

Impact of Industry 4.0 technologies on supply chain management: A systematic review

Alexandra Calderon Vera¹, Jatziri Rodríguez Alday², Christian Ovalle³

^{1,2,3}Departamento de Ingeniería, Universidad Tecnológica del Perú, Chimbote, Perú

¹Universidad Tecnológica del Perú, Perú, U22209655@utp.edu.pe

²Universidad Tecnológica del Perú, Perú, U22222305@utp.edu.pe

³Universidad Tecnológica del Perú, Perú, dovalle@utp.edu.pe

Abstract– Industry 4.0 technologies seek to benefit supply chains in operational efficiency, decision-making, flexibility and visibility. The purpose is to analyze the current state of scientific articles on the benefits of Industry 4.0 technologies in the chain through a systematic review of literature (SRL). The methodology used was PICO, to formulate the research question and PRISMA declaration, eligibility criteria between 2021 and 2025. On the other hand, with the help of a Bibliometrix software to make charts about the year of publication, the country and the institutions. 368 studies were obtained, 24 meeting the established eligibility requirements. The results indicate that blockchain, the Internet of Things (IoT), artificial intelligence (IA), big data and cloud computing enable organizations to improve their operational performance. In conclusion, these tools effectively manage high costs, continuous improvement, increased operational efficiency, visibility, sustainability, circular economy, traceability and customer satisfaction.

Keywords– Technological tools, supply chain, industry 4.0, PRISMA, logistic

Impacto de las tecnologías de la Industria 4.0 en la gestión de la cadena de suministro: una revisión sistemática

Alexandra Calderon Vera¹, Jatziri Rodríguez Alday², Christian Ovalle³

^{1,2,3}Departamento de Ingeniería, Universidad Tecnológica del Perú, Chimbote, Perú

¹Universidad Tecnológica del Perú, Perú, U22209655@utp.edu.pe

²Universidad Tecnológica del Perú, Perú, U2222305@utp.edu.pe

³Universidad Tecnológica del Perú, Perú, dovalle@utp.edu.pe

Resumen— Las tecnologías de la Industria 4.0 busca beneficiar a las cadenas de suministros en la eficiencia operativa, toma de decisiones, flexibilidad y visibilidad. El propósito es analizar el estado actual de los artículos científicos sobre los beneficios de las tecnologías de la Industria 4.0 en la cadena mediante una revisión sistemática de literatura (SRL). La metodología empleada fue PICO, para formular la pregunta de investigación y la declaración PRISMA, los criterios de elegibilidad entre los años 2021 – 2025. Por otro lado, con la ayuda de un software Bibliometrix para realizar los gráficos sobre el año de publicación, el país y las instituciones. Se obtuvieron 368 estudios, 24 cumplían con los requisitos de elegibilidad establecido. Los resultados señalan que el blockchain, el internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), big data y la computación en la nube permiten mejorar el desempeño operativo de las organizaciones. En conclusión, estas herramientas gestionan eficazmente los costos elevados, la mejora continua, el aumento de la eficiencia operativa, la visibilidad, la sostenibilidad, la economía circular, la trazabilidad y satisface al cliente.

Palabras clave —Herramientas tecnológicas, cadena de suministro, industria 4.0, PRISMA, logística

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, estar conectado a internet se ha vuelto una necesidad fundamental para las empresas. Los cambios tecnológicos no cesan, pero representa una oportunidad de expansión o un problema si no se toma en cuenta las medidas necesarias para adaptarse a nuevos desafíos [1].

La cadena de suministro 4.0 se destaca por su alta integración tecnológica que busca mejorar en la eficiencia, la visibilidad y la flexibilidad mediante el uso de herramientas avanzadas [2], ya que permite ver y controlar en tiempo real las operaciones de la cadena de suministro, lo que mejora la correcta toma de decisiones y la eficiencia operativa [3].

Además, garantiza la calidad y el cumplimiento de los estándares al monitorear los productos de forma constante de toda la cadena, verificando su punto de origen y las condiciones del transporte y almacenamiento, garantizando su seguridad [4].

Las herramientas avanzadas de la Industria 4.0 como el internet de las cosas (IoT), sistemas ciberfísicos (CPS), computación en la nube, ciberseguridad, blockchain, big data, inteligencia artificial, aprendizaje automático, aprendizaje profundo, son las tecnologías que representan un carácter técnico, social y económico en la sociedad [5].

Por ello, estas tecnologías permiten una comunicación directa entre empleados, socios, proveedores y clientes, facilitando las transacciones comerciales con tecnologías modernas. Por lo tanto, la gestión de inventario se simplifica y mejora el desempeño operativo de las empresas en general [6].

Sin embargo, en Latinoamérica, los mercados globales son cada vez más competitivos y dinámicos, por lo que las cadenas de suministros enfrentan desafíos complejos. Las empresas tienen que adaptarse ante los cambios en la demanda, interrupciones logísticas, costos excesivos y dificultades causadas por las pandemias, conflictos geopolíticos o cambios en las reglas comerciales. El problema de las organizaciones es que aún manejan su cadena de suministro con métodos tradicionales, lo que los hace menos competitivos y flexibles [7].

Por eso, países como Perú, catalogándose como el primer puerto inteligente, ha puesto en marcha en adoptar herramientas tecnológicas como el internet de las cosas (IoT), big data, inteligencia artificial, automatización y tecnología 5G, en el megapuerto de Chancay con el objetivo de impulsar las operaciones y mejorar la eficiencia del manejo de carga [8].

Dicho ello, el presente estudio de investigación tiene como propósito analizar el estado actual de los artículos científicos sobre los beneficios de las tecnologías de la Industria 4.0 en la cadena de suministro entre los años 2021 y 2025 mediante una revisión sistemática de literatura (SRL).

II. METODOLOGÍA

La presente investigación empleó la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), con el objetivo de proporcionar información de manera exhaustiva explicando de forma clara los pasos de la revisión, desde formular las preguntas hasta la interpretación de los resultados, y así evitar sesgos y que otros repitan el estudio [9].

En tal sentido, la búsqueda de la literatura debe ser estratégica y sistemática tomando en cuenta dos puntos importantes: los términos de consulta y el banco de datos, donde la metodología PICO (Población, Intervención, Comparación y Outcome), permita estructurar la pregunta de investigación, y que los artículos que fueron seleccionados respondan a la interrogante [10].

En función a ello se planteó la pregunta de investigación: **RQ:** ¿Qué beneficios aportan las herramientas tecnológicas de la industria 4.0 en el sector de la cadena de suministro a diferencia de los métodos tradicionales?

Además, se realizaron las cuatro subpreguntas las cuales fueron:

- **RQ1:** ¿En qué sectores de la cadena de suministro se aplica tecnologías de la Industria 4.0?
- **RQ2:** ¿Cuáles son las herramientas tecnológicas más usadas en la Industria 4.0?
- **RQ3:** ¿Cuál es la diferencia entre método tradicional y tecnologías 4.0?
- **RQ4:** ¿Qué beneficios reporta los estudios sobre las tecnologías de la Industria 4.0?

Para ello, se definieron los componentes de la estrategia PICO: “P” como cadena de suministro, “I” como las tecnologías de la industria 4.0, “O” como los beneficios reportados en la gestión de la cadena. Asimismo, en esta estrategia no se incluyó el componente “C”, ya que se está realizando una Revisión Sistemática de la Literatura. Se muestra el siguiente cuadro para una mejor aclaración de la estrategia PICO (véase la TABLA I).

TABLA I.
LOS COMPONENTES DE LA ESTRATEGIA PICO

Población	Intervención	Comparación	Resultados
Cadena de suministro	Las tecnologías de la Industria 4.0	Los métodos tradicionales vs las tecnologías 4.0	Los beneficios reportados

Por consiguiente, se desarrolló las cuatro etapas de la declaración PRISMA. En la primera etapa de identificación del proceso de revisión, la búsqueda de estudios se hizo el 15 de diciembre de 2025 en la base de datos Scopus y Web of Science. Luego se realizó la búsqueda de palabras: “Technology tools”, “Supply chain”, “Industry 4.0”, y obtuvimos 375 resultados. Esos resultados fueron exportamos con la herramienta software Bibliometrix y lo organizamos en un archivo de formato Excel para luego elaborar sus respectivos gráficos (ver en la TABLA II).

En la segunda etapa de cribado, se eliminaron estudios repetidos y se aplicaron los filtros básicos por tipo de documento, año, idioma y en estado de publicación, llegando a reducirse a 112 estudios.

En la tercera etapa de elegibilidad, los 112 estudios fueron evaluados mediante la revisión de texto completo, aplicando los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos (véase en la TABLA II). Se consideraron artículos de acceso abierto, publicados en revistas de confianza, relacionados con las variables de estudio “Industria 4.0” y “cadena de suministro”. Tras realizar el análisis, 53 estudios fueron excluidos por no cumplir con los criterios definidos.

Por último, en la etapa cuatro, se seleccionaron 24 artículos que cumplieron con todos los criterios y temáticos establecidos. Estos estudios conformaron la base para el análisis bibliométrico y la interpretación de resultados. El proceso de selección fue elaborado por el flujograma PRISMA,

el cual resume de manera visual cada una de las etapas del proceso de revisión (véase en la Fig. 1)

TABLA II.
LOS CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD PARA LA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LITERATURA CIENTÍFICA

Código	Descripción
CI 01	Estudios buscados por las variables “Technology tools”, “Supply chain”, “Industry 4.0”.
CI 02	Estudios filtrados entre los años 2021 a 2025.
CI 03	Estudios seleccionados por el tipo de documento
CI 04	Estudios redactados en el idioma inglés.
CI 05	Estudios que tengan acceso abierto a texto completo.
CE 01	Estudios que no están dentro de la delimitación temporal (2021-2025).
CE 02	Estudios que no están dentro de la base de datos “Scopus”.
CE 03	Estudios que son tesis, libros, reportes, editoriales y casos.
CE 04	Estudios que están en otro idioma.
CE 05	Estudios que no menciona sobre el tema de las tecnológicas aplicadas en la cadena de suministro.
CE 06	Estudios que no tengan acceso completo a la lectura.

TABLA III
CARACTERIZACIÓN DE LA BÚSQUEDA DE ARTÍCULOS

Base de datos	Ecuación de la búsqueda	Resultados	Seleccionados
Scopus	(ALL ("technological tools") AND ALL ("supply chain") AND ALL ("industry 4.0") OR TITLE-ABS-KEY ("logistic")) AND PUBYEAR > 2021 AND PUBYEAR < 2025 AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English")) AND (LIMIT-TO (OA , "all")) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE , "j") OR LIMIT-TO (SRCTYPE , "p")) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE , "final")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "re") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "cp")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Industry 4.0") OR	368	24

	LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Technological Tools") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Supply Chain") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Logistics"))		
Web of science	"logistic" (Author Keywords) and "industry 4.0" (Author Keywords) or "supply chain" (Author Keywords) and "Technological tools" (Author Keywords)	7	

investigación, ya que en el año 2025 se publicaron una mayor cantidad de artículos (16).

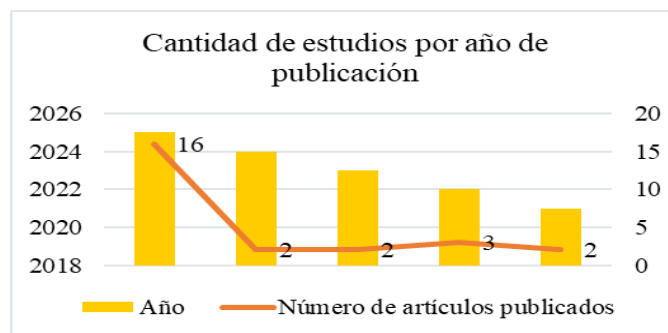


Fig. 2. La cantidad de artículos por el año de publicación

A.2. Estudios publicados según el país

Se realizaron estudios sobre los beneficios de las tecnologías de la Industria 4.0 en la cadena de suministro en los continentes de América, Europa, Asia, África y Oceanía conformado por 16 países en total, Estados Unidos, Italia, Romania, Reino Unido, Suecia, Bangladesh, China y Malasia contando con 2 estudios cada uno, mientras que el resto de países solo tiene 1 estudio cada uno (Véase en la TABLA IV para una mejor visibilidad).

TABLA IV.
PAÍSES DONDE SE DESARROLLARON EL ESTUDIO

Países - Continente	Nº	Porcentaje %
América		
Estados Unidos	2	8%
Europa		
Finlandia	1	4%
Hungría	1	4%
Italia	2	8%
Romania		
Reino Unido		
Suecia		
Asia		
Bangladesh	2	8%
China		
Indonesia	1	4%
India	1	4%
Iran	1	4%
Malasia	2	8%
Oman	1	4%
África		
Moroco	1	4%
Oceanía		
Australia	1	4%
Total	24	100%

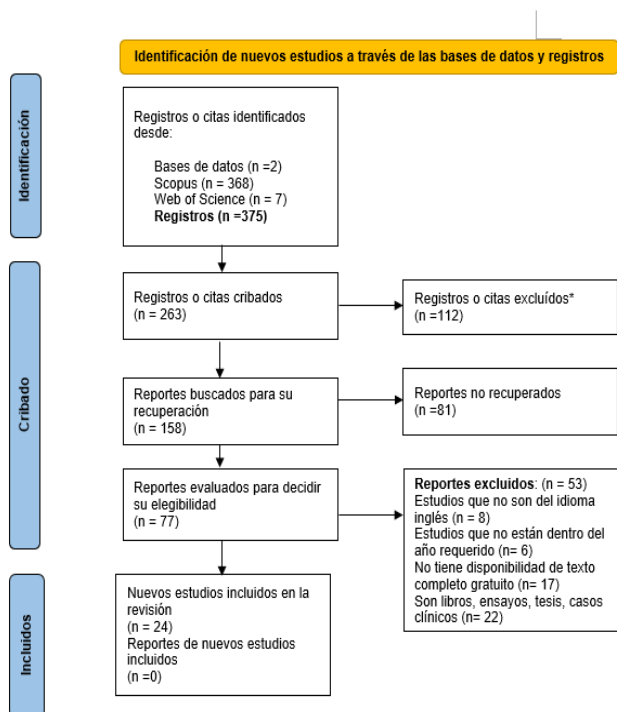


Fig. 1 El proceso del Diagrama de Flujo PRISMA

III. RESULTADOS

Luego de presentar los 24 artículos obtenidos por la presente revisión sistemática de literatura, se responderá a las interrogantes que se emplearon en la metodología para comprender mejor los beneficios de las herramientas tecnológicas de la Industria 4.0 en la cadena de suministro durante los periodos 2021-2025.

A. Análisis bibliométrico

A.1. Estudios publicados por el año

En la figura 2 se muestra la cantidad de publicaciones científicas durante el periodo 2021 a 2025, este análisis permite una mejor comprensión de la evolución de la



Fig. 3. Países distribuidos por continente

A.3. Estudios publicados según instituciones o universidades de cada país

Según el presente desarrollo de investigación se identificaron 24 filiaciones conformado por instituciones y universidades de distintos países que desarrollaron estudios relacionados con el tema (Véase en la Fig. 4).

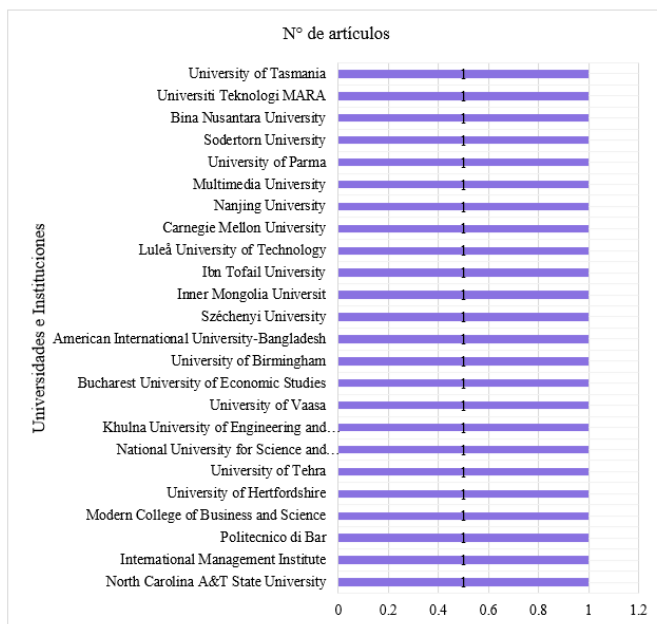


Fig. 4. Colaboración académica global respecto al tema

A.4. Estudios publicados en un revista

Estudios relacionados con el tema se publicaron en un revista relevante. La revista con el mayor número es Logistics, con 4 publicaciones; le sigue Sustainability con 3; la revista Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity y Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management con 2 publicaciones cada una (Ver en la Fig. 5).



Fig. 5. La cantidad de estudios que fueron publicados en una revista

B. Resultados académicos

RQ1: ¿En qué sectores de la cadena de suministro se aplica tecnologías de la Industria 4.0?

La revisión de los 24 artículos seleccionados, se demostraron que 6 sectores industriales fueron beneficiados por la implementación de las tecnologías de la Industria 4.0 en la cadena de suministro, siendo los más influyentes los sectores industriales y manufactureras (47%), la logística y distribución (16%), la alimentaria, digital y humanitaria con (11% cada uno), y por último la forestal (5%). Por consiguiente, para una mejor visualización de los datos ver la Fig. 6.

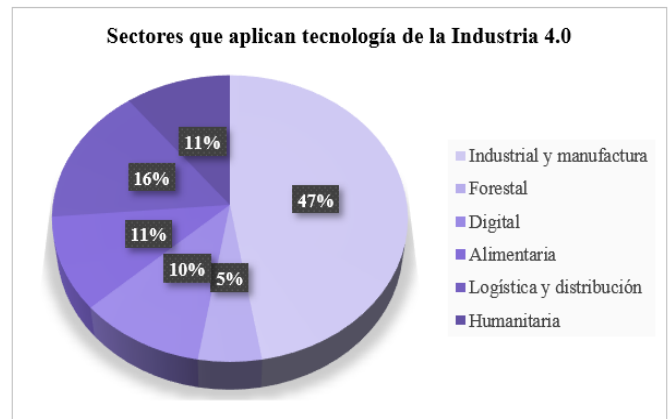


Fig. 6. Sectores que aplican tecnologías de la Industria 4.0 en la cadena de suministro

RQ2: ¿Cuáles son las herramientas tecnológicas más usadas en la Industria 4.0 en la cadena de suministro?

En los estudios realizados se encontraron 13 herramientas tecnológicas; la herramienta más empleada son Blockchain (23%). Asimismo, el Internet de las cosas (17%); además, la inteligencia artificial con un (15%); igualmente la herramienta Big data (14%), así como también la herramienta de la computación en la nube (11%). Todas estas tecnologías permiten obtener una mayor optimización e integración de los procesos en la cadena de suministro. Por último, las herramientas menos usadas son la Identificación por radiofrecuencia (5%), digital twins (5%), automatización de procesos robóticos o automatización (3%), tecnologías de los drones (3%), 3D printing (2%), SIG (2%), simulación (2%), tecnologías móviles (2%), GPS (2%), realidad aumentada y fabricación aditiva (2%), aprendizaje automático (2%), esto se deberá a la falta de información para poder implementar estas herramientas (Ver en la TABLA V, Fig.7).

TABLA V.
TECNOLOGÍAS USADAS EN LA INDUSTRIA 4.0 EN LA CADENA DE SUMINISTRO

Tecnologías de la Industria 4.0	Referencias de los artículos	N° de veces
Blockchain	[29],[11],[21],[25],[12],[13],[27],[14],[15],[31],[32],[33],[34],[19],[22],	15
Internet de las cosas (IoT)	[21],[24],[25],[12],[27],[14],[34],[17],[30],[32],[22]	11
Inteligencia artificial (IA)	[12],[14],[17],[19],[21],[22],[24],[25],[31],[34].	10
Big data	[12],[19],[21],[22],[25],[27],[28],[32],[34]	9
Computación en la nube	[12],[19],[22],[27],[30],[32],[34]	7
Identificación por Radiofrecuencia (RFID)	[20],[25],[30]	3
Digital twins	[16],[17],[34]	3
Automatización de procesos robóticos (RPA) o automatización	[18],[24],[32]	3
Tecnología de los drones	[21],[31]	2
3D printing	[31]	1
SIG, simulación, tecnologías móviles, GPS	[35]	1
Realidad aumentada y fabricación aditiva	[32]	1
Aprendizaje automático	[28]	1

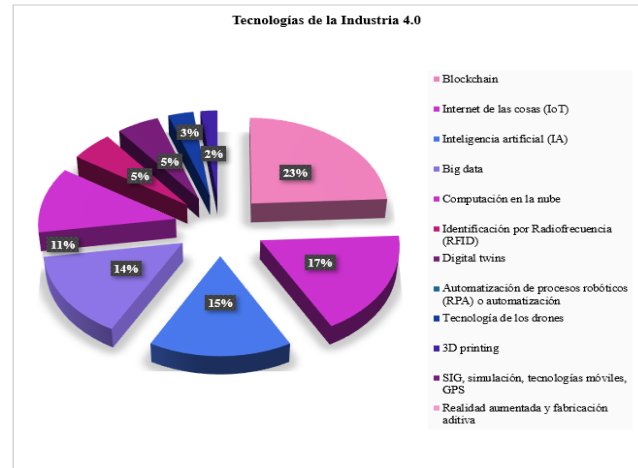


Fig. 7. Tecnologías de la Industria 4.0 utilizadas en la cadena de suministro

RQ3: ¿Cuál es la diferencia entre el método tradicional y tecnológica de la Industria 4.0 en la cadena de suministro?

Las diferencias de ambos métodos que dio como resultado los estudios seleccionados son que la metodología tradicional se basa en los procesos manuales, con reglas estrictas y rígidas, además de tener una visibilidad bastante limitada [20] también cuenta con sistemas fragmentados y tomas de decisiones que son reactivas [27]. Por otro lado, la Industria 4.0 da un paso a la automatización, digitalización en los procesos de diferentes áreas como en las operaciones logísticas [34] que realiza una conectividad de análisis predictivo en tiempo real [11]. Entender la diferencia de estos dos métodos nos permite mejorar en la trazabilidad, disminuir errores, aumentar la productividad y fortalecer la resiliencia de la cadena de suministro. [16],[22].

RQ4: ¿Qué beneficios reporta los estudios sobre las tecnologías de la Industria 4.0 en la cadena de suministro?

La recopilación de los estudios obtenidos, se reportaron 31 respuestas fundamentales de los cuales son: el incremento de la eficiencia operativa (19%), impulsar la sostenibilidad y la economía circular (13%), mejorar la toma de decisiones (13%), fortalecer la resiliencia (13%), la visibilidad, innovación y adaptabilidad para impulsar el rendimiento (10%), Mejora la trazabilidad y transparencia (10%), previene interrupciones en tiempo real, reduciendo errores humanos (10%). Por último, el aumento de la productividad (3%), reduce los costos, las actividades ilegales, el consumo de energía y reducir las emisiones de GEI (3%), la trazabilidad de alimentos (3%), y reduce tiempos, mejora la calidad y el producto (3%). En cuanto a ello, estas tecnologías reportadas en la pregunta RQ2 (véase en la TABLA V, Fig. 7), generan una gran ventaja competitiva a las cadenas de suministro de cada empresa frente a sus competidores.

TABLA VI
IMPACTO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INDUSTRIA 4.0

Impacto de las tecnologías de la Industria 4.0 en la cadena de suministro	Referencias	Respuestas
Eficiencia operativa	[21],[25],[12],[13],[27],[15]	6
Impulsa la sostenibilidad y la economía circular	[28],[34],[30],[31]	4
Mejor toma de decisiones	[14],[19],[23],[25]	4
Fortalecer la resiliencia	[15],[16],[17],[25]	4
Visibilidad, innovación y adaptabilidad para impulsar el rendimiento	[12],[24],[32]	3
Mejora la trazabilidad y transparencia	[29],[35],[15]	3
Previene las interrupciones que pueden ocurrir en el tiempo real, reduciendo los errores humanos	[17],[22],[33]	3
Aumento de la productividad	[13]	1
Reducir costos, actividades ilegales, consumo de energía, reducir las emisiones de GEI	[35]	1
Trazabilidad en los alimentos	[28]	1
Reducir el tiempo, mejorar la calidad, y el producto	[33]	1

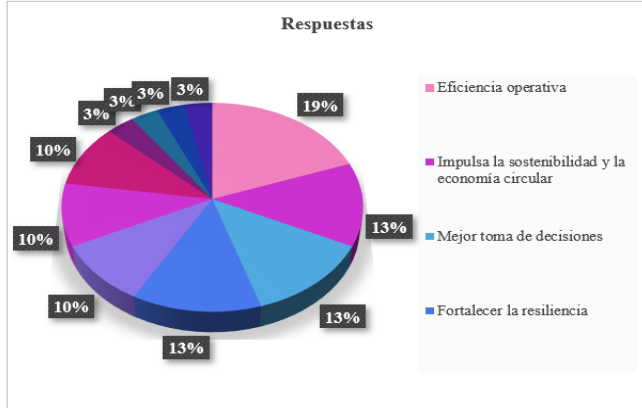


Fig. 8. El impacto de las tecnologías 4.0 en la cadena de suministro

IV. DISCUSIÓN

Los resultados de la revisión sistemática muestran que la implementación de las tecnologías de la Industria 4.0 en la cadena de suministro impactó en diferentes sectores entre los años 2021 y 2025. Los sectores más resaltados fueron los industriales y manufactureros con un (47%), lo que demuestra que estas áreas priorizan la adopción de la tecnología 4.0 para optimizar las operaciones [12], [13], [24], [25], [27], [32], [14], [19], [31].

Además, muestran que las tecnologías como el Internet de las cosas (IoT), blockchain, big data, computación en la nube e inteligencia artificial (IA) son las más utilizadas en la gestión de la cadena de suministro [29], [21], [12], [19]. Por ende, esta tendencia refleja una buena orientación hacia sistemas conectados que permiten la recopilación y análisis de datos en tiempo real, facilitando transparencia y toma de decisiones.

En comparación con los métodos tradicionales, constituidos por los procesos manuales, la baja visibilidad y las respuestas reactivas [20], [27], la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 representa un cambio en la cadena de suministro. La automatización, la digitalización y el análisis predictivo permiten anticipar interrupciones, reducir errores humanos y mejorar la respuesta frente a disrupciones logísticas [11], [16], [22].

Por otro lado, los impactos identificados muestran que la eficiencia operativa, el impulso a la sostenibilidad y economía circular y la mejora en la toma de decisiones son algunos de los impactos más destacados de la Industria 4.0 en la cadena de suministro [12], [13], [14], [15], [19], [21], [23], [25], [27], [28], [30], [34]. Es decir, que la implementación de tecnologías favorece la reducción de costos, tiempo y la mejora de la calidad del producto [35], [33].

Por último, la evidencia muestra que la afiliación de las tecnologías de la Industria 4.0 en la cadena de suministro se cataloga como un enfoque estratégico para mejorar el desempeño y la eficiencia operativa. Los estudios coinciden en que estas tecnologías benefician a los procesos por una mejor gestión de la información y toma de decisiones, contribuyendo al fortalecimiento de la competitividad de las organizaciones [12], [13], [14], [19], [24], [25], [27], [31], [32].

V. CONCLUSIONES

La presente revisión sistemática de la literatura (RSL) analizó el estado actual de la investigación sobre los beneficios de las tecnologías de la Industria 4.0 en la cadena de suministro durante el periodo 2021 y 2025. De los estudios incluidos, demostró que su implementación impacta en diferentes sectores organizacionales, resaltando los sectores industriales y manufactureros.

Además, mencionan que el internet de las cosas (IoT), blockchain, la inteligencia artificial (IA), big data y computación en la nube son fundamental para poder modernizar la cadena de suministro, mejorando el desempeño, la eficiencia operativa, la productividad y la toma de decisiones, para aumentar la visibilidad, trazabilidad y competitividad dejando atrás el uso de los métodos tradicionales.

En conclusión, la implementación de las tecnologías de la Industria 4.0 se destaca como un enfoque estratégico que permite fortalecer la gestión de la cadena de suministro. Esto permite a las organizaciones a optimizar las operaciones, procesos y adaptarse a entornos más dinámicos y competitivos como la mejora de calidad del producto, reducción de costos y tiempo.

AGRADECIMIENTO/RECONOCIMIENTO

Esta investigación va dedicada a nuestro equipo que está conformado por las estudiantes Alexandra Calderon y Jatziri Rodriguez por haber logrado culminar con éxito este nuevo proyecto. Asimismo, agradecemos de corazón al ingeniero investigador Denis Christian Ovalle Paulino, por darnos su apoyo y compartir sus enseñanzas de forma profesional. Además, agradecer a nuestra familia quienes confiaron plenamente en nosotras y por acompañarnos en nuestra larga travesía.

REFERENCIAS

- [1] G.Linzán, B.Soledispa, V.Chávez and O.Fiallos, "Análisis de la Cadena de Suministros en las empresas industriales de Guayaquil, Ecuador," *Revista Científica Empresarial DEBE-HABER*, vol. 1, no. 2, pp. 3-24, July 2023.
- [2] L.Castillo, A.Huamanchumo and M.Lecca, "El Impacto de la Aplicación de la Tecnología de Gemelos Digitales en la Cadena de Suministro 4.0: Una Revisión Sistemática," *Gestión de operaciones industriales*, vol. 3, no. 1, pp. 80-92, September 2024.
- [3] S.Ruiz, "Estrategias de Gestión de la Cadena de Suministro en un Mundo Globalizado," *Revista Científica Zambos*, vol. 3, no. 2, pp. 97-119, May 2024.
- [4] J.Gonzalez, M.Caciano, M.Horna, M.Lopez, L.Solano and A.Vasquez, "Tecnologías del internet de las cosas aplicadas en la cadena de suministro. Una revisión sistemática," *Gestión de operaciones industriales*, vol. 2, no. 1, pp. 8-26, August 2023.
- [5] F.Rozo, "Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0," *Revista UIS Ingenierías*, vol. 19, no. 2, pp. 177-192, April 2020.
- [6] C.Carlos, M.Muñoz and S.Campos, "Impacto del uso de las Tecnologías de la Información, las capacidades y conocimientos y el acceso a recursos financieros sobre la gestión de inventarios y el desempeño organizacional de las empresas pequeñas de Aguascalientes," *Conciencia Tecnológica*, no. 62, pp. 1-16, November 2021.
- [7] M.Sánchez, "Optimización de las operaciones en la cadena de suministro a través de la inteligencia artificial: un enfoque basado en datos logísticos," *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, vol. 6, no. 3, p. 687 – 696, May 2025.
- [8] A.Zarate, «Asociación Peruana de Agentes Marítimos,» June 2024. [En línea]. Available: <https://apam-peru.com/chancay-sera-el-primer-puerto-inteligente-de-sudamerica-las-tecnologias-que-usara/>.
- [9] D. Alcoba, "PRISMA y metaanálisis en la investigación científica," *Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, vol. 28, no. 28, pp. 13-20, September 2024.
- [10] E.Chocobar and R.Barreda, "Estructuras metodológicas PICO y PRISMA 2020 en la elaboración de artículos de revisión sistemática: Lo que todo investigador debe conocer y dominar," *Ciencia Latina*, vol. 9, no. 1, pp. 8525-8543, 2025.
- [11] A.Hajian, S.Rezaeinejad, K.Rayman and S.Khorsandroo, "An innovative supply chain solution for information management in cyber resilience: Blockchain technology," *Journal of Innovation & Knowledge*, vol. 10, no. 4, pp. 1-9, August 2025.
- [12] G.Massari, R.Nacchiero and I.Giannoccaro, "Transformative supply chains: the enabling role of digital technologies," *International Journal of Production Economics*, vol. 283, pp. 1-20, February 2025.
- [13] S.Negi, "A blockchain technology for improving financial flows in humanitarian supply chains: benefits and challenges," *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, vol. 15, no. 2, p. 154–174, April 2025.
- [14] E.Akinbamini, A.Vargas, A.Traill, A.Boza and L.Cuenca, "Critical Analysis of Technologies Enhancing Supply Chain Collaboration in the Food Industry: A Nigerian Survey," *Logistics*, vol. 9, no. 1, January 2025.
- [15] R.Payandeh, A.Delbari, F.Fardad, J.Helmzadeh, S.Shafiee and A.Ghatari, "Unraveling the potential of blockchain technology in enhancing supply chain traceability: A systematic literature review and modeling with ISM," *Blockchain: Research and Applications*, vol. 6, no. 1, pp. 1-13, March 2025.
- [16] E.Roman, A.Stere, E.Roşca, A.Radu, D.Codroiu and I.Anamaria, "State of the Art of Digital Twins in Improving Supply Chain Resilience," *Logistics*, vol. 9, no. 1, pp. 1-31, February 2025.
- [17] I.Hossain, S.Talapatra, P.Saha and H.Belal, "From Theory to Practice: Leveraging Digital Twin Technologies and Supply Chain Disruption Mitigation Strategies for Enhanced Supply Chain Resilience with Strategic Fit in Focus," *Global Journal of Flexible Systems Management*, vol. 26, pp. 87-109, March 2025.
- [18] A.Shamsuzzoha and S.Pelkonen, "A robotic process automation model for order-handling optimization in supply chain management," *Supply Chain Analytics*, vol. 9, pp. 1-18, January 2025.
- [19] A.Constantin, M.Cetulean, C.Radu, E.Dumitra and A.Iacob, "The Impact of Digitalisation on Supply Chain Competitiveness: A Multi-Country Comparative Approach," *Sustainability*, vol. 17, no. 9, pp. 1-14, April 2025.
- [20] Y.Zhang, Y.Lin and A.Esfahbodi, "Digital Transformations of Supply Chain Management via RFID Technology: A Systematic Literature Review," *Journal of Digital Economy*, vol. 4, pp. 251-267, June 2025.
- [21] R.Singh, "Leveraging technology in humanitarian supply chains: impacts on collaboration, agility and sustainable outcomes," *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, vol. 15, no. 2, pp. 61-73, July 2025.
- [22] P.Li, Y.Chen and X.Guo, "Digital transformation and supply chain resilience," *International Review of Economics and Finance*, vol. 99, pp. 1-17, March 2025.
- [23] J.Pap, C.Makó, A.Horváth, Z.Baracska, T.Zelles, J.Sipos and S.Remsei, "Enhancing Supply Chain Safety and Security: A Novel AI-Assisted Supplier Selection Method," *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, vol. 8, no. 1, pp. 22-41, July 2025.
- [24] M.Emon and T.Khan, "The transformative role of Industry 4.0 in supply chains: Exploring digital integration and innovation in the manufacturing enterprises," *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 11, no. 2, pp. 1-11, June 2025.
- [25] S.Haman, A. Abdelouahab, Y. B. E. Idrissi, S.Merzouk and A.Moumen, "Supply Chain in the Age of Industry 4.0: A Literature Review," *Logistics*, vol. 9, no. 4, pp. 1-23, November 2025.
- [26] H.Han and J.Li, "Leveraging industry 4.0 technologies for sustainable supply chain management: A systematic review," *Cleaner Logistics and Supply Chain*, vol. 16, pp. 1-18, September 2025.
- [27] J.Wassick and H.Perez, "Digital supply chain: An industrial perspective," *AIChE Journal*, vol. 71, no. 4, pp. 1-10, December 2024.
- [28] T.Quynh and L.Buics, "The Evolution of Digitalization Transformation and Industry 4.0 in Supply Chain Management: A Systematic Literature Review †," *Engineering Proceedings*, vol. 79, no. 1, pp. 1-6, November 2024.
- [29] J.Xia, H.Li and Z.He, "The Effect of Blockchain Technology on Supply Chain Collaboration: A Case Study of Lenovo," *Systems*, vol. 11, no. 6, pp. 1-25, June 2023.
- [30] Y.Khan, M.Su'ud, M.Alam, S.Ahmad, A.Ayassrah and N.Khan, "Application of Internet of Things (IoT) in Sustainable Supply Chain Management," *Sustainability*, vol. 15, no. 1, pp. 1-14, December 2023.
- [31] B.Bigliardi, S.Filippelli, A.Petroni and L.Tagliente, "The digitalization of supply chain: a review," *Procedia Computer Science*, vol. 200, pp. 1806-1815, March 2022.
- [32] F.Rad, P.Oghaz, M. Palmié, K.Chirumalla, N.Pashkevich, P.Patel and S.Sattari, "Industry 4.0 and supply chain performance: A systematic literature review of the benefits, challenges, and critical success factors of 11 core technologies," *Industrial Marketing Management*, vol. 105, pp. 268-293, August 2022.

- [33] F.Alamsjah and E.Yunus, "Achieving Supply Chain 4.0 and the Importance of Agility, Ambidexterity, and Organizational Culture: A Case of Indonesia," *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 8, no. 2, pp. 1-23, May 2022.
- [34] A.Abideen, J.Pyeman, V.Sundram, M.Tseng and S.Sorooshian, "Leveraging Capabilities of Technology into a Circular Supply Chain to Build Circular Business Models: A State-of-the-Art Systematic Review," *Sustainability*, vol. 13, no. 16, pp. 1-26, August 2021.
- [35] Z.He and P.Turner, "A Systematic Review on Technologies and Industry 4.0 in the Forest Supply Chain: A Framework Identifying Challenges and Opportunities," *Logistics*, vol. 5, no. 4, pp. 1-22, December 2021.