venta de los distintos productos. Debido a la problemática recurrente generada por una planificación ineficiente para la producción de productos oftálmicos en una industria farmacéutica en Guatemala, surge la necesidad de investigar las causas de dicha situación, analizar cómo afectan de forma negativa a la empresa y realizar la propuesta de solución basada en el diagnóstico y análisis del problema.

Esta investigación pretende diseñar una propuesta de un sistema de gestión de inventario, basado en un modelo probabilístico EOQ, que ayude a mejorar la planificación en el proceso de producción tomando en cuenta la demanda de los productos. De esta forma se espera abarcar todas las causas y consecuencias del problema para disminuirlas; dentro de las causas se puede mencionar el desabastecimiento de materiales para la producción, pronóstico limitado sobre la demanda e ineficiencia operativa provocando atrasos en la planta de producción lo cual ocasiona el incumplimiento de los pedidos de los clientes, costos adicionales y disminución operativa que se resume a pérdidas económicas para la empresa.

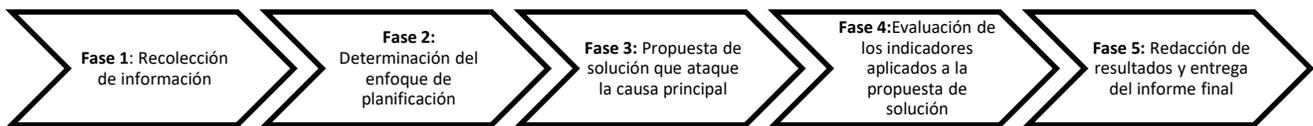
Por lo tanto, es válido y original, dentro de la línea de investigación de sistemas integrados de gestión, enfocándose en la gestión de la cadena de suministro, el diseño del modelo del sistema de inventario descrito anteriormente ya que toma en cuenta variables aleatorias que pueden variar según temporadas, entonces al recopilar y analizar datos de manera sistemática, la empresa puede

mejorar sus pronósticos de demanda, identificar patrones estacionales o tendencias y tomar decisiones informadas sobre el tamaño de los pedidos y los niveles de inventario.

A continuación, se describen gráficamente las fases a desarrollar durante la investigación, la explicación detallada se encuentra en el capítulo 9 del presente documento.

Figura 1.

Esquema de solución



Nota. Representación de las fases de la investigación. Elaboración propia, realizado con SmartArt.

7. MARCO TEÓRICO

La industria farmacéutica se caracteriza por su papel fundamental en el desarrollo, producción y distribución de medicamentos y productos relacionados, que impactan directamente en la salud y bienestar de la población. Para lograr una producción eficaz y de alta calidad, es crucial entender todos los procesos implicados en la fabricación de productos farmacéuticos, así como implementar estrategias sólidas de planificación que permitan optimizar los recursos disponibles, minimizar costos y garantizar el cumplimiento de los estándares regulatorios. A continuación, se desarrollarán conceptos clave como la cadena de suministro y la gestión de inventario con el propósito comprender mejores procesos industriales en la industria farmacéutica y su planificación.

7.1. Industrias farmacéuticas

Las industrias farmacéuticas se dedican a la investigación, desarrollo, producción y comercialización de medicamentos que tienen como objetivo principal ayudar a mejorar la salud y calidad de vida de los consumidores. Estas industrias se basan en una serie de normas o regulaciones a nivel internacional que protegen la salud y garantizan la satisfacción del consumidor.

7.1.1. Evolución de la industria farmacéutica

La industria farmacéutica se origina en la edad antigua, iniciando con los alquimistas y boticarios que se dedicaban a la preparación de medicamentos para curar enfermedades y disminuir síntomas. Se utilizaban los extractos de

muchas plantas como componentes principales de los medicamentos, por ejemplo, la belladona, el opio o la quinina.

La revolución industrial ayudó al obtener avances científicos en la química orgánica y síntesis de compuestos, más tarde la Primera Guerra Mundial estimuló la expansión de la industria e inició el desarrollo de los antibióticos para tratar infecciones, siendo la penicilina el primer antibiótico en comercializarse.

Actualmente, existe una variedad de medicamentos para diferentes enfermedades. Durante el periodo 2007- 2016, 134 nuevos medicamentos fueron aprobados por organismos reguladores a nivel mundial como la FDA (Food and Drug Administration). Este sector representa el 13,3 % de la inversión total en Europa y Japón y el 17.1% en Estados Unidos. (Céspedes, 2019)

7.1.2. Formas farmacéuticas

La forma farmacéutica es un concepto que se refiere a la presentación externa de un medicamento, combina los principios activos con excipientes que ayudan a mejorar la estabilidad, la apariencia y la administración del fármaco. Esta combinación de principios activos y excipientes tiene como objetivo facilitar la administración del medicamento al paciente, ya sea por vía oral, tópica, parenteral u otra ruta, y garantizar su eficacia y seguridad.

Se define como forma farmacéutica a la presentación externa en la que se adaptan los principios activos junto con los excipientes para facilitar su administración. (Aulton, 2004)

7.1.2.1. Según estado físico

Las formas farmacéuticas se pueden dividir según su estado físico en formas sólidas, semisólidas y líquidas. Estas formas facilitan la dosificación precisa y la rápida absorción del medicamento en el organismo.

7.1.2.1.1. Formas sólidas

Entre estas se puede encontrar las tabletas, cápsulas, comprimidos, polvos y entre otros. Se caracterizan por su estabilidad, fácil almacenamiento y transporte, además de tener precisión en la dosificación y comodidad de administración.

7.1.2.1.2. Formas semisólidas

Esta forma abarca todos los medicamentos de aplicación tópica, es decir sobre la piel, como las pomadas, pastas, cremas, lociones, ungüentos y geles. Son de consistencia espesa o viscosidad elevada y aplicación sencilla.

7.1.2.1.3. Formas líquidas

Se definen las soluciones acuosas o no acuosas, en ellas el principio activo está contenido en un vehículo y excipientes. Dentro de clasificación se encuentran a las disoluciones, suspensiones, emulsiones, jarabes, elixires y viales. (Fikri, 2023)

Son formas versátiles y pueden administrarse por diversas vías, como oral, tópica o parenteral. Estas formas facilitan la dosificación precisa y la rápida absorción del medicamento en el organismo.

7.1.2.2. Según vía de administración

Existe otra clasificación significativa que se fundamenta en la vía de administración al organismo. Esta clasificación desempeña un papel fundamental al adaptar el tratamiento a las necesidades particulares de cada paciente o las facilidades de administración. A continuación, se describen cada una de las formas según la vía de administración necesitada:

- Parenteral o inyectable: son los administrados vía intravascular o subcutánea e intramuscular intradérmica. (Fikri, 2023)
- Tópica: son aplicadas de forma directa sobre la superficie cutánea o mucosa donde ejercerá su efecto medicamentoso.
- Inhalatoria: el fármaco es aplicado a través de las vías aéreas superiores pulmonares.
- Vía Rectal: el medicamento se deposita en la cavidad rectal donde se disuelve y se absorbe desde la mucosa rectal hacia las venas hemorroidales. (Martínez, 2014)
- Vía vaginal: el medicamento es depositado en la cavidad vaginal, se disuelve y es absorbido por la mucosa vaginal. (Lee, 2023)
- Oftálmica: utilizados para trastornos oculares, tratándose de una solución líquida, un gel o ungüento de aplicación relativamente sencilla. (Fikri, 2023)
- Óticas: son soluciones o suspensiones que se aplican en el conducto auditivo externo para tratar la inflamación o infecciones en el oído.

7.1.3. Procesos inherentes a la fabricación de productos

Para la manufactura de productos es necesario considerar desde el proceso de investigación y desarrollo de la formulación hasta los análisis y determinación de los estándares de calidad. Seguidamente, se describen brevemente los procesos involucrados para detectar la vinculación de cada departamento y lograr una mejor comprensión del proceso.

7.1.3.1. Investigación y desarrollo

Desarrolla el diseño, proceso de fabricación y determina el tiempo de vida media de los productos. Se define por presentar:

- Sencillez y fiabilidad en el proceso de fabricación
- Seguridad y accesibilidad en el mantenimiento y manejo del producto
- Calidad y carencia de defectos en el plazo de vida media calculado

Entonces, el departamento tiene a cargo dos actividades principales: investigación, desarrollo y diseño de productos y procesos nuevos y mantenimiento y mejora de productos y procesos existentes. (Oviedo, 2002)

7.1.3.2. Producción

El departamento de producción es de vital en toda industria ya que permite la obtención del producto final aplicando técnicas y análisis para garantizar la calidad del producto, procesos seguros para los clientes y para los colaboradores y operarios en el área.

Es el proceso encargado de realizar las operaciones químicas- físicas necesarias para la transformación de recursos o insumos en un producto final que tiene por objeto satisfacer las necesidades del cliente maximizando los niveles de productividad mediante una planificación correcta. (Vilcarromero, 2017)

7.1.3.3. Aseguramiento de la calidad

Este departamento tiene la responsabilidad de asegurar que los productos finales o servicios cumplan con los estándares de calidad establecidos. Para lograrlo, se emplean diversas técnicas estadísticas de control que permiten monitorear y evaluar de forma sistemática la calidad del producto final en cada etapa del proceso.

Entonces, es el departamento encargado de mantener el control de la calidad en los productos finales o servicios, abarca desde los procesos de planeación hasta la producción utilizando técnicas estadísticas de control y capacitación del personal. (ISO, 2015)

7.1.3.4. Logística y distribución

La logística y la distribución son dos conceptos fundamentales en el ámbito empresarial que abarcan las actividades relacionadas con la gestión eficiente de los flujos de bienes y servicios desde su origen hasta su destino final. La logística se encarga de planificar, implementar y controlar de manera efectiva el movimiento y el almacenaje de todos los artículos y productos y la distribución se centra en la etapa final de la gestión de suministros, donde los productos son entregados a los consumidores conforme a las condiciones exigidas.

La logística se ocupa de actividades como la planificación y la gestión de los insumos requeridos para la producción, también garantiza que el producto final sea entregado a tiempo y bajo las condiciones solicitadas. Desarrolla actividades de compras, almacenamiento y transporte de mercancías. (Garcia y Bermeo, 2017)

7.2. Proceso de planificación

El proceso de planificación es esencial para orientar las decisiones empresariales, establecer una dirección clara y garantizar la utilización adecuada de los recursos, con el fin de alcanzar los objetivos estratégicos de la empresa.

Por tanto, se define como el proceso fundamental para utilizar correctamente los recursos proporcionados por las empresas. Además, plantea de forma jerárquica las decisiones a corto y largo plazo para lograr cumplir los objetivos estratégicos y operativos de la empresa. (Rodríguez, Jiménez, Palencia y D'Armas, 2013)

7.2.1. Logística

Se conoce como un concepto que engloba las tareas relacionadas con la gestión eficiente del movimiento de bienes, servicios e información desde su origen hasta su destino final. Se enfoca en la optimización de la planificación, ejecución y regulación de todas las actividades de abastecimiento y distribución de la cadena de suministros. (Bastos, 2007)

7.2.1.1. Función

Anteriormente, la logística tenía como objetivo principal conseguir que el producto o servicio se entregara en el sitio adecuado en el momento indicado, con el tiempo se inició a implementar los criterios de efectividad y optimización para la atención al cliente.

En consecuencia, la logística abarca la relación con el cliente, el transporte, la gestión de insumos y el procesamiento de los pedidos para lograr atender la demanda en términos de localización y temporalidad.

7.2.1.2. Tipos de logística

Existen varios tipos de logística, estas se diferencian por la actividad que deben planificar y controlar, entre estas se puede mencionar:

Logística de aprovisionamiento: fase encargada de analizar las necesidades de producción, seleccionar los proveedores, asegurar la calidad de las provisiones, garantizar que se cumplan los plazos de entrega y gestionar los inventarios con el objetivo de asegurar que las empresas cuenten con los insumos necesarios para satisfacer las solicitudes de los clientes al mejor precio y periodo de entrega. (García y Bermeo, 2017)

Logística de almacenamiento: se basa en la organización del almacenamiento de los suministros que la empresa necesita para la producción, por lo que es necesario: mantener actualizados los inventarios, llevar registros de los suministros almacenados y planificar los almacenamientos según el tipo de producto.

Logística de la producción: encargada de verificar el proceso de la transformación de los insumos a productos finales y la distribución de estos. Por lo que se debe gestionar las operaciones llevadas a cabo durante la fabricación de los productos.

Logística de distribución: se encarga del transporte del producto final hasta su consumidor. Es necesario tomar en cuenta el medio de transporte y el tipo de embalaje que el producto necesite, además de las zonas de distribución.

Logística inversa: gestiona lo que retorna a las fábricas, es decir lo que los clientes devuelven en mal estado o por envíos incorrectos, toma en cuenta la recuperación de embalajes y residuos generados para el reciclaje de las materias primas sobrantes.

7.2.1.3. Operaciones logísticas

El departamento de logística desempeña un papel fundamental en la eficiencia y el éxito de cualquier empresa. Su objetivo principal es garantizar una cadena de suministro fluida y efectiva, desde la recepción de pedidos hasta la entrega final de los productos o servicios solicitados. Para lograr esto, el departamento de logística se encarga de diversas tareas críticas, como las siguientes:

- Proceso de pedidos: origina la circulación de los productos y el cumplimiento de los servicios asociados, afecta el tiempo del ciclo del pedido.
- Gestión de inventarios: proporciona la disponibilidad de los productos solicitados según la demanda.
- Aprovisionamiento: gestión de materiales para los procesos de planta

- Almacén de materias primas: brindar resguardo según especificaciones de la materia y mantener un control sobre inventario
- Almacén de productos terminados: brindar resguardo a las mercancías terminadas para ser entregadas al cliente
- Transporte y movimiento logístico de materias primas y productos acabados.

Entonces el departamento de logística abarca la gestión, el servicio a clientes y la planificación.

7.2.2. Cadena de suministros

Brinda una descripción del vínculo entre cada departamento de las empresas. Inicia con el departamento de compras y analiza al listado de proveedores para crear una cadena de dependencia entre cada área involucrada en el proceso de producción. (Manrique, Teves y Taco, 2019)

Tiene por objetivo reducir la incertidumbre y los riesgos que puede afectar la atención al consumidor. Este proceso brinda los datos necesarios para fijar límites y orientar la evolución de los planes de inventario.

7.2.2.1. Tipos de cadenas de suministros

Es fundamental que las empresas adapten sus estrategias logísticas a las necesidades específicas de sus productos y mercados. Es por lo que existen diferentes enfoques logísticos al abordar distintas situaciones y desafíos. Entre estos enfoques, se destacan la cadena rápida, la cadena eficiente, el flujo continuo, el modelo flexible y la agilidad logística.

- Cadena rápida: utilizada para productos con tiempo de vida cortos. (Vilana, 2011)
- Cadena eficiente: upara empresas en mercados muy competitivos, la eficiencia debe ser alta.
- Flujo continuo: promueve estabilidad aun con altas demandas, la producción es continua sin fluctuaciones.
- Modelo flexible: logra satisfacer las altas demandas y gestionar periodos donde la demanda baja.
- Ágil: ideal para empresas con producción de artículos especializados.

7.2.3. Gestión de la cadena de suministros

Proceso que se desarrolla con un enfoque sistemático abarcando las actividades relacionadas con la planificación, coordinación y manejo del movimiento de productos, servicios, información y recursos en la cadena de suministro, pretende optimizar la eficiencia de las fases involucradas, iniciando con la obtención de materias primas hasta el despacho del producto final al cliente.

Entonces es un proceso que se encarga del movimiento de los componentes necesarios a procesar para obtener un producto terminado y entregarlo al consumidor. (SCM, 2018)

7.2.3.1. Fases

La gestión de los suministros comprende varias fases interconectadas que abarcan desde la planificación de insumos y abastecimiento hasta la manufactura y despacho de productos o servicios. Cada una de estas fases desempeña un rol esencial en el flujo eficiente y efectivo de la cadena de suministro.

- Primera fase: planificación de los recursos necesarios para satisfacer la demanda por parte del cliente hacia los productos o servicios.
- Segunda fase: abastecimiento de los bienes y servicios necesarios para la fabricación de producto o desarrollo de servicios. En esta fase es necesario establecer y monitorear las relaciones con los proveedores, realizar pedidos y administrar el inventario.
- Tercera fase: la fabricación incluye los procesos físicos y químicos para la conversión de la materia prima hasta un producto final deseado.
- Cuarta fase: distribución o comercialización, se debe identificar los canales y niveles de comercialización en los diferentes mercados y la segmentación de estos. Incluye los eslabones encargados del traslado del producto final hasta la entrega al consumidor, todo mediante una serie de pasos que inicia con los proveedores y finaliza con los consumidores.

7.2.3.2. Beneficios de la gestión de la cadena de suministros

La gestión eficiente de la cadena de suministro determina el éxito y la competitividad de las empresas en el entorno empresarial actual. Se ha demostrado que implementar una serie de estrategias y herramientas beneficia a las organizaciones de diversas maneras. Entre los beneficios de esta gestión se mencionan:

- Mayor productividad con una gestión adecuada de activos de la empresa, los sistemas pueden trabajar de manera correcta durante más tiempo y evitar cuellos de botella, mejorar además los flujos de trabajo. (SAP, 2021)

- Menor costo mediante herramientas analíticas predictivas que eliminan el riesgo de escases de materiales para la producción o incumplimiento de pedidos que ocasiona costos adicionales para las empresas.
- Mayor calidad del producto con la aplicación de estrategias de mejora para el proceso de desarrollo e investigación, así como en el equipo de fabricación.
- Mejora el servicio al cliente mediante la implementación de la retroalimentación por parte del cliente, las tendencias y la personalización de productos o servicios.
- Mayor transparencia y sostenibilidad mediante el registro de la entradas y salidas en la cadena de suministro.

7.3. Sistema de gestión de inventario

La función principal de esta gestión es mantener un seguimiento constante a los diferentes inventarios dentro de una empresa, desde su ingreso a las instalaciones hasta el momento en que son utilizados, esto con la finalidad de mantener un nivel adecuado de inventario y facilitar el avance de los procesos evitando cualquier tipo de atraso por falta de materiales.

7.3.1. Pronóstico de la demanda

Para manejar una gestión de inventarios adecuada es necesario conocer las demandas que manejan las empresas. Para ello, se utilizan herramientas que ayudan a la previsión de las cantidades requeridas de materiales para producir o manufacturar bienes y completar los pedidos de los clientes. Por tanto, se debe estudiar las principales técnicas de pronóstico de la demanda y utilizar la que mejor se adapte a las condiciones de cada empresa.

7.3.1.1. Tipos de pronóstico de la demanda

Contar con pronósticos precisos de las demandas ayuda a planificar de manera efectiva y tomar decisiones acertadas e informadas. Existen diferentes métodos de pronóstico que se utilizan para predecir la demanda futura de productos o servicios. Estos métodos se pueden clasificar en varias categorías, cada una con sus propias características y enfoques, a continuación, se describirán algunos de ellos:

- **Cualitativos:** basados en la experiencia del analista, son análisis subjetivos utilizados ante la carencia de datos históricos
- **Series de tiempo:** utilizan datos históricos y estadísticos. Asume que el patrón en el comportamiento seguido por la demanda en el periodo “t” se iguala al comportamiento del período anterior (t-1).
- **Causales:** utilizan la correlación entre los pronósticos de las demandas y los factores externos.
- **Por analogía:** basados en los hechos similares ocurridos en el pasado.
- **Simulación:** combina la estrategia de series de tiempos con los pronósticos causales para simular el comportamiento de los clientes para verificar la demanda a un futuro.

7.3.1.2. Métodos de pronóstico cuantitativos

El primer método para mencionar es el promedio móvil, se caracteriza por ser utilizado para describir patrones de demanda estables o con poca o ninguna tendencia. (Vidal, 2010)

Se describe mediante la ecuación

$$M_T = \frac{X_T + X_{T-1} + X_{T-2} + \dots + X_{T-N+1}}{N}$$

Donde

- T: representa el periodo actual
- N: periodos de tiempo
- X_T : observación más reciente

El segundo método es la suavización exponencial que consiste en aplicar un peso “ α ” a la última observación de la demanda y un peso “ $1 - \alpha$ ” al pronóstico anterior.

Se describe mediante la ecuación

$$S_T = \alpha X_T + (1 - \alpha)S_{T-1}$$

Donde

- S_T : Pronóstico al finalizar el periodo T.
- S_{T-1} : Pronóstico anterior
- X_T : Demanda real en el periodo actual T
- A: factor de suavización

Por último, la regresión lineal se basa en la ecuación de la recta como determinante de la tendencia a lo largo del tiempo.

Se describe mediante la ecuación

$$Y = a + bx$$

- Donde
- Y: valor dependiente, origen de la recta
- a: ordenada de la recta de regresión
- b: coeficiente de regresión o pendiente de la recta
- x: valor real, independiente.

7.3.1.3. Métodos de pronóstico cualitativos

Existen diferentes métodos para obtener datos sobre las expectativas de los usuarios y las posibilidades de ventas futuras. Estos métodos se basan en distintas fuentes de información y enfoques para recopilar datos relevantes. Entre estos métodos se mencionan:

- Encuestas de expectativas del usuario: basado en las respuestas de los consumidores sobre el intervalo de tiempo que utilizarán antes de comprar nuevamente el producto. (Florez, 2011)
- Participación de los representantes de las ventas: se responsabiliza a los vendedores y distribuidores sobre el resultado de las ventas.
- Juicio de ejecutivos: se conocen las posibilidades de ventas según la opinión de los ejecutivos.

7.3.2. Inventario

Se describe como el control, disposición y clasificación de todo tipo de insumos con los que cuentan las empresas, con la finalidad de garantizar la existencia contable para la toma de decisiones de los procesos productivos. (Meana, 2017)

7.3.2.1. Objetivos e importancia de la gestión de inventarios

Es importante y vital para toda empresa, mantener un seguimiento y verificación constante de la existencia de cualquier tipo de material, regularmente se realiza mediante un recuento físico y digitalización de los datos para agilizar el proceso. Mantener una adecuada una gestión de inventario permite:

- Localizar las existencias del material en la empresa
- Conocer el valor total de la mercancía con el que cuenta la empresa
- Conocer el índice de rotación del inventario

7.3.2.2. Tipos de inventario

Existen diferentes tipos de inventario, cada uno cubre las necesidades de diferentes procesos, entre estos los procesos de producción, bodega de producto terminado y producto final, etc. A continuación, se mencionan los más utilizados y conocidos:

- Componentes y materias primas: son utilizados durante procesos de manufactura.

- Suministros industriales: incluyen materias primas secundarias y artículos de consumo en instalaciones y maquinaria.
- Productos terminados: productos que envía el departamento de producción para su almacenamiento y venta
- Productos en proceso: productos fabricados que necesitan ser empacados.
- Inventario de previsión: productos que cubren las necesidades futuras de la empresa
- Inventario de seguridad: cubren cualquier tipo de necesidad que se tenga en el almacén de materias primas.

7.3.3. Modelo de gestión de inventario

Los modelos sobre la gestión del inventario se dividen en dos: según el tipo de la demanda y la revisión que se proporcione a los inventarios, cada uno trabaja variables y técnicas diferentes.

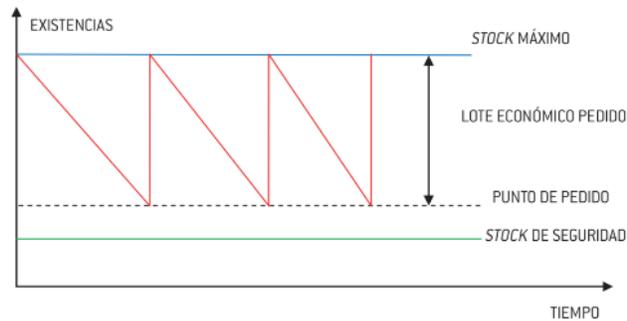
7.3.3.1. Según la demanda

El primer modelo es el determinístico, este refleja una demanda constante y conocida en un periodo de tiempo. Se conoce como un modelo fiable y rápido, maneja la variable de la cantidad de pedido por lo que se utiliza el lote económico del pedido.

El segundo modelo es el lote económico de pedido, en el cual al terminarse el inventario de un producto se llega al punto de pedido, entonces el sistema genera la cantidad de unidades necesarias para continuar con las actividades.

Figura 2.

Representación gráfica de un lote económico de pedido



Nota: Gráfica sobre el modelo del lote económico de pedido. Obtenido de Meana (2017). *Gestión de inventarios.* (https://books.google.com.gt/books?id=MI5IDgAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false), consultado el 30 de agosto de 2023.

Modelo probabilístico: en este modelo la demanda no es conocida y además es variable, es necesario mantener un stock de seguridad y la orden de pedido es generada hasta que las unidades existentes sean consumidas.

7.3.3.2. Según la revisión de inventario

Sistema de inventario con revisión periódica: los inventarios son monitoreados en periodos de tiempo iguales. Se busca llegar a un nivel de inventario que sea capaz de cubrir con la demanda en el periodo de tiempo establecido.

Sistema de inventario con revisión continua: se revisa continuamente, después de cada transacción, el nivel del inventario para detectar el punto de reorden, es decir el punto cual el inventario ha descendido a un nivel preestablecido.

7.3.3.3. Modelo de cantidad económica a ordenar EOQ

El modelo se basa en los siguientes supuestos (Rocha , 2020)

- Demanda constante y conocida
- No se permiten los faltantes ni entregas parciales
- Los costos de inventario son constantes
- El inventario de reposición llega cuando el nivel del inventario está a cero.

Se representa por la ecuación:

$$TCU = \frac{KD}{y} + h\left(\frac{y}{2}\right)$$

Nivel óptimo de inventario:

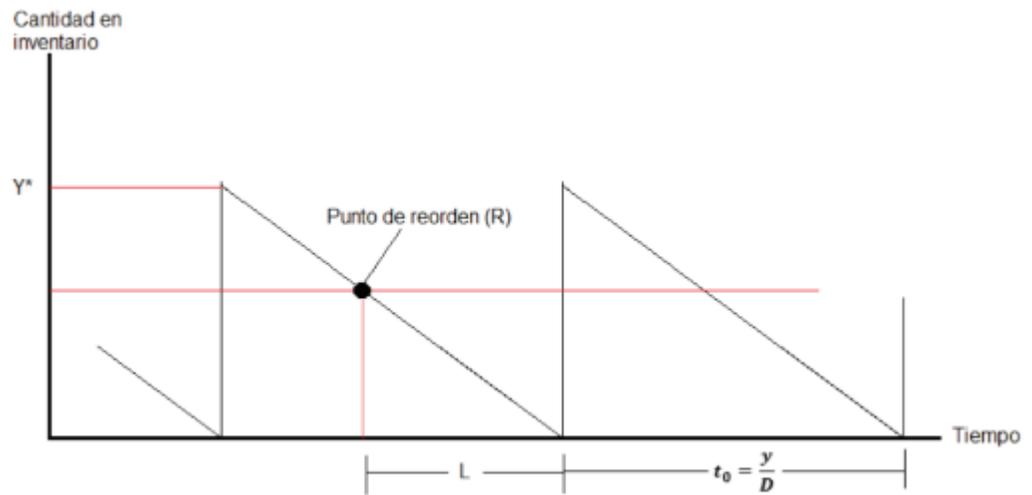
$$y' = \sqrt{\frac{2KD}{h}} = EOQ$$

Donde:

- Y= cantidad de pedido
- D: Tasa de demanda
- T₀: duración del ciclo de pedido
- K: costo de preparación
- h: costo de retención
- L: tiempo de espera
- R: punto de reorden
- TCU: costo total por unidad de tiempo

Figura 3.

Modelo EOQ “cantidad económica a ordenar”



Nota: Demostración visual del modelo EOQ. Obtenido de Rocha (2020). *Gestión empresarial de la cadena de suministros.* (https://books.google.com.gt/books?hl=en&lr=&id=DeEZEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT339&dq=cadena+de+suministros,+tipos&ots=g0RJRFNCoC&sig=I5RCmylKEAVrN9PszX8ng0mdguM&redir_esc=y#v=onepage&q=cadena%20de%20suministros%2C%20tipos&f=false), consultado el 30 de agosto de 2023.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE DE TABLAS

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS
ORIENTADORAS

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Industrias Farmacéutica

2.1.1. Evolución de la industria farmacéutica

2.1.2. Formas farmacéuticas

2.1.2.1. Según estado físico

2.1.2.1.1. Formas sólidas

2.1.2.1.2. Formas semisólidas

2.1.2.1.3. Formas líquidas

2.1.2.2. Según vía de administración

2.1.3. Procesos inherentes a la fabricación de productos

2.1.3.1. Investigación y desarrollo

2.1.3.2. Producción

- 2.1.3.3. Aseguramiento de la calidad
 - 2.1.3.4. Logística y distribución
- 2.2. Proceso de planificación
 - 2.2.1. Logística
 - 2.2.1.1. Función
 - 2.2.1.2. Tipos de logística
 - 2.2.1.3. Operaciones logísticas
 - 2.2.2. Cadena de suministros
 - 2.2.2.1. Tipos de cadenas de suministros
 - 2.2.3. Gestión de la cadena de suministros
 - 2.2.3.1. Fases
 - 2.2.3.2. Beneficios de la gestión de la cadena de suministros
- 2.3. Sistemas de gestión de inventario
 - 2.3.1. Pronóstico de la demanda
 - 2.3.1.1. Tipos de pronóstico de la demanda
 - 2.3.1.2. Métodos de pronóstico cuantitativos
 - 2.3.1.3. Métodos de pronóstico cualitativos
 - 2.3.2. Inventario
 - 2.3.2.1. Objetivos e importancia de la gestión de inventarios
 - 2.3.2.2. Tipos de inventarios
 - 2.3.3. Modelo de gestión de inventario
 - 2.3.3.1. Según demanda
 - 2.3.3.2. Según revisión de inventario
 - 2.3.3.3. Modelo de cantidad económica a ordenar EOQ

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

- 3.1. Fase 1: Revisión de literatura
- 3.2. Fase 2: Enfoque utilizado en la planificación
- 3.3. Fase 3: Propuesta de solución que ataque la causa principal
- 3.4. Fase 4: Indicadores aplicados a la propuesta
- 3.5. Fase 5: Resultados

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

- 4.1. Objetivo 1
- 4.2. Objetivo 2
- 4.3. Objetivo 3

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- 5.1. Objetivo 1
- 5.2. Objetivo 2
- 5.3. Objetivo 3

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

A continuación, se incluye una descripción del diseño, tipo de estudio, alcance, variables e indicadores, fases y resultados esperados de la investigación a realizar.

9.1. Características del estudio

El enfoque del estudio propuesto es mixto ya que se necesita conocer datos cuantitativos como los historiales de las ventas y datos cualitativos como los enfoques utilizados para la planificación, entre otros datos generados en los diferentes procesos en la empresa para abordar de mejor manera la problemática planteada y proponer una solución eficiente

El alcance es descriptivo dado que, mediante datos históricos de ventas, planificaciones y reportes del cumplimiento de programas de producción, que serán sometidos a un análisis, se pretende describir y proponer una solución para mejorar la planificación ineficiente de la producción en una industria farmacéutica en Guatemala.

El diseño adoptado será no experimental, pues la información y datos provenientes del estudio de la gestión de la cadena de suministros de la industria farmacéutica estudiada se analizarán en su estado original sin ninguna manipulación. Estos datos serán recolectados de distintas fuentes, como del reporte mensual de producción de estériles, datos de ventas y demandas, así como de entrevistas con los encargados de los procesos de planificación y ventas, luego serán sometidos a diferentes herramientas de análisis estadísticos

y no estadísticos; además será transversal pues se estudiarán datos obtenidos de entrevistas realizadas en el año 2024 y datos de ventas del periodo 2023.

9.2. Unidades de análisis

La población en estudio serán los productos oftálmicos fabricados en una industria farmacéutica en Guatemala, de la cual se extraerán muestras que serán utilizadas según un análisis de muestreo estadístico.

La población total comprende 60 productos de tipo oftálmico que se trabajan en la planta de producción de una industria farmacéutica en Guatemala. Para el desarrollo de la investigación se aplica 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
- σ : desviación estándar de la población
- Z: tipificación del nivel de confianza de la distribución normal
- e: error de la muestra

Utilizando los datos de la población total y los valores estadísticos establecidos para un nivel de confianza del 95%, se obtiene un tamaño de muestra de 52 productos. La tabla 1 muestra un resumen del análisis de muestreo estadístico aplicado a la variable estudiada.

Tabla 1.

Población de productos

N	60
Z	1.96
σ	0.5
e	0.05
n	52.01
n	52

Nota: Población de productos a estudiar durante la investigación. Elaboración propia, realizado con Excel.

La otra población total de estudio comprende 12 reportes mensuales del área de producción estéril de una industria farmacéutica en Guatemala. Para el desarrollo de la investigación se aplica 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
- σ : desviación estándar de la población
- Z: tipificación del nivel de confianza de la distribución normal
- e: error de la muestra

Utilizando los datos de la población total y los valores estadísticos establecidos para un nivel de confianza del 95%, se obtiene un tamaño de muestra de 12 reportes. En la tabla 2 se muestra un resumen de los datos obtenidos mediante el análisis aplicado a la variable estudiada.

Tabla 2.

Población de reportes mensuales del área de producción

N	12
Z	1.96
σ	0.5
e	0.05
n	11.67
n	12

Nota: reportes mensuales del área de producción a utilizar durante la investigación. Elaboración propia, realizado con Excel.

Por último, se trabajarán dos entrevistas a los encargados del área de planificación y venta. No se determinará el tamaño de muestra por la cantidad de datos a analizar.

9.3. Variables

Las variables descritas a continuación serán utilizadas para el desarrollo de la investigación, se relacionan con los objetivos planteados para la propuesta de solución al problema estudiado. La tabla 3 brinda una definición conceptual y operativa de cada variable.

Tabla 3.

Variables en estudio

Variable	Definición conceptual	Definición operativa
Eficiencia de la planificación	Capacidad de cumplir con la planificación de la producción de manera efectiva.	$E_p = \frac{OT}{OP} * 100 = \%$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • E_p: Eficiencia de la planificación • OT: ordenes trabajadas • OP: ordenes planificadas
Tipo de demanda de los productos	Clasificación de la demanda según la relación que tiene con el producto y su consumo en un tiempo determinado	<p>Clasificación de los productos según la demanda mensual, utilizando el tipo de inventario XYZ</p> <ul style="list-style-type: none"> • X: productos con demanda constante • Y: productos que fluctúan en el tiempo • Z: productos con demanda impredecible
Estrategia para la planificación	Pasos para seguir para cumplir con las metas establecidas en la planificación	<p>Determinar la estrategia utilizada para la planificación de la producción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Por demanda • Capacidad y recursos • Mixta

Continuación Tabla 3.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operativa
Tipo de ordenes de producción	Órdenes para fabricar ya sea por pedido o por lanzamiento.	Clasificación de ordenes de fabricación generadas: <ul style="list-style-type: none"> • Pedido del cliente • Lanzamiento al mercado
Causa principal de la planificación ineficiente	Se refiere a todas las causas, falta de material, falta de espacio y etc., por las cuales no se cumple con la planificación establecida.	<p>Determinar la frecuencia, media y moda de las causas por las que la planificación ineficiente</p> <p>Frecuencia: cantidad de veces que se repite un valor en un grupo de datos</p> $Media = \frac{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_i}{N}$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • n_i: valor del grupo de datos • N: cantidad total de datos <p>Moda: valor que más se repite dentro de un conjunto de datos.</p>
Pronósticos de la demanda	Técnicas utilizadas para poder pronosticar el consumo de un producto en un tiempo determinado	<p>Cualitativo: mediante entrevistas a los encargados de ventas y planificación</p> <p>Cuantitativo: Promedio móvil:</p> $M_T = \frac{X_T + X_{T-1} + X_{T-2} + \dots + X_{T-N+1}}{N}$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • T: representa el periodo actual • N: periodos de tiempo • X_T: observación más reciente

Continuación Tabla 3.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operativa
Eficiencia del sistema de gestión de inventario	Mide la capacidad del sistema de gestión de inventario para cumplir con las necesidades de los procesos.	$I_{SGI} = \frac{O_{SGI}}{OP} = \%$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • I_{SGI}: Ineficiencia por el sistema de gestión de inventario • O_{SGI}: Ordenes no trabajadas por falta de inventario • OP: Ordenes programadas
Inventario	Clasificación y control de los recursos o bienes de una empresa	$Rotación\ de\ inventario = \frac{C_V}{P_I}$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • C_v: costo de ventas • P_i: promedio de inventario

Nota: variables utilizadas durante la investigación. Elaboración propia, realizado con Excel.

En la tabla 4 se desarrolla una matriz de consistencia, la cual describe de manera profunda la definición, tipo, indicador y técnica de recolección que será aplicado a cada una de las variables trabajadas por objetivo propuesto.

Tabla 4.

Matriz de consistencia

Objetivo	Variable	Tipo de variable	Indicador	Técnica de recolección
Diseñar un sistema de gestión de inventarios que ayude a mejorar la planificación de la producción de productos oftálmicos, en una industria farmacéutica en Guatemala	Eficiencia de la planificación	Cuantitativa	Porcentaje de cumplimiento del programa mensual de producción	Reporte mensual del área de producción estéril Análisis de distribución de frecuencias
			Desviación del porcentaje de cumplimiento del programa mensual de producción	Análisis de desviaciones
	Tipo de demanda de los productos	Cuantitativa	Ventas totales	Datos históricos de ventas Análisis de tendencia de ventas

Continuación Tabla 4.

Objetivo	Variable	Tipo de variable	Indicador	Técnica de recolección
Diagnosticar el enfoque utilizado en la planificación de la producción de productos oftálmicos en una industria farmacéutica en Guatemala	Estrategia para la planificación	Cualitativa		Entrevista al encargado del área de planificación
	Tipo de ordenes de producción	Cualitativo		Entrevista al encargado del área de planificación
Determinar la propuesta de solución que ataque la causa principal de la planificación ineficiente de la producción de productos oftálmicos, en una industria farmacéutica en Guatemala.	Causa principal de la planificación ineficiente	Cuantitativa y cualitativa	Frecuencia , media y moda de la causa	Causas expuestas en el reporte mensual del área de producción estéril Diagrama Ishikawa Análisis de distribución de frecuencias
	Pronósticos de la demanda	Cualitativo		Entrevista al encargado de ventas y planificación Series de tiempo

Continuación Tabla 4.

Objetivo	Variable	Tipo de variable	Indicador	Técnica de recolección
Evaluar los indicadores aplicados al sistema de gestión de inventarios propuesto para mejorar la planificación de la producción de productos oftálmicos, en una industria farmacéutica en Guatemala	Eficiencia del sistema de gestión de inventario	Cuantitativa	Incumplimiento del programa de producción por falta en inventario	Reporte mensual del área de producción estéril Datos del área contable y logística

Nota: Matriz de consistencia en base a los objetivos planteados. Elaboración propia, realizado con Excel.

9.4. Fases de estudio

El estudio se desarrollará siguiendo una secuencia de pasos, donde se describirá el proceso a seguir. Se identificarán las técnicas apropiadas y se realizarán diversas actividades para obtener y analizar los datos, con el objetivo de cumplir con los objetivos propuestos. Este proceso incluirá la revisión bibliográfica, la selección de técnicas, la recolección de datos y su posterior análisis.

- Fase 1: Revisión de literatura

Mediante la revisión de diferentes fuentes primarias y secundarias de información, se pretende obtener datos e información relevante sobre los tipos de demanda existentes y el tratamiento que se le da a los datos. Entre las principales fuentes que se consultarán, se encuentran bibliografías y documentos técnicos relacionados con temas de gestión de cadenas de suministros, con esto se encontrará toda la teoría necesaria para desarrollar la investigación.

Como siguiente actividad, se acudirá a las bases de datos históricos internos de ventas, donde se podrán extraer series temporales detalladas sobre los volúmenes demandados por los clientes de cada uno de los referidos productos. Por último, se realizará la recolección y selección de datos del cumplimiento del programa del reporte mensual de producción durante el año 2023, los datos serán clasificados y tabulados.

- Fase 2: Enfoque utilizado en la planificación

Como primera actividad, se analizarán los datos de planificación obtenidos del reporte mensual de producción. Se continuará con la determinación del enfoque de las entrevistas tomando en la situación actual de la empresa en términos de la gestión de la cadena de suministros, se formularán las preguntas y el formato adecuado para las entrevistas a los encargados de ventas y de planificación.

Mediante el método cualitativo, se desarrollará la entrevista al encargado del área de planificación de la producción de la empresa. El objetivo de esta entrevista será determinar en detalle cuál es el enfoque que actualmente se utiliza para realizar la planificación de la producción de los diferentes productos oftálmicos que comercializa la organización.

La entrevista también abordará la forma en que se relaciona esta estrategia con la evolución real de la demanda registrada por la empresa. Es decir, se pretende identificar a través del diálogo con el encargado si la metodología y enfoque que se aplican actualmente para establecer los volúmenes de producción correspondan de manera adecuada con los datos históricos de ventas y con las tendencias de demanda plasmadas en dicha información. De esta forma, será posible evaluar en una etapa posterior si la estrategia de planificación vigente resulta apropiada o si fuera conveniente introducir modificaciones que permitan una mejor gestión de la producción acorde a las señales del mercado.

Asimismo, se indagará acerca de los diferentes tipos de órdenes de producción que se generan, distinguiendo si estas son impulsadas principalmente por los lanzamientos de nuevos productos al mercado o si responden sobre todo a los pedidos emitidos directamente por los clientes. Por último, se realizará la entrevista al encargado de ventas, con la cual se determinará la tendencia de la demanda de los productos. Los datos serán tabulados y clasificados para ser analizados y concluir más fácilmente.

- Fase 3: Propuesta de solución que ataque la causa principal
Inicialmente se analizarán los datos de ventas obtenidos, se clasificarán los productos según el inventario tipo XYZ y se determinará el tipo de demanda presentado en la empresa. A continuación, se realizará un análisis de la información recolectada sobre las causas y porcentaje de incumplimiento del programa, se incluirán los datos cuantitativos y cualitativos. Mediante un análisis de frecuencias, se determinará la razón principal de la planificación ineficiente del programa de producción.

Mediante la causa principal de la planificación ineficiente y el tipo de demanda que se maneja en la empresa, se construirá una propuesta de solución que ataque la causa principal y modele un sistema de gestión de inventario adecuado.

- Fase 4: Indicadores aplicados a la propuesta

Luego de la determinación del modelo de sistema de gestión de inventario adecuado, se diseñarán indicadores para medir el impacto de la propuesta definida. Se tomarán como referencia dos indicadores clave: el porcentaje de incumplimiento del programa de producción ocasionado por faltantes en inventario, así como el indicador de rotación de inventario. Estos permitirán evaluar objetivamente si el modelo probabilístico EOQ (Económico Orden de Cantidad) propuesto como solución, logra generar mejoras reales en ambas mediciones. De esta forma, mediante el seguimiento periódico de tales indicadores, podrá validarse si el enfoque adoptado está siendo efectivo para subsanar los problemas originalmente observados en la planificación de la planta farmacéutica.

- Fase 5: Resultados

Por último, se redactarán y discutirán los resultados obtenidos. La información discutida será plasmada en el informe final el cual será completado con la información necesaria en cada sección y revisado por el asesor asignado. El diseño será enviado para su revisión y autorización a la Escuela de Postgrados de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

9.5. Resultados esperados

Clasificar los elementos del inventario según su importancia permite asignar los recursos de manera más eficiente. Al identificar aquellos productos que generan mayor valor para el negocio, se puede enfocar la gestión en dichos artículos, evitando invertir en exceso en productos que no aportan significativamente. Adicionalmente, esta clasificación facilita la toma de decisiones orientadas a discontinuar productos con baja rotación que acumulan stock sin movimiento.

Con una gestión de inventarios basada en la importancia relativa de cada producto, se pueden establecer procesos más controlados en términos de pedidos, fabricaciones y distribución. Esto lleva a disminuir el error humano al no requerir cambios de última hora por falta de materiales, al mismo tiempo que aumenta la previsibilidad. Como resultado, mejora la calidad al contar con tiempos ideales para las producciones planificadas.

Entonces, se espera que con un sistema de gestión de inventario que proporcione información relevante sobre el comportamiento y rendimiento individual de cada producto, sea posible mejorar la toma de decisiones en aspectos clave como la fijación de precios, la planificación de pedidos, el nivel adecuado de inventario y la selección de proveedores. Asimismo, identificar oportunidades para mejorar el servicio al cliente a través de un abastecimiento más preciso que satisfaga la demanda de forma oportuna.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La estadística descriptiva se empleará como la herramienta principal para el análisis e interpretación de los datos recolectados en la investigación. Su aplicación se extenderá a los objetivos planteados, lo que permitirá obtener información detallada y precisa sobre las variables descritas. Se utilizarán medidas de tendencia central y distribución de los datos para identificar patrones, tendencias y peculiaridades presentes, ayudando al diseño de la propuesta planteada.

El objetivo principal de la investigación se centra en la evaluación de la eficiencia de la planificación de producción con el propósito de diseñar un sistema de gestión de inventario que contribuya significativamente a mejorar dicho proceso. Para lograr este objetivo, se aplicará un análisis de la distribución de la frecuencia, que consiste en examinar la frecuencia de los porcentajes de cumplimiento del programa mensual en producción durante el año 2023. De esta forma se identificará patrones y posibles desviaciones en la ejecución del programa, lo cual resulta fundamental para comprender a fondo las fortalezas y debilidades del sistema de planificación y, en consecuencia, para proponer mejoras concretas y efectivas. Se espera que el comportamiento del porcentaje de cumplimiento del programa durante el año 2023 este entre un 95 y 100%.

Otra variable para estudiar en el objetivo general es el tipo de demanda que presentan los productos. Se recopilará el historial de ventas con el fin de llevar a cabo un análisis de tendencias que permita identificar la media y la moda del conjunto de datos. De esta manera, se determinará cuál producto presenta la

demanda más alta, media y baja en el mercado, y se logrará determinar qué tipo de demanda maneja la empresa estudiada.

El segundo objetivo específico de esta investigación se enfoca en determinar una propuesta de solución para abordar la problemática de la planificación ineficiente en el proceso de producción. Se recopilarán las causas del incumplimiento del programa, detalladas en el reporte mensual de producción. A partir de estos datos, se procederá a realizar un análisis de la distribución de frecuencias, donde se calculará la media y la moda de dichas causas. Al igual que en el objetivo anterior, el propósito fundamental de estos análisis es identificar y comprender el patrón de las causas que generan el incumplimiento en la planificación de la producción. Además, se busca describir de manera precisa el comportamiento de estas causas a lo largo del tiempo.

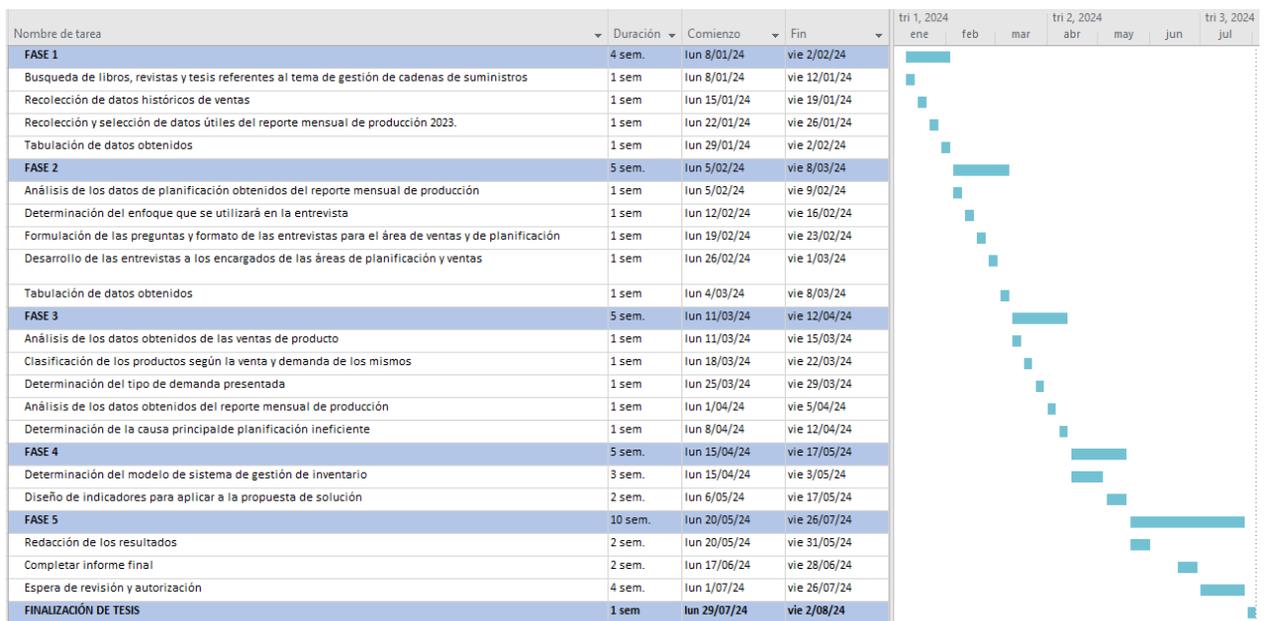
Mediante el análisis de distribución de frecuencias, se podrá visualizar la ocurrencia y la incidencia relativa de cada causa identificada. Al calcular tanto la media como la moda, se obtendrá información sobre la tendencia central y los valores más frecuentes de las causas de incumplimiento de la planificación. Esto permitirá tener una visión clara y concisa de las principales problemáticas que afectan el proceso de producción y, a su vez, sentará las bases para proponer una solución efectiva y adecuada.

11. CRONOGRAMA

A continuación, se presenta el cronograma para la siguiente investigación, siendo el periodo de trabajo de enero a agosto 2024.

Tabla 5.

Cronograma de investigación



Nota. Desarrollo de las fases de la investigación. Elaboración propia, realizado con Project.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

La presente investigación es factible ya que será realizada con fondos propios utilizados principalmente para recursos materiales, además la empresa brindará acceso a la información necesaria para su análisis y desarrollo de la propuesta. La tabla 6 detalla cada uno de los recursos necesarios para el desarrollo de la presente investigación.

Tabla 6.

Recursos necesarios

Descripción	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
Recurso Humano			
Honorarios Asesor	1	-	Ad honorem
Recursos materiales			
Ciento de hojas tamaño carta	2	Q 9.50	Q 19.00
Impresiones	200	Q 0.35	Q 70.00
Empastado	1	Q 200.00	Q 200.00
Recursos Tecnológicos			
Computadora	1	-	-
Permisos			
Acceso a la información	1	-	-
Total			Q 289.00

Nota. Recursos necesarios para la investigación. Elaboración propia, realizado con Excel.

REFERENCIAS

- Alvarado, J. (2018). *El método ABC en el control de inventarios y su efecto en la rentabilidad de una microempresa distribuidora de insumos para manufactura*. [Tesis de maestría, Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador]. Repositorio Institucional- Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8167>
- Aulton, M. (2004). *Farmacia, la ciencia del diseño de las formas farmacéuticas*. Elsevier
Editorial. https://books.google.com.gt/books?id=r5k1fvqCi7IC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Bastos, A. (2007). *Distribución logística y comercial. La logística en la empresa*. Ideaspropias
Editorial. https://books.google.com.gt/books?hl=en&lr=&id=9uAUDkLyDcYC&oi=fnd&pg=PT9&dq=logistica&ots=kJJdZ7CZr-&sig=YVt5SLvcVpUyyoQsozqiolCtGNq&redir_esc=y#v=onepage&q=logistica&f=false
- Céspedes, A. (2019). La evolución de la organización empresarial en la industria farmacéutica. *Papeles de economía española* (160), 1-5. https://www.funcas.es/wp-content/uploads/Migracion/Articulos/FUNCAS_PEE/160art09.pdf

Chinchilla, M. (2018). *Implementación de un plan de reducción de mermas en el área de panificación y servicio de alimentación en una cadena de supermercado de Guatemala*. [Tesis de maestría, Universidad del Valle de Guatemala]. Repositorio Institucional- Universidad del Valle de Guatemala. <https://repositorio.uvg.edu.gt/xmlui/handle/123456789/3356>

Fikri, N. (2023). *¿Qué tipos de formas farmacéuticas existen actualmente?*. INESEM Business School. <https://www.inesem.es/revistadigital/biosanitario/tipos-de-formas-farmacenticas/#:~:text=Con%20base%20en%20su%20estado%20f%C3%ADsico%2C%20podemos%20distinguir%3A,suspensiones%2C%20emulsiones%2C%20jarabes%2C%20elixires%2C%20lociones%2C%20linimontos%20o%20inyectables.>

Florez R. (2011). *Pronóstico de ventas exitoso: ¿cuantitativos o cualitativos?* Universidad Tecnológica de Bolívar. <https://repositorio.utb.edu.co/bitstream/handle/20.500.12585/354/0056227.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

García, J., Bermeo, J. (2017). *Logística Empresarial*. Editorial UTMACH. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12493/1/LogisticaEmpresarial.pdf>

Garzón, J. (2018). *Diseño de un modelo de gestión y control de inventarios para la distribuidora Tropilima S.A.S*. [Tesis de maestría, Universidad de Ibagué]. Repositorio Institucional- Universidad Ibagué. <https://repositorio.unibague.edu.co/server/api/core/bitstreams/8ff584c7-1b8e-43da-9086-9768952a1ef7/content>

- ISO 9000 (2015). *Sistema de gestión de la calidad- Fundamentos y vocabulario*.https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/811058/0005110_Tema_5_NORMA-ISO_9000.pdf
- Lee, J. (2023). *Manual MSD, Administración de los fármacos*.<https://www.msmanuals.com/es-mx/hogar/f%C3%A1rmacos-o-sustancias/administraci%C3%B3n-y-cin%C3%A9tica-de-los-f%C3%A1rmacos/administraci%C3%B3n-de-los-f%C3%A1rmacos>
- Manrique, M., Teves, J., Taco, A. (2019). Gestión de cadena de suministro: una mirada desde la perspectiva teórica. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24(88), 5-8.<https://www.redalyc.org/journal/290/29062051009/29062051009.pdf>
- Martínez, R. (2014). *Vías de administración*.https://farma.facmed.unam.mx/practicas/%5b19-20%5d/03%20vias_de_admon_2019b/vas_de_administracin.html
- Meana, P. (2017). *Gestión de inventarios*. Ediciones Paraninfo S.A.https://books.google.com.gt/books?id=MI5IDgAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Morante, W. (2021). *Diseño de la gestión de inventario para reducir el stock inmovilizado de una empresa de alquiler de contenedores, Chiclayo -2021*. [Tesis de maestría, Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo]. Repositorio Institucional- Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo.https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/63963/Rivera_LM%c3%81-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/5816/1/TM_MoranteGo mezWalter.pdf

Oncebay, L. (2021). *Influencia de la Gestión de Inventarios en la Optimización de Costos en la Cadena de Abastecimientos del Grupo Empresarial Umarí, Lima 2021*. [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional- César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/72454#:~:text=La%20presente%20investigaci%C3%B3n%2C%20que%20lleva%20por%20t%C3%ADtulo%20%E2%80%9CInfluencia,optimizaci%C3%B3n%20de%20costos%20en%20el%20grupo%20empresarial%20Umar%C3%AD>

Oviedo, S. (2002). *Development and application of total quality management in departments of research and development of the pharmaceutical industry*. Universidad Católica de Córdoba. https://www.researchgate.net/profile/Sergio-Oviedo-Albarracin/publication/311103220_DEVELOPMENT_AND_APPLICATION_OF_TOTAL_QUALITY_MANAGEMENT_IN_DEPARTMENTS_OF_RESEARCH_AND_DEVELOPMENT_OF_THE_PHARMACEUTICAL_INDUSTRY/links/58c946f692851cdbae9c8bcb/DEVELOPMENT-AND-APPLICATION-OF-TOTAL-QUALITY-MANAGEMENT-IN-DEPARTMENTS-OF-RESEARCH-AND-DEVELOPMENT-OF-THE-PHARMACEUTICAL-INDUSTRY.pdf

Quintero, L., Granados, T., Lozano, M. (2019). *Medicamentos semisólidos*. Universidad Francisco De Paula Santander. <https://vsip.info/medicamentos-semisolidos-pdf-free.html>.

Rocha, L. (2020). Gestión empresarial de la cadena de suministro. Primera edición. Ediciones de la U.
https://books.google.com.gt/books?hl=en&lr=&id=DeEZEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT339&dq=cadena+de+suministros,+tipos&ots=q0RJRFNCoC&sig=I5RCmylKEAVrN9PszX8ng0mdguM&redir_esc=y#v=onepage&q=cadena%20de%20suministros%2C%20tipos&f=false

Rodriguez,J., Jiménez,S., Palencia, D., D´Armas, M. (2013). Metodologías para la planificación de la producción en las industrias: una revisión. *Ingeniería Industrial: Actualidad y nuevas tendencias*. Vol. VII (25), 2-4.
<http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/Inge-Industrial/vol7-n25/art08.pdf>

SAP. (2021). *¿Qué es la gestión de la cadena de suministro (SCM)?*.
<https://www.sap.com/latinamerica/products/scm/what-is-supply-chain-management-scm.html>

SCM, expertos en logística. (2018). *[Supply chain] qué es la cadena de suministro y cuáles son sus fases*.
<https://www.scmlogistica.es/supply-chain-que-es-la-cadena-de-suministro-y-cuales-son-sus-fases/>

Vidal, C. (2010). *Fundamentos de control y gestión de inventarios*. Programa editorial.
https://books.google.com.gt/books?id=HjmnEAAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Vilana, J. (2011). *La Gestión de la Cadena de Suministro*. Escuela de Organización Industrial.
[https://www.elmayorportaldegerencia.com/Documentos/Cadena%20Suministros/\[PD\]%20Documentos%20-%20Gestion%20de%20la%20Cadena%20de%20suministros%202.pdf](https://www.elmayorportaldegerencia.com/Documentos/Cadena%20Suministros/[PD]%20Documentos%20-%20Gestion%20de%20la%20Cadena%20de%20suministros%202.pdf)

Vilcarromero, R. (2017). *La gestión en la producción*. Repositorio Institucional-Universidad Tecnológica del Perú.
https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/908/Raul%20Vilcarromero%20Ruiz_Gestion%20de%20la%20produccion.pdf?sequence=6&isAllowed=y

Apéndice 2.

Matriz de Coherencia

Tema	Título	Problema	Pregunta Central	Preguntas de investigación	Objetivo General	Objetivos Específicos
Gestión de la cadena de suministros	Diseño de investigación Propuesta del sistema de gestión de inventario para mejorar la planificación de productos oftálmicos en una industria farmacéutica de Guatemala mediante un modelo probabilístico EOQ	Planificación ineficiente para la producción de productos oftálmicos en una industria farmacéutica en Guatemala.	¿Cuál es el sistema de gestión de inventarios que ayudará a mejorar la planificación de la producción de productos oftálmicos en una industria farmacéutica en Guatemala?	¿Bajo qué enfoque se lleva a cabo la planificación de la producción de productos oftálmicos, en una industria farmacéutica en Guatemala?	Diseñar un sistema de gestión de inventarios que ayude a mejorar la planificación de la producción de productos oftálmicos, en una industria farmacéutica en Guatemala.	Diagnosticar el enfoque utilizado en la planificación de la producción de productos oftálmicos en una industria farmacéutica en Guatemala
				¿Cuál es la causa principal por la que es ineficiente la planificación de la producción de productos oftálmicos, en una industria farmacéutica en Guatemala?		Determinar la propuesta de solución que ataque la causa principal de la planificación ineficiente de la producción de productos oftálmicos, en una industria
				¿Qué indicadores se pueden aplicar para medir la efectividad del modelo de gestión de inventario propuesto para mejorar la planificación de la producción de productos oftálmicos en una industria farmacéutica en Guatemala?		Evaluar los indicadores aplicados al sistema de gestión de inventarios propuesto para mejorar la planificación de la producción de productos oftálmicos, en una industria farmacéutica en Guatemala

Nota. Relación entre el tema y los objetivos planteados. Elaboración propia, realizado con Excel.