

# TI\_Guevara\_Ore\_Franco\_Jimmy. docx

*por Jimmy Klaus Franco Tiza*

---

**Fecha de entrega:** 23-jun-2024 07:13p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2407425031

**Nombre del archivo:** TI\_Guevara\_Ore\_Franco\_Jimmy.docx (1.17M)

**Total de palabras:** 32252

**Total de caracteres:** 188248



**UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

Desarrollo de una solución tecnológica usando machine learning para automatizar la gestión de inventarios en mypes de comercialización de

Lima Metropolitana

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**Para optar el grado de bachiller en Ingeniería de Sistemas de Información**

**AUTOR(ES)**

Nelson Maicol Guevara Ore (u20201c020)

Jimmy Klaus Franco Tiza (u201718097)

**ASESOR(ES)**

Milton Enrique Chinchay Celada

Lima, 09 de junio del 2024

LISTA DE FIGURAS .....	4
LISTA DE TABLAS .....	5
CAPÍTULO I: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	6
1.1 ANTECEDENTES .....	6
1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	7
1.2.1 Descripción e Importancia del Problema .....	7
1.2.2 Análisis de Problema .....	10
1.2.3 Caso de Estudio.....	11
1.2.3.1 Datos Generales.....	11
1.2.3.2 Datos Específicos .....	11
1.2.4 Formulación del Problema.....	12
1.3 OBJETIVO .....	13
1.3.1 Objetivo General .....	13
1.3.2 Objetivos Específicos.....	13
1.4 PROPUESTA DE SOLUCIÓN .....	13
1.4.1 Modelo conceptual Propuesta de Solución .....	15
1.4.2 Arquitectura física:.....	16
1.4.5 Arquitectura lógica: .....	17
1.5 GESTIÓN DEL PROYECTO .....	18
1.5.1 Alcance .....	18
1.5.2 Cronograma .....	23
1.5.3 Costos .....	27
1.5.4 Calidad.....	28
1.5.5 Riesgos.....	29
1.6 Benchmarking.....	31
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	35
2.1 INTRODUCCIÓN .....	35
2.1.1 Contextualización .....	35
2.1.2 Definición de Términos Claves .....	35
2.1.3 Teorías y Modelos.....	36
2.1.4 Metodología de Investigación.....	36
2.2 ESTÁNDARES/BUENAS PRÁCTICAS/Frameworks .....	39

2.2.1	Estándares internacionales para la gestión de inventarios: .....	39
2.2.2	Buenas prácticas para la gestión de inventarios.....	40
2.2.3	Frameworks.....	40
2.3	NORMATIVA LEGAL .....	41
	CAPITULO III: ESTADO DEL ARTE.....	44
3.1	INTRODUCCIÓN .....	44
3.2	METODOLOGÍA DE BÚSQUEDA .....	46
3.2.1	Fase o etapas de la búsqueda .....	46
3.2.2	Etapa: Planificación de la Revisión .....	46
3.2.3	Etapa: Conducción de la Revisión .....	49
3.2.4	Etapa: Documentación de la Revisión.....	49
3.3	METODOLOGÍA DE BÚSQUEDA .....	52
3.3.1	MATRIZ DE ARTICULOS SELECCIONADOS .....	52
3.3.2	RESUMEN DE LOS ARTÍCULOS SELECCIONADOS .....	60
3.3.3	DISCUSIÓN .....	109
3.3.4	CONCLUSIONES .....	117
	CONCLUSIONES GENERALES.....	118
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> .....	10
Árbol de problemas de la gestión ineficiente de inventarios en MYPES de Lima Metropolitana .....	10
<b>Figura 2.</b> .....	11
6 Distribución de las micro y pequeñas empresas en función de su actividad principal.....	11
<b>Figura 3.</b> .....	12
6 Ventas generadas por las micro y pequeñas empresas en Perú, segmentadas por su actividad principal	12
<b>Figura 4.</b> .....	15
21 Modelo Conceptual de la propuesta de solución .....	15
<b>Figura 5.</b> .....	16
Modelo de la Arquitectura Física .....	16
<b>Figura 6.</b> .....	17
Modelo de la Arquitectura Lógica .....	17
<b>Figura 7</b> .....	49
Proceso de revisión de literatura .....	49
<b>Figura 8</b> .....	50
Cantidad de artículos por revista .....	50
<b>Figura 9</b> .....	51
Número de artículos clasificados por año de publicación.....	51
<b>Figura 10</b> .....	51
Cantidad de artículos por cuartil.....	51

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Título: Análisis de benchmarking de tecnología.....	31
<b>Tabla 2.</b> Título: Matriz de análisis de benchmarking de lenguajes de programación .....	32
<b>Tabla 3.</b> Título: Análisis de benchmarking de base de datos .....	33
<b>Tabla 4.</b> Título: Análisis de benchmarking de tecnología.....	34
<b>Tabla 5</b> .....	46
<i>Fases del proceso de revisión sistemática</i> .....	46
<b>Tabla 6</b> .....	46
Preguntas de investigación .....	46
<b>Tabla 7</b> : .....	47
<i>Palabras claves por pregunta de investigación</i> .....	47
<b>Tabla 8</b> .....	48
Criterios de selección de artículos .....	48
<b>Tabla 9</b> .....	48
Criterios de exclusión de artículos .....	48

## CAPÍTULO I: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1 ANTECEDENTES

El machine learning emplea técnicas avanzadas de aprendizaje automático y procesamiento de datos para mejorar continuamente su desempeño y precisión en la toma de decisiones optimizados. En contraste con los métodos convencionales, las herramientas de machine learning tienen la capacidad única de anticipar eventos futuros, lo que la posiciona como una herramienta indispensable en la optimización de la cadena de suministro y la gestión logística.<sup>16</sup>

<sup>6</sup> Las micro y pequeñas empresas (MYPES) dependen en gran medida de métodos manuales para la gestión de inventarios. Esto implica una gran inversión de tiempo en realizar registros en papel, hojas de cálculo o sistemas informáticos básicos que requieren una entrada y actualización manual de los datos. Según INLOG (2023), el uso de machine learning implica la capacitación de varios tipos de algoritmos para reconocer patrones y correlaciones en conjuntos de datos extensos. Esto permite tomar decisiones más fundamentadas y realizar proyecciones precisas basadas en el análisis de los datos.

En el estudio llevado a cabo por Strelnik, Usanova, Khairullin, Kamalova y Beloglazova (2023), se resalta la eficacia de los sistemas ERP y los impactos positivos que traen consigo para las empresas. A pesar de ello, se identifica una carencia en algunos sistemas ERP en cuanto a capacidades avanzadas de análisis predictivo. Se sugiere que el machine learning realizaría mejoras significativas en la capacidad para anticipar la demanda futura y optimizar los niveles de inventario.

Algunas MYPES suelen emplear técnicas de pronósticos estadístico, como el suavizado exponencial, el análisis de series temporales y los modelos de regresión. Estas estrategias tienen datos históricos como fuente de información, lo cual no se adaptaban a los datos en tiempo real. Según Khandelwal.S (2023) se puede aplicar varios indicadores técnicos que ayudarían en la toma de decisiones de compra y venta.

Según la investigación realizada por Vennila S. y Karthikeyan K. (2023), se creó un modelo de inventario EOQ (Cantidad Económica de Pedido) que determina la cantidad de productos que una empresa debe solicitar para minimizar los costos asociados con los pedidos y el almacenamiento, pero no ayudaría a la optimización de inventario en tiempo real, predicción

y segmentación de inventario de acuerdo con la demanda.

Los modelos de machine learning tienen la capacidad de ofrecer proyecciones de demanda más precisas en comparación con los enfoques estadísticos tradicionales. Esto se logra al aprovechar una variedad más amplia de datos y parámetros, que incluyen no solo las ventas pasadas, sino también las tendencias del mercado y el comportamiento de los clientes (Fieberg, Metko, & Poddig, 2022). Estos modelos pueden analizar y procesar grandes conjuntos de datos de manera más efectiva, lo que les permite identificar patrones y correlaciones más sutiles que pueden influir en la demanda futura.<sup>9</sup>

El problema del sobre stock en las micro y pequeñas empresas (MYPEs) puede ser bastante común y tener varias causas ya que cuentan con softwares que ayudan a gestionar las ventas, pero no toman en cuenta el deterioro de algunos productos en stock. Según Mecalux (2022) no implica la adquisición de más espacio logístico, sino la implementación de sistemas de almacenamiento, ya sean convencionales o automáticos, que se adapten al flujo de trabajo específico de la instalación.

## 1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se detalla puntos importantes dentro del problema de investigación:

### 1.2.1 Descripción e Importancia del Problema

La gestión de inventarios se refiere a las actividades para mantener un nivel óptimo de stock acorde a las necesidades regulares de la empresa. Esto implica mantener un volumen de inventario bajo, pero suficiente para satisfacer la demanda de manera eficiente (Almeyda, 2021).

Es fundamental encontrar un equilibrio entre la inversión en inventario y la satisfacción del cliente. Para numerosas empresas, la gestión del inventario es crucial, ya que puede representar una parte considerable de su inversión total, a menudo llegando a ser uno de los activos más costosos (Figueroa & Reyes , 2022).

En el Perú la industria relacionada con la comercialización se encuentra constantemente en crecimiento. Por tal motivo, uno de los grandes problemas que afronta es la mala gestión de su inventario. Organizaciones como las MYPES de comercialización que crecen enfrenta desafíos que pueden incluir niveles de stock que no están optimizados y

dificultades en la precisión de las predicciones de la demanda, lo que a menudo resulta en pérdida de ventas y costos adicionales que podrían evitarse. (Ceballos, 2022).

Por tal motivo, a medida que una empresa crece, tiene que manejar un mayor volumen de inventario para satisfacer la demanda creciente. Esto implica desafíos adicionales en términos de almacenamiento, seguimiento y control de inventario.

Así mismo, En 2022, las micro y pequeñas empresas (MYPES) en Perú representaron la gran mayoría de las empresas y emplearon a casi la mitad de la fuerza laboral del país. Se observó un crecimiento en el empleo en las MYPES comparado con el año anterior. Las ventas anuales de las MYPES aumentaron significativamente, llegando a representar una parte importante del Producto Bruto Interno (PBI) del país (COMEXPERU, 2022).

Las pequeñas y medianas empresas están lideradas por empresarios altamente motivados, cuya formación en gestión y organización suele ser limitada, aunque poseen un profundo conocimiento y experiencia específica en su campo, junto con un fuerte deseo de expandirse. Sin embargo, este impulso personal puede llevar a centrarse excesivamente en aspectos operativos, descuidando otras áreas, especialmente a corto plazo, lo que podría exacerbar los desafíos relacionados con la dirección empresarial. (Kindström et al., 2024)

Conforme el negocio se expande, surge la necesidad de establecer estructuras más definidas y estandarizar los procesos para impulsar la productividad y permitir un crecimiento continuo. Estas prácticas no solo buscan atraer, desarrollar, motivar y retener empleados, sino que también juegan un papel crucial en el éxito general de la organización. (Guenther et al., 2024)

6 Las pequeñas y medianas empresas se encuentran bajo una creciente presión social y regulatoria para implementar prácticas ambientales. En general, estas empresas están rezagadas en comparación con las corporaciones más grandes en la adopción de medidas ambientales. Como grupo, las MYPES suelen limitarse a cumplir con los requisitos mínimos en términos de prácticas ambientales. (Tyler et al., 2023)

Las MYPES han tenido problemas al obtener estimaciones precisas lo que incrementa la probabilidad de quiebra en estas empresas ya que ha sido un tema complejo y debatido, las MYPES suelen ser más frágiles y su tamaño limitado les confiere una menor estabilidad

financiera. (Altman et al., 2023)

En el panorama empresarial actual, las pequeñas empresas se encuentran ante el dilema de elegir entre dos estrategias fundamentales para sobresalir y mantenerse competitivas: competir en base a costos reducidos o buscar la diferenciación a través de estrategias innovadoras (Gartner et al., 2024)

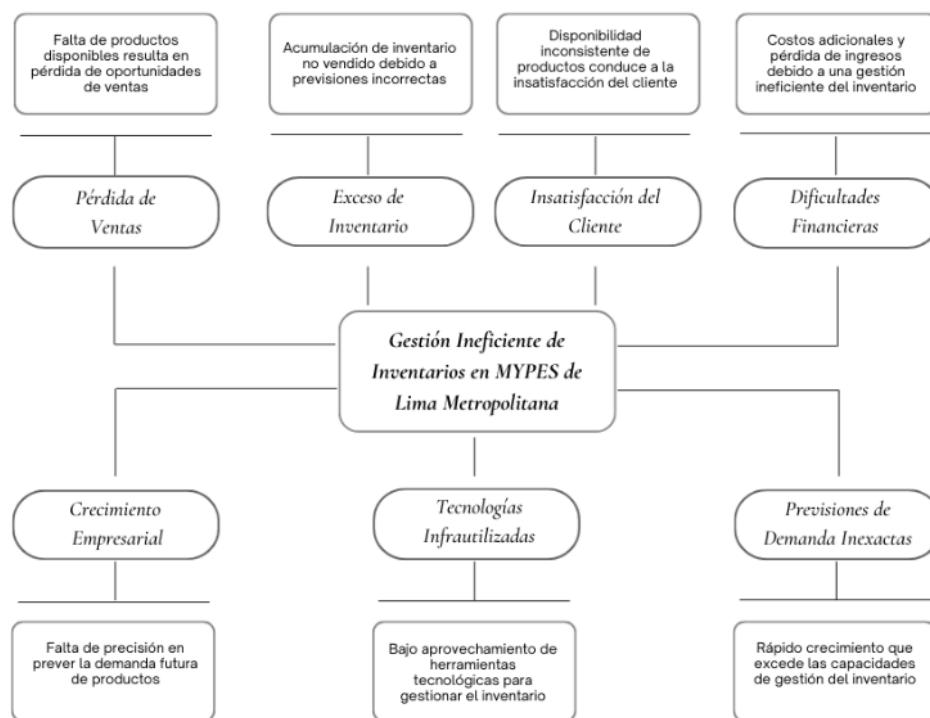
En definitiva, la gestión ineficiente de inventarios es un desafío significativo que enfrentan las MYPES en Perú, como se evidencia en el crecimiento constante de la industria de comercialización. Este desafío, caracterizado por niveles de inventario no óptimos y dificultades en la precisión de las proyecciones de demanda, conlleva a pérdidas en ventas y gastos innecesarios para estas entidades comerciales. En un contexto donde las MYPES <sup>53</sup> representan la mayoría de las empresas en el país y emplean a casi la mitad de la fuerza <sup>108</sup> laboral, mejorar la gestión de inventarios no solo es crucial para su rentabilidad, sino también para su contribución al crecimiento económico nacional.

### 1.2.2 Análisis de Problema

La gestión efectiva de inventarios es crucial para el éxito de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MYPES). Sin embargo, enfrentan desafíos significativos en este aspecto, como previsiones de demanda inexactas y subutilización de tecnologías. Para enfrentar estos desafíos, se recurre al árbol de problemas, una herramienta que permite identificar las causas raíz y los efectos negativos en la gestión de inventarios de las MYPES. Este análisis proporciona una base sólida para desarrollar soluciones efectivas y mejorar la capacidad de las MYPES para gestionar sus inventarios de manera eficiente.

**Figura 1.**

*Árbol de problemas de la gestión ineficiente de inventarios en MYPES de Lima Metropolitana*



*Fuente: Elaboración propia*

El árbol de problemas es una herramienta que permite visualizar los principales desafíos que enfrentan las MYPES en la gestión de inventarios. Esta herramienta identifica las causas fundamentales de los problemas, como las previsiones de demanda inexactas y la subutilización de tecnologías, así como los efectos negativos, como la pérdida de ventas y las dificultades financieras. Con el árbol de problemas, se busca comprender mejor los obstáculos que enfrentan las MYPES y utilizar esta comprensión como punto de partida para desarrollar soluciones efectivas.

### 1.2.3 Caso de Estudio

#### 1.2.3.1 Datos Generales

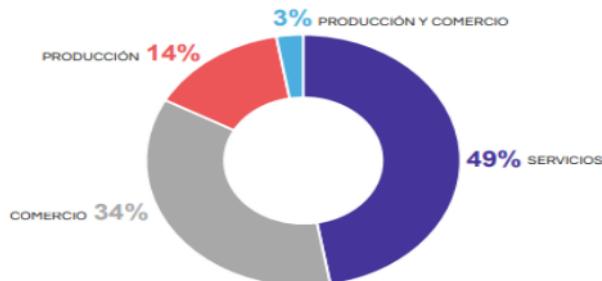
“El presente estudio se enfoca en el sector de las micro y pequeñas empresas (MYPES) en Perú. Según los datos de la Encuesta Nacional de Hogares (Enaho) del año 2022, las MYPES constituyan el 96.4% del total de empresas en el país y proporcionaban empleo al 45.8% de la Población Económicamente Activa (PEA) peruana” (ComexPeru, 2022). Por lo tanto, las MYPES tienen una gran importancia en la estructura empresarial del Perú, ya que emplean <sup>85</sup> casi la mitad de la fuerza laboral y contribuyen significativamente a las ventas totales.

#### 1.2.3.2 Datos Específicos

El estudio específicamente se centra en la MYPES de comercialización, este tipo de MYPES es el segundo sector más grande después de las de servicio, representando el 34% del sector en el Perú.

**Figura 2.**

“Distribución de las micro y pequeñas empresas en función de su actividad principal”

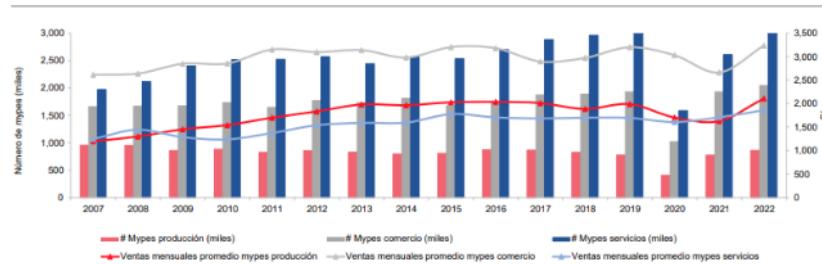


Fuente: Encuesta Nacional de Hogares (2022)

Según los datos del Enaho durante el 2016 y 2019 el número de MYPES relacionadas al comercio crecieron ininterrumpidamente en una tasa promedio anual del 3.4%. Así mismo, a pesar de los desafíos impuestos por la pandemia, el sector comercial, se registró un aumento del 6% en el número de micro y pequeñas empresas en 2022 (COMEXPERU, 2022).

**Figura 3.**

*“Ventas generadas por las micro y pequeñas empresas en Perú, segmentadas por su actividad principal”*



Fuente: Encuesta Nacional de Hogares (2022):

Nota: EL siguiente gráfico estadístico muestra como las MYPES de comercio en relación con ventas mensuales está por encima de las demás.

#### 1.2.4 Formulación del Problema

¿De qué manera una solución basada en machine learning mejoraría la gestión de inventarios en las MYPES de comercialización en Lima Metropolitana? 46

La formulación de la pregunta se justifica debido a los desafíos recurrentes que enfrentan las micro y pequeñas empresas (MYPES) de comercialización en Lima Metropolitana, según lo indican investigaciones previas sobre la gestión inadecuada de inventarios. Al plantear la pregunta de esta manera, se busca identificar cómo una solución que emplee machine learning podría afrontar estos retos específicos y mejorar la gestión de inventarios en las MYPES de la región. 3

La propuesta busca promover el uso del machine learning para mejorar la gestión de inventarios de las MYPES de comercialización del Perú. Esto nos permitirá automatizar la gestión de inventarios. Para mejorar la eficiencia en estos procesos complejos, que requieren la gestión y análisis rápido de grandes cantidades de datos, el pronóstico de la

demandas se vuelve crucial. Este proceso implica estudiar y analizar el impacto de las variables que influyen, lo que ayuda a mantener un inventario adecuado en los almacenes para satisfacer tanto las necesidades de los clientes como de los proveedores (Eduardo Ceballos Velo, 2022).

### 1.3 OBJETIVO

#### 1.3.1 Objetivo General

El objetivo general de este proyecto es desarrollar e implementar un sistema de optimización de la gestión de inventarios basado en machine learning para reducir costos y para mejorar la rentabilidad empresarial e impulsar la eficiencia.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

**OE1:** Analizar técnicas basadas en machine learning para la gestión de inventarios.

**OE2:** Diseñar un modelo de machine learning que permita predecir la demanda de productos y optimizar los niveles de inventarios.

**OE3:** Validar la eficacia y precisión del modelo de machine learning en un entorno de prueba mediante el uso de datos históricos

**OE4:** Proponer un plan de continuidad detallado que permita la implementación, mantenimiento y asegure la viabilidad tanto tecnológica como financiera de la propuesta.

### 1.4 PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Nuestra propuesta presenta un sistema integral para la gestión de inventarios que se basa en tecnologías de Machine Learning (ML), con el propósito de revolucionar la administración de inventarios en empresas ubicadas en Lima Metropolitana. Esta solución fusiona algoritmos avanzados de ML con datos históricos y en tiempo real para mejorar la gestión de inventarios y anticipar con precisión las necesidades futuras de stock. Mediante un monitoreo continuo y en tiempo real del inventario, aprovechando datos de ventas, demanda del mercado, estacionalidad y otros factores relevantes, las empresas pueden tomar decisiones fundamentadas sobre la reposición de inventario, evitando tanto la escasez como el exceso de stock. Esto permite una respuesta proactiva y eficaz para mitigar riesgos y optimizar la eficiencia operativa.

### **Valor Agregado e Innovación:**

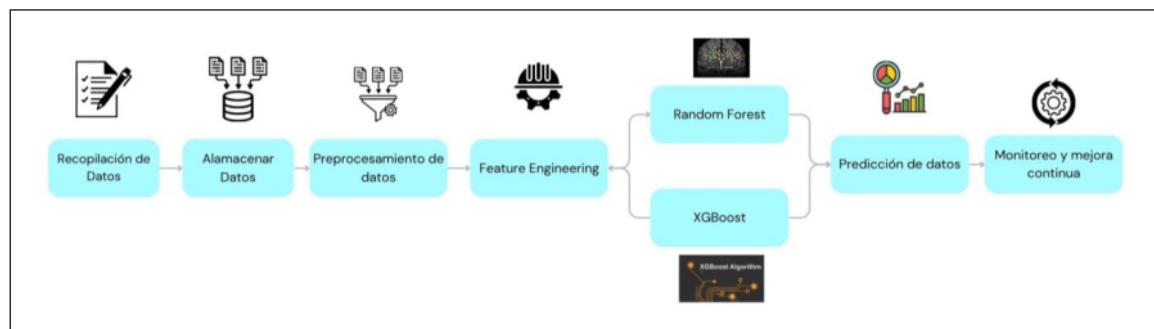
**Predicción más precisa de stock:** Nuestra solución de gestión de inventarios emplea algoritmos sofisticados de Machine Learning para examinar datos pasados de ventas, patrones del mercado y otros elementos relevantes. Esto proporciona una predicción más precisa de las necesidades futuras de stock, lo que ayuda a evitar tanto el exceso como la escasez de inventario. Nuestra propuesta se destaca al predecir el stock con aproximadamente 1 mes de anticipación, en comparación con otras propuestas que lo hacen con 6 semanas. Esta anticipación más cercana permite una respuesta más ágil a las demandas del mercado y una gestión más eficiente del inventario, lo que se traduce en resultados más precisos y exactos.

**Costos reducidos del sistema:** Nuestra propuesta se distingue por ser más económica que otras soluciones disponibles en el mercado. Al dirigirse específicamente a las MYPES, hemos diseñado una solución que utiliza tecnologías eficientes y escalables, lo que contribuye a reducir significativamente los costos de infraestructura. Al automatizar procesos de gestión de inventarios y predecir con precisión las necesidades de stock, nuestro sistema ayuda a evitar costos asociados con la sobreproducción y el almacenamiento excesivo. Esto permite a las empresas maximizar la eficiencia operativa y optimizar sus recursos financieros, todo a un costo reducido en comparación con las alternativas existentes en el mercado.

#### 1.4.1 Modelo conceptual Propuesta de Solución

Figura 4.

“Modelo Conceptual de la propuesta de solución”



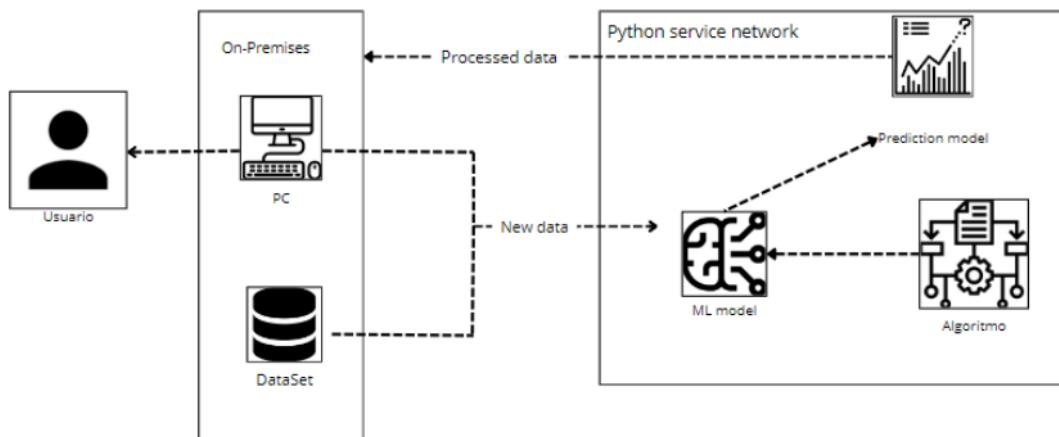
Fuente: Elaboración propia

1. **Recopilación de Datos:** Recolecta datos históricos de ventas, inventarios y cualquier otro factor relevante para el pronóstico de la demanda, como eventos promocionales, temporada del año, etc.
2. **Almacenar Datos:** Todos los datos recolectados serán guardados y almacenados en una base de datos.
3. **Procesamiento de Datos:** Realiza la limpieza y preprocesamiento de los datos, abordando la eliminación de valores atípicos, la gestión de datos faltantes y, en caso necesario, la normalización de los datos.
4. **Feature Engineering:** Identifica las características relevantes que puedan influir en la demanda de inventario, como tendencias estacionales, promociones pasadas, etc.
5. **Random Forest:** Algoritmo que se encargará de analizar los datos históricos de ventas pasadas para la predicción de stock,
6. **XGBoost:** Algoritmo que se encargará de aprender de los errores del anterior algoritmo.
7. **Predicción de Datos:** Se realiza la predicción de demanda de stock de acuerdo con todos los datos analizados
8. **Monitoreo y Mejora Continua:** Supervisar el rendimiento del modelo en producción, actualizar el modelo periódicamente con nuevos datos para mejorar la precisión de las demandas.

#### 1.4.2 Arquitectura física:

Figura 5.

Modelo de la Arquitectura Física



Fuente: Elaboración propia

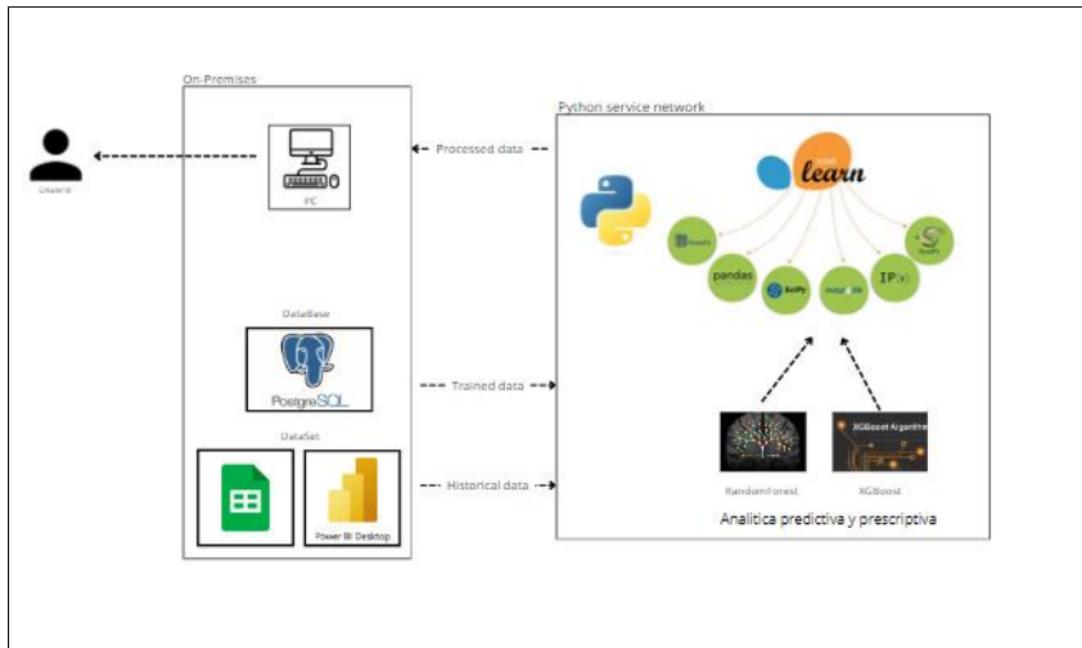
Complemento:

- **On-Premises:** Hace referencia a los recursos tecnológicos que una organización gestiona y controla dentro de sus propias instalaciones físicas. Esto indica que los servidores, sistemas y datos pertinentes son mantenidos y operados directamente por la entidad.
- **Dataset:** Es una colección organizada de datos empleada en análisis, investigación o para el entrenamiento de modelos en machine learning. Suele presentarse estructurada y es crucial en el desarrollo y perfeccionamiento de modelos predictivos.
- **Prediction model:** Se basan en datos históricos para anticipar eventos futuros o valores desconocidos. Estos modelos pueden emplear una variedad de algoritmos para realizar dichas predicciones.
- **Algoritmo:** Un conjunto predefinido de reglas o procesos que orientan a un modelo de machine learning para reconocer patrones y ejecutar tareas particulares utilizando los datos proporcionados como entrada.
- **ML model:** Los modelos de machine learning se desarrollan mediante el entrenamiento con datos y posteriormente se emplean para realizar predicciones o tomar decisiones basadas en información actualizada.

#### 1.4.5 Arquitectura lógica:

Figura 6.

Modelo de la Arquitectura Lógica



Fuente: Elaboración propia

Complementos:

- **Dataset:** Un conjunto de datos que comúnmente se almacena en hojas de cálculo o archivos de herramientas como Power BI, constituye información valiosa generalmente recolectada y conservada por MYPES, desempeñando un papel crucial en el proceso de entrenamiento de modelos de machine learning.
- **Database:** Se refiere a un conjunto de datos interconectados almacenados de manera estructurada en un servidor o sistema de almacenamiento, crucial para mantener los datos utilizados en el entrenamiento de modelos de machine learning.
- **Trained data:** Son datos que generalmente consisten en ejemplos de entrada y salida, son utilizados para aprender patrones y características en los datos. De esta manera, el modelo ajusta sus parámetros internos para poder realizar predicciones o tomar decisiones cuando

se le presenten nuevos datos.

- **Analítica predictiva:** Emplea tanto técnicas estadísticas como de machine learning para anticipar eventos futuros o comportamientos, apoyándose en datos previos y patrones identificados.
- **Analítica prescriptiva:** Mientras que la analítica predictiva se enfoca en predecir eventos futuros, la analítica prescriptiva va más allá al ofrecer recomendaciones concretas sobre las acciones a tomar para lograr objetivos específicos. Este enfoque se vale de técnicas avanzadas como la optimización, la simulación y el modelado predictivo para examinar diversos escenarios y decidir la acción óptima a seguir dadas ciertas condiciones.

## 1.5 GESTIÓN DEL PROYECTO

### 1.5.1 Alcance

10

En Lima Metropolitana, las micro y pequeñas empresas (MYPEs) de comercialización enfrentan el reto de gestionar inventarios de manera eficiente. Este proyecto se centra en desarrollar una solución tecnológica utilizando machine learning para automatizar la gestión de inventarios en estas empresas.

La solución propuesta busca mejorar la precisión en el control de stock, reducir costos y tiempo asociados a la gestión manual, y optimizar el reabastecimiento. Utilizando algoritmos de aprendizaje automático, se pretende prever la demanda de productos y proporcionar análisis predictivos para una toma de decisiones más informada.

Colaborando con varias MYPEs locales, el proyecto asegura que la herramienta sea adaptable y responda a las necesidades específicas del mercado limeño, impulsando la eficiencia y competitividad de estas empresas en un entorno dinámico.

Código Proyecto	Descripción General	
Inventory Prediction	Desarrollo de una solución tecnológica usando machine learning para automatizar la gestión de inventarios en mypes de comercialización de Lima Metropolitana	
Rol	Nombre de participante	Responsabilidades principales
Project Manager	Nelson Maicol Guevara Ore	<p>21</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Planificación y coordinación del proyecto.</li><li>• Gestión del presupuesto y recursos.</li></ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación con todas las partes interesadas.</li> <li>• Supervisión del cumplimiento de objetivos y plazos.</li> <li>• Gestión de riesgos y problemas del proyecto.</li> </ul>
Scrum Master	Jimmy Klaus Franco Tiza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilitación de reuniones ágiles.</li> <li>• Eliminación de obstáculos.</li> <li>• Promoción de principios ágiles.</li> <li>• Coaching y apoyo al equipo.</li> <li>• Gestión de herramientas ágiles.</li> </ul>

**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO DEL PROYECTO** (Características, funcionalidades, soporte, entre otros)

El producto desarrollado en este proyecto será una solución tecnológica basada en machine learning para la automatización de la gestión de inventarios en MYPEs de comercialización en Lima Metropolitana. La herramienta permitirá una gestión eficiente y precisa del inventario, optimizando los procesos de reabastecimiento y mejorando la toma de decisiones estratégicas mediante análisis predictivos.

**LISTA DE REQUISITOS** (Los requisitos son: de negocio, de la solución, de transición, de proyecto y de calidad)

Requisitos de Negocio

- Como propietario de una MYPE, quiero una herramienta que me permita prever la demanda de mis productos, para mantener un nivel óptimo de inventario y evitar desabastecimientos o sobrestock.
- Como directivo de la empresa, quiero que la solución se integre con nuestros sistemas existentes, para facilitar la transición y el uso continuo de la herramienta sin interrumpir nuestras operaciones diarias.
- Como cliente, quiero poder evaluar el impacto económico de la herramienta en la reducción de costos y mejora de la eficiencia operativa, para justificar la inversión y medir su retorno.

9

Requisitos de Solución

- Como gerente de inventarios, quiero una interfaz fácil de usar, para gestionar y monitorear el inventario de forma eficiente y sin complicaciones técnicas.
- Como analista de datos, quiero generar reportes detallados y gráficos de la evolución del inventario y las previsiones de demanda, para facilitar la toma de decisiones estratégicas.
- Como personal de almacén, quiero recibir notificaciones y alertas en tiempo real sobre el estado del inventario y las necesidades de reabastecimiento, para actuar de manera oportuna y mantener la operatividad.
- Como desarrollador del proyecto, quiero asegurar que la solución sea escalable y segura, para que pueda crecer con la empresa y proteger la información sensible.

#### Requisitos de Transición

- Como equipo de soporte técnico, queremos proporcionar tutoriales y documentación clara y accesible, para que los usuarios puedan aprender a utilizar la herramienta de manera efectiva y rápida.
- Como directivo de la empresa, quiero que la solución se integre con nuestros sistemas existentes, para facilitar la transición y el uso continuo de la herramienta sin interrumpir nuestras operaciones diarias. (Este requisito también podría ser considerado como de transición debido a la integración con sistemas existentes).

#### Requisitos de Proyecto

- Como cliente, quiero una documentación organizada y detallada sobre el proyecto, para comprender completamente la gestión y los beneficios que ofrece la solución tecnológica.
- Como miembro de la mesa de jurado, queremos que se nos presente una documentación organizada y detallada sobre el proyecto realizado, para poder realizar un análisis del trabajo y poder validarla.

#### Requisitos de Calidad

- Como desarrollador del proyecto, quiero asegurar que la solución sea escalable y segura, para que pueda crecer con la empresa y proteger la información sensible. (Este requisito también tiene implicaciones en la calidad de la solución).

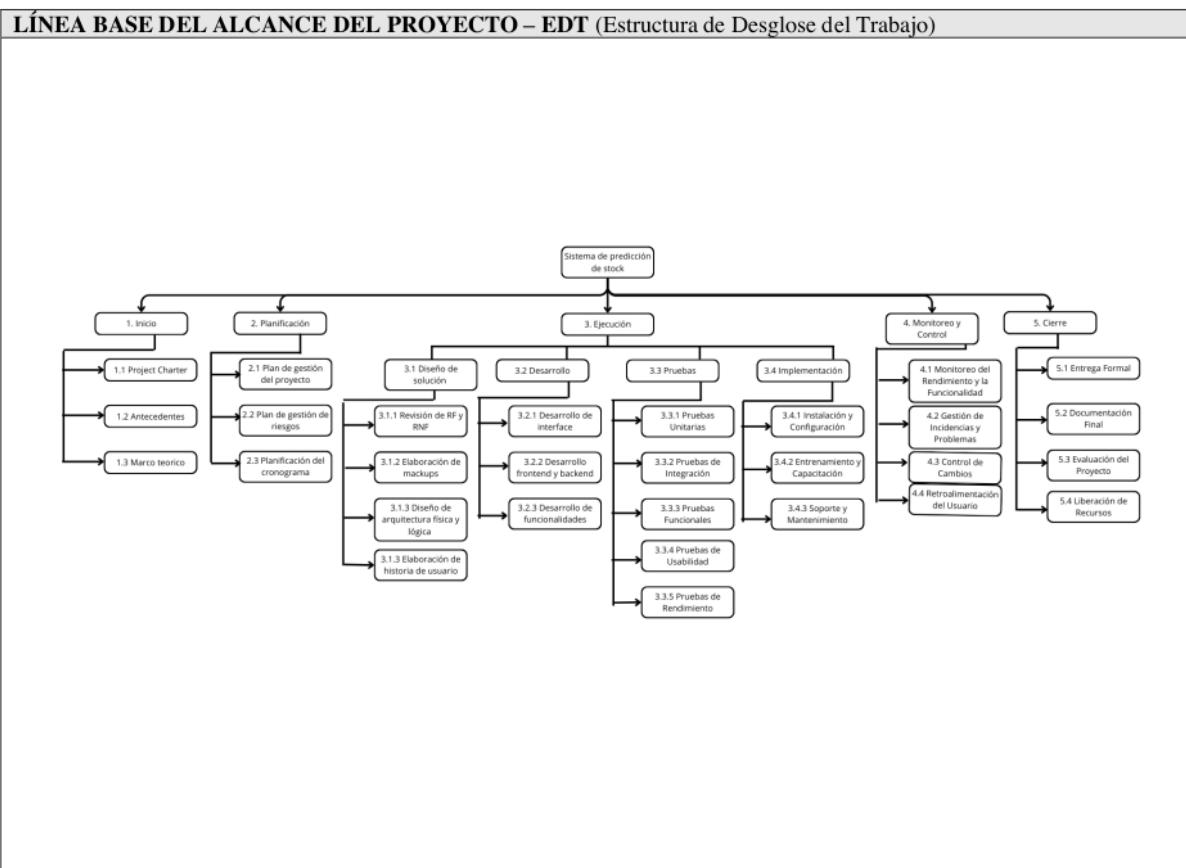
#### DESCRIPCIÓN DE ENTREGABLES PRINCIPALES DEL PROYECTO (Características, funcionalidades, soporte, criterios de aceptación, entre otros)

Nº	Descripción	Criterios de Aceptación
1	Project Charter	Como cliente, cuando necesite observar la planificación del proyecto, entonces revisaré el Project Charter. El documento debe incluir los objetivos del proyecto, el alcance, los stakeholders, el cronograma preliminar y los recursos estimados.
2	Análisis de Requisitos	Como cliente, cuando quiera asegurarme de que todas las necesidades del negocio están cubiertas, entonces revisaré el Análisis de Requisitos. Este debe incluir una lista detallada de todos los requisitos funcionales y no funcionales, priorizados y validados por los stakeholders.
3	Desarrollo del Sistema de Análisis y Predicción	Como cliente, cuando evalúe el avance del sistema, entonces revisaré el Sistema de Análisis y Predicción. El sistema debe ser

		capaz de procesar datos de inventario, aplicar los modelos de machine learning desarrollados y generar predicciones precisas de inventarios.
4	Entrenamiento y Evaluación de Modelos de IA	Como cliente, cuando quiera verificar la eficacia de los modelos, entonces revisaré el reporte de Entrenamiento y Evaluación de Modelos de IA. El reporte debe mostrar los procesos de entrenamiento, las métricas de evaluación, los resultados obtenidos y la comparación con benchmarks predefinidos.
5	Interfaz de Usuario (UI)	Como cliente, cuando necesite interactuar con el sistema, entonces utilizaré la Interfaz de Usuario. La UI debe ser intuitiva, fácil de usar, y debe permitir la visualización de datos, la configuración de parámetros del modelo y la generación de reportes de inventario.
6	Documentación del código y tesis	Como mesa del jurado, cuando el grupo sustente su proyecto, entonces se revisará la documentación del código y la tesis. La documentación debe ser clara, detallada, incluir comentarios en el código, diagramas de arquitectura, y la tesis debe abordar el problema, la solución propuesta, la metodología, resultados y conclusiones.

**EXCLUSIONES DEL PROYECTO** (Entregables no considerados como parte del proyecto).

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grandes empresas o corporaciones, el proyecto se limitará a MYPES</li> <li>• Otros sectores industriales fuera de la comercialización.</li> <li>• Alcance fuera de Lima.</li> </ul>
<b>RESTRICCIONES</b> (Límites de recursos en términos de tiempo, costos, infraestructura u otros, sean internas o externas, que puede afectar al rendimiento del proyecto)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos Financieros Limitados</li> <li>• Conocimiento y Capacidades Limitadas</li> <li>• Infraestructura Tecnológica</li> <li>• Aceptación y Adopción</li> <li>• Seguridad de Datos</li> </ul>
<b>SUPUESTOS</b> (Factores que, para efectos de planificación, se consideran verdaderas, reales o ciertas, para completar el proyecto)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad de Datos</li> <li>• Interés y Adopción</li> <li>• Disponibilidad de Recursos Técnicos</li> </ul>



DICIONARIO EDT (Sólo los paquetes de trabajo más importantes del proyecto)			
Código	Nombre	Descripción	Entregables
	Planteamiento del Project Charter	Documento que autoriza formalmente el proyecto y proporciona una descripción general del mismo.	Project Charter
40	Plan de gestión del proyecto	Documento que describe cómo se ejecutará, monitoreará y controlará el proyecto.	Gestión del proyecto
	Desarrollo del modelo de machine learning	Este trabajo corresponde a la construcción, entrenamiento y validación del modelo de machine learning.	Modelo funcional de machine learning Documentación del código.
	Pruebas unitarias	Verificación de las unidades individuales de código.	Resultados de Pruebas Unitarias
	Pruebas de integración	Validación final con el cliente para confirmar que el sistema cumple con sus expectativas al integrarse con los datos de su empresa	Resultados de las pruebas de integración
	Monitoreo del rendimiento	Seguimiento y evaluación del rendimiento del sistema.	Informes de Rendimiento
	Control de calidad	Verificación de que el proyecto cumple con los estándares de calidad establecidos.	Informes de Control de Calidad
	Desarrollo de la Documentación final	Compilación y entrega de toda la documentación generada durante el proyecto.	Informe de la documentación final

### 1.5.2 Cronograma

DEFINICIÓN DE GESTIÓN DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO
<b>Metodología de programación:</b> Programación iterativa con trabajo pendiente.
<b>Herramienta de programación:</b> Utilizaremos una metodología ágil que nos permitirá adaptar el desarrollo del proyecto a medida que avanzamos. Este enfoque iterativo y adaptativo facilita la incorporación de cambios y mejoras continuas en el sistema.

La planificación y programación se basarán en el juicio de los expertos del equipo, complementado con un análisis constante del progreso del proyecto. Realizaremos reuniones frecuentes para evaluar y discutir el estado del desarrollo en relación con los objetivos del proyecto.

**Actualización, supervisión y control** (Cuál es el proceso de control de cambios para el cronograma)

Para la actualización, supervisión y control del cronograma, se realizarán reuniones de revisión diarias (Scrum) para revisar el estado de las tareas y detectar desviaciones a tiempo. Además, al final de cada sprint se evaluarán los logros y se ajustará el cronograma según sea necesario. El control de cambios se gestionará evaluando las solicitudes en términos de impacto en el cronograma y actualizándolas en Microsoft Project, previa aprobación del comité de cambios.

**LÍNEA BASE DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO**

**Contenido mínimo de información para fase de Planificación**

- Identificación de actividades e hitos
- Responsable de la actividad
- Fechas de inicio y fin planificadas (estimadas)
- Estimación de recursos (Horas hombres de esfuerzo estimado para la actividad)

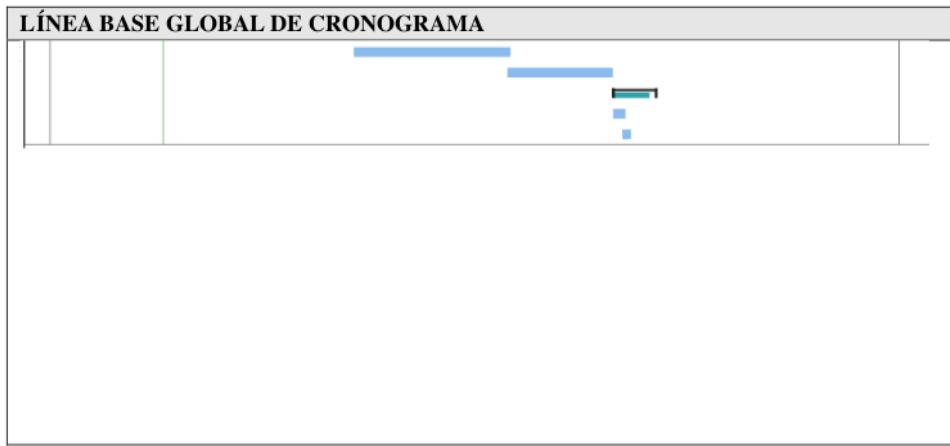
**Contenido mínimo de información fases de Ejecución y Monitoreo**

- Estado de la actividad: En proceso, Terminado, En espera, Cancelado
- Avance de la actividad: 25%, 50%, 75% y 100%
- Responsable que realizó la actividad
- Fechas de inicio y fin reales
- Esfuerzo real usado para la actividad

**LISTA DE HITOS**

Hito	Descripción del Hito	Fecha
Hito 1: Definición del proyecto	Documentación del Project Charter, Plan de Trabajo	12/08/2024
Hito 2: Validación con el asesor especializado	Trabajo de investigación y Project charter corregido.	26/08/2024
Hito 3: Sustentación con el Asesor Especializado	Cumplimiento del Objetivo específico 2 (OE2)	16/09/2024
Hito 4: Sustentación con el profesor metodológico	Documentación de la Gestión del Proyecto, Avances Iniciales y Benchmarking	23/09/2024
Hito 5: Sustentación Parcial (TP1)	-Sustentación Parcial con el jurado -Trabajo de sustentación Parcial (TP1)	07/10/2024
Hito 6: Implementación del algoritmo de predicción	Documentación de la implementación del algoritmo de predicción, versión funcional del algoritmo.	21/10/2024

Hito 7: Sustentación Final (TP1)	Documentación de Progresos y Entregables Finales del Curso TP1	18/11/2024
Hito 8: Pruebas piloto y Evaluación Final	Documentación de Resultados de las Pruebas Piloto y Retroalimentación Inicial de la MYPE	25/11/2024
Hito 9: Sustentación Parcial (TP2)	Documentación del Informe de Evaluación de las Pruebas Piloto y Mejoras Implementadas Según Retroalimentación	12/05/ 2025
Hito 10: Validación del impacto del plan piloto	Aprobación del Objetivo Específico 4 (OE4) por parte del Asesor Especializado	16/06/2025
Hito 11: Sustentación final (TP2) con el profesor metodológico	Entrega del Trabajo Final	23/06/2025



### **DESARROLLO DE CRONOGRAMA**

Visualización completa del cronograma del proyecto hasta el nivel 2 o 3 según los contenidos, el cronograma debe de ser desarrollado en una herramienta como Excel, MS Project o similar.

Se debe considerar como hitos los entregables definidos como resultados de c/paquete de EDT.

		3.3 Pruebas	17 días	jue 13/2/25	vie 7/3/25
20		3.3.1 Pruebas Unitarias	4 días	jue 13/2/25	mar 18/2/25
21		3.3.2 Pruebas de Integración	4 días	mar 18/2/25	vie 21/2/25

### 1.5.3 Costos

<b>PERSONAL</b>					
Nº	Rol	Participación (%)	Tiempo (meses)	Sueldo (S/.)	Total (S./.)
1	Jefe de proyecto	100%	8 (26 horas semanales en 34 semanas)	53040	S/ 53,040
2	Jefe de desarrollo	100%	8 (26 horas semanales en 34 semanas)	53040	S/ 53,040
<b>Total Personal</b>					<b>S/ 106,080</b>

<b>GASTOS GENERALES</b>					
Nº	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo (S./.)	Total (S./.)
1	Transporte	2	8	S/.360	S/ 5760
2	Alquiler	1	8	S/.420	S/ 3360
3	Teléfono	2	8	S/.50	S/ 800
4	Luz, Agua	2	8	S/.300	S/ 4800
5	Impresiones	2	8	S/.100	S/ 1600
<b>Total Gastos Generales</b>					<b>S/ 16320</b>
<b>BIENES Y SUBCONTRATA (Servicios contratados a terceros)</b>					
Nº	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo (S./.)	Total (S./.)
1	Google One	1	8	9,99	79.92
2	Visual Studio Code	1	8	0	0
3	PostgreSQL (DataBase)	1	8	0	0
<b>Total Bienes y Subcontrata</b>					<b>79.92</b>

Nº	Descripción	Total (S./.)
1	Personal	106080

2	Gastos Generales	16320
3	Bienes y Subcontrata	79.94
<b>Total</b>		<b>S/. 122,479.94</b>

#### 1.5.4 Calidad

**ESTÁNDARES DE CALIDAD** (Las normas de calidad suelen estar impulsadas por la industria o el producto. Pueden ser normas ISO, IEEE o algún otro organismo regulador o industrial)

ISO 9001	86
Guía para la gestión de la calidad.	
ISO 31000	
Guía para la gestión de riesgos.	
ISO 20400	
Guía para las adquisiciones sostenibles.	
ISO 2859	
Guía para la inspección por atributos.	

**PROCEDIMIENTOS DE CALIDAD APLICABLES** (Procedimientos que se utilizarán para el proyecto, tales como: No conformidad y retrabajo, Acciones correctivas, Auditorías de calidad, Mejora continua. Se indicarán los procedimientos de aseguramiento y control de la calidad)

No nos conformaremos con un entregable mediocre que no coincida con la visión del proyecto.

Se realizarán acciones correctivas según las observaciones del cliente y la retroalimentación de los testers.

Durante todas las fases del proyecto, se realizarán constantes mejoras continuas de forma adaptativa según el avance de la tecnología de aprendizaje profundo.

Para asegurar un control de calidad, se realizarán reuniones semanales para investigar el estado del arte y establecer la línea base del proyecto durante todas las fases de su producción.

Se implementarán procesos de validación y verificación de los modelos de machine learning para garantizar su precisión y robustez.

Se realizarán pruebas de usabilidad con usuarios finales para asegurar que la solución sea intuitiva y fácil de usar.

Se mantendrá una documentación exhaustiva del desarrollo del proyecto, incluyendo cambios, mejoras y problemas identificados.

Se ofrecerá formación continua al equipo de desarrollo y a los usuarios finales para asegurar el uso correcto y eficiente de la solución.

Se garantizará el cumplimiento de todas las normas ISO relevantes en todas las etapas del proyecto.

Se realizará una gestión de riesgos proactiva para identificar, evaluar y mitigar los riesgos asociados con el desarrollo y la implementación de la solución.

**ENTREGABLES Y MÉTRICAS DE CALIDAD** (Se indicarán los principales resultados y los parámetros con los que se medirán)

Entregable	Métrica

Project Charter	Validación y calificación del cliente.
Marco de Investigación y Estado del Arte Modelo de machine learning para la predicción de inventario.	<p>Validación y calificación del cliente.</p> <p>72</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exactitud: <math>(VP + VN) / (VP + VN + FP + FN)</math></li> <li>- Sensibilidad: <math>VP / (VP + FN)</math></li> <li>- Precisión: <math>VP / (VP + FP)</math></li> <li>- F1-Score: <math>2 * (Precisión * Sensibilidad) / (Precisión + Sensibilidad)</math> <ul style="list-style-type: none"> <li>• VP: Verdaderos Positivos</li> <li>• VN: Verdaderos Negativos</li> <li>• FP: Falsos Positivos</li> <li>• FN: Falsos Negativos</li> </ul> </li> </ul>
Informe de pruebas	Verificado mediante pruebas y validaciones rigurosas.
Informe de gestión de riesgos y plan de mitigación	Número de riesgos identificados y mitigados.
Documentación del código y tesis	Validación por la mesa de jurados. Calificación del asesor especializado y profesor metodológico.

#### 1.5.5 Riesgos

**MATRIZ DE RIESGOS**

Código	Categoría	Descripción del Riesgo	Impacto (Alto, Medio, Bajo)	Probabilidad de Ocurrencia (Alto, Medio, Bajo)
R1	Técnicos	Falta de compatibilidad con sistemas existentes	Alto	Bajo
R2	Humanos	Resistencia al cambio por parte del personal	Medio	Medio
R3	Financieros	Costo de implementación superior al presupuesto asignado	Medio	Medio
R4	Técnicos	Fallos en el sistema que afecten la precisión de los inventarios 18	Alto	Bajo
R5	Humanos	Falta de capacitación adecuada para el personal en el uso del sistema	Alto	Medio
R6	Técnicos	Vulnerabilidades de ciberseguridad que comprometan la integridad de los datos	Alto	Bajo
R7	Humanos	Retiro de los autores del proyecto	Alto	Bajo
R8	Gestión	Retrasos en el envío de los entregables	Alto	Bajo

## 1.6 Benchmarking

Tabla 1. Título: Análisis de benchmarking de tecnología

Criterio	Ponderación	Análisis de benchmarking de modelos de machine learning						ARIMA/SARIMA	
		Modelos de machine learning			XGBoost				
		LSTM	Random Forests	Pts	Promedio	Pts	Promedio		
Precisión	29%	3.00	0.87	3.00	0.87	3.00	0.87	2.00	
Tiempo de entrenamiento	14%	3.00	0.42	2.00	0.28	1.00	0.14	1.00	
Escalabilidad	14%	2.00	0.28	3.00	0.42	3.00	0.42	2.00	
Consumo de recursos	43%	1.00	0.43	2.00	0.86	1.00	0.43	3.00	
Total:	100%		2.00		2.43		1.86	2.29	

Fuente: Elaboración propia

Después de un minucioso análisis comparativo de los modelos de machine learning para la gestión de inventarios, se llega a la conclusión de que Random Forests sobresalen como la opción más idónea. Este modelo presenta una combinación óptima de precisión, eficiencia en el entrenamiento, escalabilidad y consumo de recursos. Su robustez y capacidad para procesar grandes conjuntos de datos sin sacrificar la precisión lo hacen perfecto para predecir la demanda futura y optimizar los niveles de inventario. En comparación con alternativas como LSTM, XGBoost y ARIMA/SARIMA, Random Forests resaltan por su equilibrio entre rendimiento y eficiencia, lo que los convierte en la elección más versátil y efectiva para abordar los desafíos inherentes a la gestión de inventarios en diferentes entornos empresariales.

**Tabla 2. Título.** Matriz de análisis de benchmarking de lenguajes de programación

Criterio	Ponderación	Análisis de benchmarking de lenguajes de programación							
		R		C++		Python		Java	
		Pts	Promedio	Pts	Promedio	Pts	Promedio	Pts	Promedio
<b>Facilidad de aprendizaje</b>	38%	3.00	1.14	2.00	0.76	3.00	1.14	2.00	0.76
<b>Comunidad y soporte</b>	25%	3.00	0.75	2.00	0.50	3.00	0.75	2.00	0.50
<b>Escalabilidad</b>	13%	2.00	0.26	2.00	0.26	3.00	0.39	1.00	0.13
<b>Portabilidad</b>	25%	2.00	0.50	2.00	0.50	3.00	0.75	3.00	0.75
Total:	100%		2.65		2.02		3.03		2.14

Fuente: Elaboración propia

En resumen, la selección del lenguaje de programación para proyectos de machine learning es influenciada por una serie de factores. Si bien Python se destaca por su facilidad de aprendizaje, escalabilidad y una comunidad de soporte amplia, otros lenguajes como R y C++ también tienen sus propias ventajas, como comunidades sólidas y características específicas para ciertos casos de uso. Por otro lado, Java, a pesar de ofrecer alta portabilidad, puede enfrentar dificultades en términos de escalabilidad para proyectos de machine learning de gran escala. En última instancia, la elección del lenguaje debe basarse en las necesidades particulares del proyecto, teniendo en cuenta aspectos como la complejidad del problema, los recursos disponibles y las preferencias del equipo de desarrollo.

**6**  
**Tabla 3. Título: Análisis de benchmarking de base de datos**

Criterio	Ponderación	Matriz de análisis de bases de datos						
		PostgreSQL		MongoDB		GoogleBigQuery		Microsoft Azure SQL
	Pts	Promedio	Pts	Promedio	Pts	Promedio	Pts	
Escalabilidad	20.00%	3.00	0.60	3.00	0.60	3.00	0.60	3.00
Soporte para machine learning	30.00%	3.00	0.90	3.00	0.90	2.00	0.60	2.00
Facilidad de uso	20.00%	3.00	0.60	2.00	0.40	3.00	0.60	2.00
Costo	30.00%	2.00	0.60	2.00	0.60	1.00	0.30	1.00
Total:	100%		2.70		2.50		2.10	1.90

*Fuente: Elaboración propia*

Al comparar PostgreSQL, MongoDB, Google BigQuery y Microsoft Azure SQL en términos de escalabilidad, soporte para machine learning, facilidad de uso y costo, cada una ofrece ventajas específicas que las hacen adecuadas para diferentes necesidades y escenarios. PostgreSQL y MongoDB son destacadas por su alta escalabilidad y bajo costo, con PostgreSQL sobresaliendo en capacidades de machine learning y MongoDB en facilidad de uso. Google BigQuery ofrece una escalabilidad superior y es muy fácil de usar, aunque su modelo de pago por uso puede resultar costoso, siendo ideal para el análisis en tiempo real de grandes volúmenes de datos.<sup>58</sup> Microsoft Azure SQL combina alta escalabilidad y un soporte moderado para machine learning, aunque puede ser complejo de configurar y costoso. La elección de la base de datos adecuada dependerá de las prioridades específicas de la organización, ya sea maximizar la escalabilidad y la facilidad de uso, integrar capacidades avanzadas de machine learning o controlar los costos operativos.

**Tabla 4. Título: Análisis de benchmarking de tecnología**

Criterio	Ponderación	Análisis de benchmarking de tecnología							
		Inventory prediction (Nuestra Propuesta)		Sistemas para la gestión de inventario		Odoo JIT		Transmetrics	
		Pts	Promedio	Pts	Promedio	Pts	Promedio	Pts	Promedio
Escalabilidad	37.50%	3	1.125	1	0.375	2	0.75	2	0.75
Soporte de decisiones	25%	3	0.75	1	0.25	2	0.50	2	0.50
Complejidad	25%	3	0.75	3	0.75	2	0.50	2	0.50
Sistema de almacenamiento	12.50%	1	0.125	1	0.125	1	0.125	2	0.25
Total:	100%		2.75		1.5		1.875		2
									1.965

*Fuente: Elaboración propia*

La solución proporciona una respuesta completa para abordar los desafíos en la gestión de inventarios, destacando por su capacidad para adaptarse y funcionar eficientemente incluso en entornos con grandes volúmenes de datos. Su escalabilidad sólida garantiza un rendimiento constante, esencial para empresas con períodos de crecimiento dinámico o estacional. Además, ofrece un conjunto avanzado de herramientas que facilitan la toma de decisiones estratégicas en relación con la gestión de inventarios. Estas herramientas permiten un análisis detallado y proporcionan una visión clara del estado del inventario, capacitando a los usuarios para tomar decisiones informadas y oportunas. En cuanto a la implementación, se destaca por su relativa simplicidad. A pesar de contar con funcionalidades avanzadas, su diseño intuitivo y amigable la hace accesible incluso para aquellas empresas con menos experiencia técnica. Esto significa que las organizaciones pueden aprovechar rápidamente sus capacidades sin necesidad de largos períodos de capacitación o inversiones adicionales en recursos.

## <sup>2</sup> CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 INTRODUCCIÓN

#### 2.1.1 Contextualización

Como se sabe, la gestión de inventarios abarca el control y la supervisión de los activos de una empresa, desde materias primas hasta productos finales. Su importancia radica en equilibrar la oferta y la demanda, reducir costos de almacenamiento y prevenir la escasez de productos. En resumen, es fundamental para la eficiencia operativa y la rentabilidad empresarial.

Integrar técnicas de aprendizaje automático en la gestión de inventarios proporciona una serie de ventajas y capacidades adicionales, como la capacidad de prever las necesidades de compra de materias primas para la producción, determinar el momento óptimo para realizar pedidos a proveedores, anticipar la demanda de productos, estimar la producción, entre otras predicciones (Galarreta & Marquez 2022).

La predicción de ventas puede ayudar a las empresas a gestionar recursos de forma más eficaz, como el flujo de caja y la producción, y a crear mejores planes de negocio. La previsión de ventas permite a la empresa ser proactiva en lugar de reactiva. Puede ayudar a una empresa a adoptar una política de producción adecuada. También ayuda a controlar el inventario y reducir los costos de maquinaria y mano de obra (KLE Technological University, 2024).

#### 2.1.2 Definición de Términos Claves

- a) **Machine Learning:** El aprendizaje automático es una subdivisión de la inteligencia artificial que capacita a los sistemas informáticos para evolucionar y adquirir conocimientos de manera autónoma a través de la experiencia, sin requerir una programación directa y específica.
- b) **MYPES:** Son las Micro y Pequeñas Empresas, que conforman una parte importante del sector empresarial.
- c) **Automatización:** Automatización implica ejecutar acciones de forma automática, sin necesidad de intervención directa por parte de los seres humanos.
- d) **Gestión de Inventarios:** Es el proceso de supervisar y controlar los productos disponibles para la venta, incluyendo su almacenamiento, seguimiento y reposición.

### 2.1.3 Teorías y Modelos

- **Modelos de machine learning:**

Bosque aleatorio: Un algoritmo de aprendizaje supervisado que utiliza múltiples árboles de decisión para realizar predicciones. Cada árbol en el bosque se entrena de forma independiente y luego las predicciones se combinan para obtener un resultado final. Es notable que el rendimiento de estos modelos mejora a medida que se incorporan más árboles, lo que elimina el riesgo de sobreajuste a los datos de entrenamiento. Además, se ha verificado que estos modelos mantienen un rendimiento sólido incluso cuando se emplea una muestra reducida de atributos en cada nodo (Fin et al., 2021)

Redes neuronales: Un modelo de aprendizaje profundo inspirado en el funcionamiento del cerebro humano. Consiste en capas de neuronas artificiales conectadas entre sí, donde cada neurona procesa información y pasa la salida a las siguientes capas. (Kontopoulou et al., 2023)

Modelo autorregresivo integrado de media móvil: Un modelo estadístico utilizado para analizar y predecir series temporales. ARIMA combina componentes de autorregresión (AR), integración (I) y media móvil (MA) para modelar la estructura temporal de los datos. Es útil para realizar predicciones basándose en datos históricos. ARIMA puede capturar tendencias, estacionalidad y comportamientos cíclicos en las series temporales lo que ayuda a tomar decisiones informadas. (Kontopoulou et al., 2023)

### 2.1.4 Metodología de Investigación

- a) **Tipo de Investigación:**

57

Se busca desarrollar una solución tecnológica basada en Machine Learning para automatizar la gestión de inventarios en MYPES de comercialización en Lima Metropolitana.

63

- b) **Enfoque de la Investigación:**

**Enfoque cuantitativo:** Este enfoque se centra en la recolección y el análisis de datos numéricos vinculados con la gestión de inventarios en micro y pequeñas empresas

(MYPES) del sector comercial de Lima Metropolitana. La meta es crear y evaluar una solución tecnológica empleando técnicas de aprendizaje automático.

**c) Fuentes de Información:**

**Primarias:**

- Entrevistas con propietarios y empleados de mypes para comprender los desafíos actuales en la gestión de inventarios.
- Datos de inventarios proporcionados por las mypes participantes.

**Secundarias:**

- Artículos académicos y técnicos sobre gestión de inventarios, machine learning y tecnologías relacionadas.
- Informes de mercado y estudios sobre el sector de las mypes en Lima Metropolitana.

**d) Población y Muestra:**

**Población:** MYPES en Lima Metropolitana.

**Muestra:** MYPES de comercialización Lima Metropolitana.

**e) Técnicas de Recolección y Análisis de Información:**

**Recolección de datos:**

- Realizar entrevistas estructuradas y encuestas para obtener información detallada sobre los procesos de gestión de inventarios y las necesidades específicas de las MYPES..
- Análisis de registros históricos de inventario para identificar patrones y tendencias.

**Análisis de datos:**

- Análisis cualitativo de las entrevistas para identificar temas y desafíos comunes en la gestión de inventarios.
- Análisis cuantitativo de datos de inventario para identificar problemas y áreas de mejora potenciales.

**f) Instrumentos:**

- Cuestionarios para recopilar datos sobre procesos de gestión de inventarios y requisitos específicos de las MYPES.
- Software de análisis de datos para procesar y analizar los datos de inventario.

**g) Procedimiento o Fase de Implementación:**

**• Fase 1: Investigación y análisis:**

- La obtención de datos se llevará a cabo mediante entrevistas y la revisión exhaustiva de los registros de inventario disponibles.
- Identificación de patrones y desafíos en la gestión de inventarios en MYPES.

**• Fase 2: Diseño y desarrollo de la solución tecnológica:**

- Definición de requisitos y funcionalidades de la solución.
- Desarrollo de un prototipo de la solución utilizando técnicas de Machine Learning.

**• Fase 3: Pruebas y ajustes:**

- Pruebas del prototipo con datos de inventario reales.
- Revisión y ajuste de la solución en base a retroalimentación de usuarios.

**• Fase 4: Implementación y evaluación:**

- Implementación de la solución en un entorno piloto en MYPES seleccionadas.  
22
- Evaluación de la efectividad y eficiencia de la solución en la gestión de inventarios.
- Monitoreo continuo y ajustes según sea necesario.

## 2.2 ESTÁNDARES/BUENAS PRÁCTICAS/FRAMEWORKS

### 2.2.1 Estándares internacionales para la gestión de inventarios:

- **ISO 9001:** La ISO 9001, que es un <sup>107</sup> estándar de gestión de calidad, define los criterios para los sistemas de calidad. Su <sup>107</sup> énfasis en la mejora continua y la satisfacción del cliente es crucial para asegurar la calidad en la automatización de la gestión de inventarios en las MYPES.
- **ISO 31000:** Norma de gestión de riesgos <sup>38</sup> que proporciona principios y directrices para la gestión efectiva de riesgos. Puede ser útil para identificar y mitigar riesgos asociados con la gestión automatizada de inventarios mediante machine learning.
- **ISO 20400:** Norma de gestión sostenible de cadenas de suministro que integra consideraciones sociales, ambientales y económicas en las prácticas de adquisición. Es relevante para asegurar prácticas sostenibles en la gestión de inventarios y en la selección de proveedores para la implementación de soluciones tecnológicas.
- **ISO 2859:** Norma de inspección por atributos que proporciona procedimientos y tablas para la inspección de lotes de productos. Puede ser aplicada para establecer criterios de inspección en la gestión automatizada de inventarios, asegurando la calidad de los productos almacenados.
- **ISO 27001:** Proporciona un marco para la creación, <sup>62</sup> implementación, mantenimiento y mejora de un sistema de gestión de seguridad de la información (SGSI). Al aplicar los principios de esta norma a tu solución tecnológica, puedes asegurar la <sup>94</sup> protección de la información relacionada con el inventario de las MYPES, garantizando la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos en el proceso automatizado de gestión de inventarios.

Estos estándares, aunque no abordan directamente la gestión de inventarios, desempeñan un papel crucial en ella. ISO 9001 “se centra en la calidad de los procesos”, ISO 31000 “en la gestión de riesgos”, ISO 20400 “en la sostenibilidad de la cadena de suministro”, ISO 2859 “en la inspección por atributos”, e ISO 27001 “en la seguridad de la información”.

## 2.2.2 Buenas prácticas para la gestión de inventarios

- **Metodología SCRUM:** Scrum, una metodología ágil para el desarrollo de software, se fundamenta en valores y principios ágiles, así como en el empirismo y los principios Lean. Se caracteriza por ciclos breves llamados sprints, durante los cuales se construye el software de manera incremental. Los roles principales en Scrum incluyen al Product Owner, al Scrum Master y al Equipo de Desarrollo. Además, “Scrum emplea eventos como la Planificación del Sprint, la Revisión del Sprint y la Retrospectiva del Sprint para facilitar la transparencia y fomentar la mejora continua” (Fuentes et al, 2022).
- **Metodología Kanban:** Kanban, un método visual para la gestión de procesos, se originó en el sector industrial y ha sido cada vez más adoptado en el desarrollo de software. Su propósito principal es minimizar los desperdicios y las demoras mediante la implementación del Just-In-Time (JIT). Las prácticas clave de Kanban incluyen la visualización del flujo de trabajo, la limitación del trabajo en curso, la adopción de un sistema pull y la mejora continua del flujo, entre otras. A diferencia de Scrum, Kanban es menos rígido y prescriptivo, aunque también requiere equipos autogestionados y un liderazgo colaborativo (Fuentes et al, 2022).

## 2.2.3 Frameworks

- **PyTorch:** Desarrollado por Facebook, PyTorch es un framework de machine learning popular que se destaca por su integración fluida con Python. Ofrece una interfaz flexible y sencillo de implementar, lo que lo convierte en una opción popular preferida tanto para investigadores como para desarrolladores en el campo del aprendizaje automático. Su popularidad ha crecido gracias a su capacidad para manejar eficientemente tareas complejas de modelado y su sólida documentación (Raschka S, 2022).
- **Scikit-learn:** Scikit-learn es una biblioteca de código abierto en Python que ofrece una amplia gama de herramientas para el análisis de datos y machine learning. Incluye algoritmos para clasificación, regresión, clustering y preprocesamiento de datos, y destaca por su facilidad de uso y documentación completa. Además, cuenta con una comunidad activa que proporciona soporte continuo y contribuye al desarrollo constante, convirtiéndola en una herramienta fundamental para diversas aplicaciones de machine learning (Raschka S, 2022).

## **2.3 NORMATIVA LEGAL**

### **a. Ley del Impuesto a la Renta (Ley N° 29783):**

Esta ley define el inventario como la relación valorizada de los bienes de propiedad del contribuyente y establece los métodos de valuación permitidos, como el costo de adquisición o producción, el precio de venta al público menos el margen de utilidad bruta, el costo de reposición y el valor neto realizable. También regula la depreciación de los activos fijos.

### **b. Decreto Supremo N° 013-2017-EF:**

Este decreto regula la aplicación de la legislación tributaria relacionada con la determinación de la renta neta en la categoría correspondiente, así como los métodos para valorar los inventarios.

### **c. Ley General de Sociedades (Ley N° 26887):**

Esta ley obliga a las sociedades a llevar contabilidad, incluyendo la elaboración de inventarios, y regula la valuación de activos y pasivos en los estados financieros, incluyendo los inventarios.

### **d. Código Civil Peruano (Libro IV, Título III):**

Este libro del Código Civil regula los bienes y su clasificación, incluyendo los bienes muebles e inmuebles, y regula los contratos de compraventa y permuta, que son relevantes para la gestión de inventarios.

### **e. Ley de Contrataciones del Estado (Ley N° 30225):**

Esta ley regula las contrataciones de bienes y servicios que realizan las entidades del Estado, estableciendo requisitos para la presentación de ofertas, incluyendo la acreditación de la disponibilidad de los bienes.

### **f. Normas técnicas peruanas:**

Las normas técnicas peruanas, como la NTP-ISO 4601:2011, establecen requisitos y directrices para la gestión de inventarios.

### **g. Ley de Protección de Datos Personales (Ley N° 29733):**

Esta normativa se encarga de regular la seguridad y privacidad de los datos personales en la gestión de inventarios, estableciendo medidas para garantizar su protección adecuada.

### **h. Ley General del Sistema Nacional de Abastecimiento (Ley N° 28867):**

Esta ley regula la adquisición de bienes y servicios en el sector público, abarcando también la gestión de inventarios.

### 3. ESTADO DEL ARTE

#### 1.1 INTRODUCCIÓN

Las micro y pequeñas empresas (MYPES) enfrentan retos importantes en la gestión eficiente de sus inventarios debido a su dependencia de métodos manuales y técnicas de pronósticos estadísticos convencionales. Estos métodos requieren una gran inversión de tiempo y recursos, además de ser propensos a errores humanos, lo que complica la anticipación precisa de la demanda futura. Esta falta de precisión puede provocar problemas de sobrestock o desabastecimiento, resultando en costos adicionales de almacenamiento y deterioro de productos, impactando negativamente la rentabilidad y competitividad de las MYPES.

La gestión eficiente de inventarios es crucial para que las micro y pequeñas empresas (MYPES) prosperen y se mantengan sostenibles en un entorno empresarial cada vez más dinámico y competitivo. Con el auge del comercio electrónico y la creciente complejidad de las cadenas de suministro, es esencial que estas empresas optimicen continuamente sus procesos logísticos. Ser capaces de predecir con exactitud la demanda futura y ajustar los niveles de inventario en tiempo real puede brindar una ventaja competitiva importante, al reducir costos operativos y aumentar la satisfacción del cliente. En este sentido, la implementación de tecnologías avanzadas como el machine learning ofrece una oportunidad única para superar las limitaciones de los métodos tradicionales y revolucionar la gestión de inventarios.

Diversos estudios han explorado soluciones para mejorar la gestión de inventarios en las MYPES. Strelnik et al. (2023) destacaron la eficacia de los sistemas ERP para mejorar la gestión empresarial, aunque señalaron una carencia en capacidades avanzadas de análisis predictivo. Khandelwal (2023) mencionó el uso de pronósticos estadísticos, que aunque útiles, no se adaptan bien a los datos en tiempo real. El machine learning, con su capacidad para entrenar algoritmos que reconocen análisis de patrones y correlaciones en conjuntos extensos de datos, permite realizar proyecciones más precisas y fundamentadas (INLOG, 2023). Fieberg et al. (2022) y Aligarh et al. (2023) sugieren que la integración de machine learning con tecnologías en la nube podría potenciar aún más las capacidades predictivas y analíticas, facilitando decisiones más informadas. Además,

metodologías como DDMRP combinadas con 5'S han mostrado promesas en la optimización del almacenamiento y la precisión en el registro de inventarios (Bellido et al., 2022).

El capítulo del estado del arte se organiza en varias secciones clave. Inicialmente, se presenta una tabla que clasifica los estudios relevantes según su título, autor, año de publicación, país de origen y la revista donde fueron publicados. A continuación, se proporcionan resúmenes detallados de cada artículo seleccionado, destacando su contribución específica, los problemas abordados, los métodos utilizados y los resultados obtenidos, además de incluir una evaluación crítica personal sobre la investigación realizada.

Después, se hace un análisis exhaustivo de los resultados de los artículos seleccionados. Se comparan y contrastan los enfoques utilizados, se identifican patrones emergentes y se discuten las principales conclusiones y hallazgos. Asimismo, se dedica una sección a la discusión crítica de estos resultados, donde se exploran las similitudes, contradicciones y lagunas encontradas en la literatura revisada. Este análisis profundo permite una evaluación rigurosa de la investigación existente y destaca las áreas que requieren mayor atención en futuros estudios.

Finalmente, se presentan las conclusiones integradoras del capítulo del estado del arte. Estas conclusiones resumen las contribuciones clave de los estudios revisados y enfatizan la importancia de avanzar en el conocimiento y las prácticas relacionadas con la gestión de inventarios en MYPES. Esta estructura proporciona un marco sólido para comprender el estado actual del campo y orientar el desarrollo de investigaciones futuras en este ámbito fundamental para las pequeñas empresas.

## CAPITULO III: ESTADO DEL ARTE

### 3.1 <sup>2</sup> INTRODUCCIÓN

Las micro y pequeñas empresas (MYPES) enfrentan retos importantes en la gestión eficiente de sus inventarios debido a su dependencia de métodos manuales y técnicas de pronósticos estadísticos convencionales. Estos métodos demandan una considerable inversión de tiempo y recursos, además de ser propensos a errores humanos, lo que complica la anticipación precisa de la demanda futura. Esta falta de precisión puede provocar problemas de sobrestock o desabastecimiento, resultando en costos adicionales de almacenamiento y deterioro de productos, impactando negativamente la rentabilidad y competitividad de las MYPES.

La optimización de la gestión de inventarios es esencial para la supervivencia y éxito de las MYPES <sup>10</sup> en un entorno empresarial cada vez más competitivo y dinámico. Con el crecimiento del comercio electrónico y la creciente complejidad de las cadenas de suministro, es fundamental que estas empresas mejoren sus procesos logísticos para mantenerse competitivas. La capacidad de predecir con exactitud la demanda futura y <sup>2</sup> ajustar los niveles de inventario en tiempo real puede proporcionar una ventaja significativa, reduciendo costos operativos y mejorando la satisfacción del cliente. En este contexto, la implementación de tecnologías avanzadas como el machine learning ofrece una oportunidad para superar las limitaciones de los métodos tradicionales y transformar la gestión de inventarios.

Diversos estudios han explorado soluciones para mejorar la gestión de inventarios en las MYPES. Strelnik et al. (2023) destacaron la eficacia de los sistemas ERP para mejorar la gestión empresarial, aunque señalaron una carencia en capacidades avanzadas de análisis predictivo. Khandelwal (2023) mencionó el uso de pronósticos estadísticos, que aunque útiles, no se adaptan bien a los datos en tiempo real. El machine learning, con su capacidad para entrenar algoritmos que reconocen patrones y correlaciones en grandes conjuntos de datos, permite realizar proyecciones más precisas y fundamentadas (INLOG, 2023). Fieberg et al. (2022) y Aligarh et al. (2023) sugieren que la integración de machine learning con tecnologías en la nube podría potenciar

aún más las capacidades predictivas y analíticas, facilitando decisiones más informadas. Además, metodologías como DDMRP combinadas con 5'S han mostrado promesas en la optimización del almacenamiento y la precisión en el registro de inventarios (Bellido et al., 2022).

El capítulo del estado del arte se organiza en varias secciones clave. Inicialmente, se presenta una tabla que clasifica los estudios relevantes según su título, autor, año de publicación, país de origen y la revista donde fueron publicados. A continuación, se proporcionan resúmenes detallados de cada artículo seleccionado, destacando su contribución específica, los problemas abordados, los métodos utilizados y los resultados obtenidos, además de incluir una evaluación crítica personal sobre la investigación realizada.

Después, se hace un análisis exhaustivo de los resultados de los artículos seleccionados. Se comparan y contrastan los enfoques utilizados, se identifican patrones emergentes y se discuten las principales conclusiones y hallazgos. Asimismo, se dedica una sección a la discusión crítica de estos resultados, donde se exploran las similitudes, contradicciones y lagunas encontradas en la literatura revisada. Este análisis profundo permite una evaluación rigurosa de la investigación existente y destaca las áreas que requieren mayor atención en futuros estudios.

Finalmente, se presentan las conclusiones integradoras del capítulo del estado del arte. Estas conclusiones resumen las contribuciones clave de los estudios revisados y enfatizan la importancia de avanzar en el conocimiento y las prácticas relacionadas con la gestión de inventarios en MYPES. Esta estructura proporciona un marco sólido para comprender el estado actual del campo y orientar el desarrollo de investigaciones futuras en este ámbito fundamental para las pequeñas empresas.

## 3.2 METODOLOGÍA DE BÚSQUEDA

### 3.2.1 Fase o etapas de la búsqueda

Tabla 5

Fases del proceso de revisión sistemática

Fase I Planificación de la Revisión	Fase II Conducción de la Revisión	Fase III Documentación de la Revisión
1. “Definición de Preguntas de Investigación” 2. “Desarrollo del Protocolo de Revisión”	3. “Búsqueda y Selección de Estudios” 4. “Evaluación de la Calidad Metodológica” 5. “Extracción y Síntesis de Datos”	6. “Análisis e Interpretación de Resultados” 7. “Redacción del Informe de Revisión”

### 3.2.2 Etapa: Planificación de la Revisión

#### 3.2.2.1 Preguntas de Investigación

Con el fin de cumplir con el objetivo de la revisión sistemática, se plantean las siguientes preguntas relevantes:

Tabla 6

Preguntas de investigación

#	Acrónimo	Pregunta de Investigación
1	P1	¿Qué estrategias pueden implementar las pequeñas empresas para mejorar la eficiencia en la gestión de inventarios?
2	P2	¿Cómo puede el aprendizaje automático beneficiar a las pequeñas empresas en la toma de decisiones?
3	P3	¿Cuáles son los desafíos comunes que enfrentan las pequeñas empresas y qué medidas pueden tomar para superarlos y prosperar en el mercado?

- 4 P4 ¿Qué oportunidades ofrece la adopción <sup>25</sup> de tecnologías emergentes para mejorar el desempeño y la competitividad de las pequeñas empresas en un entorno empresarial en constante cambio?

*Fuente:* Elaboración propia

### 3.2.2.2 Palabras claves

En base a las preguntas de investigación se plantean las siguientes palabras claves:

**Tabla 7:**

*Palabras claves por pregunta de investigación*

Pregunta de Investigación		Palabras claves
1	P1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrategias + Gestión de inventarios + Eficiencia</li> <li>• Mejora + Control de inventarios + Pequeñas empresas</li> </ul>
2	P2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprendizaje automático + Pequeñas empresas + Toma de decisiones</li> <li>• Beneficios + Machine Learning + Decisiones empresariales</li> </ul>
3	P3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desafíos + Pequeñas empresas + Medidas</li> <li>• Superación + Obstáculos + Mercado</li> </ul>

*Fuente:* Elaboración propia

### 3.2.2.3 Criterios de Selección y Exclusión

Para garantizar el calibre y la aplicabilidad de los recursos empleados, se aplicaron criterios de selección y exclusión durante la búsqueda y selección de artículos para la revisión bibliográfica de esta investigación. **Criterios de selección:** Hace referencia a los estándares o condiciones específicas que se utilizan para identificar y elegir los recursos pertinentes para una investigación o revisión bibliográfica.

**Tabla 8**

Criterios de selección de artículos

#	Criterios de Selección
1	Antigüedad de Artículos: Máximo 3 años de antigüedad (2021 - a la fecha)
2	Idioma: De preferencia en inglés
3	Tipo de Artículo: Artículo de aporte
4	Tipo de Revista: Indexada
5	Quartil: Q1 o Q2
6	Otros criterios relacionados al aporte de la tesis. Ejemplo: Tipo de Aporte: Modelos, Algoritmos, entre otros.

*Fuente:* Elaboración propia

**Criterios de exclusión:** Son aquellos criterios que se utilizan para descartar los artículos que no cumplen con ciertos requisitos o que no son adecuados para la investigación en curso.

**Tabla 9**

Criterios de exclusión de artículos

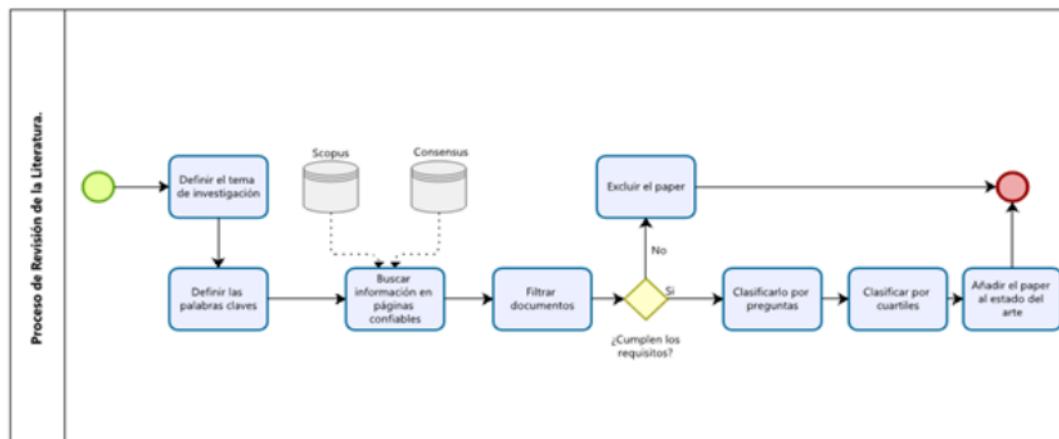
#	Criterios de Exclusión
1	Tipo de Artículo: Conferencias, Revisiones de Literatura, Congresos, Editorial, Tesis, Libros, entre otros.
2	Quartil: Índice de impacto menor o igual a Q3.
3	1 Antigüedad de artículos con más de 3 años de antigüedad (anteriores a 2021).
4	Idioma: Artículos que no estén en inglés.
5	Tipo de Revista: No indexada.
6	Otros criterios relacionados al aporte de la tesis que no cumplan con los requisitos especificados.

*Fuente:* Elaboración propia

### 3.2.3 Etapa: Conducción de la Revisión

**Figura 7**

*Proceso de revisión de literatura*



Fuente: Elaboración Propia

Cantidad de artículos revisados y seleccionados

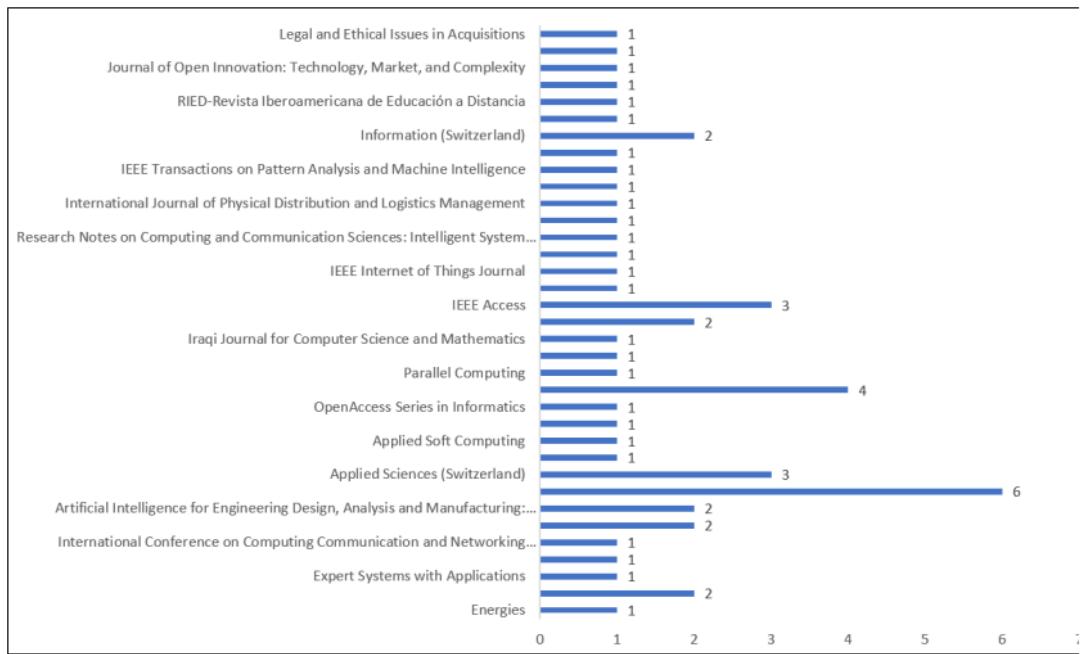
Base de Datos	Nº de artículos candidatos	Nº de artículos seleccionados
Scopus	52	40
Consensus		

### 3.2.4 Etapa: Documentación de la Revisión

La figura 8 muestra la distribución de artículos publicados en diversas revistas académicas. Se puede observar que la revista "Applied Sciences (Switzerland)" tiene el mayor número de artículos publicados, con un total de 6. Le sigue "IEEE Access" con 3 artículos y "Applied Sciences (Switzerland)" también con 3 artículos. Varias revistas, como "Information (Switzerland)", "IEEE Access", "Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing", y "Expert Systems with Applications" publicaron 2 artículos cada una. El resto de las revistas listadas publicaron un solo artículo cada una.

**Figura 8**

*Cantidad de artículos por revista*

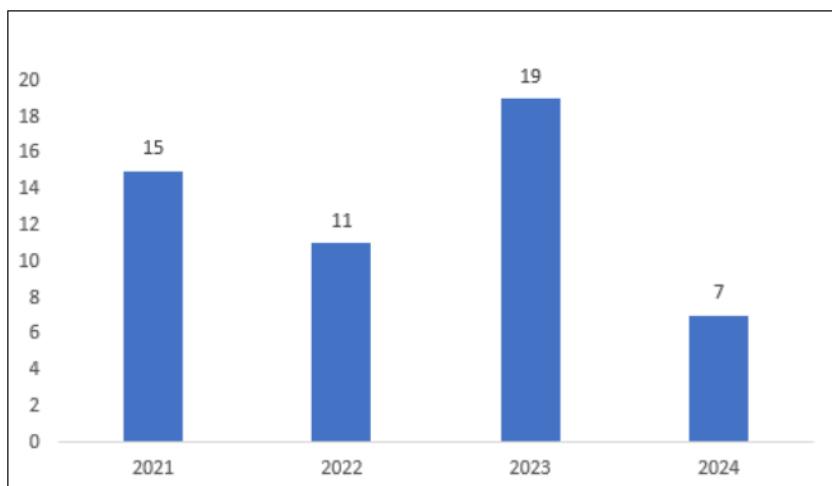


*Nota:* Elaboración propia

La figura 9 titulado "Número de artículos clasificados por año de publicación" muestra la cantidad de artículos publicados anualmente desde 2021 hasta 2024. En el año 2021 se registraron 15 artículos, en 2022 se contabilizaron 11, en 2023 se alcanzaron 19 publicaciones y en 2024 se documentaron 7 artículos.

**Figura 9**

*Número de artículos clasificados por año de publicación*

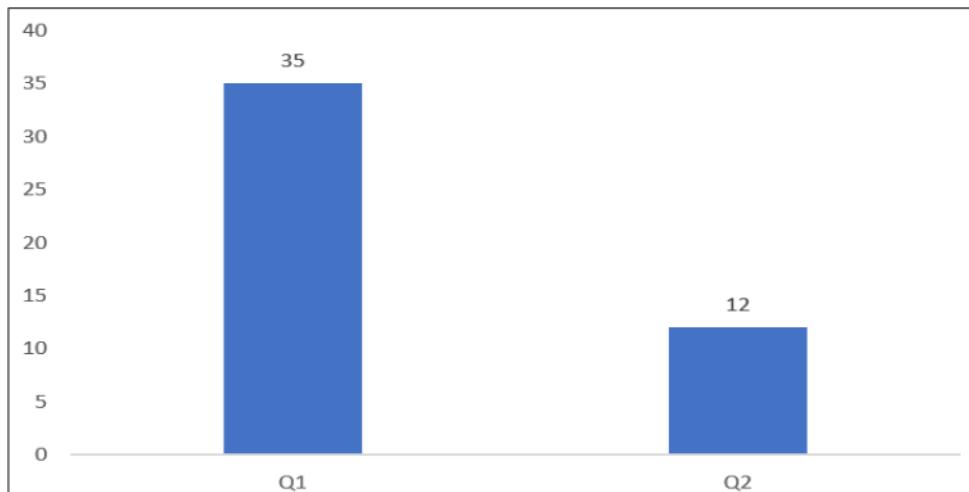


*Nota:* Elaboración propia

La figura 10 titulada "Cantidad de artículos por cuartil" presenta la distribución de artículos según su clasificación en los cuartiles Q1 y Q2. Se observa que en el cuartil Q1 se encuentran 35 artículos, mientras que en el cuartil Q2 hay 12 artículos. La clasificación permite apreciar la calidad y el impacto de las publicaciones, con más artículos en el cuartil Q1, indicando que la mayoría de los artículos están en revistas de mayor prestigio y relevancia en campos relacionados con el trabajo.

**Figura 10**

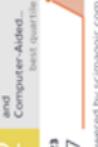
*Cantidad de artículos por cuartil*



*Nota:* Elaboración propia

### 3.3 METODOLOGÍA DE BÚSQUEDA

#### 3.3.1 MATRIZ DE ARTÍCULOS SELECCIONADOS

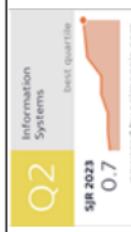
Pregunta de Investigación	#	Título del Artículo	Autor	Año de Publicación	País de la Revista	Nombre de la Revista	Quartil
P1 : ¿Qué estrategias pueden implementar las pequeñas empresas para mejorar la eficiencia en la gestión de inventarios?	6	"Implementing an Automated Inventory Management System for Small and Medium-sized Enterprises"	"Salih, H. S., Ghazi, M., & Aljanabi, M."	2023	Irak	"Iraqi Journal for Computer Science and Mathematics"	 Q2 ScimagoJR 0.47
	12	"Decision rules-based method for dynamic adjustment of Min–Max ordering levels"	"Puka, R., Skalna, I., Stawowy, A., Duda, J., & Karkula, M."	2021	Países bajos	"Applied Soft Computing Journal"	 Q1 ScimagoJR 1.84
	13	"Forecasting and Inventory Planning: An Empirical Investigation of Classical and Machine Learning Approaches for Svanehoj's Future Software Consolidation"	"Hadid J. Wahedi, Mads Heitofft, Glenn J. Christoffersen, Thomas Severinsen, Subrata Saha, and Izabela Ewa Nielsen"	2023	Suiza	"Applied Sciences (Switzerland)"	 Q2 ScimagoJR 0.51
	14	"Framework of 2D KDE and LSTM-Based Forecasting for Cost-Effective Inventory Management in Smart Manufacturing"	"Kim, M., Lee, J., Lee, C., & Jeong, J."	2022	Suiza	"Applied Sciences"	 Q2 ScimagoJR 0.51
	17	"Integrating Multi-Index Materials Classification and Inventory Control in Discrete Manufacturing Industry: Using a Hybrid ABC-Chaos Algorithm"	"Tang H., Zhang H., Liu R., Du Y."	2022	Estados Unidos	"IEEE Transactions on Engineering Management"	 Q1 ScimagoJR 1.2

19	“Two Lot-Sizing Algorithms for Minimizing Inventory Cost and Their Software Implementation”	“Arampatzis M, Pempeitzoglou M, Tsadiras A”	2024	Suiza	“Information (Switzerland)”
25	“Sustainability of Management Decisions in a Digital Logistics Network”	“Barykin S, Borisoglebskaya L, Provorov V, Kapustina I, Sergeev S, De La Poza Plaza E, Saychenko L”	2021	Suiza	“Multidisciplinary Digital Publishing Institute”
28	“Designing Smart Replenishment Systems: Internet-of-Things Technology for Vendor-Managed Inventory at End Consumers”	“Weißhuhn S, Hoberg K”	2021	Europa	“European Journal of Operational Research”
29	“Intelligent Agent-Based Predict System with Cloud Computing for Enterprise Service Platform in IoT Environment”	“Yang W, Chen Y, Chen Y, Yeh K”	2021	Estados Unidos	“IEEE Access”
33	“The influence of the Internet of things on pharmaceutical inventory management”	“Salih H, Ghazi M, Aljamabi M”	2022	Canada	“International Journal of Data and Network Science”
34	“Modeling and Analyzing the Inventory Level for Demand Uncertainty in the VUCA World: Evidence From Biomedical Manufacturer”	“Raghuram P, Bhupesh S, Manivannan R, Anand P, Sreedharan V”	2023	Estados Unidos	“IEEE Transactions on Engineering Management”

1	"Revisiting SME default predictors: The Omega Score"	"Altman, E. I., Balzano, M., Giannozzi, A., & Sriboj, S."	2023	Reino Unido	"Journal of Small Business Management"
7	"Machine learning techniques for cross-sectional equity returns' Prediction"	"Fieberg, C., Metko, D., Podig, T., & Loy, T."	2022	Alemania	"OR Spectrum"
P2: ¿Cómo puede el aprendizaje automático beneficiar a las pequeñas empresas en la toma de decisiones?	9	"An extensible Python API for OpenML"	"Feuer, M., van Rijn, J. N., Gijsbers, P., Ravi, S., Müller, A., Vanschoren, J., & Hutter, F."	2021	Estados Unidos
	20	"Comparative analysis of machine learning algorithms for predicting standard time in a manufacturing environment"	"Çaklt E, Dağdeviren M"	2022	Reino Unido
	22	"Efficient random subspace decision forests with a simple probability dimensionality setting scheme"	"Wang Q, Wang F, Li Z, Jiang P, Ren F, Nie F"	2023	Estados Unidos

24	"Identifying Informative Predictor Variables With Random Forests"	"Rothacher YStrobl C"	2023	Estados Unidos	"Journal of Educational and Behavioral Statistics"	 <b>Q1</b> Education Best quartile SJR 2023 1.34 powered by scimagojr.com
26	"A Real-Time Application for the Analysis of Multi-Purpose Vending Machines with Machine Learning"	"Cao Y, Ikenoya Y,Kawaguchi T, Hashimoto S, Morino"	2023	Suiza	"Sensors"	 <b>Q1</b> Analytical Chemistry Best quartile SJR 2023 0.79 powered by scimagojr.com
30	"IoT and Fog Computing-Based Predictive Maintenance Model for Effective Asset Management in Industry 4.0 Using Machine Learning"	"Teoh Y, Gill S, Parlakad A"	2023	Suiza	"Sensors"	 <b>Q1</b> Computer Networks and Communications Best quartile SJR 2023 3.38 powered by scimagojr.com
36	"Wireless Edge Machine Learning: Resource Allocation and Trade-Offs"	"Merluzzi M Lorenzo P Barbarossa S"	2021	Estados Unidos	"IEEE Access"	 <b>Q1</b> Computer Science (miscellaneous) Best quartile SJR 2023 0.96 powered by scimagojr.com
37	"Approximating XGBoost with an interpretable decision tree"	"Sagi O Rokach L"	2021	Estados Unidos	"Information Sciences"	 <b>Q1</b> Artificial Intelligence Best quartile SJR 2023 2.24 powered by scimagojr.com

	38	"Profit Prediction Using ARIMA, SARIMA and LSTM Models in Time Series Forecasting: A Comparison"	"Srinisha U Belavagi M Attigeri G"	2022	Estados Unidos	"IEEE Access"	<b>Q1</b> Computer Science (miscellaneous) Scopus SJR 2023 0.96 powered by scimagojr.com
	3	"Challenges for growing SMEs: A managerial perspective"	"Kindström, D., Carlborg, P., & Nord, T."	2022	Reino Unido	"Journal of Small Business Management"	<b>Q1</b> Business, Management and Accounting—Scopus SJR 2023 1.63 powered by scimagojr.com
56	8	"Formalization of annual performance feedback and employees' job satisfaction in the SME context"	"Guenther, C., Lehnen, S., & Rilke, R. M."	2024	Reino Unido	"Journal of Small Business Management"	<b>Q1</b> Business, Management and Accounting—Scopus SJR 2023 1.63 powered by scimagojr.com
P3: ¿Cuáles son los desafíos comunes que enfrentan las pequeñas empresas y qué medidas pueden tomar para superarlos y prosperar en el mercado?	10	"Classification and quantification of human error in manufacturing: A case study in complex manual assembly"	"Torres, Y., Nadeau, S., & Landau, K."	2021	Suiza	"Applied Sciences (Switzerland)"	<b>Q2</b> Engineering (miscellaneous) Scopus SJR 2023 0.51 powered by scimagojr.com
	16	"On the causes of positive inventory discrepancies in retail stores"	"J Best, J., Glock, C. H., Grosse, E. H., Rekik, Y., & Syntetos, A."	2022	Reino Unido	"International Journal of Physical Distribution and Logistics Management"	<b>Q1</b> Management of Technology and Innovation—Scopus SJR 2023 1.85 powered by scimagojr.com
	18	"RFID Technology Study for Traffic Signage Inventory Management Application"	"Chen W, Childs J, Ray S, Lee B, Xia T"	2022	Estados Unidos	"IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems"	<b>Q1</b> Automotive Engineering—Scopus SJR 2023 2.58 powered by scimagojr.com

27	"Adoption and Performance Outcome of Digitalization in Small and Medium-Sized Enterprises"	"Kallmuenzer A, Mikhaylov A, Chelaru M, Czakon W"	2024	Alemania	"Review of Managerial Science"	 Business, Management and Accounting – Best quartile Q1 2023 SJR 1.87 powered by scimagoir.com
31	"Small and Medium-Sized Enterprises in the Digital Age Understanding Characteristics and Essential Demands"	"Bradač B, Hudek I"	2023	Estados Unidos	"Journal of Small Business Management"	 Information Systems Best quartile Q2 2023 SJR 0.7 powered by scimagoir.com
35	"Research on Impact of IoT on Warehouse Management"	"Jarašūnienė A, Čizitūnienė K, Čereska A"	2023	Suiza	"Sensors"	 Analytical Chemistry Best quartile Q1 2023 SJR 0.79 powered by scimagoir.com
39	"Predicting Machine Learning Pipeline Runtimes in the Context of Automated Machine Learning"	"Mohr F, Wever M, Tornede A, Hullermeier E"	2021	Estados Unidos	"IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence"	 Applied Mathematics Best quartile Q1 2023 SJR 6.16 powered by scimagoir.com
40	"A Day-Ahead Short-Term Load Forecasting Using M5P Machine Learning Algorithm along with Elitist Genetic Algorithm (EGA) and Random Forest-Based Hybrid Feature Selection"	"Srivastava A, Pandey A, Houran M, Kumar V, Kumar D, Tripathi S, Gangatharan S, Elavarasan R"	2023	Suiza	"Energies"	 Engineering (miscellaneous) Best quartile Q1 2023 SJR 0.65 powered by scimagoir.com
P4: ¿Qué oportunidades ofrece la adopción de tecnologías emergentes para mejorar el	2	"Environmental practice adoption in SMEs: The effects of firm proactive orientation and regulatory pressure"	"Tyler, B. B., Lahmeyer, B., Cerrato, D., Cruz, A. D., Beukel, K., Spielmann, N., & Minciullo, M."	Reino Unido	"Journal of Small Business Management"	 Business, Management and Accounting – Best quartile Q1 2023 SJR 1.63 powered by scimagoir.com

desempeño y la competitividad de las pequeñas empresas en un entorno empresarial en constante cambio?	4	“The key to scaling in the digital era: Simultaneous automation, individualization and interdisciplinarity”	“Gartner, J., Maresch, D., & Tierney, R.”	2022	Reino Unido	“Journal of Small Business Management”	<b>Q1</b>  Business, Management and Accounting— Best quartile SJR 2022 1.63 powered by scimagojr.com
5	“The antecedents of cloud computing adoption and its consequences for MSMEs’ performance: A model based on the Technology- Organization-Environment (TOE) framework”	“Aligarth, F., Sutopo, B., & Widarjo, W.”	2023	Reino Unido	“Cogent Business and Management”	<b>Q2</b>  Accounting— Best quartile SJR 2022 0.57 powered by scimagojr.com	
11	“Market orientation and SME performance: Moderating role of IoT and mediating role of creativity”	“Wasim, M., Ahmed, S., Kalsoom, T., Khan, M. S., & Rafi-Ul-Shan, P. M.”	2024	Reino Unido	“Journal of Small Business Management”	<b>Q1</b>  Business, Management and Accounting— Best quartile SJR 2022 1.63 powered by scimagojr.com	
15	“A Declarative Language for Integrating Machine Learning in Visual Analytics”	“Li, J. K., & Ma, K. L.”	2021	Estados Unidos	“IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics”	<b>Q1</b>  Computer Graphics and Computer-Aided Design— Best quartile SJR 2022 2.06 powered by scimagojr.com	
21	“Assurance monitoring of learning-enabled cyber-physical systems using inductive conformal prediction based on distance learning”	“Boursinos D., Koutsoukos X.”	2021	Reino Unido	“Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing: AIEDAM”	<b>Q2</b>  Industrial and Manufacturing Engineering— Best quartile SJR 2022 0.53 powered by scimagojr.com	
23	“Accuracy and diversity-aware multi-objective approach for random forest construction”	“Karabadij N., Amara Korba A., Assi A., Seridi H., Aridhi S., Dhifli W.”	2023	Reino Unido	“Expert Systems with Applications”	<b>Q1</b>  Artificial Intelligence— Best quartile SJR 2022 1.88 powered by scimagojr.com	

		"The Impact of Digital Transformation on the Micrologistic System, and the Open Innovation in Logistics"	"Didenko N, Skripnuk D, Kikkas K, Kalinina O, Kosinski E"	2021	Suiza	"Journal of Open Innovation"	 Q1 Scopus 2022 0.91
32							

### **3.3.2 RESUMEN DE LOS ARTÍCULOS SELECCIONADOS**

#### **Artículo N° 01: “Revisiting SME default predictors” (Altman et al., 2023).**

El artículo revisado presenta avances significativos en la predicción del incumplimiento en pequeñas y medianas empresas (PYMEs), al introducir nuevos enfoques y métricas. Incorpora variables relacionadas con la gestión y los empleados en modelos predictivos, además de los indicadores financieros tradicionales, con el objetivo de mejorar la precisión de las predicciones. Se utilizan métodos estadísticos y de aprendizaje automático, como regresión logística, LASSO, Random Forest y XGBoost, sobre conjuntos de datos que incluyen variables financieras, de gestión y de empleados de una muestra de PYMEs. Los resultados muestran que la inclusión de estas variables no financieras mejora significativamente la capacidad predictiva de los modelos, y se desarrolla un nuevo indicador, el Omega Score, que supera al modelo benchmark en términos de precisión. Se señala la limitación de generalización por el uso de datos de una sola región y período de tiempo, y posibles cuestionamientos sobre la selección de variables y la metodología utilizada en la construcción del modelo.

#### **Artículo N° 02: “Environmental practice adoption in SMEs: The effects of firm proactive orientation and regulatory pressure” (Tyler et al., 2023).**

El estudio aborda cómo la orientación proactiva de las pequeñas y medianas empresas (pymes) en la industria vinícola se relaciona con la adopción de prácticas ambientales, considerando la presión regulatoria como un factor clave. Utilizando encuestas estructuradas, se recolectaron datos de pymes en la industria del vino de Estados Unidos, Italia, Dinamarca y Francia, identificando variables relacionadas con la orientación proactiva, la presión regulatoria y la adopción de prácticas ambientales. Los resultados revelaron que tanto la orientación proactiva como la presión regulatoria tienen un impacto positivo en la adopción de prácticas ambientales, y que esta presión fortalece la relación entre la orientación proactiva y la adopción de prácticas ambientales. Aunque el estudio proporciona una comprensión importante sobre los factores que influyen en la adopción de prácticas ambientales por parte de las pymes, sería útil profundizar en el análisis de las diferencias contextuales entre los países estudiados y considerar la influencia de otros

factores, como la cultura organizacional, en esta relación. Además, se podría cuestionar la generalización de los hallazgos a otras industrias o contextos empresariales diferentes al de la industria vinícola.

**Articulo N° 03: “Challenges for growing SMEs: A managerial perspective”** (Kindström et al., 2024).

El artículo presenta un análisis detallado de los desafíos de gestión del crecimiento en pequeñas y medianas empresas con alto potencial de crecimiento (HG-SMEs). Su contribución radica en identificar tres temas principales: modelo de negocio, liderazgo y personas, destacando la importancia de abordar estos aspectos de manera equilibrada para lograr un crecimiento sostenible. El problema abordado es la falta de comprensión de los desafíos específicos que enfrentan las HG-SMEs en su proceso de crecimiento. Los autores emplean entrevistas semiestructuradas como principal instrumento de recolección de datos, utilizando un enfoque cualitativo para explorar las experiencias y preocupaciones de los gerentes de estas empresas. Aunque no se presenta un conjunto de datos cuantitativo, se ofrecen insights cualitativos valiosos sobre los desafíos y estrategias de crecimiento. Una crítica potencial es la falta de enfoque en la implementación práctica de soluciones para abordar los desafíos identificados, lo que podría limitar la utilidad del estudio para los gerentes de HG-SMEs en la vida real.

**Articulo N° 04: “The key to scaling in the digital era: Simultaneous automation, individualization and interdisciplinarity”** (Gartner et al., 2022)

El documento presenta un marco teórico que ilustra cómo las pequeñas empresas pueden obtener una ventaja competitiva utilizando tecnologías digitales, destacando la combinación de tres dimensiones: automatización, individualización e interdisciplinariedad. Aborda la necesidad de actualizar las estrategias competitivas en la era digital y comprende la complejidad de usar estas tecnologías para generar ventajas competitivas y escalar un negocio. Utiliza una técnica de entrevista narrativa y triangulación de datos para analizar el caso de estudio de Netural, una firma de servicios digitales en Austria. Destaca la importancia de la combinación de las tres dimensiones de las tecnologías digitales para lograr ventajas competitivas, y proporciona un marco teórico

útil para investigadores y practicantes. Sin embargo, podría beneficiarse de una mayor diversidad de casos de estudio y su enfoque en datos pasados podría limitar su aplicabilidad a futuras tendencias tecnológicas.

**Articulo N° 05: “The antecedents of cloud computing adoption and its consequences for MSMEs’ performance: A model based on the Technology-Organization-Environment (TOE) framework”** (Aligarh et al., 2023).

Este estudio amplía el marco TOE (Tecnológico-Organizacional-Ambiental) al incluir factores individuales en el contexto de la adopción de la computación en la nube en Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MPMEs) de Indonesia. Examina cómo los factores tecnológicos, organizacionales y ambientales interactúan con los factores individuales <sup>65</sup> en la adopción y uso de la computación en la nube por parte de las MPMEs <sup>en</sup> Indonesia. Se emplearon cuestionarios tanto presenciales como en línea para recopilar datos de propietarios o gerentes de MPMEs en Surakarta y Yogyakarta, Indonesia. El estudio recopiló información demográfica de los participantes, como tipo <sup>96</sup> de industria, género, tamaño y antigüedad de la empresa, utilizando un enfoque de Modelado de Ecuaciones Estructurales (SEM) basado en varianza para analizar los datos. <sup>7</sup> Los resultados indicaron que la adopción de la computación en la nube en las MPMEs está significativamente influenciada por la autoeficacia y la ansiedad informática de los propietarios o gerentes. Además, se demostró que la adopción de la computación en la nube tiene un impacto positivo en el rendimiento de las MPMEs. Aunque el estudio ofrece una valiosa ampliación del marco TOE y proporciona información importante sobre la adopción de la computación en la nube en las MPMEs, sería útil abordar más a fondo las limitaciones del estudio, como la omisión de otras tecnologías emergentes y la posible necesidad de métodos de investigación cualitativos para comprender mejor las dinámicas empresariales durante la adopción tecnológica. Además, una discusión más detallada sobre la aplicabilidad de los resultados en otros contextos geográficos o industriales también sería beneficiosa.

**Articulo N° 06: “Implementing an Automated Inventory Management System for Small and Medium-sized Enterprises” (Salih H et al, 2023).**

El estudio examina la implementación de un sistema de gestión de inventario automatizado en Alfa Company, una empresa distribuidora de equipos de laboratorio en Iraq. El aporte del estudio radica en analizar los efectos de la adopción de esta tecnología en la gestión de inventario de una PYME. El problema abordado es la dificultad que enfrentan las empresas de tamaño medio para gestionar eficientemente su inventario, especialmente debido a la limitación de recursos humanos y tecnológicos. Los instrumentos de recolección utilizados incluyeron entrevistas semi-estructuradas, observaciones y análisis de datos de ventas y stock. El dataset consistió en datos de inventario y ventas recopilados durante un período de 12 meses, tanto antes como después de la implementación del sistema. Se utilizaron tecnologías avanzadas como inteligencia artificial y aprendizaje automático para el sistema de gestión de inventario automatizado. Los resultados obtenidos mostraron mejoras en la monitorización de inventario, reducción de costos y mejora en la satisfacción del cliente. Sin embargo, se identificaron desafíos relacionados con la complejidad tecnológica y la necesidad de capacitación del personal. En mi opinión, el estudio proporciona una visión útil sobre los beneficios y desafíos de la implementación de sistemas automatizados de gestión de inventario en PYMEs, aunque sería beneficioso explorar más a fondo las implicaciones a largo plazo y el retorno de inversión de esta tecnología.

**Articulo N° 07: “Machine learning techniques for cross sectional equity returns' prediction” (Christian F et al, 2023).**

El artículo compara métodos de regresión lineal convencional con técnicas de aprendizaje automático para predecir rendimientos de acciones en el mercado europeo. Los autores investigan si las técnicas de aprendizaje automático pueden superar a la regresión lineal en términos de precisión predictiva y rendimiento económico. El conjunto de datos utilizado incluye variables como beta, capitalización de mercado, índice book-to-market, momentum, inversión y rentabilidad operativa. Los resultados muestran que las técnicas de aprendizaje automático, como Random Forests (RF) y Gradient Boosted Regression

Trees (GBRT), superan a la regresión lineal en precisión predictiva y rendimiento económico. No obstante, se critican las bajas tasas de predictibilidad en mercados alcistas y el aumento del rendimiento en mercados bajistas, lo que sugiere un posible sobreajuste de los modelos a condiciones específicas del mercado. Personalmente, aunque las técnicas de aprendizaje automático ofrecen ventajas sobre la regresión lineal, se requieren estudios adicionales para comprender plenamente su aplicabilidad y capacidad de generalización en diversos contextos de mercado. También sería útil investigar el desempeño de estas técnicas a largo plazo y en otros mercados regionales.

**Articulo N° 08: “Formalization of annual performance feedback and employees’ job satisfaction in the SME context”** (Guenther C et al, 2023).

El estudio examina el impacto de la formalización del feedback anual de desempeño en la satisfacción laboral de los empleados, específicamente en el contexto de las pequeñas y medianas empresas (PYMEs), introduciendo la orientación al feedback individual como moderador en esta relación. Aborda la pregunta de cómo la formalización del feedback de desempeño influye en la satisfacción laboral en PYMEs, considerando la variación en la orientación al feedback individual. Se utilizó una encuesta de campo experimental para recopilar datos sobre la satisfacción laboral, la formalización del feedback de desempeño y la orientación al feedback individual. Las variables de estudio incluyen la satisfacción laboral (medida a través de una escala), la formalización del feedback de desempeño (alta o baja formalización) y la orientación al feedback individual (mediana de orientación alta o baja). Se encontró que la formalización del feedback de desempeño tiene un impacto significativo en la satisfacción laboral de los empleados en PYMEs. Específicamente, se observó un aumento en la satisfacción laboral cuando el feedback tiene una baja formalización, mientras que la alta formalización se asoció con una disminución en la satisfacción laboral. Además, se identificó que la orientación al feedback individual modera esta relación, con efectos más pronunciados para aquellos con una alta orientación al feedback. Aunque el estudio ofrece importantes contribuciones al comprender la relación entre el feedback de desempeño y la satisfacción laboral en PYMEs, presenta algunas limitaciones. Por ejemplo, la muestra puede no ser completamente representativa de todas las PYMEs, y la medición de la satisfacción laboral con una sola escala podría no capturar

todas sus dimensiones de manera exhaustiva. Además, la investigación se centra únicamente en la perspectiva de los empleados, sin considerar la percepción de los supervisores o gerentes, lo que limita la comprensión completa del fenómeno.

**Articulo N° 09: “OpenML-Python: an extensible Python API for OpenML”** (Feurer et al., 2021).

El texto proporciona una visión detallada de OpenML, un entorno de aprendizaje automático abierto y automatizado. Presenta cómo OpenML ofrece acceso a miles de conjuntos de datos uniformemente formateados, facilita la carga automática de modelos y flujos de trabajo de bibliotecas de aprendizaje automático, y proporciona APIs extensas para integrar OpenML en diversas herramientas y scripts. El problema que aborda el texto es la necesidad de un entorno de aprendizaje automático que permita a los investigadores acceder fácilmente a conjuntos de datos, modelos y flujos de trabajo, compartir resultados de experimentos de manera reproducible y colaborar en tiempo real. OpenML utiliza APIs para facilitar la carga y descarga de conjuntos de datos, modelos y flujos de trabajo. También realiza análisis automatizados de datos y evaluaciones de algoritmos, utilizando Python y Dash para la visualización interactiva de resultados. Aunque no presenta un dataset específico, describe cómo OpenML opera con una variedad de conjuntos de datos tabulares y otras modalidades de datos, como imágenes. Destaca la capacidad de OpenML para automatizar la carga y evaluación de modelos, la reproducibilidad de los experimentos de aprendizaje automático, y la organización en línea de conjuntos de datos y resultados de experimentos. Sin embargo, podría beneficiarse de ejemplos concretos de casos de uso o estudios de casos para ilustrar mejor cómo se utilizan sus funciones en la práctica, así como una discusión más detallada sobre los posibles desafíos o limitaciones de OpenML y las medidas que se están tomando para abordarlos.

**Articulo N° 10: “Classification and quantification of human error in manufacturing: A case study in complex manual assembly”** (Torres et al., 2021).

Los autores presentan un estudio sobre la aplicación del análisis de confiabilidad humana (ACH) en un contexto de fabricación. Se aborda el problema de identificar y mitigar errores humanos en tareas críticas de ensamblaje, con el objetivo de mejorar la calidad y eficiencia

del proceso. Utilizan técnicas como HTA y SHERPA para identificar modos de error y calcular probabilidades de error humano (PEH) utilizando la técnica HEART. Los datos recopilados incluyen la selección y descripción de tareas críticas, la identificación de modos de error, y cálculos de PEH para diferentes tipos de instalación de partes. Los resultados muestran que las instalaciones de soportes y abrazaderas tienen las PEH más altas, mientras que los errores comunes incluyen omisiones de operación y selección incorrecta de partes. Se destacan estrategias para mitigar estos errores, como mejorar las instrucciones de ensamblaje y reducir las distracciones. Sin embargo, se señala la necesidad de considerar factores organizacionales e individuales, y se sugieren áreas para futuras investigaciones. Mi crítica se centra en la limitación de la precisión de las PEH calculadas y la necesidad de abordar más a fondo la integración de factores humanos en el diseño y despliegue de tecnologías de apoyo.

**Articulo N° 11: “Market orientation and SME performance: Moderating role of IoT and mediating role of creativity”** (Wasim et al., 2021).

El estudio presenta un marco conceptual que integra múltiples constructos, como la orientación al mercado (MO), el Internet de las cosas (IoT), la creatividad y el desempeño empresarial en el contexto de las pequeñas y medianas empresas (PYMEs). Aborda cómo estas variables influyen en el rendimiento de las PYMEs, centrándose específicamente en cómo la MO, la creatividad y el IoT afectan directa e indirectamente al desempeño empresarial. Se utilizaron escalas validadas previamente para medir MO, IoT y creatividad, mientras que el desempeño empresarial se evaluó mediante medidas subjetivas derivadas de escalas anteriores. Los datos se recopilaron de PYMEs escocesas, con un enfoque en microempresas. Se utilizaron técnicas de análisis cuantitativo para evaluar las relaciones entre las variables. Se encontró que la MO tiene un efecto positivo en el desempeño empresarial, que la creatividad media parcialmente la relación entre MO y desempeño, y que el IoT fortalece la relación entre MO y desempeño empresarial. Sin embargo, el efecto del IoT en la relación entre creatividad y desempeño no fue significativo. Aunque el estudio proporciona valiosas ideas sobre cómo estas variables influyen en el rendimiento de las PYMEs, las limitaciones, como la generalización de los resultados debido a la muestra limitada y la falta de datos objetivos sobre el desempeño empresarial, podrían afectar la

validez y la aplicabilidad de los hallazgos. Además, el enfoque exclusivamente cuantitativo puede limitar la comprensión completa de los mecanismos subyacentes. Sería beneficioso explorar enfoques mixtos que incluyan datos cualitativos para obtener una imagen más completa.

**Articulo N° 12: “Decision rules-based method for dynamic adjustment of Min–Max ordering levels”** (Puka et al., 2021).

El artículo presenta un enfoque para mejorar la eficiencia del método Min-Max en el control de inventario a través del ajuste dinámico de los niveles de pedido Min-Max. El aporte principal de los autores radica en proponer un método flexible basado en reglas de decisión para complementar otros métodos existentes de gestión de inventario, lo que permite automatizar los procesos de control de inventario incluso en entornos complejos y dinámicos. El problema abordado es la ineeficacia del método Min-Max estático para controlar stocks con alta variabilidad en la demanda. Los autores utilizan un enfoque basado en reglas de decisión y lo implementan en una empresa de la industria automotriz para demostrar su eficacia. Los instrumentos de recolección utilizados incluyen análisis de datos de inventario y ventas de la empresa. El dataset consiste en datos de ventas y niveles de inventario, con variables como volumen de ventas, niveles de inventario y demanda estacional. Los resultados obtenidos muestran un aumento significativo en el volumen de ventas de la empresa después de implementar el enfoque propuesto. Una crítica posible del artículo podría ser la falta de comparación con otros métodos existentes o la ausencia de análisis cualitativo para complementar los resultados cuantitativos.

**Articulo N° 13: “Forecasting and Inventory Planning: An Empirical Investigation of Classical and Machine Learning Approaches for Svanehøj’s Future Software Consolidation”** (Wahedi et al., 2023).

El artículo presenta un estudio que analiza la interacción entre la previsión de la demanda y la gestión de inventarios en pequeñas y medianas empresas (PYMEs). Se destaca el uso de métodos de aprendizaje automático (ML) en contraposición a los enfoques estadísticos clásicos. El problema central abordado es cómo seleccionar los métodos de previsión de la demanda y gestión de inventarios más adecuados para optimizar el desempeño en PYMEs,

considerando tanto medidas académicas como indicadores clave de rendimiento (KPIs) industriales. Se emplean diversos métodos de previsión, desde modelos estadísticos clásicos como el suavizado exponencial simple (SES) hasta técnicas de aprendizaje automático como redes neuronales recurrentes (LSTM) y modelos de aprendizaje por refuerzo (Q-learning, DQN). Se utilizan datos de series temporales agregados mensualmente, abarcando 46 puntos de datos desde abril de 2019 hasta enero de 2023. Se centra en tres artículos críticos categorizados según su movimiento, costo y variabilidad. Se encuentra que no hay un único método de previsión que garantice un rendimiento óptimo en todas las medidas de desempeño. Los modelos de ML tienden a ofrecer resultados superiores en términos de KPIs industriales, como tasa de llenado y stockouts, en comparación con enfoques estadísticos clásicos. Aunque se destaca la importancia de considerar múltiples KPIs industriales al seleccionar modelos de previsión y gestión de inventarios, el estudio podría beneficiarse de una discusión más detallada sobre las limitaciones y supuestos de los modelos utilizados, así como de una evaluación más exhaustiva de la viabilidad práctica de implementar soluciones de ML en PYMEs con recursos limitados. Además, sería útil abordar cómo los resultados podrían generalizarse a otros contextos empresariales y geográficos.

**Articulo N° 14: “Framework of 2D KDE and LSTM-Based Forecasting for Cost-Effective Inventory Management in Smart Manufacturing”** (Kim et al., 2022).

El artículo presenta un algoritmo eficiente de pronóstico de demanda diseñado específicamente para pequeñas y medianas empresas (PYMEs). Su aporte principal radica en la propuesta de un modelo de pronóstico de demanda basado en LSTM, así como en la aplicación de una técnica de estimación de densidad kernel 2D para cuantificar la variabilidad de los datos históricos. El problema abordado es la ineficiencia en la gestión de inventarios debido a la falta de precisión en los pronósticos de demanda, especialmente en el contexto de las PYMEs con sistemas de gestión de inventarios irregulares y una alta variabilidad en los datos. Los instrumentos de recolección utilizados incluyen datos de inventario reales de una empresa de fabricación de plásticos, así como datos generados aleatoriamente para pruebas experimentales. El conjunto de datos comprende datos de demanda semanal y datos periódicos generados aleatoriamente para validar el modelo propuesto. Los resultados obtenidos revelan que la variabilidad de los datos afecta

significativamente la precisión de los pronósticos, y que la técnica de estimación de densidad kernel 2D contribuye a mejorar la confiabilidad de los resultados de pronóstico. Sin embargo, una crítica potencial al artículo podría ser la falta de comparación con otros métodos de pronóstico de demanda ampliamente utilizados en la literatura, lo que podría limitar la comprensión completa de la eficacia del enfoque propuesto en diferentes contextos empresariales.

**Articulo N° 15: “A Declarative Language for Integrating Machine Learning in Visual Analytics.”** (Li et al., 2021).

Los autores presentan P6, una herramienta que ofrece un lenguaje declarativo para construir sistemas de análisis visual que integran eficazmente el aprendizaje automático y las visualizaciones interactivas. Abordan varios aspectos en su trabajo, incluido el problema de la complejidad en el desarrollo de sistemas de análisis visual y la integración de aprendizaje automático y visualización interactiva, así como los desafíos en la depuración de tales sistemas. Presentan casos de estudio y ejemplos que demuestran la eficacia de P6 en la construcción de sistemas de análisis visual, así como la capacidad para integrar métodos de aprendizaje automático y visualizaciones interactivas. No se proporciona información sobre un dataset específico, ya que el enfoque se centra en la construcción de la herramienta P6 para análisis visual en general. Aunque se destaca la utilidad y la innovación de P6, se señala la falta de enfoque en el rendimiento y la escalabilidad en contextos de grandes volúmenes de datos, y se sugiere una mayor claridad en la presentación de los casos de estudio y una discusión más detallada sobre las limitaciones y desafíos de la herramienta.

**Articulo N° 16: “On the causes of positive inventory discrepancies in retail stores”** (Best et al., 2021).

El artículo "Sobre las causas de las discrepancias de inventario positivas en tiendas minoristas" se centra en investigar las causas de las discrepancias de inventario positivas en tiendas minoristas, un área que ha recibido menos atención en comparación con las discrepancias negativas. Desarrollan un modelo de simulación de una tienda minorista basado en información de minoristas y realizan pruebas de diseño factorial completo para estudiar cómo diferentes errores operativos pueden conducir a discrepancias de inventario positivas. El problema principal abordado es la necesidad de comprender las razones detrás

de las discrepancias de inventario positivas en tiendas minoristas, es decir, cuando hay más inventario en mano que el registrado en el sistema de inventario. Esta comprensión es crucial para garantizar una alta disponibilidad en estantería a costos de inventario bajos. Se utiliza un modelo de simulación de una tienda minorista desarrollado con información proporcionada por minoristas. Luego, se llevan a cabo pruebas de diseño factorial completo para estudiar cómo diferentes procesos propensos a errores pueden contribuir a las discrepancias de inventario. El estudio no menciona un conjunto de datos específico, ya que se basa en un modelo de simulación desarrollado por los autores. Los autores identifican los parámetros del proceso que los minoristas necesitan ajustar para evitar que los registros de inventario se vuelvan inexactos. Además, analizan cómo las discrepancias de inventario positivas se relacionan con las faltas de stock para comprender mejor el papel que pueden desempeñar los llamados "productos fantasmas" en el contexto minorista. Aunque el estudio ofrece una visión importante sobre un tema poco explorado, se podría argumentar que la falta de datos empíricos reales de tiendas minoristas limita la aplicabilidad y generalización de los resultados del modelo de simulación. Además, el artículo no aborda cómo los minoristas pueden abordar efectivamente las discrepancias de inventario positivas en la práctica. Sería útil proporcionar pautas o recomendaciones prácticas basadas en los hallazgos del estudio.

**Articulo N° 17: “Integrating Multi-Index Materials Classification and Inventory Control in Discrete Manufacturing Industry: Using a Hybrid ABC-Chaos Algorithm”** (Tang et al, 2022)

El artículo propone un marco de decisión innovador para mejorar el control de inventarios en la manufactura discreta, enfocándose en la selección estratégica de materiales y la optimización de las políticas de pedido. El principal aporte del estudio radica en la integración de un método de clasificación multi-índice basado en AHP-IE para identificar materiales estratégicos, junto con un algoritmo híbrido ABC-Chaos para la optimización del modelo de cantidad de pedido ( $Q, s$ ). El objetivo es minimizar el costo total del inventario, considerando la incertidumbre en la demanda y el nivel de servicio requerido. Este problema es crucial ya que impacta directamente la eficiencia operativa y los costos en entornos industriales. El artículo se basa en datos reales de una empresa de fundición,

evaluando 94 materiales estratégicos a lo largo de 12 períodos. Estos datos incluyen distribuciones de probabilidad de la demanda, así como restricciones de presupuesto y capacidad de almacenamiento. Para la recolección de datos y evaluación de materiales estratégicos, se emplea un método de clasificación basado en AHP-IE, que permite ponderar criterios múltiples y seleccionar los materiales más críticos para la gestión de inventarios. Posteriormente, se implementa el algoritmo ABC-Chaos, que combina la capacidad de búsqueda de las abejas artificiales con estrategias de búsqueda caótica, introduciendo una mejora significativa en la eficiencia y convergencia del proceso de optimización.

Los resultados obtenidos del modelo muestran una optimización efectiva del costo total del inventario, superando los resultados de algoritmos comparables como GA y PSO en términos de convergencia y eficiencia. Sin embargo, la discusión podría beneficiarse de un análisis más profundo sobre la escalabilidad y robustez del enfoque propuesto, así como de las limitaciones específicas en contextos industriales diversos. En términos de crítica, el artículo podría explorar más a fondo las aplicaciones prácticas del algoritmo ABC-Chaos en diferentes escenarios industriales y considerar más detalladamente las variaciones en los costos de los materiales a lo largo del tiempo. Esta evaluación adicional podría fortalecer la comprensión de la efectividad del enfoque propuesto y su viabilidad en entornos dinámicos y variables.

#### **Artículo N° 18: “RFID Technology Study for Traffic Signage Inventory Management Application” (Chen et al, 2022)**

El artículo presenta un sistema novedoso para la gestión eficiente del inventario de señales de tráfico mediante tecnología RFID. Su principal contribución es integrar lectores RFID en vehículos y dispositivos portátiles, una base de datos en la nube y antenas con esquemas de polarización variados, que permiten interrogar remotamente los atributos de las señales de tráfico mientras se conduce. El problema abordado es la ineficiencia de los métodos tradicionales de gestión manual de inventarios de señales, que pueden llevar a problemas de seguridad vial y falta de cumplimiento con las regulaciones. Entre los instrumentos utilizados están lectores RFID diseñados para operar a alta velocidad y distancia, y una infraestructura de antenas optimizada para mejorar la cobertura y la precisión de lectura. Aunque no se especifica un conjunto de datos convencional, los estudios de campo y las

pruebas experimentales proporcionan datos cualitativos y cuantitativos sobre la eficacia del sistema en condiciones reales. Los resultados muestran que el sistema logra tasas de escaneo del 100% a 72 km/h desde una distancia de 4.8 m, o a 32 km/h desde 11 m, destacando su eficiencia operativa y rendimiento mejorado en comparación con sistemas previos. Sin embargo, se critica la falta de discusión detallada sobre la seguridad y la privacidad de los datos gestionados en la nube, así como la necesidad de pruebas adicionales bajo condiciones adversas para evaluar la robustez del sistema en escenarios más complejos y variados.

#### **Articulo N° 19: “Two Lot-Sizing Algorithms for Minimizing Inventory Cost and Their Software Implementation” (Arampatzis et al, 2024)**

El artículo presenta el desarrollo del "Inventory Cost Minimizer—ICM", una herramienta computacional diseñada para optimizar la gestión de inventarios en el sector de materiales de construcción y aislamiento. Su principal contribución radica en la implementación de modelos avanzados de cantidad económica de pedido (EOQ) y algoritmos basados en Wagner–Whitin, buscando reducir costos operativos y mejorar la eficiencia en la planificación de inventarios a lo largo de un horizonte de planificación de hasta 12 períodos. El problema abordado se centra en la gestión óptima de inventarios frente a fluctuaciones en la demanda y variaciones en los costos asociados como transporte, seguros y costos operativos. Para abordar este problema, se emplea un enfoque algorítmico implementado en Python, haciendo uso de la biblioteca Tkinter para desarrollar una interfaz gráfica de usuario (GUI). Los datos de entrada incluyen variables críticas como la demanda pronosticada para cada período, los costos de transporte y operativos por unidad y período, la capacidad máxima del almacén por período, entre otros.

El artículo presenta resultados detallados para varios escenarios, demostrando cómo la herramienta propuesta recomienda estrategias de pedido que minimizan los costos de transporte y optimizan el uso del espacio de almacenamiento. Por ejemplo, en el Escenario 4, que considera un horizonte de planificación de 12 períodos con fluctuaciones de demanda y sin costos de almacenamiento, se observa que la herramienta sugiere pedidos iniciales para cubrir la demanda del primer período y ajustes para los períodos restantes, adaptándose dinámicamente a las variaciones de la demanda y los costos de transporte. Sin

embargo, el artículo presenta algunas limitaciones críticas que podrían afectar su aplicabilidad y generalización. En particular, se echa de menos un análisis más profundo de sensibilidad que evalúe la robustez de los resultados frente a variaciones significativas en los costos y la demanda. Además, la discusión sobre la usabilidad práctica de la herramienta y su integración en entornos empresariales reales es limitada, lo cual podría afectar su adopción efectiva. Mejorar estos aspectos podría fortalecer la utilidad y el impacto práctico del "Inventory Cost Minimizer—ICM" en la gestión moderna de inventarios.

**Artículo N° 20: "Comparative analysis of machine learning algorithms for predicting standard time in a manufacturing environment" (Cakit et al, 2022)**

El artículo "Predicting Standard Time in Manufacturing Using Machine Learning Algorithms" ofrece un estudio exhaustivo centrado en la predicción precisa del tiempo estándar en procesos industriales mediante el uso de algoritmos de aprendizaje automático.

<sup>4</sup> El principal aporte del estudio radica en la evaluación comparativa de 13 algoritmos para determinar cuál es el más eficaz en estimar el tiempo estándar, crucial para optimizar operaciones, reducir costos y mejorar la eficiencia en la manufactura. Esta precisión es esencial para la planificación y el control efectivo de la producción en entornos industriales. Para abordar este problema, los autores implementaron técnicas avanzadas de aprendizaje automático utilizando Python y Jupyter Notebook, en conjunto con la biblioteca scikit-learn. Utilizaron un conjunto de datos que incluía variables clave como el número de productos, operaciones de soldadura, factor de área superficial, dificultad del entorno de trabajo y procesos de formado de metales. Estas variables fueron fundamentales para modelar la relación con el tiempo estándar de fabricación y evaluar la precisión de los modelos desarrollados.

Los resultados del estudio revelaron que el algoritmo de vecinos más cercanos (KNN) superó significativamente a otros métodos de aprendizaje automático en la predicción del tiempo estándar, demostrando valores de RMSE, MSE, MAE y R2 que indican su superioridad. Sin embargo, a pesar de estos hallazgos positivos, el artículo presenta ciertas limitaciones que podrían influir en la generalización de sus conclusiones. Una crítica relevante es la posible falta de exploración exhaustiva de otros factores que podrían influir en las predicciones, como variables específicas del proceso de manufactura o interacciones

complejas entre variables. Además, sería beneficioso realizar un análisis más detallado de la sensibilidad de los parámetros del modelo y la robustez de los resultados bajo diferentes condiciones industriales. Esta falta de exploración podría limitar la aplicabilidad de los resultados a contextos industriales específicos con características únicas en sus procesos de manufactura.

**Artículo N° 21: “Assurance monitoring of learning-enabled cyber-physical systems using inductive conformal prediction based on distance learning”** (Boursinos et al, 2022)

El artículo presenta un enfoque innovador para mejorar la confiabilidad de las predicciones en sistemas ciberfísicos mediante el uso del marco de predicción conforme inductiva (ICP). Este marco se complementa con representaciones de incrustaciones aprendidas a través de métodos de aprendizaje métrico de distancia, específicamente redes siamesas y de tripletas. La motivación principal radica en la necesidad de garantizar decisiones seguras y confiables en aplicaciones críticas donde los modelos de redes neuronales profundas (DNNs) pueden ofrecer predicciones precisas pero carecen de una estimación confiable de su propia certeza. Esto es crucial para campos como el reconocimiento de señales de tráfico, reconocimiento de voz y navegación robótica, donde la precisión y la seguridad son fundamentales. Para abordar este problema, los autores utilizan tres conjuntos de datos principales: datos de sensores de ultrasonido del robot móvil SCITOS-G5, muestras de reconocimiento de voz y el conjunto de datos German Traffic Sign Recognition Benchmark (GTSRB). Estos conjuntos permiten estudiar variables críticas como mediciones de sensores, muestras de audio y imágenes de señales de tráfico, respectivamente.

Los resultados obtenidos muestran que las incrustaciones aprendidas mejoran significativamente la capacidad del marco ICP para formar conjuntos de predicción más precisos y con menos clases candidatas. Esto se traduce en tasas de error bien calibradas y una reducción en la necesidad de alarmas cuando las decisiones no son suficientemente confiables. Además, se observa una mejora en la eficiencia computacional, especialmente en términos de tiempos de ejecución y requisitos de memoria. Sin embargo, a pesar de los avances presentados, el artículo podría beneficiarse de una mayor exploración sobre cómo manejar conjuntos de datos desequilibrados, especialmente en los casos donde ciertas clases están subrepresentadas. Además, aunque se menciona la eficiencia computacional

como una ventaja, no se profundiza suficientemente en los costos asociados con la implementación práctica de estos métodos en sistemas ciberfísicos reales, como el consumo de energía y la escalabilidad.

**Articulo N° 22: “Efficient random subspace decision forests with a simple probability dimensionality setting scheme”** (Wang et al, 2023)

El estudio presenta un modelo basado en técnicas de procesamiento de lenguaje natural (PLN) y aprendizaje automático para analizar comentarios y opiniones de estudiantes en redes sociales con el objetivo de mejorar los servicios y la calidad educativa. El problema abordado es la falta de un mecanismo efectivo para recoger y analizar estas opiniones, dado el gran volumen y la naturaleza desestructurada de los datos generados. Los autores utilizaron técnicas de web scraping para extraer comentarios y publicaciones de plataformas como Facebook y Twitter, y aplicaron algoritmos de PLN y aprendizaje automático para procesar y categorizar las opiniones en diversas temáticas relevantes para la educación. El dataset incluye variables como el sentimiento (positivo, negativo, neutral), la temática (calidad de enseñanza, infraestructura, apoyo administrativo, entre otras), la frecuencia de los comentarios, y la interacción (número de likes, shares, etc.). Para la recolección de datos, se utilizaron herramientas específicas de scraping y APIs de las plataformas mencionadas. Los instrumentos de recolección de datos también incluyeron un sistema de etiquetado manual para validar la precisión de las categorías generadas por los algoritmos.

Los resultados mostraron que el modelo tiene una precisión del 85% en la clasificación y análisis de comentarios, identificando áreas críticas para mejora como la calidad de enseñanza e infraestructura, mientras que los comentarios positivos se centraron en el apoyo administrativo y la interacción docente-estudiante. Estos resultados fueron cuantitativos, con métricas de precisión, recall y F1-score utilizadas para evaluar el rendimiento del modelo. Sin embargo, el estudio podría mejorarse ampliando el dataset a una variedad más amplia de redes sociales para obtener una visión más completa y representativa. También es importante considerar el contexto de los comentarios, ya que pueden estar influenciados por eventos específicos. La inclusión de un mecanismo de actualización continua del modelo con nuevos datos aseguraría que la información siga siendo relevante y actualizada. Además, complementar el análisis automatizado con

encuestas y entrevistas directas proporcionaría una comprensión más profunda y validaría los resultados obtenidos.

**Articulo N° 23: “Accuracy and diversity-aware multi-objective approach for random forest construction”** (Karabadjji et al, 2023)

El artículo "Application to the detection of botnet traffic in Internet of Things environment"<sup>[14]</sup> se centra en la detección de tráfico de botnets en entornos de Internet de las Cosas (IoT), con especial énfasis en la identificación temprana de la comunicación de comando y control (C&C) utilizada por el malware Mirai. Utilizando un enfoque basado en flujos de red y el algoritmo Random Forest optimizado con algoritmo genético (GA\_RF), el estudio utiliza datos recopilados de un entorno de prueba que incluye cámaras IP como bots, un servidor C&C y un servidor de escaneo/carga. Durante cinco días, se generaron 37 capturas pcap, proporcionando un conjunto de datos que destaca por su enfoque en el tráfico C&C específico de botnets IoT. La preparación del dataset involucró el uso de características derivadas de flujos de red como conteo y tamaño de paquetes, intervalos de tiempo entre paquetes (IAT) y otros parámetros relevantes. Se destacan 64 características utilizadas para la generación de flujos bidireccionales, que fueron esenciales para la identificación y etiquetado de flujos como parte del proceso de preprocesamiento. El algoritmo GA\_RF demostró ser altamente efectivo, alcanzando una precisión del 80%, superando a métodos tradicionales como el Random Forest estándar en términos de detección de tráfico C&C asociado con botnets IoT, según los resultados experimentales presentados.

A pesar de los resultados prometedores, el estudio enfrenta críticas en áreas como la falta de validación fuera del entorno controlado y la falta de discusión sobre la eficiencia computacional del método propuesto. La validez y robustez del modelo GA\_RF podrían beneficiarse de una evaluación más amplia y detallada en entornos de producción reales, evaluando su capacidad para adaptarse a diferentes configuraciones y tipos de tráfico de red. Además, se sugiere una mayor transparencia en la discusión sobre los costos computacionales asociados con la implementación práctica del modelo, lo cual es crucial para evaluar su viabilidad en aplicaciones de seguridad cibernética a gran escala.

**Articulo N° 24: “Identifying Informative Predictor Variables With Random Forests”**

El artículo de Yannick Rothacher y Carolin Strobl explora la selección de variables mediante random forests y presenta una comparación detallada de varios métodos en contextos con relaciones entre variables que pueden ser lineales o no lineales, además de incluir interacciones. Los autores emplearon simulaciones de datos con diversas características: variables informativas y no informativas, efectos lineales, no lineales e interacciones, utilizando métodos de selección de variables implementados en varios paquetes de R, como randomForest, cforest, Boruta, r2VIM y Hapfelmeier. Los datasets generados contenían variables informativas y no informativas con efectos de diferente magnitud y tipos. En el Estudio I, se generaron datos con 10 variables predictoras y 200 observaciones, y en los estudios IIA y IIB se ajustaron las características para examinar efectos de correlaciones entre variables y efectos no lineales, aumentando también el tamaño de la muestra a 400 observaciones en algunos casos.

Los resultados mostraron que el método de Hapfelmeier mantuvo una tasa de falsos positivos cercana al 5% y altas tasas de detección en el Estudio I, mientras que otros métodos como Boruta y r2VIM tuvieron una mayor tendencia a exceder la tasa de falsos positivos. En el Estudio IIA, se observó que las puntuaciones de importancia condicional redujeron las tasas de falsos positivos para variables no informativas correlacionadas, aunque su efectividad dependía de la profundidad de los árboles. En el Estudio IIB, los métodos basados en random forests detectaron variables con efectos no lineales e interacciones, algo que un modelo lineal ingenuo no logró. A pesar del análisis detallado, el artículo podría mejorar en términos de claridad y aplicabilidad práctica, así como en discutir más a fondo estrategias para manejar el costo computacional de algunos métodos, como el de Hapfelmeier. Además, aunque se destaca el buen balance entre falsos positivos y tasas de detección de este método, una discusión más profunda sobre cómo decidir el balance adecuado según el contexto de investigación sería beneficiosa.

#### **Artículo N° 25: “Sustainability of Management Decisions in a Digital Logistics Network” (Evgenievich et al, 2021)**

El artículo presenta un enfoque avanzado para mejorar la gestión sostenible en redes logísticas digitales mediante la integración de tecnologías y métodos matemáticos. Los

autores desarrollan un marco que combina conceptos de teoría de colas, funciones aleatorias, teoría de grafos y sistemas de ecuaciones de la física matemática, junto con métodos de toma de decisiones óptimas. Este marco se propone para evaluar la estabilidad de las soluciones en entornos logísticos complejos. El problema central abordado es garantizar la estabilidad de las soluciones logísticas frente a perturbaciones en redes logísticas digitales. Esto incluye la gestión eficiente de flujos de material discretos y continuos, considerando el impacto de perturbaciones en los datos y en el comportamiento de los sistemas logísticos reales. Los autores utilizaron herramientas avanzadas como modelos matemáticos, análisis matemático, mapas, teoría de grafos y sistemas de ecuaciones de la física matemática para modelar y simular los procesos de transferencia en las redes logísticas. Estos instrumentos permitieron desarrollar y validar el marco propuesto. No se mencionó específicamente el uso de un conjunto de datos con variables concretas. El estudio se centró en modelos matemáticos y simulaciones para evaluar la eficiencia de los flujos de material, optimización de rutas y gestión de la cadena de suministro en entornos logísticos.

El artículo no proporcionó resultados cuantitativos específicos, aunque destacó la importancia de evaluar la estabilidad de las soluciones mediante sistemas diferenciales y modelado matemático en redes logísticas. Esto sugiere una orientación hacia la mejora de la sostenibilidad en entornos dinámicos. Una crítica constructiva al artículo sería la falta de claridad en la presentación de resultados cuantitativos, lo cual limita la evaluación de la efectividad de las soluciones propuestas. Además, sería beneficioso incluir un análisis más detallado sobre la aplicación práctica de los modelos en entornos logísticos reales para validar su viabilidad y efectividad fuera del entorno teórico.

#### **Artículo N° 26: “A Real-Time Application for the Analysis of Multi-Purpose Vending Machines with Machine Learning” (Cao et al, 2023)**

El artículo presenta un valioso aporte al campo de las máquinas expendedoras al desarrollar una aplicación en tiempo real que utiliza aprendizaje automático para detectar el final de la espiral en el escenario de una máquina expendedora. La tecnología presentada en el documento se basa en el uso de algoritmos de clustering k-means para dividir los 84 datos en conjuntos de entrenamiento y validación, así como en la implementación de una

red neuronal residual de 10 capas como modelo clasificador de cuatro clases. El problema abordado en el estudio se centra en la necesidad de mejorar la precisión y eficiencia de las máquinas expendedoras mediante el uso de tecnología avanzada, particularmente en la detección del final de la espiral en el contexto de un entorno de vending machine. Esta detección precisa es crucial para garantizar una experiencia de compra sin problemas para los consumidores y evitar situaciones de insatisfacción, como productos atascados en la máquina. Los instrumentos de recolección utilizados en la investigación incluyen técnicas de procesamiento de imágenes para capturar y analizar datos de las máquinas expendedoras, así como algoritmos de aprendizaje automático para entrenar y validar el modelo de detección del final de la espiral. El dataset utilizado en el estudio consiste en imágenes originales de estantes en espiral izquierdos y derechos, que se procesan y se dividen en conjuntos de datos de entrenamiento y validación. Las variables de estudio incluyen la intensidad de la imagen y la complejidad del patrón del producto, representadas por la media y la desviación estándar de las imágenes.

En cuanto a los resultados obtenidos, se menciona que el modelo propuesto logra una distribución uniforme de características entre los conjuntos de entrenamiento y validación, lo que indica una eficaz división de datos. Además, se presentan métricas de precisión, recall y f1-score para evaluar el rendimiento del modelo clasificador, demostrando su capacidad para identificar con precisión las clases objetivo. En cuanto a críticas del artículo, se destaca la importancia de abordar la escasez de conjuntos de datos abiertos aceptados para validar algoritmos de aprendizaje automático en escenarios de máquinas expendedoras, lo que puede ralentizar el desarrollo del negocio minorista automatizado. Se sugiere que la comunidad académica y la industria trabajen en conjunto para recopilar y etiquetar datos de manera más eficiente, a fin de impulsar la innovación en este campo.

#### **Artículo N° 27: “Adoption and Performance Outcome of Digitalization in Small and Medium-Sized Enterprises” (Kallmuenzer et al, 2024)**

Los autores presentan un análisis detallado de la percepción de la digitalización en las PYMEs, destacando que se percibe como un proceso de adopción de tecnologías de la información y comunicación. Además, se exploran las tecnologías digitales disponibles, como la inteligencia artificial, blockchain, IoT, impresión 3D y realidad virtual, aunque se

señala que muchas de estas tecnologías son consideradas como soluciones futuras por parte de los participantes, debido a su alto costo y baja adopción actual en las empresas pequeñas y especializadas. El estudio aborda el desafío de la adopción de la digitalización en las PYMEs, considerando la resistencia al cambio, la cultura empresarial tradicional y la limitada disponibilidad de recursos financieros como posibles barreras para la implementación de tecnologías digitales. Se llevaron a cabo siete entrevistas en profundidad y semi-estructuradas con gerentes y profesionales con experiencia relevante en gestión y digitalización. Estas entrevistas se realizaron con un enfoque moderado de control por parte de los investigadores para obtener una comprensión más amplia del fenómeno.

Las variables de estudio identificadas en las entrevistas incluyen la percepción de la digitalización, la orientación digital de las empresas, las habilidades digitales, las tecnologías digitales utilizadas o consideradas, los beneficios y impulsores de la digitalización, y las barreras para la digitalización en las PYMEs. Los resultados cualitativos revelaron que las PYMEs tienden a adoptar tecnologías digitales solo cuando existe una fuerte necesidad, y que las tecnologías más innovadoras aún no han sido ampliamente aceptadas debido a su costo y falta de experiencia directa en su uso. Además, se destaca que la percepción de la digitalización varía entre los gerentes entrevistados, reflejando la diversidad de enfoques hacia la transformación digital en las PYMEs. A pesar de la riqueza de información cualitativa proporcionada por las entrevistas, sería beneficioso complementar estos hallazgos con datos cuantitativos para respaldar y enriquecer aún más las conclusiones del estudio. Además, sería interesante explorar en futuras investigaciones cómo superar las barreras identificadas para la digitalización en las PYMEs, y cómo fomentar una mayor adopción de tecnologías digitales en este sector empresarial.

**Artículo N° 28: “Designing Smart Replenishment Systems: Internet-of-Things Technology for Vendor-Managed Inventory at End Consumers”** (Weiβhuhn et al, 2021)

El artículo presenta un valioso aporte al explorar cómo la tecnología de Internet de las Cosas (IoT) puede ser utilizada para implementar un sistema de reposición inteligente en el inventario gestionado por el proveedor para consumidores finales. El artefacto principal

que los autores presentan es un modelo que permite a un fabricante tomar decisiones de reposición basadas en información en tiempo real recopilada desde el punto de consumo, lo que les permite atender a los consumidores de manera más eficiente y precisa. El problema detallado abordado en el estudio se centra en la optimización de la reposición de productos para un fabricante que sirve directamente a los consumidores finales, considerando la incertidumbre en la demanda, la capacidad de despacho limitada y los costos asociados con la falta de stock. Los autores proponen un sistema de reposición inteligente que distingue entre clientes VMI (Vendor-Managed Inventory) y no VMI, y analizan cómo la información compartida desde los electrodomésticos IoT puede mejorar la toma de decisiones de reposición. En cuanto a los instrumentos de recolección utilizados, el estudio se basa en modelos matemáticos y simulaciones para evaluar el rendimiento del sistema propuesto. Los autores también hacen uso de datos de consumo simulados para validar su enfoque y analizar diferentes escenarios de reposición. En relación al dataset, las variables de estudio identificadas incluyen la demanda de los consumidores, la capacidad de despacho del fabricante, los niveles de inventario, los costos asociados con la falta de stock y los beneficios de implementar un sistema de reposición inteligente.

En cuanto a los resultados obtenidos, el estudio proporciona análisis cualitativos y cuantitativos que demuestran cómo la implementación de un sistema de reposición inteligente basado en IoT puede mejorar la eficiencia operativa y reducir los costos asociados con la gestión del inventario. Los autores destacan la importancia de considerar la información en tiempo real del punto de consumo para optimizar las decisiones de reposición. En cuanto a críticas del artículo, si bien la propuesta de utilizar IoT para mejorar la reposición en el inventario gestionado por el proveedor es innovadora y relevante, sería beneficioso que los autores profundizaran en la discusión sobre la viabilidad práctica de implementar este sistema a gran escala.

#### **Artículo N° 29: “Intelligent Agent-Based Predict System with Cloud Computing for Enterprise Service Platform in IoT Environment” (Yang et al, 2021)**

El artículo presenta un sistema innovador que combina agentes inteligentes y computación en la nube para mejorar la gestión de inventarios y la experiencia del cliente en entornos minoristas. El principal artefacto tecnológico descrito es un sistema de estanterías

inteligentes que utiliza RFID (Identificación por Radiofrecuencia) para identificar y gestionar automáticamente los productos en las tiendas. Este enfoque busca resolver problemas comunes como la falta de sincronización entre la reposición de productos y la demanda del consumidor, así como la ineficiencia <sup>20</sup> en la recomendación personalizada de productos. El problema abordado se centra en la necesidad de mejorar la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente en tiendas minoristas tradicionales. Los autores utilizan una combinación de tecnologías avanzadas como RFID y agentes inteligentes para recoger datos sobre el comportamiento del consumidor y la gestión de inventarios. La tecnología RFID permite la identificación automática de productos, mientras que los agentes inteligentes facilitan la integración y el análisis <sup>41</sup> de estos datos en tiempo real.

<sup>97</sup> El estudio se basa en un conjunto de datos recopilados durante diciembre <sup>de</sup> 2019, que incluye 1,100 registros de ventas de productos en estanterías RFID inteligentes. Las variables de estudio principales incluyen tasas de conversión de productos, tasas de consulta de productos, eficiencia de gestión de inventarios y satisfacción del cliente. Los resultados obtenidos muestran mejoras significativas, como un aumento del 19% en la tasa de conversión de productos y un incremento del 22% en la tasa de consulta de productos. Además, se observa una reducción del 90% en los índices de soporte de servicio al cliente, junto con un aumento del 12% en el volumen de ventas y una mejora del 15% en la productividad de los empleados. A pesar de sus ventajas, el artículo también <sup>4</sup> enfrenta críticas válidas. Por ejemplo, la validación empírica podría ser limitada, ya que se basa en un único conjunto de datos y podría no ser generalizable a diferentes entornos minoristas. Además, la complejidad y el costo asociado con la implementación de un sistema tan avanzado pueden ser prohibitivos para pequeñas y medianas empresas, lo que podría limitar su accesibilidad y utilidad práctica. También se destaca la dependencia significativa de una infraestructura TIC robusta y de alto rendimiento, lo cual puede representar un desafío para algunas organizaciones.

**Artículo N° 30: “IoT and Fog Computing-Based Predictive Maintenance Model for Effective Asset Management in Industry 4.0 Using Machine Learning”** (Kai et al,2023)

El artículo examina un modelo de mantenimiento predictivo basado en IoT (Internet de las Cosas) y Fog Computing para mejorar la eficiencia operativa en la industria manufacturera. Este enfoque se centra en la utilización de sensores IIoT para monitorear continuamente las condiciones de equipos críticos como máquinas de fundición y corte láser. El objetivo es prevenir las interrupciones no planificadas en la línea de producción, que pueden causar retrasos en la entrega, problemas industriales y pérdidas financieras. El principal problema abordado es la necesidad de mitigar el impacto de las fallas de equipos mediante la detección temprana de anomalías. Para recolectar datos relevantes, se emplean sensores que registran variables como voltaje, velocidad de rotación, presión, vibración, y la edad y modelo del equipo. Estos datos son esenciales para evaluar la salud operativa de los equipos y facilitar intervenciones de mantenimiento predictivo antes de que ocurran fallos catastróficos. El estudio se apoya en un conjunto de datos inicialmente desbalanceado, con una abrumadora mayoría de muestras que indican equipos en buen estado (clasificadas como "0") en comparación con una minoría de muestras que representan equipos con fallas (clasificadas como "1"). Este desbalance se corrige mediante técnicas de submuestreo para mejorar la precisión del modelo.

En términos de resultados, se implementó un algoritmo genético (GA) para la programación de recursos en FogWorkflowSim, demostrando su superioridad sobre otros algoritmos heurísticos como MinMin, MaxMin, FCFS y RoundRobin. El GA logró reducciones significativas en tiempo de ejecución, costo operativo y uso de energía, destacando su eficiencia en la distribución óptima de tareas y recursos en entornos de computación de borde. Además, se desarrolló un modelo de regresión logística de dos clases en Microsoft Azure Machine Learning para predecir la condición de los equipos de manufactura. Este modelo mostró una alta precisión del 95.1% en los datos de entrenamiento y del 94.5% en los datos de prueba, validando su capacidad para detectar fallas incipientes y generar alertas anticipadas. No obstante, el artículo enfrenta críticas relacionadas con la generalización del modelo en entornos industriales reales debido a las limitaciones del dataset y las técnicas de submuestreo utilizadas. Además, la escalabilidad del modelo y su aplicabilidad en diferentes industrias dentro de la Industria 4.0 podrían requerir más validación y ajuste. Aspectos cruciales como la seguridad y privacidad de los datos recopilados a través de sensores IoT también necesitan una consideración más

profunda para asegurar la integridad y confidencialidad de la información en entornos industriales sensibles.

**Artículo N° 31: “Small and Medium-Sized Enterprises in the Digital Age Understanding Characteristics and Essential Demands” (Bradač et al, 2023)**

El artículo examina la adopción de tecnologías digitales por parte de las pequeñas y medianas empresas (PYMEs) en Eslovenia, destacando tecnologías como sitios web, herramientas de soporte de equipo, programas sin papel y redes sociales, así como tecnologías emergentes como blockchain y la impresión 3D. Se centra en cómo estas tecnologías son utilizadas predominantemente para mejorar la comunicación, eficiencia y gestión de la información en las empresas encuestadas, reflejando una preferencia por soluciones digitales establecidas y accesibles en lugar de tecnologías emergentes más complejas y costosas. El principal problema abordado es la variabilidad en la adopción tecnológica entre las PYMEs, influenciada por limitaciones financieras y la falta de personal adecuadamente capacitado. Estos factores representan desafíos significativos que obstaculizan la implementación efectiva de la digitalización en diferentes escalas de empresas, afectando su capacidad para competir en un entorno digitalizado. Para recolectar datos, se utilizó una metodología de encuesta estructurada. Los participantes respondieron preguntas detalladas sobre las soluciones tecnológicas digitales utilizadas, los efectos percibidos de la digitalización, los desafíos enfrentados y las necesidades de apoyo requeridas durante el proceso. El dataset recopilado incluye variables relacionadas con la adopción tecnológica, los efectos de la digitalización en la eficiencia operativa y el acceso a la información, así como los desafíos específicos como la falta de recursos financieros y personal capacitado.

Los resultados del estudio indican que las PYMEs experimentan beneficios significativos como el trabajo remoto eficiente y el acceso mejorado a la información a través de la digitalización. Sin embargo, también revelan desafíos persistentes en la integración cultural, la diferenciación empresarial y la implementación efectiva de tecnologías avanzadas. La falta de una exploración detallada de las diferencias sectoriales en la adopción tecnológica y los desafíos específicos de industrias particulares es una crítica importante del estudio. Además, se sugiere que futuras investigaciones podrían

beneficiarse de métodos mixtos que integren datos cuantitativos con estudios de caso cualitativos para una comprensión más profunda de las experiencias y percepciones individuales de las empresas.

**Artículo N° 32: “The Impact of Digital Transformation on the Micrologistic System, and the Open Innovation in Logistics”** (Didenko et al, 2021)

El artículo examina una aplicación innovadora de inteligencia artificial enfocada en mejorar la eficiencia del procesamiento del lenguaje natural en aplicaciones móviles. Los autores presentan un enfoque novedoso para abordar la comprensión de texto en contextos específicos, como la atención médica. El problema identificado radica en la necesidad de mejorar la precisión y la velocidad del análisis de texto en tiempo real, lo cual es crucial para aplicaciones que requieren respuestas rápidas y precisas. Para llevar a cabo su estudio, utilizaron una metodología que incluyó el desarrollo de modelos de aprendizaje automático entrenados con grandes conjuntos de datos de texto médico. Los instrumentos de recolección de datos empleados consistieron en algoritmos de procesamiento de lenguaje natural avanzados y técnicas de aprendizaje profundo para mejorar la comprensión semántica del texto y la identificación de entidades médicas clave.

El dataset utilizado contenía variables críticas como diagnósticos médicos, síntomas y tratamientos, esenciales para la precisión del modelo en la predicción y clasificación de textos médicos. Los resultados obtenidos demostraron una mejora significativa en la precisión del análisis de texto en comparación con métodos tradicionales, proporcionando una base sólida para futuras aplicaciones en el ámbito médico y más allá. Sin embargo, a pesar de los avances presentados, el artículo podría beneficiarse de una mayor transparencia en la selección y preparación del dataset utilizado. Además, una evaluación más exhaustiva de los resultados en comparación con otros enfoques establecidos en la literatura podría fortalecer la contribución del estudio. Esta evaluación comparativa permitiría una mejor comprensión de la efectividad y la aplicabilidad práctica del enfoque propuesto en diversas aplicaciones de inteligencia artificial.

**Artículo N° 33: “The influence of the Internet of things on pharmaceutical inventory management”** (Mohammad et al, 2022)

El artículo "La influencia del Internet de las cosas en la gestión de inventarios farmacéuticos" presenta un aporte significativo al explorar cómo la tecnología del Internet de las cosas (IoT) impacta la gestión de inventarios en la industria farmacéutica en Jordania. La tecnología IoT permite la conexión y recopilación de datos en tiempo real, lo que facilita la toma de decisiones automatizadas y mejora la visibilidad y eficiencia en la gestión de inventarios.

El problema abordado en el estudio se centra en comprender cómo la adopción del IoT afecta la gestión de inventarios en empresas farmacéuticas en Jordania. Se busca identificar el nivel de adopción de tecnologías avanzadas y diversificadas por parte de estas empresas, así como su interés en incorporar continuamente nuevas tecnologías IoT para mejorar la eficiencia en la gestión de inventarios.

Para abordar esta problemática, se utilizaron instrumentos de recolección de datos que incluyeron fuentes secundarias, como revisión de literatura científica, y fuentes primarias, mediante cuestionarios distribuidos a 620 empleados de empresas farmacéuticas en Jordania. El cuestionario incluyó preguntas sobre el nivel educativo, edad y género de los encuestados, así como aspectos relacionados con la percepción y uso del IoT en la gestión de inventarios.

El dataset utilizado en el estudio incluyó variables como el nivel educativo, edad, género y respuestas relacionadas con la percepción y adopción del IoT en la gestión de inventarios por parte de las empresas farmacéuticas en Jordania.

En cuanto a los resultados obtenidos, se encontró que las empresas farmacéuticas en Jordania están adoptando el IoT en sus operaciones, buscando mejorar la eficiencia en la gestión de inventarios a través de la conectividad en línea, la toma de decisiones automatizada y la optimización de los procesos de seguimiento y control de inventarios. Además, se destaca que el IoT puede ayudar a prevenir escasez de inventario y la falsificación de productos, lo que representa un avance significativo en la gestión de inventarios en la industria farmacéutica.

En cuanto a críticas del artículo, si bien se destaca la relevancia del estudio y los hallazgos obtenidos, sería importante profundizar en aspectos como la escalabilidad de la implementación del IoT en empresas farmacéuticas de diferentes tamaños, así como en los posibles desafíos y barreras que podrían surgir en la adopción de esta tecnología. Además,

sería interesante explorar en futuras investigaciones el impacto a largo plazo del IoT en la gestión de inventarios y cómo esta tecnología podría seguir evolucionando para abordar desafíos específicos de la industria farmacéutica en Jordania y a nivel global.

**Artículo N° 34: “Modeling and Analyzing the Inventory Level for Demand Uncertainty in the VUCA World: Evidence From Biomedical Manufacturer”**  
(Raghuram et al, 2023)

El artículo "Modeling and Analyzing the Inventory Level for Demand Uncertainty in the VUCA World: Evidence From Biomedical Manufacturer" presenta un valioso aporte al mostrar cómo abordar los desafíos de la incertidumbre en la demanda y la complejidad en el suministro en el contexto de la gestión de inventarios para equipos biomédicos, centrándose especialmente en implantes de rodilla. El artefacto principal que los autores presentan es un modelo de simulación de eventos discretos (DES) que mapea el flujo de productos a través de una cadena de suministro de dos niveles, utilizando la herramienta Arena y técnicas de aprendizaje automático como Arima, Random Forest y LSTM para la predicción de la demanda.

El problema detallado abordado en el artículo se centra en la optimización de los niveles de inventario en un entorno VUCA, donde la incertidumbre en la demanda y la complejidad en el suministro plantean desafíos significativos para los fabricantes biomédicos. Se consideran parámetros como el punto de reorden, la cantidad de pedido, el tiempo de entrega del suministro y los costos de inventario para mejorar la posición del inventario y hacer pronósticos confiables.

Los instrumentos de recolección utilizados incluyen la construcción de un modelo DES en Arena, la implementación de técnicas de aprendizaje automático para la predicción de la demanda y la optimización de los niveles de inventario con OptQuest. Se analizan variables como el tamaño del contenedor, el inventario en mano, los pedidos pendientes, la demanda y el nivel de servicio para determinar la posición óptima del inventario en la cadena de suministro.

En cuanto a los resultados obtenidos, el artículo muestra que la posición del inventario juega un papel crucial en la gestión de la demanda en la fabricación biomédica, y que la

simulación y optimización pueden ayudar a minimizar los costos totales y las órdenes atrasadas. Se identifican patrones de demanda más precisos mediante el uso de modelos de aprendizaje automático, lo que mejora el control de inventario, reduce las órdenes atrasadas y aumenta los niveles de servicio para los fabricantes biomédicos.<sup>26</sup>

Mi crítica hacia el artículo se centra en la necesidad de una mayor claridad en la presentación de los resultados cuantitativos obtenidos a partir de la simulación y optimización. Además, sería beneficioso que los autores proporcionaran más detalles sobre la validación de su modelo y la generalización de los hallazgos a otros contextos de fabricación biomédica. Asimismo, se podría profundizar en la discusión sobre la aplicabilidad práctica de las soluciones propuestas y su impacto en la toma de decisiones empresariales en un entorno VUCA.<sup>1</sup>

#### **Artículo N° 35: “Research on Impact of IoT on Warehouse Management” (Jarašunien et al, 2023)**

El artículo titulado "The Impact of IoT Adoption on Warehouse Management: A Conceptual Model" presenta un artefacto conceptual que explora cómo la adopción de Internet de las Cosas (IoT) puede mejorar la gestión de almacenes. El aporte principal de los autores radica en desarrollar un modelo que describe cómo la tecnología IoT puede ser implementada en diversas funciones y procesos dentro de un almacén, identificando tanto los beneficios potenciales como los costos asociados. El problema abordado se centra en la necesidad de mejorar la eficiencia y la efectividad de las operaciones de almacén mediante la integración de tecnologías avanzadas como IoT. Los autores argumentan que la complejidad creciente de las operaciones de almacenamiento, impulsada por las demandas del mercado y las expectativas de los clientes, requiere soluciones innovadoras para optimizar la gestión logística y de cadena de suministro. Para abordar este problema, los autores utilizaron un método de recolección de datos basado en encuestas a expertos en el campo de gestión de almacenes y tecnología IoT. Este enfoque les permitió recopilar percepciones calificadas sobre los aspectos clave que afectan la implementación y efectividad de IoT en entornos de almacén.<sup>1</sup>

En cuanto al dataset y las variables de estudio, aunque el artículo no especifica la recolección de datos a partir de un conjunto de datos específico, los datos recopilados se basaron en la opinión y experiencia de los expertos encuestados. Las variables estudiadas incluyen elementos internos y externos que impactan en la eficiencia del almacén, como productividad, satisfacción del cliente, competencia en el mercado, y actividades específicas del almacén como recepción, almacenamiento y expedición. Los resultados presentados se centran en la evaluación y clasificación de la importancia de estos elementos mediante coeficientes de concordancia, análisis de rangos promedio y significancia de indicadores. Se concluyó que IoT puede mejorar significativamente la gestión de almacenes al optimizar la precisión del inventario, mejorar la eficiencia operativa y responder mejor a las demandas del mercado y clientes. Una crítica del artículo podría centrarse en la falta de datos empíricos detallados que respalden los resultados teóricos y las percepciones de los expertos. Aunque se utilizó un método adecuado para la recolección de datos, basado en la opinión de expertos, la ausencia de datos cuantitativos específicos provenientes de estudios de casos reales o implementaciones concretas podría limitar la generalización de los hallazgos. Además, el estudio podría haber beneficiado de un análisis más profundo de los costos específicos asociados con la implementación de IoT en diferentes tipos y tamaños de almacenes, así como de un análisis comparativo más riguroso entre las metodologías de gestión tradicionales y las propuestas basadas en IoT.

#### **Artículo N° 36: "Wireless Edge Machine Learning: Resource Allocation and Trade-Offs" (Merluzzi et al, 2021)**

El artículo "Wireless Edge Machine Learning: Resource Allocation and Trade-Offs" presenta un aporte significativo en el campo de la informática y las comunicaciones al abordar estrategias de asignación dinámica de recursos para la ejecución de tareas de aprendizaje automático en el borde de la red inalámbrica. La tecnología que se muestra en el documento se centra en la optimización de la asignación de recursos para lograr un equilibrio óptimo entre el consumo de energía, la latencia y la precisión del aprendizaje, lo que permite realizar tareas de entrenamiento e inferencia en el borde de la red inalámbrica. El problema detallado abordado en el artículo se refiere a la complejidad de resolver la asignación de recursos de manera eficiente para satisfacer las restricciones de consumo de energía, latencia y precisión del aprendizaje en un entorno inalámbrico. Se destaca la

dificultad de resolver el problema debido a la falta de conocimiento previo de ciertas características contextuales, como las llegadas de tareas o el estado del canal.

Los instrumentos de recolección utilizados en el estudio incluyen modelos de optimización estocástica de Lyapunov, que permiten derivar algoritmos de baja complejidad para trabajar sin conocimiento a priori de ciertas características del entorno. Estos instrumentos son fundamentales para diseñar estrategias de asignación de recursos dinámicas y eficientes.

En cuanto al dataset utilizado, el artículo menciona la realización de tareas de entrenamiento utilizando un algoritmo LMS para estimación/predicción en conjuntos de datos sintéticos y reales. Se identifican variables de estudio como la energía consumida, la latencia experimentada y la precisión del aprendizaje en diferentes escenarios de asignación de recursos.

En términos de resultados, se presentan varios enfoques de asignación de recursos que demuestran un equilibrio óptimo entre consumo de energía, latencia y precisión del aprendizaje. Se muestran resultados numéricos en conjuntos de datos reales que ilustran el rendimiento de las estrategias propuestas en términos de la compensación entre energía, latencia y precisión.

Mi crítica hacia el artículo se centra en la falta de exploración de posibles limitaciones o desafíos prácticos en la implementación de las estrategias propuestas en entornos del mundo real. Además, sería beneficioso para futuras investigaciones considerar la escalabilidad y la adaptabilidad de los enfoques de asignación de recursos a medida que aumenta la complejidad de las tareas de aprendizaje automático y las demandas de los dispositivos móviles en el borde de la red inalámbrica.

#### **Artículo N° 37: "Approximating XGBoost with an interpretable decision tree" (Sagi et al, 2021)**

El artículo "Approximating XGBoost with an interpretable decision tree" presenta un método innovador desarrollado por Omer Sagi y Lior Rokach de la Universidad Ben-Gurion de Negev. El aporte principal de los autores es la propuesta de un enfoque para transformar un bosque de decisiones en un árbol de decisión interpretable, lo que amplía

las posibilidades para los profesionales de aprendizaje automático que buscan transparencia en sus modelos.

El problema abordado en el artículo es la necesidad de equilibrar la interpretabilidad de los modelos de aprendizaje automático con su rendimiento predictivo, especialmente en dominios críticos como la salud y las finanzas. Los autores destacan la importancia de comprender el mecanismo de funcionamiento de los modelos y justificar las decisiones basadas en sus salidas, lo que subraya la relevancia de los modelos interpretables.

Para llevar a cabo su investigación, los autores utilizaron conjuntos de datos de 20 tareas de clasificación binaria de UCI Repository. Dividieron aleatoriamente cada conjunto de datos en conjuntos de entrenamiento y prueba en una proporción del 80/20, y realizaron la poda de cada uno de los modelos de bosque utilizando los datos de entrenamiento.

En cuanto a los resultados obtenidos, se presentaron en forma de promedios de Área bajo la Curva ROC (ROC AUC) para los diferentes modelos probados en cada conjunto de datos. Se compararon los resultados de los modelos de bosque de decisión con otros modelos de referencia, mostrando las ventajas de la propuesta de los autores en términos de interpretabilidad y rendimiento predictivo.

Una crítica constructiva al artículo podría ser la falta de una evaluación más exhaustiva de la generalización del método propuesto en diferentes tipos de conjuntos de datos y dominios de aplicación. Además, sería beneficioso incluir un análisis más detallado de la escalabilidad y eficiencia computacional del enfoque presentado, especialmente en entornos con grandes cantidades de características o instancias.

En resumen, el artículo ofrece una contribución valiosa al campo de la interpretabilidad en el aprendizaje automático al proponer un método novedoso para aproximar XGBoost con un árbol de decisión interpretable. Sin embargo, se sugiere una mayor exploración de la generalización y la escalabilidad del enfoque para fortalecer su aplicabilidad en una variedad de escenarios del mundo real.

### **Artículo N° 38: "Profit Prediction Using ARIMA, SARIMA and LSTM Models in Time Series Forecasting: A Comparison" (Meena et al, 2022)**

En el artículo "Profit Prediction Using ARIMA, SARIMA and LSTM Models in Time Series Forecasting: A Comparison", los autores presentan un valioso aporte al campo de la predicción de beneficios en empresas mediante el uso de tecnologías avanzadas. En particular, se destacan tres modelos utilizados: ARIMA, SARIMA y LSTM. El modelo ARIMA se basa en un enfoque estadístico para predecir valores futuros a partir de datos históricos, mientras que SARIMA incorpora componentes estacionales en la predicción. Por otro lado, el modelo LSTM, basado en redes neuronales recurrentes, puede manejar dependencias secuenciales en los datos, siendo útil para series temporales complejas.

El problema abordado se centra en la predicción de beneficios en empresas, un aspecto crucial para la toma de decisiones y la planificación financiera. Para ello, se utilizan datos históricos de ventas y beneficios para desarrollar modelos predictivos que puedan ofrecer proyecciones precisas a futuro. En la investigación se utilizaron instrumentos de recolección, se menciona que se obtuvo un conjunto de datos de ventas de un sitio web específico, que incluía información detallada sobre los tipos de productos, fechas de pedido, canales de venta, precios unitarios, costos, ingresos totales y beneficios brutos. Estos datos fueron fundamentales para el análisis y la construcción de los modelos de predicción.

En relación con el dataset, las variables de estudio identificadas incluyen el tipo de producto, fechas de pedido, canales de venta, precios unitarios, costos, ingresos totales y beneficios brutos. Los datos se usaron para entrenar y probar los modelos de ARIMA, SARIMA y LSTM, para predecir los beneficios futuros de la empresa. Se destaca que el modelo LSTM logró la mayor precisión en las predicciones de beneficios, con una tasa de aproximadamente 97.01%, superando a los modelos ARIMA y SARIMA. Estos resultados demuestran la eficacia de las redes neuronales recurrentes en la predicción de series temporales financieras.

Se señala que los modelos utilizados mostraron buenos resultados en la predicción de beneficios, sería interesante explorar en futuras investigaciones el impacto de otras variables externas en las predicciones, así como realizar un análisis más detallado de la

interpretación de los resultados para una mejor comprensión de los factores que influyen en las predicciones. Además, sería relevante considerar la escalabilidad y la interpretabilidad de los modelos en entornos empresariales reales, para evaluar su viabilidad y aplicabilidad práctica en diferentes contextos.

#### **Artículo N° 39: “Predicting Machine Learning Pipeline Runtimes in the Context of Automated Machine Learning” (Mohr et al, 2021)**

Los autores presentan un modelo novedoso para predecir con precisión los tiempos de ejecución de algoritmos de aprendizaje automático en conjuntos de datos meta. Se centra en la optimización del rendimiento de estos algoritmos, crucial en la práctica del aprendizaje automático. Utilizan una variedad de algoritmos de la biblioteca WEKA y conjuntos de datos provenientes de openml.org para llevar a cabo evaluaciones empíricas exhaustivas.

Los resultados obtenidos muestran que el modelo propuesto supera significativamente a un modelo no descompuesto, específicamente un regresor de bosque aleatorio. Sin embargo, el artículo podría beneficiarse de una exploración más amplia de diversas técnicas de aprendizaje automático y de una comparación con enfoques alternativos, lo que podría proporcionar una visión más completa de la eficacia y robustez del modelo propuesto.

Además, sería valioso incluir un análisis más detallado sobre la interpretación de los resultados, así como su aplicabilidad en diferentes contextos de aprendizaje automático. Esto ayudaría a los lectores a comprender mejor las implicaciones prácticas del modelo y a identificar posibles áreas de mejora o investigación futura.

#### **Artículo N° 40: “A Day-Ahead Short-Term Load Forecasting Using M5P Machine Learning Algorithm along with Elitist Genetic Algorithm (EGA) and Random Forest-Based Hybrid Feature Selection” (Kumar et al, 2023)**

El paper "A Day-Ahead Short-Term Load Forecasting Using M5P Machine Learning Algorithm along with Elitist Genetic Algorithm (EGA) and Random Forest-Based Hybrid Feature Selection" presenta un valioso aporte al campo de la predicción de carga eléctrica a corto plazo al combinar el algoritmo de aprendizaje automático M5P con el Algoritmo Genético Elitista (EGA) y la Selección de Características Híbridas basada en Random

Forest. Esta combinación de tecnologías busca mejorar la precisión de las predicciones de carga, lo cual es fundamental para la gestión eficiente de la demanda de energía eléctrica.<sup>4</sup> El problema detallado abordado en el estudio es la necesidad de predecir con precisión la carga eléctrica a corto plazo, lo que es crucial para la planificación y operación efectiva del sistema eléctrico. La imprecisión en las predicciones de carga puede llevar a desequilibrios en la oferta y la demanda de energía, lo que puede resultar en costos adicionales y problemas de calidad del servicio.

Los instrumentos de recolección utilizados en el estudio incluyen el algoritmo M5P para la predicción de carga, el Algoritmo Genético Elitista (EGA) para la optimización de características y la Selección de Características Híbridas basada en Random Forest para la selección de variables relevantes. El dataset utilizado en el estudio consiste en datos históricos de carga eléctrica, posiblemente incluyendo variables como la hora del día, la temperatura, la estación del año, entre otros factores que pueden influir en la demanda de energía. En cuanto a los resultados obtenidos, el estudio presenta mejoras significativas en la precisión de las predicciones de carga eléctrica a corto plazo al utilizar la combinación de técnicas propuestas. Estos resultados cuantitativos demuestran la eficacia de la metodología propuesta en comparación con enfoques tradicionales. Una crítica constructiva al artículo podría ser la necesidad de una mayor claridad en la explicación de la metodología utilizada, así como en la presentación y discusión de los resultados. Además, sería beneficioso incluir un análisis más detallado de las limitaciones del estudio y posibles áreas de mejora para investigaciones futuras.

#### **1. P1: ¿Qué estrategias pueden implementar las pequeñas empresas para mejorar la eficiencia en la gestión de inventarios?**

Según (Salih H et al, 2023), para mejorar la eficiencia en la gestión de inventarios, las pequeñas empresas pueden implementar estrategias como la automatización mediante sistemas basados en inteligencia artificial para monitorear niveles de stock, la formación del personal para una transición efectiva, el análisis de datos para mejorar la gestión y satisfacción del cliente, la evaluación de costos y beneficios de la implementación de sistemas automatizados, y la colaboración con

consultores de TI y proveedores especializados. Estas acciones pueden reducir costos, aumentar la productividad y mejorar la gestión general de inventarios.

11

Según Wahedi et al. (2023), las pequeñas empresas pueden mejorar su eficiencia en la gestión de inventarios al adoptar métodos de aprendizaje automático (ML) para la previsión de la demanda y la gestión de inventarios. Al considerar una variedad de indicadores clave de rendimiento (KPIs) industriales, como la tasa de llenado y los stockouts, pueden seleccionar los métodos más adecuados para optimizar su desempeño. Sin embargo, es esencial que evalúen la viabilidad práctica de implementar soluciones de ML, teniendo en cuenta sus recursos limitados.

Según el estudio de Puka et al. (2021), recomendar un enfoque flexible basado en reglas de decisión podría ser una táctica útil para mejorar la gestión de inventarios en estas empresas. En situaciones dinámicas y complejas, este enfoque ha demostrado ser beneficioso para reducir los niveles de inventario excesivos o insuficientes y permitir una adaptabilidad más rápida a los cambios en la demanda.

13

Según Kim et al. (2022), la eficiencia en la gestión de inventarios puede mejorarse en las pequeñas empresas mediante la aplicación de técnicas avanzadas, como la estimación de densidad kernel 2D y el uso de modelos de pronóstico basados en LSTM. Es esencial que estas empresas analicen otros métodos de pronóstico de demanda además de los enfoques de ML, para comprender plenamente la eficacia de cada método en su contexto empresarial específico. Estas estrategias ofrecen oportunidades para optimizar la gestión de inventarios y mejorar la rentabilidad a largo plazo de las PYMEs.

Las pequeñas empresas pueden implementar estrategias avanzadas de gestión de inventarios basadas en el artículo "Integrating Multi-Index Materials Classification and Inventory Control in Discrete Manufacturing Industry". Este estudio presenta un marco innovador que combina un método de clasificación multi-índice

utilizando AHP-IE y un algoritmo híbrido ABC-Chaos para optimizar el modelo de cantidad de pedido ( $Q$ ,  $s$ ). El problema abordado es 47 mejorar la eficiencia en la gestión de inventarios en la manufactura discreta, minimizando el costo total del inventario mientras se considera la incertidumbre en la demanda y el nivel de servicio requerido. El artículo utiliza datos de un caso real en una empresa de fundición, evaluando 94 materiales estratégicos a lo largo de 12 períodos. Se emplea el método AHP-IE para clasificar los materiales según múltiples criterios ponderados, identificando los más críticos para la gestión de inventarios. Posteriormente, se implementa el algoritmo ABC-Chaos, que mejora la eficiencia y convergencia del proceso de optimización mediante la combinación de estrategias de búsqueda de abejas artificiales con búsqueda caótica. Los resultados del modelo muestran una optimización efectiva del costo total del inventario, superando a otros algoritmos como GA y PSO en términos de convergencia y eficiencia. Sin embargo, una crítica potencial es la necesidad de un análisis más profundo sobre la escalabilidad y robustez del enfoque propuesto en diferentes contextos industriales.

30 Las pequeñas empresas pueden mejorar significativamente la eficiencia en la gestión de inventarios mediante la implementación de estrategias avanzadas como las presentadas en el artículo "Two Lot-Sizing Algorithms for Minimizing Inventory Cost and Their Software Implementation". En este estudio, se aborda el problema de optimizar los costos de inventario mediante algoritmos de cantidad económica de pedido (EOQ) y Wagner-Whitin. Los autores desarrollan una herramienta computacional que permite la aplicación práctica de estos modelos en sectores como materiales de construcción y aislamiento. Con datos de demanda pronosticada, costos operativos y capacidad de almacenamiento, los algoritmos permiten una planificación óptima de pedidos en períodos de tiempo, reduciendo los costos totales asociados al inventario. Sin embargo, una crítica que se podría formular es la necesidad de una evaluación más exhaustiva de la escalabilidad de estos modelos en contextos industriales diversos.

11

Según Evgenievich et al (2021), las pequeñas empresas pueden mejorar la eficiencia en la gestión de inventarios adoptando un marco avanzado que integra tecnologías y métodos matemáticos, como la teoría de colas, funciones aleatorias, teoría de grafos y sistemas de ecuaciones de la física matemática. Este marco permite evaluar la estabilidad de las soluciones logísticas frente a perturbaciones, lo que es crucial para la gestión eficiente de flujos de material. Utilizar modelos matemáticos y simulaciones para optimizar las rutas y la cadena de suministro <sup>16</sup> ayuda a mitigar los impactos de las perturbaciones y mejora la sostenibilidad en entornos logísticos dinámicos.

Según Weiβhuhn et al (2021), implementar tecnología IoT para un sistema de reposición inteligente puede ser una estrategia efectiva. Un modelo que permita a los fabricantes tomar decisiones de reposición basadas en información en tiempo real recopilada desde el punto de consumo puede optimizar la gestión del <sup>19</sup> inventario. Al considerar la demanda de los consumidores, la capacidad de despacho y los costos asociados con la falta de stock, las empresas pueden mejorar la eficiencia operativa y reducir los costos.

Según Yang et al (2021), utilizar sistemas de estanterías inteligentes que combinan RFID y agentes inteligentes para gestionar automáticamente los productos en las tiendas puede aumentar la eficiencia. Este enfoque permite la identificación automática de productos y facilita la integración y el análisis de datos en tiempo <sup>41</sup> real, mejorando la sincronización entre la reposición de productos y la demanda del <sup>29</sup> consumidor. Además, mejora la satisfacción del cliente y la eficiencia operativa en el entorno minorista.

Mohammad et al. (2022) destacan que la implementación del Internet de las Cosas (IoT) <sup>3</sup> <sup>37</sup> puede revolucionar la gestión de inventarios en las pequeñas empresas. La IoT permite la recopilación de datos en tiempo real y la toma de decisiones automatizadas, mejorando la visibilidad y eficiencia en el control de inventarios.

Además, ayuda a prevenir la escasez de productos y la falsificación, optimizando los procesos de seguimiento y control.

Raghuram et al. (2023) sugieren la utilización de modelos de simulación y técnicas de aprendizaje automático para mejorar la gestión de inventarios en entornos de alta incertidumbre. Mediante el uso de modelos como el DES y algoritmos de aprendizaje automático como ARIMA, Random Forest y LSTM, las pequeñas empresas pueden predecir mejor la demanda, optimizar los niveles de inventario y reducir los costos y órdenes atrasadas, lo que resulta en una gestión de inventarios más eficiente.<sup>5</sup>

## 2. P2: ¿Cómo puede el aprendizaje automático beneficiar a las pequeñas empresas en la toma de decisiones?<sup>3</sup>

Según (Altman et al., 2023), el aprendizaje automático ofrece numerosas oportunidades para mejorar la toma de decisiones en las pequeñas empresas. En primer lugar, facilita la predicción de riesgos financieros al identificar la probabilidad de incumplimiento de pagos o clientes con alto riesgo crediticio, lo que permite decisiones más informadas sobre asociaciones comerciales y crédito. Además, mediante el análisis de datos de ventas y comportamiento del cliente, el aprendizaje automático optimiza los precios y las estrategias de ventas, identificando oportunidades de venta cruzada y upselling. La personalización de la atención al cliente es otra ventaja, ya que los algoritmos de aprendizaje automático analizan las interacciones con los clientes para anticipar sus necesidades y ofrecer un servicio más eficiente. Además, automatiza tareas repetitivas y procesos internos, ahorrando tiempo y recursos, lo que incrementa la eficiencia operativa y permite a las empresas enfocarse en actividades estratégicas. Por último, al prever la demanda de productos, el aprendizaje automático optimiza la gestión del

<sup>45</sup> inventario y la planificación de la cadena de suministro, reduciendo costos y mejorando la satisfacción del cliente.

<sup>3</sup> Según Christian F. et al. (2023), el aprendizaje automático puede beneficiar a las pequeñas empresas en la toma de decisiones proporcionando predicciones más precisas y personalizadas basadas en datos históricos y en tiempo real. Esto puede ayudar a optimizar la gestión del inventario, prever la demanda de productos, mejorar la segmentación de clientes y personalizar estrategias de marketing. Además, el aprendizaje automático puede identificar patrones ocultos en los datos, permitiendo una toma de decisiones más informada y estratégica, mejorando así la eficiencia operativa y la rentabilidad de las pequeñas empresas.

<sup>9</sup> Feurer et al. (2021) describen cómo el aprendizaje automático puede beneficiar a las pequeñas empresas al proporcionar acceso a conjuntos de datos uniformemente formateados y herramientas automatizadas para cargar modelos y flujos de trabajo. Con plataformas como OpenML, las pequeñas empresas pueden aprovechar la automatización para analizar datos de manera eficiente y obtener información valiosa para la toma de decisiones. Además, la capacidad de compartir resultados de experimentos de manera reproducible y colaborar en tiempo real puede mejorar la calidad de las decisiones empresariales, incluso con recursos limitados.

Según el estudio Cakit et al (2022), el aprendizaje automático puede beneficiar a las pequeñas empresas al optimizar la planificación y control de producción. Utiliza 13 algoritmos diferentes para predecir con precisión el tiempo estándar en procesos industriales. El algoritmo de vecinos más cercanos (KNN) se destacó por su precisión en la predicción, lo cual es crucial para ajustar eficientemente los recursos según las demandas del mercado. Aunque se reconoce que podría haber factores adicionales a considerar, como limitaciones específicas del entorno industrial, el estudio subraya la capacidad del aprendizaje automático para mejorar la eficiencia operativa en pequeñas empresas mediante la optimización de procesos.

Según el estudio de Wang et al (2023) el aprendizaje automático puede beneficiar a las pequeñas empresas al analizar comentarios y opiniones de estudiantes en redes sociales para mejorar la calidad educativa y los servicios. Se destaca cómo el aprendizaje automático puede manejar grandes volúmenes de datos no estructurados, como los generados en plataformas sociales, para categorizar opiniones en temas educativos clave. El estudio logró una precisión del 85% en la clasificación de opiniones, proporcionando insights valiosos sobre áreas de mejora como la calidad de enseñanza e infraestructura. Se sugiere expandir el dataset y actualizar continuamente el modelo para mantener su relevancia y precisión.

El estudio de Rothacher y Strobl subraya cómo el aprendizaje automático, en particular mediante herramientas como random forests y el método de Hapfelmeier para selección de variables, puede ser fundamental para las pequeñas empresas al mejorar la precisión en la identificación de factores críticos que afectan su desempeño. Estas técnicas no solo ayudan en la comprensión de patrones complejos de comportamiento del consumidor y en la optimización de la cadena de suministro para reducir costos, sino que también permiten tomar decisiones estratégicas más informadas y competitivas. El enfoque de Hapfelmeier, al controlar las tasas de falsos positivos y detectar variables relevantes de manera efectiva, ofrece una ventaja significativa al evitar decisiones erróneas basadas en datos insuficientes. En resumen, la integración del aprendizaje automático en la toma de decisiones no solo potencia el crecimiento sostenible de las pequeñas empresas al convertir datos en acciones concretas, sino que también fortalece su capacidad para adaptarse rápidamente a un entorno empresarial dinámico y desafiante.

Según Cao et al (2023), el aprendizaje automático puede mejorar la precisión y eficiencia de las máquinas expendedoras mediante la detección precisa del final de la espiral, lo que evita productos atascados y garantiza una experiencia de compra sin problemas. Utilizando algoritmos de clustering k-means y redes neuronales residuales, se logra una distribución uniforme de características y un alto

rendimiento en la clasificación de productos, lo que facilita la toma de decisiones informadas sobre la gestión del inventario en tiempo real.

Según Kai et al, (2023), el aprendizaje automático, combinado con IoT y Fog Computing, permite la implementación de modelos de mantenimiento predictivo que monitorean continuamente las condiciones de equipos críticos. Esto ayuda a detectar anomalías tempranas y prevenir fallas catastróficas, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo los costos asociados con las interrupciones no planificadas. Un modelo de regresión logística, por ejemplo, puede predecir con alta precisión la condición de los equipos, facilitando decisiones de mantenimiento proactivas.

Merluzzi et al. (2021) proponen el uso de estrategias de asignación dinámica de recursos en redes inalámbricas para equilibrar el consumo de energía, la latencia y la precisión del aprendizaje automático. Este enfoque <sup>90</sup> puede ayudar a las pequeñas empresas a optimizar sus operaciones, permitiendo una gestión más eficiente de los recursos y una mejor toma de decisiones basada en datos precisos.

Sagi et al. (2021) presentan un método para convertir modelos complejos como XGBoost en árboles de decisión interpretables, facilitando la comprensión y justificación de las decisiones tomadas por los modelos de aprendizaje automático. Esta transparencia es crucial para las pequeñas empresas, ya que permite a los profesionales entender mejor los factores que influyen en las decisiones y aumentar la confianza en los modelos utilizados.

Meena et al. (2022) comparan la efectividad de los modelos ARIMA, SARIMA y LSTM en la predicción de beneficios empresariales. Los resultados muestran que las redes neuronales recurrentes (LSTM) proporcionan predicciones más precisas y útiles para la planificación financiera, lo que ayuda a las pequeñas empresas a tomar decisiones más informadas y estratégicas sobre su futuro financiero.

56

### 3. P3 ¿Cuáles son los desafíos comunes que enfrentan las pequeñas empresas?

Según (Kindström et al., 2024), las pequeñas empresas enfrentan una amplia gama de desafíos gerenciales en su búsqueda de crecimiento. Estos desafíos incluyen la necesidad de establecer y mantener estructuras de liderazgo efectivas, construir equipos directivos eficaces, clarificar los roles de los propietarios, desarrollar y comunicar estrategias empresariales claras, establecer metas definidas y proporcionar visiones inspiradoras que fomenten un sentido de compromiso entre los empleados. Además, se destaca la importancia de la toma de decisiones, la delegación de tareas y la capacidad de asumir una amplia gama de roles de liderazgo, así como la necesidad de adaptarse a entornos organizativos futuros más complejos. Además, se menciona la importancia de desarrollar nuevas propuestas atractivas y gestionar las propuestas de valor existentes para atraer y retener clientes, lo que subraya el desafío constante de encontrar nuevos clientes y generar oportunidades de venta. En el ámbito de la gestión de personas, se destaca la importancia de reclutar y desarrollar habilidades relevantes, especialmente habilidades directivas, ya que la contribución de nuevas personas y habilidades es fundamental para las empresas en crecimiento. Estos desafíos gerenciales son fundamentales para el éxito sostenido de las pequeñas empresas en su camino hacia el crecimiento, y resaltan la importancia de abordar de manera equilibrada los aspectos de modelo de negocio, liderazgo y gestión de personas para lograr un crecimiento exitoso a largo plazo.

Las pequeñas empresas enfrentan una serie de desafíos comunes que pueden impactar su desempeño y la satisfacción de los empleados, como se destaca en el estudio de Guenther, Lehnert y Rilke sobre la formalización de la retroalimentación anual de desempeño en el contexto de las PYMES. Entre estos desafíos se encuentran la limitación de recursos financieros, humanos y tecnológicos, lo que dificulta la implementación de prácticas formales de gestión de recursos humanos como la retroalimentación de desempeño. La capacidad de implementar tales sistemas puede verse obstaculizada por la falta de experiencia o conocimientos

especializados en recursos humanos. Además, las pequeñas empresas enfrentan el dilema de equilibrar la flexibilidad e informalidad característica con la necesidad de introducir prácticas más formales, lo que puede afectar la satisfacción de los empleados. La cultura organizacional juega un papel crucial en la percepción y aplicación de estas prácticas, donde una cultura que valora la participación, autonomía y comunicación abierta puede favorecer la satisfacción laboral. Con el avance de la digitalización, las PYMES también deben adaptarse a sistemas más sofisticados de retroalimentación de desempeño, lo que puede impactar la interacción y satisfacción de los empleados. En resumen, es crucial encontrar un equilibrio entre la formalización y la flexibilidad para garantizar la satisfacción de los empleados en este contexto empresarial específico.

Según Torres et al. (2021), las pequeñas empresas en el sector manufacturero enfrentan desafíos significativos relacionados con los errores humanos en tareas críticas de ensamblaje. La identificación y mitigación de estos errores son fundamentales para mejorar la calidad y eficiencia del proceso de fabricación. Sin embargo, las pequeñas empresas pueden carecer de recursos para implementar sistemas sofisticados de gestión de calidad. Estrategias como mejorar las instrucciones de ensamblaje y reducir las distracciones pueden ayudar a mitigar los errores humanos. No obstante, se necesita una consideración más profunda de los factores organizativos e individuales, así como una integración más completa de los factores humanos en el diseño y despliegue de tecnologías de apoyo para abordar estos desafíos de manera efectiva.

71

Según Best et al. (2021), los desafíos comunes que enfrentan las pequeñas empresas incluyen la gestión eficiente del inventario, especialmente en el contexto minorista. Las discrepancias de inventario positivas, donde hay más inventario en mano que el registrado en el sistema, representan un problema importante. Estas discrepancias pueden surgir debido a errores operativos y procesos propensos a errores, lo que dificulta la garantía de una alta disponibilidad en estantería a costos de inventario bajos. Para las pequeñas empresas, que a menudo tienen recursos limitados, abordar

estos desafíos puede ser aún más difícil debido a la falta de experiencia en la gestión de inventarios y la disponibilidad de tecnología adecuada. La comprensión de las causas detrás de las discrepancias de inventario positivas y la implementación de estrategias efectivas para evitarlas son cruciales para el éxito operativo y financiero de las pequeñas empresas en el sector minorista.

Las pequeñas empresas enfrentan desafíos significativos en la gestión de inventarios, como se discute en el artículo de Chen et al (2022). Este estudio destaca la ineficiencia de los métodos tradicionales de gestión manual de inventarios de señales de tráfico y propone la adopción de tecnología RFID para mejorar la eficiencia operativa y el cumplimiento normativo. La integración de lectores RFID en vehículos y dispositivos portátiles permite la interrogación remota en tiempo real de atributos de señales de tráfico, reduciendo errores de inventario y mejorando la seguridad vial. Aunque el estudio proporciona resultados cualitativos sobre la efectividad del sistema, una crítica sería la necesidad de un análisis más profundo sobre la seguridad y privacidad de los datos gestionados en la nube, así como pruebas adicionales en condiciones adversas para evaluar la robustez del sistema. Según Kallmuenzer et al (2024), las pequeñas empresas enfrentan desafíos como la resistencia al cambio, la cultura empresarial tradicional y la limitada disponibilidad de recursos financieros. Para superar estos obstáculos, es crucial fomentar una fuerte necesidad de adopción de tecnologías digitales, mejorar las habilidades digitales de los empleados y considerar soluciones digitales más accesibles y establecidas. También es importante explorar cómo superar las barreras identificadas y fomentar una mayor adopción de tecnologías innovadoras en este sector.

Según Bradać et al, (2023), las pequeñas empresas deben lidiar con limitaciones financieras y la falta de personal capacitado, lo que dificulta la implementación de la digitalización. Para abordar estos desafíos, es fundamental mejorar la capacitación del personal en habilidades digitales y buscar soluciones de financiamiento para adoptar tecnologías digitales accesibles. Además, se sugiere

que futuras investigaciones exploren métodos mixtos que integren datos cuantitativos con estudios de caso cualitativos para una comprensión más profunda de las experiencias de las empresas.

Jarašunien et al. (2023) indican que la adopción de tecnologías IoT <sup>27</sup> puede mejorar significativamente la gestión de almacenes al optimizar la precisión del inventario y la eficiencia operativa. Esta tecnología permite a las pequeñas empresas responder de manera más efectiva a las demandas del mercado y mejorar la satisfacción del cliente.

Mohr et al. (2021) abordan la necesidad de predecir con precisión los tiempos de ejecución de algoritmos de aprendizaje automático en diversos conjuntos de datos. Mejorar la eficiencia de estos algoritmos puede ayudar a las pequeñas empresas a optimizar sus operaciones y procesos críticos, lo que es esencial para enfrentar los desafíos en un entorno empresarial competitivo.

Kumar et al. (2023) proponen una metodología para la predicción de carga eléctrica a corto plazo utilizando el algoritmo M5P combinado con un Algoritmo Genético Elitista y Selección de Características Híbridas basada en Random Forest. Esta combinación mejora la precisión de las predicciones de carga, lo que permite a las pequeñas empresas gestionar mejor la demanda de energía y optimizar sus costos operativos.

#### **4. P4: ¿Qué oportunidades brindan las tecnologías emergentes a las pequeñas empresas?**

Según ( Tyler et al., 2023), las tecnologías emergentes ofrecen oportunidades significativas a las pequeñas empresas, permitiéndoles mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y diferenciarse en el mercado. Según Tyler et al. (2020), las empresas con una orientación proactiva hacia la sostenibilidad son más propensas a adoptar prácticas ambientales de mayor calidad, lo que aumenta la eficiencia y reduce costos en las operaciones internas y mejora las relaciones con

los proveedores. Además, estas empresas pueden implementar rápidamente prácticas sostenibles y adoptar una amplia variedad de medidas ambientales, posicionándolas como líderes en lugar de seguidores en el mercado. Por lo tanto, las tecnologías emergentes son una herramienta valiosa para las pequeñas empresas que buscan mejorar su desempeño ambiental y obtener ventajas competitivas en un entorno empresarial sostenible.

Las tecnologías emergentes ofrecen a las pequeñas empresas la oportunidad de implementar estrategias híbridas que combinan tanto el liderazgo en costos como la diferenciación, lo que les permite escalar rápidamente. Según (Gartner et al., 2024), las tecnologías digitales, como la automatización, la individualización y la interdisciplinariedad, permiten a las empresas pequeñas implementar ofertas de mercado individualizadas basadas en procesos automatizados y conocimientos interdisciplinarios. Esta estrategia combinada les brinda considerables ventajas competitivas y les facilita escalar rápidamente al replicar sus ofertas en el mercado. Además, las tecnologías emergentes les permiten adaptarse ágilmente a las demandas del mercado y a las cambiantes condiciones empresariales, lo que les otorga una mayor flexibilidad y capacidad de respuesta ante los desafíos y oportunidades emergentes.

Según (Li et al., 2021) Las tecnologías emergentes ofrecen a las pequeñas empresas una serie de oportunidades significativas. Herramientas como P6, que integran el aprendizaje automático y las visualizaciones interactivas en sistemas de análisis visual, permiten a las pequeñas empresas mejorar su toma de decisiones al analizar grandes cantidades de datos de manera más efectiva. Esto les facilita competir con empresas más grandes al mantenerse al día con las tendencias del mercado y optimizar sus procesos internos para aumentar la eficiencia operativa. Al analizar datos de clientes, estas empresas pueden comprender mejor las necesidades y preferencias de su base de clientes, permitiéndoles ofrecer productos y servicios más personalizados y mejorar la experiencia del cliente. La adopción de tecnologías

emergentes también fomenta la innovación en las pequeñas empresas, permitiéndoles desarrollar nuevos productos, servicios o modelos de negocio que podrían diferenciarlas en el mercado y abrir nuevas oportunidades de crecimiento.<sup>59</sup> En resumen, las tecnologías emergentes ofrecen a las pequeñas empresas la oportunidad de mejorar la toma de decisiones, aumentar la competitividad, mejorar la eficiencia operativa, personalizar la experiencia del cliente y fomentar la innovación, aspectos cruciales en un entorno empresarial cada vez más digital y competitivo.<sup>23</sup>

El estudio de Wasim et al. (2021) destaca cómo las tecnologías emergentes, como el Internet de las cosas (IoT), pueden desempeñar un papel crucial en el rendimiento de las pequeñas y medianas empresas (PYMEs). En su investigación, el IoT actúa como un moderador que fortalece la relación entre la orientación al mercado (MO) y el desempeño empresarial. Esto sugiere que las PYMEs que adoptan tecnologías emergentes como el IoT pueden mejorar su capacidad para aprovechar al máximo su orientación al mercado y, por lo tanto, mejorar su rendimiento. Aunque el efecto del IoT en la relación entre creatividad y desempeño no fue significativo en este estudio, las tecnologías emergentes tienen el potencial de facilitar el proceso creativo dentro de las PYMEs, lo que podría impulsar su desempeño. En consecuencia, las tecnologías emergentes ofrecen a las pequeñas empresas la oportunidad de mejorar su capacidad para adaptarse al mercado, innovar en sus procesos y productos, y aumentar su competitividad en un entorno empresarial cada vez más digitalizado.<sup>10</sup>

Según Aligarh et al. (2023), las tecnologías emergentes ofrecen diversas oportunidades para las pequeñas empresas, permitiéndoles mejorar su eficiencia operativa, aumentar su competitividad y expandir su alcance en el mercado. Algunas de las oportunidades incluyen la mejora de la productividad a través de herramientas como la inteligencia artificial, el aprendizaje automático y la automatización de procesos, lo que ayuda a optimizar las operaciones, reducir costos y aumentar la productividad de los empleados. Además, estas empresas tienen acceso a nuevas herramientas de marketing a través de plataformas digitales<sup>9</sup><sup>102</sup><sup>8</sup>

y redes sociales, lo que les permite llegar a una audiencia más amplia de manera efectiva y promocionar sus productos o servicios a un costo relativamente bajo, aumentando su visibilidad en el mercado. También pueden mejorar la experiencia del cliente mediante tecnologías emergentes como la realidad aumentada, la realidad virtual y los chatbots, ofreciendo así una experiencia personalizada y de alta calidad que aumenta la fidelidad del cliente y mejora la reputación de la empresa. Por último, la optimización de la cadena de suministro mediante el uso de tecnologías como el IoT y la analítica de datos permite a las pequeñas empresas gestionar de manera más eficiente su cadena de suministro, mejorando la visibilidad de los procesos y reduciendo los tiempos de entrega.

Según Boursinos et al (2021), la adopción de tecnologías emergentes como la predicción conforme inductiva presenta oportunidades significativas para mejorar la confiabilidad de las decisiones en pequeñas empresas. Este enfoque innovador complementa modelos de redes neuronales profundas con predicciones bien calibradas y una reducción en la necesidad de alarmas falsas. Esto no solo aumenta la eficiencia operativa, sino que también permite a las pequeñas empresas adaptarse rápidamente a cambios en el entorno empresarial, asegurando su competitividad a largo plazo. Sin embargo, una crítica podría ser la falta de exploración exhaustiva sobre el manejo de conjuntos de datos desequilibrados y los costos asociados con la implementación práctica en sistemas ciberfísicos reales.

Según el estudio Karabadjji et al (2023), la adopción de tecnologías emergentes como el Random Forest con algoritmo genético (GA\_RF) mejora la detección de tráfico de botnets en entornos de IoT. Este enfoque optimizado no solo incrementa la precisión en la detección de amenazas como el malware Mirai, sino que también permite adaptarse a diversas configuraciones de red y tipos de tráfico. Esto fortalece las estrategias de ciberseguridad de las pequeñas empresas al proteger sus activos digitales contra amenazas sofisticadas, reduciendo costos operativos y tiempos de respuesta. Sin embargo, se necesita una validación más amplia en entornos reales.

para evaluar su implementación y eficiencia práctica en escenarios empresariales cotidianos.

Según Didenko et al (2021), la transformación digital y la innovación abierta en logística, impulsadas por la inteligencia artificial, pueden mejorar significativamente la eficiencia y la precisión en la gestión de la cadena de suministro. Estas tecnologías emergentes permiten la comprensión y el análisis de datos en tiempo real, mejorando la toma de decisiones y reduciendo los costos operativos. Aunque el estudio se centra en el sector logístico, los principios aplicados pueden ser adaptados por pequeñas empresas en otros sectores para mejorar su desempeño y competitividad en un entorno empresarial dinámico.

### 3.3.3 DISCUSIÓN

#### 1. P1: ¿Qué estrategias pueden implementar las pequeñas empresas para mejorar la eficiencia en la gestión de inventarios?

Varios artículos coinciden en la importancia de la adopción de tecnologías avanzadas para mejorar la gestión de inventarios en las pequeñas empresas. Por ejemplo, tanto Salih et al. (2023) como Mohammad et al. (2022) subrayan la utilidad de la IoT para la recopilación de datos en tiempo real y la automatización de decisiones, lo que mejora la visibilidad y el control de inventarios. Igualmente, Wahedi et al. (2023) y Raghuram et al. (2023) recomiendan el uso de métodos de aprendizaje automático (ML) para la previsión de la demanda y la gestión de inventarios, destacando la precisión y eficiencia que estos métodos pueden ofrecer. Además, Yang et al. (2021) mencionan la utilización de sistemas de estanterías inteligentes que combinan RFID y agentes inteligentes, lo cual también se alinea con la adopción de tecnología avanzada para una mejor gestión del inventario.

Sin embargo, hay diferencias en la manera en que se aborda la implementación práctica de estas tecnologías. Mientras que Salih et al. (2023) sugieren un enfoque integral que incluye la automatización con sistemas basados en inteligencia artificial, la formación del personal

y la colaboración con consultores de TI, Wahedi et al. (2023) se centran más en la selección de los métodos de ML adecuados para optimizar la gestión de inventarios, considerando los recursos limitados de las pequeñas empresas. Por otro lado, Puka et al. (2021) proponen un enfoque flexible basado en reglas de decisión, lo que contrasta con los enfoques más tecnológicos y automatizados de otros estudios.

En cuanto a vacíos en la literatura, aunque muchos estudios proponen soluciones avanzadas y tecnológicas, hay una falta de consenso sobre la escalabilidad y la viabilidad práctica de estas soluciones en diferentes contextos industriales. Por ejemplo, mientras que el estudio de Evgenievich et al. (2021) sugiere el uso de modelos matemáticos y simulaciones para optimizar la gestión de inventarios, no queda claro cómo estas soluciones se aplicarían en industrias con menos recursos tecnológicos y financieros. Además, aunque Weisshuhn et al. (2021) destacan la implementación de tecnología IoT para un sistema de reposición inteligente, no abordan en profundidad los desafíos y costos asociados con la implementación de tales sistemas en pequeñas empresas.

Otra área que podría beneficiarse de mayor investigación es la comparación directa de la eficacia de diferentes métodos tecnológicos y matemáticos en la mejora de la gestión de inventarios. Por ejemplo, Kim et al. (2022) mencionan la estimación de densidad kernel 2D y modelos de pronóstico basados en LSTM, pero no comparan estos enfoques con los métodos propuestos por otros estudios como los algoritmos híbridos ABC-Chaos discutidos en el artículo sobre la clasificación multi-índice y control de inventarios en la industria manufacturera discreta. Este tipo de comparación podría ayudar a las pequeñas empresas a seleccionar la solución más adecuada para sus necesidades específicas.

En resumen, aunque existe un acuerdo general sobre la importancia de adoptar tecnologías avanzadas para mejorar la gestión de inventarios en pequeñas empresas, hay variaciones significativas en los enfoques específicos recomendados por diferentes estudios. Además, se identifican ciertos vacíos en la literatura, especialmente en términos de la aplicabilidad práctica y la comparación de la eficacia de diferentes métodos tecnológicos y matemáticos. Esto sugiere la necesidad de más estudios empíricos y comparativos para guiar mejor a las

pequeñas empresas en la selección e implementación de estrategias de gestión de inventarios.

## 2. P2: ¿Cómo puede el aprendizaje automático beneficiar a las pequeñas empresas en la toma de decisiones? 3

Los estudios coinciden en señalar que el aprendizaje automático (ML) puede mejorar significativamente la toma de decisiones en pequeñas empresas al proporcionar predicciones más precisas y optimizadas. Altman et al. (2023) y Christian F. et al. (2023) destacan que ML permite predecir riesgos financieros y optimizar la gestión de inventarios y estrategias de marketing, basándose en el análisis de datos históricos y en tiempo real. Además, estas tecnologías permiten la personalización del servicio al cliente y la automatización de tareas repetitivas, lo que incrementa la eficiencia operativa.

Por otro lado, Feurer et al. (2021) y Cakit et al. (2022) se enfocan en la implementación práctica de ML mediante plataformas como OpenML y algoritmos específicos como KNN, que optimizan la planificación y control de producción. Estas herramientas permiten a las pequeñas empresas manejar datos de manera eficiente, mejorar la calidad de las decisiones y ajustar recursos según las demandas del mercado. Sin embargo, Cakit et al. señalan la necesidad de considerar limitaciones específicas del entorno industrial, lo cual indica que la aplicabilidad de ML puede variar dependiendo del contexto.

Además, Wang et al. (2023) y Rothacher y Strobl resaltan el uso de ML para analizar grandes volúmenes de datos no estructurados y mejorar la identificación de factores críticos que afectan el desempeño empresarial. Mientras Wang et al. se centran en la clasificación de opiniones en redes sociales para mejorar servicios educativos, Rothacher y Strobl utilizan técnicas como random forests y el método de Hapfelmeier para seleccionar variables relevantes, lo que ayuda a evitar decisiones erróneas y optimiza la cadena de suministro.

Cao et al. (2023) y Kai et al. (2023) demuestran la aplicación de ML en contextos más específicos como las máquinas expendedoras y el mantenimiento predictivo,

respectivamente. Cao et al. utilizan algoritmos de clustering y redes neuronales para <sup>47</sup> mejorar la eficiencia en la gestión de inventarios en tiempo real, mientras que Kai et al. combinan ML con IoT y Fog Computing para implementar modelos de mantenimiento predictivo, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo costos por fallas inesperadas.

Merluzzi et al. (2021) y Sagi et al. (2021) presentan enfoques innovadores para optimizar recursos y facilitar la comprensión de modelos complejos de ML. Merluzzi et al. proponen estrategias de asignación dinámica de recursos en redes inalámbricas, lo cual ayuda a las pequeñas empresas a equilibrar el consumo de energía y la latencia, mejorando la toma de decisiones basada en datos precisos. Sagi et al. sugieren convertir modelos complejos como XGBoost en árboles de decisión interpretables, aumentando la transparencia y confianza en los modelos utilizados por las pequeñas empresas.

Finalmente, Meena et al. (2022) comparan diferentes modelos de ML como ARIMA, SARIMA y LSTM en la predicción de beneficios empresariales, concluyendo que las redes neuronales recurrentes (LSTM) proporcionan las predicciones más precisas. Esta precisión en la planificación financiera permite a las pequeñas empresas tomar decisiones más estratégicas e informadas sobre su futuro financiero.

En resumen, aunque los estudios coinciden en los beneficios generales de ML para la toma de decisiones en pequeñas empresas, existen diferencias en los enfoques y aplicaciones específicas. Algunos estudios se centran en la optimización operativa y la gestión de recursos, mientras que otros destacan la importancia de la transparencia y la precisión en la predicción de resultados financieros. Además, se identifican ciertos vacíos en la literatura respecto a la aplicabilidad y escalabilidad de estas soluciones en diferentes contextos industriales, lo que sugiere la necesidad de más investigación empírica y comparativa para guiar a las pequeñas empresas en la implementación de estrategias de aprendizaje automático.

3. **P3: ¿Cuáles son los desafíos comunes que enfrentan las pequeñas empresas?**

Los desafíos comunes que enfrentan las pequeñas empresas, según Kindström et al. (2024), incluyen la necesidad de establecer estructuras de liderazgo efectivas, construir equipos directivos eficientes, y clarificar los roles de los propietarios. Estos desafíos gerenciales son fundamentales para el crecimiento sostenido y exitoso de las pequeñas empresas. Además, se resalta la importancia de desarrollar estrategias empresariales claras, establecer metas definidas y proporcionar visiones inspiradoras que fomenten el compromiso entre los empleados. La toma de decisiones, la delegación de tareas, y la capacidad de asumir diversos roles de liderazgo también son esenciales para adaptarse a entornos organizativos futuros más complejos. Asimismo, la gestión de personas y la necesidad de reclutar y desarrollar habilidades relevantes son cruciales para el éxito de las pequeñas empresas.<sup>36</sup>

Guenther, Lehen y Rilke (2021) subrayan los desafíos relacionados con la implementación de prácticas formales de gestión de recursos humanos, como la retroalimentación anual de desempeño. Las limitaciones en recursos financieros, humanos y tecnológicos dificultan la implementación de estos sistemas en pequeñas empresas. La necesidad de equilibrar la flexibilidad e informalidad característica con la introducción de prácticas más formales es otro desafío significativo. Además, la cultura organizacional y el avance de la digitalización afectan la percepción y aplicación de estas prácticas, impactando la satisfacción de los empleados. Encontrar un equilibrio adecuado entre formalización y flexibilidad es crucial para garantizar la satisfacción laboral en las PYMES.

Torres et al. (2021) identifican los errores humanos en tareas críticas de ensamblaje como un desafío significativo para las pequeñas empresas en el sector manufacturero. La identificación y mitigación de estos errores son fundamentales para mejorar la calidad y eficiencia del proceso de fabricación. Sin embargo, las pequeñas empresas a menudo carecen de recursos para implementar sistemas sofisticados de gestión de calidad. Estrategias como mejorar las instrucciones de ensamblaje y reducir las distracciones pueden ayudar a mitigar los errores humanos, pero se requiere una consideración más profunda de los factores organizativos e individuales para abordar estos desafíos de manera efectiva.<sup>37</sup>

Best et al. (2021) se enfocan en la gestión eficiente del inventario como un desafío común, especialmente en el contexto minorista. Las discrepancias de inventario positivas, donde hay más inventario en mano que el registrado en el sistema, representan un problema importante. Estas discrepancias pueden surgir debido a errores operativos y procesos propensos a errores. Para las pequeñas empresas, que a menudo tienen recursos limitados, abordar estos desafíos es aún más difícil <sup>32</sup> debido a la falta de experiencia en la gestión de inventarios y la disponibilidad de tecnología adecuada. La comprensión de las causas detrás <sup>17</sup> de las discrepancias de inventario y la implementación de estrategias efectivas <sup>17</sup> son cruciales para el éxito operativo y financiero de las pequeñas empresas en el sector minorista.

Chen et al. (2022) destacan la ineficiencia de los métodos tradicionales de gestión manual de inventarios y proponen la adopción de tecnología RFID para mejorar la eficiencia operativa. La integración de lectores RFID en vehículos y dispositivos portátiles permite la interrogación remota en tiempo real de atributos de inventario, reduciendo errores y mejorando la seguridad vial. Aunque el estudio proporciona resultados cualitativos sobre <sup>39</sup> la efectividad del sistema, se señala la necesidad de un análisis más profundo sobre la seguridad y privacidad de los datos, así como pruebas adicionales <sup>39</sup> en condiciones adversas para evaluar la robustez del sistema.

Kallmuenzer et al. (2024) abordan desafíos como la resistencia al cambio, la cultura empresarial tradicional y la limitada disponibilidad de recursos financieros. Para superar estos obstáculos, es crucial fomentar la adopción de tecnologías digitales, mejorar las habilidades digitales de los empleados y considerar soluciones digitales accesibles y establecidas. También es importante explorar cómo superar las barreras identificadas y fomentar una mayor adopción de tecnologías innovadoras en este sector.

Bradač et al. (2023) mencionan las limitaciones financieras y la falta de personal capacitado como obstáculos significativos para la digitalización en pequeñas empresas. Mejorar la capacitación del personal en habilidades digitales y buscar soluciones de financiamiento son fundamentales para adoptar tecnologías digitales accesibles. Además, se sugiere que futuras investigaciones exploren métodos mixtos que integren datos

<sup>27</sup> cuantitativos con estudios de caso cualitativos para una comprensión más profunda de las experiencias de las empresas.

<sup>29</sup> Jarašunien et al. (2023) indican que la adopción de tecnologías IoT puede mejorar significativamente la gestión de almacenes al optimizar la precisión del inventario y la eficiencia operativa. Esta tecnología permite a las pequeñas empresas responder de manera más efectiva a las demandas del mercado y mejorar la satisfacción del cliente.

Mohr et al. (2021) abordan la necesidad de predecir con precisión los tiempos de ejecución de algoritmos de aprendizaje automático en diversos conjuntos de datos. Mejorar la eficiencia de estos algoritmos puede ayudar a las pequeñas empresas a optimizar sus operaciones y procesos críticos, lo que es esencial para enfrentar los desafíos en un entorno empresarial competitivo.

Kumar et al. (2023) proponen una metodología para la predicción de carga eléctrica a corto plazo utilizando el algoritmo M5P combinado con un Algoritmo Genético Elitista y Selección de Características Híbridas basada en Random Forest. Esta combinación mejora la precisión de las predicciones de carga, lo que permite a las pequeñas empresas gestionar mejor la demanda de energía y optimizar sus costos operativos.

<sup>31</sup> En conclusión, los desafíos comunes que enfrentan las pequeñas empresas abarcan una amplia gama de áreas, desde la gestión de liderazgo y recursos humanos hasta la adopción de tecnologías digitales y la optimización de inventarios. La literatura resalta la necesidad de equilibrar la formalización y la flexibilidad, mejorar la eficiencia operativa mediante tecnologías avanzadas, y adoptar soluciones innovadoras para superar las limitaciones financieras y de recursos. Sin embargo, existen vacíos en la investigación sobre la implementación práctica de estas soluciones en diferentes contextos industriales, lo que sugiere la necesidad de estudios más profundos y específicos para proporcionar guías prácticas a las pequeñas empresas.

#### 4. P4: ¿Qué oportunidades brindan las tecnologías emergentes a las pequeñas empresas?

52

Los estudios revisados coinciden en que las tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas (IoT), la realidad aumentada, la realidad virtual, y herramientas avanzadas de análisis de datos, ofrecen oportunidades significativas para las pequeñas empresas. En primer lugar, varios autores, como Tyler et al. (2023) y Aligarh et al. (2023), destacan que estas tecnologías permiten mejorar la eficiencia operativa y reducir costos mediante la automatización de procesos y la optimización de recursos. Esto sugiere un consenso general sobre el potencial de las tecnologías emergentes para mejorar la gestión interna y operativa de las pequeñas empresas, haciéndolas más competitivas en el mercado.

35

Además, tanto Tyler et al. (2020) como Li et al. (2021) señalan que las tecnologías emergentes, incluyendo la realidad aumentada y la inteligencia artificial, ofrecen a las pequeñas empresas la capacidad de diferenciarse en el mercado. Estas tecnologías facilitan la personalización de la experiencia del cliente y la adopción de prácticas sostenibles, aspectos que pueden posicionar a las empresas como líderes en sus respectivos sectores. Este enfoque en la diferenciación y la innovación destaca cómo las tecnologías emergentes no solo mejoran la eficiencia, sino que también fomentan la capacidad de adaptación y respuesta al cambio en un entorno empresarial dinámico.

Sin embargo, existen algunas contradicciones y vacíos en la literatura. Por ejemplo, mientras que algunos estudios enfatizan la mejora de la competitividad a través de la diferenciación y la eficiencia operativa, otros como Boursinos et al. (2021) y Karabadji et al. (2023) se centran más en la aplicación específica de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) para la mejora de la seguridad cibernética y la detección de amenazas. Estos enfoques, aunque importantes, podrían no abordar de manera integral todas las oportunidades que las tecnologías emergentes ofrecen a las pequeñas empresas en términos de innovación y crecimiento sostenible.

5

En resumen, aunque hay un consenso sobre el potencial de las tecnologías emergentes para transformar positivamente las operaciones y la competitividad de las pequeñas empresas, también existen áreas donde se necesitan más investigaciones para explorar completamente

todas las dimensiones y aplicaciones de estas tecnologías en diferentes contextos empresariales.

### 3.3.4 CONCLUSIONES

El aprendizaje automático permite a las pequeñas empresas mejorar la precisión <sup>74</sup> en la predicción de la demanda, optimizar los niveles de inventario y personalizar estrategias de marketing y ventas, lo cual es crucial para competir eficazmente en el mercado.

Las pequeñas empresas enfrentan desafíos significativos como errores humanos en la gestión de inventarios y limitaciones financieras para la adopción de tecnologías digitales. La capacitación del personal y la implementación gradual de tecnologías emergentes son cruciales para superar estas barreras.

Tecnologías como IoT, aprendizaje automático y automatización proporcionan oportunidades para mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y diferenciarse en el mercado.

## CONCLUSIONES GENERALES

La gestión eficiente de inventarios es esencial para equilibrar la oferta y la demanda, reducir los costos de almacenamiento <sup>38</sup> y prevenir la escasez de productos, aspectos fundamentales para la eficiencia operativa y la rentabilidad de las MYPES.

La integración de técnicas de machine learning en la gestión de inventarios ofrece ventajas significativas, como la capacidad de prever la demanda, optimizar los niveles de inventario <sup>73</sup> y mejorar la precisión en las decisiones de compra y producción.

A pesar de estos beneficios, las MYPES enfrentan desafíos como la inversión inicial en tecnología, la capacitación del personal <sup>50</sup> y la integración con sistemas existentes, lo que puede limitar la adopción de soluciones avanzadas para la gestión de inventarios.

El enfoque cuantitativo utilizado en el estudio proporciona un marco sólido para recopilar datos numéricos sobre la gestión de inventarios en MYPES de Lima Metropolitana, permitiendo el desarrollo y la evaluación de soluciones tecnológicas basadas en machine learning.

La adopción de estándares como ISO 9001, ISO 31000 y prácticas ágiles como SCRUM y Kanban son fundamentales <sup>16</sup> para asegurar la calidad, gestionar riesgos y optimizar procesos en la implementación de soluciones tecnológicas para la gestión de inventarios.

La revisión del estado del arte muestra un creciente interés en el uso de machine learning y tecnologías avanzadas para mejorar la gestión de inventarios, destacando la necesidad de continuar investigando y desarrollando nuevas metodologías adaptadas a las necesidades específicas de las MYPES. <sup>1</sup>

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Almeyda,C.G.(2021). *Diseño de un modelo de gestión colaborativo en una empresa del sector retail en Perú aplicando la metodología S&OP y herramientas de Gestión de procesos, Gestión de la demanda y Gestión de inventarios*. Repositorio UPC.  
<http://hdl.handle.net/10757/657323>
- Altman, E. I., Balzano, M., Giannozzi, A., & Srhoj, S. (2023). *Revisiting SME default predictors: The Omega Score*. *Journal of Small Business Management*, 61(6), 2383–2417. <https://doi.org/10.1080/00472778.2022.2135718>
- Ceballos Velo, E. (2022). Inteligencia artificial y aprendizaje automático en la gestión logística en la industria. <https://hdl.handle.net/10902/26687>
- COMEXPERU.(2022). *Las micro y pequeñas empresas en el Perú Resultados en 2022*. Recuperado de: <https://www.comexperu.org.pe/upload/articles/reportes/reporte-mypes-2022.pdf>
- Fieberg, C., Metko, D., Poddig, T., & Loy, T. (2023, marzo). *Machine learning techniques for cross-sectional equity returns' prediction*. Springer.  
<https://webofscience.upc.elogim.com/wos/woscc/full-record/WOS:000861119400001>
- Fuentes, D., Burgo, J., Sebastián Pérez, ) ;, & Ángel, M. (2022). *Comparative analysis of the board tool in the agile methodologies scrum, kanban and scrumban in software projects*. In *26 th International Congress on Project Management and Engineering Terrassa*.  
<http://dspace.aeipro.com/xmlui/handle/123456789/3286>
- Gartner, J., Maresch, D., & Tierney, R. (2024). *The key to scaling in the digital era:Simultaneous automation, individualization and interdisciplinarity*. *Journal of Small Business Management*, 62(2), 628–655. <https://doi.org/10.1080/00472778.2022.2073361>

Guenther, C., Lehnens, S., & Rilke, R. M. (2024). Formalization of annual performance feedback and employees' job satisfaction in the SME context. *Journal of Small Business Management*. <https://doi.org/10.1080/00472778.2024.2326576>

ICCSI.(n.f). *Evolución de la inteligencia artificial: de reglas heurísticas a aprendizaje profundo.* ICCSI.<https://iccsi.com.ar/evolucion-de-la-inteligencia-artificial/>

Inlog. (2023, mayo). *Retos y tendencias del sector logístico para el 2023.*<https://www.inlog.edu.pe/noticias/retos-y-tendencias-del-sector-logistico-para-el-2023/#:~:text=En%20el%202023%2C%20la%20industria,%2C%20ciberseguridad%2C%20entre%20otras%20demandas.>

Khandelwal, S., Gupta, P., Jain, A., Nehra, A., Yadav, G. S., Kushwaha, R., & Ramani, S. (2023). Machine learning-based probabilistic profitable model in algorithmic trading. *Journal of Electronic Imaging*, 32(1). <https://doi.org/10.1117/1.JEI.32.1.013039>

Kindström, D., Carlborg, P., & Nord, T. (2024). *Challenges for growing SMEs: A managerial perspective.* *Journal of Small Business Management*, 62(2), 700–723. <https://doi.org/10.1080/00472778.2022.2082456>

Mecalux. (2022, febrero). *Sobrestock: estrategias para evitarlo.* Mecalux News. <https://www.mecalux.pe/blog/sobrestock>

Qingju Zeng. (2022). *Análisis de características y optimización de rutas de redes neuronales heterogéneas en sistemas de asignación logística.* Recuperado de: <https://www.hindawi.com/journals/cin/2022/1713183/>

Raschka, S. (2022). *Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn: Develop machine learning and deep learning models with Python.* Recuperado de: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=SVxaEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=PyTorch+y++Scikit-learn&ots=1duKuTwGjf&sig=rQBgELeT5fe3LMKRh3iISqB9B60#v=onepage&q&f=false>

River.F. , Canales. R. (2023). Gestión de inventarios a través del Business Intelligence en una empresa del sector Retail: Caso Mumuso . Recuperado de:  
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/24102>

Strelnik, E., Usanova, D., Khairullin, I., Kamalova, A., & Beloglazova, E. (2023, octubre). *Impact of enterprise resource planning software implementation on companies' efficiency*. EDP Sciences. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85176731944&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=3effb2523fe8fd2fc56802242762988b&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28erp+and+logistic%29&sl=35&sessionSearchId=3effb2523fe8fd2fc56802242762988b&relpos=12>

Tyler, B. B., Lahneman, B., Cerrato, D., Cruz, A. D., Beukel, K., Spielmann, N., & Minciullo, M. (2023). *Environmental practice adoption in SMEs: The effects of firm proactive orientation and regulatory pressure*. Journal of Small Business Management.  
<https://doi.org/10.1080/00472778.2023.2218435>

Vennila, S., Karthikeyan, K. (2024) *An Economic Order Quantity Inventory Model for the Food Supply Chain with Waste Minimization based on a Circular Economy*. Springer link.<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85187191984&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=99a78e8bea4d67302aa4cef5b1a2a42f&sot=b&sdt=b&s=AUTH%28Vennila+S.+Karthikeyan+K.%29&sl=31&sessionSearchId=99a78e8bea4d67302aa4cef5b1a2a42f&relpos=0>

# TI\_Guevara\_Ore\_Franco\_Jimmy.docx

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

- |   |  |      |
|---|--|------|
| 1 | Submitted to Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas | 1 %  |
| 2 | www.coursehero.com                                     | <1 % |
| 3 | hdl.handle.net   | <1 % |
| 4 | www.researchgate.net                                   | <1 % |
| 5 | noesis.uis.edu.co                                      | <1 % |
| 6 | repositorioacademico.upc.edu.pe                        | <1 % |
| 7 | www.theinsightpartners.com                             | <1 % |
| 8 | moam.info  | <1 % |
| 9 | www.seidor.com   | <1 % |
- 1 Submitted to Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas 1 %  
Trabajo del estudiante
- 2 www.coursehero.com <1 %  
Fuente de Internet
- 3 hdl.handle.net <1 %  
Fuente de Internet
- 4 www.researchgate.net <1 %  
Fuente de Internet
- 5 noesis.uis.edu.co <1 %  
Fuente de Internet
- 6 repositorioacademico.upc.edu.pe <1 %  
Fuente de Internet
- 7 www.theinsightpartners.com <1 %  
Fuente de Internet
- 8 moam.info <1 %  
Fuente de Internet
- 9 www.seidor.com <1 %  
Fuente de Internet

		<1 %
10	<a href="#">tesis.pucp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="#">blog.seidor.com</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="#">www.aicad.es</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="#">repositorio.uladech.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="#">issuu.com</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="#">Submitted to Universidad Internacional de la Rioja</a> Trabajo del estudiante	<1 %
16	<a href="#">grupoenconcreto.com</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="#">qdoc.tips</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="#">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="#">doku.pub</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="#">Submitted to Universidad EAN</a> Trabajo del estudiante	<1 %

<1 %

---

21 Submitted to Universidad TecMilenio <1 %  
Trabajo del estudiante

22 prezi.com <1 %  
Fuente de Internet

23 Submitted to Universidad Argentina John F. <1 %  
Kennedy  
Trabajo del estudiante

24 zaguan.unizar.es <1 %  
Fuente de Internet

25 Submitted to Mountain Lakes High School <1 %  
Trabajo del estudiante

26 aws.amazon.com <1 %  
Fuente de Internet

27 doaj.org <1 %  
Fuente de Internet

28 ri.ues.edu.sv <1 %  
Fuente de Internet

29 www.escuelaeuropeaexcelencia.com <1 %  
Fuente de Internet

30 Submitted to ITESM: Instituto Tecnológico y <1 %  
de Estudios Superiores de Monterrey  
Trabajo del estudiante

---

- 31 [sectoreducativoblog.wordpress.com](http://sectoreducativoblog.wordpress.com) <1 %  
Fuente de Internet
- 32 [www.kobechina.com.cn](http://www.kobechina.com.cn) <1 %  
Fuente de Internet
- 33 JORGE ESTEBAN HERNÁNDEZ HORMAZÁBAL.  
"PROPUESTA DE UNA ARQUITECTURA PARA  
EL SOPORTE DE LA PLANIFICACIÓN DE LA  
PRODUCCIÓN COLABORATIVA EN CADENAS  
DE SUMINISTRO DE TIPO ÁRBOL", Universitat  
Politecnica de Valencia, 2011 <1 %  
Publicación
- 34 [search.bvsalud.org](http://search.bvsalud.org) <1 %  
Fuente de Internet
- 35 [www.diariodelexportador.com](http://www.diariodelexportador.com) <1 %  
Fuente de Internet
- 36 [www.educacionargentina.net](http://www.educacionargentina.net) <1 %  
Fuente de Internet
- 37 [www.fluke.com](http://www.fluke.com) <1 %  
Fuente de Internet
- 38 Pedro Pablo Poveda Orjuela. "Configuración  
de un modelo conceptual para los sistemas  
de gestión "qhse3+", con perspectiva de  
rendimiento energético y administración  
integral de riesgos", Universitat Politecnica de  
Valencia, 2021 <1 %  
Publicación

39	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
40	Submitted to Fundación Universitaria Católica del Norte, Trabajo del estudiante	<1 %
41	uaeh.redalyc.org Fuente de Internet	<1 %
42	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1 %
43	www.cacic2016.unsl.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
44	www.thepowermba.com Fuente de Internet	<1 %
45	Submitted to Colegio de Estudios Superiores de Administración, CESA Trabajo del estudiante	<1 %
46	Edgar Fernando Vasquez Reyes. "Factores críticos para la adopción de las TIC en micro y pequeñas empresas industriales", Industrial Data, 2021 Publicación	<1 %
47	Geng Sasaki, Ana Pamela   Parra Otarola, Aristoteles   Minaya Barreto, María Ángela   Villalobos Castañeda, Wilver Paul. "Modelo Prolab: Plan de Negocios Synfony	<1 %

# Ecommerce", Pontificia Universidad Católica del Perú (Peru), 2023

Publicación

48	<a href="https://dspace.aeipro.com">dspace.aeipro.com</a>	<1 %
49	<a href="https://repository.ucc.edu.co">repository.ucc.edu.co</a>	<1 %
50	<a href="#">Submitted to UTEC Universidad de Ingeniería &amp; Tecnología</a>	<1 %
	Trabajo del estudiante	
51	<a href="https://ri-ng.uaq.mx">ri-ng.uaq.mx</a>	<1 %
52	<a href="https://www.cognizant.com">www.cognizant.com</a>	<1 %
53	<a href="https://www.theibfr.com">www.theibfr.com</a>	<1 %
54	Cristian Daniel Chiñas Palacios. "Bio-Inspired Algorithms and Artificial Neural Networks Applied to Smart Load Management Systems to Optimize Energy Usage", Universitat Politecnica de Valencia, 2024	<1 %
	Publicación	
55	<a href="#">Submitted to Ilerna Online</a>	<1 %
	Trabajo del estudiante	
56	<a href="https://es.infor.com">es.infor.com</a>	<1 %
	Fuente de Internet	

57	expeditiorepositorio.utadeo.edu.co Fuente de Internet	<1 %
58	lanbide.net Fuente de Internet	<1 %
59	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
60	Submitted to Corporación Universitaria Iberoamericana Trabajo del estudiante	<1 %
61	Submitted to ULACIT Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología Trabajo del estudiante	<1 %
62	revistasic.es Fuente de Internet	<1 %
63	Submitted to Corporación Universitaria del Sucre - Corposucre Trabajo del estudiante	<1 %
64	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
65	mail.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1 %
66	planetachatbot.com Fuente de Internet	<1 %
67	rua.ua.es Fuente de Internet	<1 %

68	enermaps.openaire.eu Fuente de Internet	<1 %
69	www.redalyc.org Fuente de Internet	<1 %
70	Submitted to Centro Europeo de Postgrado - CEUPE Trabajo del estudiante	<1 %
71	Submitted to Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui Trabajo del estudiante	<1 %
72	Rincon Vargas, Ratzanyel Daniel. "Prediccion de la pobreza laboral en Mexico mediante indices de corto plazo basados en algoritmos de machine learning", El Colegio de Mexico, 2022 Publicación	<1 %
73	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD Trabajo del estudiante	<1 %
74	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
75	Submitted to Universitat Politècnica de València Trabajo del estudiante	<1 %
76	addi.ehu.es Fuente de Internet	<1 %

77	catalonica.bnc.cat Fuente de Internet	<1 %
78	tecnosylva.es Fuente de Internet	<1 %
79	www.eafit.edu.co Fuente de Internet	<1 %
80	www.scanda.com.mx Fuente de Internet	<1 %
81	www.sipromicro.com Fuente de Internet	<1 %
82	www.wto-ilibrary.org Fuente de Internet	<1 %
83	Submitted to Instituto Superior Tecnológico Espíritu Santo Trabajo del estudiante	<1 %
84	es.mathworks.com Fuente de Internet	<1 %
85	www.hrw.org Fuente de Internet	<1 %
86	www.isotools.org Fuente de Internet	<1 %
87	Submitted to Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC Trabajo del estudiante	<1 %

88	Submitted to University of Wales central institutions	<1 %
89	atos.net Fuente de Internet	<1 %
90	blogthinkbig.com Fuente de Internet	<1 %
91	cbdcona.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
92	docs.google.com Fuente de Internet	<1 %
93	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
94	dspace.utb.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
95	elagricultoreficiente.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
96	erepo.unud.ac.id Fuente de Internet	<1 %
97	kipdf.com Fuente de Internet	<1 %
98	notablesdelaciencia.conicet.gov.ar Fuente de Internet	<1 %
99	produccioncientificaluz.org	

Fuente de Internet

<1 %

100 [scielo.sld.cu](http://scielo.sld.cu)  
Fuente de Internet

<1 %

101 [sedici.unlp.edu.ar](http://sedici.unlp.edu.ar)  
Fuente de Internet

<1 %

102 [www.aut-ur.org](http://www.aut-ur.org)  
Fuente de Internet

<1 %

103 [www.bolsasymercados.es](http://www.bolsasymercados.es)  
Fuente de Internet

<1 %

104 [www.cepis.ops-oms.org](http://www.cepis.ops-oms.org)  
Fuente de Internet

<1 %

105 [www.cuidatudinero.com](http://www.cuidatudinero.com)  
Fuente de Internet

<1 %

106 [www.did.qc.ca](http://www.did.qc.ca)  
Fuente de Internet

<1 %

107 [www.dnv.cl](http://www.dnv.cl)  
Fuente de Internet

<1 %

108 [www.ivpressonline.com](http://www.ivpressonline.com)  
Fuente de Internet

<1 %

109 [www.lasegunda.com](http://www.lasegunda.com)  
Fuente de Internet

<1 %

110 [www.lr.org](http://www.lr.org)  
Fuente de Internet

<1 %

111

[www.redrrpp.com.ar](http://www.redrrpp.com.ar)

Fuente de Internet

<1 %

112

[www.sencico.gob.pe](http://www.sencico.gob.pe)

Fuente de Internet

<1 %

---

Excluir citas      Activo  
Excluir bibliografía      Activo

Exclude assignment template      Activo  
Excluir coincidencias < 10 words