



**Universidad
Europea**

UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID

ESCUELA DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y DISEÑO

ÁREA INGENIERÍA INDUSTRIAL

MÁSTER UNIVERSITARIO EN LOGÍSTICA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA
INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA GESTIÓN
DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA
FARMACÉUTICA “VLSALUD S.A.”**

Alumno: VELEZ GARCIA LORENA HAYDEE

Director: CRISTINA ALVAREZ REQUENA

TÍTULO: PROPUESTA IMPLEMENTACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) EN LA GESTIÓN DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA FARMACÉUTICA “VLSALUD S.A.”

AUTOR: VELEZ GARCIA LORENA HAYDEE

DIRECTOR DEL PROYECTO: CRISTINA ALVAREZ REQUENA

FECHA: 09 de Abril de 2025

RESUMEN

El presente trabajo de investigación analiza el impacto de la implementación de la Inteligencia Artificial (IA) en la gestión de inventarios de la empresa farmacéutica VLSALUD S.A. El estudio aborda los principales problemas de abastecimiento, almacenamiento y control de caducidad de medicamentos, identificando oportunidades de mejora mediante el uso de modelos avanzados de predicción y automatización de procesos logísticos. Se realizó un diagnóstico detallado de la situación actual, evidenciando deficiencias en la precisión de los pronósticos de demanda, sobre stock y pérdidas por vencimiento de productos. Con base en estos hallazgos, se propuso la implementación de IBM Watson Supply Chain, un sistema basado en IA que optimiza la planificación de compras, la distribución y la trazabilidad de inventarios en tiempo real. Los resultados esperados incluyen una reducción del 15% en la caducidad de productos, una disminución del 20% en costos de almacenamiento y una optimización en los tiempos de respuesta ante fluctuaciones de la demanda. Asimismo, se proyecta una mejora en la eficiencia operativa, garantizando un abastecimiento continuo y reduciendo costos administrativos en un 13%. El estudio concluye que la incorporación de IA en la gestión de inventarios no solo permite una mayor eficiencia y rentabilidad, sino que también fortalece la competitividad de la empresa en el sector farmacéutico. Se recomienda la capacitación del personal, monitoreo constante del desempeño del sistema y la integración de nuevas tecnologías para maximizar los beneficios obtenidos.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, gestión de inventarios, predicción de demanda, optimización logística, reducción de desperdicios, eficiencia operativa, industria farmacéutica.

ABSTRACT

This research paper analyzes the impact of implementing Artificial Intelligence (AI) in the inventory management of the pharmaceutical company VLSALUD S.A. The study addresses the main issues of supply, storage, and medication expiration control, identifying improvement opportunities using advanced predictive models and process automation in logistics. A detailed diagnosis of the current situation was conducted, revealing deficiencies in demand forecasting accuracy, overstocking, and losses due to product expiration. Based on these findings, the implementation of IBM Watson Supply Chain, an AI-based system that optimizes purchasing planning, distribution, and real-time inventory traceability, was proposed. Expected outcomes include a 15% reduction in product expiration, a 20% decrease in storage costs, and an optimization of response times to demand fluctuations. Additionally, an improvement in operational efficiency is projected, ensuring continuous supply and reducing administrative costs by 13%. The study concludes that incorporating AI into inventory management not only enhances efficiency and profitability but also strengthens the company's competitiveness in the pharmaceutical sector. It is recommended to provide staff training, constant monitoring of system performance, and the integration of new technologies to maximize the benefits obtained.

Key words: Artificial Intelligence, inventory management, demand forecasting, logistics optimization, waste reduction, operational efficiency, pharmaceutical industry.

Índice

RESUMEN	3
ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN	6
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	6
Capítulo 2. ESTRUCTURA DEL PROYECTO	8
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
2.2 JUSTIFICACIÓN.....	9
2.3 ALCANCE	9
2.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	10
2.4.1 Objetivo General.....	10
2.4.2 Objetivos Específicos	10
2.5 MEMORIA.....	10
2.5.1 Marco Teórico.....	10
2.5.2 Marco Conceptual	12
2.5.3 Marco Referencial	14
2.6 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	15
2.6.1 Técnica de recolección de datos.....	16
Capítulo 3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	17
3.1 ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE ABASTECIMIENTO DEL CD.....	17
3.2 ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE ABASTECIMIENTO DE LOS POS.....	19
3.3 ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE DEVOLUCIONES POR VENCIMIENTO ...	21
3.4 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA GESTIÓN DE INVENTARIOS	22
Capítulo 4. PROPUESTAS DE MEJORA	24
4.1 COMPONENTES DEL SISTEMA CON IA.....	24
4.2 EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE SISTEMAS CON IA PARA GESTIÓN DE INVENTARIOS.....	25
4.3 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN	28
4.4 ANÁLISIS DE RIESGO DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	30
4.5 COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN	33
Capítulo 5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE PROPUESTA	34
5.1 BENEFICIOS ESPERADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	34
5.2 OPCIONES DE FINANCIAMIENTO	36
5.3 ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL PROYECTO	37
5.4 EVALUACIÓN DE SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO	39
CONCLUSIONES	41

RECOMENDACIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	42
ANEXOS	45

Índice de Figuras

Figura 1. Proceso de Abastecimiento CD.....	17
Figura 2. Pronóstico vs Demanda del producto Amoxicilina 50 mg. Fuente: VLSALUD S.A.	18
Figura 3. Proceso de abastecimiento de POS.....	19
Figura 4. Evolución de los KPIs de gestión de inventarios.	20
Figura 5. Proceso de devoluciones de vencimiento de mercancías.	21
Figura 6. Comparativo de compras, ventas y devoluciones.....	22
Figura 7. Diagrama de Ishikawa de la Gestión de Inventarios.....	23
Figura 8. Diagrama Gantt de implementación	28

Índice de Tablas

Tabla 1. Análisis de KPIs actuales de la gestión de abastecimiento.....	20
Tabla 2. Cuadro de comparativo de Sistemas con IA para gestión de inventarios.....	25
Tabla 3. Adaptabilidad a la empresa.	26
Tabla 4. Fases de implementación.....	29
Tabla 5. Riesgos Tecnológicos de la implementación.	30
Tabla 6. Riesgos Operativos de la implementación.....	31
Tabla 7. Riesgos Financieros de la implementación.....	31
Tabla 8. Riesgos Organizacionales de la implementación.	32
Tabla 5. Costos de Fases del proyecto	33
Tabla 6. Recursos para la implementación	34
Tabla 7. Beneficios esperados de la implementación.....	36
Tabla 8. Comparativos de entidades financieras	36
Tabla 9. Cuadro comparativo de entidades financieras.....	37
Tabla 10. Indicadores de Sostenibilidad.....	40

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se realiza dentro la empresa VLSALUD S.A. la misma que está dedicada a la distribución y comercialización de productos farmacéuticos bajo su propia marca comercial. Tiene como finalidad presentar propuestas de mejora de la gestión de inventarios del área de logística con el propósito de minimizar las falencias que se encuentran dentro de los procesos de abastecimiento, almacenamiento y reducción de desperdicios. Para ello fue necesario dividir el estudio en los siguientes tres capítulos:

El primer capítulo se trata del análisis de la situación actual de la organización, partiendo principalmente en el análisis de los problemas de la gestión de inventarios. Para ello será necesario analizar las gestiones del área logística a través de la aplicación de diversas técnicas de análisis tales como diagramas de causa – efecto, Pareto y estadística descriptiva, mediante la cual se puedan detectar las falencias y obtener propuestas de mejora.

Dentro del segundo capítulo se presentan las diversas propuestas de mejora con las que se pretende minimizar las falencias de cada gestión analizada y de la misma manera incrementar los niveles de productividad del área en estudio. Por consiguiente, se mostrará una propuesta la cual consiste en implementar la inteligencia artificial en la gestión de inventarios enfocadas en mejorar los procesos actuales y por ende la gestión de inventarios como tal.

Finalmente, el tercer capítulo se basa en el análisis del impacto económico que tienen las propuestas presentadas en relación con la situación actual de la organización. Dicho impacto será medido a través de la aplicación del análisis costo – beneficio, en el cual se utilizó la información de los resultados obtenidos por el área y los costos que se requieran para la implementación de las propuestas de mejora.

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

VLSALUD S.A es una empresa que se dedica a la distribución y comercialización de productos farmacéuticos. Opera a través de su propia cadena de locales mediante su marca *Farmacia Vitalia*. Posee un centro de distribución ubicado en Daule- Guayas-Ecuador, donde se ejecutan todos los procesos para satisfacer la demanda de medicamentos de la comunidad.

Inicia sus operaciones en el año 1990, la doctora Clelia García asume el riesgo de crear su primera farmacia ubicada en el sector sur de la ciudad de Guayaquil. Inspirada en su amor por la cultura italiana y su pasión por ayudar a los demás nombra su local *Farmacia Vitalia* el cual surge de la mezcla de la palabra italiana Vita que en español significa vida e Italia el cual es el nombre del país que anhelaba visitar. Inició con el enfoque de ofrecer medicamentos de calidad, atención personalizada y consejos de salud, mediante el cual se ganó la confianza y aceptación de sus clientes.

Con el tiempo, la reputación de *Farmacia Vitalia* se extendió más allá de su barrio. La demanda creció y para el 2005, ya contaba con varias sucursales en distintas ciudades de Ecuador. Para el año 2015, se había consolidado como una de las cadenas de farmacias más importantes del país. La empresa no solo ofrecía medicamentos, sino también una amplia gama de productos de salud y bienestar. En 2010, su fundadora dio

un paso más hacia la consolidación de su empresa al inaugurar su propio centro de distribución. Este centro permitió gestionar de manera más eficiente el inventario y la logística, asegurando que todas las sucursales estuvieran siempre bien abastecidas, también permitió negociar mejores acuerdos con proveedores, reduciendo costos y ofreciendo precios más competitivos a sus clientes. Hoy en día, "Farmacia Vitalia" cuenta con más de 50 sucursales en todo Ecuador y es reconocida por su compromiso con la comunidad, la innovación en el sector farmacéutico y la calidad de su servicio. La clave del éxito fue su capacidad para adaptarse a los cambios y las necesidades del mercado, sin perder nunca de vista su misión original: mejorar la calidad de vida de las personas a través de la salud.

Capítulo 2. ESTRUCTURA DEL PROYECTO

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El siguiente estudio se realizó dentro del área logística de la empresa VLSALUD S.A., misma que se dedica a la comercialización de productos fármacos a través de sus tiendas ubicadas en diferentes zonas del Guayas. Durante la visita, se evidenciaron diversos problemas en el área los cuales influyen en un incorrecto abastecimiento de los productos farmacéuticos y por ende en malos resultados para la compañía. El principal objetivo de la empresa es brindar servicios de salud mediante la satisfacción y bienestar de la comunidad.

Debido a que el enfoque de la compañía se centra en lograr la satisfacción del cliente, se procede a analizar su cadena logística ya que se estaban presentando varias quejas por parte del personal de la farmacia en pérdida de los clientes y por ende de los niveles de ventas de cada local, esto debido a que no se estaba cumpliendo con la demanda de los productos, es decir, habían problemas tales como: Deficiencias en el abastecimiento de los productos generando de esta manera rupturas o quiebres de stock y en productos de poca venta hay sobre stock causando devoluciones por vencimiento (desperdicios). Por tal motivo, de acuerdo con (Blasco Ferrándiz, Blasco Barbero, & Blasco Barbero, 2023) el principal objetivo al que se enfrenta la industria farmacéutica es maximizar su cadena de valor mediante la reducción del desperdicio y la optimización de los procesos de producción y logísticos.

Las empresas farmacéuticas han utilizado metodologías tradicionales para el suministro y gestión de inventarios basándose en modelos estadísticos y pronósticos establecidos en datos históricos. No obstante, estos procedimientos resultan ser ineficientes dado que no se consideran todas las variables que participan en el proceso, como la fluctuación de la demanda, cambios en el mercado, crisis sanitarias, lo que genera que las compañías tengan como resultado problemas en su gestión de inventarios, impactando de esta manera a los resultados de la organización y a los pacientes que dependen de un suministro constante de medicamentos.

En este contexto, surge la necesidad de realizar este proyecto para analizar y explorar cómo las nuevas tecnologías podrían optimizar la gestión de inventarios y reducción de desperdicios a través de soluciones innovadoras. La transformación digital se ha destacado como un factor crítico para la supervivencia y éxito de las organizaciones en el mercado global. De acuerdo con los autores (Ibarra Peña, Morán Murillo, & Rodríguez Sares, 2024), una de las tecnologías que ha emergido como una herramienta prometedora para la optimización de la gestión de inventarios es la inteligencia artificial (IA), esta utiliza algoritmos de aprendizaje automático, análisis predictivo y automatización de procesos lo cual ayudaría a mejorar la precisión en la predicción de la demanda, optimizar los niveles de stock y reducir costos operativos.

Por tal motivo el objetivo principal de este trabajo es proponer la implementación de la inteligencia artificial en la gestión de inventarios, mediante el análisis de grandes volúmenes de datos, predecir patrones de demanda y automatizar decisiones para mejorar la precisión y eficiencia de las operaciones logísticas.

¿En qué medida la IA mejora la eficiencia en la planificación de inventarios?

2.2 JUSTIFICACIÓN

Debido a la importancia de la implementación tecnológica en las empresas a nivel mundial, vemos como una herramienta fundamental e importante el uso de la inteligencia artificial en la industria farmacéutica, que a través de la definición de sus algoritmos avanzados puede convertirse en imprescindible para los médicos, farmacéuticos, pacientes y comunidad general.

Es así como mediante el uso de la herramienta de diagrama de Pareto se pudo realizar el levantamiento de información relevante para el análisis de las causas que están generando deficiencias en la gestión logística de la organización. Gracias a la ejecución de este proyecto la empresa se beneficiará, ya que se propone una metodología que integre la inteligencia artificial para mejorar la precisión de la gestión de inventarios y reducción de desperdicios o pérdidas por caducidad de productos.

Por otro lado, es de gran importancia en el ámbito social ya que dichas mejoras ayudarán principalmente al personal interno, ya que podrán contar con procesos más ágiles y con menos tiempos improductivos. De la misma manera, en el ámbito académico, se logrará identificar las causas y efectos del problema encontrado que se origina dentro de la compañía. Así mismo, mediante la aplicación de diferentes técnicas de control se podrá desarrollar propuestas que logren reducir el problema raíz que tiene la organización.

2.3 ALCANCE

El presente estudio de TFM se realiza dentro del centro de distribución de la empresa VLSALUD S.A. ubicado en el km 14, Av. León Febres Cordero en la ciudad Daule. Se tomará en estudio el área de logística la misma que es la encargada ejecutar todos los procesos respectivos para abastecer las farmacias y en consecuencia detectar las falencias que existan dentro de la gestión de inventarios del área, con la finalidad de minimizar o reducir dichas falencias y de este modo satisfacer la demanda de cada sector.

El presente trabajo fin de máster tiene carácter descriptivo ya que, de acuerdo con (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, Metodología de la investigación, 2014), se busca definir los atributos, cualidades, características y los perfiles de individuos, conjuntos, asociaciones, métodos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, exclusivamente se desea medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas. Por tal motivo se pretende realizar el análisis de la situación actual del área logística y de la misma manera analizar las diferentes gestiones que aplican actualmente para el abastecimiento, predicción de la demanda, optimizar los niveles de stock, trazabilidad y control de fechas de vencimiento.

En la actualidad la empresa no cuenta con estudio parecido por consiguiente no cuentan con un histórico que los ayude a determinar la situación actual de la organización, ni indicadores de gestión que ayuden a la empresa a determinar las áreas más críticas de la organización.

La información necesaria para la consecución del estudio es fuente primaria, la cual se obtendrá directamente del centro de distribución de la empresa, es decir, del área que se va a tomar dentro de este análisis.

2.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.4.1 Objetivo General

Proponer la implementación de la inteligencia artificial en la gestión de inventarios para optimizar los procesos y reducir desperdicios dentro de la empresa VLSALUD S.A.

2.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar la situación actual de la compañía mediante el levantamiento de información primaria con la finalidad de conocer los índices actuales de la gestión de inventarios.
- Elaborar propuestas de un prototipo del sistema que integre la IA para mejorar la gestión de inventarios y reducir los desperdicios.
- Determinar la factibilidad económica y viabilidad de implementación de la propuesta mediante el análisis de los indicadores de rentabilidad de la empresa.
- Evaluar la sostenibilidad de las mejoras implementadas, considerando su impacto ambiental, la reducción de desperdicios, la optimización de los recursos y la integración de prácticas de economía circular para maximizar el aprovechamiento de los productos en la cadena de suministro de la empresa.

2.5 MEMORIA

En el siguiente apartado se mostrará la información relevante de las teorías y conceptos necesarios para un mejor entendimiento del estudio. Es así como se presentará el marco teórico el cual está basado en la Gestión de Inventarios y la Inteligencia Artificial, el marco conceptual en el cual se incluye información respectiva a las causas del problema raíz y dentro del marco referencial contiene casos de éxito o fracaso relacionados a la implementación de la IA en la industria farmacéutica.

2.5.1 Marco Teórico

Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial (IA) es una rama de la informática que tiene como objetivo crear sistemas capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como aprender, razonar y tomar decisiones (Andres Riascos, Sebastián Bravo, & Galván Colonia, 2025). Sin embargo, (Marrerros Urquiza, Ortiz Centurion, Acosta Aguilar, Infante Villalobos, & Prieto Pastor, 2023) definen a la inteligencia artificial (IA) como un campo de estudio que utiliza modelos computacionales para permitir que las máquinas ejecuten tareas más eficientes que, actualmente, los seres humanos realizan de manera cotidiana. De esta manera el primer enfoque se centra en emular capacidades humanas como el razonamiento y el aprendizaje, mientras que el segundo destaca la capacidad de la IA para realizar tareas de manera más eficiente que los

humanos en situaciones comunes. Ambas definiciones coinciden en que la IA tiene como objetivo mejorar la capacidad de las máquinas para realizar tareas inteligentes.

La inteligencia artificial (IA) puede optimizar la gestión de inventarios al analizar datos históricos y en tiempo real, detectando patrones y tendencias para predecir la demanda y ajustar los niveles de stock con mayor precisión. Esto contribuye a reducir los costos relacionados con el exceso de inventario o el desabastecimiento (Marreros Urquiza, Ortiz Centurion, Acosta Aguilar, Infante Villalobos, & Prieto Pastor, 2023). Las técnicas de inteligencia artificial (IA) más reconocidas incluyen la lógica difusa, los sistemas expertos basados en reglas, los algoritmos genéticos, las redes neuronales artificiales, los agentes inteligentes, la visión artificial y la planificación, entre otras. Además, estas técnicas pueden combinarse, dando lugar a lo que se conoce como técnicas híbridas (Ehie & Ferreira, 2019).

Dentro de las técnicas de aprendizaje automático, destacan las redes neuronales artificiales o el machine learning (ML), las máquinas de soporte vectorial y el agrupamiento, entre otras. Estas metodologías se caracterizan por utilizar conjuntos de datos para realizar tareas como predicción, clasificación, agrupación o comparación. Gracias a estas técnicas, es posible desarrollar sistemas de recomendación o predicción, adaptables a diversos campos y aplicaciones (Shalev-Shwartz & Ben-David, 2014). Los modelos de aprendizaje automático (machine learning) son algoritmos computacionales que permiten a las máquinas aprender de los datos y tomar decisiones o hacer predicciones sin necesidad de ser programados explícitamente para casos específicos. Estos modelos son ampliamente utilizados en diversas áreas, como la medicina, gracias a su habilidad para extraer información valiosa y realizar predicciones precisas a partir de conjuntos de datos complejos (Mathai, Parikh, Parikh, Sekhar, & Thomas, 2008).

En un escenario de interrupciones globales cada vez más frecuentes, como pandemias o conflictos, la inteligencia artificial (IA) se ha transformado en una herramienta clave para fortalecer la resiliencia de la cadena de suministro. Al prever posibles disrupciones y sugerir estrategias de mitigación, la IA permite a las empresas mantener la continuidad de sus operaciones y adaptarse rápidamente a los cambios en el entorno global (Priore, Ponte, Rosillo, & De la Fuente, 2018).

Gestión de Inventarios

La gestión de inventarios está orientada hacia la satisfacción del cliente. Este enfoque busca alcanzar objetivos clave, como reducir costos, asegurar la calidad necesaria, cumplir con los plazos establecidos y entregar la cantidad y ubicación exactas que el consumidor requiere, una gestión adecuada de los inventarios es fundamental. Además, la forma de administrar el inventario dependerá del tipo de empresa, ya sea productora o comercializadora, lo que definirá las variables que deben considerarse para alcanzar una gestión óptima del inventario (Yabar Ramos, 2019).

Las empresas o compañías implementan diferentes métodos de gestión de inventarios, ajustados a las características específicas de su modelo de operación. Existen múltiples enfoques para administrar y controlar las existencias, los cuales varían según diversos factores. El método ABC comprende en que las existencias se clasifican en tres categorías: A, B y C. Los productos se asignan a estas categorías según su importancia, la cual se determina por su costo. Los artículos de categoría A son los más costosos,

los de categoría B tienen un precio intermedio y los de categoría C son los más económicos. Por lo general, los productos más caros suelen tener cantidades más limitadas. Este enfoque simplifica el control de inventarios, previniendo situaciones de desabastecimiento y mejorando la eficiencia operativa de la empresa (Vega Mendoza & Vega Palomino, 2014).

Integración de IA en la Gestión de Inventarios

La inteligencia artificial (IA) mejora las cadenas de suministro farmacéuticas al resolver ineficiencias en la previsión de la demanda, la gestión de inventarios y la distribución logística. Los métodos tradicionales se basaban en datos históricos y modelos estadísticos simples, que no consideraban las condiciones cambiantes del mercado ni las interrupciones imprevistas. En contraste, los sistemas de IA procesan grandes volúmenes de datos, como tendencias de ventas, patrones estacionales e información de mercado en tiempo real, para predecir la demanda con mayor precisión. Esto ayuda a las empresas a mantener niveles de inventario óptimos, evitando costosos desabastecimientos o excesos de producción (AI Superior GmbH, 2024).

La inteligencia artificial (IA) ha revolucionado la gestión de la cadena de suministro al transformar tanto la previsión de la demanda como las operaciones de almacenes. En el ámbito de la previsión, la IA permite a las empresas analizar grandes volúmenes de datos históricos y en tiempo real. Mediante modelos de aprendizaje automático, se procesan tendencias del mercado, variaciones estacionales y comportamientos de los consumidores para generar predicciones altamente precisas. Estas previsiones ayudan a los responsables de la cadena de suministro a alinear los cronogramas de producción, los planes de adquisición y los niveles de inventario con la demanda proyectada, reduciendo ineficiencias y costos. Además, los sistemas de IA se adaptan y aprenden continuamente de nuevos datos, perfeccionando su precisión con el tiempo. Los beneficios de la IA superan los métodos tradicionales de previsión, ya que incorporan factores externos como indicadores económicos, patrones climáticos y eventos geopolíticos. Esto permite a las empresas mantenerse ágiles y preparadas para cambios repentinos en el mercado. Al evitar la sobreproducción o el desabastecimiento, las organizaciones optimizan sus recursos, garantizan la satisfacción del cliente y minimizan el desperdicio, fortaleciendo así la resiliencia de la cadena de suministro. En conjunto, la IA y la automatización no solo optimizan la eficiencia y precisión en la gestión de inventarios y operaciones de almacenes, sino que también impulsan la agilidad y escalabilidad de la cadena de suministro, preparando a las empresas para enfrentar los desafíos del mercado actual. (AI Superior GmbH, 2024).

2.5.2 Marco Conceptual

Inteligencia Artificial (IA)

(Munárriz, 1994) menciona en su libro que *“La Inteligencia Artificial es la ciencia que tiene como objetivo el diseño y construcción de máquinas y capaces de imitar el comportamiento inteligente de las personas”*. Así mismo (Boden, 2016), menciona que la IA tiene como objetivo que las computadoras realicen las mismas cosas que puede realizar el cerebro humano.

Al hablar de Inteligencia Artificial no es pensar en computadoras como tal, es decir, aunque la IA precisa de equipos físicos, es más acertado mencionar que son máquinas

virtuales, es decir, es el sistema de procesamiento de la información que está conectado a un dispositivo físico y pueden llevar a cabo tareas dentro del sistema como en el exterior (visualización en un equipo) (Boden, 2016).

La IA utiliza algoritmos de Aprendizaje Automático (Machine Learning), los cuales se emplean para predecir la demanda de productos, optimizar los niveles de inventario y mejorar la planificación de la producción (Guerras Pastor, 2024). Para pronosticar la demanda la IA utiliza modelos predictivos y análisis de datos históricos para proyectar la demanda futura de productos. Esto implica tener en cuenta factores como la estacionalidad, las tendencias del mercado y el comportamiento de los consumidores (Guerras Pastor, 2024).

Gestión de Inventarios

Con respecto al proyecto de estudio aborda una empresa ecuatoriana dedicada a la distribución y comercialización de productos farmacéuticos, enfrentando retos en la gestión de inventarios. Por tal motivo es importante conocer que es la logística y la cadena de suministro y todos los que intervienen en la misma. De acuerdo con (Ballou, 2004) la logística consiste en una serie de actividades cuyo objetivo es entregar los productos o servicios adecuados en el lugar indicado, en el momento preciso y en las condiciones óptimas, al mismo tiempo que se maximiza el valor aportado a la empresa. Para los autores (Chopra & Meindl, 2008) La logística incluye todas las funciones relacionadas con la recepción y el cumplimiento de un pedido del cliente. Está compuesta por todas las partes que participan, directa o indirectamente, en satisfacer la solicitud de un cliente, no solo el fabricante y el proveedor, sino también transportistas, almacenistas, minoristas e, incluso, los propios clientes.

Es así como el inventario de una organización son reservas de materiales, materias primas, productos en proceso de producción o productos terminados, los cuales son utilizados para garantizar un correcto servicio al cliente (Cespón Castro, 2012), para el autor (Calzado Mesa, 2022) menciona que inventario se refiere a las cantidades físicas de recursos disponibles, y es fundamental mantener un control estricto para evitar desabastecimientos. Además, su gestión adecuada es crucial para el correcto funcionamiento de una empresa o negocio.

Una vez que conocemos que es el inventario es importante conocer la definición de gestión de inventarios, por tal motivo (Cespón Castro, 2012) a la gestión de inventarios como el proceso de supervisar y administrar el stock de una empresa, con el objetivo de minimizar su cantidad sin perjudicar el servicio al cliente, a través de una planificación y control adecuados para obtener mejores resultados económicos. El principal objetivo de la gestión de inventarios es minimizar los riesgos asociados a la demanda de productos, reducir los costos de los materiales de producción, prever las variaciones en la oferta y la demanda, y facilitar el transporte y distribución de los productos. Esta gestión engloba todas las acciones que los directivos de una organización implementan para proteger sus recursos, como inversiones y bienes, los cuales, en conjunto, representan el activo de la empresa (Angulo Murillo, Zambrano Zambrano, & Sánchez Arteaga, 2023)

Sistemas de IA aplicados a inventarios

De acuerdo con (Guerras Pastor, 2024) el software IBM Watson Supply Chain utiliza Big Data y análisis predictivo para proporcionar visibilidad en tiempo real de la cadena de

suministro, ayudando a las empresas a anticipar y mitigar riesgos. La inteligencia artificial ha ganado importancia en el ámbito empresarial debido a las ventajas competitivas que ofrece a quienes la integran en su cadena de valor. En primer lugar, se considera un nuevo factor de producción que permite a las organizaciones y economías generar valor de manera innovadora (Peinado Pineda & Díaz Salas, 2021)

De igual manera, la inteligencia artificial puede implementarse en los almacenes logísticos para gestionar las existencias. Actualmente, la IA se utiliza para administrar el inventario en almacenes y centros de distribución, ya que los equipos con esta tecnología son capaces de realizar inventarios en tiempos récord, superando las capacidades humanas. Por ejemplo, mientras un empleado puede tardar un día en completar un inventario, un equipo con IA puede hacerlo en una hora y con un mayor nivel de precisión. Esto demuestra que la IA puede tener un impacto significativo en los costos y el rendimiento de la empresa, gracias a su alta efectividad y su capacidad de aprendizaje continuo, que optimiza constantemente los procesos relacionados con la gestión de almacenes (Pandian, 2019).

La gestión eficiente de la cadena de suministro es crucial para asegurar la disponibilidad adecuada de medicamentos. Los modelos de inteligencia artificial (IA) pueden analizar datos históricos, tendencias del mercado y otras variables para prever la demanda y optimizar la gestión del inventario. Esto contribuye a minimizar el riesgo de desabastecimiento de medicamentos y evitar el exceso de existencias.

2.5.3 Marco Referencial

Haciendo referencia a la implementación de la Inteligencia Artificial en la cadena de suministro, (Galviz Cataño, Caycedo Sanchez, & Correa Watcher, 2018) estudiaron este tema dentro de la empresa DHL la cual se ha posicionado como líder en la implementación de inteligencia artificial (IA) para la gestión de inventarios. El objetivo de su adopción es simplificar y agilizar este proceso, al mismo tiempo que se reducen los costos de mano de obra y los tiempos de operación. El éxito de esta estrategia ha sido notable, logrando superar un ratio de lectura máximo de 600 pallets por hora, mientras que, de manera manual, solo se alcanza un máximo de 200 pallets por hora.

Por otro lado, en el campo farmacéutico Pfizer ha incorporado tecnologías de inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático en su cadena de suministro para optimizar la producción y distribución de medicamentos. Estas innovaciones permiten predecir la demanda de materias primas y productos, identificar y mitigar variaciones en la cadena de suministro, y aumentar la eficiencia en la producción de medicinas y vacunas hasta en un 20%. La implementación de IA permite anticiparse y responder de manera ágil a cualquier cambio, garantizando que los medicamentos lleguen a los pacientes en el menor tiempo posible, cumpliendo con los más altos estándares de calidad y seguridad. La compañía utiliza datos para describir, prever y prescribir medidas en la cadena de suministro. Las técnicas de IA y aprendizaje automático ayudan a analizar grandes volúmenes de datos, permitiendo estimar las necesidades de los pacientes y mejorar la capacidad de reacción de la empresa. Por ejemplo, los algoritmos de aprendizaje automático permiten controlar todas las variables dentro del proceso de producción, identificar parámetros óptimos y anomalías, y reducir tiempos o mejorar la producción en el futuro (Logística Profesional, 2024).

De la misma manera Novartis ha establecido una colaboración con Amazon Web Services (AWS) para construir una plataforma de datos y analítica que transforme la forma en que fabrican y suministran medicamentos. Esta plataforma permite a Novartis mejorar la inspección de sus instalaciones, analizando imágenes mediante algoritmos y evaluando riesgos como tiempos de inactividad no planificados o retrasos en los pedidos. Además, la compañía está desarrollando 'Insight Centers' basados en IA y aprendizaje automático para visualizar en tiempo real la actividad de los centros de fabricación y distribución. Estos centros permiten obtener y centralizar datos sobre inventario y calidad, optimizando la gestión de la información e impulsando la innovación en nuevos tratamientos (Novartis Farmacéutica)

2.6 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio es de tipo descriptivo ya que tiene como caracterizar la gestión de inventarios de la empresa VLSALUD S.A., identificando sus principales problemáticas en el área logística, específicamente en los procesos de abastecimiento, planificación de compras y devoluciones. Así mismo es de tipo no experimental dado que no se manipulan las variables, sino que se analizan en su contexto natural. Según (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, Metodología de la investigación, 2014) este tipo de estudio permite observar los fenómenos tal como ocurren, para proceder al análisis respectivo, sin intervención del investigador. El diseño de la investigación es transeccional o transversal ya que la recolección de datos se realizará en un solo momento, con la finalidad de estudiar las causas y los efectos que han influido en la gestión de inventarios, ya que como menciona (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, Metodología de la investigación, 2014) en este tipo de diseño se recopila información en un momento dado, con el propósito de describir las variables en estudio y analizar su incidencia en un período de tiempo determinado.

El enfoque que se presenta a continuación, es de tipo cuantitativa ya que mediante el levantamiento de información se procedió al respectivo análisis de las variables en estudio tal y como mencionaron (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, Metodología de la investigación, 2014) que dicho enfoque utiliza la recolección de información necesaria para el respectivo análisis con base en la medición numérica y estadística como los indicadores clave del área en estudio, métricas de inventario, tiempos de abastecimiento. Es así como se tiene un diseño transeccional o transversal debido a que se van a estudiar las causas y los efectos que ya ocurrieron en la realidad o que se originan durante el desarrollo del estudio y es el investigador quien observa dichas causas y efectos y reporta los resultados obtenidos.

En resumen, esta investigación es descriptiva, de enfoque cuantitativo y diseño transversal permitiendo un análisis detallado de la situación actual del área logística en relación con la gestión de inventarios. Con los datos obtenidos, se propondrán mejoras orientadas a optimizar los procesos y reducir las deficiencias identificadas. Para la obtención de los resultados es importante conocer que se trabajará con datos de fuente primaria debido a que se pretende analizar las gestiones que afectan a la gestión de inventarios de la empresa. Por esta razón, se aplicará la técnica de observación directa mediante la cual se pretende recopilar toda la información necesaria para el análisis de las variables.

2.6.1 Técnica de recolección de datos

Para comprender mejor cómo se gestiona el inventario en la empresa, se usará la observación directa estructurada. Esto significa que se examinarán los procesos en tiempo real sin alterar su funcionamiento, permitiendo detectar oportunidades de mejora de manera objetiva. Para ello, se empleará una lista de verificación, con puntos clave como:

Almacenamiento: Organización de productos, cumplimiento de normas de almacenamiento, identificación de áreas críticas.

Control de inventarios: Registro de existencias, métodos de conteo físico, discrepancias entre stock teórico y real.

Rotación de inventarios: Cumplimiento de metodologías como FIFO (Primero en Entrar, Primero en Salir), detección de productos obsoletos o de baja rotación.

Gestión de caducidades: Identificación de productos próximos a vencer, existencia de protocolos para reducir desperdicios.

Procesos de abastecimiento y compras: Evaluación del cumplimiento de tiempos de reabastecimiento y relación con proveedores.

Gestión de devoluciones: Procedimientos para el retorno de productos defectuosos o con fallas en calidad.

Para garantizar que la información sea clara y útil, se utilizarán formatos estructurados donde se registrarán datos cuantitativos que se recopilarán registros históricos de inventario (últimos seis meses), tiempos de abastecimiento y porcentaje de productos. Estos datos se extraerán de los sistemas de la empresa y documentos internos. Luego, los datos se analizarán con herramientas estadísticas para identificar tendencias y tomar decisiones basadas en evidencia. En resumen, esta investigación busca describir y analizar la gestión de inventarios en VLSALUD S.A. de manera clara y estructurada. A partir de los datos obtenidos, se propondrán mejoras concretas que ayuden a optimizar los procesos logísticos y reducir las fallas detectadas.

Capítulo 3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Dentro del presente capítulo se va a analizar la situación actual del área logística de la compañía VLSALUD S.A., basados en las variables en estudio. Así que, se espera demostrar cómo se desarrollan los procesos de predicción de la demanda, optimización de los niveles de stock, trazabilidad y control de fechas de vencimiento, para así detectar las causas principales de las deficiencias en la gestión de inventarios de la organización. Dentro del centro de distribución actualmente la empresa cuenta con tres áreas las cuales son: Compras y abastecimiento, recepción y despacho y reclamos y devoluciones. Dentro del siguiente estudio se tomará como base de estudio el proceso de pronóstico y abastecimiento el cual lo realiza el área de compras, el proceso de recepción y almacenamiento de la mercadería el cual es realizado por el área de recepción y despacho y el proceso de devoluciones por fecha de vencimiento de los productos el cual se encarga el área de reclamos y devoluciones.

3.1 ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE ABASTECIMIENTO DEL CD

El proceso de abastecimiento del centro de distribución (CD) inicia por el análisis de los consumos o despachos que han sido generados a los diferentes puntos de venta de la organización, esta actividad es realizada por el analista de compras el cual baja la información diaria para realizar los cálculos manuales con la ayuda de tablas de Excel. Una vez revisados los consumos procede a generar la orden de compra al proveedor el cual notifica en caso de no tener existencias para que de esta manera se pueda solicitar a otro proveedor y evitar las rupturas de stock.

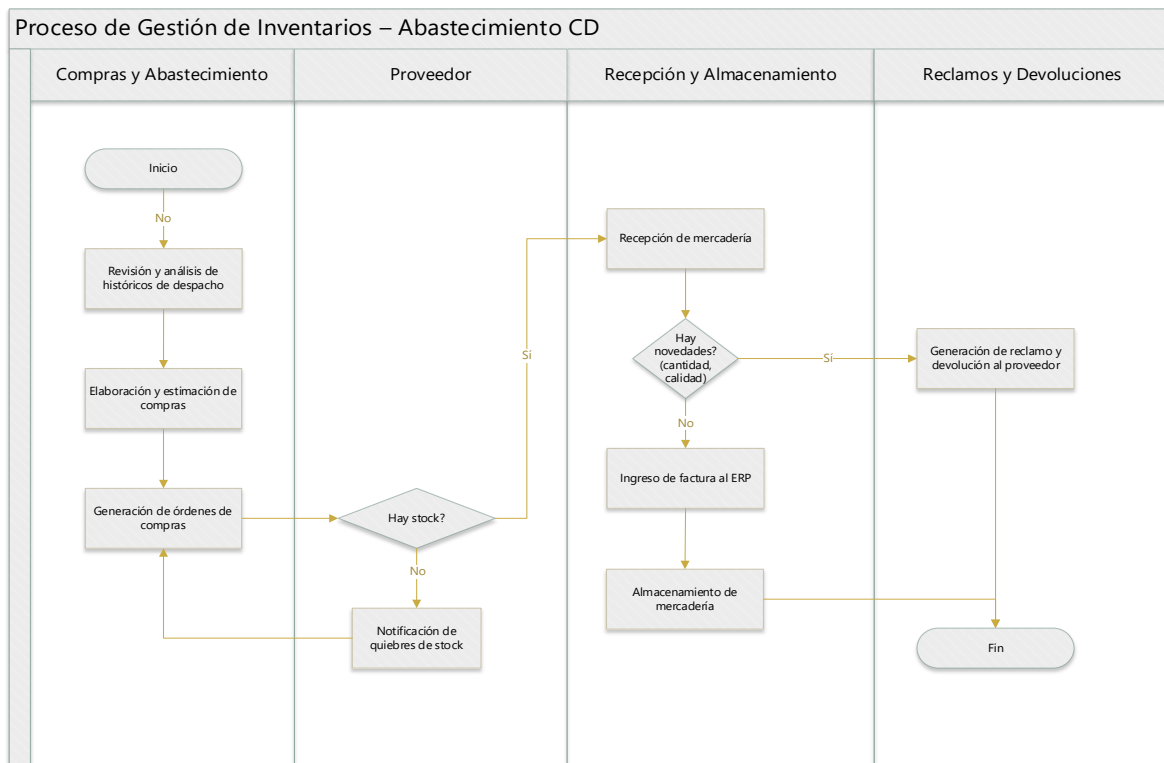


Figura 1. Proceso de Abastecimiento CD.

Una vez revisado el proceso actual de la compañía, se pudo identificar que hay deficiencias que afectan a la disponibilidad de productos entre los cuales se pueden considerar: falta de precisión en la estimación de la demanda ya que los analistas se basan en datos históricos y en su experiencia lo que puede generar sobre stock o quiebres de inventario ya que no se consideran todas las variables como la estacionalidad, el lead time de los proveedores, stock de seguridad, máximos y mínimos de inventarios. El modelo actual no permite anticiparse a fluctuaciones en la demanda o a problemas en la cadena de suministro, lo que limita la capacidad de respuesta ante imprevistos.

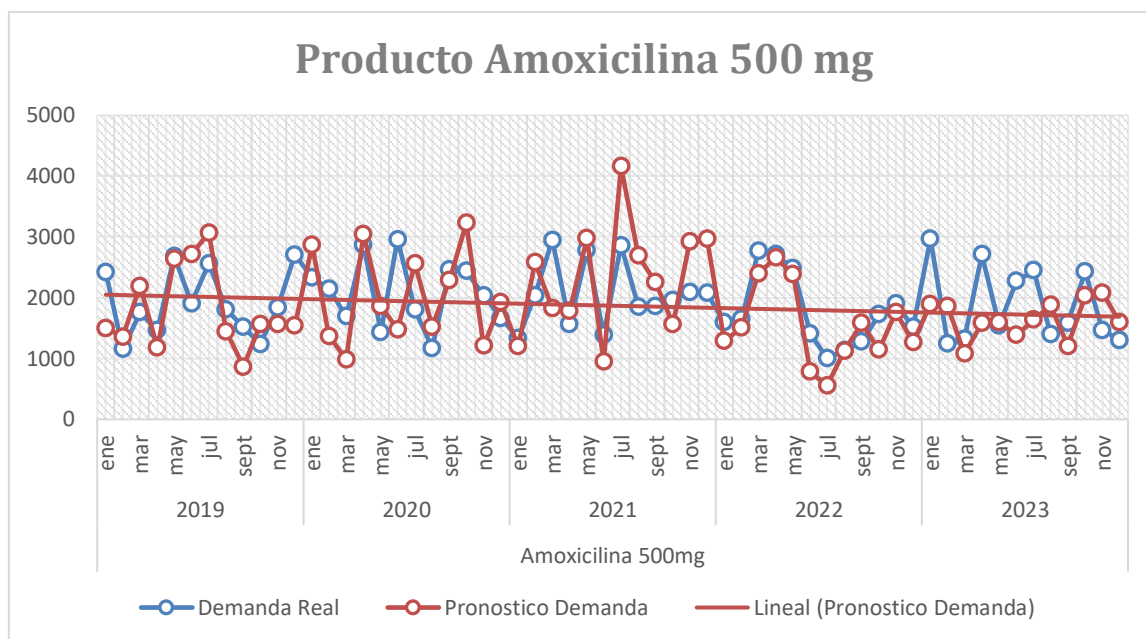


Figura 2. Pronóstico vs Demanda del producto Amoxicilina 50 mg. Fuente: VLSALUD S.A.

Para poder evidenciar las deficiencias existentes en la estimación de la demanda se tomó la información histórica de la empresa de las ventas reales y el pronóstico de compras. Se realizó el análisis a 5 productos que se expenden en todos los puntos de venta de la empresa siendo así que el gráfico anterior muestra la variación entre la demanda real y el pronóstico de demanda del ítem Amoxicilina 500 mg durante el período de enero de 2019 a diciembre de 2023. Se observa que el pronóstico de demanda (línea roja) presenta fluctuaciones significativas en comparación con la demanda real (línea azul), lo que indica que el modelo de predicción que utilizan actualmente no ha logrado una estimación completamente precisa. Existen momentos donde el pronóstico sobrestima la demanda, generando excesos de stock, y otros en los que la subestima, lo que podría ocasionar desabastecimiento.

Además, se aprecia una tendencia lineal en el pronóstico de demanda, lo que apunta que el modelo actual intenta seguir un patrón promedio sin captar adecuadamente las fluctuaciones estacionales o eventos atípicos. Especialmente en 2021 y parte de 2022, se notan picos elevados en la demanda pronosticada en comparación con la real, lo que podría haber llevado a sobreabastecimiento. En contraste, en 2022 y 2023, el pronóstico parece más estable, pero aún persisten variaciones con respecto a la demanda real.

Este análisis evidencia la necesidad de optimizar el modelo de predicción para reducir la brecha entre la demanda real y la estimada, lo que permitiría una mejor planificación de inventarios y una gestión más eficiente de los recursos.

3.2 ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE ABASTECIMIENTO DE LOS POS

Para que los POS puedan comercializar los productos el proceso de abastecimiento empieza a través del análisis de las ventas que se han generado en cada local, este análisis es un proceso manual ya que se extrae gran cantidad de información y debe ser tratada a través de herramientas como hojas de Excel. Una vez realizado este paso se procede a la generación de los despachos a los diferentes locales, el asistente de recepción y almacenamiento una vez realizado el picking procede a cargar o actualizar todo lo que había sido generado para despacho en el inventario de los puntos de venta.

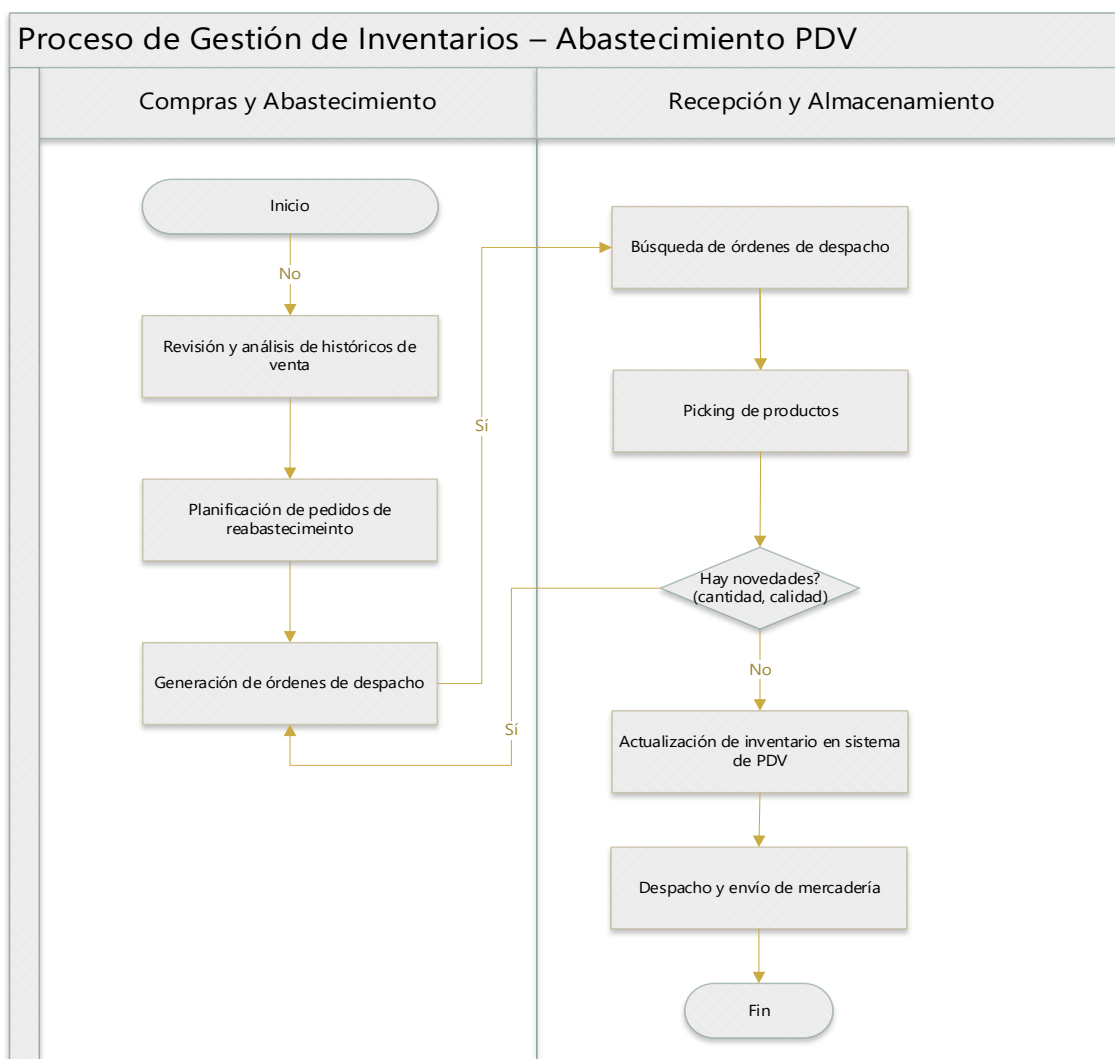


Figura 3. Proceso de abastecimiento de POS.

Como se pudo observar en la gráfica anterior, existen deficiencias en el proceso ya que la información de los inventarios se basa en procesos manuales y no se considera si el despacho fue incompleto por lo que se carga todo el inventario a los locales, generando diferencia entre el stock físico y del sistema, dichas diferencias pueden ser detectadas días después que es cuando llega la mercadería físicamente a los locales, así mismo,

otra falencia en este proceso es la falta de precisión de la demanda al realizar de manera manual y de acuerdo a la experiencia de los analistas.

Tabla 1. Análisis de KPIs actuales de la gestión de abastecimiento.

Productos	MAPE	Rotación Inv	Días Inventario
Amoxicilina 500mg	26,46%	32,64	27,29
Ibuprofeno 400mg	24,20%	45,15	20,58
Omeprazol 20mg	25,17%	30,48	26,62
Paracetamol 500mg	26,59%	36,27	23,78
Vitamina C 1000mg	25,13%	51,52	19,89
Total general	25,51%	39,21	23,63

Fuente: VLSALUD S.A.

La tabla anterior muestra los indicadores los principales KPIs (Indicadores Clave de Desempeño) utilizados en la gestión logística de inventarios de la empresa, se seleccionaron 3 indicadores los cuales son el MAPE (Mean Absolute Percentage Error), la Rotación de Inventario y los Días de Inventario.

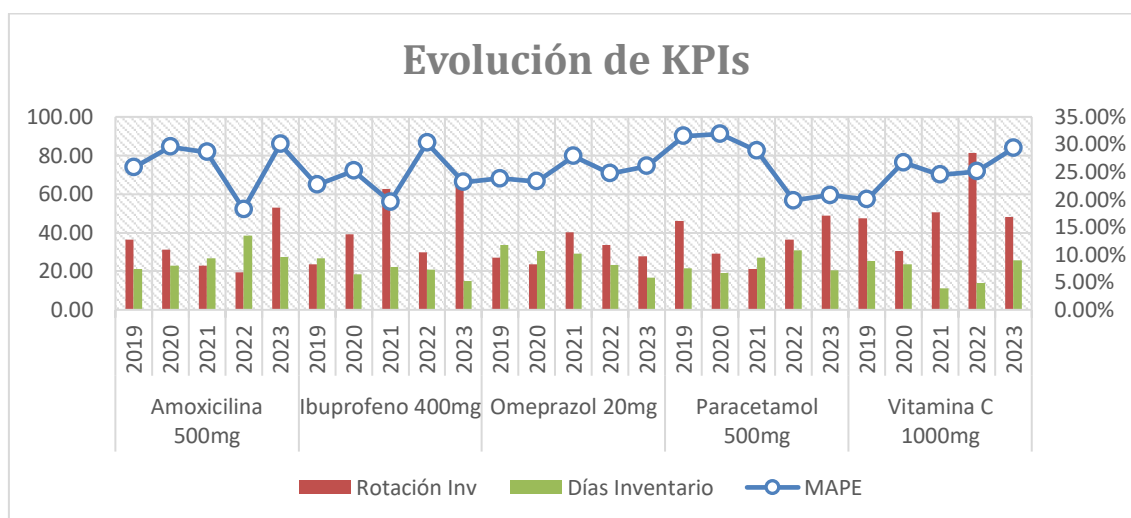


Figura 4. Evolución de los KPIs de gestión de inventarios.

A partir del análisis de los KPIs para la gestión logística de la empresa, se observa que el MAPE, oscila entre un 24% y un 26% para productos como Amoxicilina 500mg, Ibuprofeno 400mg, Omeprazol 20mg, Paracetamol 500mg y Vitamina C 1000mg, esto nos indica que la precisión de los pronósticos de demanda es aceptable, sin embargo, existe un margen significativo para mejorar, ya que de acuerdo con (Seminario Alvarez & Medina Guzman, 2024) este indicador es una métrica utilizada para evaluar la precisión de los modelos de pronóstico, si se encuentra en un rango de 20 a 50% la precisión es aceptable con deficiencias.

Si bien la rotación de inventario y los días de inventario promedio de 39.21 y 23.63 días, respectivamente muestran que algunos productos, como la Vitamina C 1000mg, se venden con mayor agilidad mientras que otros permanecen más tiempo en almacén, se denota una gestión que, aunque funcional, podría beneficiarse de ajustes que permitan reducir tanto el exceso de inventario como las posibles rupturas de stock. En este contexto, integrar soluciones de inteligencia artificial se plantea como una alternativa viable para optimizar los modelos predictivos, lo que se traduciría en una operación

logística más eficiente y en una respuesta más oportuna a la demanda del mercado, elementos clave para elevar tanto la eficiencia operativa como la satisfacción del cliente.

3.3 ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE DEVOLUCIONES POR VENCIMIENTO

El proceso de devoluciones tiene que ver con la logística inversa y que debe realizar la empresa con respecto a los productos o medicinas que no fueron vendidas durante el tiempo de vida útil de la misma. Este flujo inicia desde los puntos de venta, quienes son los encargados de revisar las fechas de vencimiento del 100% del inventario, luego hacen el picking de los productos que deben ser enviados de retorno al centro de distribución. Cuando los productos son recibidos por el personal del área de reclamos y devoluciones se procede con la revisión de los productos de acuerdo con la hoja o reporte enviado por cada local, una vez culminada la revisión y validación se realiza la descarga de la información del sistema de cada local.

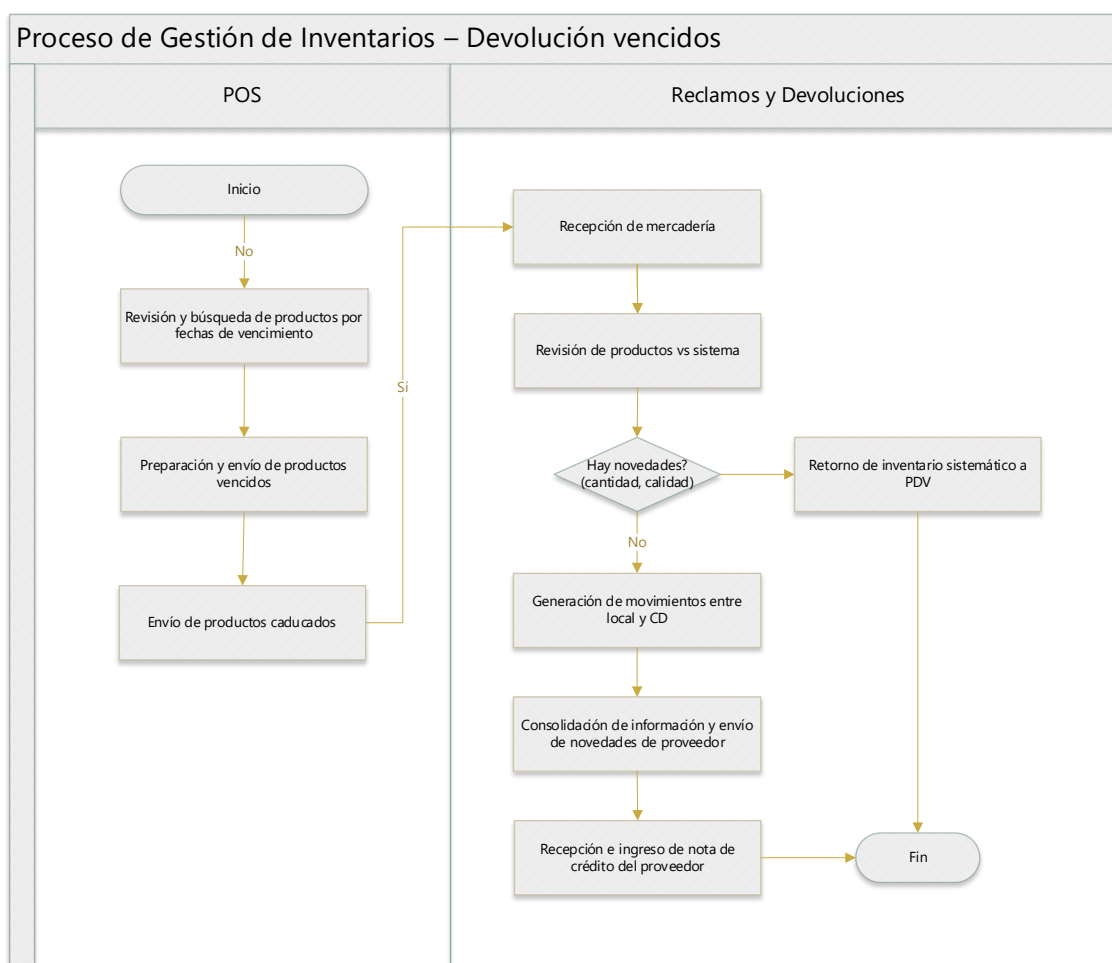


Figura 5. Proceso de devoluciones de vencimiento de mercancías.

De acuerdo con la figura anterior, se puede observar que el proceso presenta deficiencias ya que el stock de los locales no se actualiza de manera automática, adicional el personal de cada local y los analistas logísticos no tienen conocimiento de los productos próximos a vencer, es decir, la información no está en tiempo real, generando de esta manera deficiencias ya que incrementa el riesgo de pérdidas económicas y posibles problemas con los entes reguladores al encontrar medicina caducada en los locales.

3.4 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA GESTIÓN DE INVENTARIOS

En la actualidad, la gestión de inventarios en la empresa farmacéutica presenta ineficiencias en la planificación de compras, abastecimiento a los locales comerciales y administración de devoluciones. Por tal motivo se analizarán los datos de los últimos cinco años de la compañía.

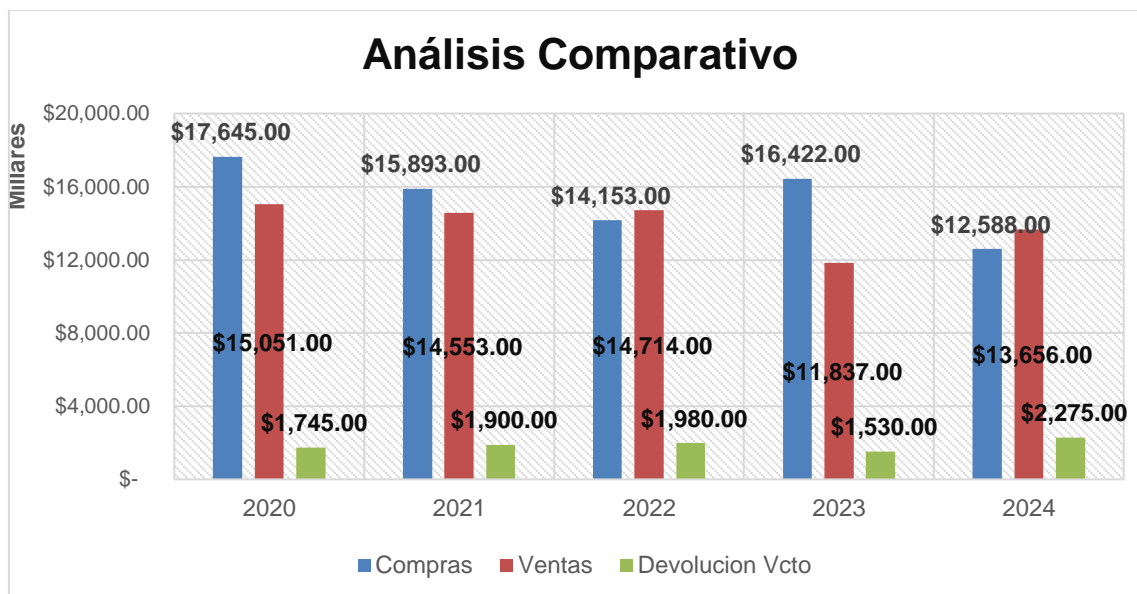


Figura 6. Comparativo de compras, ventas y devoluciones.

Como se puede observar en la imagen anterior, la empresa ha realizado compras mensuales promedio de 1.26 millones de dólares, con variaciones significativas en la planificación. En ciertos períodos, las compras han superado la demanda en hasta un 30%, generando sobrecostos y acumulación de productos con riesgo de vencimiento. Por otro lado, las ventas mensuales han sido en promedio de 1.14 millones de dólares, con períodos de desabastecimiento que han afectado la satisfacción del cliente. Se estima que al menos un 15% de las ventas potenciales se han perdido debido a la falta de stock oportuno.

Las devoluciones representan en promedio 0.12 millones de dólares al mes, equivalente al 10.5% de las ventas. La mayoría de las devoluciones están relacionadas con errores en la planificación, vencimiento de productos y problemas en la logística de distribución. Por tal motivo para una mayor comprensión y análisis de las causas se procede a elaborar un diagrama de Ishikawa o conocido mejor como diagrama de pescado para poder identificar estos problemas en la gestión de inventario.

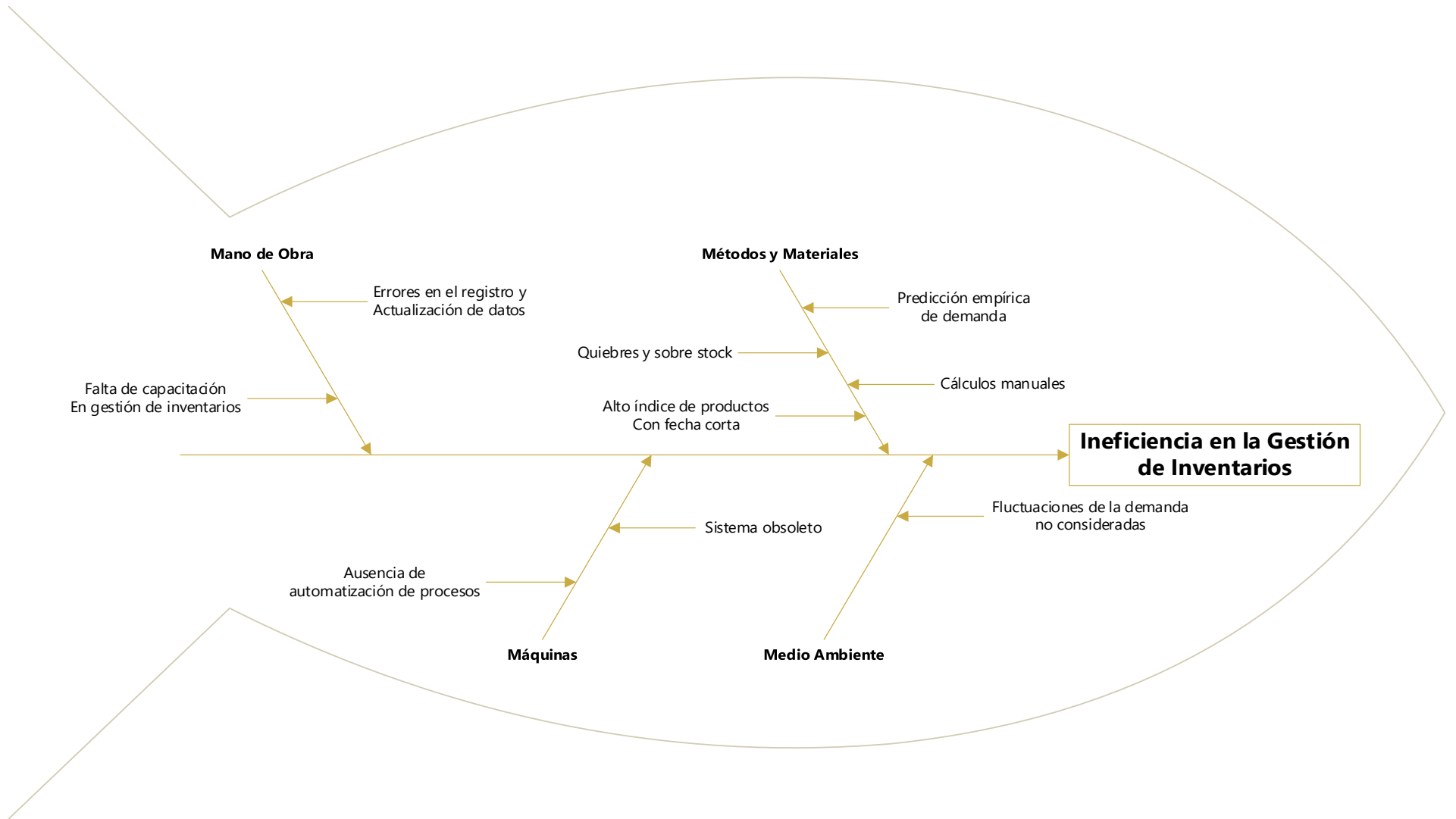


Figura 7. Diagrama de Ishikawa de la Gestión de Inventarios.

La figura anterior ilustra las principales causas que contribuyen a la ineficiencia en la gestión de inventarios. Estos factores se han clasificado en cuatro áreas clave: Métodos y Materiales, Mano de obra, Máquinas y Medio ambiente. En el ámbito de los métodos, se destacan problemas como el uso de procesos manuales, la carencia de automatización y una planificación ineficaz. Respecto a la mano de obra, la falta de capacitación en nuevas tecnologías y la dependencia de la experiencia del personal provocan errores humanos que afectarán negativamente la precisión del inventario.

Por otro lado, los problemas relacionados con los materiales incluyen el exceso de productos de baja rotación, la falta de disponibilidad de medicamentos esenciales y la acumulación de productos caducados. En lo que respecta a la tecnología, los sistemas obsoletos y la ausencia de herramientas de inteligencia artificial dificultan la optimización de la gestión de inventarios. Además, factores externos como las fluctuaciones en la demanda, los retrasos en la cadena de suministro y las dificultades logísticas agravan aún más la situación. Este análisis facilita la comprensión de las debilidades del proceso actual y subraya la imperante necesidad de implementar soluciones tecnológicas avanzadas que contribuyan a mejorar la eficiencia operativa y a reducir costos.

Capítulo 4. PROPUESTAS DE MEJORA

De acuerdo con el análisis de la situación actual se logró identificar falencias dentro de la gestión de inventarios de la compañía, tanto en los procesos de abastecimiento que manejan hasta las devoluciones de productos caducados, las cuales tienen una gran incidencia en cuanto a la productividad y costos de la empresa. Es por tal motivo que a continuación se presentarán propuestas de mejora, mediante las cuales se pretende minimizar las falencias y consigo aumentar los indicadores de gestión y de rentabilidad de la compañía.

Dicha propuesta consiste en implementar la inteligencia artificial en la gestión de inventarios del área logística, el cual ayudará en la automatización de los procesos para optimizar los niveles de stock tanto en tiendas como en el centro de distribución principal. Así mismo, se reducirán los desperdicios por vencimiento de medicamentos a través de un sistema de trazabilidad en tiempo real para el control y mejoras en la predicción de la demanda utilizando modelos de aprendizaje automático.

4.1 COMPONENTES DEL SISTEMA CON IA

Tomando como base el estudio realizado por (Andres Riascos, Sebastián Bravo, & Galván Colonia, 2025) donde indicaron que la implementación de la **IA** en la gestión de inventarios ha transformado este proceso para hacerlo más preciso, eficiente y competitivo mediante las tecnologías de Machine Learning, a través de árboles de decisión. Por tal motivo el prototipo consistirá en un sistema que deberá analizar y contener los siguientes componentes:

1. Módulo de Predicción de la Demanda

- El modelo tendrá un algoritmo de Machine Learning analizará patrones históricos de ventas, de consumo, tendencias del mercado y la estacionalidad.

- Considerar factores como promociones y campañas para prevenir la demanda.

2. Optimización del Abastecimiento

- Algoritmos de optimización de pedidos para evitar sobre stock o quiebres de inventario.
- Gestión automatizada de órdenes de compra con proveedores basado en niveles de stock y predicción de demanda.

3. Automatización del Control de Inventarios

- Implementación de etiquetado inteligente para el seguimiento y control de vencimiento y reducción de desperdicios.
- Sistema de alertas automatizadas para medicina que está próxima a caducar y estrategias de redistribución.
- Panel de visualización en tiempo real con reportes de stock y alertas.

4.2 EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE SISTEMAS CON IA PARA GESTIÓN DE INVENTARIOS

La selección de una solución de inteligencia artificial para la gestión de inventarios en la industria farmacéutica requiere considerar diversos factores, tales como precisión en la predicción de demanda, integración con sistemas ERP, escalabilidad y facilidad de uso. De acuerdo con estos criterios mínimos esenciales que debe tener el sistema a utilizar se evaluaron diversas opciones que existen en el mercado tales como: IBM Watson Supply Chain, SAP Integrated Business Planning y Oracle Supply Chain Management Cloud para poder determinar cuál es el que más cumple con las necesidades del proyecto, es así que se elaboró una tabla comparativa de ajuste a cada requerimiento de la compañía.

Tabla 2. Cuadro de comparativo de Sistemas con IA para gestión de inventarios

Criterio	IBM Watson Supply Chain	SAP Integrated Business P	Oracle Supply Chain M
Precisión en predicción	Alta (Machine Learning y Big Data)	Alta (Modelos predictivos avanzados)	Media (Algoritmos estándar)
Automatización de procesos	Sí, con automatización basada en IA	Sí, pero requiere personalización	Sí, pero con menor automatización IA
Integración con ERP	Compatible con múltiples ERPs	Se integra mejor con SAP ERP	Integración nativa con Oracle ERP
Escalabilidad y flexibilidad	Alta (Cloud + IA adaptable)	Alta (Flexible y configurable)	Media (Dependiente del ecosistema Oracle)
Análisis en tiempo real	Sí, con IA predictiva y alertas inteligentes	Sí, pero requiere módulos adicionales	Sí, con enfoque en big data

Costo de implementación	Moderado (\$100,000 - \$200,000 incluyendo integración y consultoría)	Alto (\$150,000 + dependiendo de módulos y consultoría)	Alto (\$150,000 + con consultoría y personalización)
Costo de suscripción anual	\$60,000 - \$120,000	\$100,000 - \$180,000	\$50,000 - \$90,000
Soporte y actualizaciones	Soporte IA avanzado incluido	Requiere licencias adicionales	Soporte estándar
Facilidad de uso	Intuitivo, con interfaz basada en IA	Complejo, requiere capacitación extensa	Intermedio, pero con curva de aprendizaje prolongada

Fuente: Vélez L. 2025 Comparativo de Sistemas con IA para gestión de inventarios.

Tras un análisis detallado de diferentes opciones en el mercado, se ha determinado que **IBM Watson Supply Chain**, es la alternativa más adecuada para el presente proyecto debido a su capacidad de análisis avanzado, automatización de procesos y adaptabilidad a las necesidades específicas del sector en el que se desenvuelve la compañía VLSALUD S.A.

IBM Watson Supply Chain se presenta como la mejor opción para la optimización de la gestión de inventarios en la industria farmacéutica. Su capacidad de aprendizaje automático, integración con sistemas existentes, automatización de procesos y precisión en las predicciones lo convierten en la solución ideal para mejorar la eficiencia operativa y reducir costos. Otras alternativas, aunque viables, presentan desventajas en términos de facilidad de uso, costos elevados o menor adaptabilidad a los procesos específicos del sector farmacéutico.

Tabla 3. Adaptabilidad a la empresa.

Área de la Empresa	Cómo se Adapta IBM Watson SC	Beneficios Clave
Pronósticos de Compras	Utiliza IA y machine learning para prever la demanda con alta precisión.	Reducción de errores en pedidos y optimización del stock.
Consideración de Estacionalidad	Analiza tendencias de mercado, factores climáticos y eventos para ajustar inventarios.	Mejora la disponibilidad de productos en temporadas críticas.
Aprendizaje Automático	Se ajusta y mejora con el tiempo al analizar datos históricos y patrones de consumo.	Predicciones más precisas con cada iteración.
Gestión de Stock en Farmacias	Automatiza la reposición de inventarios en cada farmacia según su demanda específica.	Evita desabastecimientos y reduce costos por exceso de stock.

Centro Logístico	Optimiza la distribución desde el centro logístico con modelos de demanda en tiempo real.	Mejora la eficiencia operativa y reduce tiempos de entrega.
Devoluciones de Productos	Identifica productos próximos a vencer y optimiza su redistribución o liquidación.	Minimiza pérdidas por caducidad y reduce desperdicios.
Integración con ERP	Se conecta con los sistemas existentes para una gestión fluida y centralizada.	Mayor control y visibilidad del inventario en toda la cadena.
Reducción de Costos	Automatiza procesos clave y optimiza la planificación de inventarios.	Disminución de costos operativos y financieros.

Fuente: Elaborado por autor.

IBM Watson Supply Chain se adapta perfectamente a la empresa al optimizar los pronósticos de demanda mediante inteligencia artificial y machine learning, reduciendo errores en la planificación de compras y evitando desabastecimientos o excesos de stock. Su capacidad para analizar factores estacionales, tendencias del mercado y eventos externos, como brotes de enfermedades, permite prever fluctuaciones en la demanda y ajustar el inventario en consecuencia. Además, la automatización del control de stock y la generación de órdenes de compra inteligentes agilizan la toma de decisiones, asegurando la disponibilidad de productos en las farmacias y el centro logístico. Por otro lado, el sistema de IBM Watson SC integra tecnologías como Internet de las Cosas y sensores inteligentes que pueden ser utilizados para etiquetar productos de manera automática. Puede configurar alertas automatizadas que notifican a los responsables de la gestión de inventarios cuando los productos están próximos a caducar. Estas alertas pueden ser personalizadas según los parámetros que definan los usuarios

Asimismo, su integración con el ERP existente y su capacidad para gestionar devoluciones y productos próximos a vencer reducen pérdidas por caducidad, optimizando el capital de trabajo y minimizando desperdicios. Gracias a su aprendizaje continuo, IBM Watson Supply Chain mejora con el tiempo, proporcionando predicciones cada vez más precisas y una gestión más eficiente. Con esta solución, la empresa logrará reducir costos operativos, mejorar la eficiencia en la distribución de medicamentos y garantizar un suministro constante, fortaleciendo su competitividad en el sector farmacéutico.

4.3 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN

La implementación de IBM Watson Supply Chain en la empresa seguirá un enfoque estructurado en siete fases, asegurando una transición eficiente y sin interrupciones en las operaciones. Primero, se realizará un análisis profundo de los procesos actuales de inventario, recopilando datos históricos y evaluando la integración con ERP que utilizan actualmente. Luego, se procederá con la contratación del sistema, su instalación y configuración, personalizando las reglas de negocio para mejorar la precisión en los pronósticos de demanda. También se desarrollarán paneles de control para monitoreo en tiempo real y se realizarán pruebas iniciales para garantizar que el sistema funcione correctamente antes de llevarlo a producción.

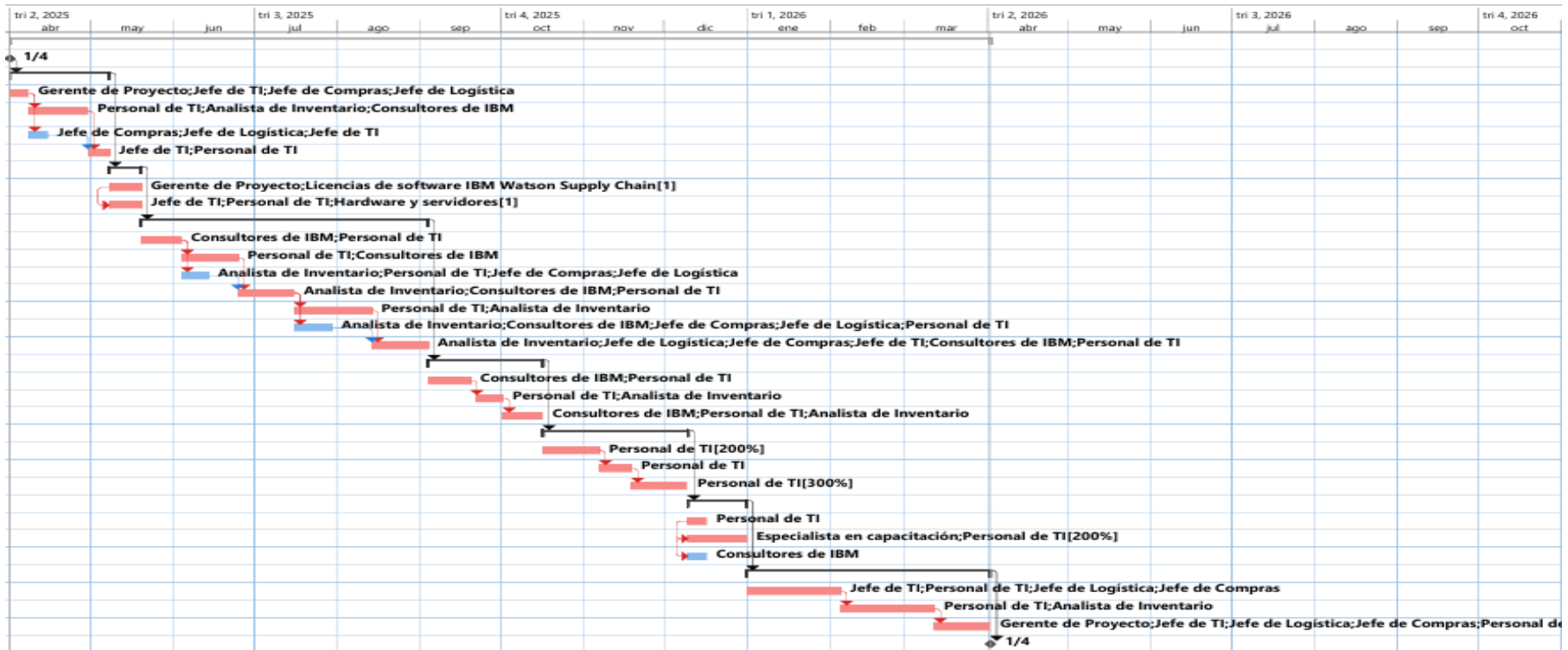


Figura 8. Diagrama Gantt de implementación

Se identificó la ruta crítica del proyecto con la finalidad de priorizar actividades clave, como la migración de datos, la integración con sistemas existentes y la capacitación del personal. Para mitigar retrasos en el cronograma, se aplicarán estrategias como la asignación de recursos adicionales, la ejecución de tareas en paralelo en lugar de en secuencia, y la adopción de metodologías ágiles para realizar entregas progresivas. Además, el monitoreo constante del avance y la comunicación efectiva entre los equipos permiten identificar problemas a tiempo y ajustar el plan de trabajo antes de que los retrasos afecten la operación de la empresa.

Para asegurar una implementación efectiva, se iniciará con un plan piloto en 10 farmacias estratégicamente seleccionadas, donde se medirá la precisión de las predicciones y la optimización del inventario. Posteriormente, se extenderá el sistema a 50 farmacias adicionales y, tras validar su desempeño, se masificará el despliegue en las farmacias restantes. Durante este proceso, se capacitará al personal de farmacias y al equipo de TI para que puedan manejar la herramienta con confianza. Finalmente, el sistema se pondrá en marcha en todos los locales y en el centro logístico, con un seguimiento constante para realizar ajustes y mejorar su rendimiento. En total, el proyecto tendrá una duración aproximada de 1 año y un presupuesto estimado de \$170.851,68, cubriendo costos de personal, tecnología, consultoría y despliegue.

Tabla 4. *Fases de implementación*

EDT	Nombre de tarea	Duración
1	Fase 1: Diseño y Planificación	18 días
1.1	Definición de objetivos y alcance del proyecto	3 días
1.2	Análisis de la infraestructura actual y requerimientos técnicos	10 días
1.3	Definición de KPIs y métricas de éxito	5 días
1.4	Evaluación de compatibilidad con ERP	5 días
3	Fase 2: Adquisición	10 días
3.1	Contratación de IBM Watson Supply Chain	5 días
3.2	Selección y compra de hardware y servidores	10 días
4	Fase 3: Desarrollo	70 días
4.1	Instalación de servidores y configuración inicial	10 días
4.2	Integración con el ERP y sistemas internos	18 días
4.3	Configuración de reglas de negocio	5 días
4.4	Ajuste de parámetros de Machine Learning (ML)	15 días
4.5	Desarrollo de dashboard de monitoreo	12 días
4.6	Pruebas unitarias de la plataforma	8 días
4.7	Simulación de pronósticos con datos históricos	15 días
5	Fase 4: Pruebas del Piloto	28 días
5.1	Implementación piloto en 10 farmacias seleccionadas	10 días
5.2	Recolección de datos y retroalimentación	10 días
5.3	Ajustes a la IA y mejoras en predicciones	8 días
6	Fase 5: Implementación Escalonada	38 días
6.1	Despliegue del sistema en 50 farmacias	13 días
6.2	Monitoreo de desempeño en farmacias	10 días
6.3	Implementación en 100% de farmacias	15 días
7	Fase 6: Capacitación del Personal	20 días
7.1	Entrenamiento del personal Administrativo	5 días
7.2	Entrenamiento del personal en farmacias	20 días

7.3	Entrenamiento del equipo de TI para soporte técnico	5 días
8	Fase 7: Implementación y Monitoreo	70 días
8.1	Puesta en producción en toda la empresa	25 días
8.2	Monitoreo y ajustes post-implementación	30 días
8.3	Evaluación de resultados y optimización continua	15 días
IBM Watson SC		254 días

La implementación de IBM Watson Supply Chain representa un paso valioso para optimizar la gestión de inventarios en VLSALUD S.A., asegurando una administración más eficiente y precisa de los productos en las farmacias del grupo y el centro logístico. Con un enfoque estructurado, este cronograma garantiza que cada etapa del proceso sea ejecutada con el menor impacto posible en las operaciones diarias, permitiendo ajustes y mejoras continuas. La capacitación del personal, la integración con los sistemas actuales y el despliegue gradual en las farmacias permitirán maximizar el aprovechamiento de la inteligencia artificial en la predicción de demanda, reduciendo el desperdicio por vencimiento y optimizando los niveles de stock. Con este proyecto, no solo se moderniza la cadena de suministro, sino que también se fortalece la capacidad de la organización para responder con agilidad a las necesidades del mercado, mejorando la disponibilidad de medicamentos y reduciendo costos operativos.

4.4 ANÁLISIS DE RIESGO DE LA IMPLEMENTACIÓN

Debido a la complejidad de la aplicación de cualquier proyecto de adopción tecnológica, existen riesgos que pueden afectar su ejecución, desempeño y sostenibilidad. Por tal motivo, a continuación, se presenta un análisis detallado de los riesgos asociados con la implementación del sistema y propone un plan para mitigar los impactos negativos y garantizar el éxito del proyecto. A continuación, se identifican los principales riesgos que pueden surgir durante la implementación del sistema, categorizados en riesgos tecnológicos, operativos, financieros y organizacionales.

Riesgos Tecnológicos

Tabla 5. Riesgos Tecnológicos de la implementación.

Riesgo	Descripción	Impacto	Probabilidad	Mitigación del Riesgo
Fallas en la integración del sistema	Problemas de compatibilidad entre IBM WSC y los sistemas de la empresa.	Alto	Medio	Realizar pruebas piloto antes de la implementación total. Contar con consultores especializados en integración de software.
Interrupciones en la conectividad	Dependencia de conexión a internet y servidores en la nube, lo que puede generar caídas en el sistema.	Medio	Alto	Implementar redundancia en los servidores y asegurar conexiones de respaldo.

Curva de aprendizaje prolongada	El personal puede tardar en adaptarse al uso de la nueva tecnología, afectando la productividad.	Alto	Medio	Capacitación previa y soporte continuo en la fase de implementación.
--	--	------	-------	--

Fuente: Elaborado por autor.

Riesgos Operativos

Tabla 6. Riesgos Operativos de la implementación.

Riesgo	Descripción	Impacto	Probabilidad	Mitigación del Riesgo
Errores en la parametrización del sistema	Configuración incorrecta que puede generar fallas en la planificación de inventarios.	Alto	Medio	Realizar pruebas y simulaciones antes del lanzamiento definitivo.
Resistencia al cambio por parte del personal	Posible rechazo por parte de empleados que prefieren procesos tradicionales.	Medio	Alto	Programas de sensibilización y demostración de beneficios tangibles.
Dependencia de proveedores tecnológicos	Problemas con IBM u otros proveedores pueden afectar la operatividad del sistema.	Medio	Bajo	Acuerdos de nivel de servicio (SLA) con los proveedores y soporte técnico garantizado.

Fuente: Elaborado por autor.

Riesgos Financieros

Tabla 7. Riesgos Financieros de la implementación.

Riesgo	Descripción	Impacto	Probabilidad	Mitigación del Riesgo
Costo de implementación mayor presupuestado	Posibles sobrecostos por personal extra, licencias o imprevistos.	Alto	Medio	Contar con un margen adicional en el presupuesto para imprevistos.
Retorno de inversión lento de más lo esperado	Los beneficios pueden no materializarse en el tiempo estimado.	Alto	Bajo	Evaluación periódica de los KPIs y ajustes en la estrategia de uso del sistema.

Fuente: Elaborado por autor.

Riesgos Organizacionales

Tabla 8. *Riesgos Organizacionales de la implementación.*

Riesgo	Descripción	Impacto	Probabilidad	Mitigación del Riesgo
Cambio en la dirección de la empresa	Nuevas decisiones podrían afectar la continuidad del proyecto.	Alto	Bajo	Asegurar el respaldo de la alta gerencia con un plan de sostenibilidad a largo plazo.
Falta de alineación con las necesidades del negocio	El sistema podría no ajustarse completamente a los procesos internos.	Medio	Medio	Evaluaciones previas con las áreas involucradas antes de la implementación.

Fuente: Elaborado por autor.

Para garantizar la estabilidad del proyecto en caso de que alguno de los riesgos identificados se materialice, se establece un plan de contingencia basado en cuatro fases: Prevención, Detección, Respuesta y Recuperación.

Prevención

- Realizar pruebas piloto en algunas farmacias antes de la implementación completa.
- Diseñar un plan de capacitación estructurado para los empleados.
- Contar con soporte técnico especializado disponible durante la fase de integración.
- Negociar contratos de soporte con IBM y proveedores para asegurar asistencia inmediata ante fallos.

Detección

- Monitoreo constante del desempeño del sistema mediante indicadores clave de rendimiento (KPIs).
- Uso de herramientas de detección temprana de errores en la planificación de inventarios.
- Revisión mensual del avance del proyecto con reportes a la alta gerencia.

Respuesta

- En caso de fallas en la integración, activar un equipo de respuesta rápida con desarrolladores y consultores de IBM.
- Si se detectan problemas en la adopción del personal, reforzar la capacitación con talleres prácticos.
- Si hay sobrecostos en el proyecto, evaluar opciones de financiamiento complementario o reprogramación del presupuesto.

Recuperación

- Implementación de protocolos de respaldo y restauración en caso de fallas del sistema.
- Reevaluación trimestral del desempeño del sistema para realizar ajustes oportunos.
- Asegurar una comunicación fluida entre equipos de TI, logística y finanzas para coordinar acciones correctivas rápidamente.

Para asegurar una implementación exitosa depende en gran medida de la identificación y mitigación de riesgos potenciales, así como de un plan de contingencia que garantice la estabilidad del sistema en caso de imprevistos. Al abordar los riesgos tecnológicos, operativos, financieros y organizacionales de manera proactiva, la empresa podrá minimizar el impacto de cualquier obstáculo y maximizar los beneficios de la inteligencia artificial en la gestión de su cadena de suministro.

4.5 COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

La implementación del sistema IBM Watson Supply Chain representa una inversión importante para la optimización de la gestión de inventarios en la empresa. Este capítulo detalla los costos asociados al proyecto, las opciones de financiamiento viables y un análisis de rentabilidad que justifica la inversión, considerando el impacto en la reducción de costos operativos y la mejora en la disponibilidad de productos.

El costo total estimado para la implementación del sistema es de \$170,851.68, incluyendo gastos en software, integración con los sistemas actuales, capacitación del personal y costos operativos. A continuación, se presenta el desglose detallado:

Tabla 9. Costos de Fases del proyecto

Nombre	Costo
Fase 1: Diseño y Planificación	\$3.449,60
Fase 2: Adquisición	\$76.266,40
Fase 3: Desarrollo	\$14.011,12
Fase 4: Pruebas del Piloto	\$3.085,92
Fase 5: Implementación Escalonada	\$2.157,84
Fase 6: Capacitación del Personal	\$61.166,00
Fase 7: Implementación y Monitoreo	\$10.714,80
Total	\$170.851,68

La fase número uno, incluye la definición de objetivos, análisis de infraestructura, definición de KPIs y evaluación de compatibilidad con el ERP. Es fundamental para las bases del proyecto y asegurar que todos los requisitos técnicos estén correctamente establecidos. La fase dos cubre la contratación de IBM Watson SC y la compra de hardware y servidores necesarios. Representa la mayor parte del costo inicial debido a la inversión en tecnología y servicios especializados. La siguiente fase incluye la instalación de servidores, integración con el ERP, configuración de reglas de negocio, ajustes de Machine Learning, desarrollo de dashboards y pruebas piloto. A partir de la

fase cuatro implica la implementación de pilotos en los locales y evaluar su funcionamiento hasta ir escalonando la implementación a todas las farmacias de la empresa asegurando una transición gradual y controlada. La fase seis cubre el entrenamiento del personal administrativo, de farmacias y del equipo de TI, para garantizar que todos los usuarios puedan operar el sistema eficientemente, por último, la fase siete incluye la puesta en producción en toda la empresa, monitoreo, ajustes post-implementación, y evaluación de resultados. Asegurando así que el sistema funcione de manera óptima y se realicen mejoras continuas.

Tabla 10. Recursos para la implementación

Nombre	Tipo	Costo
Gerente de Proyecto	Mano de Obra	\$2.300,00
Jefe de Logística	Mano de Obra	\$3.800,00
Jefe de Compras	Mano de Obra	\$3.800,00
Jefe de TI	Mano de Obra	\$3.900,00
Analista de Inventario	Mano de Obra	\$3.840,00
Personal de TI	Mano de Obra	\$8.311,68
Consultores de IBM	Mano de Obra	\$9.900,00
Especialista en capacitación	Mano de Obra	\$60.000,00
Licencias de software IBM Watson Supply Chain	Software y Equipos	\$60.000,00
Hardware y servidores	Software y Equipos	\$15.000,00
Total		\$170.851,68

Cada fase es crucial para el éxito del proyecto, y los costos reflejan la inversión necesaria en tecnología, recursos humanos y procesos para garantizar una implementación efectiva y sostenible, asegurando una implementación exitosa y sostenible en el tiempo.

Capítulo 5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE PROPUESTA

Para poder obtener un análisis de factibilidad de la propuesta presentada primero es importante conocer las fuentes de financiamiento que tiene la empresa para solventar la inversión. Así mismo conocer los beneficios que se esperan de esta implementación-

5.1 BENEFICIOS ESPERADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

Al incorporar inteligencia artificial (IA), se espera optimizar los procesos de abastecimiento, reducir costos operativos y mejorar la disponibilidad de productos en las farmacias y en el centro logístico de la empresa. Por tal motivo se detallan los beneficios esperados de la implementación, respaldados por métricas cuantificables que permitirán medir el impacto real del sistema. Estos beneficios son estimaciones que se esperan con la implementación del nuevo sistema ya se basan en la situación inicial de la empresa vs la situación esperada.

Uno de los principales problemas identificados en la gestión de inventarios es la falta de precisión en los pronósticos de demanda, lo que genera sobrestock o desabastecimiento

tanto en el centro logístico como en los locales. Con la implementación de IBM Watson Supply Chain, se espera:

- Un incremento del 95% en la precisión de pronósticos, gracias a la IA y el aprendizaje automático.
- Reducción en la variabilidad de la demanda un 30%, al considerar factores estacionales, tendencias del mercado y patrones de consumo.
- Disminución en los errores de previsión, pasando de un MAPE (Error Porcentual Absoluto Medio) del 25% a menos del 10%.

Por otro lado, también se identificaron deficiencias en los procesos de vencimiento de productos por caducidad, abastecimiento y quiebres de stock. Por tal motivo se espera que se obtengan los siguientes beneficios adicionales con los cuales se podrán mitigar todas las falencias antes mencionadas.

- Reducción del 20% en costos de almacenamiento, al optimizar la cantidad de inventario mantenido.
- Disminución del 15% en costos por vencimiento de productos, al gestionar mejor las fechas de caducidad en los locales y el centro de distribución, mediante la aplicación de etiquetado inteligente que involucra el uso de tecnologías como códigos QR o RFID (identificación por radiofrecuencia) que pueden almacenar información detallada sobre el medicamento, como su fecha de vencimiento, lote de fabricación y ubicación dentro del almacén o farmacia. El sistema puede analizar estos datos en tiempo real para monitorear la vida útil de los productos y predecir cuándo los medicamentos están próximos a caducar, generando alertas automatizadas que notifique a los responsables de inventario o de la farmacia cuando un producto esté cerca de su fecha de vencimiento.
- Ahorro del 13% en costos administrativos relacionados con la gestión de inventarios, gracias a la automatización de procesos ya que el sistema con IA puede predecir patrones de demanda y ayudar a redistribuir medicamentos en riesgo de caducidad entre las diferentes farmacias o centros de distribución, basándose en la demanda de productos similares en diferentes ubicaciones.
- Se espera un aumento del 98% en la disponibilidad de productos esenciales en farmacias.
- Reducción del 60% en quiebres de stock, asegurando un abastecimiento continuo y eficiente.
- Mayor precisión en la distribución de productos entre farmacias, evitando excesos en unas y escasez en otras.
- Reducción en los tiempos de respuesta ante fluctuaciones de la demanda de días a minutos.
- Generación de alertas preventivas para gestionar anticipadamente riesgos de desabastecimiento o exceso de stock.

- Integración de datos de ventas en farmacias para ajustar los niveles de inventario en tiempo real.
- 50% menos tiempo en la generación de órdenes de compra y reposición.
- 30% menos tiempo en la gestión de devoluciones de productos próximos a vencer.
- 40% menos tiempo en la conciliación de inventario entre farmacias y el centro logístico.

Tabla 11. Beneficios esperados de la implementación

Indicador	Estado Actual	Situación Esperada
Precisión en los pronósticos de demanda	75%	95%
Errores de previsión (MAPE)	25%	<10%
Quiebres de stock	15% de los productos	<5%
Costos por vencimiento de productos	\$50,000 anuales	\$7,500 (reducción del 15%)
Costos de almacenamiento	\$800,000 anuales	\$160,000 (reducción del 20%)
Tiempo de gestión de órdenes de compra	4 días	1 día (reducción del 75%)
Disponibilidad de productos esenciales	85%	98%
Tiempo de respuesta ante cambios de demanda	72 horas	30 minutos
Costos administrativos	\$300,000 anuales	\$39,000 (reducción del 13%)

La implementación de IBM Watson Supply Chain transformará la gestión de inventarios de la empresa, logrando una reducción significativa en costos operativos, mejora en la disponibilidad de productos y optimización en la toma de decisiones. Gracias a la IA y el aprendizaje automático, se podrán predecir de manera más precisa los patrones de consumo, minimizar errores en la planificación de compras y reducir tiempos de respuesta ante fluctuaciones del mercado. Esta ejecución no solo permitirá mejoras operativas, sino también un impacto positivo en la atención al cliente y en la rentabilidad general de la empresa. Las farmacias de la red se beneficiarán con un abastecimiento más eficiente, una mejor planificación de inventarios y una reducción en los costos de gestión.

5.2 OPCIONES DE FINANCIAMIENTO

Por dicho motivo se procedió a evaluar opciones de financiamiento bancario en Ecuador, se han analizado las ofertas de tres bancos principales de mejor relación comercial con VLSALUD S.A: entre los cuáles se encuentran Banco Pichincha, Banco Guayaquil y Banco Pacífico.

Tabla 12. Comparativos de entidades financieras

Variables	Banco Pichincha	Banco Guayaquil	Banco Pacífico
-----------	-----------------	-----------------	----------------

Tasa de Interés	10,76%	11,83%	10,00%
Plazo (meses)	60	60	60
Monto del Préstamo	\$170.851,68	\$170.851,68	\$170.851,68

Fuente: Elaborado por autor. Tomado de páginas de los bancos analizados.

Una vez que se obtuvo la información financiera de cada banco respecto a las tasas de interés que manejan para el monto del crédito esperado, se procedió a calcular las cuotas mensuales a pagar y los intereses totales por cada banco, para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$Cuota = \frac{P * r * (1 + r)^n}{(1 + r)^n - 1}$$

Siendo así:

- P = Monto del préstamo (\$170,851.68)
- r = Tasa de interés mensual (Tasa anual / 12 meses)
- n = Número de meses (60)

Tabla 13. Cuadro comparativo de entidades financieras

Banco	Tasa de Interés Anual	Plazo (meses)	Cuota Mensual	Costo Total	Intereses Totales
Banco Pichincha	10.76%	60	\$ 3.694,31	\$ 221.658,78	\$ 50.807,10
Banco Guayaquil	11.83%	60	\$ 3.785,84	\$ 227.150,42	\$ 56.298,74
Banco del Pacífico	10.00%	60	\$ 3.630,09	\$ 217.805,60	\$ 46.953,92

Fuente: Elaborado por autor.

Analizando las opciones de financiamiento presentadas, la mejor alternativa para financiar la implementación del proyecto es el Banco del Pacífico. Este banco ofrece la tasa de interés anual más baja (10.00%), lo que resulta en la menor cuota mensual de \$3,630.09 y el menor costo total del préstamo, que asciende a \$217,805.60. Además, los intereses totales a pagar serían \$46,953.92, lo que representa un ahorro significativo en comparación con las otras opciones. En contraste, el Banco Guayaquil tiene la tasa más alta (11.83%), lo que genera mayores costos e intereses. Por lo tanto, elegir el Banco del Pacífico permitiría minimizar los costos financieros y maximizar la rentabilidad del proyecto.

5.3 ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL PROYECTO

Para evaluar la rentabilidad del proyecto de implementación de IBM Watson Supply Chain en la gestión de inventarios de VLSALUD S.A., se utilizarán los siguientes indicadores financieros: Retorno de la Inversión (ROI), Período de Recuperación (Payback Period) y el Valor Presente Neto (VPN). Estos indicadores permitirán determinar si el proyecto es financieramente viable y cuánto tiempo tomará recuperar la inversión inicial.

Retorno de la Inversión (ROI)

El ROI es un indicador financiero que mide la rentabilidad de una inversión en relación con su costo, se expresa en términos porcentuales. Se calcula como:

$$ROI = \frac{\text{Beneficios Netos} - \text{Costo total del proyecto}}{\text{Costo total del proyecto}} * 100$$

Para poder determinar que el proyecto es rentable debemos tener un ROI positivo, el cual indica que la inversión generó ganancias. Por tal motivo se presentan los beneficios Netos Anuales Esperados que se estimaron anteriormente obteniendo:

- Reducción de costos por vencimiento de productos: \$7,500
- Reducción de costos de almacenamiento: \$160,000
- Reducción de costos administrativos: \$39,000
- Ahorro total anual: \$206,500.00
- Costo Total del Proyecto: \$170,851.68

Reemplazando los datos en la fórmula respectiva se obtiene que:

$$ROI = \frac{206,500.00 - 170,851.68}{170,851.68} * 100 = 20.87\%$$

Este resultado indica que, por cada dólar invertido, se espera un retorno de 2.08 dólares, lo que sugiere que el proyecto es altamente rentable.

Período de Recuperación (Payback Period)

El Payback Period es el tiempo que tarda una inversión en generar suficientes flujos de efectivo para recuperar el capital inicial invertido. Por lo cual es importante que el proyecto genere un período de recuperación corto ya que esto indica menor riesgo y mayor liquidez para la empresa.

Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Payback Period} = \frac{\text{Inversión Inicial}}{\text{Flujo de Caja Anual}}$$

Por lo cual de acuerdo con los beneficios esperados que fueron mencionados anteriormente, tenemos:

$$\text{Payback Period} = \frac{170,851.68}{206,500.00} = 0.82 = 9.9 \text{ meses}$$

Reemplazando los valores de la fórmula, se estima que el proyecto recuperará la inversión inicial en aproximadamente 10 meses, lo que indica que se espera una rápida recuperación de los fondos invertidos.

Valor Presente Neto (VPN)

De la misma manera se procedió a calcular el VPN, el cual es un indicador financiero que mide la rentabilidad de una inversión al calcular la diferencia entre los flujos de efectivo futuros descontados a valor presente y la inversión inicial. Para este análisis,

se utilizará la tasa de descuento del 10% (tasa de interés del préstamo del Banco del Pacífico). Para ello es importante que la VPN del proyecto sea mayor a 0 ya que indica que la inversión es rentable, porque genera más ingresos de los que cuesta.

Se calcula de la siguiente manera:

$$VPN = \sum \frac{F_t}{(1+r)^t} - C_0$$

Donde:

- F_t = Flujo de caja en el periodo t.
- r = Tasa de descuento (costo de capital o tasa mínima de retorno esperada)
- t = Número de períodos.
- C_0 = *Inversión Inicial*

Entonces reemplazando los valores de la fórmula de acuerdo con los beneficios esperados y la tasa de interés tomada para el ejercicio tenemos:

$$VPN = \frac{206,500}{(1+0.10)^1} + \frac{206,500}{(1+0.10)^2} + \frac{206,500}{(1+0.10)^3} + \frac{206,500}{(1+0.10)^4} + \frac{206,500}{(1+0.10)^5} - 170,851.68$$

$$VPN = 87,727.27 + 170,661.16 + 155,146.51 + 141,042.28 + 128,220.25 = 782,797.47$$

$$VPN = 782,797.47 - 170,851.68 = 611,945.79$$

Como podemos observar se obtiene un valor presente neto positivo de \$611,945.79, lo cual indica que el proyecto es rentable y que los beneficios futuros superan los costos iniciales.

Estos resultados demuestran que la implementación de IBM Watson Supply Chain en la gestión de inventarios de VLSALUD S.A. es financieramente viable y rentable. Además, los beneficios esperados, como la reducción de costos operativos, la mejora en la disponibilidad de productos y la optimización de los procesos, justifican ampliamente la inversión inicial.

5.4 EVALUACIÓN DE SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO

La implementación de IBM Watson Supply Chain en la gestión de inventarios de la empresa no solo busca mejorar la eficiencia operativa y la rentabilidad, sino también garantizar la sostenibilidad de los procesos. Este capítulo analiza el impacto ambiental de las mejoras implementadas, la reducción de desperdicios, la optimización de recursos y la aplicación de prácticas de economía circular para maximizar el aprovechamiento de productos en la cadena de suministro.

Impacto Ambiental y Reducción de desperdicios

Uno de los principales problemas en la industria farmacéutica es el desperdicio de productos debido a su caducidad. La aplicación de inteligencia artificial a través del sistema elegido en la gestión de inventarios permite:

- Reducción del 15% en desperdicio de productos al optimizar los pedidos y evitar la acumulación innecesaria de stock.
- Mejora en la gestión de devoluciones, permitiendo redistribuir medicamentos próximos a vencer a farmacias con mayor demanda.
- Menor huella de carbono al reducir el número de envíos urgentes y optimizar las rutas de distribución.
- Reducción del 20% en costos de almacenamiento, disminuyendo el uso de espacios innecesarios y la energía destinada a la refrigeración de productos.
- Automatización de procesos administrativos, reduciendo el consumo de papel, se estima un ahorro del 30% mediante la digitalización de informes y documentos de inventario.
- Optimización del consumo energético en almacenes y farmacias mediante una mejor planificación de reposiciones, lo que permite un uso más eficiente de los sistemas de refrigeración y almacenamiento.

Economía Circular

Para maximizar el aprovechamiento de los productos en la cadena de suministro, la empresa adoptará principios de economía circular que incluyen:

- Reubicación de productos en riesgo de vencimiento: Los medicamentos con poca rotación en ciertas farmacias serán redistribuidos a puntos de venta con mayor demanda, reduciendo el desperdicio.
- Recuperación de empaques y envases: Implementación de programas para la recolección y reciclaje de empaques, promoviendo su reutilización o disposición responsable.
- Colaboración con organizaciones para donación de medicamentos: Se establecerán alianzas con fundaciones y entidades de salud para donar productos próximos a vencer que puedan ser utilizados en programas de atención comunitaria.

Para garantizar la sostenibilidad de estas mejoras, se establece la metodología de indicadores clave de desempeño (KPIs) que permitirán evaluar su impacto a lo largo del tiempo:

Tabla 14. *Indicadores de Sostenibilidad.*

Indicador	Fórmula	Meta Esperada
Desperdicio de medicamentos (%)	$\frac{\text{Costo de medicamentos desperdiciados}}{\text{Total de compras}}$	Reducción del 10%
Disminución de consumo de papel	Ahorro en costos de impresión y papel.	Ahorro del 30%

Optimización de consumo energético	Ahorro en costos de electricidad de tiendas	Ahorro del 10%
Medicamentos donados (%)	Medicamentos donados / Total de medicamentos distribuidos	10%

La implementación de IBM Watson Supply Chain no solo mejorará la eficiencia operativa, sino que también contribuirá a una operación más sostenible y responsable con el medio ambiente. La reducción de desperdicios, la optimización del consumo energético y la integración de prácticas de economía circular fortalecerán la competitividad de la empresa y su compromiso con la sostenibilidad a largo plazo. Estos esfuerzos permitirán no solo generar ahorros significativos, sino también posicionar a la empresa como un referente en gestión responsable dentro de la industria farmacéutica.

CONCLUSIONES

Se identificó que la gestión de inventarios en VLSALUD S.A. presenta ineficiencias en la planificación de compras, abastecimiento y administración de devoluciones. Los datos de los últimos cinco años muestran que las compras han superado la demanda en un 30%, generando sobrecostos y acumulación de productos próximos a vencer. Además, las devoluciones representan el 10.5% de las ventas debido a errores en la planificación y vencimiento de productos.

Se diseñó un prototipo basado en IBM Watson Supply Chain, el cual integra predicción de demanda, optimización de abastecimiento y control automatizado de inventarios. Este sistema permitiría reducir en un 15% el desperdicio de productos, optimizar las rutas de distribución y mejorar la trazabilidad de los medicamentos. La implementación de inteligencia artificial en la gestión de inventarios de la empresa farmacéutica VLSALUD S.A. ha demostrado ser una estrategia viable y altamente beneficiosa en términos de eficiencia operativa, reducción de costos y sostenibilidad.

El análisis financiero evidenció que la implementación del sistema tiene un ROI de 2.08, lo que significa que por cada dólar invertido se recuperarán 2.08 dólares. El período de recuperación de la inversión se estima en nueve meses, mientras que el VPN positivo de \$611,945.79 confirma que la propuesta es financieramente viable.

Se logró implementar estrategias de redistribución de medicamentos próximos a vencer, asegurando su colocación en puntos de venta con mayor demanda. La implementación de IA en la gestión de inventarios tendrá un impacto positivo en la sostenibilidad de la operación esperando reducir el uso de papel en un 30%, optimizar el consumo energético en un 10% y disminuir en un 40% los costos de almacenamiento ya que se automatizarán los procesos y las alertas. Además, se establecerán programas de economía circular para redistribuir productos en riesgo de vencimiento y donaciones a entidades de salud.

RECOMENDACIONES

Es importante realizar pruebas piloto del sistema en algunas farmacias antes de su implementación total, con el fin de evaluar su desempeño en tiempo real y realizar ajustes según sea necesario.

Para evitar errores en la adopción del sistema, se debe diseñar un plan de capacitación estructurado para los empleados, asegurando que comprendan el uso de la IA en la gestión de inventarios y cómo optimizar su trabajo con la herramienta.

Se recomienda evaluar periódicamente indicadores como reducción del desperdicio de medicamentos, disminución de costos de almacenamiento y optimización del consumo energético. Estos permitirán ajustar la estrategia en función de los resultados obtenidos. Adicional diseñar estrategias más eficientes para la recuperación de medicamentos próximos a vencer, con el fin de reducir costos y mejorar la disponibilidad de productos.

Para evitar que cambios organizacionales afecten la sostenibilidad del proyecto, se recomienda asegurar el respaldo de la alta gerencia mediante un plan estratégico a largo plazo. Se debe contar con un margen adicional en el presupuesto para imprevistos y evaluar constantemente la funcionalidad del sistema para evitar interrupciones en la conectividad o problemas en la integración con los sistemas actuales.

BIBLIOGRAFÍA

- AI Superior GmbH. (17 de 12 de 2024). *AI Superior*. Obtenido de AI Superior:
<https://aisuperior.com/es/ai-use-cases-in-supply-chain/>
- Andres Riascos, J., Sebastián Bravo, J., & Galván Colonia, E. (2025). Estrategias basadas en inteligencia artificial para la gestión de inventarios en la cadena de suministro. *Universidad Cooperativa de Colombia*, 58-59. Obtenido de
<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/f7c8c4f6-bcf5-4602-9cd0-38f586f331ed/content>
- Angulo Murillo, N. G., Zambrano Zambrano, M. M., & Sánchez Arteaga, A. A. (2023). GESTIÓN DE INVENTARIO PARA MEJORAR LA RENTABILIDAD DEL SECTOR FARMACÉUTICO EN LA CIUDAD DE MANTA. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria de Ciencias Contables, Auditoría y Tributación: CORPORATUM*, 4, 5. Obtenido de
<https://publicacionescd.ulead.edu.ec/index.php/corporatum-360/article/view/510/796>
- Ballou, R. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro*. México: PEARSON EDUCACIÓN. Obtenido de
https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=ii5xqLQ5VLgC&oi=fnd&pg=PA7&dq=Administraci%C3%B3n+de+la+cadena+de+suministros&ots=u52AkkMi9i&sig=Y7bLhMYL7Os0xpkj54dYNBw6nnY&redir_esc=y#v=onepage&q=Administraci%C3%B3n%20de%20la%20cadena%20de%20suministros&f
- Blasco Ferrándiz, R., Blasco Barbero, Á., & Blasco Barbero, A. (04 de Septiembre de 2023). *El farmacéutico*. Obtenido de El farmacéutico:
<https://www.elfarmacéutico.es/buscador.html?text=La+profesi%C3%B3n+farmac%C3%A9utica+frente++al+reto+de+la+inteligencia+artificial>

- Boden, M. (2016). *Inteligencia Artificial*. Madrid: Turner.
- Calzado Mesa, Z. (2022). Proyecto de codificación industrial en la gestión de inventarios. *Redalyc*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/1815/181572159007/181572159007.pdf>
- Cespón Castro, R. (2012). Administración de la cadena de suministros. *Logicuba*.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación*. México: PEARSON EDUCACIÓN. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44129488/Administracion_de_la_cadena_de_suministro._Estrategia_Planeacio-libre.pdf?1459033118=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAdministracion_de_la_cadena_de_suministr.pdf&Expires=1742146006&Signatur
- Dominguez Perez , F., López Martinez, I., Felipe Valdes, P., Vallin Garcia , A., & Cruz Ruiz , A. (2018). Propuesta de clasificación de insumos para la gestión de inventarios en la industria biofarmacéutica. Caso de Estudio en el Centro de Inmunología Molecular. *Finlay - ediciones*, 54-55.
- Doralis, O. U. (2023). LA FARMACIA EN LA NUEVA ERA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL LA FARMACIA Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL. *TECHNO REVIEW*, 4.
- Ehie, I., & Ferreira, L. M. (2019). Conceptual Development of Supply Chain Digitalization Framework. *ScienceDirect*, 52. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.555>
- Galviz Cataño, D. F., Caycedo Sanchez, V. M., & Correa Watcher, J. F. (2018). La inteligencia artificial, el nuevo aliado de la logística y el marketing. *Corporación Universitaria Americana*. Obtenido de <https://americana.edu.co/medellin/wp-content/uploads/2024/02/Libro-completo-Desarrollos-en-investigacion-para-la-competitividad-empresarial-y-de-negocios.pdf#page=50>
- Guerras Pastor, E. (2024). La cadena de suministro. Influencia de la Industria 4.0. *Universidad de Valladolid*. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/70215/TFM-I-3119.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGRAW-HILL.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGRAW-HILL.
- Ibarra Peña, K. A., Morán Murillo, P. N., & Rodríguez Sares, E. A. (2024). INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y BIG DATA EN LA OPTIMIZACIÓN DE CADENAS DE SUMINISTRO INTERNACIONALES: HACIA UNA LOGÍSTICA PREDICTIVA Y SOSTENIBLE. *Revista Científica de la Universidad del Golfo de California*, 62.

- ISO. (16 de 03 de 2024). *ISO org*. Recuperado el 12 de Marzo de 2025, de Iso org: <https://www.iso.org/es/inteligencia-artificial/que-es-ia#toc1>
- Logística Profesional. (12 de Junio de 2024). *Logística Profesional*. Obtenido de Logística Profesional: https://www.logisticaprofesional.com/texto-diario/mostrar/4863660/ia-machine-learning-ayudan-identificar-reducir-cambios-cadena-suministro-farmaceutica?utm_source=chatgpt.com
- Marreros Urquiza, J. E., Ortiz Centurion, E. S., Acosta Aguilar, D. M., Infante Villalobos, F. M., & Prieto Pastor, R. A. (2023). METODOLOGÍAS DE IA APLICADAS EN LA CADENA DE SUMINISTRO: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA. *Universidad Nacional de Trujillo*, 51. Obtenido de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/RINGIND/article/view/5410/5584>
- Mathai, A., Parikh, R., Parikh, S., Sekhar, C., & Thomas, R. (2008). Understanding and using sensitivity, specificity and predictive values. *Indian journal of ophthalmology*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18158403/>
- Munárriz, L. Á. (1994). *Fundamentos de inteligencia artificial*. Murcia: Universidad de Murcia.
- Novartis Farmacéutica, S. (s.f.). *Novartis*. Obtenido de Novartis: https://www.novartis.com/es-es/sobre-novartis/transformacion-digital/inteligencia-artificial?utm_source=chatgpt.com
- Pandian, P. (2019). ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATION IN SMART WAREHOUSING ENVIRONMENT FOR AUTOMATED LOGISTICS. *Journal of Artificial Intelligence and Capsule Networks*, 63-72. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.36548/jaicn.2019.2.002>
- Peinado Pineda, I. S., & Díaz Salas, I. (2021). Inteligencia Artificial Aplicada a la Cadena de Suministro Globales. *Universidad de Córdoba*.
- Priore, P., Ponte, B., Rosillo, R., & De la Fuente, D. (2018). Applying machine learning to the dynamic selection of replenishment policies in fast-changing supply chain environments. *International Journal of Production Research*. Obtenido de Applying machine learning to the dynamic selection of replenishment policies in fast-changing supply chain environments
- Seminario Alvarez, L. A., & Medina Guzman, D. A. (2024). Propuesta de modelo esbelto aplicando Heijunka, SLP y criterio MAPE para mejorar el nivel de satisfacción de la demanda en una panificadora PyME de Lima, Perú. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*, 5. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/674004/Seminario_AL.pdf?sequence=9&isAllowed=y
- Shalev-Shwartz, S., & Ben-David, S. (2014). Understanding Machine Learning. *Understanding machine learning: From theory to algorithms*. Obtenido de <https://doi.org/10.1017/CBO9781107298019>

- Vega Mendoza, L., & Vega Palomino, K. M. (2014). Teoría de las restricciones y proceso de mejora continua vs metodología justo a tiempo (jit) y costos abc. *Dialnet*.
- Yabar Ramos, C. J. (2019). Implementación de la Gestión de inventarios para mejorar la productividad en el almacén de la empresa Importaciones Becerra S.A.C., Lima, 2018. *Universidad Cesar Vallejo*, 21. Recuperado el 1 de Marzo de 2025, de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/130847>
- Zhang, Y., Jiang, Y., Zhong, M., Geng, N., & Chen, D. (2016). Robust optimization on regional WCO-for-Biodiesel supply chain under supply and demand uncertainties. *Scientific Programming*. Obtenido de <https://doi.org/10.1155/2016/1087845>

ANEXOS