

Transformation of Logistics in the Retail Sector through Industry 4.0: A Systematic Review

Jhosy Oshinn Ñivin Silvestre¹  ; Milagros Alexandra Peña Cervantes² ; Luis Enrique Medina Castañeda³ ; Torres Mayanga, Paulo Cesar⁴ 

First to fourth Author's Universidad Tecnológica del Perú, Perú, U20102463@utp.edu.pe, U20230875@utp.edu.pe, C20889@utp.edu.pe, C22786@utp.edu.pe

Abstract- This study presents a systematic review on the impact of Industry 4.0 technologies on logistics within the retail sector. Based on the analysis of 22 scientific articles, it identifies the most widely adopted technologies—such as the Internet of Things (IoT), Blockchain, RFID, Big Data, robotics, and artificial intelligence—and their applications in key areas including warehousing, inventory management, and distribution. The findings indicate that these technologies not only enhance operational efficiency and reduce costs, but also improve traceability, responsiveness, and customer experience. Additionally, positive effects on sustainability and strategic digitalization are documented. The evidence suggests that the adoption of Industry 4.0 tools is essential for the competitiveness of modern retail, and highlights the need for further research into their real-world impact, particularly in emerging regions.

Keywords: Industry 4.0, logistics, retail, emerging technologies, digital transformation.

Transformación de la logística en el sector minorista mediante la Industria 4.0: una revisión sistemática

Jhosy Oshinn Nivin Silvestre¹ ; Milagros Alexandra Peña Cervantes² ; Luis Enrique Medina Castañeda³ ; Torres Mayanga, Paulo Cesar⁴ 

First to fourth Author's Universidad Tecnológica del Perú, Perú, U20102463@utp.edu.pe, U20230875@utp.edu.pe, C20889@utp.edu.pe, C22786@utp.edu.pe

Resumen- Este estudio presenta una revisión sistemática sobre el impacto de la Industria 4.0 en la logística del sector minorista. A partir del análisis de 22 artículos científicos, se identifican las tecnologías más implementadas —como el Internet de las Cosas (IoT), Blockchain, RFID, Big Data, robótica e inteligencia artificial— y sus aplicaciones en áreas clave como almacenes, inventarios y distribución. Los hallazgos muestran que estas herramientas no solo mejoran la eficiencia operativa y reducen los costos, sino que también incrementan la trazabilidad, la capacidad de respuesta y la experiencia del cliente. Además, se documentan beneficios en sostenibilidad y digitalización estratégica. La evidencia sugiere que la adopción de estas tecnologías es esencial para la competitividad del retail moderno, y se destaca la necesidad de continuar investigando su impacto en entornos logísticos reales, especialmente en regiones emergentes.

Palabras clave- Industria 4.0, logística, retail, tecnologías emergentes, transformación digital.

I. INTRODUCCIÓN

La Industria 4.0 representa una nueva etapa en la evolución industrial, caracterizada por la integración de tecnologías emergentes como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), el Big Data, la robótica y Blockchain. Estas herramientas han transformado significativamente los procesos empresariales, no solo mediante la digitalización y automatización, sino también a través de una mejora sustancial en la toma de decisiones, la eficiencia operativa y la personalización de servicios [1-3].

La Industria 4.0 representa una nueva etapa en la evolución industrial, caracterizada por la integración de tecnologías emergentes como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), el Big Data, la robótica y Blockchain. Estas herramientas han transformado significativamente los procesos empresariales, no solo mediante la digitalización y automatización, sino también a través de una mejora sustancial en la toma de decisiones, la eficiencia operativa y la personalización de servicios [4].

Frente a esta situación, la adopción de tecnologías asociadas a la Industria 4.0 se presenta como una estrategia clave para enfrentar dichas limitaciones. La automatización inteligente, la trazabilidad digital y el análisis predictivo permiten a las empresas del sector retail mejorar no solo la eficiencia logística, sino también la experiencia del cliente y su posicionamiento competitivo [5-7].

Este trabajo tiene como propósito analizar, mediante una revisión sistemática de la literatura científica, cómo la

implementación de tecnologías de la Industria 4.0 está transformando los procesos logísticos en el retail. Se busca identificar los beneficios documentados, los principales entornos de aplicación y las barreras actuales que enfrentan las empresas. Además, se discuten ejemplos reales de adopción tecnológica, con el fin de evidenciar la aplicabilidad práctica de las innovaciones detectadas.

El documento está organizado de la siguiente manera: en la sección 2 se detalla la metodología utilizada, con énfasis en el enfoque PICO; en la sección 3 se presentan los resultados cuantitativos derivados del análisis de los estudios seleccionados; la sección 4 discute los hallazgos a la luz de casos reales y literatura previa; y la sección 5 expone las principales conclusiones y recomendaciones para futuras investigaciones.

II. METODOLOGÍA

Este estudio se fundamenta en una Revisión Sistemática de la Literatura (RSL), orientada a identificar los avances y aplicaciones de las tecnologías de la Industria 4.0 en los procesos logísticos del sector retail. Se aplicó el enfoque metodológico PICO para estructurar las preguntas de investigación, siguiendo criterios derivados de estudios comparativos [8].

A. Pregunta PICO y sus componentes

Con base en el modelo PICO (Población, Intervención, Comparación, Resultado), se formularon las siguientes preguntas de investigación presentadas en la Tabla I.

Tabla 1 – Preguntas PICOC.

	Preguntas	Palabras clave
P	RQ1: ¿Por qué el sector retail es clave para la adopción de tecnologías de la Industria 4.0?	Retail, tiendas por departamento, logística retail, almacenes.
I	RQ2: ¿Qué tecnologías de la Industria 4.0 han sido implementadas en la logística del retail?	Industria 4.0, Tecnología 4.0
C	RQ3: ¿Cómo se comparan estas tecnologías con los métodos logísticos tradicionales?	Metodologías tradicionales, empresas minoristas tradicionales,

		métodos de logística convencional
O	RQ4: ¿Cuáles son los principales beneficios observados en la logística tras su implementación?	Eficiencia, competitividad en el mercado, reducción de costo, satisfacción del cliente
C	RQ5: ¿En qué áreas específicas de la logística han sido más efectivas?	Logística, retail, tendencia de mercado, demanda del consumidor

Estas preguntas orientaron la búsqueda y el análisis posterior, permitiendo una exploración focalizada en las evidencias más relevantes.

B. Ecuación de búsqueda

La revisión se desarrolló exclusivamente en la base de datos Scopus, seleccionada por su cobertura multidisciplinaria y relevancia académica. La búsqueda se realizó en títulos, resúmenes y palabras clave, usando la siguiente ecuación:

TITLE-ABSKEY (retail OR "department stores" OR "retail trade" OR "retail logistics" OR "retail companies" OR "department stores") AND (4.0 OR "technologies" OR "Industry 4.0") AND (efficiency OR "cost reduction" OR "inventory accuracy" OR "customer satisfaction" OR "improved customer experience") AND (logistics OR "SUPPLY CHAIN" OR "retail" OR "commercial environment" OR "consumer demand" OR "competition in the retail sector" OR "market trends")

Se delimitaron los resultados al período 2020–2024, con idioma inglés y español.

C. Criterios de inclusión y exclusión

Para asegurar la objetividad y relevancia de los estudios seleccionados, se tuvo en cuenta criterios claros tanto de inclusión (CI) como de exclusión (CE).

Criterios de Inclusión:

CI1: Estudios enfocados en procesos logísticos del retail aplicando Industria 4.0.

CI2: Investigaciones que documenten mejoras logísticas verificables.

CI3: Estudios publicados entre 2020 y 2024.

CI4: Artículos en inglés o español.

Criterios de Exclusión:

CE1: Artículos sin relación directa con logística o Industria 4.0.

CE2: Estudios teóricos sin aplicación práctica o sin metodología empírica.

CE3: Publicaciones previas a 2020.

CE4: Artículos en idiomas distintos al inglés o español.

Estos criterios permitieron refinar la selección hacia estudios de alta relevancia y calidad metodológica.

D. Proceso de selección

La selección de artículos se estructuró siguiendo el flujo del modelo PRISMA. Inicialmente se identificaron 722 artículos. Tras eliminar duplicados y aplicar los filtros mencionados, se seleccionaron 22 estudios relevantes. El proceso se visualizó mediante el diagrama PRISMA (Figura 1), lo que asegura transparencia en la trazabilidad del muestreo documental.

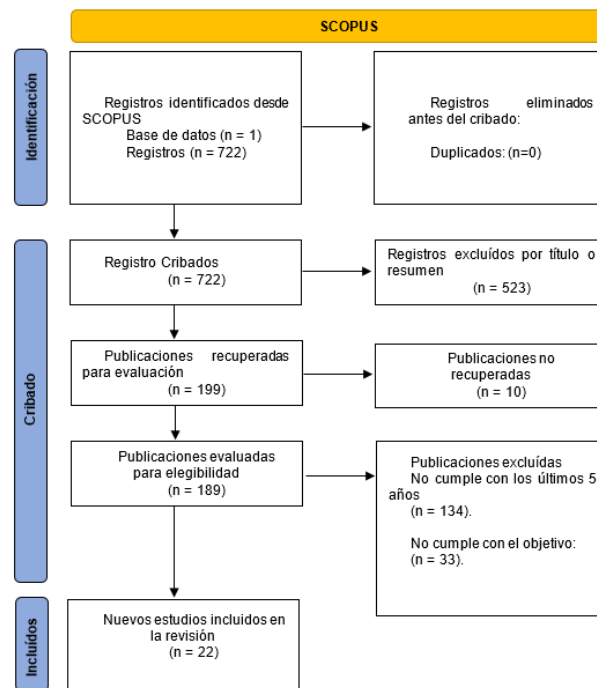


Fig. 1 Diagrama del flujo PRISMA.

La información extraída fue organizada en una matriz analítica, incluyendo los siguientes campos: título, año de publicación, país, tipo de tecnología aplicada, objetivos, hallazgos y beneficios observados. Esta sistematización permitió realizar un análisis comparativo y cuantitativo de las tecnologías aplicadas en el sector minorista, así como su distribución geográfica y evolución temporal.

III. RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis de los 22 artículos seleccionados mediante el proceso PRISMA. Cada estudio fue evaluado en función de su estructura metodológica, sus hallazgos y su contribución al conocimiento sobre la transformación logística en el sector retail. Los artículos abarcan una diversidad de contextos geográficos y enfoques tecnológicos, lo cual enriquece la comprensión sobre el impacto de la Industria 4.0 en distintas realidades logísticas. Este panorama comparativo proporciona a las empresas una base útil para identificar buenas prácticas, tendencias emergentes y áreas prioritarias de aplicación tecnológica.

Se analizaron 22 artículos seleccionados mediante el protocolo PRISMA, los cuales ofrecen evidencia sobre la aplicación de tecnologías de la Industria 4.0 en la logística del

sector retail. Estos estudios, procedentes de 14 países, reflejan un panorama global de transformación tecnológica, con énfasis en contextos geográficos como China, que concentra cinco publicaciones centradas en trazabilidad, automatización y transparencia logística.

TABLA 2 - Estudios seleccionados sobre Industria 4.0 aplicados a la logística del retail

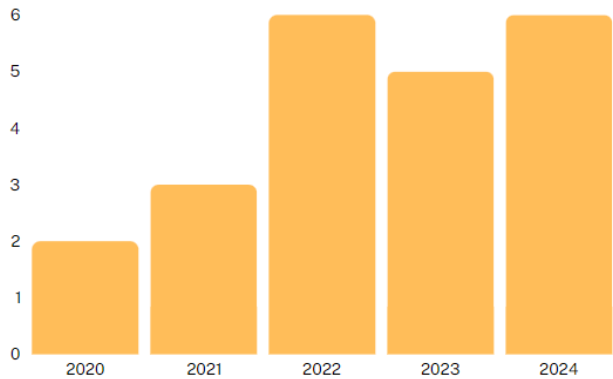
Artículo	Año	País	Tecnología del estudio
[8]	2024	China	Blockchain
[9]	2024	China	Internet de las cosas (IoT)
[10]	2023	Ucrania	Big data, tecnologías RFID, blockchain
[11]	2023	India	Internet de las cosas (IoT), RFID
[12]	2023	Indonesia	Internet de las cosas (IoT), Big data
[13]	2024	China	Blockchain
[14]	2024	EE.UU	Blockchain
[15]	2024	India	Blockchain, RFID
[16]	2022	Italia	Robótica y Automatización
[17]	2021	Australia	Big Data
[18]	2022	Suecia	Blockchain
[19]	2022	China	Big Data
[20]	2023	Perú	RFID
[21]	2024	India	Internet de las cosas (IoT)
[22]	2022	Malasia	Internet de las cosas (IoT), RFID
[23]	2020	Croacia	RFID
[24]	2020	España	Internet de las cosas (IoT)
[25]	2021	Arabia Saudita	Internet de las cosas (IoT), inteligencia artificial (IA)
[26]	2021	Serbia	RFID
[27]	2022	China	blockchain, Internet de las cosas (IoT), inteligencia artificial (IA)
[28]	2023	EE.UU	Inteligencia artificial (IA) y Robótica y Automatización
[29]	2022	Australia	RFID, Big data

La Tabla 2 resume los datos clave de estos estudios, incluyendo el año de publicación, país de origen y tecnologías aplicadas. Entre las herramientas más destacadas se encuentran el Internet de las Cosas (IoT), Blockchain, RFID y Big Data, cuya implementación ha permitido resolver desafíos logísticos tradicionales mediante una mayor visibilidad operativa, automatización de procesos y toma de decisiones basada en datos en tiempo real. Además de sus efectos en la eficiencia interna, los estudios reportan beneficios colaterales significativos: la reducción de tiempos de entrega, la disminución de pérdidas por sobrestock o quiebre de inventario, y la mejora en la capacidad de respuesta ante la demanda del consumidor. Estas transformaciones no solo impactan a nivel operativo, sino que también generan oportunidades laborales en nuevas áreas digitales, al mismo tiempo que contribuyen a la sostenibilidad ambiental a través de la optimización de rutas y la reducción de desperdicios [3, 9-12].

La Figura 2 muestra la evolución anual de publicaciones científicas sobre la aplicación de tecnologías de la Industria 4.0 en la logística del retail, en el periodo 2020–2024. Se observa un crecimiento sostenido en la producción

académica, con un incremento notable entre 2021 y 2022, alcanzando un pico del 27% en ese último año. Esta tendencia se mantiene en 2024, lo que sugiere un interés continuo en la digitalización de procesos logísticos, impulsado por la necesidad de optimizar recursos y aumentar la competitividad empresarial [13]. Este comportamiento se asocia a contextos postpandemia, donde las organizaciones buscan herramientas tecnológicas que les permitan adaptarse a entornos más dinámicos, digitales y sostenibles. Así, la Industria 4.0 no solo se consolida como un eje de modernización, sino también como un factor estratégico para garantizar la resiliencia operativa en el retail global.

Fig. 2 - Volumen de publicación anual sobre las tecnologías Industria 4.0 en el sector retail



La Figura 3 presenta las tecnologías de la Industria 4.0 más utilizadas en los estudios analizados, destacándose el Internet de las Cosas (IoT) con un 25% de adopción. Esta herramienta permite la captura y transmisión de datos en tiempo real, lo cual facilita una toma de decisiones más precisa en actividades como la gestión de inventarios, monitoreo de condiciones de transporte y optimización del servicio al cliente [4, 10, 14-17]. Su capacidad para manejar grandes volúmenes de información logística lo convierte en un recurso clave en entornos de alta demanda y complejidad [16, 18].

A continuación, se ubican Blockchain y RFID, con un 22% de presencia cada una en los estudios revisados. Blockchain destaca por sus aportes en la trazabilidad y seguridad de la cadena de suministro, mientras que RFID ha sido fundamental en la automatización de procesos de identificación, seguimiento y control de productos [4, 9, 11, 19]. Otras tecnologías como Big Data, robótica o inteligencia artificial presentan menores niveles de adopción, lo cual puede explicarse por barreras como el alto costo de implementación, la falta de personal capacitado o la incompatibilidad con infraestructuras logísticas tradicionales. Sin embargo, su creciente exploración en la literatura sugiere una potencial expansión futura en el sector.

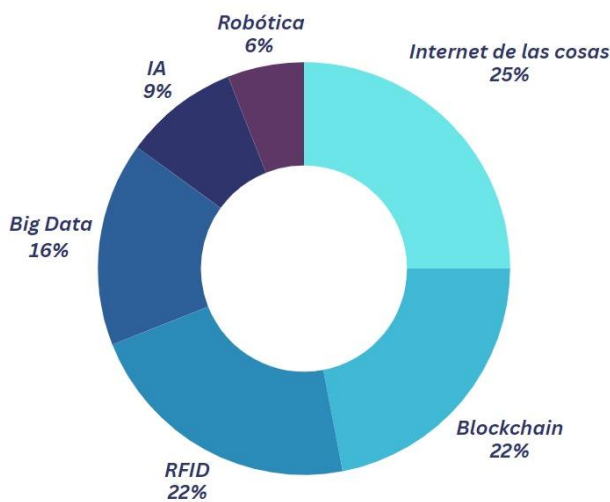


Fig. 3 Principales tecnologías aplicadas de la industria 4.0 en el sector retail

La Figura 4 muestra la distribución porcentual de adopción tecnológica en distintas áreas de la logística del sector retail. Las áreas con mayor presencia son la gestión de almacenes y la distribución, ambas con un 27%, lo que refleja la prioridad de las empresas por automatizar operaciones clave en la cadena de suministro y mejorar la trazabilidad y confiabilidad de los productos entregados al cliente final [9].

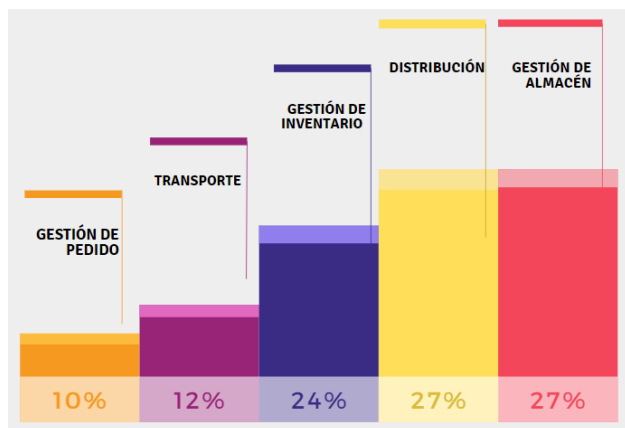


Fig. 4 Principales áreas de la logística del sector retail en los que se implementó la Industria 4.0

En segundo lugar, se encuentra la gestión de inventarios (24%), donde las tecnologías de la Industria 4.0 han sido implementadas para reducir quiebres de stock, evitar sobreabastecimientos y mejorar la experiencia de compra a través de una mayor disponibilidad y precisión en el manejo de productos.

Las áreas de transporte (12%) y gestión de pedidos (10%) registran menor nivel de adopción, posiblemente debido a limitaciones estructurales, mayor dependencia de factores externos o una menor percepción inmediata del retorno de inversión en estas funciones. No obstante, su inclusión incipiente en algunos estudios indica un creciente interés por digitalizar estos eslabones logísticos a mediano plazo.

TABLA 3 - Principales beneficios de la implementación de la Industria 4.0

Beneficio	Porcentaje	Autores
Reducción del tiempo de entrega	4%	[16][29]
Aumento de la eficiencia operativa	6%	[25] [27] [28]
Mejora de la sostenibilidad	7%	[17] [19][29][11]
Mejora la calidad	7%	[19][21][22][23]
Reducción del riesgo de productos falsificados	9%	[16][19][21][22][23]
Reducción de desperdicios	9%	[12][19][21][22][23]
Reducción de costos	13%	[11][12][15][20][22][26][29]
Optimización del inventario	15%	[10][11][12][15][20][22][26][29]
Optimización de rutas	17%	[12] [17] [19][29][11][12][17][19][21]
Mejora de la seguridad	19%	[8] [10] [12] [13] [14][15][17][18][19][27]
Optimización de los recursos	24%	[9][10] [11][12][17][19][21][22][23][24][25] [27][29]
Optimización de operaciones	24%	[9][10] [11][12][17][19][21][22][23][24][25] [27][29]

La Tabla 3 resume los principales beneficios identificados en los estudios analizados, derivados de la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 en el ámbito logístico del sector retail. El beneficio más citado es la optimización de recursos y operaciones, reportado en el 48% de los casos. Este resultado agrupa mejoras tanto en desempeño operativo como en la reducción de costos logísticos, validando el impacto positivo de la automatización y digitalización en la eficiencia global de la cadena de suministro [10].

En segundo lugar, se destacan los beneficios asociados a la protección de productos y la reducción de falsificaciones, con un 28% de mención. Tecnologías como Blockchain han sido claves en este aspecto, al ofrecer registros inalterables y trazabilidad confiable, lo cual fortalece la transparencia, la seguridad operativa y la reputación de la empresa [13].

Otros impactos relevantes incluyen la optimización de rutas (17%) y de inventarios (15%), ambos estrechamente ligados a la gestión de datos en tiempo real y a herramientas como IoT y Big Data. Estas mejoras permiten reducir los tiempos de entrega, minimizar desperdicios y mejorar el nivel de servicio ofrecido al cliente final.

Además de los beneficios técnicos y económicos, varios estudios documentan impactos sociales y ambientales positivos. Entre ellos se encuentran la reducción del desperdicio alimentario, mediante una gestión predictiva de inventario perecedero [20], y la disminución de la huella de carbono, producto de rutas más eficientes y controladas. Esto refuerza el potencial de la Industria 4.0 no solo como instrumento de competitividad, sino también como vía para una logística más sostenible e inclusiva.

IV. DISCUSIÓN

La presente discusión permite comprender cómo la Industria 4.0 está reformulando las dinámicas logísticas del sector retail, tanto desde una perspectiva operativa como estratégica. Más allá de la simple automatización, esta transformación redefine la forma en que se gestionan los

recursos, se responde a las fluctuaciones del mercado y se generan nuevas propuestas de valor a lo largo de la cadena de suministro.

En relación con la RQ1, se evidencia que el sector retail es especialmente favorable para la incorporación de tecnologías de la Industria 4.0, debido a su alto dinamismo, la complejidad de sus operaciones y la presión por satisfacer las expectativas del cliente de manera rápida y eficiente. Estas exigencias han llevado a la implementación de herramientas como IoT, Blockchain y RFID, las cuales permiten mejorar la trazabilidad, optimizar los tiempos de entrega y fortalecer la transparencia en la gestión logística [2, 3, 21].

Asimismo, la adopción de estas tecnologías ha permitido mejorar la planificación de inventarios y la gestión de almacenes, optimizando no solo los procesos internos, sino también la capacidad de respuesta ante las variaciones del mercado. Esta agilidad operativa, sumada a una mayor disponibilidad y puntualidad en las entregas, repercute positivamente en la experiencia del cliente y en la posición competitiva de las empresas en un entorno cada vez más exigente [12, 16, 22, 23].

En cuanto a la RQ2, los estudios revisados identifican que las tecnologías más aplicadas en el ámbito logístico del retail son el Internet de las Cosas (IoT), RFID, Blockchain, la inteligencia artificial, la robótica y el Big Data. Estas herramientas han demostrado ser especialmente eficaces para automatizar tareas operativas, reducir tiempos de ejecución y disminuir costos. Su implementación permite una supervisión continua de los procesos, con mejoras sustanciales en la gestión de inventarios, el control de flujos logísticos y la toma de decisiones basada en datos.

La aplicabilidad de estas tecnologías ha sido validada por diversos casos reales documentados en la literatura. Por ejemplo, Bottega Veneta integró sistemas de seguimiento en tiempo real y automatización logística, logrando reducir errores y aumentar la eficiencia de su cadena de suministro. En el caso de Amazon, la implementación de los robots Kiva permitió una mejora del 50 % en la eficiencia operativa, reduciendo costos laborales y agilizando tareas clave como el picking. Asimismo, Inditex, mediante el uso de tecnología RFID en las prendas de su marca Zara, logró reducir en 25 % los tiempos de reposición, al facilitar el seguimiento continuo desde la producción hasta los puntos de venta.

Otro caso representativo es el del Grupo Pão de Açúcar en Brasil, que implementó analítica predictiva para mejorar el abastecimiento de productos frescos. Esta estrategia permitió reducir en 30 % el desperdicio de alimentos y aumentar la disponibilidad en estanterías, con impactos tanto económicos como sociales. En conjunto, estos ejemplos demuestran que la Industria 4.0 no solo permite optimizar procesos y reducir costos, sino que también potencia modelos de gestión más sostenibles, resilientes y alineados con las expectativas del consumidor moderno [24, 25].

Respecto a la RQ3, la comparación entre las tecnologías de la Industria 4.0 y los métodos logísticos tradicionales evidencia un avance significativo en eficiencia, control y

adaptabilidad. Herramientas como la automatización, la analítica de datos en tiempo real y la inteligencia artificial permiten organizar los procesos logísticos de forma más ágil y precisa, mejorando la experiencia del cliente y reduciendo significativamente los márgenes de error.

Además de los beneficios operativos ya mencionados, las tecnologías de la Industria 4.0 han contribuido significativamente a mejorar la experiencia del cliente. Grewal, et al. [26] destacan soluciones basadas en análisis de datos, robótica e inteligencia artificial permiten a las empresas minoristas anticiparse a la demanda, planificar con mayor precisión y reducir costos operativos. Esta capacidad de adaptación continua da lugar a una gestión logística más eficiente y alineada con las necesidades dinámicas del mercado [12, 21-23, 27].

En este contexto, la RQ3 invita a comparar las metodologías tradicionales con las nuevas prácticas habilitadas por la Industria 4.0. La evidencia indica que estas tecnologías ofrecen avances sustantivos en eficiencia, control y flexibilidad operativa. Herramientas como la automatización, la trazabilidad digital y la inteligencia artificial permiten reorganizar procesos logísticos de forma más precisa, reducir errores, y responder con agilidad a los cambios en la demanda o en las condiciones del mercado.

En cambio, los enfoques logísticos convencionales se basan en registros manuales y planificación estática, lo cual los hace más propensos a fallos, retrasos operativos y altos costos asociados a la falta de visibilidad. La transición hacia entornos inteligentes no solo representa una mejora funcional, sino una transformación estructural del modelo logístico en el retail contemporáneo [4, 9, 18, 21].

En cuanto a la RQ4, los estudios revisados señalan múltiples beneficios derivados de la implementación de tecnologías de la Industria 4.0 en la logística minorista. Entre los más destacados se encuentran la reducción de costos operativos, la mayor eficiencia en procesos clave, y el fortalecimiento de la confianza del cliente gracias a una mejor trazabilidad y cumplimiento de entregas. Estos beneficios se manifiestan principalmente en áreas como la gestión de almacenes y la distribución, donde se ha logrado reducir tiempos, errores y recursos mal aprovechados. Asimismo, la gestión de inventarios se ha optimizado de forma significativa, permitiendo mejorar la disponibilidad de productos, disminuir quiebres de stock y reforzar la coordinación entre actores de la cadena de suministro [3, 9-11, 13, 18].

Finalmente, la RQ5 permite identificar las áreas logísticas donde la implementación de tecnologías de la Industria 4.0 ha sido más efectiva. Los estudios analizados coinciden en que los mayores impactos se observan en los almacenes, centros de distribución y la gestión de inventarios, donde la automatización, la inteligencia artificial y los sistemas de análisis de datos han mejorado considerablemente la eficiencia operativa. En particular, en los almacenes, estas tecnologías han facilitado un control más preciso del

inventario, una mayor velocidad en el procesamiento de pedidos y una reducción significativa de errores. Los centros de distribución, por su parte, han logrado optimizar el flujo de mercancías mediante sistemas inteligentes de planificación y monitoreo. Aunque en menor medida, también se ha observado un progreso en el transporte y la gestión de pedidos, indicando un potencial de expansión en estas áreas conforme se reduzcan las barreras de adopción [10, 14, 15, 28].

V. CONCLUSIÓN

Esta revisión sistemática permitió identificar y analizar el impacto de las tecnologías de la Industria 4.0 en la logística del sector retail. Utilizando el enfoque metodológico PICO, se formularon cinco preguntas de investigación clave, cuyas respuestas fueron abordadas a partir del análisis de 22 artículos extraídos de la base de datos Scopus.

Se concluye que el sector minorista presenta un contexto particularmente favorable para la adopción de tecnologías emergentes, debido a su dinamismo, diversidad operativa y necesidad de adaptación constante. Tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), RFID, Blockchain, Big Data y la inteligencia artificial han sido ampliamente adoptadas para mejorar la trazabilidad, reducir tiempos de entrega, optimizar inventarios y aumentar la eficiencia en la cadena de suministro.

Los beneficios observados van más allá de la eficiencia operativa. Se evidenció una mejora en la experiencia del cliente, un incremento en la resiliencia organizacional y un impacto positivo en sostenibilidad, especialmente en la reducción del desperdicio alimentario y la huella de carbono. Los casos reales analizados, tales como Amazon, Zara, Bottega Veneta y Grupo Pão de Açúcar, que validan la aplicabilidad práctica y los resultados tangibles que estas tecnologías pueden ofrecer.

Asimismo, se destaca que las áreas con mayor implementación son los almacenes, centros de distribución e inventarios, aunque existe un margen de expansión hacia el transporte y la gestión de pedidos, especialmente en contextos donde se superen barreras como la falta de infraestructura o formación especializada.

Finalmente, este estudio contribuye a la comprensión estratégica de la digitalización logística en el retail, y sugiere que futuras investigaciones profundicen en modelos de adopción tecnológica específicos para contextos latinoamericanos, en estudios de impacto social-laboral, y en indicadores cuantitativos de retorno sobre la inversión tecnológica.

VI. REFERENCIAS

- [1] L. J. P. Ivascu, "Measuring the implications of sustainable manufacturing in the context of industry 4.0," vol. 8, no. 5, p. 585, 2020.
- [2] G. Jiménez-Marín, R. Elías Zambrano, A. Galiano-Coronil, and R. J. E. Ravina-Ripoll, "Business and energy efficiency in the age of industry 4.0: The hulten, broweus and Van Dijk sensory marketing model applied to spanish textile stores during the COVID-19 crisis," vol. 14, no. 7, p. 1966, 2021.
- [3] X. Su and S. J. S. R. Wang, "Research on model design and operation mechanism of enterprise blockchain digital system," vol. 12, no. 1, p. 20286, 2022.
- [4] M. Škiljo, P. Šolić, Z. Blažević, and T. J. S. Perković, "Analysis of passive RFID applicability in a retail store: What can we expect?," vol. 20, no. 7, p. 2038, 2020.
- [5] S. Tadić, M. Veljović, M. Krstić, and S. J. J. o. a. e. s. Zečević, "Application of industry 4.0 technologies in home delivery: A review," vol. 21, no. 3, pp. 928-939, 2023.
- [6] S. Derhami, B. Montreuil, and G. J. O. Bau, "Assessing product availability in omnichannel retail networks in the presence of on-demand inventory transshipment and product substitution," vol. 102, p. 102315, 2021.
- [7] K. Merritt and S. J. A. S. Zhao, "An investigation of what factors determine the way in which customer satisfaction is increased through omni-channel marketing in retail," vol. 10, no. 4, p. 85, 2020.
- [8] L. Thabane, T. Thomas, C. Ye, and J. J. C. J. o. A. J. c. d. a. Paul, "Posing the research question: not so simple," vol. 56, no. 1, pp. 71-79, 2009.
- [9] Q. Zhang, Y. Li, P. Hou, and J. J. E. J. o. O. R. Wang, "Price signal or blockchain technology? Quality information disclosure in dual-channel supply chains," vol. 316, no. 1, pp. 126-137, 2024.
- [10] W. J. I. A. Wang, "A IoT-based framework for cross-border e-commerce supply chain using machine learning and optimization," vol. 12, pp. 1852-1864, 2023.
- [11] M. W. Akram, N. Akram, F. Shahzad, K. U. Rehman, and S. J. J. o. C. P. Andleeb, "Blockchain technology in a crisis: Advantages, challenges, and lessons learned for enhancing food supply chains during the COVID-19 pandemic," vol. 434, p. 140034, 2024.
- [12] L. Qu and H. J. J. o. K. S. U.-S. Li, "Analysis of distribution path optimization algorithm based on big data technology," vol. 34, no. 5, p. 102019, 2022.
- [13] G. Narayanan, I. Cvitić, D. Peraković, and S. J. I. a. Raja, "Role of blockchain technology in supplychain management," vol. 12, pp. 19021-19034, 2024.
- [14] M. Bhatia, S. J. J. o. L. Kale, and S. Development, "State of Digitalization in Lifestyle Apparel Industry," vol. 11, no. 6, pp. e1255-e1255, 2023.
- [15] S. H. Bae, S. Saberi, M. Kouhizadeh, and J. J. T. R. P. C. E. T. Sarkis, "Evaluating blockchain

technology adoption in multi-tier supply chains from an institutional entrepreneurship theory perspective," vol. 160, p. 104510, 2024.

- [16] W. C. Tan and M. S. J. O. R. P. Sidhu, "Review of RFID and IoT integration in supply chain management," vol. 9, p. 100229, 2022.
- [17] J. Ramírez-Faz, L. M. Fernández-Ahumada, E. Fernández-Ahumada, and R. J. S. López-Luque, "Monitoring of temperature in retail refrigerated cabinets applying IoT over open-source hardware and software," vol. 20, no. 3, p. 846, 2020.
- [18] J. F. Wünsche and F. J. S. Fernqvist, "The potential of blockchain technology in the transition towards sustainable food systems," vol. 14, no. 13, p. 7739, 2022.
- [19] J. C. Quiroz-Flores, M. F. Collao-Díaz, D. Sobyá, and S. Nallusamy, "RFID Technology in Storage Management: A Bibliometric Study on Efficiency and Cost Reduction in the Retail Sector."
- [20] S. Nikolicic, M. Kilibarda, M. Maslaric, D. Mircetic, and S. J. S. Bojic, "Reducing food waste in the retail supply chains by improving efficiency of logistics operations," vol. 13, no. 12, p. 6511, 2021.
- [21] S. Khan and M. J. I. J. A. A. S. Altayar, "Industrial internet of things: Investigation of the applications, issues, and challenges," vol. 8, no. 1, pp. 104-113, 2021.
- [22] H. Tannad, J. F. J. I. J. o. S. D. Andry, and Planning, "The Sustainable Logistics: Big Data Analytics and Internet of Things," vol. 18, no. 2, 2023.
- [23] K. S. Karthikeyan and T. J. E. E. T. o. I. o. T. Nagaprakash, "Prioritizing IoT-driven Sustainability Initiatives in Retail Chains: Exploring Case Studies and Industry Insights," vol. 10, 2024.
- [24] S. Wang *et al.*, "BIG DATA ANALYTICS-ARTIFICIAL INTELLIGENCE, AMBIDEXTERITY, AND GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT: IMPLICATIONS ON RESPONSIBLE ECONOMY," vol. 65, no. 1, pp. e2024-0062, 2025.
- [25] M. Saban *et al.*, "A Smart Agricultural System Based on PLC and a Cloud Computing Web Application Using LoRa and LoRaWan," vol. 23, no. 5, p. 2725, 2023.
- [26] D. Grewal, S. Benoit, S. M. Noble, A. Guha, C.-P. Ahlbom, and J. J. J. o. r. Nordfält, "Leveraging in-store technology and AI: Increasing customer and employee efficiency and enhancing their experiences," vol. 99, no. 4, pp. 487-504, 2023.
- [27] H. J. L. Gregorczuk, Technology and Humans, "Retail analytics: Smart-stores saving bricks-and-mortar retail or a privacy problem?," vol. 4, no. 1, pp. 63-78, 2022.
- [28] E. Moretti, E. Tappia, M. Mauri, M. J. F. S. Melacini, and M. Journal, "A performance model for mobile robot-based part feeding systems to supermarkets," vol. 34, no. 3, pp. 580-613, 2022.