

EFICIENCIA, COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN LA INDUSTRIA 4.0: UN ENFOQUE DE TRANSFORMACIÓN ORGANIZACIONAL

EFFICIENCY, COMPETITIVENESS AND SUSTAINABILITY IN INDUSTRY 4.0: AN ORGANIZATIONAL TRANSFORMATION APPROACH

José Morelos-Gómez¹
Jesús Amaris Alvarado²
Diego Alonso Cardona³

Cómo citar: Morelos-Gómez, J., Amaris Alvarado, J., & Alonso Cardona, D. (2026). Eficiencia, competitividad y sostenibilidad en la industria 4.0: un enfoque de transformación organizacional. *Conocimiento Global*, 11(S1), 296-323. <https://doi.org/10.70165/cglobal.v11iS1.692>

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo realizar una revisión sistemática de la literatura sobre el impacto de estas tres variables en el contexto de la Industria 4.0. La investigación se desarrolló mediante la metodología PRISMA, considerando artículos científicos publicados entre 2020 y 2025 e indexados en la base de datos Scopus. Inicialmente se identificaron 7.439 publicaciones; tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión se seleccionaron 635 artículos, y posteriormente, mediante un proceso de evaluación de pertinencia y calidad, se conformó una muestra final de 30 estudios para el análisis. Los resultados evidencian que Polonia lidera la producción científica en esta temática. Asimismo, las estrategias más empleadas para fortalecer la eficiencia, la competitividad y la sostenibilidad incluyen el mantenimiento predictivo basado en Internet de las Cosas (IoT), la digitalización y automatización de procesos, el análisis de datos, los modelos Lean de auditoría, la inteligencia artificial, el big data, el aprendizaje automático, los robots móviles autónomos y los modelos multicriterio para la toma de decisiones. La revisión permitió concluir que la adopción de tecnologías propias de la Industria 4.0 incrementa la eficiencia operativa mediante la optimización de procesos y la reducción de costos; fortalece la competitividad al mejorar la calidad de productos, servicios y capacidad de respuesta al mercado; y favorece la sostenibilidad al disminuir el impacto ambiental y optimizar la gestión de la cadena de suministro. En consecuencia, la transformación digital representa un factor clave para que las organizaciones consoliden ventajas competitivas en mercados locales e internacionales. Finalmente, se destaca la necesidad de fortalecer la implementación de herramientas tecnológicas, procesos de formación y metodologías de gestión que faciliten la apropiación de los principios de la Industria 4.0 y potencien un desarrollo organizacional sostenible.

Palabras claves: eficiencia, competitividad, sostenibilidad, industria 4.0, organización.

Recepción: 30 de julio de 2026 / Evaluación: 26 de agosto de 2026 / Aprobado: 08 de septiembre de 2026

¹ Doctor en Ciencias Sociales, docente de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Cartagena, email: jmorelog@unicartagena.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0334-0575>

² Administrador Industrial de la Universidad de Cartagena, email: jamarisa@unicartagena.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8143-6193>

³ Doctor en Administración, docente de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Cartagena, email: dcardonaa@unicartagena.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9123-0156>



Abstract

The objective of this study was to conduct a systematic review of the literature on the impact of these three variables in the context of Industry 4.0. The research was conducted using the PRISMA methodology, considering scientific articles published between 2020 and 2025 and indexed in the Scopus database. Initially, 7,439 publications were identified; after applying the inclusion and exclusion criteria, 635 articles were selected, and subsequently, through a process of evaluating relevance and quality, a final sample of 30 studies was formed for analysis. The results show that Poland leads in scientific output on this topic. Furthermore, the most commonly used strategies to enhance efficiency, competitiveness, and sustainability include Internet of Things (IoT)-based predictive maintenance, process digitization and automation, data analysis, Lean audit models, artificial intelligence, big data, machine learning, autonomous mobile robots, and multi-criteria decision-making models. The review led to the conclusion that the adoption of Industry 4.0 technologies increases operational efficiency by optimizing processes and reducing costs; strengthens competitiveness by improving the quality of products, services, and responsiveness to the market; and promotes sustainability by reducing environmental impact and optimizing supply chain management. Consequently, digital transformation is a key factor for organizations to consolidate competitive advantages in local and international markets. Finally, the study highlights the need to strengthen the implementation of technological tools, training processes, and management methodologies that facilitate the adoption of Industry 4.0 principles and promote sustainable organizational development.

Keywords: effectiveness, competitiveness, sustainability, Industry 4.0, organization.

Introducción

El desarrollo en las organizaciones desde el comienzo de la industria 4.0, muestra que los avances tecnológicos han llevado a que según su entorno las obligaciones de la organización se relacionen con las variables eficiencia, competitividad y sostenibilidad las cuales juegan un papel muy importante dentro de las organizaciones. Esta investigación brindara un estudio que ofrece la incorporación de la información más reciente sobre estos conceptos, utilizando la base de datos Scopus se buscarán artículos con relevancia para la comprensión de la eficiencia, competitividad y sostenibilidad en las organizaciones (Álvarez et al., 2023).

Durante el último siglo la eficiencia en las organizaciones se puede categorizar como una habilidad excepcional en la toma de decisiones y es relacionada en muchas ocasiones con la competitividad (Naveed et al., 2022). La competitividad es la capacidad que tiene una persona o un grupo de personas de sobresalir, cuando es llevado al habito empresarial, se dice que es poder brindar más que lo que ofrece la competencia para lograr ser más atractivo sobre ella (Kumar et al., 2024). Por otra parte la sostenibilidad, es un mundo cambiante en donde ya no solo importa generar riqueza, si no que gracias a que se ha despertado la conciencia de los consumidores, es más importante ser innovador para lograr ser sostenible a largo plazo (Bansal et al., 2025). Se destaca la industria 4.0 por su relevancia en los últimos años, convirtiéndose en necesaria para las organizaciones actuales ya que se puede considerar como ese segmento de la economía en donde se producen los bienes o productos por medio de procesos sistematizados, es considerada como un paradigma de producción que conecta tecnologías digitales como el aprendizaje automático y el Internet de las cosas a través de procesos sistematizados para generar fábricas con avances tecnológicos. Aunque este método es crucial para la producción de datos en tiempo real, la mejora de la eficiencia y la calidad en la producción, el desafío de manejar el Big Data y la ciberseguridad aún es un desafío(Rai et al., 2021).

La eficiencia, competitividad y sostenibilidad entran en juego en la optimización de los procesos en la industria 4.0, la eficiencia genera ahorros de diferentes costos, que pueden traducirse en precios más bajos o inversión en innovación y desarrollo (Ismael et al., 2021), mientras que, la sostenibilidad y eficiencia ayudan en el uso correcto de los recursos reduciendo el desperdicio, lo que resulta en sostenibilidad económica y ecológica, al igual que mejora la conformidad de los empleados mejorando el clima laboral y convirtiendo en un lugar donde los trabajadores se sienten seguros (Lange, 2021). Al mencionar la competitividad y sostenibilidad, las empresas que integran los principios de sostenibilidad tienen la oportunidad de diferenciarse en el mercado, captando consumidores responsables y fortaleciendo su marca (Karudin et al., 2025). Estos conceptos son Pilares fundamentales de un desempeño empresarial en entornos en donde pueden ser adoptados (Bensouda et al., 2024) se analizan teorías, modelos y relaciones que explican cómo estos componentes impulsan la flexibilidad y el éxito organizacional durante el último siglo (satpathy et al., 2025). La evolución de la complejidad de los mercados y la necesidad de alcanzar la sostenibilidad con innovación y sistemas de información justifican la necesidad de que las organizaciones actuales comprendan esta conexión (Fonseca et al., 2024).

La práctica correcta de los conceptos de eficiencia, competitividad y sostenibilidad hacen cuestionarnos si su impacto es relevante en las organizaciones, por lo que surgen algunas preguntas. ¿Qué estrategias han mejorado la eficiencia, competitividad y sostenibilidad en el contexto de la industria 4.0? ¿Cuáles son los antecedentes de la eficiencia competitividad y sostenibilidad? Para poder responder estas preguntas se tiene como objetivo analizar sistemáticamente el impacto que tienen la eficiencia, competitividad y sostenibilidad dentro de las organizaciones en el contexto de la industria 4.0. examinaremos los antecedentes literarios e investigaremos los de mayor impacto.

En este trabajo se realizará una revisión sistemática de la literatura con la cual examinaremos cómo la eficiencia, competitividad y sostenibilidad inciden en las organizaciones y se entrelazan en el entorno de la Industria 4.0. Se elegirán trabajos de investigación de la base de datos Scopus, publicados desde 2020-2025, inclinándonos a los que aporten herramientas y métodos cruciales presentados en inglés. Para asegurar que la información sea clara, se respetarán las directrices del método Prisma 2020, el trabajo se llevará a cabo mediante una fórmula que combina las palabras clave como eficiencia, competitividad, sostenibilidad, Industria 4.0 y organización, empleando conectores coherentes para filtrar los resultados. Se descartarán los textos de fuentes poco fiables y aquellos que muestren opiniones sin fundamento. La elección se concentrará en documentos importantes que traten los temas señalados, considerando diferentes campos empresariales. Tras la comprobación inicial, se suprimirán los documentos repetidos y se examinarán los títulos y los extractos para confirmar su adecuación. Los trabajos se clasificarán siguiendo reglas de inclusión y exclusión, guardándose electrónicamente. Se realizará un examen ordenado de los trabajos escogidos, enlazándolos con las metas de la investigación, lo que permitirá confirmar la información reunida y debatir los descubrimientos sobre rendimiento, rivalidad y viabilidad en la Industria 4.0.

La forma de organización del artículo se plantea de la siguiente manera: en primer lugar se presenta la introducción, en segundo lugar se presenta el marco teórico con énfasis en estudios previos en tercer lugar se detalla la metodología empleada para la revisión sistemática, en el cuarto lugar expone los principales resultados obtenidos; y para acabar, en quinto se tendrá la discusión de los hallazgos en relación a otras investigaciones, se presentan las conclusiones en donde se conocerá los rasgos más importantes de la investigación.

Marco Teórico

Este marco teórico combina los conceptos de eficiencia, competitividad y sostenibilidad dentro de la industria 4.0 en un contexto organizacional, se analizan teorías, modelos y relaciones que expliquen cómo estos componentes impulsan la flexibilidad y el éxito organizacional en el último siglo. La evolución de la complejidad de los mercados y la necesidad de alcanzar la sostenibilidad justifican la necesidad de que las organizaciones actuales comprendan esta conexión

Eficiencia

La eficiencia es la meta que alcanzamos cuando se logran los objetivos deseados. Nos volvemos eficientes tras establecer objetivos claramente formulados y gestionados, (van der Merwe & Olivier, 2024), la eficiencia organizacional puede clasificarse según la proporción de insumos disponibles y la máxima cantidad factible para reducir costos. (Norgren & Stankeviciene, 2024) De lo anterior, se puede deducir que la eficiencia, en sentido organizacional, se refiere a la capacidad de una organización para producir más con menos. (Dhoopar et al., 2023)

La efectividad organizacional es la condición en la que los resultados se maximizan mediante la utilización óptima de los recursos ya sean humanos, financieros y tecnológicos, eliminando el desperdicio y alineados con los objetivos estratégicos. (Zareisaroukolaei et al., 2024) La efectividad organizacional se relaciona con productividad, la cual es la relación entre insumos y productos medible mediante métricas de rendimiento como la producción por hora trabajada. (Naqshbandi et al., 2024) Un Control de procesos es muy útil en la mejora del ciclo de producción, que abarca la gestión de la cadena de suministro y la mejora continua (Xu et al., 2022)

Indicadores de eficiencia

Los índices tienen como propósito el permitir a las organizaciones poder valorar de forma interna o externa, el rendimiento de su operación productiva y de este modo hacer un uso óptimo de los recursos, se presentan las definiciones de algunos de los principales índices de eficiencia (de Oliveira & Oliveira, 2023)

- Reducción de los costes operativos

Este indicador permite realizar una disminución de los gastos relacionados a las operaciones de una organización, la reducción de costes operativos es necesaria para mejorar la rentabilidad, al permitir a las organizaciones maximizar sus márgenes de beneficio de la misma forma en el que la calidad es ofrecida, la gestión económica de los costes operativos también se llevará a una mejora de la sostenibilidad financiera y competitiva de las organizaciones (Kitsios et al., 2021)

- Tiempo de ciclo del proceso de producción.

El tiempo de ciclo es la duración total del tiempo transcurrido desde que se inicia hasta que se finaliza el proceso de producción. Este aspecto es determinante a la hora de medir la eficiencia en las operaciones, a menor tiempo de ciclo mayor capacidad de respuesta ante la demanda del mercado y mayor uso de los recursos. Como es dicho por, la mejora en el tiempo de ciclo es uno de los parámetros clave para eliminar desperdicios y mejorar la eficiencia. (Jensen et al., 2023)

- Tasa de utilización de recursos.

Este indicador expresa el grado en que se utilizan los recursos disponibles en cuanto a su capacidad total. Una alta tasa de utilización significa que los recursos ya sean humanos, financieros o técnicos, son utilizados de manera efectiva para conseguir resultados adecuados. Para, la tasa de uso de los recursos es un indicador fundamental para identificar oportunidades de mejora en la organización, así como para facilitar la asignación de recursos. (Zhao & Rasoulinezhad, 2023)

- **Relación productividad**

Hace referencia a la cantidad de producción que se obtiene por cada unidad de insumo utilizada. Este concepto es relevante para la determinación de la eficacia de los procesos productivos, contar con una mayor productividad significa que se están utilizando los insumos eficientemente para producir resultados esperados. Según, la mejora de la misma es fundamental a la hora de sustentar el crecimiento de las organizaciones y mantener su competitividad en un entorno globalizado; para ello se considera que es necesario mejorar la productividad (Obiki-Osafiele et al., n.d.)

Competitividad

La competitividad denota la capacidad de una organización para mantener o mejorar su posición relativa en el mercado en comparación con sus competidores mediante la entrega de productos o servicios diferenciados para satisfacer las necesidades del cliente. (Bortolotti et al., 2024) La competitividad implica innovación, adaptación al cambio y creación de valor (Lányi et al., 2020).

Teorías

- **Ventaja competitiva de Porter:** Según, las organizaciones se vuelven competitivas mediante estrategias de diferenciación, liderazgo en costos o enfoque en nichos de mercado.
- **Teoría de recursos y capacidades (RBV):** afirma que los recursos excepcionales e inimitables (como el capital humano, la tecnología o la marca) son los impulsores de la competitividad sostenible.
- **Modelo de las cinco fuerzas:** El modelo de analiza las fuerzas del entorno (competidores, proveedores, clientes, nuevos participantes y sustitutos) que determinan la competitividad de una organización (Ogutu et al., 2023).

Determinantes significativos de la competitividad

La competitividad sostenible es un concepto vital que fusiona el estudio de los elementos que establecen las ventajas competitivas de las entidades económicas con enfoques de gestión que garantizan la eficacia tanto económica como ambiental (Chinonso Iwuanyanwu & Iwuanyanwu, 2021). Los factores clave que influyen en la competitividad abarcan la innovación de productos y procesos, la calidad y la diferenciación de productos/servicios, la adaptabilidad a las fluctuaciones del mercado y la gestión estratégica de la cadena de valor. La investigación destaca que las innovaciones tecnológicas son fundamentales para la competitividad sostenible, ya que mejoran la resiliencia ante las dificultades y fomentan la competitividad a largo plazo (Hamdouna & Khmelyarchuk, 2025) .

Sostenibilidad

La sostenibilidad organizacional implica que una organización puede operar de forma que sea funcional a largo plazo, (Assoratgoon & Kantabutra, 2023) basándose en criterios económicos, sociales y ambientales. (Yildirim et al., 2025) Esto se basa en el equilibrio entre el crecimiento económico, la responsabilidad social y la protección del medio ambiente (Zuñiga-Collazos et al., 2025).

Enfoques y modelos

- **Triple resultado (TBL):** Propuesto por el TBL evalúa el desempeño organizacional en tres dimensiones: económica, social y ambiental (Nogueira et al., 2025) .

- Teoría de las partes interesadas: argumenta que las organizaciones deben considerar los intereses de todas las partes interesadas (empleados, clientes, comunidades, etc.) para ser sostenibles (He, 2025)
- Economía circular: Este enfoque recomienda la reutilización, el reciclaje y la reducción de recursos para minimizar la huella ambiental (Dvouletý & Blažková, 2021).

Dimensiones de la sostenibilidad

Es fundamental para el desarrollo de las organizaciones contemplar 3 áreas claves cuando se habla de la sostenibilidad, economía, sociedad y ambiente. El aumento de la economía es impulsado por la responsabilidad corporativa, que se ha convertido en esencial para las prácticas económicas sostenibles que tienen un impacto positivo. (Din et al., 2025)

- Económica: Creación de valor a largo plazo y sostenibilidad financiera.
- Social: Contribución al bienestar de los empleados, la comunidad y la sociedad.
- Ambiental: Minimización del impacto ambiental y gestión sostenible de los recursos naturales.

Industria 4.0

La Industria 4.0 nos refleja la cuarta revolución industrial, en la cual se empieza a implementar el uso de tecnologías digitales avanzadas en los procesos de fabricación y la cadena de valor. También es reconocida por medio del enfoque que implica el uso de Internet de las Cosas, inteligencia artificial, robótica e impresión 3D para permitir la automatización, la interconexión y el análisis de datos en tiempo real. Esta forma de utilizar estas herramientas no se implementa únicamente con el objetivo de mejorar la eficiencia, sino para disminuir costos optimizando el uso de los recursos y, lo que no es menos importante, la sostenibilidad. Mucho se ha dicho y escrito sobre cuánto ganarían las empresas que adopten la sostenibilidad (Ching et al., 2022).

Sistemas de producción inteligente

Estos sistemas se han implementado en numerosos entornos para el reconocimiento de la industrialización cibernética y digital, con el propósito de estimular la manufactura del futuro, incrementando la eficiencia operativa al igual que la productividad en las organizaciones (Phuyal et al., 2020), la aplicación de tecnologías de la información es más común a medida que avanza el tiempo y es considerada hoy en día en el área de la manufactura, se ha generado la producción inteligente, la cual es buena en la administración, control y mejora de los procesos de producción (Saad et al., 2021).

Tecnología de impresión 3D

Esta tecnología ha evolucionado gracias a la adopción de numerosas empresas para mejorar sus procesos de desarrollo de sus actividades lo que ha hecho que estas tengan un mayor crecimiento (Alhonkoski et al., 2021), en la misma línea en algunos artículos sugieren la implementación de esta tecnología para no solo entrar en juego en el diseño y planeación sino que también hagan parte fundamental dentro de los procesos de producción para incrementar la eficiencia de las organizaciones (Rayna & Striukova, 2021).

Naciones con el internet de las cosas

Los países desarrollados integran en su crecimiento económico la mejora en la eficiencia y la sostenibilidad lo que genera una imagen positiva de ellos (Masik et al., 2021), para lograr este hecho es necesario que sus ciudades diseñen planes en los que se vean beneficiadas las empresas medianas y pequeñas, estas empresas deben contar con una estrategia de innovación que a su vez

ayudara a las ciudades a experimentar un proceso sociotécnico que transforman a las ciudades en ciudades inteligentes, esta innovación contribuye a que nuevas empresas identifiquen nuevas oportunidades y ser más competitivas(Araral, 2020).

Interconexión entre eficiencia, competitividad y sostenibilidad

La eficiencia y competitividad entran en juego en la optimización de los procesos la eficiencia genera ahorros de costos, que pueden traducirse en precios más bajos o inversión en innovación y desarrollo. Mientras que la sostenibilidad y eficiencia ayuda en el uso correcto de los recursos reduciendo el desperdicio, lo que resulta en sostenibilidad económica y ecológica. y al hablar de Competitividad y sostenibilidad, las empresas que integran los principios de sostenibilidad tienen la oportunidad de diferenciarse en el mercado, captando consumidores responsables y fortaleciendo su marca (Hanandeh et al., 2024).

La literatura identifica que la eficiencia, la competitividad y la sostenibilidad no son conceptos separados, sino impulsores interconectados:

- Eficiencia y competitividad: La optimización de procesos (eficiencia) genera ahorros de costos, que pueden traducirse en precios más bajos o inversión en I+D.
- Sostenibilidad y eficiencia: El uso eficiente de los recursos reduce el desperdicio, lo que resulta en sostenibilidad económica y ecológica.
- Competitividad y sostenibilidad: Las empresas que integran los principios de sostenibilidad tienen la oportunidad de diferenciarse en el mercado, captando consumidores responsables y fortaleciendo su reputación.

Método

En esta investigación se implementará el uso de la revisión sistemática de la literatura sintetizando elementos cualitativos de la evidencia esencial recolectada. Estará incluido en este segmento, las estrategias de la primera búsqueda, inclusión y exclusión, las fuentes de información, revisión sistemática y selección de estudios (Gómez et al., 2023).

Diseño de estudio

Se realizó un análisis utilizando los lineamientos del método Prisma 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) para poder garantizar una mayor claridad en los resultados y ser más exigentes con los mismos y que esta práctica pueda ser usada por otros (Peñalver & López, 2025). Se llevará a cabo el uso de operadores booleanos para generar las ecuaciones de búsquedas:

Ecuación inicial: ("efficiency" AND "Industry 4.0") OR ("efficiency" AND "competitiveness" AND "Industry 4.0") OR ("efficiency" AND "sustainability" AND "Industry 4.0") OR ("competitiveness" AND "efficiency" AND "Industry 4.0") OR ("competitiveness" AND "sustainability" AND "Industry 4.0")

Ecuación final: TÍTULO-ABS-CLAVE (("eficiencia" E "Industria 4.0") O ("eficiencia" E "competitividad" E "Industria 4.0") O ("eficiencia" E "sostenibilidad" E "Industria 4.0") O ("competitividad" E "eficiencia" E "Industria 4.0") O ("competitividad" E "sostenibilidad" E "Industria 4.0")) Y (LIMITADO A (SUBÁREA , "ENGI") O LIMITADO A (SUBÁREA , "BUSI") O LIMITADO A (SUBÁREA , "ECON")) Y (LIMITADO A (PALABRA CLAVE EXACTA, "Industria 4.0") O

LIMITADO A (PALABRA CLAVE EXACTA, "Eficiencia") O LIMITADO A (PALABRA CLAVE EXACTA, "Sostenibilidad") O LIMITADO A (PALABRA CLAVE EXACTA, "Competencia")) Y (LIMITADO A (DOCTYPE, "ar")) Y (LIMITADO A (IDIOMA, "Inglés")) Y (LIMITADO A (OA, "todos"))

Criterios de inclusión y exclusión

En la tabla 1 se especifican los criterios utilizados para la inclusión y exclusión de los estudios revisados

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión

Inclusión	Exclusión
Publicados en los años 2020 a 2025	Artículos de fuentes no confiables en donde no se pueda tener certeza de la información
Artículos en donde se evidencie metodologías y estrategias que sirvan en la investigación	Artículos que utilicen juicios de valor o simplemente opiniones sin respaldo
Estudios que aporten sobre eficiencia, competitividad, sostenibilidad e industria 4.0	Estudios que no hablen acerca sobre eficiencia, competitividad, sostenibilidad e industria 4.0
Artículos que contribuyan a las áreas relacionadas a la organización.	Artículos que no cumplan con información coherente y precisa
Artículos publicados en la base de datos Scopus	
Artículos en ingles	

Fuente: Elaboración propia.

Fuentes de información

A través de los criterios de selección de los investigadores se eligió la terminología los sinónimos y los artículos fundamentales para velar la claridad y veracidad. se consultó con maestros expertos en la materia para filtrar el paso a paso en la búsqueda, Para dar con documentos relevantes, la elección de palabras clave fue la siguientes: Se usaron términos como "eficiencia", "competitividad" y "sostenibilidad", además de "Industria 4.0", "organizacional" y "Cuarta revolución industrial". Así mismo se tuvieron en cuenta otras formas de decir lo mismo con sinónimos, como "eficacia" "innovación" o "RI 4.0". Se tomaron estas palabras porque se conectan con los temas que se cruzan en distintas partes de la gestión, asegurando así una búsqueda que abarque diferentes puntos de vista dentro del sector. El uso de palabras similares tuvo el propósito de enfatizar que este estudio toma en cuenta muchas disciplinas.

La construcción del trabajo integrara datos de diferentes áreas, lo cual ayudó a comprender la influencia de la eficiencia, competitividad y la sostenibilidad en la organización dentro del marco de la Industria 4.0. el utilizar estas palabras claves contesto a la regularidad en las discusiones teóricas y aplicadas en los documentos relacionados con la Industria 4.0. la revisión se realizó la base de datos Scopus, siguiendo criterios de aceptación predefinidos, esta alberga una diversidad de revistas y artículos. Esta táctica aseguró un estudio meticuloso de la bibliografía, brindando una perspectiva total del tema desde variadas ópticas disciplinares, incluso aquellas vinculadas con las gestiones de protección territorial.

Proceso de revisión sistemática

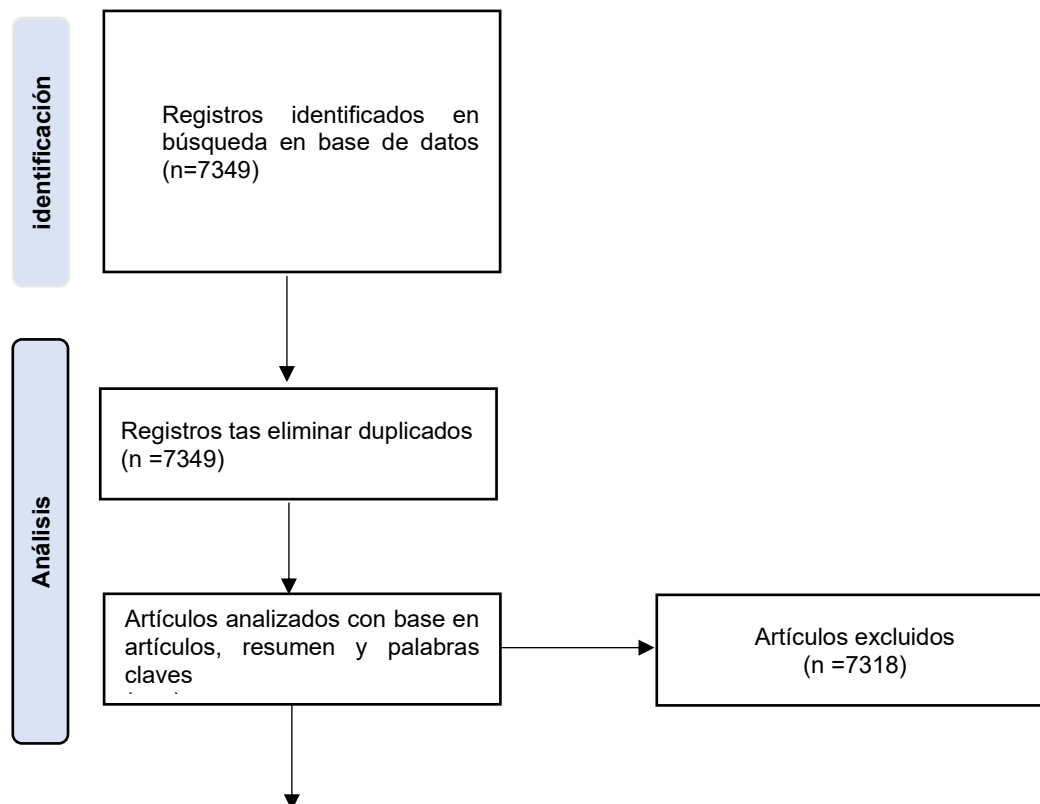
La ejecución de la revisión sistemática se organizó en cuatro fases bien diferenciadas. Inicialmente, durante la fase de detección, se encontraron 7349 registros explorando la base de datos de Scopus. A continuación, en la fase de selección, se procedió a una revisión exhaustiva de los 7349 registros, descartando 635 artículos. Seguidamente, durante la fase de elegibilidad, se analizaron 635 artículos en su totalidad, lo que llevó a la eliminación de 304 artículos por no ajustarse al propósito de la revisión. Por último, en la fase de inclusión, se seleccionaron 30 artículos para su análisis en el estudio.

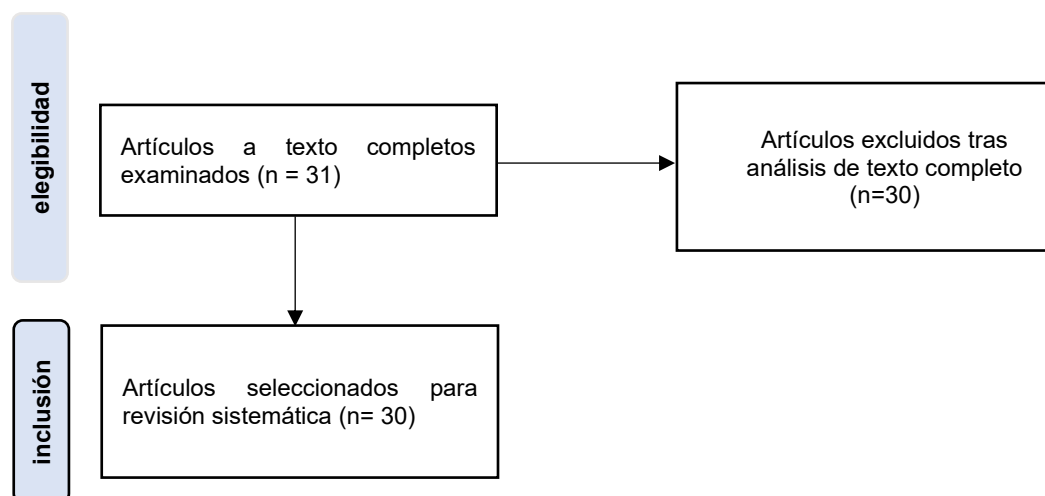
Selección de estudios

después de hacer el debido procedimiento de verificación comenzaremos con 31 artículos encontrados en la base de datos de Scopus, fueron eliminados los documentos repetidos, lo que disminuyó el número de documentos a 30. continuando, se indagó sobre los títulos y resúmenes de los artículos provenientes para corroborar que los artículos concuerdan con nuestro trabajo o ayude a aportando herramientas o métodos, para luego pasar a la selección final de los artículos, se hizo una categorización de los artículos por medio de las inclusiones y exclusiones.

Exploraremos los artículos seleccionados y denotaremos por medio de su lectura su contenido, se realizará por medio digital en un formato de Excel el registro de los artículos elegidos, indagaremos la información por medio de análisis sistemático y lo alinearemos con los objetivos propuestos en el presente trabajo. Se incluirán temas afines con efectividad, competitividad, dentro de la industria 4.0 y su interconexión con las organizaciones. Para tener más claridad sobre la temática a trabajar los artículos seleccionados fueron examinados de manera autónoma y fueron clasificados teniendo en cuenta su título y autor(es), año de publicación y la cantidad de veces que fue citado. La información sin coherencia fue descartada, al igual que fueron incluidos los artículos relacionados con las preguntas problemas.

Figura 1. Cuatro fases del progreso de revisión sistemática.





Fuente: Elaboración propia a partir de (Jaafar et al., 2025).

Ejecutando los criterios logramos reducir el número con el que comenzó la investigación de 7349 a 30 artículos seleccionados. Gracias a este procedimiento logramos realizar una revisión detallada de la literatura sobre la eficiencia competitividad y sostenibilidad dentro de la industria 4.0 en relación con las organizaciones, validando la información recolectada para hacer un análisis sobre la discusión y los hallazgos

Resultados

Descripción y evolución de estrategias que han mejorado la eficiencia, competitividad y sostenibilidad

En la tabla 2 se detallan los autores de los artículos incluidos, clasificados de acuerdo con su título, estrategia o contribución, sector económico de aplicación y región, esto nos permite visualizar la concentración de los temas de eficiencia competitividad y sostenibilidad en las organizaciones con la incorporación de la industria 4.0.

Tabla 2. Documentos identificados en la revisión sistemática.

Autor	Título	Estrategia/contribución	Sector económico de aplicación	Región
Sarje, SH,Kumbhalkar, Massachusetts, Washimkar, DN,...Jaybhave,	Current scenario of maintenance 4.0 and opportunities for sustainability-driven maintenance	Se aplicó el mantenimiento predictivo mediante el uso del internet de las cosas, se identificó oportunidades de investigaciones que puedan desarrollar un novedoso modelo de mantenimiento.	Educativo universitario	India
Fogaça, D.R., Grijalvo, M., Sacomano Neto, M.	What are industry 4.0 and industry 5.0 all about? an integrative institutional model for the new industrial paradigms	Se usó la digitalización de procesos, automatización y análisis de datos, contiene información relevante sobre la transición de la industria 4.0 a 5.0.	Educativo universitario	España

Avila-gutiérrez, M.J., Córdoba-Roldán, A., Morato-Huerta, P., Lama-Ruiz, J.R.	Modernizing small and medium-sized enterprises: a lean audit model for digital integration	A través del modelo de auditoría lean las pymes han mejorado su eficiencia, competitividad y sostenibilidad en un entorno industrial en constante cambio.	Manufacturero	España
Ingaldi, M. , Ulewicz, R.	Sustainable development and technological advancements in industry 4.0: overcoming barriers in sme sector integration	A través de la digitalización, automatización, colaboración y la adopción de tecnologías avanzadas se enfrentará los desafíos significativos relacionados con costos, cultura y ciberseguridad.	Educativo universitario	Polonia
Lee, J. , Jang, j. , Tang, Q. , Jung, H.	Recipe based anomaly detection with adaptable learning: implications on sustainable smart manufacturing	Mediante la ia la fabricación ha permitido mejorar la eficiencia, competitividad y sostenibilidad abordando desafíos ambientales.	Manufacturero	Corea del sur
Aleca, O.E. , Mihai, F.	The role of digital infrastructure and skills in enhancing labor productivity: insights from industry 4.0 in the european union	Se implementó políticas, la infraestructura digital, las habilidades tecnológicas y las soluciones en la nube ofrecen un marco para enfrentar desafíos similares en sus procesos de digitalización.	Educativo universitario	Rumania
Bernard, G. , Budde, I. , Hänggi, R. , Friedli, T.	Driving continuous improvement with industry 4.0 technologies: lessons from multiple use case analysis	Se utilizó el modelo lean que ha demostrado ser fundamental para optimizar procesos y aprovechar las tecnologías digitales.	Educativo universitario	Suiza
Castillo-Vergara, M. , Ortiz-Henríquez, R. , Geldes, C. , Muñoz-Cisterna, V. , Escobar-Arriagada, C.	Adoption of industry 4.0 technologies in chilean mining: a comparative analysis between sectors	Se utilizan las tecnologías avanzadas y la capacitación continúa asegurando que los beneficios de la industria 4.0 para todas las empresas.	Minería	Chile
Babaeimorad, S. , Fattahi, P. , Fazlollahtabar, H. , Shafiee, M.	An integrated optimization of production and preventive maintenance scheduling in industry 4.0	A través de la implementación de modelos de optimización integrados se ha demostrado la mejorar la eficiencia, competitividad y sostenibilidad.	Manufacturero	Irán
Valaskova, K. , Nagy, M.	The role of industry 4.0 in the context of economic performance of enterprises: a literature review	Por medio de artículos de intersección entre los avances tecnológicos y los resultados económicos se proporcionó una base para académicos, profesionales y responsables de políticas.	Educativo universitario	Eslovaquia
Akila, D. , Pal, S. , Sarkar, B. , ...	Multi-criteria decision-making model to achieve sustainable	Se utilizó un método para determinar los factores de	Educativo universitario	India

Muthaiyah, S., Anbananthen, K.S.M.	developmental goals in industry 4.0 for smart city infrastructure	peso asociados con cada indicador, basado en sus respectivas conexiones incluyendo conexiones estáticas y similitudes de tendencias dinámicas.		
Papouskova, K., Telecky, M., Cejka, J.	Process efficiency analysis of selected automotive companies in europe	Se utilizó un software estadístico para mejorar la situación cuando las tasas de interés tienden a disminuir y la situación económica tiende a mejorar.	Automotriz	República checa
Mandičák, T., Behúnová, A., Mésároš, P.	Artificial intelligence in the sustainable design and manufacturing of products in civil engineering in the context of industry 4.0	Se aplicaron en la investigación estrategias que integran la IA en el diseño y producción puede mejorar significativamente la eficiencia, competitividad y sostenibilidad en la industria.	Ingeniería civil	Eslovaquia
Aranyossy, m., Halmosi, p.	Healthcare 4.0 value creation – the interconnectedness of hybrid value propositions	Se desarrolló un marco más robusto que potencia la adopción de tecnologías avanzadas en el sector salud y contribuya a un sistema de salud más resiliente y equitativo.	Salud	Hungría
Kolokas, A., Mallioris, P., Koutsiantzis, M., ... Bechtsis, D., Diamantis, E	Effective machine learning solution for state classification and productivity identification: case of pneumatic pressing machine	Se integraron de técnicas avanzadas de aprendizaje automático en los flujos de trabajo de mantenimiento.	Manufactura	Grecia
Thamer, K.	Development of cognitive approach to the organization of business processes in virtual machinebuilding enterprises within industry 4.0	Se integran tecnologías avanzadas y enfoques analíticos a empresas virtuales de construcción de maquinaria para mejorar su eficiencia, competitividad y sostenibilidad.	Manufacturera	Irak
Ali, m. , Salah, B., Habib, T.	Utilizing industry 4.0-related technologies and modern techniques for manufacturing customized products – smart yogurt filling system	Se integra tecnologías avanzadas que abren un camino hacia un futuro más accesible y sostenible en la industria.	Ingeniería industrial	Polonia
Heinzova, R., Strohmandl, J., Janova, N.	Production and logistics 4.0 in the food industry in the czech republic	Se adoptan tecnologías avanzadas y sistemas de automatización con las que empresas pueden mejorar su capacidad de respuesta a las demandas del mercado competitivo.	Industria alimentaria	República checa
Miśkiewicz, R., Wolniak, r.	Practical application of the industry 4.0 concept in a steel company	A través de lo digital y la automatización se echa una mano importante al medio ambiente.	Manufacturero	Polonia

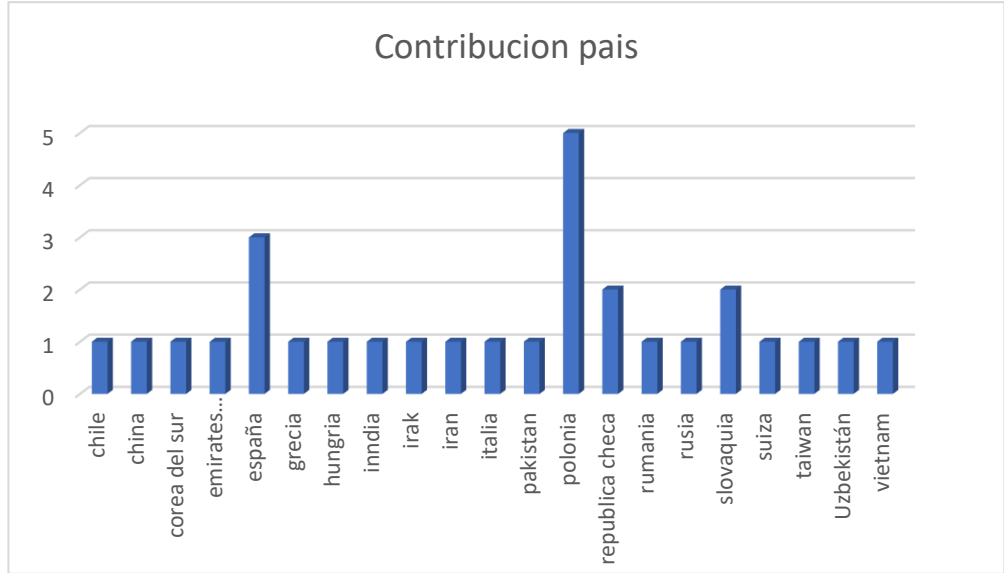
Costa, F. , Alemsan, N. , Bilancia, A. , Tortorella, G.I. , Portioli Staudacher, A.	Integrating industry 4.0 and lean manufacturing for a sustainable green transition: a comprehensive model	Se modernizan las tácticas que juntan la industria 4.0 y la logística moderna en pro de la sostenibilidad del planeta.	Educativo universitario	Italia
Tri, N.C.	The impact of industry 4.0 adoption barriers on supply chain capacity and operational efficiency: empirical evidence in vietnamese transport logistics industry	Por medio del progreso digital y la formación de los trabajadores se potencia el desempeño en un contexto económico mundial precario.	Logística y transporte	Vietnam
Tsai, W.-H.	Balancing profit and environmental sustainability with carbon emissions management and industry 4.0 technologies	Se despliega un sistema de control automatizado para dirigir la producción y examinar los datos, teniendo muy presentes tanto las emisiones de carbono como los impuestos asociados.	Industria textil	Taiwán
Ijaz, T. , Ismail, M. , Haider, S.M. , Rafique, M.Z. , Jamshaid, S.H.	Production enhancement through integration of lean, life cycle assessment & industry 4.0	Se utiliza un marco de la toma de decisiones multicriterio y el mapeo del flujo de valor.	manufacturero	Pakistán
Arana-Landín, G. , Uriarte-Gallastegi, N. , Landeta-Manzano, B. , Laskurain-Iturbe, I.	The contribution of lean management—industry 4.0 technologies to improving energy efficiency	Se implementan tecnologías como los robots móviles autónomos, la inteligencia artificial avanzada, el análisis de big data y el internet de las cosas.	Educativo universitario	España
Tolmachev, A.V. , Sozinova, A.A. , Savelyeva, N.K. , Saidakova, Y.A.	The attraction of digital personnel and corporate training in quality management in industry 4.0 with a balance between sustainability and competitiveness	Usando tácticas en la industria 4.0 que giran en torno al manejo eficaz del equipo humano digital, resaltando lo crucial que es captar talento en vez de depender solo de la formación.	Gestión de recursos humanos	Rusia
Yuldashev, N.M. , Yugay, L.yu. , Akopova, E.S. , Fomenko, N.M.	The place of knowledge management in the quality assurance system of industry 4.0: a view from the point of view of sustainability and competitiveness	La integración del conocimiento en el aseguramiento de calidad se eleva la calidad del producto desarrollando una industria competitiva en el escenario actual.	Educativo universitario	Uzbekistán
Rehman, S.U.	Industry 4.0 adoption and firm efficiency: evidence from emerging giants in asia pacific region	Se usó la transformación de las estrategias en la industria 4.0 enfocadas en juntar tecnologías digitales y optimizar capacidades intangibles.	Educativo universitario	Emiratos árabes unidos

Environment Grabowska, S. , Saniuk, S.	Assessment of the competitiveness and effectiveness of an open business model in the industry 4.0	Se idearon modelos de negocios que son competitivo para respaldar por instrumentos como el cuadro de mando integral.	Educativo universitario	Polonia
Grabowska, s.	Smart factories in the age of industry 4.0	Mediante la formación y adopción de tecnologías modernas se optimizaron las operaciones para apuntar a las fábricas inteligentes que interactúan con los clientes.	Educativo universitario	Polonia
Peng, G. , Chen, S. , Chen, X. , Liu, C.	An investigation to the industry 4.0 readiness of manufacturing enterprises: the ongoing problems of information systems strategic misalignment	Se adoptaron tecnologías modernas para entender la desincronización y sus circunstancias se optimizo la eficiencia y la competitividad en esta escena industrial tan cambiante.	Manufacturera	China

Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión.

Teniendo en cuenta los resultados de la tabla 2, se desarrolló un análisis de la información suministrada, se pudo evidenciar los principales enfoques temáticos abordados por los datos relacionados con la eficiencia competitividad y sostenibilidad en la industria 4.0. los temas fundamentales y mas habituales en los artículos revisados tales como: inteligencia artificial, el big data la integración de técnicas de aprendizaje automático la implementación de sistemas de automatización y robots móviles autónomos y el desarrollo de marcos de toma de decisiones multicriterio.

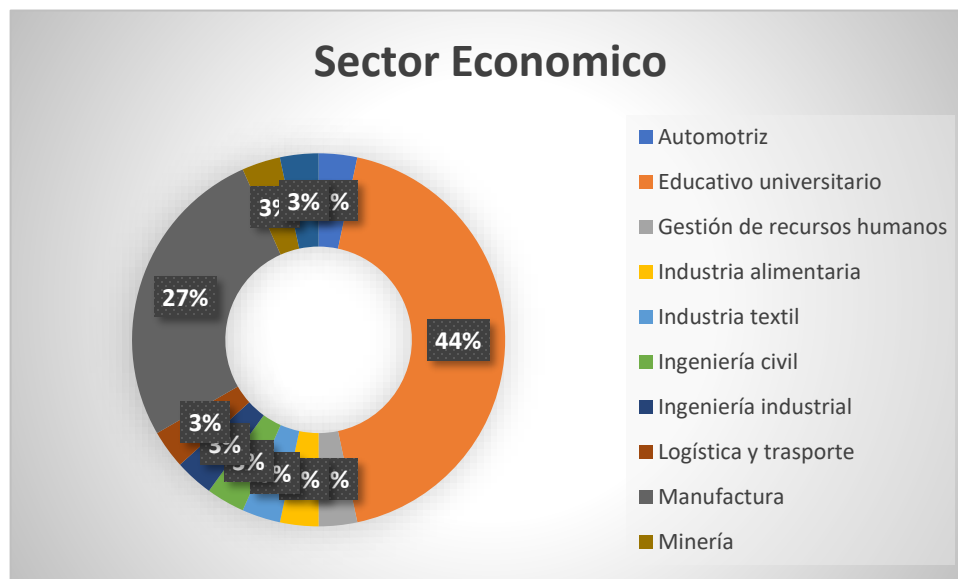
Figura 2. Países con más contribución en los temas analizados.



Fuente: elaboración a partir de la base de datos de Scopus 2025.

El país que tuvo mayor contribución fue Polonia en donde se desarrollaron herramientas como inteligencia artificial, la digitalización, el big data y la integración de técnicas de aprendizaje automático lo que se busca al implementar estas aplicaciones es mejorar la eficiencia competitividad y sostenibilidad de las organizaciones al introducirse en la industria 4.0 y de esta forma optimizar la retroalimentación automática, el grafico presenta una distribución de artículos por país, esto permite identificar cuáles son los países mas activos de esta investigación, consideraremos que el país con mayor contribución en este caso Polonia indica un mayor interés o inversión en investigación sobre la industria 4.0, por otro lado los países con menor contribución presentan una baja cantidad de artículos lo que refleja una falta de investigación sobre este tema Los países que publicaron un mayor número de artículos pueden adaptarse de mejor forma a las tecnologías brindadas al enfoque de la industria 4.0 lo que podría correlacionarse con la mejora de su eficiencia y competitividad mientras que la investigación en sostenibilidad bajo el contexto de la industria 4.0 es muy importante, permite a los países que están produciendo un mayor número de artículos conocer practicas y procedimientos mas amigables con el medio ambiente.

Figura 3. Artículos por sector económico



Fuente: elaboración a partir de la base de datos de Scopus.

En esta revisión sistemática se logró reconocer múltiples sectores económicos en donde incidieron los distintos artículos

El 43% de los estudios se vincularon al sector económico educativo universitario ya que indica un interés significativo en temas relacionados con actividades que refuercen el conocimiento y la investigación en las universidades, lo que permite resolver interrogantes, brinda una retroalimentación y un acompañamiento dentro de los procesos académicos, lo sigue con un 27% el sector de manufactura, estos artículos fueron analizados, también fueron un porcentaje significativo, aunque fue menor que el sector educativo

El resto de los sectores tuvieron una presencia del 3%, lo que nos sugiere que tuvieron un impacto menor que el sector educativo y el sector manufacturero, la alta proporción del sector educativo nos indica que hay una mayor inversión en este sector.

Incidencia de las herramientas tecnológicas en la industria 4.0

Los artículos examinados, utilizan herramientas que influyen en el desarrollo de la mejora de los procesos y actividades llevadas a cabo dentro de las organizaciones, algunos estudios resaltan que el uso de estas herramientas es impulsado para tener una mayor autonomía y motivación en la industria.

A partir de la base de datos de scopus, se observa que las herramientas más utilizadas fueron el modelo LEAN y la IA, los estudios muestran como la IA contribuye con el desarrollo de competencias digitales y tecnológicas, debido que la mejora de los procesos no solo se logra a través del uso de IA, si no que se debe tener conocimiento de los fundamentos de IA, conocimiento de digitalización avanzada y la familiarización de la plataformas virtuales, al igual que la implementación de la IA con el modelo LEAN se debe tener conocimiento previo para un correcto uso de esta herramienta.

En ese orden de ideas, la incorporación de tecnologías asociadas a la Industria 4.0 requiere no solo el desarrollo de competencias digitales, sino también mecanismos organizacionales que faciliten la transferencia y apropiación del conocimiento, además de que estas prácticas estimulan el conocimiento desarrollado a partir de la experiencia organizacional en temas capital humano, la comunicación, la tecnología y la innovación lo que se transforma en un factor decisivo que permitan tomar decisiones a futuro que le permitan crear ventajas competitivas de largo plazo en el sector en que se desempeñan (García-Cediel et al, 2023; Robledo-Fernández et al, 2025).

El uso de estas herramientas mejora el pensamiento crítico y la resolución de problemas, ya que se pueden implementar simulaciones, lo que ayuda a la retroalimentación automatizada lo que nos permite ver distintas soluciones a un problema en específico, por ello se puede llevar a cabo la solución más optima, brindando mayor eficiencia dentro de las organizaciones.

Caracterización de los antecedentes de la eficiencia competitividad y sostenibilidad

En la tabla 3 se detallan los autores de los artículos incluidos, clasificados de acuerdo con su título, aplicación y resultados o alcance, Esto nos ayuda a observar cómo se agrupan los temas de eficiencia, competitividad y sostenibilidad en las organizaciones al integrar la industria 4.0.

Tabla 3. Estrategias y estudios utilizados por los autores.

Autores	Título	Aplicación	Resultados/Alcance
Sarje, SH, Kumbhalkar, Massachusetts, Washimkar, DN, ... Jaybhaye,	Current scenario of maintenance 4.0 and opportunities for sustainability-driven maintenance	Se propone una arquitectura iot en la central térmica adani en dahanu, india, utilizando acelerómetros y analizadores fft,	Se destacó que wi-fi como mejor opción para transmitir grandes volúmenes de datos en un entorno de industria 4.0, se aborda la sostenibilidad en el mantenimiento.
Fogaça, D.R., Grijalvo, M., Sacomano Neto, M.	What are industry 4.0 and industry 5.0 all about? an integrative institutional model for the new industrial paradigms	Se discute la naturaleza de ambas industrias y se propone un modelo institucional integrado que incluye dimensiones sociales y ambientales.	La comisión europea ha sido un actor clave en la promoción de la industria 5.0, destacando características como la resiliencia, sostenibilidad y enfoque humano.

Avila-gutiérrez, M.J., Córdoba-Roldán, A., Morato-Huerta, P., Lama-Ruiz, J.R.	Modernizing small and medium-sized enterprises: a lean audit model for digital integration	La investigación se llevó a cabo en una pyme dedicada al diseño de muebles tapizados, que busca modernizar sus procesos de producción mediante la integración de tecnologías de industria 4.0 y principios de lean manufacturing	La empresa ha realizado mejoras en casi todas las áreas, aunque con variaciones en la intensidad, se identificaron factores clave que necesitan atención, como la logística y la captura de información.
Ingaldi, M. , Ulewicz, R.	Sustainable development and technological advancements in industry 4.0: overcoming barriers in sme sector integration	La investigación se realizó en tres empresas manufactureras en 2018, enfocándose en sus capacidades de producción y la implementación de la industria 4.0.	Se identificaron barreras para la implementación de la industria 4.0 que las empresas pueden superar mediante la colaboración y el desarrollo de estrategias conjuntas.
Lee, J. , Jang, j. , Tang, Q. , Jung, H.	Recipe based anomaly detection with adaptable learning: implications on sustainable smart manufacturing	La investigación se llevó a cabo utilizando datos de un proceso de fabricación de inyección en la compañía a en cheonan, corea del sur. se crearon un conjunto de datos que reflejara la fluctuación de valores de sensores según parámetros de configuración	Se organizaron recetas en el conjunto experimental, con un enfoque en la normalización de datos y la preparación para el proceso de predicción contribuyendo a la mejora de la calidad en la producción.
Aleca, O.E. , Mihai, F.	The role of digital infrastructure and skills in enhancing labor productivity: insights from industry 4.0 in the european union	La investigación se realizó para analizar cómo la digitalización afecta la productividad laboral en diferentes países y regiones, utilizando modelos de regresión que incorporan variables como la cobertura de internet, habilidades digitales y adopción de tecnologías en la nube.	Se mostró que los modelos de los factores digitales afectan la productividad de manera diferente según el nivel de digitalización de cada economía
Bernard, G. , Budde, I. , Hänggi, R. , Friedli, T.	Driving continuous improvement with industry 4.0 technologies: lessons from multiple use case analysis	La investigación se realizó a través de entrevistas y talleres en varias empresas, analizando cómo la digitalización ha influido en el proceso de mejora continua dentro del enfoque lean, utilizando el ciclo pdca (planificar, hacer, verificar, actuar).	La investigación destaca la importancia de la digitalización y el uso de datos en tiempo real para optimizar procesos y mejorar la toma de decisiones en las empresas
Castillo-Vergara, M. , Ortiz-Henríquez, R. , Geldes, C. , Muñoz-Cisterna, V. , Escobar-Arriagada, C.	Adoption of industry 4.0 technologies in chilean mining: a comparative analysis between sectors	La investigación se realizó para analizar el uso de herramientas de gestión y tecnologías digitales en empresas utilizando estadísticas descriptivas y	Las empresas mineras muestran una mayor concentración en la adopción de tecnologías integradas y análisis de datos, sugiriendo un

		análisis de componentes principales.	enfoque más eficiente en la optimización de procesos.
Babaeimorad, S. , Fattahi, P. , Fazlollahatabar, H. , Shafiee, M.	An integrated optimization of production and preventive maintenance scheduling in industry 4.0	La investigación se realizó para desarrollar un algoritmo de solución numérica que optimiza el tiempo de finalización y los costos de mantenimiento total por unidad de tiempo en un entorno de producción	El modelo se ejecutó con 10 trabajos en matlab y 7 trabajos en gams, logrando optimizar la programación de trabajos y el mantenimiento, lo que resultó en ahorros de tiempo y dinero.
Valaskova, K. , Nagy, M.	The role of industry 4.0 in the context of economic performance of enterprises: a literature review	La investigación se llevó a cabo en el contexto de la implementación de los principios de la industria 4.0 en la práctica corporativa comenzando en 2016.	Los hallazgos indicaron que la ley de bradford se aplicó con éxito para categorizar las publicaciones en tres zonas de productividad, destacando que el 27% de los artículos se centraron en economía empresarial.
Akila, D. , Pal, S. , Sarkar, B. , ... Muthaiyah, S. , Anbananthan, K.S.M.	Multi-criteria decision-making model to achieve sustainable developmental goals in industry 4.0 for smart city infrastructure	La investigación se realizó e centrándose en tres componentes principales big data, tecnologías de la información y fábricas inteligentes.	Los resultados indican que la implementación de tecnologías de industria 4.0, como el análisis de datos y la automatización, mejora la eficiencia de la producción y la calidad del producto.
Papouskova, K., Telecky, M., Cejka, J.	Process efficiency analysis of selected automotive companies in europe	La investigación se llevó a cabo utilizando el software estadístico r para realizar un análisis de correlación en una muestra de unidades contables, enfocándose en la industria automotriz.	Se recomendaron cambios para mejorar la eficiencia de hyundai, incluyendo una reducción del 3.45% en costos totales y personal, así como una disminución significativa del 59.68% en activos fijos y del 15.30% en capital.
Mandičák, T. , Behúnová, A. , Mésároš, P.	Artificial intelligence in the sustainable design and manufacturing of products in civil engineering in the context of industry 4.0	La investigación se realizó en la industria de la construcción, enfocándose en el uso de inteligencia artificial (ia) en el diseño y producción sostenible de productos de construcción	Aunque la ia tiene un gran potencial para mejorar la eficiencia en el diseño y la producción, la industria de la construcción aún enfrenta desafíos significativos en su adopción
Aranyossy, m. , Halmosi, p.	Healthcare 4.0 value creation – the interconnectedness of hybrid value propositions	La investigación se llevó a cabo en el contexto de healthcare 4.0, analizando el perfil tecnológico de empresas innovadoras en el sector de la salud	El valor de healthcare 4.0 es capturado por diversos actores, incluidos proveedores de servicios de salud, pacientes y autoridades nacionales

Kolokas, A. , Mallioris, P. , Koutsiantzis, M. , ... Bechtsis, D. , Diamantis, E.	Effective machine learning solution for state classification and productivity identification: case of pneumatic pressing machine	Se realizó en el ámbito de los modelos de aprendizaje automático, analizando diversas técnicas de agrupamiento para resolver problemas específicos utilizando datos recopilados	La evaluación de los modelos se realizó mediante visualización de los clusters y métricas como el silhouette score, la homogeneidad y la completitud.
Thamer, K.	Development of cognitive approach to the organization of business processes in virtual machinebuilding enterprises within industry 4.0	La investigación se llevó a cabo en el contexto de las empresas virtuales de fabricación, enfocándose en cómo estas pueden adaptarse a las condiciones del mercado para mejorar su eficiencia	Es importante la flexibilidad y la integración de sistemas de información en la gestión de vmbe, permitiendo una respuesta ágil a las condiciones cambiantes del mercado.
Ali, m. , Salah, B. , Habib, T.	Utilizing industry 4.0-related technologies and modern techniques for manufacturing customized products – smart yogurt filling system	La investigación se realizó en el contexto de un sistema de producción de yogur, centrándose en el desarrollo de un sistema de llenado de yogur que incorpora tecnologías de internet de las cosas (iot) y impresión 3d.	Se destaca la combinación de iot y tecnologías de impresión 3d puede transformar la producción de yogur, haciéndola más eficiente, sostenible y centrada en el cliente.
Heinzova, R. , Strohmandl, J. , Janova, N.	Production and logistics 4.0 in the food industry in the czech republic	La investigación se llevó a cabo en el contexto de las cadenas agroalimentarias, enfocándose en la automatización y digitalización de las operaciones en empresas de diferentes tamaños.	Se subrayan la importancia de la automatización y digitalización en la industria agroalimentaria, así como los desafíos que enfrentan las micro y pequeñas empresas en comparación con las grandes
Miśkiewicz, R. , Wolniak, r.	Practical application of the industry 4.0 concept in a steel company	La investigación se realizó en una empresa que implementó el sistema vizum optitrack para monitorear el uso de activos móviles en espacios abiertos y cerrados.	Se destaca el sistema vizum optitrack mejora la eficiencia operativa, la seguridad y la gestión de recursos en la empresa, facilitando un entorno de trabajo más seguro y conectado.
Costa, F. , Alemsan, N. , Bilancia, A. , Tortorella, G.I. , Portioli Staudacher, A.	Integrating industry 4.0 and lean manufacturing for a sustainable green transition: a comprehensive model	La investigación se llevó a cabo en una empresa que se especializa en proporcionar sensores, sistemas y componentes para la automatización y control de procesos industriales.	Se destaca la relevancia de las variables y sus interacciones, destacando la importancia del diseño sostenible y las estrategias circulares.
Tri, N.C.	The impact of industry 4.0 adoption barriers on	La investigación se realizó a partir de una encuesta con 768 observaciones calificadas,	Las barreras intrínsecas y extrínsecas tienen un impacto negativo en la

	supply chain capacity and operational efficiency: empirical evidence in vietnamese transport logistics industry	donde el 22% de los encuestados eran mujeres y el 72% eran graduados universitarios.	adopción de la industria 4.0, con coeficientes de -0.40 y -0.14, respectivamente.
Tsai, W.-H.	Balancing profit and environmental sustainability with carbon emissions management and industry 4.0 technologies	Se utilizó un modelo de multi-período para analizar la rentabilidad y las emisiones de carbono en un contexto industrial.	Un aumento del 5% en el impuesto al carbono y una disminución del 5% en la exención fiscal tuvieron un impacto mínimo en los beneficios, aunque los niveles de producción y las emisiones de carbono se mantuvieron constantes.
Ijaz, T. , Ismail, M. , Haider, S.M. , Rafique, M.Z. , Jamshaid, S.H.	Production enhancement through integration of lean, life cycle assessment & industry 4.0	Se realizó en el sector de fabricación de tuberías, donde se aplicaron principios de lean manufacturing e industria 4.0 para mejorar la eficiencia y rentabilidad del proceso.	Se destacó que la implementación de conceptos de lean manufacturing es un requisito previo para el éxito de la industria 4.0.
Arana-Landín, G. , Uriarte-Gallastegi, N. , Landeta-Manzano, B. , Laskurain-Iturbe, I.	The contribution of lean management—industry 4.0 technologies to improving energy efficiency	Centrandose en el estudio de empresas tecnológicas que han integrado varias tecnologías de industria 4.0 (amrb, avai, bdaa e iot) para abordar problemas no resueltos y evaluar conclusiones previas de la literatura. s	La variable de gestión de calidad "toma de decisiones" tiene un papel mediador significativo en la relación entre la adopción de tecnologías de industria 4.0 y la reducción del consumo energético.
Tolmachev, A.V. , Sozinova, A.A. , Savelyeva, N.K. , Saidakova, Y.A.	The attraction of digital personnel and corporate training in quality management in industry 4.0 with a balance between sustainability and competitiveness	Se utilizó un modelo econométrico para determinar cómo las habilidades digitales y la formación formal impactan en la competitividad global y en varios objetivos de calidad.	Se propuso un enfoque programático para asegurar la calidad en la industria 4.0, que incluye la selección rigurosa del personal digital, la divulgación de su potencial humano y la atracción y retención de este personal, todo ello alineado con los objetivos de desarrollo sostenible.

Yuldashev, N.M. , Yugay, L.yu. , Akopova, E.S. , Fomenko, N.M.	The place of knowledge management in the quality assurance system of industry 4.0: a view from the point of view of sustainability and competitiveness	La investigación se realizó en los 40 países más desarrollados en la industria 4.0 en 2023. se utilizó un análisis de regresión para determinar cómo la gestión del conocimiento contribuye a la calidad del producto desde la perspectiva de la sostenibilidad y la competitividad.	Es importante la gestión del conocimiento en la mejora de la calidad del producto y la competitividad en el contexto de la industria 4.0
Rehman, S.U.	Industry 4.0 adoption and firm efficiency: evidence from emerging giants in asia pacific region	La investigación se llevó a cabo en 1440 empresas de las 12 principales economías de Asia-pacífico entre 2015 y 2022.	La importancia de la adopción de la industria 4.0 y el papel de los activos intangibles en la mejora de la eficiencia empresarial en el contexto de las economías de asia-pacífico.
Environment Grabowska, S. , Saniuk, S.	Assessment of the competitiveness and effectiveness of an open business model in the industry 4.0	La investigación se llevó a cabo en una empresa fabricante de envases para la industria cárnica en polonia, que ha sido un líder mundial en la producción de redes para salchichas desde 1989. la empresa opera en más de 45 países y emplea a cerca de 300 personas.	Se demuestra la efectividad del cuadro de mando integral como herramienta para evaluar la competitividad y eficiencia del modelo de negocio abierto en el contexto de la industria 4.0
Grabowska, s.	Smart factories in the age of industry 4.0	La investigación se centró en los futuros modelos de fábricas en la era de la cuarta revolución industrial, analizando cómo se transformarán las empresas manufactureras.	Se sugiere que las fábricas del futuro se centren en la eficiencia, la reducción de costos y la capacidad de respuesta a las demandas del mercado, utilizando tecnologías avanzadas para mejorar la producción y la calidad del producto.
Peng, G. , Chen, S., Chen, X. , Liu, C.	An investigation to the industry 4.0 readiness of manufacturing enterprises: the ongoing problems of information systems strategic misalignment	La investigación se realizó en un grupo de empresas estatales en la industria del aluminio durante un período de dificultades económicas.	Se indica que las empresas estatales de la industria del aluminio enfrentan una grave desalineación entre sus estrategias de negocio, lo que afecta su capacidad para adaptarse y competir en el mercado.

Fuente: Elaboración propia.

La revisión sistemática presenta un análisis de diversas investigaciones relacionadas con la eficiencia, competitividad y sostenibilidad en industria 4.0 y sus aplicaciones en diferentes

sectores. Se destacan autores que han explorado temas como la arquitectura IoT, para el mantenimiento, la creación de modelos institucionales para las industrias 4.0 y 5.0 también nos hablan de la modernización de pequeñas y medianas empresas mediante auditorías Lean y la superación de barreras en la implementación de tecnologías 4.0 en los distintos sectores. A su vez se menciona la detección de anomalías en procesos de manufactura y el impacto de la infraestructura digital en la productividad laboral

Además, se analizan la adopción de tecnologías en la optimización de la producción y el mantenimiento mediante algoritmos y la revisión del desempeño económico de las empresas en el contexto de la industria 4.0. Se abordan modelos de toma de decisiones para ciudades inteligentes la eficiencia de procesos en la industria automotriz y la aplicación de inteligencia artificial en la construcción.

Se menciona la creación de valor en el sector salud el uso de machine learning para la clasificación de estados en máquinas y la importancia de la gestión del conocimiento en la calidad de los productos. Se discuten las barreras para la adopción de la industria 4.0 en la logística y se analiza el equilibrio entre rentabilidad y sostenibilidad ambiental. Finalmente se evalúa la efectividad de modelos de negocio abiertos y se investiga la preparación de las empresas manufactureras para la industria 4.0 en un contexto de desalineación estratégica.

Tabla 4. Autores por aplicación tecnológica.

Autor(es)	Aplicación Tecnológica Principal	Autor(es)	Aplicación Tecnológica Principal
Sarje, S.H. et al.	Arquitectura IoT y análisis de datos	Thamer, K.	Enfoque cognitivo para procesos en empresas de fabricación virtual.
Fogaça, D.R. et al.	Modelo institucional para Industrias 4.0 y 5.0.	Ali, M. et al.	Sistema de llenado de yogur con IoT e impresión 3D.
Avila-Gutiérrez, M.J. et al.	Auditoría Lean para integración digital.	Heinzova, R. et al.	Automatización y digitalización en la industria alimentaria.
Ingaldi, M., Ulewicz, R.	Implementación de Industria 4.0 en empresas manufactureras.	Miśkiewicz, R., Wolniak, R.	Sistema VIZUM Optitrack para monitoreo en una empresa acerera.
Lee, J. et al.	Detección de anomalías con aprendizaje adaptable en manufactura.	Costa, F. et al.	Integración de Industria 4.0 y Lean Manufacturing para transición verde.
Aleca, O.E., Mihai, F.	Análisis del impacto de la infraestructura digital en la productividad.	Tri, N.C.	Análisis de barreras de adopción de Industria 4.0 en logística.
Bernard, G. et al.	Uso de tecnologías 4.0 para mejora continua (ciclo PDCA).	Tsai, W.-H.	Modelo para gestionar emisiones de carbono y rentabilidad.
Castillo-Vergara, M. et al.	Adopción de tecnologías 4.0.	Ijaz, T. et al.	Integración de Lean, LCA e Industria 4.0 en la fabricación de tuberías.
Babaeimorad, S. et al.	Algoritmo de optimización para producción y mantenimiento.	Arana-Landín, G. et al.	Integración de tecnologías 4.0 para eficiencia energética.
Valaskova, K., Nagy, M.	Revisión de literatura sobre el impacto económico de la Industria 4.0.	Tolmachev, A.V. et al.	Atracción y formación de personal digital para gestión de calidad.
Akila, D. et al.	Modelo de toma de decisiones para infraestructura de ciudad inteligente.	Yuldashev, N.M. et al.	Gestión del conocimiento para la calidad en la Industria 4.0.
Papouskova, K., Telecky, M., Cejka, J.	Análisis de eficiencia de procesos en empresas automotrices.	Rehman, S.U.	Adopción de Industria 4.0 y eficiencia en empresas de Asia-Pacífico.

Mandičák, T. et al.	Aplicación de IA en diseño y manufactura sostenible en construcción.	Grabowska, S., Saniuk, S.	Evaluación de modelo de negocio abierto con cuadro de mando integral.
Aranyossy, M., Halmosi, P.	Análisis de tecnologías de valor en el sector de salud (Healthcare 4.0).	Grabowska, S.	Análisis de modelos de fábricas inteligentes (Smart Factories).
Kolokas, A. et al.	Solución de machine learning para clasificación de estados en máquinas.	Peng, G. et al.	Preparación para la Industria 4.0 en empresas de manufactura.

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro se puede analizar las diversas investigaciones centradas en aplicaciones tecnológicas en el contexto de la industria 4.0. Se destacan autores que han desarrollado arquitecturas IoT y análisis de datos para el mantenimiento y la eficiencia en las organizaciones. También se menciona la creación de modelos institucionales que integran dimensiones sociales y ambientales en la industria. La auditoría Lean se utiliza para facilitar la integración digital en pequeñas y medianas empresas mientras que la implementación de tecnologías 4.0 se investiga en el ámbito de la manufactura.

Se aborda la detección de anomalías en procesos de producción mediante aprendizaje adaptable y se analiza el impacto de la infraestructura digital en la productividad laboral. La mejora continua se promueve a través del uso de tecnologías 4.0 y se estudia la adopción de estas tecnologías en diferentes sectores como la minería y la industria alimentaria. Se desarrollan algoritmos de optimización para la producción y el mantenimiento y se revisa la literatura sobre el impacto económico de la industria 4.0.

Además, se presentan modelos de toma de decisiones para la infraestructura de ciudades inteligentes y se analizan las barreras para la adopción de la industria 4.0 en la logística. La gestión de emisiones de carbono y la rentabilidad se abordan mediante modelos específicos y se investiga la integración de Lean y LCA en la fabricación de tuberías. La eficiencia energética se mejora mediante la integración de tecnologías 4.0 y se destaca la importancia de la atracción y formación de personal digital en la gestión de calidad. Finalmente se evalúan modelos de negocio abiertos y se analizan los futuros modelos de fábricas inteligentes en el contexto de la cuarta revolución industrial.

Discusión

El artículo sobre una revisión sistemática de la literatura facilitó la comprensión de los estudios teóricos seleccionados sobre la eficiencia, competitividad y sostenibilidad en el contexto de la industria 4.0. se plantearon algunas estrategias y aportes de valor para que los encargados de los procesos organizacionales puedan aplicar para mejorar en los factores que generan éxitos y beneficios para ser más sostenibles y competitivos en el mercado. A su vez se contribuye con experiencias empíricas de buenas prácticas que ayudaran a las empresas a ser más eficientes competitivos y sostenibles durante la llegada de la industria 4.0, se identificaron múltiples artículos entorno a la eficiencia, competitividad y sostenibilidad en relación con la industria 4.0 esto es importante resaltar por lo representativo que son los resultados obtenidos a partir de un estudio exhaustivo y minucioso de investigaciones ya que estos resultados muestran como los gerentes y líderes de las organizaciones pueden utilizar estrategias y herramientas adecuadas que faciliten la mejora continua de los procesos dentro de las organizaciones sin importar su entorno. incluyen el mantenimiento predictivo mediante el uso del internet de las cosas la digitalización de procesos la automatización y el análisis de datos el modelo lean para optimizar procesos y la integración de inteligencia artificial en el diseño y producción Estas estrategias permiten a las PYME enfrentar desafíos relacionados con costos cultura y ciberseguridad a través de la digitalización y la

colaboración se han desarrollado políticas y un marco que incluye habilidades tecnológicas y soluciones en la nube para facilitar la adopción de tecnologías avanzadas. Además se han ideado modelos de negocio competitivos respaldados por herramientas como el cuadro de mando integral lo que permite a las empresas apuntar a fábricas inteligentes que interactúan con los clientes, la integración de estas herramientas y enfoques ha permitido a las empresas mejorar su eficiencia competitiva y contribuir a un futuro más sostenible en la industria.

En cambio, se observa una mayor cantidad de información por la revisión sistemática de la literatura gracias a la claridad del análisis de los hallazgos, no obstante, en este artículo se presentan algunas limitaciones, en cuanto al rango de tiempo establecido para esta revisión sistemática, cuyo rango fue del 2020-2025. Sin embargo, este artículo comenzó en el año 2025, lo que posibilita el hecho de que posteriormente incrementara el número de artículos, así mismo, se tuvo en cuenta los artículos publicados en la base de datos Scopus, lo que restringió el uso de otras bases de datos que pudieran brindar artículos de suma relevancia para la investigación, además el estudio tiene como limitante solo a los artículos en el idioma inglés y solo se tuvieron en cuenta aquellos artículos que mostraran alguna estrategia, beneficio y factores de mejora de los procesos usando los conceptos de eficiencia competitiva y sostenibilidad en las organizaciones excluyendo a otros temas que no brinden mejora relevancia para la mejora de los procesos.

Esta revisión sistemática resalta la importancia y la preocupación que tienen las organizaciones por la mejora continua, en las que son considerados pilares que soportan a las organizaciones, la eficiencia, competitividad y sostenibilidad, Las empresas podrían optimizar su cadena de suministro y la gestión de procesos al adoptar modelos como la Industria 4.0, la manufactura esbelta, la gestión de la cadena de suministro, así como el uso de análisis de big data y tecnologías de manufactura avanzadas, lo que les permitirá ser más competitivas tanto a nivel local como internacional.

se recomienda que para las próximas investigaciones sean utilizados nuevos estudios que sean de igual de completos y estén relacionados con las herramientas y estrategias utilizadas para mejorar la eficiencia competitiva y sostenibilidad en las organizaciones en el contexto de la industria 4.0, al igual que se propone que estudios futuros, utilicen la metodología, abarcando otros puntos de vista para aportar un valor importante en lo que respecta al desarrollo y su aporte al crecimiento económico esto se transforma rápidamente en una oportunidad para el sector por ende, investigaciones futuras deberían enfocarse en esta nueva área, con el fin de ofrecer herramientas valiosas para la toma de decisiones de los gerentes y generar un impacto significativo en la sociedad en general.

Conclusión

Esta revisión sistemática utilizó 30 artículos que aplicaron estrategias para mejorar la eficiencia, competitividad y sostenibilidad en las organizaciones en el contexto de la industria 4.0. En los resultados del proceso de revisión se pudo observar que Polonia es el país con más estudios sobre la Industria 4.0 dentro de los artículos seleccionados, las estrategias más utilizadas incluyen el mantenimiento predictivo mediante el Internet de las Cosas la digitalización de procesos la automatización y el análisis de datos el modelo de auditoría Lean la adopción de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial y el big data la integración de técnicas de aprendizaje automático la implementación de sistemas de automatización y robots móviles autónomos y el desarrollo de marcos de toma de decisiones multicriterio La llegada de la Industria 4.0 impacta en las organizaciones al mejorar la eficiencia mediante la optimización de operaciones y la reducción de costos aumentar la competitividad al mejorar la calidad de productos y servicios y promover la sostenibilidad al minimizar el impacto ambiental.

Referencias bibliográficas

- Alhonkoski, M., Salminen, L., Pakarinen, A., & Veermans, M. (2021). 3D technology to support teaching and learning in health care education – A scoping review. *International Journal of Educational Research*, 105. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101699>
- Álvarez, J., Fals, M. G., & Gómez, J. M. (2023). Analysis of efficiency, productivity and competitiveness in organizations. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 1(1). <https://doi.org/10.1504/ijpqm.2023.10055516>
- Araral, E. (2020). Why do cities adopt smart technologies? Contingency theory and evidence from the United States. *Cities*, 106. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102873>
- Assoratgoon, W., & Kantabutra, S. (2023). Toward a sustainability organizational culture model. *Journal of Cleaner Production*, 400, 136666. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2023.136666>
- Bansal, S., Kumar, S., Ali, S., Singh, S., Nangia, P., & Bamel, U. (2025). Harnessing digital finance for sustainability: An integrative review and research agenda. *Research in International Business and Finance*, 74, 102682. <https://doi.org/10.1016/J.RIBAF.2024.102682>
- Bensouda, M., Benali, M., & Zizi, Y. (2024). Enhancing Corporate Sustainability and Competitiveness through Energy Efficiency: A Literature Review. *Procedia Computer Science*, 241, 266–271. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2024.08.036>
- Bortolotti, T., Boscari, S., & Xiao, C. Y. (2024). Leveraging organizational culture to create competitive value from environmental practices. *International Journal of Production Economics*, 272, 109252. <https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2024.109252>
- Ching, N. T., Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Maroufkhani, P., & Asadi, S. (2022). Industry 4.0 applications for sustainable manufacturing: A systematic literature review and a roadmap to sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 334, 130133. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.130133>
- Chinonso Iwuanyanwu, C., & Iwuanyanwu, C. C. (2021). Determinants and Impact of Artificial Intelligence on Organizational Competitiveness: A Study of Listed American Companies. *Companies. Journal of Service Science and Management*, 14, 502–529. <https://doi.org/10.4236/jssm.2021.145032>
- de Oliveira, C. T., & Oliveira, G. G. A. (2023). What Circular economy indicators really measure? An overview of circular economy principles and sustainable development goals. *Resources, Conservation and Recycling*, 190, 106850. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2022.106850>
- Dhoopar, A., Sihag, P., & Gupta, B. (2023). Antecedents and measures of organizational effectiveness: A systematic review of literature. *Human Resource Management Review*, 33(1). <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2022.100915>
- Din, B. H., Waris, M., Habibullah, M. S., Osman, A. A., & Safuan, S. (2025). The role of corporate social responsibility sustainable practices in driving economic growth in Malaysia. *Discover Sustainability*, 6(1). <https://doi.org/10.1007/S43621-025-01311-9>
- Dvouletý, O., & Blažková, I. (2021). Determinants of competitiveness of the Czech SMEs: findings from the global competitiveness project. *Competitiveness Review*, 31(3). <https://doi.org/10.1108/CR-01-2020-0007>
- Fonseca, S. S., Benito, P. A., & Piña Ramírez, C. (2024). Digital Horizons in Construction: A Comprehensive System for Excellence in Project Management. *Buildings*, 14(7). <https://doi.org/10.3390/BUILDINGS14072228>.

- García-Cediel, G., Ruiz-Ariza, A., & Lora-Guzmán, H. (2023). Knowledge management: A strategy to generate competitive advantage in organizations. *Saber, Ciencia y Libertad*, 18(2). <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2023v18n2.10522>.
- Gómez, J. M., Molinares, A. C. G., & Sanmartín, S. S. (2023). Six sigma: estrategia para el mejoramiento de procesos en el sector manufacturero. *Dirección y Organización*, 80. <https://doi.org/10.37610/dyo.v0i80.641>
- Hamdouna, M., & Khmelyarchuk, M. (2025). Technological Innovations Shaping Sustainable Competitiveness—A Systematic Review. *Sustainability (Switzerland)*, 17(5). <https://doi.org/10.3390/SU17051953>
- He, Q. (2025). The influence of organizational policies on firm environmental performance through sustainable technologies and innovation and stakeholder concerns. *Scientific Reports*, 15(1). <https://doi.org/10.1038/S41598-025-94499-9>
- Ismael, N. B., Othman, B. J., Gardi, B., Hamza, P. A., Sorguli, S., Aziz, H. M., Ahmed, S. A., Sabir, B. Y., Ali, B. J., & Anwar, G. (2021). The Role of Training and Development on Organizational effectiveness. *International Journal of Engineering, Business and Management*, 5(3). <https://doi.org/10.22161/ijebm.5.3.3>
- Jaafar, M., Khan, K. N., & Salman, A. (2025). A systematic review and framework for organizational agility antecedents towards industry 4.0. *Management Review Quarterly*, 1–26. <https://doi.org/10.1007/S11301-025-00489-6/METRICS>
- Jensen, S. F., Kristensen, J. H., Adamsen, S., Christensen, A., & Waehrens, B. V. (2023). Digital product passports for a circular economy: Data needs for product life cycle decision-making. *Sustainable Production and Consumption*, 37, 242–255. <https://doi.org/10.1016/J.SPC.2023.02.021>
- Karudin, K. M., Shaharudin, M. R., & Zainoddin, A. I. (2025). Enhancing competitiveness and sustainable performance of halal organizations through the incubator role of halal logistics service providers. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 16, 100236. <https://doi.org/10.1016/J.CLSCN.2025.100236>
- Kitsios, F., Giatsidis, I., & Kamariotou, M. (2021). Digital transformation and strategy in the banking sector: Evaluating the acceptance rate of e-services. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(3), 204. <https://doi.org/10.3390/joitmc7030204>
- Kumar, S., Kumar, D., & Luis Nicolau, J. (2024). How does culture influence a Country's travel and tourism competitiveness? A longitudinal frontier study on 39 countries. *Tourism Management*, 100. <https://doi.org/10.1016/J.TOURMAN.2023.104822>
- Lange, T. (2021). Job satisfaction and implications for organizational sustainability: A resource efficiency perspective. *Sustainability (Switzerland)*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/su13073794>
- Lányi, B., Hornyák, M., & Kruzslicz, F. (2020). The effect of online activity on SMEs' competitiveness. *Competitiveness Review*, 31(3), 477–496. <https://doi.org/10.1108/CR-01-2020-0022>
- Masik, G., Sagan, I., & Scott, J. W. (2021). Smart City strategies and new urban development policies in the Polish context. *Cities*, 108. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102970>
- Naqshbandi, M. M., Farhana Said, T., & Hisa, A. (2024). Organizational effectiveness: the role of culture and work engagement. *Management Decision*, 62(11), 3633–3658. <https://doi.org/10.1108/MD-11-2023-2180>
- Naveed, R. T., Alhaidan, H., Halbusi, H. Al, & Al-Swidi, A. K. (2022). Do organizations really evolve? The critical link between organizational culture and organizational innovation toward

- organizational effectiveness: Pivotal role of organizational resistance. *Journal of Innovation and Knowledge*, 7(2). <https://doi.org/10.1016/j.jik.2022.100178>
- Nogueira, E., Gomes, S., & Lopes, J. M. (2025). Unveiling triple bottom line's influence on business performance. *Discover Sustainability*, 6(1). <https://doi.org/10.1007/S43621-025-00804-X>
- Norgren, E., & Stankeviciene, J. (2024). Systematic Literature Review on the Methodological Approaches of the Efficiency of Green Investment in Renewable Energy-Based Development. *Forum Scientiae Oeconomia*, 12(4), 30–46. https://doi.org/10.23762/FSO_VOL12_NO4_2
- Obiki-Osafiele, A., ... C. E.-... J. of A., & 2024, undefined. (n.d.). Theoretical models for enhancing operational efficiency through technology in Nigerian businesses. *Researchgate.Net*. Retrieved August 16, 2025, from https://www.researchgate.net/profile/Angela-Abhulimen/publication/383860270_4_Nigeria_Inter-bank_Settlement_System_Plc_NIBSS_5_Zenith_General_Insurance_Company_Limited_Nigeria_6_International_Association_of_Computer_Analysts_and_Researchers/links/66ddb30bfa5e11512ca8ed46/4-Nigeria-Inter-bank-Settlement-System-Plc-NIBSS-5-Zenith-General-Insurance-Company-Limited-Nigeria-6-International-Association-of-Computer-Analysts-and-Researchers.pdf
- Ogut, H., Adol, G. F. C., Bujdosó, Z., Andrea, B., Fekete-Farkas, M., & Dávid, L. D. (2023). Theoretical Nexus of Knowledge Management and Tourism Business Enterprise Competitiveness: An Integrated Overview. *Sustainability* 2023, Vol. 15, Page 1948, 15(3), 1948. <https://doi.org/10.3390/SU15031948>
- Phuyal, S., Bista, D., & Bista, R. (2020). Challenges, Opportunities and Future Directions of Smart Manufacturing: A State of Art Review. *Sustainable Futures*, 2, 100023. <https://doi.org/10.1016/J.SFTR.2020.100023>
- Rai, R., Tiwari, M. K., Ivanov, D., & Dolgui, A. (2021). Machine learning in manufacturing and industry 4.0 applications. *International Journal of Production Research*, 59(16), 4773–4778. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1956675>;CTYPE:STRING:JOURNAL
- Rayna, T., & Striukova, L. (2021). Assessing the effect of 3D printing technologies on entrepreneurship: An exploratory study. *Technological Forecasting and Social Change*, 164, 120483. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120483>
- Robledo-Fernández, J. C., del Carmen Angulo-Vásquez, M., & Cardona-Arbelaez, D. (2025). La Socialización Organizacional como Pilar para la Gestión del Conocimiento en Entidades Promotoras de Salud: Caso Mutualser EPS. *Saber, Ciencia y Libertad*, 20(1), 315-338.
- Saad, S. M., Bahadori, R., Jafarnejad, H., & Putra, M. F. (2021). Smart Production Planning and Control: Technology Readiness Assessment. *Procedia Computer Science*, 180, 618–627. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2021.01.284>
- Satpathy, A. Sanatan, Sahoo, S. Kumar, Mohanty, A., & Mohanty, P. P. (2025). Strategies for enhancements of MSME resilience and sustainability in the post-COVID-19 era. *Social Sciences & Humanities Open*, 11, 101223. <https://doi.org/10.1016/J.SSAHO.2024.101223>
- Yildirim, O., Cetinyokus, S., & Cetinyokus, T. (2025). Analysis of process safety management system sustainability in industrial organizations with regards to organization and personnel elements. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 98, 105750. <https://doi.org/10.1016/J.JLP.2025.105750>
- Zhao, L., & Rasoulnezhad, E. (2023). Role of natural resources utilization efficiency in achieving green economic recovery: Evidence from BRICS countries. *Resources Policy*, 80, 103164. <https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2022.103164>

Zuñiga-Collazos, A., Galvez-Albarracin, E. J., Vera-Jaramillo, F., & Patiño-Giraldo, L. V. (2025). Digitalization, innovation, sustainability and performance: A causal analysis applied to tourism MSMEs. *International Journal of Innovation Studies*, 9(1), 46–59. <https://doi.org/10.1016/J.IJIS.2024.12.001>