

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN



Sistema web inteligente basado en machine learning para apoyar la gestión de inventarios en la empresa E.B Pareja Lecaros S.A.

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

AUTOR

Roberto Carlos Montero Lopez

ASESOR

Hector Miguel Zelada Valdivieso

<https://orcid.org/0000-0002-2311-4284>

Chiclayo, 2025

**Sistema web inteligente basado en machine learning para apoyar la
gestión de inventarios en la empresa E.B Pareja Lecaros S.A.**

PRESENTADA POR

Roberto Carlos Montero Lopez

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

APROBADA POR

Maria Ysabel Aranguri Garcia

PRESIDENTE

Ricardo David Iman Espinoza

SECRETARIO

Hector Miguel Zelada Valdivieso

VOCAL

Dedicatoria

A Dios, por guiarme en los momentos difíciles y brindarme fortaleza para llegar hasta aquí. A mis padres, Heli y Luz, por su gran amor y apoyo incondicional en todo momento, y por confiar en mí. Son un ejemplo de trabajo y esfuerzo, gracias por nunca rendirse, sin ustedes no hubiera sido posible. A mi hermana Rosmery, por su compañía, apoyo y consejos en todas las etapas de mi vida. A mis tíos; Arturo, Norma y Orfe; por brindarme su apoyo y cariño en las dificultades, junto con el aprecio de sus hijos. Esta tesis esta dedicada a todos ustedes.

Agradecimientos

A mi asesor, el Dr. Hector Zelada, quien desde el principio me guió en el largo camino de la investigación, brindándome sus valiosos consejos con paciencia y dedicación.

Sistema web inteligente basado en machine learning para apoyar la gestión de inventarios en la empresa E.B Pareja Lecaros S.A.

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	sedici.unlp.edu.ar Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC Trabajo del estudiante	1%
6	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Señor de Sipan Trabajo del estudiante	1%

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
Revisión de literatura	11
Materiales y métodos	15
Resultados y discusión	17
Conclusiones	26
Recomendaciones.....	27
Referencias	29
Anexos.....	33

Resumen

La investigación desarrolló un sistema web inteligente en base a machine learning para apoyar la gestión de inventarios en la empresa E.B Pareja Lecaros S.A., empleando algoritmos de regresión para predecir la demanda futura de productos. Se siguieron las metodologías Scrum, en cuatro sprints, y CRISP-DM en seis fases. En el primer objetivo, se logró una colección estructurada de datos evaluada según la norma ISO/IEC 25012, alcanzando un rango objetivo en las tablas analizadas y consolidando un dataset para entrenar el modelo de predicción. En el segundo objetivo, se evaluaron diversos algoritmos de machine learning y sus métricas de error, identificando que el algoritmo XGBoost obtuvo el mejor nivel de proximidad en la predicción, optimizando los niveles de stock para la gestión eficiente del inventario. En el tercer objetivo, se validó la funcionalidad de la aplicación web mediante pruebas de caja negra, cumpliendo con un 100% de los requerimientos funcionales, permitiendo la corrección continua de errores durante los sprints. En el cuarto objetivo, la aplicación obtuvo un 92% de aprobación en utilidad percibida y facilidad de uso según el modelo TAM, demostrando que satisface las necesidades de la empresa. Estos resultados destacan la efectividad de crear un sistema de predicción con el fin de apoyar la gestión de inventarios, reduciendo los costos y generando beneficios financieros en un entorno empresarial complejo.

Palabras clave: Machine learning, predicción, stock, inventario.

Abstract

The research developed an intelligent web system based on machine learning to support inventory management in the company E.B Pareja Lecaros S.A., using regression algorithms to predict future product demand. Scrum methodologies were followed, in four sprints, and CRISP-DM in six phases. In the first objective, a structured collection of data evaluated according to ISO/IEC 25012 was achieved, reaching a target range in the analyzed tables and consolidating a dataset to train the prediction model. In the second objective, various machine learning algorithms and their error metrics were evaluated, identifying that the XGBoost algorithm obtained the best level of proximity in the prediction, optimizing stock levels for efficient inventory management. In the third objective, the functionality of the web application was validated through black box testing, meeting 100% of the functional requirements, allowing continuous error correction during the sprints. In the fourth objective, the application obtained 92% approval in perceived usefulness and ease of use according to the TAM model, demonstrating that it meets the needs of the company. These results highlight the effectiveness of creating a forecasting system to support inventory management, reducing costs and generating financial benefits in a complex business environment.

Keywords: Machine learning, prediction, stock, inventory.

Introducción

Hoy en día, la gestión de inventario es reconocida por ser un componente clave en las empresas, dado que desempeña un papel importante en la gestión empresarial efectiva [1]. Esta gestión hace referencia a la supervisión y seguimiento de los bienes o productos que se almacenan en la empresa, siendo el inventario una lista exhaustiva del stock de productos disponibles en un almacén, teniendo en cuenta la cantidad y valor de los productos [2]. Cuando se tiene una gestión de inventarios más coordinada, se logran beneficios que se reflejan en la organización del almacén, la disminución de costos de mantenimiento y reducción de pérdidas, teniendo un impacto en la generación de ingresos [3]. Sin embargo, la carencia de información y la complejidad de los procesos implicados refieren un reto para las empresas en la gestión de inventarios. Esto se debe a la competitividad y complejidad empresarial, lo que conlleva a la incapacidad de encontrar soluciones [4].

A nivel mundial, se pueden observar desafíos en la gestión de inventarios. En México, el 70% de las PYMES no permanecen en el mercado por más de 5 años debido a la falta de un manejo adecuado en el inventario. En Colombia, un 78,3% de las empresas nuevas no se mantienen más de un año en el mercado, esto también se atribuye a la deficiente gestión de inventarios. Mientras que en EE.UU, los gastos asociados al inventario constituyen alrededor del 30 al 35% del valor de una empresa. Estas cifras muestran cuán importante es que las empresas optimicen sus estrategias en la gestión de inventarios para asegurar su mantenimiento y éxito en el mercado [5]. A nivel nacional, los problemas en la gestión de inventarios también están presentes. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática, un 40,8% de las empresas no poseen un sistema apropiado para gestionar sus inventarios, lo cual conlleva a tomar decisiones erróneas que afectan a la empresa [6]. En las empresas peruanas dedicadas al sector comercial, se evidencia una inquietud en la gestión de inventarios, porque se tiene desconocimiento acerca de la importancia de tener un método eficiente para gestionar los productos en su inventario [7]. En el caso de la empresa E. B. Pareja Lecaros S.A., especializada en la comercialización de productos dentales, equipos biomédicos y productos para bebés, de ahora en adelante productos sanitarios; la gestión de inventarios representa un desafío significativo. De acuerdo con la entrevista realizada al asistente de sistemas, la falta de una herramienta tecnológica adecuada para recopilar y analizar información de los productos en la gestión de inventario es uno de los principales desafíos en la empresa, afectando directamente en su economía.

La gestión de inventarios puede verse afectada por diversos factores, tanto internos y externos a la empresa, y que debido a su mala administración tiene un impacto perjudicial en el cumplimiento de los objetivos establecidos. Se identifican como factores internos, la gestión de compras, de almacén, de la información y de la demanda. Por otro lado, entre los factores externos se encuentran la inflación, el control de divisas, entre otras [8].

La mala gestión de inventarios puede ser provocada por diferentes causas, entre ellas, la carencia de atención a las operaciones de recepción y despacho de productos. Generando así un aumento en los costos de la empresa [9]. Otro problema que se identifica es la carencia de sistemas de información, tanto para monitorear la escasez de stock o gestionar el exceso de productos, lo que genera una desorganización en la empresa, debido a la ausencia de un sistema definido para la planificación, gestión y supervisión adecuada [10]. Otro problema surge por la carencia de un control adecuado en el cumplimiento de los procesos, ya que se pueden presentar discrepancias entre el inventario físico y el registro contable [11]. Para la empresa E.B Pareja Lecaros S.A., un problema significativo es la disponibilidad de información de manera inmediata, ya que primero se ejecuta un procedimiento de conteo de inventario para posteriormente registrarlo en la herramienta Excel, dicho proceso se lleva a cabo de forma manual, lo que resulta en una pérdida de tiempo laboral, generando que la información para el análisis sea imprecisa.

La mala gestión de inventarios trae muchas consecuencias negativas en las empresas. Una de ellas es la pérdida de potenciales clientes en el mercado, ya que por un control inadecuado en los productos se generan atrasos en los despachos y por ende incumplimiento en las entregas, causando insatisfacción en los clientes, haciendo que opten por recurrir a otras empresas [9]. La gestión ineficiente de los costos en el inventario es otra consecuencia, ya que causa una disminución en el desempeño de la empresa, afectando su posición competitiva y generando aumentos en los costos asociados al mantenimiento del inventario [5]. Otra consecuencia grave que afecta a las empresas es el desequilibrio en el inventario. Esto puede manifestarse en un exceso de inventario en el almacén, o una escasez de inventario [12]. Asimismo, en la empresa E.B Pareja Lecaros S.A., existe una falta de conocimiento estimado sobre cuáles son los productos prioritarios y su cantidad respectiva con los que se debe contar en los próximos meses. Esta situación conlleva a que las compras de productos sufran retrasos, lo que trae consigo disminuciones en los niveles de servicio ofrecidos a sus clientes y, por ende, genera pérdidas económicas.

Una de las soluciones más eficaces para abordar esta problemática se encuentra en el área de Minería de Datos e Inteligencia Artificial (IA). En las últimas décadas, ambos ámbitos han experimentado un desarrollo considerable impulsado por las innovaciones tecnológicas. Posibilitando que varias partes del proceso de gestión inventarios sean inteligentes, ofreciendo soluciones efectivas [13]. Dentro de esta área de la minería de datos y la IA, se encuentra una rama dedicada a desarrollar modelos que posibilitan a los sistemas aprender desde los datos. Esta rama es conocida como aprendizaje automático o machine learning (ML) y se sustenta en el análisis de extensas cantidades de datos para recopilar información y crear modelos de predicción [14]. Por lo tanto, el machine learning puede aplicarse en diferentes campos y traer consigo múltiples beneficios que posibilitan a la empresa mejorar en sus procesos y mantenerse competitivos. Además, el machine learning se aplica de manera específica al utilizar datos recopilados de la empresa en cuestión [15].

Debido a esto, se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo se puede desarrollar un sistema web inteligente basado en machine learning para apoyar la gestión de inventarios en la empresa E.B Pareja Lecaros S.A.? En consecuencia, se propuso apoyar la gestión de inventarios mediante el desarrollo de un sistema web inteligente que integre un modelo de predicción de la demanda futura de productos sanitarios, utilizando algoritmos de machine learning. Por lo tanto, se estableció como objetivo general desarrollar un sistema web inteligente basado en machine learning para apoyar la gestión de inventarios en la empresa E.B Pareja Lecaros S.A., teniendo como objetivos específicos los siguientes; lograr una colección estructurada de datos para la creación del modelo de machine learning en base a la norma ISO/IEC 25012; obtener un adecuado nivel de proximidad del modelo de predicción de demanda futura de productos en base al algoritmo determinado y los datos recolectados de la empresa; validar la funcionalidad de la aplicación web construida que integrará el modelo de predicción creado que permita apoyar la gestión de inventarios en base a pruebas de ingeniería de software; corroborar la usabilidad y facilidad de la aplicación web en base al modelo de aceptación tecnológica (TAM).

Esta investigación cuenta con cuatro justificaciones. Una justificación científica; puesto que la implementación exitosa de una aplicación web que integra el modelo de predicción de la demanda futura de productos sanitarios de la empresa a través del uso de un algoritmo de machine learning, contribuyó en el proceso de gestión de inventarios en la empresa haciéndolo más eficiente. Además, esta investigación permitió comparar diferentes algoritmos de regresión de machine learning utilizando datos históricos para identificar el modelo con un adecuado

nivel de proximidad. Este enfoque optimizó la planificación y el control del inventario, mejorando el desempeño operativo de la empresa. Una justificación económica; puesto que el desarrollo de una aplicación predictiva en base a machine learning fue una inversión estratégica y rentable para la empresa, ya que permitió predecir con precisión la demanda futura de productos a partir del análisis de la demanda histórica. Esto optimiza la eficiencia operativa, reduce los gastos de almacenamiento y disminuye los costos relacionados con el exceso o la falta de stock. Además, el sistema de apoyo a la gestión de inventarios desarrollado permite a la empresa adaptarse a las variaciones del mercado y desarrollar estrategias basadas en datos confiables, maximizando así sus ganancias y fortaleciendo su competitividad en el mercado. Una justificación social; puesto que la implementación beneficia tanto a la organización como a los clientes. Para la organización, ya que proporciona una herramienta eficiente para abordar los desafíos en la gestión de inventarios, mejorando la productividad empresarial. En cuanto a los clientes, la solución ofrece a la empresa brindar un servicio de mayor calidad, traduciéndose en una satisfacción y fidelidad hacia la misma. Además, las organizaciones de sectores similares, al utilizar datos similares, podrían verse beneficiadas al adoptar el modelo de machine learning desarrollado, puesto que optimiza la gestión de inventarios mediante predicciones de demanda precisas. Una justificación tecnológica; ya que el uso de tecnologías como desarrollo de software, inteligencia artificial y minería de datos, fueron esenciales para construir un sistema web que integra el modelo de predicción, con la finalidad de abordar los desafíos en la gestión de inventarios. Esta solución, sigue las metodologías Scrum y CRISP-DM, y emplea lenguajes de programación como Python y TypeScript, la librería React y una base de datos relacional PostgreSQL. Además, esta solución tecnológica es adaptable a empresas de sectores similares que enfrenten problemas en la gestión de inventarios, ayudando a aumentar la eficiencia y optimización de sus procesos.

Revisión de literatura

Sousa et al. [16] aborda la problemática de la demanda de productos nuevos en el sector de la moda, destacando que las ventas históricas no reflejan con exactitud la demanda real debido a la falta de stock, lo que genera datos censurados al no registrar ventas por productos agotados. El estudio tiene como finalidad desarrollar un modelo que permita predecir la demanda de productos nuevos para optimizar la gestión de inventarios. El estudio se estructura en dos fases; primero, se utiliza heurísticas como 3dStockOut, PrevNextDay y HomolDay, junto con el algoritmo de Expectation-Maximization (EM) para corregir los datos faltantes debido a la falta de stock. En la segunda etapa, se utilizan los algoritmos de machine learning como Random

Forest, Deep Neural Networks y Support Vector Regression para predecir la demanda de nuevos productos. Como resultado, se muestra que el algoritmo EM es más efectivo para manejar datos censurados, mientras que Random Forest destaca para el pronóstico de demanda de nuevos productos, contribuyendo a optimizar la toma de decisiones para la gestión de inventarios, reduciendo el riesgo de exceso o escasez de stock. Se considera como antecedente, porque ambas investigaciones utilizaron algoritmos de machine learning para construir un modelo predictivo de la demanda futura de productos, que apoya y agiliza la gestión de inventarios.

Mejía y Aguilar [17] tratan la dificultad de predecir la demanda de productos en el comercio minorista, donde la variabilidad y complejidad dificultan las proyecciones precisas, afectando los costos de gestión de inventarios y flujos de capital. El propósito de su investigación es desarrollar un sistema de aprendizaje híbrido que combine técnicas de agrupamiento de productos para mejorar la exactitud en la predicción de la demanda, de modo, que optimice la gestión de inventarios. El estudio se divide en dos fases; primero, se emplean técnicas de aprendizaje no supervisado para agrupar productos según sus patrones temporales; en la segunda, se evalúan y aplican distintos algoritmos de predicción de machine learning para predecir la demanda de cada grupo. Como resultado, se muestra que los algoritmos con mejor rendimiento para cada grupo fueron Regresión Lineal, LSTM y Random Forest, contribuyendo con un sistema de pronóstico que mejore la estimación de la demanda con predicciones más exactas, permitiendo una planificación de inventarios más precisa y ajustada a la demanda real. Es considerada como antecedente, ya que en ambas investigaciones aplican algoritmos y técnicas de machine learning para crear modelos predictivos de la demanda futura en busca de apoyar y planificar mejor la gestión de inventarios.

Pasupuleti et al. [18] abordan el desafío de optimizar la gestión de inventarios y el proceso de suministros en el comercio minorista utilizando técnicas de machine learning, puesto que, cuentan con sistemas tradicionales que no están dispuestos para manejar un gran volumen y variedad de datos. Para lograrlo, buscan desarrollar un modelo de predicción preciso, para reducir gastos, mejorar el desempeño operativo y potenciar las estrategias de gestión de inventario en un entorno cambiante. La investigación lleva a cabo una fase de limpieza y transformación de datos, integrando información estructurada como ventas, para luego aplicar los algoritmos de machine learning, como Regresión Lineal, Ridge, Lasso y Gradient Boosted Trees, además de redes neuronales convolucionales y LSTM. Los resultados muestran un 15% de aumento en la precisión de las predicciones y un 10% de reducción en los niveles de

inventario, optimizando la eficiencia en el proceso de suministros y en la gestión de inventarios. Se considera como antecedente, debido a que se utilizan algoritmos de predicción basados en machine learning para crear un modelo predictivo que apoye la gestión de inventarios, buscando optimizar su eficiencia operativa y reducir costos.

Rui y Li [19] en su investigación abordan el desafío de predecir la demanda de productos en un entorno donde la variabilidad complica los datos disponibles, afectando la gestión de inventarios y la red de suministros. La finalidad de su investigación es mejorar la precisión de las predicciones utilizando un enfoque híbrido de machine learning y técnicas de Big Data para la obtención de datos. La metodología se basa en la recopilación de datos de ventas de automóviles entre el 2014 y 2024, a los cuales se les aplican algoritmos de predicción como SARIMAX y LSTM, siendo el algoritmo de redes neuronales LSTM el que supera en precisión a los demás. Los resultados demuestran que el enfoque híbrido supera a los métodos tradicionales, incrementando la precisión en la previsión de la demanda de productos y ayudando a tomar decisiones más acertadas en la gestión de inventarios para volverla más eficiente. Este estudio se considera como antecedente, ya que ambas investigaciones emplean técnicas de machine learning para crear un modelo predictivo de demanda que apoye en la gestión de inventarios, optimizando la toma de decisiones y reduciendo costos operativos.

Bernaola y Varillas [20] manifiestan el problema en la gestión de inventarios, donde la supervisión manual de productos y ventas en el área de almacén ha provocado diferencias entre la cantidad física y lógico de artículos, lo que resulta en una falta de control del stock y un manejo ineficiente de los costos en el área de almacenamiento. Se tiene como finalidad identificar el efecto de un sistema de predicción con aprendizaje automático para la gestión de inventario. Para desarrollar esta investigación, se emplea CRISP-DM como metodología para desarrollar el sistema predictivo. Durante la fase de modelado, se crean distintos modelos empleando algoritmos como la regresión lineal, regresión lineal simple y redes neuronales. Posteriormente, se lleva a cabo una evaluación basada en los objetivos, identificando que el modelo de redes neuronales es el más adecuado, al lograr un porcentaje de fiabilidad aprobatoria. Después de la ejecución de dicho sistema, se logró disminuir el tiempo y los gastos relacionados con los productos en el futuro, además de evitar rotaciones constantes de los productos. Se concluye que el uso del software mejora significativamente el control del inventario de productos en la empresa. Esta investigación se considera como antecedente, porque implementa un sistema utilizando machine learning para apoyar la gestión de inventarios, haciendo uso de la metodología CRISP-DM.

Robles y Valverde [21] abordan los problemas que enfrenta una empresa automotriz, la cual ha sufrido pérdidas económicas y la disconformidad de los clientes debido a una gestión ineficiente de inventarios. La falta de disponibilidad de los accesorios y repuestos automotrices en el stock se ha identificado como un problema, lo cual ha llevado a la incapacidad de concretar diversas ventas. La finalidad de la investigación es crear un sistema predictivo de ventas de repuestos y accesorios automotrices, con el fin de garantizar un adecuado stock de inventario. Para lograr el objetivo, se empleó machine learning y redes neuronales recurrentes, específicamente la extensión Long Short-Term Memory (LSTM). Este estudio aplica dos metodologías; para la creación del sistema se utilizó RUP; y CRISP-DM para construir el modelo de machine learning. Como resultado de desarrollar el sistema basado en aprendizaje automático, la empresa alcanza un aumento en sus ventas y además logra una gestión eficiente de los procesos logísticos. Se considera como antecedente, debido a que hace uso del machine learning para implementar un sistema web inteligente capaz de abordar los desafíos en la gestión de inventarios, mejorando así de manera económica a las empresas.

Sedano [22] expone los problemas que enfrenta una empresa en su proceso logístico. Estos problemas se dan debido a que los datos se gestionan en Excel, incluyendo los registros de productos, ingresos, salidas y facturación, generando inconvenientes y carencia de coordinación en la información. El objetivo es determinar la repercusión de desarrollar un sistema de predicción basado en aprendizaje automático para la gestión logística. Para ello el estudio utiliza la metodología Scrum. Los resultados indican que la creación de un sistema predictivo mejora la ejecución en despachos en el sector logístico, aumentando del 48.37% al 70.19%, representando un 21.82% de diferencia. Concluyendo que la construcción de un sistema predictivo con aprendizaje automático tiene un impacto significativo al mejorar el manejo en el área y cumplir los objetivos establecidos. Esta investigación se considera como antecedente, debido a que guarda relación con los problemas en la empresa de estudio, y además se utiliza machine learning para mejorar la gestión del inventario y logística.

Finalmente, en la revisión de la literatura, se presentan las bases teóricas que incluyen los términos de gestión de inventario, machine learning y metodologías de desarrollo de software.

Por un lado, se enfoca en la gestión del inventario de una empresa, donde el inventario es una agrupación de productos disponibles en el almacén que se emplean en las operaciones de la empresa. Estos inventarios se clasifican según sus características físicas en: materias primas o insumos, materias semielaboradas o productos en proceso, y productos finalizados [23]. En el caso de la empresa de estudio, se manejan productos sanitarios (dentales, biomédicos y

bebés). La gestión del inventario es un procedimiento vinculado con la cadena de valor, cuyo propósito es proporcionar satisfacción a los clientes a través de tácticas que se alineen con los objetivos. Por tanto, es esencial tener un apropiado manejo del inventario para asegurar una gestión efectiva [4], ya que desempeña un papel importante, permitiendo hacer frente a la escasez y al exceso de stock, facilitando la anticipación a las demandas potenciales del mercado [24].

Para optimizar la gestión del inventario, la inteligencia artificial, junto con la minería de datos, ofrece la rama del Machine Learning (ML), que permite a las computadoras, aprender y adaptarse cuando se enfrenta a nuevos [21]. Machine Learning se refiere a técnicas utilizadas que implican extraer conocimientos a través de grandes volúmenes de datos empleando herramientas avanzadas, con la finalidad de obtener información trascendente para desarrollar tareas específicas [25]. Estas herramientas posibilitan la obtención de patrones y tendencias, con la finalidad de detallar y entender de manera más concisa los datos, así como predecir comportamientos futuros [26]. En la presente investigación, se pronosticó la demanda futura de productos, basándose en la demanda histórica de las ventas de los diferentes productos que integran el inventario de la empresa Pareja Lecaros.

Por otro lado, para llevar a cabo esta investigación se emplearon las metodologías Scrum y CRISP-DM, que fueron utilizadas tanto para la creación del sistema web como para desarrollar el modelo de predicción basado en machine learning. Dado que el software es crucial en las operaciones, es necesario desarrollar soluciones de manera ágil que ofrezcan respuestas de calidad de manera oportuna a lo requerido. Para ello, se adoptó la metodología Scrum, que se basa en un conjunto de reglas, artefactos y roles definidos, garantizando el adecuado funcionamiento del equipo y el avance continuo del proyecto [27]. En cuanto a CRISP-DM, es frecuentemente utilizado para proyectos de minería de datos, este enfoque garantiza la sostenibilidad de sus procesos y facilita la integración de sus fases [28].

Materiales y métodos

De acuerdo con el manual de Frascati [29], la investigación fue de tipo aplicada, debido a que consistió en una intervención con el propósito de solucionar una problemática específica en la gestión de inventarios. Para ello, se utilizó la tecnología mediante el desarrollo de un sistema web en base a machine learning, con la finalidad de apoyar el proceso de gestión de inventarios en la empresa.

Se emplean tres métodos de investigación. El método analítico, que se utiliza para

descomponer el problema de la gestión de inventario. El método es el deductivo, que consiste en establecer principios de machine learning, así como en la literatura relacionada con la gestión de inventario. Estos principios se aplican luego a la situación específica de E.B Pareja Lecaros S.A. para evaluar su validez y efectividad. Finalmente, el método de implementación implica llevar a cabo el sistema web en la empresa, esta fase es crucial, ya que permite evaluar en la práctica la eficacia de la solución propuesta. Un resumen de todos estos métodos se puede encontrar en la Tabla I.

TABLA I
MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Método	Sustento por el cual será empleado en la investigación
Analítico	Estudio y análisis de la situación problemática de la empresa
Deductivo	Planteamiento de propuesta de solución para abordar el problema.
Implementación	Ejecución de la propuesta planteada utilizando machine learning.

Para recopilar datos en la empresa sobre los procesos y problemas, se llevó a cabo una entrevista con el asistente de sistemas, utilizando una guía de entrevista. Esto se muestra en la Tabla II.

TABLA II
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas	Instrumentos	Elementos de la población	Propósito
Entrevista	Guía de entrevista (ver anexo N° 03)	Asistente de sistemas	Conocer los problemas que tiene la empresa
Observación	Fichas de observación	Base de datos, archivos, documentos	Visualizar los datos y conocer los procesos.

Para el desarrollo de esta investigación se siguieron dos metodologías. Scrum se aplicó en la construcción del sistema web que integra el modelo de predicción; abarcando las fases de iniciación, planificación y estimación, seguida de la implementación, luego la revisión y, finalmente, el lanzamiento. Por su parte, la metodología CRISP-DM aplicada para la creación del modelo de predicción mediante algoritmos de machine learning, se integró en la fase de implementación de Scrum, específicamente durante el cuarto sprint; abarcando las fases de comprensión del negocio, comprensión de los datos, preparación de los datos, modelado,

evaluación y despliegue.

Para la creación del producto acreditable, las interfaces del sistema se crearon empleando TypeScript y la librería React, con la finalidad de ofrecer una experiencia intuitiva y de fácil acceso. Además, se planteó una arquitectura adecuada que respalda el funcionamiento del sistema web y la integración de sus componentes dentro de la infraestructura tecnológica, la cual se puede apreciar en el Anexo N° 04. Asimismo, los requerimientos funcionales y no funcionales se especifican en el Anexo N° 05. Por último, se elaboró un manual de usuario para proporcionar asistencia a los usuarios mediante instrucciones sobre el uso del sistema web implementado, este manual se aprecia en el Anexo N° 06.

Resultados y discusión

Para el primer objetivo, es esencial evaluar la calidad de los datos de la empresa. La calidad de los datos es clave para cualquier empresa porque representan la información adecuada [30]. Para este objetivo, se analizaron tres características inherentes, en base a la norma ISO/IEC 25012, dado que la empresa brindó datos concretos en formato csv, los cuales no dependen del sistema desarrollado. La data incluye registros desde enero del 2022 hasta agosto del 2024.

TABLA III
CRITERIOS DE EVALUACIÓN ISO/IEC 25012

Características inherentes	Fórmula	Criterios de decisión
Exactitud (Semántica)	$X=A/B$	Valor < 0.5: Inaceptable.
	A = Número de datos que tienen valores relacionados semánticamente exactos. B = Número de datos para los cuales se requiere exactitud semántica.	Valor \geq 0.5 y Valor < 0.9: Mínimamente aceptable. Valor \geq 0.9: Rango objetivo
Exactitud (Sintáctica)	$X=A/B$	Valor < 0.5: Inaceptable.
	A = Número de datos que tienen valores relacionados sintácticamente exactos. B = Número de datos para los cuales se requiere exactitud sintáctica.	Valor \geq 0.5 y Valor < 0.9: Mínimamente aceptable. Valor \geq 0.9: Rango objetivo
Compleitud	$X=A/B$	Valor < 0.5: Inaceptable.
	A = Número de datos con un valor no nulo asociado en un registro. B = Número de datos del registro para los cuales se puede medir.	Valor \geq 0.5 y Valor < 0.9: Mínimamente aceptable. Valor \geq 0.9: Rango objetivo

Consistencia (Integridad Referencial)	$X=1-A/B$	Valor < 0.5: Inaceptable.
	A = Número de datos no consistentes en su valor. B = Número de datos para los cuales la integridad referencial debe estar definida.	Valor >= 0.5 y Valor < 0.9: Mínimamente aceptable. Valor >= 0.9: Rango objetivo
Consistencia (Formato de datos)	$X=A/B$	Valor < 0.5: Inaceptable.
	A = Número de datos donde el formato de todas las propiedades es consistente en diferentes archivos. B: El total de datos con formato definido.	Valor >= 0.5 y Valor < 0.9: Mínimamente aceptable. Valor >= 0.9: Rango objetivo

TABLA IV
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

Tablas	Registros analizados	Características				
		Exactitud Semántica	Exactitud Sintética	Complejidad	Consistencia (Integridad Referencial)	Consistencia (Formato de datos)
Producto	874			Rango objetivo		
Salidas	10888			Rango objetivo		
Detalles de salida	21041			Rango objetivo		
Cumplimiento				100%		

Para el logro de este objetivo, se diseñaron y ejecutaron las evaluaciones de la calidad de los datos de las tablas mencionadas en la Tabla IV. Como resultado, se alcanzó un rango objetivo en todas las tablas, lo que indica que los registros son adecuados y cumplen con los estándares de calidad. La Figura 1 presenta un dataset consolidado con 21401 registros, desde enero del 2022 hasta agosto del 2024, sin excluir ningún registro original, ya que no se identificó valores atípicos ni nulos. El dataset incluye las tres tablas evaluadas, así como las de línea y marca.

Número de registros en el DataFrame final: 21401

	Id_salida	Fecha_Salida	Cantidad	Monto	Total_Salida	Producto	Línea	Marca
2322	BB02-00000109631	2022-01-04	2	97.00	485.00	IPS E.MAX PRESS MT BL2 (5PCS)	LINEA LABORATORIO	IVOCLAR VIVADENT TECHNICAL
19601	FF10-00000323942	2022-01-04	1	95.22	95.22	IPS CLASSIC DENTINA V A2100GR FCO	LINEA LABORATORIO	IVOCLAR VIVADENT TECHNICAL
19600	FF10-00000323742	2022-01-04	2	50.87	457.83	IPS E.MAX CERAM DENTIN A2 20GR	LINEA LABORATORIO	IVOCLAR VIVADENT TECHNICAL
19599	FF10-00000323742	2022-01-04	2	50.87	457.83	IPS E.MAX CERAM DENTIN A1 20GR	LINEA LABORATORIO	IVOCLAR VIVADENT TECHNICAL
19598	FF10-00000323742	2022-01-04	3	50.87	457.83	IPS E.MAX CERAM DENTIN A3 20GR	LINEA LABORATORIO	IVOCLAR VIVADENT TECHNICAL
...
18038	FF01-00000607142	2024-08-31	1	97.95	489.75	IPS E.MAX PRESS MT A1 (5 PCS)	LINEA LABORATORIO	IVOCLAR VIVADENT TECHNICAL
18039	FF01-00000607142	2024-08-31	1	97.95	489.75	IPS E.MAX PRESS MT A2 (5PCS)	LINEA LABORATORIO	IVOCLAR VIVADENT TECHNICAL
18040	FF01-00000607142	2024-08-31	1	97.95	489.75	IPS E.MAX PRESS MT BL3 (5PCS)	LINEA LABORATORIO	IVOCLAR VIVADENT TECHNICAL
3575	BB10-00000700831	2024-08-31	1	178.72	178.72	TETRIC N-CERAM COLLECTION/N-BOND 6 GR.	LINEA DENTAL	IVOCLAR VIVADENT CLINICAL
18025	FF01-00000606892	2024-08-31	6	27.42	164.52	TETRIC N-CERAM JERINGA 1X3.5GR A1	LINEA DENTAL	IVOCLAR VIVADENT CLINICAL

21401 rows x 8 columns

Fig. 1. Dataset consolidado

TABLA V
DESCRIPCIÓN DE ATRIBUTOS DEL DATASET

Atributo	Tipo de dato	¿Qué datos guarda?
Id_salida	Varchar	Identificador de cada salida de los productos.
Fecha_Salida	Datetime	Fecha de salida de los productos.
Cantidad	Int	Cantidad de cada salida.
Monto	Float	Monto de cada producto en la salida.
Total_salida	Float	Monto total de salida de productos.
Producto	Varchar	Nombres de los productos en cada salida.
Linea	Varchar	Nombres de las líneas de los productos.
Marca	Varchar	Nombres de las marcas de los productos.

Finalmente, se realizaron ajustes al dataset consolidado para su posterior entrenamiento en el modelo de predicción, como se ilustra en la Figura 2. Este ajuste incluye los registros de las cantidades vendidas de cada producto desde enero del 2022 hasta agosto del 2024.

name	A-D guía de colores Ivoclar Basic	A. TRIPLEX LENTO LQ.X 500ML UNI	A. TRIPLEX LENTO ROSA-V PL X 500GR UNI	AISLANTE PARTE SUPERIOR	AISLANTE PARTE SUPERIOR (P300)	APEXCALL REFILL 1 X 2.5GR	APEXIT PLUS REFILL (2X6GR)+ APEXCALL (1X2.5G)	APEXIT PLUS REFILL 1 JR X 6G	BANDEJA REFRACTARIA HORNO S1	BATERIA BLUEPHASE N
fecha										
2022-01-04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2022-01-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2022-01-06	0.0	0.0	15.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0
2022-01-07	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0
2022-01-08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
...
2024-08-25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2024-08-26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2024-08-28	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fig. 2. Dataset para predicción

Para el segundo objetivo, es clave conocer el desempeño de cada modelo de machine learning, el que se evalúa mediante el cálculo del error en los pronósticos generados por la función obtenida durante el modelado [31]. La finalidad es que se pueda obtener un adecuado nivel de la proximidad entre las predicciones y los valores reales previsto por el modelo de predicción de demanda futura, de manera que se pueda integrar al sistema web, permitiendo al usuario verificar y analizar la demanda de productos para el posterior proceso de compra.

TABLA VI
ALGORITMOS DE MACHINE LEARNING Y MÉTRICAS DE ERROR

		Métricas de error		
		MSE (Error cuadrático medio)	RMSE (Error cuadrático medio)	MAE (Error absoluto medio)
Algoritmos		Promedio de los cuadrados de las discrepancias entre los valores esperados y valores pronosticados [31].	Se obtiene tomando la raíz cuadrada del MSE, y a diferencia de este, mantiene las unidades iniciales de la variable a pronosticar [31].	Promedio de las discrepancias absolutas entre los valores reales y los pronosticados, convirtiéndolas en valores positivos con la función valor absoluto [31].
Prophet	Herramienta de predicción que se puede usar en Python y R [32].	0.791351	0.889579	0.9403008
XGBoost	Funciona en entornos distribuidos y puede resolver problemas que superan miles de ejemplos [33].	0.657594	0.810922	0.5136148
Redes neuronales	Utilizan un proceso de entrenamiento para pronosticar resultados en base a combinación de parámetros [21].	0.758704	0.871036	0.7874589
ARIMA	Identificar patrones o comportamientos en los datos históricos para estimarlos y maximizar su uso en el futuro [31].	1.071145	1.034961	1.0597458

	Técnica de análisis de datos			
Regresión	que calcula el valor de datos desconocidos a partir de valores asociados [31].	1.235126	1.111362	1.5948039
lineal simple				

Para lograr este objetivo, se realizó un análisis y evaluación de los algoritmos previamente mencionados utilizando los datos recolectados de la empresa, a partir de los cuales se crearon distintos modelos. Según se observa en la Tabla VI, el modelo basado en XGBoost presenta mejores métricas de error, lo que quiere indicar que la predicción puede variar entre un 0.5136148, según MAE. En la Figura 3 se aprecia el algoritmo que genera el modelo más adecuado para los datos de la empresa, por lo que se integra en el sistema web. Es importante destacar que los datos brindados por la empresa pueden variar de acuerdo con los meses, lo que permite la creación de nuevos modelos alineados con las necesidades del usuario.

```

data_pivot['time_index'] = np.arange(len(data_pivot))
data_pivot['month'] = data_pivot.index.month
data_pivot['year'] = data_pivot.index.year

data_pivot_cleaned = data_pivot.drop(['time_index', 'month', 'year'], axis=1)

prediction_periods = 12
last_date = data_pivot.index[-1]
predicciones_xgboost = pd.DataFrame(index=pd.date_range(start=last_date + pd.DateOffset(1), periods=prediction_periods, freq='M'))

def apply_xgboost(train, periods):
    train['month'] = train.index.month
    train['year'] = train.index.year
    X = train[['month', 'year']]
    y = train[train.columns[0]]

    X_train, X_val, y_train, y_val = train_test_split(X, y, test_size=0.2, shuffle=False)

    model = xgb.XGBRegressor(objective='reg:squarederror', n_estimators=1000)
    model.fit(X_train, y_train, eval_set=[(X_val, y_val)], verbose=False)

    future_dates = pd.date_range(start=train.index[-1] + pd.DateOffset(months=1), periods=periods, freq='M')
    future_df = pd.DataFrame({'fecha': future_dates})
    future_df['month'] = future_df['fecha'].dt.month
    future_df['year'] = future_df['fecha'].dt.year
    X_future = future_df[['month', 'year']]

    forecast = model.predict(X_future)
    return forecast

for product in data_pivot_cleaned.columns:
    salidas_producto = data_pivot_cleaned[[product]]
    if len(salidas_producto) >= prediction_periods:
        train = salidas_producto
        forecast = apply_xgboost(train, prediction_periods)
        predicciones_xgboost[product] = forecast

```

Fig. 3. Modelo XGBoost

Para el tercer objetivo, se realizó un plan de pruebas, el cual constituye un componente esencial en las pruebas de ingeniería de software, específicamente en pruebas de caja negra. Los estándares de calidad que respaldan este plan permiten un seguimiento y correcciones

oportunas del software, con el fin de recopilar casos de pruebas que validen el cumplimiento de los requisitos y aseguren la funcionalidad del sistema.

TABLA VII
REPORTE DE NO CONFORMIDAD DE CASOS DE PRUEBA

N° Reporte	Descripción	DONDE	CUANDO	HALLAZGOS	SE ESPERA
N°1	Error al registrar una marca.	Sidebar Marca	Al momento registrar una marca.	Se registra la marca a pesar de que el campo de nombre esté vacío.	Que no se registre cuando el campo este vacío.
N°2	Error al actualizar una marca.	Sidebar Marca	Al momento actualizar datos de una marca.	Se modifica la marca a pesar de que el campo de nombre esté vacío.	Que no se modifique cuando el campo este vacío.

TABLA VIII
RESUMEN DE LAS PRUEBAS DE CAJA NEGRA

Resumen de las pruebas	
N° casos de prueba ejecutados	39 pruebas
N° casos de prueba pasados	37 pruebas
N° casos de prueba fallidos	2 pruebas
Porcentaje de casos de prueba pasados:	95%
Porcentaje de casos de prueba fallidos	5%
Defectos	
N° total de reportes de No conformidad	2
N° total de requerimientos afectados	2
Requerimientos afectados	RF008: Registro de marcas RF009: Actualizar datos de la marca

Para lograr este objetivo, se diseñaron y ejecutaron las pruebas de caja negra para cada requerimiento funcional especificado por la empresa. En la Tabla VII se presenta el reporte de no conformidades, describiendo los casos de prueba fallidos para su corrección en los siguientes entregables. Además, la Tabla VIII presenta el resumen de las pruebas de caja negra y sus defectos detectados, los cuales fueron corregidos posteriormente.

TABLA IX
RESULTADO DE INDICADORES DE CASOS DE PRUEBA

Nombre	Descripción	Formula de calculo	Meta (min o max)	Formula de calculo	Meta alcanzada
--------	-------------	--------------------	------------------	--------------------	----------------

		A: Funcionalidades con no conformidades			
Correctitud	Funcionalidades evaluadas correctamente obteniendo un resultado esperado.	B: Total de funcionalidades	85%	1-(2/20)	90%
		Correctitud = 1-A/B			
Densidad de NC	Identifica la razón de no conformidades identificadas por requerimiento ejecutado.	A: No conformidades B: Requerimientos ejecutados	15%	2/20	10%
		Densidad NC = A/B			
Confiabilidad	Identifica el porcentaje de confiabilidad del producto basado en la densidad de NC encontrada.	Confiabilidad= (1-Densidad NC)*100	85%	(1-0.10)*100	90%

En la Tabla IX se exponen los resultados de los indicadores de las pruebas de software. Esta etapa se considera indispensable, ya que permitió identificar errores en el sistema, garantizando que se ajuste a los requerimientos. En este caso, el producto alcanzó un cumplimiento del 100% de los requerimientos funcionales especificados por la empresa, con un 95% casos de prueba pasados, cumpliendo además con las metas mínimas y máximas establecidas para cada indicador.

Para el cuarto objetivo, se aplicó el modelo de aceptación tecnológica (TAM), diseñado con el fin de comprender y describir el comportamiento de los usuarios en cuanto a la adopción y el uso de la tecnología. El modelo se fundamenta en dos características principales; la utilidad percibida, medida en que la persona considera que usar un sistema en particular incrementará su desempeño; y la facilidad de uso, medida en que la considera que usar un sistema en particular requerirá de menor trabajo para alcanzar resultados esperados [34].

TABLA X
NIVELES DE ACEPTACIÓN DEL MODELO TAM

Característica	Fórmula	Criterios de decisión
	$X = (A/B) * 100$	Valor < 50%: Inaceptable.
Utilidad percibida	A = Número de respuestas (Totalmente de acuerdo, De acuerdo) B = Número respuestas totales	Valor >= 50% y Valor < 85%: Mínimamente aceptable. Valor >= 85%: Rango objetivo
	$X = (A/B) * 100$	Valor < 50%: Inaceptable.
Facilidad de uso	A = Número de respuestas (Totalmente de acuerdo, De acuerdo) B = Número respuestas totales	Valor >= 50% y Valor < 85%: Mínimamente aceptable. Valor >= 85%: Rango objetivo

Para lograr este objetivo, se diseñó un cuestionario que consta de doce preguntas divididas en dos categorías, utilidad percibida y facilidad de uso. El cuestionario utiliza una escala de aceptación del usuario con los niveles de respuesta; totalmente en desacuerdo, desacuerdo, ni acuerdo ni desacuerdo, de acuerdo, totalmente de acuerdo. La población estuvo conformada por el jefe de almacén y el product owner (asistente de sistemas). Los resultados obtenidos de la ejecución del formulario a esta población se presentan en el Anexo N° 07.

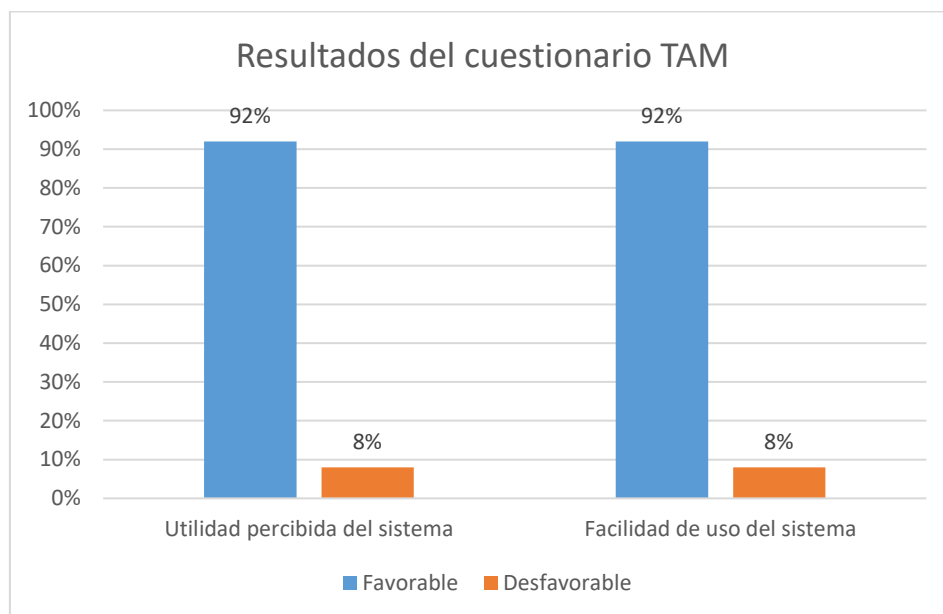


Fig. 4. Resultados del cuestionario TAM

Después de aplicar el cuestionario basado en el modelo TAM para corroborar la usabilidad y facilidad de uso del sistema web que integra el modelo predictivo de machine learning, los resultados mostraron que el sistema cuenta con un 92% de porcentaje favorable, y un 8% de porcentaje desfavorable en las dos características analizadas, utilidad percibida y facilidad de uso. Estos resultados indican que el sistema ha sido bien recibido, satisfaciendo las necesidades de la empresa y facilitando la adaptación de los usuarios a la nueva aplicación web y sus componentes.

En la discusión, los resultados respaldan la efectividad de desarrollar un sistema web inteligente basado en machine learning en la empresa estudiada. Un aspecto clave en el desarrollo es la calidad de los datos, debido a que es esencial para un adecuado entrenamiento de los modelos de machine learning, haciendo predicciones más aproximadas. Para garantizar esta calidad de los datos, se aplicó la norma ISO/IEC 25012, asegurando la exactitud, completitud y consistencia. Estos hallazgos coinciden con el de Bernaola y Varillas [20], quienes también utilizan la metodología CRISP-DM para organizar y

comprender los datos antes del modelamiento con diferentes algoritmos de machine learning. Resaltando la importancia de contar con un sistema preciso para controlar el inventario, utilizando datos de alta calidad evitando diferencias entre los registros físicos y lógicos. Además, [18] subrayan la importancia de realizar procesos de limpieza y transformación de datos para garantizar la confiabilidad del modelo de predicción. Asimismo, como resultado de la presente investigación, se consolidó un dataset con el historial de ventas entre el 2022 y 2024, el cual fue fundamental para entrenar el modelo de predicción desarrollado, brindando una base sólida para analizar la demanda futura de productos y demostrando que se puede reducir los niveles de inventario para mantenerla eficiente.

Uno de los hallazgos más destacados en la investigación es la identificación del modelo de predicción que obtuvo un adecuado nivel de proximidad en la etapa de modelado de CRISP-DM. Los resultados indican que el algoritmo XGBoost mostró ser más eficaz para los datos específicos de la empresa, superando a otros algoritmos propuestos al ser evaluado con las métricas MSE, RMSE y MAE. Estos hallazgos son consistentes con el estudio [16], donde se concluyó que el algoritmo Random Forest demuestra más efectividad para la predicción de demanda. De manera similar, [19] con su enfoque híbrido identificó que el modelo basado en LSTM supera a otros en términos de precisión. Mientras que, [17] identificó que los algoritmos Regresión Lineal, LSTM y Random Forest ofrecían la mayor efectividad en cada grupo de productos. Tanto los estudios de [16], [17] y [19] coinciden con la presente investigación de que un modelo con mayor proximidad o precisión ayuda en la toma de decisiones informadas en la gestión de inventarios. Estos resultados demuestran que la adopción de algoritmos de machine learning mejoran significativamente la gestión de inventarios, con un efecto directo en la reducción de costos de la empresa analizada. Además, es clave resaltar la importancia de ajustar el algoritmo a las características particulares de los datos de cada empresa, demostrando que no existe una solución global, sino que depende del contexto y sus requisitos específicos.

La validación del sistema web desarrollado se llevó a cabo mediante pruebas de caja negra, cumpliendo con el 100% de los requerimientos funcionales y superando las metas en los indicadores de correctitud, densidad de no conformidades y confiabilidad, debido a la adopción de la metodología ágil Scrum. Estos resultados coinciden con los de Robles y Valverde [21], quienes lograron una alta funcionalidad en su sistema, adoptando la metodología tradicional RUP. A diferencia de RUP, que sigue una estructura más rígida,

Scrum permite una adaptación flexible a las necesidades dinámicas de la empresa, facilitando una mejora continua y mejorando la eficiencia del sistema en la gestión de inventarios, permitiendo integrar de manera rápida el modelo de predicción desarrollado. Esto demuestra que enfocarse en una metodología de desarrollo de software ágil para este tipo de proyectos de predicción basado en machine learning es clave para la correcta integración del sistema y sus componentes.

Tras completar el desarrollo del sistema, se aplicó el modelo TAM para evaluar la utilidad percibida y facilidad de uso del sistema, obteniendo un 92% de aceptación. Este nivel de aprobación indica que los usuarios consideran el sistema no solo funcional, sino también intuitivo y fácil de integrar en las operaciones diarias de la empresa, coincidiendo con los resultados de Sedano [22], quien en su investigación abordó una problemática similar de la gestión de datos en Excel, también reportó un alto grado de satisfacción de los usuarios tras desarrollar un sistema de predicción basado en machine learning. Esto confirma que la incorporación de este tipo de tecnologías de predicción basado en machine learning mejora la operatividad y también facilita su aceptación e integración en las estructuras empresariales.

Conclusiones

1. Se consolidó una colección estructura de datos formada por tres tablas clave de la empresa; productos, salidas y detalles de salida. La calidad de los datos de estas tablas fue evaluada conforme a las características inherentes de la norma ISO/IEC 25012, tales como la exactitud, completitud y consistencia, alcanzando un rango objetivo en cada característica para las tablas analizadas. Este enfoque permitió asegurar que los datos cumplan con los estándares necesarios para su uso efectivo en la preparación de los algoritmos de machine learning.
2. Se implementaron diferentes algoritmos de machine learning, como ARIMA, Prophet, XGBoost, Regresión Lineal y Redes Neuronales, con el objetivo de desarrollar un modelo con un adecuado nivel de proximidad a la demanda futura de productos. Utilizando los datos recolectados de la empresa y estructurados en un dataset, se observó que el algoritmo XGBoost mostró el mejor desempeño en las métricas de error. En particular, según MAE, la predicción presentó una variabilidad de 0.5136148, lo que indica que este algoritmo proporciona predicciones más precisas que favorecen la gestión de inventarios. Además, es importante resaltar que no existe una solución global, puesto que, el rendimiento de los algoritmos depende de los datos recolectados.

3. El sistema web que integra el modelo de predicción cumplió con el 100% de los requerimientos funcionales establecidos. Durante las pruebas de ingeniería de software, en específico las pruebas de caja negra, se logró un 95% casos de prueba superados, cumpliendo también con las metas mínimas y máximas establecidas en los indicadores clave como la correctitud, densidad de no conformidades y confiabilidad. Asimismo, durante los sprints, los errores detectados fueron corregidos de manera constante, garantizando la calidad del producto final. Además, el desarrollo del sistema siguió las metodologías Scrum y CRISP-DM, lo que permitió una implementación eficiente, resaltando la importancia de invertir en tecnologías avanzadas para mantener la competitividad empresarial.
4. Mediante un cuestionario basado en el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM), aplicado a los usuarios clave de la empresa (jefe de almacén y product owner), se corroboró que la aplicación web alcanzó un nivel de aceptación favorable del 92% en cuanto a utilidad percibida y facilidad de uso. Este nivel favorable indica que los usuarios clave consideran la herramienta como una solución eficaz que satisface sus expectativas. Además, los resultados obtenidos refuerzan la capacidad del sistema para promover la adopción tecnológica en la gestión de inventarios de la empresa.

Recomendaciones

1. Se sugiere extender el sistema web para integrar módulos adicionales que aborden otras áreas operativas de la empresa, como ventas, compras y logística. Esto proporciona una gestión más integral y fluida de las operaciones, mejorando la coordinación y productividad en todas las secciones de la empresa.
2. Se recomienda evaluar la viabilidad de integrar el sistema web con sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP). Esta integración permitiría una gestión más unificada de procesos clave, como finanzas, recursos humanos y gestión de relaciones con clientes, optimizando la automatización y facilitando en la toma de decisiones estratégicas.
3. Se sugiere enriquecer de manera continua el modelo de machine learning con nuevos datos a medida del tiempo, para generar predicciones con las tendencias futuras. Además, se recomienda evaluar la viabilidad de incorporar tanto variables internas, como datos de campañas de marketing, promociones y tiempos de entrega; así como variables externas, tales como eventos económicos y fluctuaciones del mercado. Este análisis permitirá identificar las variables más relevantes y su efecto en la mejora de las predicciones,

ayudando a la empresa a adaptarse a cambios dinámicos del mercado.

4. Aunque los resultados del sistema han sido beneficiosos y se consiguieron mejoras significativas, es crucial tener en cuenta las limitaciones que pueden surgir, como la reducción del espacio de almacenamiento o los costos asociados al inventario. Mantener un equilibrio adecuado entre la eficiencia operativa y los costos sigue siendo esencial, lo cual podría ser una oportunidad valiosa para investigaciones futuras.
5. Para investigaciones futuras que enfrenten desafíos similares, se recomienda familiarizarse con las herramientas y algoritmos de machine learning utilizados para la predicción, así como con la calidad de los datos necesarios para el modelado, así como comprender las tecnologías de desarrollo de software. Además, es recomendable adoptar un enfoque iterativo utilizando las metodologías como Scrum para la creación de software y CRISP-DM para la creación de un modelo de predicción, lo que permitirá gestionar el proyecto de manera más eficiente y adaptarse a los cambios durante el desarrollo.

Referencias

- [1] C. Juca, C. Narváez, J. Erazo, y K. Luna, «Modelo de gestión y control de inventarios para la determinación de los niveles óptimos en la cadena de suministros de la Empresa Modesto Casajoana Cía. Ltda.», *593 Digit. Publ. CEI T*, vol. 4, n.º 3-1, Art. n.º 3-1, jun. 2019, doi: 10.33386/593dp.2019.3-1.110.
- [2] M. M. P. Hualtibamba y H. G. W. Aitken, «Gestión de inventarios en la empresa SOHO color salón & spa EN TRUJILLO (Perú), en 2018», *Cuad. Latinoam. Adm.*, vol. 14, n.º 27, Art. n.º 27, 2018, doi: 10.18270/cuaderlam.v14i27.2457.
- [3] R. Y. Diaz Cueva, «Diferencias entre gestión de inventarios y gestión de almacén», 2020, Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/3146>
- [4] M. D. L. A. Saucedo Alarcon, «Gestión de inventarios: retos para las empresas farmacéuticas», 2022, Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/4958>
- [5] D. A. A. Serna y Y. M. L. Rivera, «Dinámica de sistemas en la gestión de inventarios», *Ing. USBMed*, vol. 9, n.º 1, Art. n.º 1, feb. 2018, doi: 10.21500/20275846.3305.
- [6] «INEI - Perú: Principales Resultados de la Encuesta Nacional a Empresas, 2015». Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1430/index.html
- [7] L. G. Rondon Alvitez, «DEBILIDADES DEL CONTROL INTERNO DE INVENTARIOS Y SU INCIDENCIA EN LA GESTIÓN DE VENTAS DE LA EMPRESA COMPUTARIZADOS SAC, TRUJILLO, 2021», 2021, [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/29255/Rondon%20Alvitez%20Lizet%200Giuliana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [8] O. Peña y R. Silva, «Factores incidentes sobre la gestión de sistemas de inventario en organizaciones venezolanas», Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99345727003>
- [9] K. A. Betancur-López y B. Castro-Castro, «Estrategias para la gestión de inventarios en la empresa floricultora Altos De La Mira S.A.S», jun. 2022, Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13064/1626>
- [10] A. M. Delgado Paisig, «Mejora de la gestión de inventarios en la empresa Group Xiomara Chiclayo SAC para disminuir los ingresos no percibidos», 2021, Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/4053>

- [11] L. K. Rimaycuna Inga, «Factores determinantes que influyen en la gestión de almacenes e inventarios en una empresa de alimentos para mascotas de Chiclayo, 2021», 2022, Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/5713>
- [12] K. G. Astolington Diaz, «Propuesta de mejora de la gestión de inventarios para incrementar el nivel de servicio en la empresa Multiservicios Astolington SAC», 2022, Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/4962>
- [13] «A Deep Learning-Based Inventory Management and Demand Prediction Optimization Method for Anomaly Detection - Deng - 2021 - Wireless Communications and Mobile Computing - Wiley Online Library». Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2021/9969357>
- [14] J. N. Mamani Sacsí, «Aplicación de redes neuronales como algoritmos de machine learning para la predicción de recuperaciones auríferas mediante cianuración por agitación en Yauca - Caravelí», 2022, Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12773/15482>
- [15] «Pronóstico de la demanda del biodiesel mediante la aplicación de técnicas de machine learning». Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repository.libertadores.edu.co/items/6d0e6002-66d7-438c-99e6-0ed98b54fcf6>
- [16] M. S. Sousa, A. L. D. Loureiro, y V. L. Miguéis, «Predicting demand for new products in fashion retailing using censored data», *Expert Syst. Appl.*, vol. 259, 2025, doi: 10.1016/j.eswa.2024.125313.
- [17] S. Mejía y J. Aguilar, «A demand forecasting system of product categories defined by their time series using a hybrid approach of ensemble learning with feature engineering», *Computing*, 2024, doi: 10.1007/s00607-024-01320-y.
- [18] V. Pasupuleti, B. Thuraka, C. S. Kodete, y S. Malisetty, «Enhancing Supply Chain Agility and Sustainability through Machine Learning: Optimization Techniques for Logistics and Inventory Management», *Logistics*, vol. 8, n.º 3, 2024, doi: 10.3390/logistics8030073.
- [19] G. Rui y M. Li, «Utilizing Internet Big Data and Machine Learning for Product Demand Forecasting and Analysis of Its Economic Benefits», *Teh. Vjesn.*, vol. 31, n.º 4, pp. 1385-1394, jun. 2024, doi: 10.17559/TV-20240318001408.
- [20] D. E. Bernaola Velarde y P. D. Varillas Trujillo, «Sistema predictivo con Machine Learning para la gestión de inventario para la Empresa Inversiones Ferreteras Mendoza S.A.C»,

Repos. Inst. - UCV, 2022, Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/97798>

[21] M. A. Robles Rakov y M. Y. Valverde Campos, «Sistema de predicción para incrementar las ventas de accesorios y repuestos automotrices en la empresa GGP Automotriz», *Repos. Académico USMP*, 2021, Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/7424>

[22] P. I. Sedano Rosales, «Desarrollo de un sistema de predicción con machine learning para la gestión logística en Megaelectric Perú SAC», *Repos. Inst. - UCV*, 2022, Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/111861>

[23] E. Montenegro Vilchez, «Mejora de gestión de inventarios para minimizar los ingresos no percibidos de la empresa FYGTEL EIRL», 2022, Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/5350>

[24] G. L. Guia Balbin, «Gestión de inventarios y su relación con la satisfacción del cliente de la empresa Archi distrito Ate, año 2017», *Univ. César Vallejo*, 2017, Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12445>

[25] E. M. Bernal Ávila, J. C. Erazo Álvarez, I. Narváez Zurita, y D. M. Cordero Guzmán, «Soluciones corporativas de inteligencia de negocios en las pequeñas y medianas empresas», *Rev. Arbitr. Interdiscip. Koinonía*, vol. 5, n.º 10 (Julio-Diciembre 2020), pp. 483-513, 2020.

[26] P. L. CESAR y S. G. DANIEL, *Minería de datos. Técnicas y herramientas: técnicas y herramientas*. Ediciones Paraninfo, S.A., 2007.

[27] B. Molina Montero, H. Vite Cevallos, y J. Dávila Cuesta, «Metodologías ágiles frente a las tradicionales en el proceso de desarrollo de software», *Espirales Rev. Multidiscip. Investig.*, vol. 2, n.º 17, pp. 3-3, 2018.

[28] «CRISP-DM 1.0 Step-By-Step Data Mining Guide | PDF | Data Mining | Intelligence Analysis». Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/264461662/CRISP-DM-1-0-Step-By-Step-Data-Mining-Guide>

[29] ana.guillamon_378, «Manual de Frascati 2015», FECYT. Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.fecyt.es/es/publicacion/manual-de-frascati-2015>

[30] J. Calabrese, S. Esponda, A. C. Pasini, M. Boracchia, y P. M. Pesado, «Guía para evaluar calidad de datos basada en ISO/IEC 25012», presentado en XXV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC) (Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, 14 al 18

de octubre de 2019), 2019. Accedido: 28 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/91086>

[31] A. A. Bustinza Barrial, A. M. Bautista Abanto, D. A. Alva Alfaro, G. M. Villena Sotomayor, y J. M. Trujillo Sabrera, «Predicción de los valores de la demanda máxima de energía eléctrica empleando técnicas de machine learning para la empresa Nexa Resources – Cajamarquilla», 2022, Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12640/3233>

[32] «Prophet: forecasting at scale - Meta Research», Meta Research. Accedido: 28 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://research.facebook.com/blog/2017/2/prophet-forecasting-at-scale/>

[33] «Cómo funciona el algoritmo XGBoost—ArcGIS Pro | Documentación». Accedido: 28 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/geoai/how-xgboost-works.htm>

[34] L. A. Yong Varela, L. A. Rivas Tovar, y J. J. Chaparro Peláez, «Modelo de aceptación tecnológica (TAM): un estudio de la influencia de la cultura nacional y del perfil del usuario en el uso de las TIC», *Innovar Rev. Cienc. Adm. Soc.*, vol. 20, n.º 36, pp. 187-203, 2010.

Anexos

ANEXO N° 01. CARTA DE ACEPTACIÓN

E.B Pareja Lecaros S.A.

Lima, 20 de marzo del 2024

ASUNTO : Aceptación de Proyecto de Tesis

DEL : Asistente del Área de Sistemas

Mediante el presente documento se hace conocimiento de la aceptación de proyecto de tesis con el título: "SISTEMA WEB INTELIGENTE BASADO EN MACHINE LEARNING PARA APOYAR LA GESTIÓN DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA E.B PAREJA LECAROS S.A." del estudiante ROBERTO CARLOS MONTERO LOPEZ, identificado con el DNI N° 72390067 y el código universitario 181TD79025 de la escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

Se expide el presente documento para los fines que se estime conveniente.

Atentamente,



Asistente del Área de Sistemas
Adrian Montero Lachos
DNI N° 43775594

Fig. 5. Carta de Aceptación

ANEXO N° 02. CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL PRODUCTO**ACREDITABLE**

E.B Pareja Lecaros S.A.

Lima, 30 de agosto del 2024

ASUNTO : Aprobación del Producto Acreditable de Tesis

DEL : Asistente del Área de Sistemas

Mediante el presente documento se hace conocimiento de la aprobación del producto acreditable de tesis con el título: "SISTEMA WEB INTELIGENTE BASADO EN MACHINE LEARNING PARA APOYAR LA GESTIÓN DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA E.B PAREJA LECAROS S.A." del estudiante ROBERTO CARLOS MONTERO LOPEZ, identificado con el DNI N° 72390067 y el código universitario 181TD79025 de la escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

Se expide el presente documento para los fines que se estime conveniente.

Atentamente,



Asistente del Área de Sistemas

Adrian Montero Lachos

DNI N° 43775594

Fig. 6. Constancia de Aprobación

ANEXO N° 03. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS- ENTREVISTA

Dirigido: Asistente de sistemas

1. Información de la empresa
2. ¿Cuál es el rubro al que está dedicada la empresa?
3. ¿Qué problemas son los más recurrentes en la empresa?
4. ¿Cómo se realiza actualmente el proceso?
5. ¿Cómo se recopila actualmente esta información y en qué formato se presenta?
6. ¿Cuáles son las causas que generan dicho problema?
7. ¿Cuáles son las consecuencias a las que conlleva el problema?
8. ¿Se siente satisfecho con el trabajo realizado para afrontar el problema actual?
9. ¿Qué funcionalidades específicas le gustaría que incluya la solución?
10. ¿Cuál es su expectativa de plazo para la implementación exitosa de la solución?

ANEXO N° 04. ARQUITECTURA E INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA

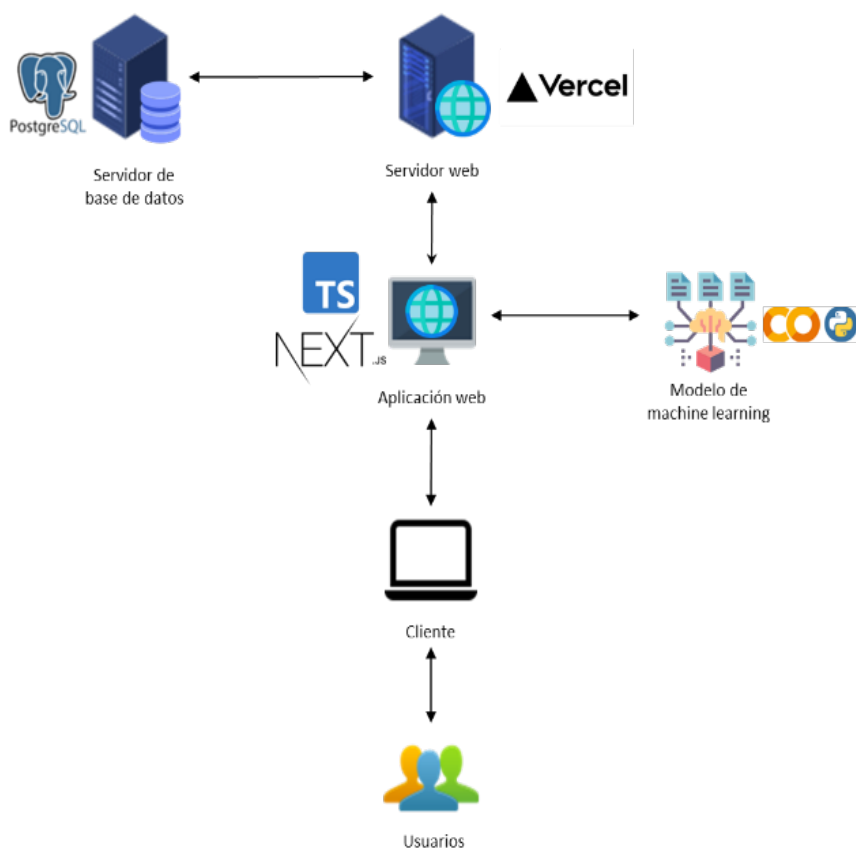


Fig. 7. Arquitectura general

TABLA XI
INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA

Item	Características
Computadora de escritorio	<ul style="list-style-type: none"> • Procesador Intel Core i7 • Memoria RAM 16GB • SSD 480GB • HDD 2TB
Servidor web	<ul style="list-style-type: none"> • Lenguaje: TypeScript • Plataforma: Vercel
Servidor de base de datos	<ul style="list-style-type: none"> • Base de datos: PostgreSQL
Modelo de predicción	<ul style="list-style-type: none"> • Lenguaje: Python • Plataforma: Google Colab
Aplicación web	<ul style="list-style-type: none"> • Lenguaje: TypeScript • Framework: Next.js • Librería: React

ANEXO N° 05. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES Y NO FUNCIONALES

TABLA XII
REQUERIMIENTOS FUNCIONALES Y NO FUNCIONALES

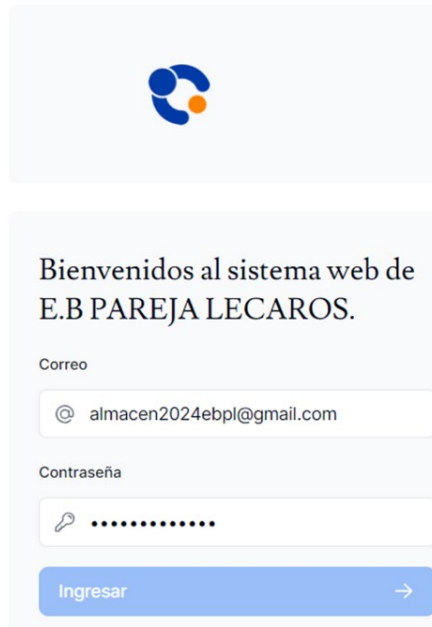
Código	Requerimientos funcionales	Prioridad	Complejidad	N° Sprint
RF001	Interfaz de autenticación	Media	Baja	1
RF002	Registro de proveedores	Alta	Media	1
RF003	Actualizar datos del proveedor	Alta	Media	1
RF004	Listado de proveedores	Media	Baja	1
RF005	Registro de productos	Alta	Media	1
RF006	Actualizar datos del producto	Alta	Media	1
RF007	Listado de productos	Media	Baja	1
RF008	Registro de marcas	Alta	Media	1
RF009	Actualizar datos de la marca	Alta	Media	1
RF010	Listado de marcas	Media	Baja	1
RF011	Registro de líneas	Alta	Media	1
RF012	Actualizar datos de la línea	Alta	Media	1
RF013	Listado de líneas	Media	Baja	1
RF014	Registro de clientes	Baja	Media	1
RF015	Actualizar datos del cliente	Baja	Media	1
RF016	Listado de clientes	Baja	Baja	1


RF017	Registro de entradas de productos	Alta	Alta	2
RF018	Registro de salidas de productos	Alta	Alta	2
RF019	Brindar alertas sobre el stock de productos	Alta	Alta	3
RF020	Predecir la demanda por productos	Alta	Alta	4
Código	Requerimientos no funcionales			
RNF01	El sistema web debe contar con interfaces agradables que faciliten la comprensión del sistema.			
RNF02	El sistema web debe asegurar la seguridad de los datos evitando el ingreso no autorizado.			
RNF03	El sistema web debe poseer tiempos de respuesta rápidos para consultas.			
RNF04	El sistema web debe ofrecer mensajes de error informativos y útiles dirigidos al usuario final.			
RNF05	El sistema web debe estar disponible en un 100% para los usuarios de la empresa.			

ANEXO N° 06. MANUAL DE USUARIO

- Ingreso al sistema web

Para poder acceder es necesario tener un usuario en la base de datos de la empresa. Los usuarios ya están brindados por políticas de la empresa y son asignados. El jefe de almacén debe ingresar el correo y contraseña del usuario asignado y le debe dar clic en “Ingresar” para poder acceder.




 Bienvenidos al sistema web de
 E.B PAREJA LECAROS.

Correo

almacen2024ebpl@gmail.com

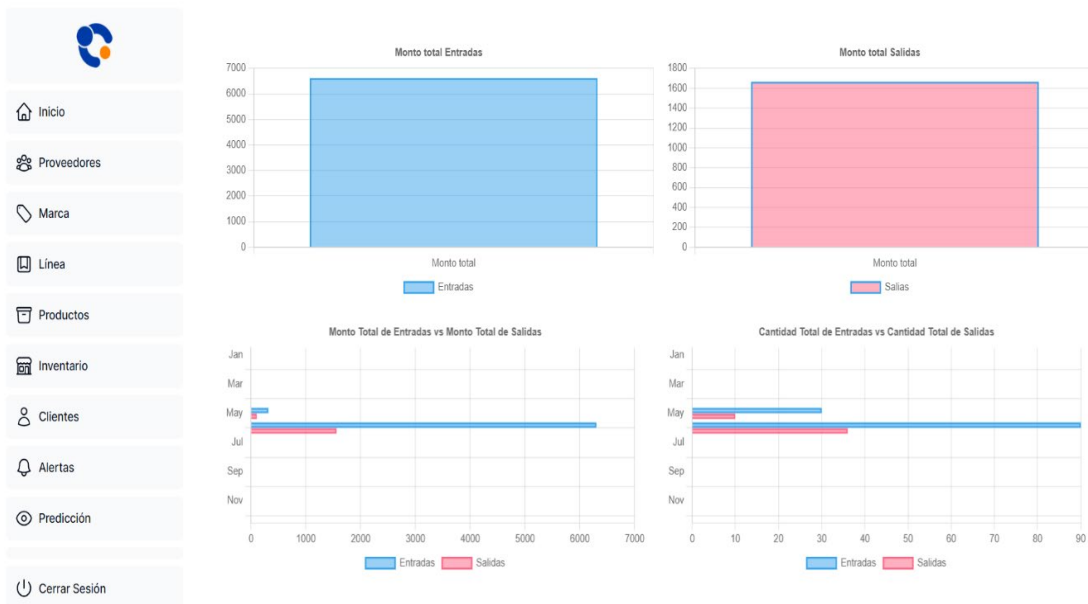
Contraseña

.....

Ingresar →

- Menú principal del sistema

En el inicio sesión en el sistema, se observará la pantalla de inicio del sistema en donde verá la siguiente pantalla:



- Barra de navegación lateral: el usuario tiene los menús para navegar por los diferentes módulos del sistema.
- Gráficos interactivos: en el menú principal se cuenta con gráficos como “Monto total de entradas y salidas”, “Cantidad de entradas y salidas”.
- **Módulo de proveedores**

En este módulo podemos visualizar una lista de todos los proveedores con los que cuenta la empresa, permitiendo realizar una búsqueda en la barra superior. Al hacer clic en el botón “Crear” se dirige a la pestaña para crear un nuevo proveedor. Además, al hacer clic en el lápiz de cada fila se dirige a la pestaña para editar datos del proveedor.

Proveedores

Crear +

RUC	Razón Social	Teléfono	Departamento	Provincia	Distrito	
20603001886	3R RISARALDA CORPORACION SAC	123456789	LAMBAYEQUE	CHICLAYO	CHICLAYO	
20131368667	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LOS OLIVOS	987654321	LIMA	LIMA	LOS OLIVOS	
20395492129	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	999888777	LAMBAYEQUE	CHICLAYO	CHICLAYO	
10723900676	MONTERO LOPEZ ROBERTO CARLOS	912803130	LIMA	LIMA	SAN MARTIN DE PORRES	
20138149022	UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES	987654321	LIMA	LIMA	SANTIAGO DE SURCO	

Proveedores / Crear Proveedor

RUC

Buscar

Razón Social

Teléfono del proveedor

Departamento

Provincia

Distrito

Cancelar
Crear Proveedor

Proveedores / Editar Proveedor

RUC

Razón Social

Teléfono del proveedor

Departamento

Provincia

Distrito

Cancelar
Editar Proveedor

- Módulo de productos

En este módulo podemos visualizar un listado de todos los productos con los que cuenta la empresa, permitiendo realizar una búsqueda en la barra superior. Al hacer clic en el botón “Crear” se dirige a la pestaña para crear un nuevo producto. Además, al hacer clic en el lápiz de cada fila se dirige a la pestaña para editar datos del producto.

Productos

Nombre	Línea	Marca	Precio	Stock	Stock Mínimo	
PRODUCTO DE PRUEBA	LINEA DE PRUEBA	MARCA DE PRUEBA	S/ 100	18	15	
ZENOTEC SPECIAL CUTTER 0.3 SELECT	LINEA LABORATORIO	IVOCLAR VIVADENT TECHNICAL	S/ 125.34	5	15	
INYECCIONES	LINEA LABORATORIO	IVOCLAR VIVADENT CLINICAL	S/ 100	18	15	
PRUEBAS DE PROYECTO	LINEA PAREJA LECAROS	MARCA PAREJA LECAROS EB	S/ 10	8	15	

Productos / Crear Producto

Nombre del producto

Línea del producto

Marca del producto

Stock Mínimo del producto

Precio del producto

Productos / Editar producto

Nombre del producto

Línea del producto

Marca del producto

Stock del producto

Stock Mínimo del producto





Precio del producto

- **Módulo de líneas**

En este módulo podemos visualizar un listado de todas las líneas con las que cuenta la empresa, permitiendo realizar una búsqueda en la barra superior. Al hacer clic en el botón “Crear” se dirige a la pestaña para crear una nueva línea. Además, al hacer clic en el lápiz de cada fila se dirige a la pestaña para editar datos de la línea.

Lineas

Q Buscar líneas... Crear +

ID	Nombre	
1	LINEA LABORATORIO	
2	PROCESO FARMACIA	
3	LINEA DENTAL	
4	LINEA BEBES	

Lineas / Crear linea

Nombre de la linea

Cancelar Crear linea

Lineas / Editar linea

Nombre de la linea



Cancelar Editar linea

- **Módulo de marcas**

En este módulo podemos visualizar un listado de todas las marcas con las que cuenta la empresa, permitiendo realizar una búsqueda en la barra superior. Al hacer clic en el botón “Crear” se dirige a la pestaña para crear una nueva marca. Además, al hacer clic en el lápiz de cada fila se dirige a la pestaña para editar datos de la marca.

Marcas

Q Buscar marcas... Crear +

ID	Nombre	
1	IVOCLAR VIVADENT TECHNICAL	
2	IVOCLAR VIVADENT CLINICAL	

Marcas / Crear Marca

Nombre de la marca

Cancelar Crear Marca

Marcas / Editar Marca

Nombre de la marca

Cancelar Editar Marca

- Módulo de Inventario

En este módulo podemos visualizar un listado de las entradas y salidas de los productos de la empresa permitiendo realizar una búsqueda en la barra superior. Además, al hacer clic en el botón “Crear Entrada” y “Crear Salida” se dirige a otra pestaña donde realizaremos sus respectivas acciones.

Inventario

Q Buscar documentos...

Crear Entrada + Crear Salida +

PRODUCTO	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	TIPO	FECHA
Producto Prueba Edit	30	S/ 10.57	S/ 317.1	ENTRADA	25/05/2024
PRODUCTO DE PRUEBA	30	S/ 100	S/ 3,000	ENTRADA	18/06/2024
ZENOTEC SPECIAL CUTTER 0.3 SELECT	10	S/ 100	S/ 1,000	ENTRADA	23/06/2024
INYECCIONES	20	S/ 100	S/ 2,000	ENTRADA	27/06/2024
PRUEBAS DE PROYECTO	30	S/ 10	S/ 300	ENTRADA	28/06/2024

- Botón “Crear Entrada”

En este módulo podemos crear una entrada de productos con sus respectivos datos para luego registrar en el movimiento del inventario.

Inventario / Crear entrada Crear Producto

Producto

ZENOTEC SPECIAL CUTTER 0.3 SELECT

Proveedor

3R RISARALDA CORPORACION SAC

Cantidad de producto

Ingresar cantidad

Precio del producto

0

Total de compra

0

Cancelar Crear Entrada

- Botón Crear Salida

En este módulo podemos crear una salida de productos con sus respectivos datos para luego registrar en el movimiento del inventario.

Inventario / Crear salida

Movimiento

VENTA

Producto

INYECCIONES

Cliente

ROBERTO CARLOS MONTERO LOPEZ

Cantidad de producto

12

Precio del producto

100

Total

1200

Cancelar Crear Salida

- Módulo de Alertas

En este módulo podemos visualizar listado de los productos, su stock actual y stock mínimo, además, podemos buscar por cada producto.

Alertas

Producto	Línea	Marca	Stock Min	Stock
HELIOSEAL F BLANCO REFILL JGA X 1.25 GR	LINEA DENTAL	IVOCLAR VIVADENT CLINICAL	15	0
FLUOR PROTECTOR CJA 40 X 0.4 ML + ACCES	LINEA DENTAL	IVOCLAR VIVADENT CLINICAL	15	0
POLITIP-F GRIS D COPA PEQUEÑA BAJA VELOCIDAD UN	LINEA DENTAL	IVOCLAR VIVADENT CLINICAL	15	0
ZENOTEC SPECIAL CUTTER 0.3 SELECT	LINEA LABORATORIO	IVOCLAR VIVADENT TECHNICAL	15	5
PRUEBAS DE PROYECTO	LINEA PAREJA LECAROS	MARCA PAREJA LECAROS EB	15	8
INYECCIONES	LINEA LABORATORIO	IVOCLAR VIVADENT CLINICAL	15	18
PRODUCTO DE PRUEBA	LINEA DE PRUEBA	MARCA DE PRUEBA	15	18
Producto Prueba Edit	Línea Editada	Marca Editada	20	25

- Módulo de predicción

En este módulo tenemos que cargar un Excel previamente elaborado con machine learning en Google colab, ese modelo evaluado con métricas de error para la regresión o predicción. Se puede visualizar un listado con el periodo, cantidad futura y su porcentaje futuro, también se puede visualizar un gráfico de donde se puede visualizar las cantidades futuras.

Predicción

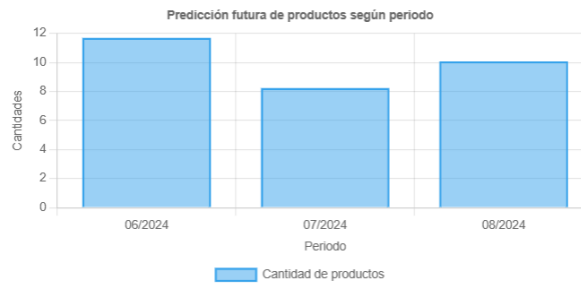
Seleccionar archivo

Seleccionar archivo predicciones...jor_modelo.csv

Producto

BIBERON FIRST CHOICE + PP CT 300ML MICKEY

Periodo	Cantidad futura	Porcentaje
06/2024	11.68790927	1168.79%
07/2024	8.23440613	823.44%
08/2024	10.06876378	1006.88%



ANEXO N° 07. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN PARA EL MODELO TAM

Cuestionario para corroborar la usabilidad y facilidad del sistema web en la empresa E.B Pareja Lecaros S.A.

1. Objetivo del cuestionario

Obtener información sobre la opinión del jefe de almacén y product owner del proyecto, para corroborar la usabilidad y facilidad del sistema web en base al modelo de aceptación tecnológica (TAM).

2. Datos personales

- Apellidos y nombres: *PONTERO LUCHOS ADRIAN*
- Profesión: *INGENIERO DE SISTEMAS*
- Cargo en la empresa: *INGENIERO ASISTENTE DE SISTEMAS*

3. Cuestionario de evaluación

El cuestionario agrupa criterios para evaluar la usabilidad y facilidad del sistema web en termino de utilidad percibida y facilidad de uso. Por favor, marque con una ("X") el valor correspondiente en la escala proporcionada a continuación, con el objetivo de expresar su nivel de conformidad con los criterios presentados.

Totalmente en desacuerdo	Desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
TD	D	N	A	TA

COD	UTILIDAD PERCIBIDA	TD	D	N	A	TA
P1	¿El sistema web propuesto ayuda a registrar datos de proveedores, líneas, marcas, productos, clientes?					X
P2	¿El sistema web aporta apoyo para gestionar el inventario con entradas y salidas?					X
P3	¿El sistema web facilita la identificación de productos de bajo rendimiento con las alertas de stock?				X	
P4	¿El sistema web proporciona un listado de la predicción de los productos adecuado?					X
P5	¿El sistema web proporciona un gráfico de la predicción de los productos adecuado?			X		
P6	¿El sistema web ayuda a prever las necesidades futuras de inventario?				X	

COD	FACILIDAD DE USO	TD	D	N	A	TA
P7	¿El sistema web es de fácil acceso para el usuario?					X
P8	¿El sistema web presenta interfaces amigables para su comprensión?				X	
P9	¿El sistema web permite una navegación intuitiva entre las diferentes secciones?					X
P10	¿El sistema web presenta tiempos de respuesta adecuados?					X
P11	¿El sistema web presenta un acceso que protege de manera correcta la seguridad de los datos?					X
P12	¿El sistema web presenta mensajes de error informativos para su comprensión?			X		

[Handwritten signature]

Cuestionario para corroborar la usabilidad y facilidad del sistema web en la empresa E.B Pareja Lecaros S.A.

1. Objetivo del cuestionario

Obtener información sobre la opinión del jefe de almacén y product owner del proyecto, para corroborar la usabilidad y facilidad del sistema web en base al modelo de aceptación tecnológica (TAM).

2. Datos personales

- Apellidos y nombres: *Rojas Pariz José Luis*
- Profesión: *Logística*
- Cargo en la empresa: *Jefe de Almacén*

3. Cuestionario de evaluación

El cuestionario agrupa criterios para evaluar la usabilidad y facilidad del sistema web en termino de utilidad percibida y facilidad de uso. Por favor, marque con una ("X") el valor correspondiente en la escala proporcionada a continuación, con el objetivo de expresar su nivel de conformidad con los criterios presentados.

Totalmente en desacuerdo	Desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
TD	D	N	A	TA

COD	UTILIDAD PERCIBIDA	TD	D	N	A	TA
P1	¿El sistema web propuesto ayuda a registrar datos de proveedores, líneas, marcas, productos, clientes?					X
P2	¿El sistema web aporta apoyo para gestionar el inventario con entradas y salidas?					X
P3	¿El sistema web facilita la identificación de productos de bajo rendimiento con las alertas de stock?				X	
P4	¿El sistema web proporciona un listado de la predicción de los productos adecuado?					X
P5	¿El sistema web proporciona un gráfico de la predicción de los productos adecuado?				X	
P6	¿El sistema web ayuda a prever las necesidades futuras de inventario?				X	

COD	FACILIDAD DE USO	TD	D	N	A	TA
P7	¿El sistema web es de fácil acceso para el usuario?					X
P8	¿El sistema web presenta interfaces amigables para su comprensión?				X	
P9	¿El sistema web permite una navegación intuitiva entre las diferentes secciones?			X		
P10	¿El sistema web presenta tiempos de respuesta adecuados?					X
P11	¿El sistema web presenta un acceso que protege de manera correcta la seguridad de los datos?					X
P12	¿El sistema web presenta mensajes de error informativos para su comprensión?				X	

[Handwritten signature]