



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA LA GESTIÓN
EFICIENTE DE INVENTARIOS DE MATERIALES DE CONSUMO EN EL LABORATORIO DE
ENSAYO DE UNA EMPRESA DEDICADA AL DESARROLLO DE PRODUCTOS PARA
NUTRICIÓN ANIMAL**

Yasmín Paola Caal Catún

Asesorado por el M. BA. Héctor Emilio Méndez Solís

Guatemala, febrero de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA LA GESTIÓN EFICIENTE DE INVENTARIOS DE MATERIALES DE CONSUMO EN EL LABORATORIO DE ENSAYO DE UNA EMPRESA DEDICADA AL DESARROLLO DE PRODUCTOS PARA NUTRICIÓN ANIMAL

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

YASMÍN PAOLA CAAL CATÚN

ASESORADO POR M.BA. HÉCTOR EMILIO MÉNDEZ SOLIS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, FEBRERO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin 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. Jorge Rodolfo García Carrera
EXAMINADOR	Ing. Sergio Alejandro Recinos
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA LA GESTIÓN EFICIENTE DE INVENTARIOS DE MATERIALES DE CONSUMO EN EL LABORATORIO DE ENSAYO DE UNA EMPRESA DEDICADA AL DESARROLLO DE PRODUCTOS PARA NUTRICIÓN ANIMAL

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 16 de noviembre de 2022.

Yasmín Paola Caal Catún



EEPFI-PP-1999-2022

Guatemala, 12 de noviembre de 2022

Director
Williams G. Álvarez Mejía
Escuela De Ingeniería Química
Presente.

Estimado Ing. 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: **PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA LA GESTIÓN EFICIENTE DE INVENTARIOS DE MATERIALES DE CONSUMO EN EL LABORATORIO DE ENSAYO DE UNA EMPRESA DEDICADA AL DESARROLLO DE PRODUCTOS PARA NUTRICIÓN ANIMAL**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Área de Operaciones - Logística integral**, presentado por la estudiante **Yasmin Paola Caal Catun** carné número **201700349**, 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"

Héctor Emilio Méndez Solís
INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS
Colegiado Número: 12709

Mtro. Héctor Emilio Méndez Solís
Asesor(a)

Mtro. Hugo Humberto Rivera Perez
Coordinador(a) de Maestría



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





EEP.EIQ.1644.2022

El Director de la Escuela De Ingenieria Quimica de la Facultad de Ingenieria de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA LA GESTIÓN EFICIENTE DE INVENTARIOS DE MATERIALES DE CONSUMO EN EL LABORATORIO DE ENSAYO DE UNA EMPRESA DEDICADA AL DESARROLLO DE PRODUCTOS PARA NUTRICIÓN ANIMAL**, presentado por el estudiante universitario **Yasmin Paola Caal Catun**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingenieria en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

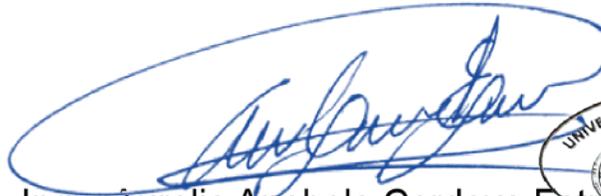
Ing. Williams G. Álvarez Mejía; Mg.I.Q., M.U.I.E.
Director
Escuela De Ingenieria Quimica

Guatemala, noviembre de 2022

LNG.DECANATO.OI.231.2023

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA LA GESTIÓN EFICIENTE DE INVENTARIOS DE MATERIALES DE CONSUMO EN EL LABORATORIO DE ENSAYO DE UNA EMPRESA DEDICADA AL DESARROLLO DE PRODUCTOS PARA NUTRICIÓN ANIMAL**, presentado por: **Yasmín Paola Caal Catún**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, febrero de 2023

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por haberme brindado una familia ejemplar que con su orientación he logrado culminar esta etapa.
- Mi madre** Aida Leticia Caal Catún, por haberme traído al mundo y guiado a través de él, mi eterno agradecimiento por su apoyo incondicional y su ejemplo de superación, humildad y sacrificio.
- Mis hermanos** Alejandra y Byron Caal, por su apoyo y compañía durante mi vida.
- Mis abuelos** Guillermo Caal Acté (q. d. e. p.) y Aida Esperanza de Caal, por sus sabias enseñanzas y consejos durante toda mi vida.
- Mi novio y familia** José Leonardo Pinzón, por darme siempre ánimos y brindarme su apoyo incondicional. Ana Gabriela y Meylin Dayana Pinzón, por aceptarme para acompañarlas en su crecimiento, por su carisma y compañía. Deseo que este logro sea significativo e inspirador en sus vidas. Eladio y Luis Pinzón, por abrirme las puertas de su casa, apoyarme y darme ánimos en el trayecto.

Familia y amigos

Mis tíos, especialmente a Guillermo Caal por su apoyo en todo momento y a mi amigo Elden Steave Thompson por compartir sus conocimientos conmigo, por su apoyo y su amistad a lo largo de la carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser el <i>alma mater</i> que me permitió nutrirme de conocimientos.
Facultad de Ingeniería	Por proporcionarme los conocimientos que me han permitido realizar este trabajo de graduación.
Mi madre	Aida Leticia Caal Catún por haberme brindado la sabiduría a lo largo de este camino.
Mis amigos	Por haberme acompañado durante la carrera.
Mi asesor	Mtro. Héctor Emilio Méndez Solís, por haberme guiado durante el trabajo de graduación.
Mi novio	José Leonardo Pinzón Jiménez por ser mi soporte y apoyo en los momentos más difíciles a lo largo de la carrera.
Familia y amigos en general	Por ser mis ejemplos por seguir, por apoyarme y guiarme durante el trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3.1. Contexto general	9
3.2. Descripción del problema	10
3.3. Formulación del problema	11
3.4. Delimitación del problema	12
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.....	23
7.1. Cadena de suministros	23
7.1.1. Definición.....	23

7.1.2.	Objetivos y características.....	23
7.1.3.	Flujos en la red de suministro.....	24
7.1.4.	Importancia de la cadena de suministros	24
7.1.5.	La integración de la red de suministro.....	25
7.2.	Pronósticos	26
7.2.1.	Naturaleza de los pronósticos	26
7.2.1.1.	Demanda espacial versus demanda temporal	26
7.2.1.2.	Demanda irregular versus demanda regular	27
7.2.1.3.	Demanda derivada versus demanda independiente.....	29
7.2.2.	Etapas y participantes del proceso de pronóstico ...	29
7.2.3.	El sistema de pronósticos y la clasificación ABC	30
7.2.4.	Métodos de pronóstico	32
7.2.4.1.	Cualitativos.....	32
7.2.4.2.	Cuantitativos.....	34
7.2.5.	Errores de pronósticos	35
7.3.	Inventarios.....	36
7.3.1.	Definición.....	36
7.3.2.	Entorno de los inventarios	37
7.3.3.	El rol del inventario en la gestión de la red de suministro	37
7.3.4.	Objetivo e importancia de los inventarios	38
7.3.5.	Tipos de inventarios y su clasificación	38
7.3.6.	Gestión y administración de inventarios	45
7.3.7.	Objetivo e importancia de la gestión de inventarios	45
7.3.8.	Modelos de gestión de inventarios	46

	7.3.8.1.	Modelo determinista	46
	7.3.8.2.	Modelo probabilístico.....	47
	7.3.8.3.	Componentes de un modelo de inventarios	47
	7.3.9.	Medición del desempeño del inventario.....	48
	7.3.10.	Modelo 4-V	48
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS		51
9.	METODOLOGÍA.....		55
	9.1.	Características del estudio	55
	9.2.	Unidades de análisis	56
	9.3.	Variables.....	56
	9.4.	Fases.....	59
	9.4.1.	Fase 1: Revisión bibliográfica de soporte para el estudio	59
	9.4.2.	Fase 2. Recolección de información.....	59
	9.4.3.	Fase 3. Análisis de información y propuesta de mejora.....	60
	9.4.3.1.	Método de clasificación ABC	60
	9.4.3.2.	Pronóstico de materiales de consumo	60
	9.4.3.3.	Propuesta de política de gestión de inventarios	61
	9.4.4.	Fase 4. Medición del desempeño de la propuesta	61
	9.4.5.	Fase 5. Elaboración de informe final	63
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS		65

10.1.	Técnicas Cualitativas	65
10.2.	Técnicas de Recopilación de datos.....	65
	10.2.1. Cualitativas.....	65
	10.2.2. Cuantitativas.....	67
10.3.	Técnicas de análisis de información.....	68
	10.3.1. Diagrama de Ishikawa	69
	10.3.2. Método de clasificación ABC.....	69
	10.3.3. Pronósticos de demanda.....	70
11.	CRONOGRAMA	73
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	75
	12.1. Recursos necesarios.....	75
13.	REFERENCIAS	77
14.	APÉNDICES	85

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Participantes principales de la red de suministro	25
2. Patrón de demanda aleatorio sin elementos estacionales o tendencia..	27
3. Patrón de demanda aleatorio con tendencia creciente	28
4. Patrón de demanda aleatorio con elementos con tendencia y estacionales	28
5. Métodos de pronósticos	32
6. Lote económico de pedido	46
7. Cronograma de actividades	73

TABLAS

I. Fase 1. Recursos necesarios para la investigación	20
II. Fase 2. Análisis de la Información.....	21
III. Fase 3. Propuesta de mejora	22
IV. Relación entre el método de clasificación ABC y los sistemas de inventario y pronósticos.....	30
V. Medición del error en los pronósticos.....	35
VI. Tipos de inventarios	39
VII. Variables a analizar del proyecto	56
VIII. Sistemas de pronósticos y el patrón de demanda observado	71
IX. Presupuesto	76

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
h	Horas
=	Igual que
>	Mayor que
<	Menor que
DOI	Días de inventario pendiente
m	Metro
m^3	Metro cúbico
m^3/s	Metro cúbico por segundo
mm	Milímetro
MRO	Mantenimiento, Reparación y Operaciones
%	Porcentaje
P	Potencia
Q	Quetzales

GLOSARIO

Control de inventario	Técnica que permite la existencia de los productos a niveles deseados.
Costo de pedido	El costo asociado con el reabastecimiento de un inventario, que es independiente del número de unidades pedidas.
DOI	Es el número promedio de días que se tarda en vender el inventario.
Inventario	Relación de los bienes y derechos que posee una empresa en un momento dado.
KPI	Se refiere a la transferencia de material del electrodo al rodete por medio de la soldadura.
Método ABC	Clasificación de inventarios, según su costo.
MRO	Se refiere a los equipos, herramientas y actividades asociadas con las operaciones diarias de una empresa.

1. INTRODUCCIÓN

La realización oportuna de las actividades dentro del área de laboratorio se ve afectada por el sistema de administración y control de inventarios, de materiales de consumo deficiente lo que genera inconveniente de desabastecimiento. El mal manejo de inventario tiene un impacto tanto a nivel interno como externo, siendo el consumidor final y la empresa los principales entes afectados. Dicho problema se ve reflejado en los bajos índices de satisfacción del cliente, así como en la productividad y rentabilidad de la compañía.

El presente estudio de investigación está enfocado en el eje temático de logística integral, propone una política de gestión de inventarios eficiente que permita cumplir con el objetivo fundamental de satisfacer las necesidades de los clientes, garantizando que el servicio solicitado sea entregado en el tiempo esperado. Con la solución propuesta se espera que exista una mejora del 3 % en el nivel de servicio del laboratorio.

El estudio de investigación se realizará en cinco fases, comenzando con una revisión de la literatura relacionada con la gestión de inventarios, seguida de la recopilación de datos para diagnosticar la situación actual, de los problemas de gestión de inventarios utilizando herramientas como entrevistas semiestructuradas, cuestionario con fin estadístico y recopilando documentos y registros relevantes.

En la tercera fase, la información se analizará utilizando métodos como la clasificación de inventario ABC y técnicas de pronóstico apropiadas, para proporcionar una propuesta de una política eficiente de gestión de inventarios.

Por último, el rendimiento de la propuesta se medirá utilizando métricas de rendimiento de gestión de inventario y servicio al cliente.

2. ANTECEDENTES

En la actualidad existen estudios, investigaciones y libros sobre temas de gestión y control de inventario, están disponibles y han sido revisados para fundamentar las recomendaciones de este trabajo de investigación. A continuación, se mencionan algunas citas que aportan información relevante:

Los inventarios son todos los artículos utilizados para la producción (materiales y productos en proceso), actividades auxiliares (brindar servicios de mantenimiento y reparación) y servicio al cliente (productos, servicios terminados y repuestos) (Durán, 2012). El inventario es una de las inversiones más importantes que hace una empresa, en relación con el resto de sus activos, porque ayuda a la empresa a proporcionar el acceso a su inventario y bienes, respaldar los procesos comerciales o la producción, y así facilitar la entrega de productos o servicios a los clientes (Fernández, 2018). Por lo tanto, es imperativo reconocer la importancia de una gestión eficaz del inventario.

Salas, Maiguel y Acevedo (2017) argumentan que una de las dimensiones para que las empresas mantengan la competencia y logren la diferenciación, es el alto nivel de servicio obtenido a través de una gestión eficaz del inventario.

En la temática de gestión de inventarios existe una gran cantidad de materiales de investigación relevantes, que han sido planteados por distintos autores en diversos estudios de aplicación, donde se aprecia la utilización de metodologías funcionales que permiten obtener resultados positivos en las empresas. Existen compañías que requieren efectuar un seguimiento del inventario, desde el momento de la recepción de materia prima hasta el

almacenaje del producto, para cumplir con especificaciones de cantidad, tiempo, calidad, rapidez y costo que permitan obtener una mayor rentabilidad de la empresa.

Según Saputro, Thomy, Gonçalo, y Almada (2019):

La adquisición juega un papel esencial en el suministro de materiales para la producción de bienes o productos. El éxito de la gestión de compras para satisfacer la demanda con un alto nivel de servicio y entrega a tiempo depende del trabajo de los proveedores. (p. 1)

Con base a ello, la adquisición se refiere a la parte de la cadena de suministro responsable de seleccionar proveedores y establecer relaciones que les permitan comprar y suministrar productos.

De igual forma, es el proceso que permite saber qué comprar y en qué momento hacerlo. Por lo general, este proceso es secundado por algún tipo de software de gestión de inventarios.

La adquisición implica, no sólo decidir qué comprar en función de las necesidades y el presupuesto, sino también asegurar que la empresa reciba a cambio el valor suficiente de la compra. Cualquier compra que se haga depende de la calidad del producto, del tiempo que tarde en ser entregado, de las ganancias que se obtengan con la compra y de muchos otros factores.

No mantener los niveles óptimos de inventario, puede causar muchos problemas a la empresa y dificultar la capacidad de alcanzar los objetivos organizacionales, de ello se deriva la importancia de los inventarios y su gestión. Los problemas con el inventario pueden ocasionar pérdidas en la empresa, e

incluso pueden conducirla a la bancarrota. Una gestión adecuada en la cadena de suministros, por el contrario, puede permitir que una empresa prospere. Si una empresa cuenta con un buen sistema de gestión de inventario, debería poder equilibrar el inventario disponible y no disponible.

De este modo, es posible regular los costes y tiempos del inventario, así como de los activos no capitalizados, lo que posibilita una rentabilidad óptima del negocio. Además, puede ser una herramienta imprescindible para gestionar los cambios repentinos, en la demanda, sin perjudicar la experiencia del cliente ni la calidad del producto.

Las causas de los principales problemas de inventarios se pueden asignar a la baja importancia que se le presta a la variabilidad de la demanda y al tiempo de entrega de los proveedores (Velásquez, 2019). Por su parte, Cardona, Orejuela y Rojas (2018) señalan que: “los problemas de gestión de inventario se han centrado en la definición de pronósticos, clasificación de ítems y la definición de sistemas y políticas de gestión” (p. 4). Nemptajela, Ndivhuwo, y Mbohwa (2017) a través de su estudio en donde comparan la gestión de inventario y la incertidumbre de la demanda, enfatizan la importancia de una buena gestión de inventario para evitar fallas de cualquier magnitud.

Cardona et al., (2018), presentaron una propuesta metodológica orientada al manejo de inventarios de materias primas, para las industrias del sector de alimentos concentrados. La propuesta se divide en tres fases principales que corresponden a la Gestión de demanda, donde aplicaron la clasificación ABC de los artículos, identificando las materias primas que requieren estimaciones más especializadas, debido a su importancia en el proceso, así como los productos de mayor venta o consumo.

En función de ello, se efectuó una evaluación de necesidades para utilizarlo como punto de partida para la segunda fase; el propósito es determinar el modelo y las ventas promedio de cada artículo. Una vez establecido, el tercer paso fue definir una la política de gestión de inventario y una ruta de desarrollo, para determinar el nivel máximo de inventario y la ubicación de cada producto en el almacén, facilitando así la toma de decisiones.

Por otra parte, Peñate, Ugando, Parrales, y Bustos (2022), presentaron una investigación con un diseño de investigación cuantitativo-cualitativo, en donde destaca la necesidad de la aplicación del modelo de stock máximo y mínimo. Entre las numerosas ventajas que este modelo otorga se encuentra la posibilidad de contar con una mejor liquidez, puesto que no se invertiría de más. Asimismo, al tener en consideración el tipo de productos que la empresa ofrece a sus clientes, la durabilidad de estos y los costos de almacenaje; la empresa puede evitar el deterioro de su stock.

El presente estudio inició con la identificación de la situación actual, para posteriormente aplicar el método científico y tratar de encontrar algunas respuestas. Como se mencionó con anterioridad, se hizo uso un diseño de investigación mixto, en donde se puede identificar algunos como el cualitativo, cuantitativo, de campo y documental. Para llevar a cabo el estudio se emplearon instrumentos tales como entrevistas semiestructuradas y encuestas a los colaboradores. Los resultados de estas permitieron determinar la gestión y administración actual de los inventarios, también se llegó a la conclusión que los métodos propuestos eran idóneos para el trabajo, puesto que permitía conocer la cantidad exacta de abastecimiento y el tiempo en que se debía reponer el inventario.

Salas (2022) realizó un estudio referente a la relación existente entre la logística verde, la gestión de inventarios y la cadena de suministro. Inicialmente, para desarrollar la metodología, se consideró el uso de un modelo de inventario de un solo período con proveedores restituidos y subsidios estatales para sistemas de suministro único y dual; sin embargo, el autor propuso la siguiente hipótesis: los clientes son ambientalmente sensibles y en el mercado existe un proveedor ecológico, que examina las decisiones de precios óptimas para el minorista utilizando el método de optimización de dos etapas. Entre los hallazgos más relevantes resalta el hecho de que el minorista, con la finalidad de suplir la demanda del mercado, precisa más productos ecológicos para aquellos clientes que son respetuosos con el medio ambiente.

Una mala gestión del inventario puede afectar negativamente a toda la cadena de suministro, provocando el efecto látigo. Para reducir la ocurrencia de este fenómeno, Dai, Jianhua, Peng, y Shibiao (2017) identifican las causas de esto, incluidos los cambios en las previsiones de la demanda, las fluctuaciones de precios, las decisiones sobre el tamaño de los pedidos, los déficits de contribución, los desequilibrios de inventario y los plazos de entrega. Luego propone mejorar las estrategias de gestión de inventario, para garantizar una respuesta en tiempo real, lo que reduce en gran medida los costos operativos de las empresas.

En un artículo publicado recientemente Rivadinayra, Obed, Cueva, y Montoya (2022), se realiza una revisión bibliográfica que presenta fundamentos que demuestran una mejora significativa en la productividad, eficiencia y eficacia de las organizaciones al aplicar la gestión de inventarios.

Chen, Jing, Gusikhin, Finkenstaedt, y Liu (2019), abordan el tema de la gestión de inventario de piezas de mantenimiento, reparación y operaciones en

la era de la Industria 4.0, que analiza los desafíos de la gestión del inventario de piezas y cómo se puede explotar la tecnología de la Industria 4.0 como la fabricación aditiva, el internet de las cosas, el análisis de big data, el aprendizaje automático y los nuevos modelos de logística de movilidad inteligente, que permitieron soluciones de inventario eficientes para diferentes tipos de piezas MRO. Finalmente proponen la agrupación de piezas MRO en diferentes grupos y una estrategia potencial para la mejora de la eficiencia.

En definitiva, resulta indispensable conocer y comprender la cadena de suministros a fin de identificar cuáles son los recursos necesarios y la cantidad ideal para una empresa. Se puede concluir que la gestión del inventario es vital para la estabilidad de una empresa, dado que ayuda a garantizar un stock deficiente o excesivo, lo que limita el riesgo de pérdida de existencias y de registros inexactos.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Contexto general

La empresa que será objeto de estudio se enfoca en el desarrollo y comercialización de ingredientes y productos terminados para la nutrición animal.

Entre los principales servicios que ofrece se encuentra la nutrición, en donde se proveen núcleos, pre-mezclas, ingredientes y aditivos para la fabricación de concentrado animal. Además de brindar el producto, se ofrecen servicios de asesoría a los clientes, con el fin de identificar oportunidades de mejora en los procesos que se llevan a cabo en la planta productiva. Otro de los servicios que la empresa ofrece corresponde al servicio técnico, el cual tiene la finalidad de brindar a los clientes programas de alimentación adecuados, bajo los estándares más altos de calidad con el propósito de llenar los objetivos zootécnicos y rentables en las empresas de producción pecuaria, teniendo gran énfasis en brindar al empresario herramientas y conocimientos que le permitirán lograr la máxima rentabilidad de acuerdo con sus necesidades y las exigencias del mercado.

Finalmente, la empresa cuenta con un laboratorio de ensayo en donde se ejecutan distintos análisis que permiten la evaluación de las características físicas y/o químicas de los productos, acreditando la calidad de los mismos. En la ejecución de análisis, la buena administración de inventarios resulta indispensable para reducir costos y cumplir con la demanda del mercado. El área del laboratorio se enfrenta a una gestión de inventario de materiales deficiente

que se percibe principalmente en desabastecimiento de los proveedores, lo cual genera un nivel de desempeño bajo al incumplir con los tiempos de entrega de resultados pactados con los clientes, conllevando a crear inconformidad que se refleja en el índice de satisfacción del cliente por debajo de lo estipulado en los objetivos de calidad del laboratorio.

3.2. Descripción del problema

En general, la calidad tanto de productos como de servicios, juegan un papel fundamental en el devenir de cualquier empresa. El control de calidad corresponde al proceso encargado de garantizar la calidad del producto previo a terminarlo, de forma que resulta importante mantener la eficiencia en todo el proceso analítico, desde el aprovisionamiento de materiales hasta la entrega de resultados a tiempo para la toma de decisiones necesarias, para la continuidad de las actividades productivas.

Actualmente, en el laboratorio de ensayo de la empresa, objeto de estudio se ejecutan análisis, que permiten evaluar las características físicas y/o químicas tanto de materia prima como de producto terminado, para lo cual se requiere cierta cantidad de materiales, que logren suplir con la demanda del mercado. El laboratorio cuenta un sistema de administración y control de inventarios de materiales de consumo deficiente, que genera inconvenientes con la operación del área provocando comúnmente desabastecimiento que impide la realización oportuna de sus actividades.

La problemática surge a partir de que los insumos y materiales de consumo, para la realización de ensayos en el laboratorio suelen terminarse inesperadamente sin que el personal tenga conocimiento previo a este hecho, evidenciando la necesidad de mejorar la administración de inventario de insumos

y materiales de consumo para el área tal que permita mantener un flujo constante de trabajo.

En principio, no se conoce con exactitud el sistema de gestión y control de inventarios que rige en el laboratorio, su funcionamiento y principales debilidades que permitan establecer un punto de partida para abordar la problemática. Además, no se cuenta con una estimación de la demanda futura, que permita la toma de decisiones que impactan en la planeación de materiales a lo largo de un período determinado, teniendo un riesgo inminente en que se presenten problemas de desabasto que conlleven a la incapacidad de cumplir con las necesidades de los clientes actuales o potenciales, perdiendo gran participación del mercado.

La incapacidad de satisfacer las necesidades de los clientes se refleja en la molestia que, estos manifiestan cuando el tiempo de entrega de resultados es excesivo, obstaculizando la labor del cliente y retrasando cualquier proceso que desee realizar.

El presente trabajo buscará establecer la optimización de recursos, administración y logística de materiales como parte de la búsqueda de eliminar los gastos incurridos por inventario, que pueden resultar demasiado elevados.

3.3. Formulación del problema

La formulación del problema en el presente trabajo de investigación delimita la problemática a un espacio y tiempo precisos, a una población específica y con determinadas variables.

Pregunta central

¿Cómo administrar y controlar el inventario de insumos y materiales de consumo en el laboratorio de ensayo, que permita mejorar el índice de satisfacción del cliente?

Preguntas auxiliares

- ¿Cuál es la situación actual del sistema de gestión y control de inventarios de insumos y materiales en el área de Laboratorio?
- ¿Cómo pronosticar la necesidad de insumos y materiales en el laboratorio con base en los datos históricos de ensayos requeridos en los últimos tres años?
- ¿Qué técnica se utilizará para la administración y control de inventarios de insumos y materiales en el laboratorio?
- ¿Cómo se medirá el grado de cumplimiento de la gestión del inventario de insumos y materiales propuesto?

3.4. Delimitación del problema

El estudio de investigación abarca la implementación de un sistema eficiente de gestión de inventarios de materiales en el laboratorio de ensayo, de una empresa dedicada al desarrollo de productos para nutrición animal. El desarrollo práctico, se llevará a cabo en las instalaciones físicas del laboratorio situado en una ofibodega del complejo empresarial El Cortijo II, ubicado entre dos vías principales: Calzada Atanasio Tzul y Avenida Petapa, zona 12, de la Ciudad

de Guatemala, en un período comprendido entre los meses de septiembre hasta diciembre del año 2022; para la investigación y obtención de resultados se tomarán en consideración los datos históricos, enmarcados en los períodos 2019 al 2021.

4. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación se enmarcará en la línea de investigación logística integral, y surge de la necesidad de proponer mejoras en la gestión y el control de inventario de materiales, en el laboratorio de ensayo de una empresa dedicada al desarrollo de productos para nutrición animal.

El suministro de materiales en los laboratorios de ensayos es un asunto de vital importancia, ya que en su mayoría los materiales que se utilizan son costosos y representan un gran porcentaje del costo total, por lo que una mala gestión, puede repercutir en distintos factores como el desajuste del presupuesto asignado al área, el incumplimiento de las fechas previstas de entrega de resultados pactados con los clientes e ineficiencia en el proceso.

El laboratorio de ensayo que será objeto de estudio, utiliza una amplia gama de materiales de consumo de diversa naturaleza, que son la base para llevar a cabo los análisis fisicoquímicos, el estudio planteado pretende minimizar el riesgo de incumplimiento con los clientes, debido a problemas de desabasto de materiales de consumo, lo cual permitirá mejorar el nivel de satisfacción del cliente, mediante la implementación de una política eficiente para la gestión de inventarios, que eviten un retraso por materiales no disponibles de tal manera que se controle el presupuesto y se logre satisfacer a los clientes, incrementando el prestigio y posición en el mercado.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Proponer un sistema de gestión de inventario de materiales de consumo que permita mejorar en un 3 % el índice de satisfacción del cliente para el primer semestre del año 2023.

5.2. Específicos

1. Establecer la situación actual del laboratorio con respecto al sistema de gestión y control de inventarios de materiales de consumo, por medio de la aplicación de herramientas de diagnóstico que permita identificar las necesidades de mejora.
2. Estimar el pronóstico de la demanda de los materiales de consumo del laboratorio para el año 2023, utilizando datos históricos de los ensayos requeridos en los últimos 3 años.
3. Detallar la política a utilizar para la gestión de inventarios de materiales de consumo en el laboratorio, que permita elevar en un 3 % el nivel de servicio al cliente para el primer semestre del año 2023.
4. Establecer indicadores de evaluación para la medición del grado de mejora en las actividades del laboratorio, luego de la puesta en marcha del sistema de administración y control de inventario de insumos y materiales.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Al finalizar el presente estudio de investigación, el laboratorio de ensayo de la empresa desarrolladora de productos para nutrición animal, donde se realizará el estudio, contará con un sistema eficiente de administración y control de inventario de materiales de consumo, con el cual podrá incrementar su índice de satisfacción del cliente, mediante la mejora en los tiempos de respuesta derivado de la reducción del riesgo de incurrir en desabasto.

Se deberá iniciar con una minuciosa revisión bibliográfica, que permita la previsualización de las técnicas y/o políticas existentes, su aplicación e impacto en las organizaciones, para tener una idea clara de la problemática a enfrentar y las diferentes alternativas de solución. Además, se deberá realizar un análisis y diagnóstico de la gestión de inventarios, a partir de los procesos relacionados a la clasificación y políticas actuales que rigen en la empresa.

Se tendrá en consideración los datos históricos de solicitudes de ensayo de los últimos 3 años y se procederá a establecer la relación existente con los materiales de consumo, de manera que se logre determinar la cantidad de materiales requeridos mensualmente, a lo largo del período de análisis y establecer la tendencia de los datos y el método de pronóstico que más se adecue.

A partir de este análisis, se presentará la propuesta de mejora, mediante el planteamiento de una política de gestión de inventarios, la cual conlleva una ejecución sistemática de pasos, que permitirán cumplir con los objetivos planteados y otorgar una solución eficiente a la empresa, las fases son:

Tabla I. **Fase 1. Recursos necesarios para la investigación**

Actividad	Metodología	Recursos	Tiempo
Obtención de estudios bibliográficos previos	Revisión bibliográfica en revistas académicas, artículos científicos. Para la recolección de técnicas alternativas e instrumentos estadísticos.	Recurso humano de Equipo de cómputo	1 mes
Obtención de listado de materiales de consumo existentes en el laboratorio	Solicitud al Coordinador del área el listado actual de los materiales de consumo existentes en el laboratorio	Recurso humano de Observación directa	15 días
Obtención de datos históricos de solicitudes de ensayo	Solicitud al Coordinador de Control de Calidad de los registros históricos de ejecución de ensayos en los últimos 3 años.	Recurso humano de Libros de Excel	15 días
Obtención de técnicas y/o políticas de administración y control de inventario de materiales que rigen actualmente en el área	Construcción de matriz FODA mediante el análisis del macroentorno con la aplicación del análisis PESTEL y diagrama de Ishikawa y el análisis del microentorno con la aplicación de una encuesta de tipo analítica-descriptiva al personal del área	Recurso humano de Equipo de cómputo Encuestas	1 mes

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Tabla II. Fase 2. Análisis de la Información

Actividad	Metodología	Recursos	Tiempo
Clasificación de materiales	Aplicar el método de clasificación ABC para identificar los materiales que tienen un impacto importante en el valor global	Recurso humano Equipo de computo	15 días
Análisis de datos históricos de solicitudes de ensayo	Establecer la relación entre los registros de solicitudes de ensayo de los últimos 3 años y la cantidad de materiales necesarios para la ejecución de cada uno de ellos. Determinar la tendencia de los datos históricos para establecer el método de pronóstico adecuado	Microsoft Excel Recurso humano Instructivos de métodos de ensayo	1 mes
Analizar el intercambio de insumos que establece el laboratorio de ensayo con su entorno y la forma como controla esos recursos indispensables para contribuir positivamente con los resultados esperados	Ejecutar encuestas de tipo descriptivas al personal del área y áreas afines como el departamento de compras.	Recurso humano Equipo de computo	1 mes

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Tabla III. **Fase 3. Propuesta de mejora**

Actividad	Metodología	Recursos	Tiempo
Propuesta de política de gestión de inventarios	Desarrollar una política de administración y gestión de inventarios de materiales de consumo en el laboratorio	Recurso humano Recursos financieros	2 meses
Establecimiento de indicadores de desempeño	Ejecutar reuniones periódicas con la alta gerencia y responsables del área para consensuar los indicadores de desempeño a utilizar para la medición de la mejora en el sistema de administración y control de inventario de materiales de consumo en el laboratorio	Recurso humano Recursos tecnológicos	1 mes

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Cadena de suministros

El concepto de cadena de suministro engloba todos los aspectos del proceso de producción, incluidas las actividades implicadas en cada etapa, los recursos naturales que se transforman en materiales útiles, los recursos humanos y cualquier otro componente que intervenga en el producto o servicio final.

7.1.1. Definición

La cadena de suministro, o también llamado red de suministro debido a su complejidad (Carreño, 2018). La cadena de suministro se refiere al control y seguimiento de todas las actividades realizadas en un producto, desde la materia prima hasta la entrega a los clientes como producto terminado (Andino, 2006).

Las variables que deben controlarse para el inventario y su gestión son el tiempo y lugar. En otras palabras, debe determinarse con certeza cuándo y dónde se necesita el inventario (González, 2022).

7.1.2. Objetivos y características

El propósito general de una cadena de suministros consiste en incrementar las ventas, atraer nuevos clientes y mantenerlos mediante una política de mejor servicio al cliente (Andino, 2006).

7.1.3. Flujos en la red de suministro

Andino (2006), indica que la administración del abastecimiento depende directamente de la adecuada gestión de los flujos que se producen:

- Flujo de productos: es la acción de monitorear el suministro de materias primas desde su ingreso hasta los productos manufacturados.
- Flujo de información: nuevos productos, promociones, mejoras, informes de estado de los embarques, avisos de llegada, entre otros, desde la cadena hasta el cliente final.
- Flujo de fondos: Este flujo representa la creación de valor a lo largo de la red de suministro. El valor de la cadena es la diferencia entre lo que paga el cliente por el producto final y todos los costos en que incurre la cadena para entregar el producto al cliente, desde que este es materia prima.

Según González (2022), “el diseño de los flujos de materiales, información y financieros de la cadena construye el éxito que esta pueda o no tener como consecuencia de una planificación consistente, hábil y responsable” (p. 31).

7.1.4. Importancia de la cadena de suministros

Carreño (2018) resalta que la comunicación, coordinación y ejecución entre proveedores y empresas están relacionadas con una buena gestión de la cadena de suministro. Esto está directamente relacionado con evitar que las empresas consuman todo el suministro disponible, en una misma línea de negocio. Las funciones principales de la cadena de suministro son: inventario, almacenamiento y transporte (González, 2022).

Se pueden lograr reducciones significativas de inventario al comprender la ubicación, la función y la importancia del inventario en la cadena de suministro.

7.1.5. La integración de la red de suministro

Los participantes en la cadena de suministro unifican sus esfuerzos para la persecución de un objetivo común: aprovechar al máximo el mercado y sus necesidades para que puedan ser satisfechas (Carreño, 2018).

Gallegos (2013) resalta como participantes principales de la red de suministro a los proveedores, manufactureros, empresas intermediarias, empresas pymes y consumidores finales.

Figura 1. Participantes principales de la red de suministro



Fuente: elaboración propia, realizado con Lucidchart.

Los participantes de la red de suministro son considerados un conjunto que tiene como propósito crear un proceso productivo eficiente y exitoso (Camacho, Gómez y Monroy, 2012).

7.2. Pronósticos

El término pronóstico en la cadena de suministro hace referencia al proceso de prever la demanda, oferta o precios de un producto -o una gama de productos- en un sector determinado. Un modelo de pronóstico puede basarse en algoritmos que analicen los datos pormenorizados de proveedores y clientes para calcular, por ejemplo, el precio de un producto.

7.2.1. Naturaleza de los pronósticos

En cuanto a la importancia de pronosticar la demanda para todas las áreas involucradas en la cadena de suministro, Ballou (2004) sostiene que el logro de las metas organizacionales está directamente relacionado con la capacidad que la empresa para determinar el nivel de demanda; a partir de esto, puede tomar decisiones más precisas que eviten resultados no deseados, como un mal servicio al cliente, exceso de inventario, entre otras. Las previsiones en logística están relacionadas a la naturaleza espacial y temporal de la demanda, su variabilidad y aleatoriedad.

7.2.1.1. Demanda espacial versus demanda temporal

El término temporal se refiere al nivel actual de demanda en el pronóstico. Los niveles de venta están directamente relacionados con las fluctuaciones en la demanda, variaciones estacionales en los patrones de demanda y fluctuaciones generales causadas por muchos factores. Esta variación temporal se puede predecir mediante métodos de pronóstico de series de tiempo (Ballou, 2004).

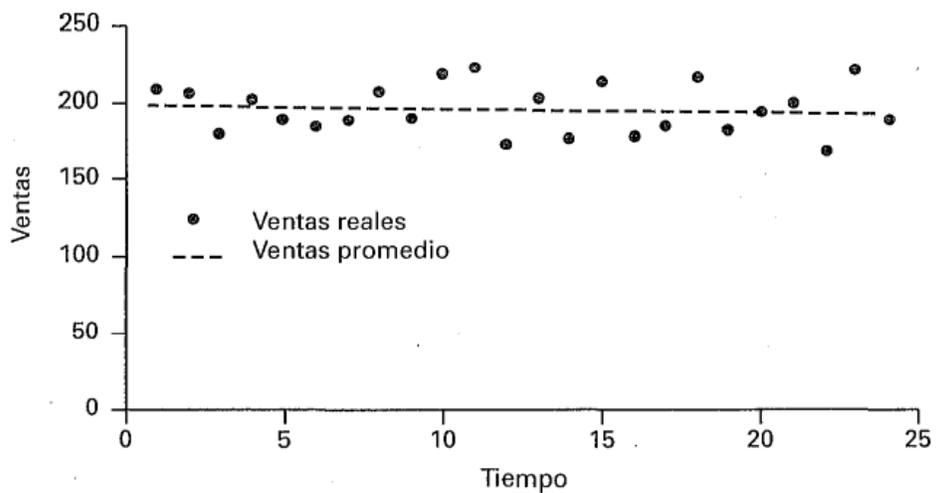
Además, los responsables de logística necesitan una imagen clara de cuándo y dónde se produce la demanda (Ballou, 2004).

7.2.1.2. Demanda irregular versus demanda regular

La regularidad en la demanda, a menudo se puede representar mediante los siguientes patrones.

- Patrón de demanda aleatorio o nivelado sin elementos estacionales o tendencia

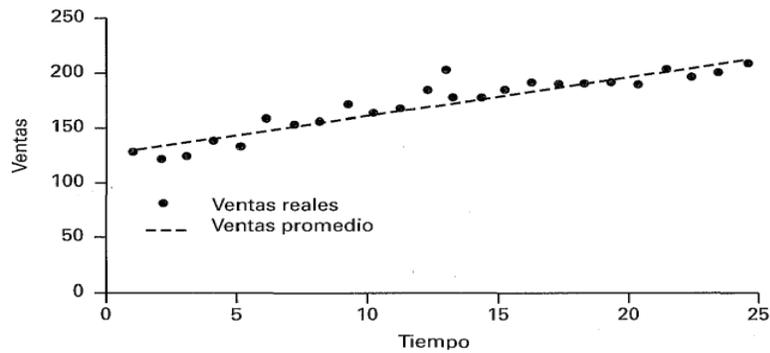
Figura 2. Patrón de demanda aleatorio sin elementos estacionales o tendencia



Fuente: Ballou. *Logística: Administración de la cadena de suministro*. Consultado el 04 de octubre de 2022. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/531457539/Logistica-5ta-Edicion-Ronald-H-Ballou>.

- Patrón de demanda aleatorio con tendencia creciente, pero sin elementos estacionales

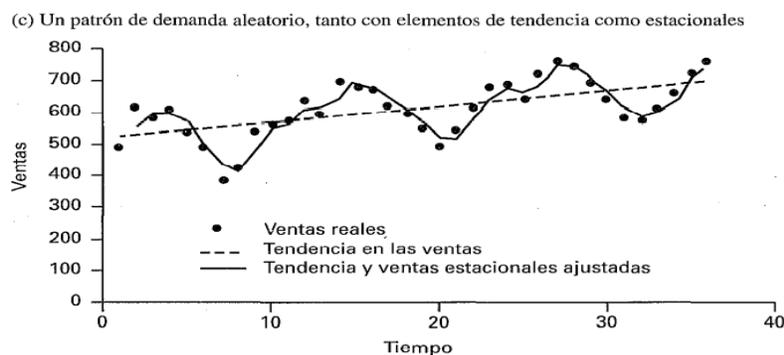
Figura 3. **Patrón de demanda aleatorio con tendencia creciente**



Fuente: Ballou. Logística: Administración de la cadena de suministro. Consultado el 04 de octubre de 2022. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/531457539/Logistica-5ta-Edicion-Ronald-H-Ballou>.

- Patrón de demanda aleatorio, tanto con elementos con tendencia como estacionales

Figura 4. **Patrón de demanda aleatorio con elementos con tendencia y estacionales**



Fuente: Ballou. Logística: Administración de la cadena de suministro. Consultado el 04 de octubre de 2022. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/531457539/Logistica-5ta-Edicion-Ronald-H-Ballou>.

A diferencia de las figuras anteriores, puede ocurrir el caso en donde la demanda del producto es discontinua, debido a que el volumen total es pequeño y existe una alta incertidumbre, sobre cuándo y cuánta demanda se presentará, se dice que la serie de tiempo es desproporcionada o irregular. Este tipo de demanda es más común para productos, que se acaban de introducir en el mercado o que se han desvanecido, pero también se puede visualizar para productos que tienen poca demanda y están dispersos en múltiples ubicaciones (Ballou, 2004).

7.2.1.3. Demanda derivada versus demanda independiente

Dependiendo de cómo opere un negocio, se puede inferir la naturaleza de la demanda. La demanda generalmente es generada por muchos clientes. La mayoría de ellos solo compra individualmente una pequeña fracción de la cantidad total que ofrece la empresa, a este tipo de demanda se le conoce como independiente. Por otro lado, la demanda que es generada a partir de las necesidades especificadas en el programa de producción se conoce como demanda dependiente (Ballou, 2004).

7.2.2. Etapas y participantes del proceso de pronóstico

De acuerdo con Hanke (2010), el proceso de pronóstico sigue cinco pasos:

- Planteamiento de la problemática: el problema es quién determina los datos apropiados. Los métodos de previsión no cuantitativos serán aplicados al momento de no contar con datos confiables.

- Tabulación de la información: los datos deben ajustarse, limpiarse y mantenerse en el formato requerido para usar un procedimiento de pronóstico en particular.
- Definición y propuesta de solución: en este paso, los datos recopilados en el paso anterior se comparan con el modelo de pronóstico para minimizar los errores de pronóstico.
- Aplicación del modelo (predicción real): contiene las predicciones del modelo real que se generaron luego de recopilar el modelo predictivo y finalmente reducirlo a datos precisos, si corresponde.
- Evaluación del pronóstico: estimación del error de pronóstico (p. 509).

7.2.3. El sistema de pronósticos y la clasificación ABC

La clasificación ABC es quizás, la herramienta más conocida para gestionar inventarios. Un sistema de pronósticos, como herramienta principal de este control debe cumplir con la clasificación establecida. Vidal (2010) propone una forma de manejar los ítems clase A, B y C. Las sugerencias se muestran en la Tabla IV:

Tabla IV. **Relación entre el método de clasificación ABC y los sistemas de inventario y pronósticos**

Tipos	Métodos de control	Técnicas de control
Artículos tipo A, con importancia alta.	• Mantener un control estricto de supervisión, involucrando a la gerencia y proveedores.	• Su revisión debe efectuarse de forma continua.

Continuación Tabla IV.

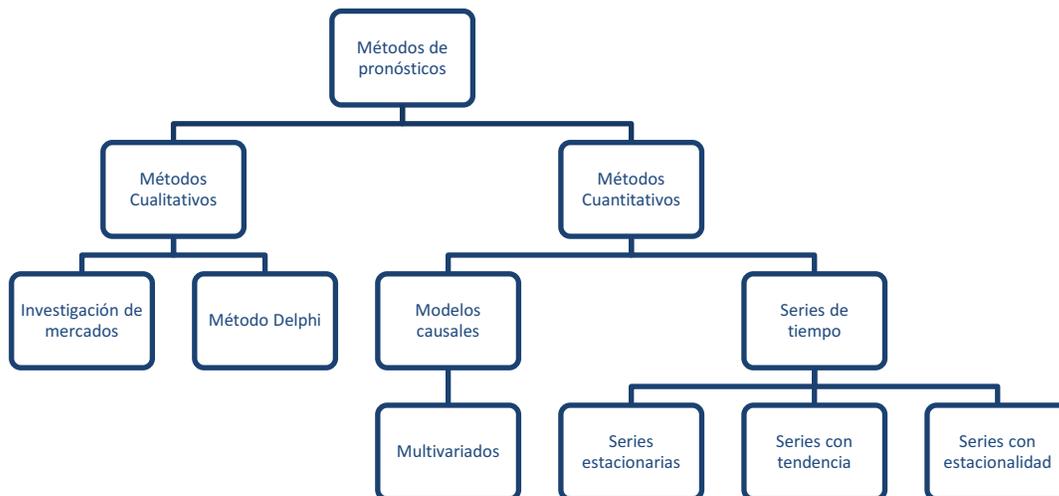
Tipos	Métodos de control	Técnicas de control
Artículos tipo A, con importancia alta.	<ul style="list-style-type: none"> •Enfoque JIT e inventario balanceado •Inventario adecuado para satisfacer las necesidades de los clientes entre 1 y 4 semanas 	<ul style="list-style-type: none"> •El método de previsión recomendado es suavización exponencial doble •Políticas basadas en niveles de servicio al cliente
Artículos tipo B de importancia media dentro de la organización.	<ul style="list-style-type: none"> •Se pueden utilizar métodos de control de inventarios sencillos •Inventario adecuado para satisfacer las necesidades de los clientes entre 2 y 8 semanas 	<ul style="list-style-type: none"> •El método de previsión recomendado es suavización exponencial simple y deben manejar reportes por excepciones.
Artículos tipo C de importancia baja.	<ul style="list-style-type: none"> •No requiere recursos humanos para su control, los métodos de control recomendados son políticas de cero o de alto inventario de seguridad. •Inventario adecuado para satisfacer necesidades de los clientes entre 3 y 20 semanas 	<ul style="list-style-type: none"> •El método de previsión recomendado es promedio móvil, para este tipo de artículos se busca que el nivel de inventario sea el justo, sin incurrir en excedentes o desabasto. Para ello se debe mantener un sistema de control sencillo.

Fuente: Vidal, (2010b). Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios. Recuperado de <https://n9.cl/zovvd>.

7.2.4. Métodos de pronóstico

Según Placeres y Día, (2018), la demanda se puede medir en cuatro dimensiones: producto, ubicación geográfica, duración y tipo de cliente. Los métodos de predicción de la demanda pueden ser del tipo cualitativos o cuantitativos, como se muestra en la Figura 5.

Figura 5. Métodos de pronósticos



Fuente: Adaptado de Placeres y Día (2018). *Estimación de La Demanda: Un Análisis de Métodos y Sus Aplicaciones*.

7.2.4.1. Cualitativos

Los métodos de investigación cualitativa deben elegirse cuando las preguntas sobre un fenómeno así lo requieran. Por consiguiente, contar con los enfoques cualitativos permite plantear muchas más preguntas de investigación y ayuda a revelar más sobre la complejidad de las redes de cadenas de suministro en la actualidad.

- Investigación de mercados

Se basa en el uso de encuestas y entrevistas a clientes potenciales, para encontrar nuevas preferencias y necesidades con respecto a los productos que ofrece una empresa. Se utiliza principalmente para nuevos productos e investigación a largo plazo. Se requiere un buen diseño para obtener resultados confiables y un análisis de costo-beneficio completo (Placeres y Día, 2018).

- Método Delphi

Es una alternativa al método de consenso de un panel, se le solicita a un grupo de expertos, que realice predicciones anónimas en una serie de pasos iterativos. El objetivo de las etapas es brindar retroalimentación a los expertos, para reducir la volatilidad en los pronósticos y llegar a un consenso.

Primero, los moderadores incorporan las predicciones de los expertos y argumentos de apoyo. Los moderadores los procesan estadísticamente calculando el primer cuartil, la mediana, el tercer cuartil, información que comparte a los expertos. En función de la solidez de esta información, los expertos califican las predicciones y las envían a los moderadores para su análisis estadístico. Esto constituye la base para el inicio de la tercera etapa. El siguiente paso es similar, las iteraciones se controlan estadísticamente. Esta retroalimentación, tiene como objetivo reducir la variabilidad de la predicción y llegar a un consenso.

Uno de los inconvenientes de este enfoque, es que es posible que no se llegue a un consenso. En ese caso, hay tres escenarios posibles: optimista, pesimista y conservador (Gallegos, 2013).

7.2.4.2. Cuantitativos

Estos modelos se basan técnicas de pronóstico estadístico, basadas en datos históricos de ventas, permiten predecir la demanda futura bajo la suposición de que las tendencias pasadas no han sufrido variaciones significativas. En general, para los modelos cuantitativos, la información sobre las variables debe estar disponible, los datos deben ser de tipo cuantitativo y el comportamiento debe persistir en el tiempo para que un modelo de pronóstico sea lo más exacto posible.

En general, los métodos cuantitativos se dividen en métodos de series de tiempo y métodos de pronósticos causal.

- Métodos de series de tiempo

Una serie de tiempo son observaciones de una variable objetivo, medida en puntos o intervalos consecutivos en el pasado (Garcete, Benítez, Roa, y Vazquez, 2017).

El objetivo del método es obtener una buena predicción del valor futuro de la variable predictora, en la serie temporal. Para lograr el objetivo, el modelo debe detectar un patrón en la secuencia y luego poder extrapolarlo al futuro.

En general, los métodos de series temporales se dividen en: método de predicción de valor final, método de predicción de valor medio, método de

predicción de promedio móvil, método de predicción de suavizado exponencial, método de predicción de suavizado exponencial con tendencia y el método ARIMA (Garcete et al., 2017).

- Métodos causales

En estos métodos, la magnitud de la variable predictora se infiere a partir de la extensión de otras variables relacionadas, y son suficientemente buenos para predecir grandes cambios en las series temporales y hacer predicciones precisas a medio y largo plazo (Salazar y Mancera, 2017).

7.2.5. Errores de pronósticos

La clave para un pronóstico exitoso es elegir el método que proporcione la menor cantidad de error. Coyle (s.f.), señala que hay cuatro formas de medir el error en la estimación de la demanda futura:

Tabla V. **Medición del error en los pronósticos**

Tipo de error	Fórmula	Definición
Suma acumulada de errores de pronóstico (CFE)	$CFE = \sum_n^{t-1} e_t$	Calcula el error de pronóstico total para un conjunto de datos, tomando en consideración tanto los errores negativos como positivos.
Error cuadrático medio (ECM)	$ECM = \frac{\sum E_t^2}{n}$	Esta medida realiza una operación de potencia.

Continuación Tabla V.

Tipo de error		Fórmula	Definición
Error medio (MAPE)	porcentual absoluto	$MAPE = \frac{\sum \left(\frac{ E_t }{D_t} \right) 100}{n}$	Este indicador mide el error en porcentaje.
Desviación media absoluta (DMA)		$DMA = \frac{\sum E_t }{n}$	Al tomar el valor absoluto de cada error se eliminan los signos negativos y positivos y se calcula un buen indicador del error promedio por período.

Fuente: Coyle, Langley, Novack y Gibson (s.f.). *Administración de La Cadena de Suministro. Una Perspectiva Logística*. Consultado el 13 de octubre de 2022. Recuperado de (10) <https://n9.cl/ldt6a>

7.3. Inventarios

Un inventario es listado organizado, detallado y valioso de todos los bienes o activos existentes que componen el capital de una persona, comunidad o empresa en un momento dado.

7.3.1. Definición

Según Zárate, Enríquez, y Rodríguez, (2020), el inventario es un recurso en forma de bienes almacenados que las organizaciones utilizan para satisfacer necesidades futuras.

El inventario es un registro de productos, partes y materias primas que una empresa tiene y pretende utilizar en sus procesos de producción y ventas (Fernández, 2018).

7.3.2. Entorno de los inventarios

La gestión de inventario conlleva una serie de consideraciones complejas, en cuanto a la planificación y gestión de la cadena de suministro. Las empresas a menudo se encuentran en situaciones difíciles de manejo de inventario, incurriendo en desabasto o excedentes (Vidal, 2010).

La naturaleza del inventario puede ser tangible o intangible, la gran mayoría de empresas poseen inventarios físicos, como las empresas comerciales, y otras que poseen inventarios intangibles, como el caso de las empresas de servicios (Arciniegas, 2013).

7.3.3. El rol del inventario en la gestión de la red de suministro

La gestión de todos los procesos involucrados en la cadena de suministro es fundamental para el mantenimiento y gestión adecuada del inventario. Lo que se requiere es mover el inventario y almacenarlo en bodega, por un corto período de tiempo. La mayoría de las actividades de gestión de relaciones se basan en compras, transferencias o gestión de inventario.

La importancia de una buena gestión de materiales en la red de suministro es mantener un balance equilibrado entre la oferta y demanda.

Para administrar esto de manera efectiva en la cadena de suministro, tanto de manera ascendente como descendente, las organizaciones deben evaluar

cuidadosamente los requisitos del cliente y lograr la coordinación con los proveedores para el mantenimiento adecuado del inventario (Waller y Esper, 2017).

7.3.4. Objetivo e importancia de los inventarios

El inventario se basa y se encuentra estrechamente relacionado con dos funciones principales de la empresa y su logística, como la compra y la distribución, ya que la empresa tiene que controlar gran parte de su inventario para garantizar y mantenerse al día, con las entregas adecuadas y oportunas que logran satisfacer las necesidades de los clientes.

Según Fernández (2018), los objetivos del inventario incluyen:

- Inclusión de inventarios de seguridad para evitar costos de oportunidad por falta de stock.
- Reducir el costo de compras inesperadas por desabasto o el costo de almacenamiento en bodega por exceso de existencias.
- Mantener equilibrada la oferta y la demanda de materiales.
- Minimizar la incursión en costes de distribución ya que permite la planificación del transporte

7.3.5. Tipos de inventarios y su clasificación

De acuerdo con Caurin (2017), se utilizan inventarios clasificados según diferentes parámetros, entre ellos los que se muestran en la Tabla VI.

Tabla VI. **Tipos de inventarios**

Tipos de inventarios		
Según el momento	Inventario inicial	Estos inventarios se efectúan al inicio de diversas acciones y actividades.
	Inventario final	El objetivo de este inventario es determinar cuánto capital nuevo tendrá la empresa al iniciar un nuevo año.
Según la periodicidad	Inventario intermitente	Este inventario se realiza varias veces al año por diversas razones.
	Inventario perpetuo	Este tipo de inventario se utiliza para clasificar y ordenar materiales e inventario faltantes.
Según su forma	Inventario de materias primas	Sirve para conocer las materias primas disponibles para fabricar el producto final.
	Inventario de productos en fabricación	Este inventario incluye todos los productos que se encuentran en proceso de transformación y que no son lanzados al público para su adquisición por los consumidores finales.

Continuación Tabla VI.

Tipos de inventarios		
Según su forma	Inventario de productos terminados	Este inventario está compuesto por los productos finales de la empresa, luego de que hayan sido expuestos a un proceso de transformación.
	Inventario de suministros de fabrica	Son todos los materiales secundarios o auxiliares con los que una empresa cuenta para fabricar un producto.
	Inventario de mercancías	Corresponde a toda la materia prima, artículos o insumos que son destinados a su venta directa.
Según su función	Inventario en tránsito	Es inventario que la empresa prevé tener en un futuro cercano para satisfacer la demanda.
	Inventario de ciclo	Este inventario es el resultado de producir más producto del necesario porque se adquirió más material.
	Inventario de seguridad	Son los activos de reserva que tiene la empresa en caso de que el proceso de producción cambie.

Continuación Tabla VI.

Tipos de inventarios		
Según su función	Inventario de previsión	Este inventario se considera como un amortiguador en el almacén en caso de que circunstancias imprevistas aumenten la demanda.
	Inventario de desacoplamiento	Es el inventario requerido cuando se tienen dos procesos asincrónicos de producción.
Según la logística	Inventario de existencias para especulación	Los productos y las materias primas se compran para aumentar la producción para una demanda anticipada o potencial en cualquier momento.
	Inventario de existencias obsoletas	Son todos los productos que debido a las circunstancias no se pueden vender a los clientes, lo que genera pérdidas.
	Inventario en ductos	También conocidos como inventario en tránsito.
	Inventario de existencias de seguridad	Es considerado como un inventario adicional a lo demandado en la realidad.

Continuación Tabla VI.

Tipos de inventarios		
Según la logística	Inventario de existencias de naturaleza regular	Cuando los materiales se encuentran en la etapa de transporte, este inventario es el que satisface las necesidades de los clientes.
Otros tipos	Inventario físico	Conteo de todos los activos de la empresa.
	Inventario mínimo	Es la cantidad mínima que podemos mantener en stock.
	Inventario máximo	Para artículos difíciles de contar, se establece el nivel máximo de inventario porque el inventario general puede ser demasiado grande.
	Inventario disponible	Son la (s) materias primas, insumos, productos terminados que siempre tienen existencia en bodega por su consumo regular, por lo que están disponibles para su despacho inmediato.
	Inventario en línea	Se refiere a todo lo que está por ingresar para su uso en producción.

Fuente: Caurin. *Tipos de inventarios*. Consultado el 15 de octubre de 2022. Recuperado de <https://www.emprendepyme.net/tipos-de-inventarios.html>

- Clasificación ABC

Algunos autores han afirmado lo siguiente:

El método ABC presenta la regla 80/20, también conocida como ley del menos significativo, que presenta una correspondencia entre el 20% de artículos con valor del 80% del inventario y el 80% de artículos con valor del 20%, siendo útil para la operación del inventario y la respectiva toma de decisiones. (Macías, Leon, y Limon, 2019, p. 2)

Además, Waller y Esper (2017) menciona que uno de los propósitos de este enfoque es clasificar los SKU para que no sean tratados por igual y determinar qué unidades deben recibir la mayor atención en términos de gestión y garantía en la entrega a tiempo.

Según Manzo, Cardona, Torres, y Mera (2017), en el método ABC los productos se clasifican según su prioridad:

- Artículos A: Los más importantes a los efectos del control. Son los que la empresa debe considerar debido a que genera las mayores utilidades. Su ubicación en el área de almacenamiento debe estar cerca de la salida, visible en el estante.
- Artículos B: Estos ítems son de importancia secundaria. Su ubicación en el área de almacenamiento debe ser en las zonas intermedias del almacén.
- Artículos C: son ítems que disminuyen en importancia. En muchos casos, mantenerlos en stock cuesta más dinero del que proporcionan. Su ubicación en áreas es menos eficiente porque su rotación es más lenta y su uso también es más lento.

Los productos clase A son los que representan el mayor porcentaje de ingresos por ventas para la empresa, alrededor del 80 % y estas constituyen del 10 al 20 % de los artículos dentro de la clasificación; los productos clase B también representan alrededor del 20 % de las ventas y deben ser monitoreados de cerca. El resto consiste en artículos de clase C y estos representan una pequeña fracción de la inversión total en inventario (Vidal, 2010).

Valderrama (2020) describe los pasos involucrados en la clasificación de artículos según el método ABC:

- Seleccionar variables por artículos creando una tabla para el análisis ABC.
- Establecer factores de clasificación y porcentajes para el análisis ABC.
- Establecer en términos de ABC los rangos correspondientes donde se determinen los valores mínimos y máximos de cada rango, calculados utilizando el criterio del párrafo anterior.
- Asignar el puntaje correspondiente en la clasificación utilizando los resultados los factores de ponderación por artículo.

De acuerdo con González B., Rodríguez R. y Orozco R. (2017), los productos se pueden segmentar con mayor detalle en base a criterios como: por precio unitario, por costo total, por utilización y costo y por contribución a la utilidad, los pasos a seguir son similares a los descritos anteriormente.

7.3.6. Gestión y administración de inventarios

La gestión de inventario se define como un conjunto de decisiones, reglas, directrices y/o políticas que determinan cuánto inventario se debe mantener, cuándo se debe reabastecer y cuánto mantener.

7.3.7. Objetivo e importancia de la gestión de inventarios

La necesidad de mantener inventario se debe a las incertidumbres que rigen los sistemas de inventario, tales como cambios en la demanda, retrasos en la entrega, producción y compras en condiciones económicas favorables. Al comprar al por mayor, puede guardar el inventario para su uso posterior y reducir los pedidos y los envíos (Peña, Omaira, y Da Silva, 2016).

De acuerdo con Pacheco (2019), una adecuada gestión de inventarios conlleva a la empresa a tener una serie de ventajas y beneficios, que les permitirá tener gran participación en el mercado, algunas ventajas son:

- Se mantiene un inventario balanceado de materias primas, insumos y productos terminados. Teniendo un plan de suministro regular para evitar escasez o excesos.
- Busca evitar el agotamiento del inventario y cuantificar con precisión los pedidos.
- Permite monitorear y controlar la disponibilidad de inventario.

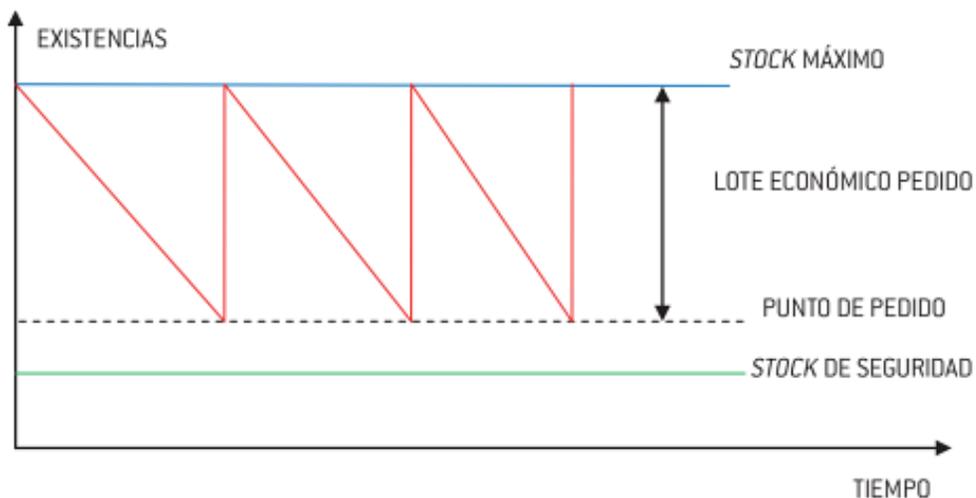
7.3.8. Modelos de gestión de inventarios

Según Salas (2022), los modelos de inventario son seleccionados, dependiendo del tipo de demanda del producto (constante y conocida o desconocida), que puede ser determinista o probabilística.

7.3.8.1. Modelo determinista

En este tipo de modelo, la demanda se puede pronosticar y es estable. Este modelo, al momento de iniciar un pedido es muy confiable y rápido, ya que se tiene constancia del nivel de inventario; la única variable que se debe conocer es la cantidad de pedido, para lo cual se utiliza el lote económico de pedido (MEANA, 2017a).

Figura 6. Lote económico de pedido



Fuente: Meana, (2017b). *Gestión de inventarios*.

7.3.8.2. Modelo probabilístico

Cuando se desconoce la demanda y, por lo tanto, se requiere un inventario de seguridad, se activan órdenes de compra hasta que se agoten las existencias (MEANA, 2017).

7.3.8.3. Componentes de un modelo de inventarios

Existen tres factores que componen los modelos de inventario, que son: costos, demanda y orden de compra o de colocar un pedido a un proveedor, que son los elementos que se analizan.

- Costos
 - Costo de mantenimiento: se incurre cuando el artículo se mantiene en stock; y puede incluir el valor del dinero invertido o lucro cesante, costos de alquiler o almacenamiento, salarios asociados con la supervisión y administración de almacenes, seguros, impuestos, mermas, pérdidas y costos relacionados con los servicios públicos (Salas, 2022).
 - Costo de colocar una orden: este costo es el resultado del costo de emitir el pedido al proveedor o el costo de un pedido de fábrica. Estos costes son proporcionales al número de pedidos, no al tamaño o monto de la orden (Parada, 2006).
 - Costo de faltantes: cuando los productos están agotados, se pierden clientes y utilidades, además, se incurre en multas por mora (Parada, 2006).

- Demanda

La demanda es el conjunto de bienes y servicios que los consumidores buscan y están dispuestos a pagar para satisfacer sus necesidades (Thompson, 2005).

- Tiempo de anticipación

El tiempo de entrega o también conocido como *Lead Time*, es el tiempo desde que se realiza un pedido de producción o se realiza un pedido hasta que comienza la producción o cuando se recibe la compra (Salas, 2022).

7.3.9. Medición del desempeño del inventario

Son una serie de magnitudes y ratios que miden distintos aspectos de la gestión de una empresa y la eficacia de las acciones llevadas a cabo para mejorar áreas o procesos concretos.

7.3.10. Modelo 4-V

Una forma de abordar la medición del inventario es centrarse menos en la medición real y más en el propósito y la intención de la medición. El modelo de 4-V clasifica las medidas de inventario, según si la finalidad de la medida es estimar el volumen, el valor, la velocidad o la varianza del inventario.

- Medidas de volumen

Las medidas de volumen del inventario indican cuántas unidades tiene la empresa para su venta. Por lo tanto, estas medidas generalmente se expresan en unidades y se utilizan para estimar los recursos físicos disponibles. Estos indicadores se pueden aplicar al inventario de materia prima, en proceso o productos terminados (Waller y Esper, 2017).

- Medidas de valor

Las medidas de valor del inventario destacan dos aspectos del inventario. Primero, las medidas de valor pueden enfocarse en el valor total en efectivo y el costo total del inventario. Estas medidas suelen expresarse en dólares y se utilizan para medir la cantidad de dinero que se ha invertido en el inventario.

Otra medida del valor del inventario se refiere al valor que gana una empresa al atender a los clientes. Esencialmente, la disponibilidad de inventario proporciona un cierto nivel de valor para el negocio, lo que permite realizar ventas. Por lo tanto, una medida del servicio recibido debido a la disponibilidad del inventario, como la tasa de llenado, es una medida importante del valor asociado con las inversiones en inventario (Waller y Esper, 2017).

- Medidas de velocidad

Dado que las cadenas de suministro se centran en llevar los productos a los clientes, de tal manera que el inventario se pueda convertir en ventas, las mediciones de si el inventario se está moviendo realmente y qué tan rápido se mueve es primordial. Las medidas de velocidad se refieren, a la rapidez con que los clientes aceptan y pagan el inventario.

Las métricas que se encuentran en este tipo de clasificación, incluyen rotación del inventario y los días de inventario disponible (DOI). (Waller y Esper, 2017).

- Medidas de varianza

Las medidas de varianza son estimaciones de la precisión del inventario. Esta categoría se centra, en qué tan bien se mantiene el inventario de una empresa y con qué precisión se refleja el inventario de una empresa. La base para medir la varianza es el conteo cíclico y la gestión continua del inventario (Waller y Esper, 2017).

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE DE TABLAS

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL ÍNDICE DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO REFERENCIAL

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Cadena de suministros

2.1.1. Definición

2.1.2. Objetivos y características

2.1.3. Los flujos en la cadena de suministro

2.1.4. Importancia de la cadena de suministros

2.1.5. Integración de la cadena de suministro

2.2. Pronósticos

2.2.1. Naturaleza de los pronósticos

2.2.1.1. Demanda espacial versus demanda temporal

2.2.1.2. Demanda irregular versus demanda regular

2.2.1.3. Demanda derivada versus demanda independiente

- 2.2.2. Etapas y participantes del proceso de pronóstico
- 2.2.3. El sistema de pronósticos y la clasificación ABC
- 2.2.4. Métodos de pronóstico
 - 2.2.4.1. Cualitativos
 - 2.2.4.2. Cuantitativos
- 2.2.5. Errores de pronósticos
- 2.3. Inventarios
 - 2.3.1. Definición
 - 2.3.2. Naturaleza de los inventarios
 - 2.3.3. El papel del inventario en la administración de la cadena de suministro
 - 2.3.4. Objetivo e importancia de los inventarios
 - 2.3.5. Tipos de inventarios y su clasificación
- 2.4. Gestión y administración de inventarios
 - 2.4.1. Objetivo e importancia de la gestión de inventarios
 - 2.4.2. Modelos de gestión de inventarios
 - 2.4.2.1. Modelo determinista
 - 2.4.2.2. Modelo probabilístico
 - 2.4.2.3. Componentes de un modelo de inventarios
 - 2.4.3. Medición del desempeño del inventario
 - 2.4.3.1. Modelo 4-V
- 3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS
 - 3.1. Objetivo 1: Establecer la situación actual del laboratorio con respecto al sistema de gestión y control de inventarios de materiales de consumo por medio de la aplicación de herramientas de diagnóstico que permita identificar las necesidades de mejora.

- 3.2 Objetivo 2: Estimar el pronóstico de la demanda de los materiales de consumo del laboratorio para el año 2023 utilizando datos históricos de los ensayos requeridos en los últimos 3 años.
- 3.3 Objetivo 3: Detallar la técnica a utilizar para la gestión de inventarios de los materiales de consumo en el laboratorio que permita elevar en un 3% el nivel de servicio al cliente para el primer semestre del año 2023.
- 3.4 Objetivo 4: Establecer indicadores de evaluación para la medición del grado de mejora en las actividades del laboratorio luego de la puesta en marcha del sistema de administración y control de inventario de materiales de consumo.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- 4.1 Objetivo 1: Establecer la situación actual del laboratorio con respecto al sistema de gestión y control de inventarios de materiales de consumo por medio de la aplicación de herramientas de diagnóstico que permita identificar las necesidades de mejora.
- 4.2 Objetivo 2: Estimar el pronóstico de la demanda de los materiales de consumo del laboratorio para el año 2023 utilizando datos históricos de los ensayos requeridos en los últimos 3 años.
- 4.3 Objetivo 3: Detallar la técnica a utilizar para la gestión de inventarios de los materiales de consumo en el laboratorio que permita elevar en un 3% el nivel de servicio al cliente para el primer semestre del año 2023.
- 4.4 Objetivo 4: Establecer indicadores de evaluación para la medición del grado de mejora en las actividades del laboratorio luego de la puesta en marcha del sistema de administración y control de inventario de materiales de consumo.

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

El estudio de investigación planteado tiene un enfoque mixto, un alcance en esencia descriptivo y un diseño no experimental.

9.1. Características del estudio

El estudio de investigación a desarrollar tendrá un enfoque mixto, se tendrá un proceso de recolección de datos la cual tendrá, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos con la finalidad de lograr una perspectiva más amplia y profunda del fenómeno en estudio, la gestión de inventarios.

El análisis cualitativo del estudio abarca la recolección de datos para diagnosticar la situación actual de los problemas de gestión de inventario utilizando herramientas como entrevistas semiestructuradas, la recolección de documentos y registros relevantes, cuestionario con preguntas de tipo cerradas, entre otras. El análisis cuantitativo del estudio se realizará con análisis estadístico mediante la estimación de pronósticos de demanda, variables de desempeño del inventario, análisis ABC.

El alcance del estudio será en esencia descriptivo, pero incluirá componentes exploratorios y correlacionales. El estudio de investigación iniciará con una exploración del fenómeno de gestión de inventarios, mediante la aplicación de técnicas de recolección de datos aplicadas al personal del laboratorio. Luego, se especificarán las propiedades y características de la gestión de inventario de materiales de consumo que rigen actualmente en el laboratorio de ensayo. En el desarrollo del estudio, se analizarán tendencias de

los datos históricos del inventario correspondiente a los últimos tres años y se culminará con la determinación de mejoras necesarias que conlleven a la propuesta de una política eficiente de gestión de inventarios.

El diseño adoptado será no experimental, se observará la situación existente del fenómeno de gestión de inventarios en su ambiente natural y luego se analizará. Las variables independientes no sufrirán ningún tipo de variación.

9.2. Unidades de análisis

La población en estudio serán todos los materiales en consumo existentes en el laboratorio de ensayo de una empresa desarrolladora de productos para nutrición animal, la cual se encuentra dividida en subpoblaciones dadas por el método de clasificación ABC de inventarios. La unidad de análisis es la gestión de inventarios. La muestra es no probabilística y se utilizará el muestreo por cuotas, la totalidad de estos serán estudiados.

9.3. Variables

Las variables en estudio se describen a continuación:

Tabla VII. **Variables a analizar del proyecto**

Variables	Definición teórica	Definición operativa
Tiempo de entrega de resultados	Es el retraso entre el inicio y la finalización de un proceso (Waller y Esper, 2017).	Se medirá en días mediante el registro controlado del tiempo que transcurre desde la

Continuación Tabla VII.

Variables	Definición teórica	Definición operativa
Tiempo de entrega de resultados		Recepción de la muestra hasta la entrega de resultados al cliente.
Índice de satisfacción del cliente (CSAT)	Es una medición de la satisfacción que tiene este acerca de los productos y servicios de una empresa. (PIN PILAY 2021)	Se realizará una encuesta de satisfacción del cliente al finalizar la propuesta de gestión de inventarios y se calculará el índice CSAT.
Ciclo de la orden	Consiste en controlar el tiempo consistentemente que transcurre desde que los clientes realizan un pedido, hasta que tienen físicamente los productos y/o servicios en sus instalaciones (Salas, Miguél y Acevedo, 2017).	$\sum_{\text{pedidos}} \frac{\text{Fecha de entrega de resultados} - \text{fecha de solicitud}}{\text{Número de pedidos}}$
Pedidos entregados a tiempo	Mide el nivel de cumplimiento de la compañía para la entrega de los pedidos en el tiempo pactado con el cliente (Salas, Miguél y Acevedo, 2017)	$\text{PET} = \frac{\text{Número de resultados entregados a tiempo}}{\text{Número total de resultados entregados}} * 100$

Continuación Tabla VII.

Variables	Definición teórica	Definición operativa
Rotación del inventario	Proporción entre las ventas y las existencias promedio e indica el número de veces que el capital invertido se recupera a través de las ventas (Waller y Esper, 2017).	Tasa de rotación de inventario (Salidas de materiales promedio)/(Promedio de inventario)
Vejez del inventario	Nivel de mercancías no disponibles para despachos por obsolescencia, deterioro, averías, devueltas en mal estado, vencimiento, etc (Espejo, 2017).	<i>Vejez del inventario</i> (Unidades dañadas + obsoletas + vencidas) / (Unidades disponibles en el inventario)
Duración mercancías	Proporción entre el inventario final y las ventas promedio del último período e indica cuantas veces dura el inventario que se tiene (Waller y Esper, 2017).	<i>Duración de mercancías</i> (<i>Inventario promedio</i>) / (<i>Salidas de materiales promedio</i>)

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

9.4. Fases

El estudio de investigación se llevará a cabo en 5 fases las cuales se definen a continuación:

9.4.1. Fase 1: Revisión bibliográfica de soporte para el estudio

El estudio de investigación inicia con la detección, obtención y consulta de literatura relacionada al problema de investigación, tal como: cadena de suministros, inventarios, control y gestión de estos, pronósticos, entre otros; de los cuales se extrae y recopila información relevante para los propósitos del estudio.

La revisión de la literatura inicia directamente con fuentes primarias, consultando vía internet sistemas de información y bases de referencias y datos, que permitan al investigador tener una perspectiva teórica más amplia del problema en estudio y se logre la previsualización de la problemática a enfrentar y las diferentes alternativas de la solución.

9.4.2. Fase 2. Recolección de información

En esta fase se pretende llevar a cabo la recolección de datos del tipo cualitativo y cuantitativo.

Los datos cualitativos tendrán como finalidad la obtención de datos relevantes que permitan al investigador contextualizar la situación actual del problema de estudio. Los datos cuantitativos tendrán como finalidad la obtención de datos sobre las variables de la unidad de análisis.

9.4.3. Fase 3. Análisis de información y propuesta de mejora

En el proceso de recolección de datos cualitativos se lleva un proceso inicial de análisis el cual ocurre paralelamente al momento de su obtención. Sin embargo, para que el análisis se lleve de forma más precisa se hará uso de la herramienta “teoría fundamentada” cuyo proceso a seguir se resume en: recolección de los datos, organización de los datos e información, preparación de los datos para el análisis, revisión general del material obtenido (lectura y observación), identificación de la(s) unidad(es) de análisis.

Como resultado del análisis de datos cuantitativos se identificará la situación general del laboratorio en torno a la gestión de inventarios, se construirá un diagrama Ishikawa y se realizará un análisis FODA.

9.4.3.1. Método de clasificación ABC

Este método se utilizará con la finalidad de establecer prioridades en torno a la administración de inventarios en cada categoría.

9.4.3.2. Pronóstico de materiales de consumo

El sistema de pronósticos, como herramienta fundamental para el control de inventarios, se alinea con la clasificación ABC de inventarios. Para ello, se toma el criterio de que los materiales clase A deberán ser examinados continua y rutinariamente, en conjunto con técnicas relativamente complejas de pronósticos. Los materiales clase B pueden ser manejados de forma automática, con técnicas adecuadas de pronósticos, no tan complejas como las aplicadas a los materiales clase A. Los materiales clase C se pueden pronosticar con técnicas más simples, o bien, no pronosticarse.

9.4.3.3. Propuesta de política de gestión de inventarios

A partir de la recolección y análisis de la información, se presentará la propuesta de mejora mediante el planteamiento de una política de gestión de inventarios, la cual conlleva una ejecución sistemática de pasos que permitirán cumplir con los objetivos planteados y otorgar una solución eficiente a la empresa.

9.4.4. Fase 4. Medición del desempeño de la propuesta

Se deberá medir el desempeño de la propuesta de la política de gestión de inventarios mediante los siguientes indicadores, los cuales se dividen en dos grandes grupos:

- Indicadores de desempeño de servicio al cliente
 - Ciclo de la orden: cuyo objetivo será controlar el tiempo que transcurre desde el momento que los clientes toman contacto con el laboratorio de ensayo para la solicitud de un servicio hasta el momento que obtienen los resultados. La unidad de medida estará dada en días.

$$\sum^{pedidos} \text{Fecha de entrega de resultados} - \text{fecha de solicitud}$$

- Pedidos entregados a tiempo: Este indicador pretende medir el nivel de cumplimiento del laboratorio para realizar la entrega de los

resultados en el período de tiempo pactado con el cliente. El resultado estará expresado en porcentaje.

$$PET = \frac{\text{Número de resultados entregados a tiempo}}{\text{Número total de resultados entregados}} * 100$$

- Índice de satisfacción del cliente (CSAT): es un indicador muy popular ya que es fácil de utilizar y permite la interacción directa entre los usuarios y la organización.

$$CSAT = \frac{\text{Número de clientes satisfechos}}{\text{Número total de personas que respondieron la encuesta}} * 100$$

- Indicadores de desempeño de gestión de inventarios en el laboratorio de ensayo:

- Modelo 4-V
 - Medidas de volumen
 - Medidas de valor
 - Medidas de velocidad
 - Medidas de varianza
- Vejez del inventario: este indicador pretende controlar el nivel de los materiales no disponibles para su uso por obsolescencia, deterioro, mal estado, vencimiento, entre otros.

$$\text{Vejez del inventario} = \frac{\text{Unidades dañadas} + \text{obsoletas} + \text{vencidas}}{\text{Unidades disponibles en el inventario}}$$

- Rotación del inventario: el objetivo primordial de este indicador será mostrar al laboratorio cuántas veces al año se renueva por completo el stock. El resultado estará expresado en unidades.

$$Tasa\ de\ rotación\ de\ inventario = \frac{Salidas\ de\ materiales\ promedio}{Promedio\ de\ inventario}$$

- Duración de mercancías: este indicador muestra la proporción entre el inventario final y las salidas promedio en el último período comprendido por 6 meses, este indica cuantas veces dura el inventario que se tiene.

$$Duración\ de\ mercancías = \frac{Inventario\ promedio}{Salidas\ de\ materiales\ promedio}$$

9.4.5. Fase 5. Elaboración de informe final

Finalmente, se desarrollará el informe final del estudio de investigación donde se detallarán los resultados de la investigación, la interpretación, conclusiones y principales recomendaciones.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS

Al obtener obtenido los datos del estudio se procederá a realizar un análisis de la información, para poder predecir algunos comportamientos. Para ello se utilizarán las siguientes herramientas:

10.1. Técnicas Cualitativas

Para obtener la información teórica necesaria a utilizarse durante el desarrollo y aplicación de la investigación, se hará uso de las siguientes técnicas:

- Revisión documental: se realizará una revisión bibliográfica en estudios de investigación, revistas científicas y otras fuentes en temas relacionados a inventarios, control y gestión de inventarios, indicadores para la medición de inventarios, entre otros.

10.2. Técnicas de Recopilación de datos

Las técnicas de recolección de datos son mecanismos e instrumentos que se utilizan para reunir y medir información de forma organizada y con un objetivo específico.

10.2.1. Cualitativas

Se hará uso de las siguientes técnicas cualitativas para la recolección de información:

- Entrevistas: Las entrevistas serán semiestructuradas, se tendrá una guía en donde se especificarán los temas a tratar y las preguntas específicas en torno al problema en estudio, con la libertad de introducir preguntas adicionales para obtener más información pertinente al estudio de investigación. Las clases de preguntas a utilizar serán: generales (gran tour), para ejemplificar, estructurales, de conocimiento y de opinión.

Se programarán reuniones individuales con el personal del laboratorio (administrativo y técnico) para conversar e intercambiar información que permitan obtener perspectivas, experiencias y opiniones detalladas de los participantes.

- Recolección de documentos y registros: Los documentos y registros constituyen una fuente valiosa de datos para el investigador, ya que le permite conocer los antecedentes del problema, las experiencias y su funcionamiento cotidiano. Los documentos por adquirir son:
 - Listado actualizado de materiales de consumo existentes en el laboratorio de ensayo, se hará la solicitud al Coordinador de Control de Calidad.
 - Datos históricos del inventario de materiales de consumo de los últimos 3 años detallado con una frecuencia mensual, los datos serán obtenidos mediante solicitud vía correo electrónico al Coordinador de Control de Calidad.
 - Copia controlada del procedimiento vigente de técnicas y/o políticas de administración y control de inventario de materiales que rige actualmente en el laboratorio de ensayo, el documento será solicitado al Coordinador de Control de Calidad.

- Datos históricos del registro de control de muestras que ingresan al laboratorio, donde se detalle la fecha de solicitud del cliente y la fecha de entrega de resultados finales.

La información relevante de cada documento y registro obtenido deberá ser integrado para su posterior análisis, el uso aparente que se le dará en el estudio será diagnosticar la situación actual del sistema de gestión de inventarios a partir de los procesos relacionados a la clasificación y políticas actuales que rigen en el laboratorio de ensayo.

10.2.2. Cuantitativas

- Cuestionario: Se plantearán un conjunto de preguntas respecto a una serie de variables a medir, las preguntas serán de tipo cerradas con una serie limitada de opciones a seleccionar, las cuales son definidas a priori por el investigador.
El cuestionario estará dirigido a los clientes del laboratorio, tanto internos como externos, con el propósito de medir el índice de satisfacción del cliente CSAT.
- Revisión de documentos y registros: se solicitará al Coordinador de Control de Calidad que del listado proporcionado acerca de los materiales en consumo existentes en el laboratorio de ensayo se tenga el precio unitario de cada producto del año 2022.
- Encuestas: Preguntas específicas y cerradas que permitan conocer la perspectiva general de nuestros clientes con respecto al nivel de servicio

prestado por parte del laboratorio, los clientes se dividen en dos principales grupos:

- Clientes externos: se compone de aquellos que adquieren los ingredientes y productos terminados para la nutrición animal que fueron fabricados en la planta productiva y que como potencial diferenciador se les ofrece el servicio de laboratorio. Este grupo no tiene comunicación directa con el personal del laboratorio, sino que todo se maneja mediante los técnicos comerciales; por lo tanto, se enviará vía correo electrónico un enlace con el formulario de Google para que cada técnico lo reenvíe a todos los clientes que tengan una opinión acerca del laboratorio y su nivel de servicio.
- Clientes internos: En este grupo únicamente se encuentra la planta productiva de la empresa, la cual requiere que se mantenga un control periódico de las materias primas y productos terminados que forman parte de todo el proceso productivo. En este caso se enviará la encuesta directamente al correo electrónico de los involucrados para conocer su opinión con respecto al laboratorio y su nivel de servicio.

10.3. Técnicas de análisis de información

La disposición de la información de una forma gráfica y organizada facilita la comprensión y el análisis de esta. Luego de recopilar los datos se deberán aplicar los siguientes métodos y herramientas:

10.3.1. Diagrama de Ishikawa

La aplicación de esta técnica se llevará mediante los siguientes pasos:

- Identificar el problema o situación que se desea analizar
- Realizar una lluvia de ideas de causas probables de lo escrito en la cabeza del diagrama
- Analizar el problema desde cada una de las espinas mayores
- Analizar el problema desde el segundo nivel de causas
- Completar las otras causas probables
- Finalizando el diagrama, analizar las causas obtenidas y determinar en cuales se va a actuar

10.3.2. Método de clasificación ABC

El método de clasificación ABC, se basa en el principio de Pareto, el cual expresa que alrededor del 20 %, de los productos corresponden aproximadamente al 80 % de las ventas anuales de la empresa, este método corresponde a un sistema de clasificación de los productos para fijarles un determinado nivel de control de existencia; para con esto reducir tiempo de control, esfuerzos y costos en el manejo de inventarios. Para realizar la segmentación de productos se utilizará el criterio de clasificación por utilización, los pasos a seguir se detallan a continuación:

- Tabular el listado de materiales de consumo existentes en el laboratorio junto con el promedio del último año del consumo anual y valor unitario.
- Multiplicar el valor unitario promedio con el consumo promedio para obtener el valor de utilización.

*Valor de utilización de inventario por artículo: $Cu * Cou$*

Donde:

Cu: Costo promedio unitario por artículo

Cou: Consumo promedio por artículo

- Ordenar los materiales de consumo en orden descendente con base en el valor de utilización de inventario físico por artículo.
- Multiplicar el consumo promedio total por los porcentajes de distribución definidos (15, 20 y 65% para zona A, B y C respectivamente). Los resultados indican cuántas unidades por artículo tendrá cada zona.
- Clasificar como materiales tipo A, B y C con base en los valores obtenidos del paso anterior.
- Representar gráficamente los resultados obtenidos mediante la creación de un diagrama de Pareto utilizando la herramienta de Microsoft Excel.
- Con los resultados de la clasificación se establecen los métodos de pronósticos más adecuados.

10.3.3. Pronósticos de demanda

Previo a iniciar con la aplicación de cualquier método de pronósticos es necesario el análisis de los datos históricos del inventario de materiales de consumo de los últimos 3 años, se deberán construir los gráficos que representen los datos históricos de demanda contra tiempo.

Los materiales en análisis serán los de clase A y B y los métodos de pronósticos recomendados inicialmente son: pronósticos con suavización exponencial doble y pronósticos con suavización exponencial simple respectivamente. Sin embargo, la decisión final del método depende en gran parte del patrón de demanda observado a través de la representación gráfica de los datos históricos. Los sistemas de pronósticos a utilizar según el patrón de demanda observado se describen a continuación:

Tabla VIII. **Sistemas de pronósticos y el patrón de demanda observado**

Patrón de demanda observado	Sistema de pronóstico recomendado
Perpetua, estable o uniforme	Promedio móvil o suavización exponencial simple
Con tendencia creciente o decreciente	Regresión lineal simple o suavización exponencial doble
Estacional o periódica	Modelos periódicos de Winters

Fuente: elaboración propia

El presente diseño de investigación es no experimental debido a que no se está construyendo una situación que manipule las variables estudiadas, se planteará una propuesta para un sistema eficiente de gestión de inventarios de materiales de consumo que asegure la mayor efectividad de cada una de las variables involucradas con el siguiente esquema:

- Recopilación de información y datos.
- Tabulación de datos.
- Identificación de la situación actual del laboratorio con respecto a la gestión y control de inventarios.

- Medición del porcentaje de satisfacción del cliente.
- Investigar y proponer sobre sistemas de gestión de inventarios que asegure el porcentaje de satisfacción de los clientes.
- Implementación de indicadores y seguimiento de resultados.
- Desarrollo del sistema de gestión de inventario de materiales de consumo en el laboratorio de ensayo.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

La ejecución del presente trabajo de investigación es factible, ya que la empresa desarrolladora de productos para consumo animal autoriza la realización de este, brindando apoyo con los recursos:

12.1. Recursos necesarios

Para que esta investigación sea realizada, en primer lugar, se gestiona la autorización de la Gerencia, la cual proporciona los siguientes recursos:

- Humanos: disposición del personal técnico y administrativo del laboratorio para compartir la información necesaria que será útil para la realización del trabajo de investigación.
- Tecnológico: acceso a internet para enriquecer la investigación.
- Informativos: acceso a la información que maneja la empresa, teniendo en consideración la política de confidencialidad. Para que se haga efectiva esta confidencialidad se tuvo a bien firmar el documento con la política de confidencialidad.
- Infraestructura y equipo: Facilitan la utilización del mobiliario y equipo necesario para el desarrollo de la investigación, así como acceso a las áreas relacionadas a la investigación.

El recurso financiero es aportado directamente por el investigador. A continuación, se detalla una tabla con el desglose de los gastos que se tendrán para el desarrollo de la presente investigación:

Tabla IX. **Presupuesto**

No.	Recurso	Descripción del gasto	Costo	% participación
1	Humano	Tiempo del investigador	Q. 5,500.00	45.55
2	Humano	Asesor de trabajo de investigación	Q. -	0
3	Alimentación	Alimentación	Q. 1,000.00	8.28
4	Transporte	Consumo de Combustible / traslado en uber	Q. 2,000.00	16.56
5	Materiales	Papelería y útiles	Q. 2,500.00	20.70
6	Tecnológico	Internet	Q. 500.00	4.15
7	Varios	Emergencias (5%)	Q. 575.00	4.76
Total			Q. 12,075.00	100

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

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

13. REFERENCIAS

1. Andino, R. (2006). "Cadena de Suministro (SCM)." Madrid: EOI Escuela de Negocios. Recuperado de <https://www.eoi.es/sites/default/files/savia/documents/componente45144.pdf>
2. Arciniegas, G. (julio-diciembre, 2013). Modelo de Gestión de Inventarios Para Empresas Comerciales de La Ciudad de Ibarra, Provincia de Imbabura. UCV-HACER. *Revista de Investigación y Cultura* 2(2):11–26. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=521752181003>
3. Ballou, H. (2004). *Logística: Administración de La Cadena de Suministro*. Pearsosn educación. Recuperado de https://www.academia.edu/16236982/Logistica_Administracion_de_la_cadena_de_suministro_5ta_Edicion_Ronald_H_Ballou
4. González B., Rodríguez R. y Orozco R. (2017). Marcadores para Segmentación Watershed Usando Transformada de Radon. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 11(1), 136-152. Recuperado en 05 de noviembre de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992017000100010&lng=es&tlng=.
5. Bowersox, Donald J., David J. Closs, y M. Bixby Cooper. 2005. *Administración y Logística En La Cadena de Suministros*. McGraw Hill.

Recuperado de
https://www.academia.edu/37830505/Administracion_y_Logistica_de_la_Cadena_de_suministro_bowersox_pdf

6. Cardona, Orejuela y Rojas. (Julio-Diciembre,2018). Gestión de Inventario y Almacenamiento de Materias Primas En El Sector de Alimentos Concentrados. *Revista Eia*, 15(30), 195–208. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/1492/149259394013/149259394013.pdf>
7. Camacho, Hernando, K. L. Gómez, y Camilo Andrés Monroy. (2012). “*Importancia de La Cadena de Suministros En Las Organizaciones.*” in Tenth LACCEI Lat. Am. Caribb. Conf.(LACCEI’2012.
8. Carreño, A. (2018). *Cadena de Suministro y Logística*. Perú: Fondo Editorial de la PUCP. Recuperado de <https://es.scribd.com/book/456508809/Cadena-de-suministro-y-logistica>
9. Caurin, J. (2017). *Tipos de empresas*. Obtenido de Emprende pyme. Net: <https://www.emprendepyme.net/tipos-de-empresas>
10. Chen, Jing, Gusikhin, Finkenstaedt, y Liu. (2019). *Maintenance, Repair, and Operations Parts Inventory Management in the Era of Industry 4.0*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.171>.
11. Coyle, J. J. (s.f.). *Administración de La Cadena de Suministro. Una Perspectiva Logística*. México: Editorial CENGAGE Learning. Recuperado de

https://issuu.com/cengagelatam/docs/administracion_de_la_cadena_de_suministro_9a_ed.

12. Dai, Jianhua, Peng, y Shibiao. (2017). *Mitigation of Bullwhip Effect in Supply Chain Inventory Management Model*. Procedia Engineering. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.291>
13. Durán, Y. (Enero-Junio, 2012). Administración Del Inventario: Elemento Clave Para La Optimización de Las Utilidades En Las Empresas. *Revista Visión Gerencial*, (1), 55–78. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4655/465545892008.pdf>
14. Fernández, A. (2018). *Gestión de Inventarios. COML0210*. Antequera: IC editorial. Recuperado de <https://es.scribd.com/book/494616941/Gestion-de-inventarios-COML0210>
15. Gallegos, J. E. (2013). *Métodos de Pronósticos Para Negocios*. Editorial Digital del Tecnológico de Monterrey. Recuperado de <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/621230>
16. Garcete, Benítez, Roa, y Vazquez. (2017). Técnica de Pronóstico de La Demanda Basada En Business Intelligence y Machine Learning. in Simposio Argentino sobre Tecnología y Sociedad (STS)-JAIIO 46
17. González, M. E. (2022). *Gestión de Inventarios. Métodos Cuantitativos*. MARGE BOOKS. Recuperado de <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/32bfb307-7e3a-44ed-a121-9e04be7c9a52/content>

18. Guerrero, H. (2009). *Inventarios: Manejo y Control*. México: ECOE ediciones México. Recuperado de https://books.google.com.pe/books/about/Inventarios_manejo_y_control.html?id=2q5JDwAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
19. Hanke, J. E. (2010). *Pronósticos En Los Negocios [Libro]*. Editorial: México D. F.: Pearson Educación. Recuperado de https://www.academia.edu/37476243/LIBRO_Pronosticos_en_los_negocios_John_E_Hanke_8va_Ed_pdf
20. Macías, R., Leon, A. y Limon, C. (noviembre, 2019). “*Análisis de La Cadena de Suministro Por Clasificación ABC: El Caso de Una Empresa Mexicana (Supply Chain Analysis by ABC Classification: The Case of a Mexican Company)*.” *RAN-Revista Academia & Negocios* 4(2). Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/5608/560859050001/>
21. Manzo, E., Cardona, D., Torres, R. y Mera, B. (marzo, 2017). Diagnóstico de Los Modelos de Gestión de Inventarios de Alimentos En Empresas Hoteleras. *Revista Científica Ecociencia* 4(3):28–51. Recuperado de <https://revistas.ecotec.edu.ec/index.php/ecociencia/article/view/31/24>
22. MEANA, P. P. (2017). *Gestión de Inventarios*. Ediciones Paraninfo, SA. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=MI5IDgAAQBAJ&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>

23. Nemtajela, Ndivhuwo, y Mbohwa. (2017). *Relationship between Inventory Management and Uncertain Demand for Fast Moving Consumer Goods Organisations*. *Procedia Manufacturing* 8:699–706. doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.090>.
24. Parada, J. (2006). *Sistemas de Inventario*. Caracas: Ediciones Punto Cero. Recuperado de https://www.academia.edu/28583658/Sistemas_de_Inventario
25. Pacheco, J. (2019). *Administración de Inventarios (Definición, Objetivo, Beneficios y Consejos)*. Recuperado de <https://www.Webyempresas.Com/Administracion-Deinventarios>.
26. Peña, Omaira, y Da Silva. (mayo-agosto, 2016). Factores Incidentes Sobre La Gestión de Sistemas de Inventario En Organizaciones Venezolanas. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales* 18(2):187–207. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/993/99345727003.pdf>
27. Peñate, Ugando, Parrales, y Bustos. (Mayo, 2022). Modelo de Gestión de Inventarios a Través de Mínimos y Máximos En La Empresa Comercial 'Muebles Chabelita. *ECA Sinergia*, 13(2), 83–94. Recuperado de <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/ECASinergia/article/download/3759/4597?inline=1>
28. Placeres, A., y Día, J. (mayo, 2018). Estimación de La Demanda: Un Análisis de Métodos y Sus Aplicaciones. *Revista Cubana de*

Administración Pública y Empresarial 2(2):173–87. Recuperado de <https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/47>

29. PIN, K. F. (2021). “*El método csat y la satisfacción de los clientes en los restaurantes y servicios móviles de comida de la libertad.*”
30. Rivadinayra, Obed, Cueva, y Montoya. (2022). “*Revisión de La Literatura Sobre Gestión de Inventario En La Industria Textil.*” *Qantu Yachay* 2:26–40. doi: 10.54942/qantuyachay.v2i1.19.
31. Salas, H. G. (2022). *Inventarios: Manejo y Control*. ECOE ediciones. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=2q5JDwAAQBAJ>
32. Salas, Maiguel, y Acevedo. (2017). *Metodología de Gestión de Inventarios Para Determinar Los Niveles de Integración y Colaboración En Una Cadena de Suministro*. *Revista Chilena de Ingeniería*, 25(2), 326–37
33. Salazar, María Mercedes Torres, and Pedro García Mancera. 2017. “*Administración de Inventarios, Un Desafío Para Las Pymes.*” *Inventio, La Génesis de La Cultura Universitaria En Morelos* (29):31–38.
34. Saputro, Thomy, Gonçalo, y Almada. (2019). “*Integration of Supplier Selection and Inventory Management under Supply Disruptions.*” *IFAC-PapersOnLine* 52(13):2827–32. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.637>
35. Thompson, I. (2005). Definición de mercado. Promonegocios. net.

36. Valderrama, Diógenes. (2020). *“Administración de Inventarios y Almacenamiento de Mercancía En Seveter SA.”*
37. Velásquez, Mauricio. (2019). *“Estudio Del Modelo de Gestión de Inventario Basado En Máximos y Mínimos.”*
38. Vidal, C. J. (2010). *Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios*. Santiago de Cali: Programa Editorial UNIVALLE. Recuperado de https://www.academia.edu/39266025/FUNDAMENTOS_DE_CONTROL_Y_GESTI%C3%93N_DE_INVENTARIOS
39. Zárate, Enríquez, y Rodríguez. 2020. *“Beneficios de Utilizar El Análisis ABC En La Administración de Inventarios En Una Pequeña y Mediana Empresa (PyME) Comercializadora En Tlaxcala, México.”* Cienc. Adm 1.
40. Waller, A. y Esper, T. (2017). *Administración de Inventarios*. Editorial Pearson. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/510348182/1-Administracion-de-Inventarios-Matthew-a-Waller-P-Copia>

14. APÉNDICE

Apéndice 1. Matriz de coherencia

MATRIZ DE COHERENCIA		Metodología
Problema	Objetivo	
GENERAL	<p>¿Cómo mejorar la administración y control del inventario de materiales de estudio de investigación con enfoque mixto, síncrono en estado descriptivo, con inclusión de materiales de consumo en el laboratorio de ensayo de consumo que permita mejorar en un 3% el índice de satisfacción componentes exploratorias y correlacionales y diseño adaptado no experimental, manera que permita incrementar el índice de satisfacción del cliente para el primer semestre del año 2023.</p>	
	<p>Establecer la situación actual del laboratorio con respecto al sistema de gestión y control de inventarios de materiales de consumo por medio de la aplicación de herramientas diagnósticas que permitan identificar las necesidades de mejora.</p>	<p>Recolección de información:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Datos cualitativos: entrevistas semiestructuradas; recolección de documentos y registros • Datos cuantitativos: cuestionario <p>Análisis de información:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teoría fundamentada • Método de clasificación ABC
	<p>¿Cómo pronosticar la necesidad de materiales de consumo en el laboratorio con base en los datos históricos de ensayos requeridos en los últimos tres años?</p>	<p>Materiales clase A: método de pronósticos con suavización exponencial doble</p> <p>Materiales clase B: métodos de pronósticos con suavización exponencial simple</p>
ESPECÍFICOS	<p>¿Qué técnica se utilizará para la administración y control de inventarios de materiales de consumo en el laboratorio?</p>	<p>Modelo no determinista</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de revisión continua
	<p>Establecer indicadores de evaluación para la medición del grado de mejora en las actividades del laboratorio luego de la puesta en marcha del sistema de administración y control de inventarios de materiales de consumo</p>	<p>Indicadores de desempeño de servicio al cliente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ciclo de la orden • Pedidos entregados a tiempo <p>Indicadores de satisfacción del cliente (CSAT)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Índice de satisfacción del cliente (CSAT) <p>Indicadores de desempeño de gestión de inventarios</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelo 4-V <ul style="list-style-type: none"> ○ Medidas de volumen ○ Medidas de valor ○ Medidas de velocidad ○ Medidas de variación
	<p>¿Cómo se evaluará la mejora en la administración y control de inventarios de materiales de consumo en el laboratorio?</p>	

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.