

Artículo de revisión

Inteligencia artificial e ingeniería mecánica: Revisión bibliométrica sobre tendencias de investigación, aplicaciones industriales y perspectivas futuras

Artificial intelligence and mechanical engineering: A bibliometric review on research trends, industrial applications, and future perspectives

Diego Venegas-Vásconez¹

¹Escuela de Hábitat, Infraestructura y Creatividad, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ambato, Ecuador, 180101;

*Correspondencia: dfvenegasv@pucesa.edu.ec

Citación: Venegas-Vásconez, D., (2026). Inteligencia artificial e ingeniería mecánica: Revisión bibliométrica sobre tendencias de investigación, aplicaciones industriales y perspectivas futuras. *Novasinerгия*. 9(1). 21-40.

<https://doi.org/10.37135/ns.01.17.02>

Recibido: 05 septiembre 2025

Aceptado: 21 octubre 2025

Publicado: 08 enero 2026

Novasinerгия

ISSN: 2631-2654

Resumen: Este artículo de revisión tiene como objetivo analizar el papel de la inteligencia artificial (IA) en la ingeniería mecánica y su aplicación en entornos industriales, analizando cómo ha evolucionado y hacia dónde se dirigen las tendencias en este campo. Para desarrollar esta investigación se implementó una metodología bibliométrica basada en el análisis cuantitativo de 166 artículos científicos registrados en la base de datos Scopus, considerando los siguientes tópicos: año de publicación, área de conocimiento, análisis de palabras clave, países con mayor investigación, entidades patrocinantes, fuentes con más publicaciones, tipos de fuentes, publicaciones más citadas e idioma de publicación. Al ser una sola base de datos seleccionada para el análisis, no existieron criterios de exclusión. Esta aproximación permitió caracterizar la evolución temporal de la producción científica y detectar los ejes temáticos más relevantes en el uso de IA en ingeniería mecánica. Los resultados muestran un crecimiento sostenido de las publicaciones en la última década y evidencian aplicaciones consolidadas en diseño mecánico, manufactura inteligente, mantenimiento predictivo y optimización de procesos. Además, se identificaron áreas emergentes de investigación como los gemelos digitales, la inteligencia artificial explicable y la automatización adaptable, que representan oportunidades de innovación en la industria. Con todos estos análisis se puede concluir que la integración de la IA en procesos mecánicos requiere una estrategia clara que considere metodologías estandarizadas, colaboración intersectorial y el desarrollo de capacidades técnicas para garantizar su adopción efectiva y sostenible. En síntesis, el hallazgo más relevante de esta revisión es que la IA no solo transforma la práctica de la ingeniería mecánica, sino que se proyecta como un eje estratégico para la competitividad industrial futura, lo que subraya la necesidad de acelerar su incorporación en la formación académica y en la gestión tecnológica.

Palabras clave: Industria, Ingeniería Mecánica, Inteligencia Artificial, Manufactura inteligente, Revisión bibliométrica.

Abstract: His review article aims to analyze the role of artificial intelligence (AI) in mechanical engineering and its application in industrial environments, examining how it has evolved and where current trends in this field are heading. To conduct this research, a bibliometric methodology was implemented based on the quantitative analysis of 166 scientific articles indexed in the Scopus database, considering the following topics: year of publication, field of knowledge, keyword analysis, countries with the highest research output, sponsoring entities, sources with the most publications, types of sources, most cited publications, and language of publication. Since a single database was selected for the analysis, no exclusion criteria were applied. This approach allowed us to characterize the temporal evolution of scientific production and identify the most relevant thematic axes in the use of AI in mechanical engineering. The results demonstrate sustained growth in publications over the past decade, highlighting the consolidation of applications in mechanical design, smart manufacturing, predictive maintenance, and process optimization. Additionally, emerging research areas were identified, including digital twins, explainable artificial intelligence, and adaptive automation, which represent opportunities for innovation in the industry. Based on these analyses, the integration of AI into mechanical processes requires a clear strategy that considers standardized methodologies, cross-sector collaboration, and the development of technical capabilities to ensure its effective and sustainable adoption. In summary, the most relevant finding of this review is that AI not only transforms the practice of mechanical engineering but also positions itself as a strategic axis for future industrial competitiveness, underscoring the need to accelerate its incorporation into academic training and technology management.

Keywords: Industry, Mechanical Engineering, Artificial Intelligence, Smart manufacturing, Bibliometric review.



Copyright: 2026 derechos otorgados por los autores a Novasinerгия.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de una licencia de Creative Commons Attribution (CC BY NC).

(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introducción

En la última década, la inteligencia artificial (IA) ha emergido como un catalizador fundamental que redefine los paradigmas de la ingeniería mecánica y los procesos industriales [1]. Su integración responde a la necesidad creciente de optimización, automatización avanzada y sustentabilidad en contextos como diseño, manufactura, mantenimiento predictivo y simulación virtual [2].

En el ámbito académico, estudios como el de Plathottam [3] y Jang et. al [4] muestran técnicas como el aprendizaje profundo (DL), diseño generativo (GD) y aprendizaje por refuerzo (RL) están impulsando significativamente el diseño y la manufactura inteligente. Estas tecnologías reducen costos experimentales mediante simulaciones predictivas y Aprendizaje Automático Automatizado (AutoML), acelerando la transición del prototipo al producto funcional. La interdisciplinariedad también se refleja en el uso de simulaciones numéricas combinadas con IA en manufactura. Zhao et al. [5] destacan aplicaciones como redes neuronales convolucionales en optimización de procesos y predicción en tiempo real de parámetros críticos, elevando la precisión y eficiencia en la producción. Malik et al. [6] exploran el impacto de la IA como parte de la revolución industrial 4.0, revelando beneficios como reducción del consumo energético, rentabilidad operacional, mitigación de riesgos y mejoras en rendimiento, aplicables incluso en sectores comprendidos dentro de la ingeniería mecánica e industrial. Villegas et al. [7] estudian la interdisciplinariedad en la fusión de datos sensoriales mediante arquitecturas híbridas (Red Neuronal Convolucional (CNN), Red Neuronal Recurrente (RNN) y Red Neuronal Profunda (DNN)) para la optimización de procesos y habilitación de mantenimiento predictivo en entornos inteligentes. Los resultados muestran avances significativos: incremento de la precisión en detección de anomalías hasta un 92%, mejora del 150% en la detección temprana para mantenimiento predictivo y aumento de la eficiencia operativa del 70% al 85%. Estos logros validan la propuesta y evidencian la utilidad práctica de la fusión inteligente de múltiples fuentes de datos en entornos industriales. Alijoyo [8] propuso un marco de gestión energética para edificios inteligentes basado en CNN e Internet de las Cosas (IoT), utilizando el dataset ASHRAE – Great Energy Predictor III. El modelo predice con 88% de precisión el consumo energético y detecta anomalías, superando métodos como Máquina de Vectores de Soporte (SVM), Máquina de Aprendizaje Extremo (ELM) y Memoria a Largo Plazo (LSTM). Los resultados muestran mejoras en eficiencia, reducción de costos y optimización en tiempo real del consumo.

En entornos educativos e industriales, Alghazo et al. [9] destacan cómo la IA está transformando la automatización en CAD, facilitando tareas como la conversión de dibujos técnicos en modelos CAD 3D, además de mejorar la clasificación y la precisión, lo que representa un avance importante para la ingeniería mecánica moderna. Asimismo, tecnologías emergentes como los modelos generativos profundos (Red Generativa Antagónica (GAN), Autoencoder Variacional (VAE)) están revolucionando el diseño en ingeniería mediante síntesis automatizada de formas estructuradas optimizadas, con promesa creciente de personalización y creatividad asistida por IA [10].

No obstante, la adopción de IA en entornos de producción presenta considerables desafíos [11]. La variabilidad y heterogeneidad de los datos de sensores, la opacidad de los modelos, y los altos requisitos de confiabilidad dificultan la aplicación práctica en procesos mecánicos industriales [12]. Desde la perspectiva de la ética y la sostenibilidad, la revisión sobre implicaciones sociales de la IA en fabricación realizada por Nelson et al. [13] señala impactos potenciales relacionados con desplazamiento laboral, ciberseguridad, equidad, y salud ambiental, lo cual exige un enfoque crítico y multidisciplinar.

Frente a este panorama dinámico, este estudio bibliométrico adquiere relevancia. Al analizar 166 documentos en Scopus, es posible mapear: tendencias temporales en publicaciones, aplicaciones específicas de IA (e.g. diseño, manufactura, mantenimiento, simulación), tipologías documentales, revistas clave, afiliaciones, patrocinadores, países e instituciones más activas, publicaciones más citadas e idioma de publicaciones. Este análisis permitirá identificar comunidades académicas emergentes, vacíos de conocimiento e indicar oportunidades futuras, como IA explicable para ingeniería, estrategias estandarizadas en la industria, y colaboración público-privada. En este artículo se busca contextualizar el estado del arte respecto a la integración de IA en ingeniería mecánica e industria de la manufactura inteligente. Finalmente, se discute los desafíos, implicaciones éticas y oportunidades futuras para consolidar una implementación responsable y efectiva de IA en el ámbito mecánico-industrial.

2. Metodología

El presente estudio adopta un enfoque de revisión bibliométrica según la metodología propuesta por Pakdel y Erol [14]. Este enfoque permite una evaluación sistemática y cuantitativa de las publicaciones científicas dentro de un dominio de investigación definido. Para contextualizar esta investigación, se realizó una búsqueda exhaustiva en la base de datos Scopus, con el objetivo de proporcionar un panorama global de la aplicación de IA en la Ingeniería Mecánica, los procesos industriales y la industria de la manufactura. La búsqueda en Scopus fue realizada el día 2 de septiembre del 2025 y las palabras clave empleadas fueron: artificial intelligence, mechanical engineering e industry. La cadena de búsqueda en la base de datos de Scopus fue la siguiente: TITLE-ABS-KEY (mechanical engineering , ai , industry). Se encontraron un total de 166 artículos. El análisis bibliométrico abarcó múltiples dimensiones, incluyendo la evolución anual de las publicaciones, área de conocimiento, análisis de palabras clave, países con mayor investigación, entidades patrocinantes, fuentes con más publicaciones, tipos de fuentes, publicaciones más citadas e idioma de publicación. La co-ocurrencia de palabras clave se evaluó mediante VOSviewer, mientras que las representaciones gráficas fueron elaboradas utilizando OriginPro 2025, asegurando una visualización precisa y comprensible de los resultados. No se identificaron registros duplicados, ya que la búsqueda se realizó en una sola base de datos (Scopus). Por lo tanto, no fue necesario aplicar un proceso de eliminación de duplicados.

3. Resultados

3.1. Publicaciones por año

La Figura 1 muestra la evolución del número de publicaciones por año en Scopus relacionadas con el uso de la inteligencia artificial (IA) en la ingeniería mecánica y la industria. La base de datos arrojó 166 publicaciones entre 1988 y 2025.

La Figura evidencia tres fases claramente diferenciadas en el crecimiento del número de publicaciones sobre inteligencia artificial (IA) aplicada a la ingeniería mecánica y la industria:

- 1) Fase inicial, exploración incipiente (1990–2015) (no reportada en el gráfico): durante este periodo, el campo muestra una actividad científica limitada, con apenas unos pocos trabajos anuales. Esta etapa refleja la naturaleza naciente del uso de tecnologías como Machine Learning (ML) e IA en contextos mecánicos e industriales, donde la adopción era aún experimental y difusa.
- 2) Fase de transición, creciente interés científico (2016–2019): a partir de 2016 se identifica un punto de inflexión, con un incremento gradualmente sostenido en las publicaciones, alcanzando entre 5 y 10 trabajos por año. Este crecimiento está alineado con la consolidación de paradigmas como Industria 4.0, el acceso a grandes volúmenes de datos y la madurez tecnológica de modelos estadísticos híbridos y machine learning para mantenimiento predictivo, diseño y automatización. Por ejemplo, Puttegowda & Nagaraju [15] destacan que la combinación de modelos híbridos (estadísticos y redes neuronales) ha impulsado sistemas de manufactura a ser un 30 % más rápidos, con algoritmos de aprendizaje por transferencia que minimizan la necesidad de reentrenamiento para diferentes equipos. Además, se registra una adopción creciente de IA en diseño y optimización mecánica, donde técnicas como redes neuronales, algoritmos evolutivos y reinforcement learning han permitido logros como una reducción del 15 % en la resistencia aerodinámica en aplicaciones aeroespaciales.
- 3) Fase de auge, crecimiento exponencial (2020–2025): desde 2020, se observa una explosión en la cantidad de publicaciones, superando las 15 por año y alcanzando aproximadamente 40 en 2024–2025. Este ascenso refleja la consolidación masiva de IA como herramienta clave en ingeniería mecánica e industrial. Por ejemplo, Zhao et al. [5] evidencian cómo la IA potencia la ingeniería asistida por computadora (CAE), fusionando deep learning con computación mecánica para optimizar el rendimiento estructural y constructivo. También Plathottam et al. [3] documentan aplicaciones de IA en manufactura avanzada, donde se destacan análisis predictivos, automatización científica y optimización del diseño de productos dentro de la Industria 4.0.

Con estos resultados se puede indicar que la integración de IA ha trascendido la etapa experimental, convirtiéndose en eje estratégico para innovación en diseño, procesos, mantenimiento, simulación y manufactura inteligente. Se evidencian aplicaciones emergentes como: mantenimiento predictivo mediante análisis de datos en tiempo real (ej., registros de sensores, modelos de detección de anomalías), gemelos digitales que habilitan

simulaciones virtuales para anticipar fallos y optimizar rendimiento, GD impulsado por IA y optimización estructural adaptativa, y finalmente sostenibilidad y eficiencia energética, con IA utilizada para controlar consumo y minimizar desechos [16].

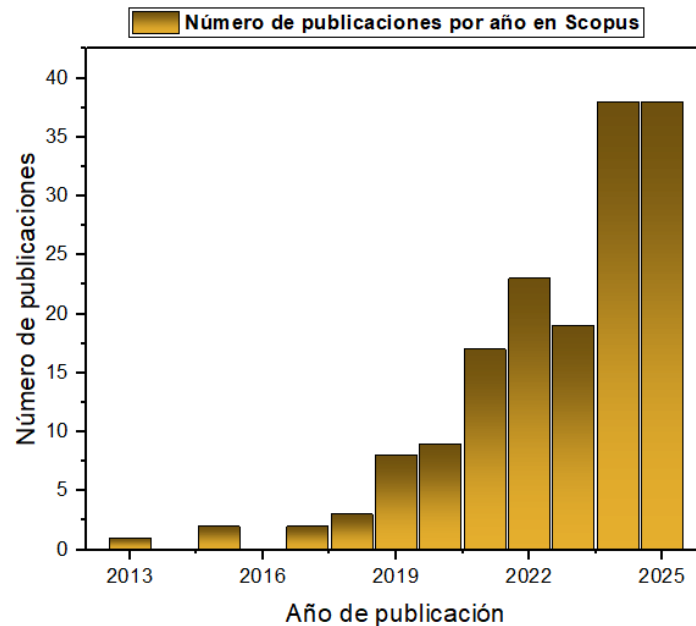


Figura 1. Evolución de la cantidad de publicaciones en Scopus para el uso de inteligencia artificial (IA) en la ingeniería mecánica y la industria

3.2. Área de conocimiento

La Figura 2 corresponde a la distribución porcentual por área temática de los artículos indexados en Scopus sobre IA en ingeniería mecánica e industria.

El gráfico de pastel muestra cómo la investigación en inteligencia artificial aplicada a la ingeniería mecánica e industria es altamente interdisciplinaria, aunque con un claro predominio de ciertas áreas: Ingeniería (28,7 %) representa el núcleo principal de las publicaciones, lo cual refleja que la IA se ha consolidado como un eje transversal en el diseño mecánico, la manufactura avanzada, la optimización estructural y el mantenimiento predictivo. Zhao et al. [5] destacan la incorporación de IA en simulaciones, diseño asistido por computadora y manufactura inteligente. Ciencias de la computación (19,3 %) es la segunda área más representada, lo que refleja la base algorítmica y computacional de la IA. Gran parte de la literatura se centra en machine learning, deep learning, visión computacional y gemelos digitales aplicados a procesos industriales [15]. Ciencia de materiales (9,4 %), la IA se emplea en el diseño de nuevos materiales, simulaciones multiescala y predicción de propiedades mecánicas, con impacto directo en manufactura avanzada y sectores aeroespacial o biomédico. Dhiman et al. [17] publicaron ejemplos del uso de modelos generativos y aprendizaje automático para acelerar la innovación en materiales con aplicaciones mecánicas. Física y Astronomía (6,9 %) y Energía (6,9 %), con estos resultados se muestra la expansión de la IA en análisis de dinámica de fluidos computacional (CFD), energías renovables y simulaciones termodinámicas, cruciales para la ingeniería mecánica. Malik et al. [6] documentaron cómo la IA mejora la predicción de eficiencia en turbinas, motores y sistemas termoenergéticos. Ciencias de la decisión,

negocios y administración (~6,1 %) reflejan el papel de la IA en optimización de la cadena de suministro, logística industrial y gestión de producción, lo cual conecta la ingeniería mecánica con la gestión estratégica en la industria. Otras áreas (≤ 4 %), donde se incluyen ciencias sociales, matemáticas, ciencias ambientales, química y medicina. Estas contribuciones, aunque menores en proporción, evidencian la amplitud del impacto de la IA y su capacidad para vincular aplicaciones industriales con sostenibilidad, química de procesos y bioingeniería. Cioffi et al. [16] publicaron sobre IA en gestión de recursos energéticos y reducción de huella de carbono en procesos mecánicos.

La distribución mostrada confirma que la IA aplicada a ingeniería mecánica es esencialmente interdisciplinaria, integrando algoritmos computacionales, ciencia de materiales, energía y gestión industrial. El predominio de ingeniería y ciencias de la computación refleja la dualidad práctica: la IA es tanto una herramienta de optimización de procesos industriales como un campo de desarrollo algorítmico. La presencia de áreas como ciencias sociales, medioambientales y médicas señala que la IA aplicada a la industria también aborda aspectos éticos, sostenibles y sociales, necesarios para su adopción integral.

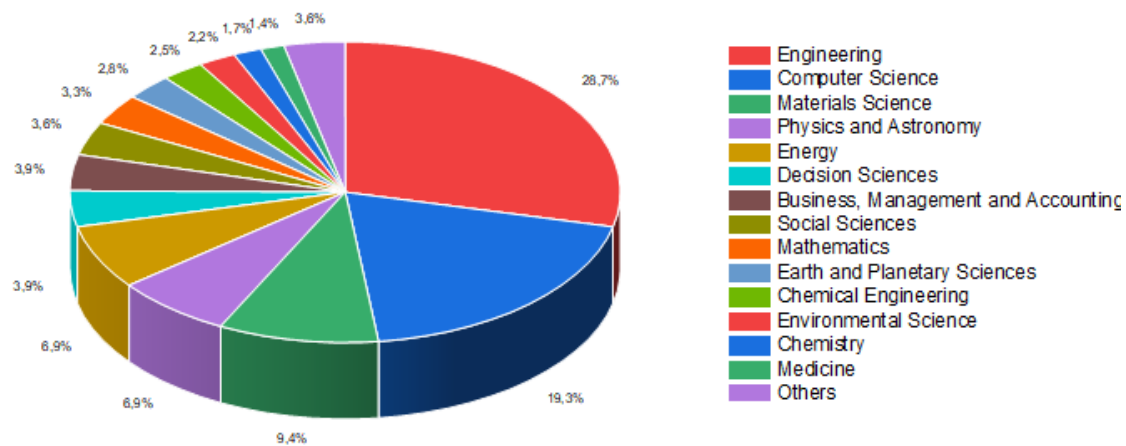


Figura 2. Publicaciones por área de conocimiento en Scopus del uso de inteligencia artificial (IA) en la ingeniería mecánica y la industria

3.3. Palabras claves

La Figura 3 es el mapa de co-ocurrencia realizado en VosViewer y refleja la evolución temporal de los principales temas en investigación sobre IA aplicada a la ingeniería mecánica y la industria. Los nodos más grandes, como “artificial intelligence” y “machine learning”, indican los conceptos centrales del campo, mientras que los enlaces muestran las interconexiones temáticas. El color del nodo representa el año de aparición predominante: azul para términos más antiguos y amarillo para los más recientes (2023–2024). Las etiquetas en amarillo señalan las tendencias emergentes en publicaciones recientes: Industry 4.0 continúa consolidándose como el marco principal de integración tecnológica, uniendo IA, IoT, manufactura inteligente y estrategias digitales en la industria moderna [18]. Cost engineering y Cost reduction subrayan un enfoque cada vez más crítico en la aplicabilidad económica de la IA, orientado a optimizar procesos industriales, minimizar gastos y maximizar retornos [19]. Behavioral research refleja un creciente interés en los aspectos humanos y organizacionales de la adopción de IA, incluyendo comportamientos,

aceptación, y dinámicas laborales. En etapas previas (verde y azul), observamos palabras como “predictive maintenance”, “neural networks”, “3D printing” y “automation”, que representan una fase inicial de adopción técnica de IA para optimizar el diseño y operación de sistemas mecánicos [20], [21], [22]. En la actualidad, el énfasis ha desplazado hacia la integración económica, organizacional y estratégica de la IA, más allá de los beneficios puramente técnicos.

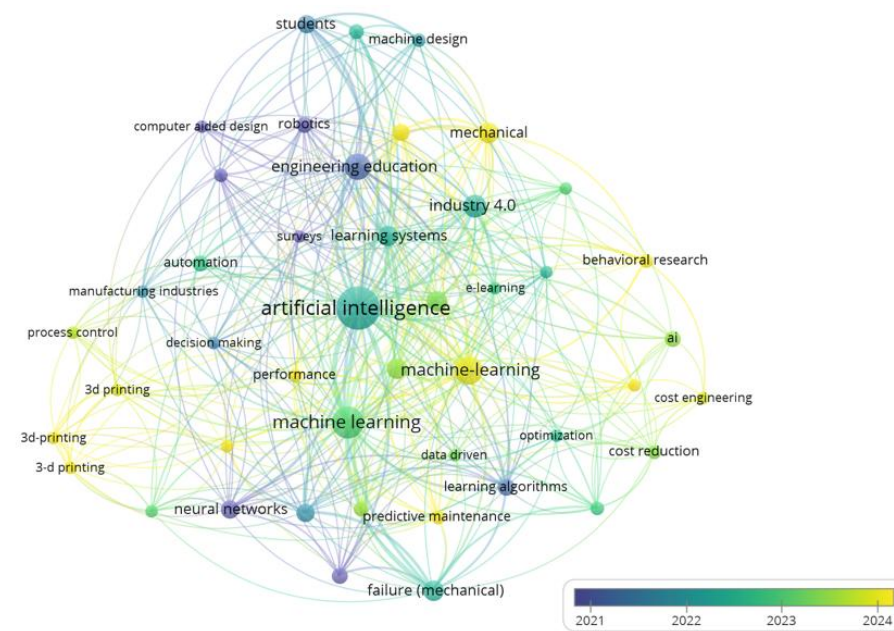


Figura 3. Publicaciones por palabras claves en Scopus del uso de inteligencia artificial (IA) en la ingeniería mecánica y la industria

3.4. Países con mayor investigación

La Figura 4 muestra la distribución geográfica de publicaciones relacionadas con inteligencia artificial e ingeniería mecánica por país. La intensidad del color azul indica el número de publicaciones, con valores que van de 1 (azul claro) a 35 (azul oscuro). Estados Unidos y India aparecen con el color más oscuro, indicando el mayor número de publicaciones (35 y 34 respectivamente). China también muestra un alto número de contribuciones, con un total de 22. Varios países europeos, como Alemania (13), Turquía (6), Francia (5), Italia (5) y Reino Unido (3), muestran un número moderado de publicaciones. Países de Asia como Malasia (7), Taiwan (5), Arabia Saudita (5) y Emiratos Árabes Unidos (4), Corea del Sur (4) e Irak (4) también están desarrollando investigación en el área. Algunos países de América (Canadá (4)) y África (Nigeria (3)) tienen contribuciones limitadas, por tanto, hay mucho trabajo por desarrollar en estos continentes. En términos generales, el mapa evidencia que la investigación en IA e Ingeniería Mecánica está centralizada en unos pocos países líderes, mientras que otras regiones presentan oportunidades para fomentar la colaboración internacional y desarrollo científico en este campo.

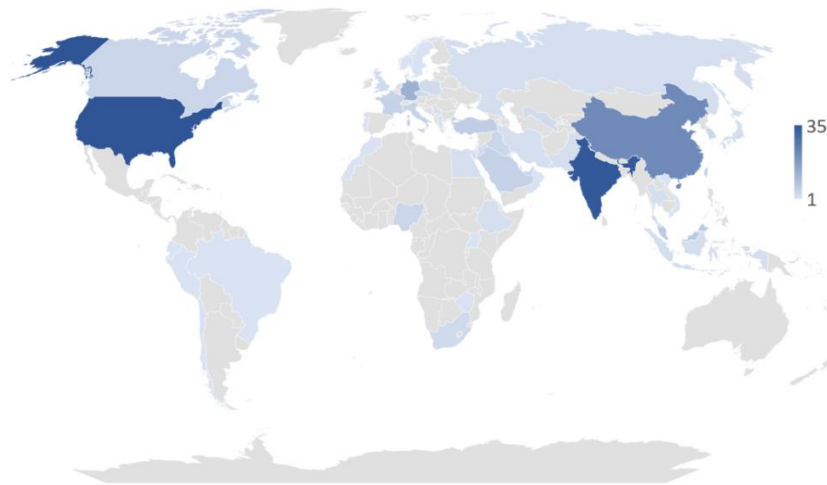


Figura 4. Países con más publicaciones en Scopus del uso de inteligencia artificial (IA) en la ingeniería mecánica y la industria

3.5. Entidades patrocinantes

La Tabla 1 muestra el análisis de las agencias de financiamiento que respaldan publicaciones en inteligencia artificial aplicada a la ingeniería mecánica e industria. La National Natural Science Foundation of China (NSFC) se posiciona como la entidad más influyente, con 6 publicaciones, lo que confirma a China como el principal motor global en el desarrollo de IA para manufactura inteligente, robótica y optimización de procesos. Esta tendencia se complementa con programas estratégicos como el National Key Research and Development Program of China y fundaciones provinciales, como la de Heilongjiang, que en conjunto refuerzan la estrategia nacional de innovación, alineada con la iniciativa Made in China 2025. Estudios recientes subrayan que China lidera la aplicación de IA en manufactura avanzada, predicción de fallas y simulación multiescala, consolidándose como referencia mundial en este campo [5]. En segundo lugar, destaca la National Science Foundation (NSF, EE. UU.), con 5 publicaciones, lo que refleja la prioridad estratégica de la IA dentro de la política científica estadounidense. Este financiamiento se orienta hacia áreas críticas como la automatización, el diseño asistido por computadora y la robótica aplicada. De manera complementaria, la National Institutes of Health (NIH) figura con 2 publicaciones, lo que pone de manifiesto la naturaleza interdisciplinaria de la IA, con aplicaciones que trascienden lo industrial para impactar también en bioingeniería y salud. En el caso de Canadá, el Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC) contribuye con 2 publicaciones, evidenciando la apuesta por la integración de IA en procesos productivos sostenibles y en investigación en materiales. Investigaciones recientes muestran cómo la IA aplicada a manufactura permite optimizar recursos y aumentar la eficiencia energética en contextos industriales [9]. En el caso de Europa, las publicaciones asociadas a la European Commission (EC) y la Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (ambas con 2 publicaciones) reflejan la importancia que el continente otorga a la IA como herramienta para impulsar la transición verde y digital. A través de programas como Horizon Europe, la Comisión Europea ha fomentado proyectos colaborativos donde IA se combina con manufactura sostenible, automatización y ética tecnológica [23]. Finalmente, la National Research Foundation of Korea (NRF) aparece con

2 publicaciones, evidenciando la apuesta de Corea del Sur por integrar la IA en manufactura avanzada, robótica y sistemas ciberfísicos. El país ha sido reconocido como pionero en la implementación de soluciones de Industria 4.0, gracias a su estrecha colaboración entre gobierno, industria y academia [24]. En conjunto, estos resultados reflejan que la investigación en IA aplicada a ingeniería mecánica e industria se encuentra altamente financiada a nivel global, con polos de liderazgo claros en China y Estados Unidos, reforzados por Europa y Corea del Sur. La diversidad de agencias patrocinantes no solo demuestra el interés estratégico en la materia, sino que también garantiza la consolidación de la IA como un pilar fundamental en la evolución hacia la Industria 4.0 y 5.0, donde la innovación tecnológica se combina con sostenibilidad y optimización económica.

Tabla 1. Publicaciones por entidades patrocinantes en Scopus

Entidad patrocinante	Publicaciones
National Natural Science Foundation of China	6
National Science Foundation	5
Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada	2
Natural Science Foundation of Heilongjiang Province	2
National Research Foundation of Korea	2
National Key Research and Development Program of China	2
National Institutes of Health	2
European Commission	2
Deutsche Forschungsgemeinschaft	2

3.6. Fuentes con más publicaciones

La distribución de publicaciones (Figura 5) evidencia una concentración moderada en un número reducido de fuentes.

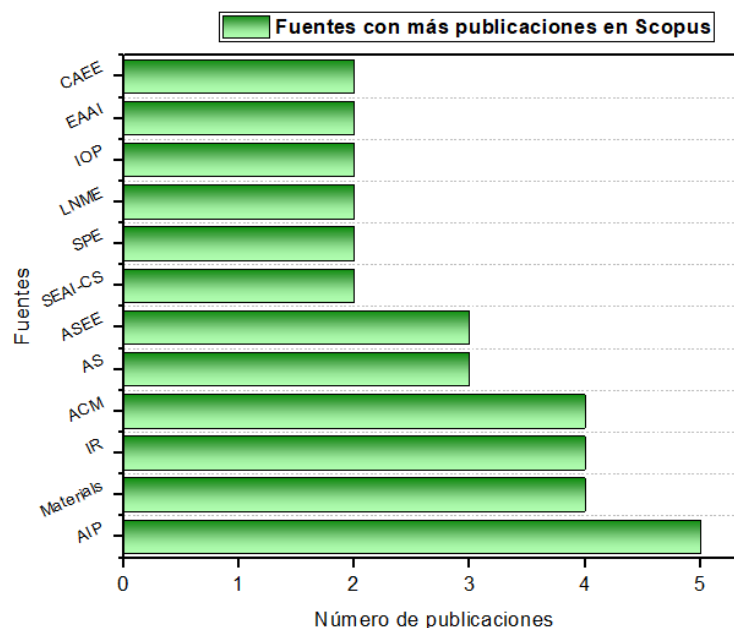


Figura 5. Número de publicaciones por fuentes en Scopus

El mayor número de trabajos se registró en AIP Conference Proceedings (5 publicaciones), lo que sugiere que los congresos organizados por el American Institute of Physics han sido una vía preferente de difusión del conocimiento en este campo. En un segundo nivel aparecen Materials (4), Industrial Robot (4) y ACM International Conference Proceeding Series (4). Estas tres fuentes reflejan tanto el interés en revistas de acceso abierto y multidisciplinarias (Materials, MDPI), como en publicaciones especializadas en automatización y robótica industrial (Industrial Robot), y en foros académicos de alto impacto vinculados a la informática y la inteligencia artificial (ACM ICPS). Con tres publicaciones se destacan Applied Sciences Switzerland y las actas de la ASEE Annual Conference and Exposition, lo que muestra un equilibrio entre difusión en revistas multidisciplinarias y congresos enfocados en educación en ingeniería. Un tercer bloque, con dos publicaciones cada uno, lo constituyen fuentes más específicas como Software Engineering Artificial Intelligence Compliance and Security, Society of Petroleum Engineers ADIPEC, Lecture Notes in Mechanical Engineering, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Engineering Applications of Artificial Intelligence (EAAI) y Computer Applications in Engineering Education (CAEE). Este patrón indica una diversificación temática, donde la investigación se conecta tanto con aplicaciones de inteligencia artificial como con ámbitos particulares de la ingeniería mecánica, los materiales y la educación. En conjunto, los resultados muestran una estrategia de publicación orientada a una combinación de congresos internacionales de alta visibilidad y revistas multidisciplinarias y especializadas, lo cual permite ampliar el alcance de la investigación hacia diferentes comunidades académicas e industriales.

3.7. *Tipos de fuentes*

La distribución de publicaciones por tipo de fuente (Figura 6) muestra una predominancia de revistas científicas (66 publicaciones), lo que refleja la preferencia por la difusión en journals indexados, usualmente asociados con un mayor impacto académico y citacional. Esto evidencia que gran parte de la investigación busca posicionarse en foros de alta visibilidad y con procesos de revisión por pares más rigurosos. En segundo lugar, se encuentran los conference proceedings (60 publicaciones), cuyo número es comparable al de las revistas. Esto indica una fuerte orientación hacia la presentación temprana de resultados en congresos internacionales, lo que permite el intercambio científico y tecnológico en etapas iniciales del desarrollo investigativo, especialmente en áreas dinámicas como inteligencia artificial, ingeniería y materiales. Las publicaciones en libros (26) y series de libros (13) representan un tercer nivel de difusión. Estas fuentes tienden a consolidar resultados de investigación en forma de capítulos o volúmenes temáticos, lo que aporta a la sistematización y la transferencia de conocimiento hacia públicos más amplios o especializados en ámbitos académicos y formativos. Finalmente, se observa un aporte mínimo desde trade journals (1 publicación), lo que evidencia un interés reducido en medios orientados principalmente al sector industrial y profesional, posiblemente debido a su menor peso en la evaluación académica y científica. En conjunto, los datos evidencian una estrategia de difusión equilibrada entre journals de alto impacto y proceedings de congresos internacionales, complementada con libros y series de libros para la consolidación temática. Esta combinación sugiere una política de publicación que busca tanto la visibilidad

inmediata en foros académicos especializados como la construcción de obras de referencia a largo plazo.

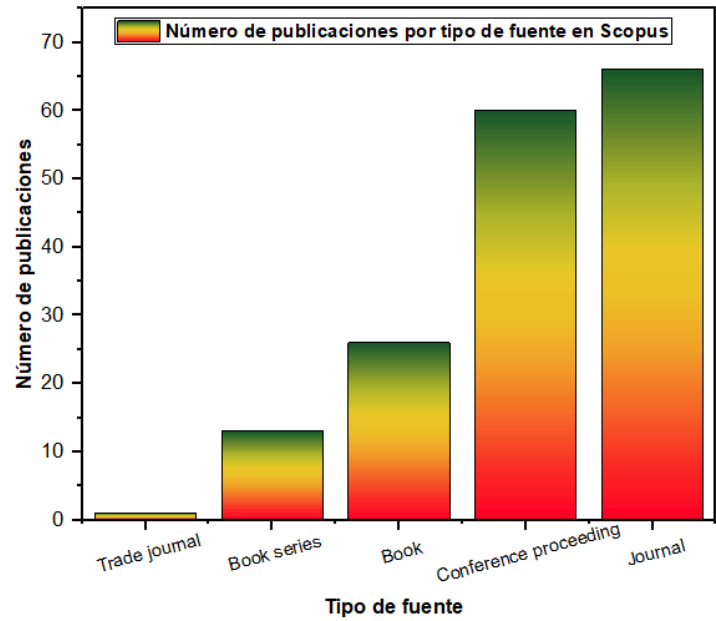


Figura 6. Número de publicaciones por tipo de fuentes en Scopus

3.8. Publicaciones más citadas

En la Tabla 2 se presentan las publicaciones más relevantes en el ámbito de la inteligencia artificial en la Ingeniería Mecánica y la Industria. Se aprecia tanto la diversidad de enfoques como el impacto científico de cada contribución en áreas como la gestión de operaciones, la predicción de propiedades en materiales manufacturados aditivamente, el mantenimiento predictivo, la modelación de procesos de soldadura y los diagnósticos basados en visión computacional.

Tabla 2. Publicaciones más citadas en Scopus del uso de inteligencia artificial (IA) en la ingeniería mecánica y la industria

Publicación	Revista	Hallazgos más relevantes	N° citas	Ref
Researchers' perspectives on Industry 4.0: multi-disciplinary analysis and opportunities for operations management	International Journal of Production Research	Se analiza el estado actual de la investigación sobre Industria 4.0 en distintas disciplinas, con un enfoque en gestión de operaciones. Se abarcaron investigadores en ingeniería industrial, gestión de operaciones, control y ciencia de datos. Los autores construyen marcos estructurales y conceptuales para comprender el conocimiento vigente y proponen oportunidades de investigación futura en gestión de operaciones, destacando tecnologías clave como IA, IoT, sistemas ciberfísicos y análisis de grandes datos.	364	[25]

A machine learning framework to predict local strain distribution and the evolution of plastic anisotropy & fracture in additively manufactured alloys	International Journal of Plasticity	Se propone un marco basado en ML para predecir la evolución de la deformación local, anisotropía plástica y falla durante el ensayo de tracción del aluminio AlSi10Mg producido por Selective Laser Melting (SLM). Se combinan técnicas de manufactura aditiva y AI, incluyendo impresión de muestras, escaneo por tomografía computarizada (CT), pruebas mecánicas con Digital Image Correlation (DIC) y desarrollo de un modelo de red neuronal artificial (ANN). Los datos experimentales se usan para entrenar y validar el modelo, incluyendo características microestructurales como tamaño, forma y distribución de porosidad. El ANN predice con éxito puntos críticos de deformación, bandas de corte y localización de grietas, demostrando la aplicabilidad de ML para relaciones microestructura-propiedad-desempeño en materiales complejos y motivando su uso en optimización de procesos AM y desarrollo de nuevas aleaciones.	129	[26]
Artificial intelligence in prognostics and health management of engineering systems	Engineering Applications of Artificial Intelligence	Se realiza una revisión del estado del arte sobre el uso de IA y ML en pronósticos y gestión de salud (PHM). Se destacan enfoques basados en modelos, datos o una combinación de ambos, haciendo énfasis en la utilización de grandes volúmenes de datos de monitoreo para identificar fallas y predecir la vida útil remanente. Con la adopción de Industria 4.0, la IA permitirá prácticas de mantenimiento más predictivas y proactivas. Se discuten aspectos críticos como mano de obra, ciberseguridad, normas y regulaciones. Los autores concluyen que la investigación continua en sistemas predictivos basados en IA es clave para garantizar compatibilidad con futuros diseños y sistemas industriales.	111	[27]
Artificial neural networks application for modeling of friction stir welding effects on mechanical properties of 7075-T6 aluminum alloy	Iop Conference Series Materials Science and Engineering	Se investiga la aplicación de redes neuronales artificiales (ANNs) para modelar los parámetros efectivos del Friction Stir Welding (FSW). Se entrenaron las ANNs con datos experimentales de treinta muestras de AA-7075-T6, utilizando el algoritmo de retropropagación (BP). Como entradas se consideraron velocidad de herramienta, velocidad de soldadura, fuerza axial, diámetro del hombro, diámetro del pin y dureza de la herramienta, mientras que como salidas se evaluaron dureza de la zona de soldadura, límite elástico, resistencia a la tracción y resistencia a la tracción con muesca. Los resultados muestran que las ANNs predicen con alta precisión las propiedades mecánicas, confirmando su aplicabilidad como herramienta eficiente para modelar parámetros de FSW, reduciendo la necesidad de experimentos costosos y prolongados.	68	[28]
Vision-Based Fault Diagnostics Using Explainable Deep Learning with Class Activation Maps	IEEE Access	El estudio propone un método de diagnóstico automático de maquinaria mediante redes neuronales convolucionales (CNN) y class activation maps (CAM), aplicado a datos de vibración en tiempo real. Se localiza con precisión las fallas en componentes mecánicos sin necesidad de extracción manual de características. El modelo se validó usando conjuntos de datos de una viga en voladizo excitada por base y una bomba de agua, demostrando un enfoque prometedor para monitoreo industrial automático basado en el estado de las máquinas.	59	[29]

Future of Digital Work Force in Robotic Process Automation	Robotic Process Automation	Se analiza la adopción de Robotic Process Automation (RPA) como tecnología emergente en TI, ingeniería y automatización industrial. RPA combina hardware, software y redes para automatizar tareas rutinarias como nómina, gestión de inventarios, facturación y generación de reportes. La revisión exploratoria, basada en datos secundarios y literatura reciente, evidencia que RPA se está consolidando en sectores como salud, banca, retail, energía y FMCG, impulsado por la convergencia con IA, ML, deep learning (DL) y blockchain, ofreciendo eficiencia operativa y reducción de carga laboral.	37	[30]
Artificial Intelligence: Prospect in Mechanical Engineering Field—A Review	Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies	El estudio revisa la aplicación de inteligencia artificial (IA) en ingeniería mecánica, incluyendo áreas como manufactura, diseño, control de calidad y procesos térmicos. Se destacan tecnologías como ANN, CNN, DCNN y lógica difusa para la planificación de procesos, control, optimización y automatización. La implementación de IA permite minimizar errores y rechazos, optimizar sistemas y mejorar la productividad, logrando productos de mayor calidad y eficiencia económica.	35	[31]
Establishing flow stress behaviour of Ti-6Al-4V alloy and development of constitutive models using Johnson-Cook method and Artificial Neural Network for quasi-static and dynamic loading	Theoretical and Applied Fracture Mechanics	El estudio analiza el comportamiento mecánico de la aleación Ti-6Al-4V bajo diferentes condiciones de temperatura (25–200 °C) y velocidad de deformación (10^{-3} – 10^4 s ⁻¹). Se realizaron ensayos de tracción y análisis de fractura para establecer la correlación estructura–propiedad, desarrollando modelos constitutivos, incluyendo una versión modificada del modelo Johnson-Cook. Además, se implementó un marco de red neuronal artificial (ANN) para predecir el esfuerzo de fluencia, demostrando que la técnica basada en IA supera en eficiencia al modelo tradicional Johnson-Cook en la predicción de comportamiento mecánico de la aleación.	34	[32]
Fluidized bed jet milling process optimized for mass and particle size with a fuzzy logic approach	Materials	Se optimiza el proceso de molienda por lecho fluidizado utilizando un modelo basado en lógica difusa (FL). El modelo FLMill considera presión de aire, velocidad de rotor y tiempo de prueba como entradas, y masa y diámetro medio de Sauter del producto como salidas. La validación con datos experimentales permitió determinar condiciones óptimas que producen 243,3 g de material con diámetro medio de 11 µm. Los resultados demuestran que la lógica difusa es eficaz para optimizar procesos complejos de ingeniería mecánica.	33	[33]
A Review of Mobile Robots: Applications and Future Prospect	International Journal of Precision Engineering and Manufacturing	El artículo revisa los avances en robótica móvil durante las últimas ocho décadas, destacando la integración de inteligencia artificial y redes neuronales para permitir que los robots tomen decisiones autónomas. Se analizan aplicaciones en sectores de servicios físicos, seguridad y militares, mostrando cómo estos robots mejoran la eficiencia, reducen riesgos humanos y transforman tanto la vida cotidiana como los entornos industriales.	32	[34]

3.9. Idioma de publicación

La distribución de publicaciones según el idioma (Tabla 3) refleja una clara hegemonía del inglés, con 163 documentos que representan la gran mayoría del total. Este predominio responde a la función del inglés como lengua franca de la ciencia y la tecnología, lo que garantiza mayor visibilidad, acceso a audiencias globales y un impacto citacional superior. En contraste, solo se identifican dos publicaciones en chino y una en alemán, lo cual muestra una presencia marginal de otros idiomas. Este patrón indica que, aunque existen aportes desde comunidades científicas regionales, la estrategia de difusión prioriza la internacionalización del conocimiento. La concentración en el inglés también es consistente con las exigencias de las revistas indexadas en bases de datos internacionales (Scopus, WoS), que demandan publicaciones en este idioma para asegurar la estandarización de la comunicación científica. En conjunto, los resultados ponen en evidencia una orientación clara hacia la proyección internacional de la investigación, donde el uso predominante del inglés fortalece el alcance y la transferencia del conocimiento hacia una comunidad académica global, mientras que las publicaciones en chino y alemán pueden responder a iniciativas locales o a contextos específicos de colaboración.

Tabla 3. Publicaciones por idioma en Scopus del uso de inteligencia artificial (IA) en la ingeniería mecánica y la industria

Idioma de publicación	Número de Publicaciones
Inglés	163
Chino	2
Alemán	1

4. Discusión

Se contrasta los hallazgos sobre la aplicación de IA en la Ingeniería Mecánica con revisiones previas, resaltando las aportaciones originales de este estudio. Oladimeji et al. [35] analizaron 82 artículos sobre IA explicable (XAI) en la industria 4.0/5.0, identificaron tendencias, desafíos y perspectivas para mejorar transparencia, adopción y colaboración interdisciplinaria. Gursel et al. [36] analizaron cómo la IA y el aprendizaje automático ayudan a comprender y reducir errores humanos en industrias críticas, clasificando enfoques, desafíos y futuras líneas de investigación. Kampelopoulus et al. [37] estudiaron el uso de modelos de lenguaje (LLM) en la industria de arquitectura, ingeniería y construcción, identificando aplicaciones, desafíos, limitaciones y oportunidades futuras para su integración tecnológica. Burggräf et al. [38] analizaron 39 estudios sobre IA aplicada a la gestión de cambios de ingeniería, identificando métodos, vacíos investigativos y propuestas futuras para optimizar procesos y automatizar decisiones complejas. A diferencia de estos estudios anteriores, este trabajo incorpora un análisis actualizado centrado exclusivamente en la base de datos Scopus, lo que permite un enfoque más coherente y específico. Además, se ha realizado un conteo cuantitativo claro y sistemático que aporta una nueva perspectiva sobre el estado del arte de la utilización de IA en Ingeniería Mecánica. Este enfoque contribuye al avance del conocimiento, ofreciendo una visión actualizada y focalizada no encontrada en la literatura previa.

Como amenazas a la validez, se reconoce explícitamente que la búsqueda se realizó únicamente en Scopus, lo cual limita la cobertura a publicaciones indexadas en dicha base. Este enfoque fue adoptado para garantizar la calidad y consistencia de los datos, aunque se reconoce como una limitación metodológica. Al no existir sesgo para el idioma de publicaciones, no existe por tanto exclusión de contribuciones relevantes en otros idiomas. Finalmente, se discute el peso relativo de los proceedings en los resultados, reconociendo que estos pueden influir en la interpretación cuantitativa de la literatura. Estas consideraciones fortalecen la transparencia del estudio y permiten un entendimiento más completo de sus alcances y limitaciones.

Se reconocen implicaciones en este trabajo, aporta valor significativo tanto a nivel académico como industrial. En el ámbito académico, los hallazgos pueden orientar el desarrollo curricular en programas educativos relacionados, aportando una base sólida para la formación de futuros profesionales, sobre todo de estudiante provenientes de países en vías de desarrollo. En el ámbito industrial, las conclusiones ofrecen orientaciones relevantes para la adopción de prácticas basadas en evidencia, fomentando la innovación y la mejora continua en el sector.

Dentro de los desafíos y perspectivas futuras, se detallan desafíos tecnológicos y organizacionales, donde la adopción de técnicas de IA (p. ej., DL, reinforcement learning y diseño generativo) en sistemas mecánicos y líneas de producción enfrenta desafíos técnicos sustantivos: la heterogeneidad y el sesgo en los datos operacionales, la necesidad de modelos con tolerancia a fallos en tiempo real, la integración robusta con controladores industriales (PLC/SCADA) y la interoperabilidad entre herramientas de diseño y ejecución [39]. Además, la sostenibilidad computacional (huella energética de modelos de gran escala) y la validación en condiciones reales —no solo en entornos simulados— exigen marcos de evaluación estandarizados y pipelines de certificación [18]. Estos problemas técnicos se entrelazan con barreras organizacionales: falta de competencias internas, silos de datos entre departamentos y resistencia cultural al reemplazo parcial de decisiones humanas por automatismos algorítmicos [40].

Además, se establecen implicaciones éticas y sociales, ya que la implantación de IA en manufactura plantea riesgos éticos concretos: sesgo algorítmico que puede traducirse en decisiones injustas sobre asignación de trabajo o evaluación de desempeño; opacidad de modelos (falta de explicabilidad) que dificulta la atribución de responsabilidad en fallos; y potenciales vulnerabilidades de seguridad y privacidad por la recolección masiva de datos de procesos y de trabajadores [41]. Además, la automatización puede provocar impactos laborales desiguales —desplazamiento de tareas rutinarias combinado con demanda de nuevas competencias— lo que requiere políticas de formación continua y modelos de transición laboral. La gobernanza de estos riesgos exige marcos regulatorios y guías de ética aplicables al contexto industrial, así como auditorías técnicas y sociales periódicas [42].

Existen retos de confianza, explicabilidad y verificación, considerando que para que la IA sea aceptada en aplicaciones críticas (mantenimiento predictivo, control adaptativo, seguridad funcional) es imprescindible que los modelos sean confiables, verificables y explicables. Las técnicas de XAI (explainable AI) y los enfoques híbridos (modelos físicos + ML) permiten ofrecer garantías interpretables y límites de operación —pero requieren

metodología formal para cuantificar incertidumbre y comportamiento fuera de distribución (OOD) [43]. La verificación debe cubrir tanto el rendimiento estadístico como la adherencia a requisitos de seguridad funcional (p. ej., normas IEC/ISO aplicables), lo cual obliga a colaboración entre ingenieros de control, especialistas en ML y autoridades reguladoras [44].

Es importante mencionar que la IA ofrece oportunidades transformadoras en el ciclo de vida del producto y en operaciones: GD automatiza exploración de topologías y optimizaciones multiobjetivo; gemelos digitales habilitan simulación en tiempo real y optimización prescriptiva de líneas; y sistemas predictivos aumentan la disponibilidad mediante estrategias de mantenimiento basadas en condición [45]. La convergencia IA–IoT–edge-computing permitirá decisiones distribuidas y latencias reducidas, lo que es crítico en sistemas mecánicos con requerimientos de control en lazo cerrado [46]. Estas capacidades promueven mejoras en eficiencia energética, calidad y flexibilidad productiva, y reconfiguración rápida ante cambios de demanda [47].

Una adopción responsable de IA en manufactura debe integrar criterios de sostenibilidad (green AI), evaluando consumo energético del entrenamiento y desplegando modelos eficientes o cuantificando el trade-off entre precisión y huella ambiental [48]. Asimismo, es necesario incorporar métricas de impacto social y económico que permitan monitorear efectos en empleo y equidad regional, especialmente en clústeres manufactureros donde la automatización puede magnificar brechas socioeconómicas [49].

5. Conclusiones

La inteligencia artificial aplicada a la ingeniería mecánica e industria ha mostrado un crecimiento notable, pasando de una fase exploratoria (1990–2015) a un auge exponencial de publicaciones (2020–2025). La IA se ha consolidado como una herramienta clave en diseño, simulación, mantenimiento predictivo y manufactura inteligente. La investigación es interdisciplinaria, destacando Ingeniería, Ciencias de la Computación y Ciencia de Materiales, y abarca también aspectos estratégicos, económicos y sostenibles. Estados Unidos, India y China lideran la financiación y producción científica, mientras que las publicaciones más citadas reflejan avances metodológicos en machine learning, deep learning y aplicaciones prácticas en manufactura avanzada y diagnósticos basados en visión. La producción científica se concentra en un conjunto limitado de fuentes, combinando congresos internacionales de alta visibilidad y revistas multidisciplinarias o especializadas, lo que refleja una estrategia de diversificación y alcance hacia distintas comunidades académicas e industriales. La preferencia por journals indexados y proceedings de congresos internacionales confirma una política de difusión orientada tanto al impacto académico como al intercambio temprano de resultados, complementada por libros y series de libros para la consolidación temática. El predominio casi absoluto del inglés como idioma de publicación reafirma la intención de internacionalizar la investigación y maximizar su visibilidad global, mientras que las publicaciones en otros idiomas se mantienen marginales y asociadas a contextos regionales. En conjunto, los resultados confirman que la IA se ha consolidado como un eje estratégico para la innovación en ingeniería mecánica e industria, trascendiendo aplicaciones experimentales para

convertirse en un pilar en diseño, optimización, mantenimiento, sostenibilidad y gestión inteligente de procesos industriales, posicionándose como un componente clave de la Industria 4.0 y abriendo perspectivas hacia la Industria 5.0.

Agradecimientos

Se agradece a la Escuela de Hábitat, Infraestructura y Creatividad, y a la Dirección de Investigación de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato por las facilidades prestadas para la consecución de esta investigación.

Conflicto de Interés

El autor no reporta conflictos de interés relacionados con esta investigación.

Declaración sobre el uso de Inteligencia Artificial Generativa

No se utilizó inteligencia artificial generativa en la preparación de este artículo. En la preparación de este artículo, se utilizó ChatGPT para correcciones gramaticales.

Referencias

- [1] M. Ramos-Maldonado, F. T. Muñoz, P. Mora, y D. Venegas-Vásconez, "Optimizing Cutting Log Operations in Softwood Sawmills: A Multi-Objective Approach Tailored for SMEs", *IEEE Access*, vol. 12, pp. 128141–128150, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3455351.
- [2] M. Ramos Maldonado, T. Duarte Sepúlveda, F. Gatica Neira, y D. Venegas-Vásconez, "Machine learning para predecir la calidad del secado de chapas en la industria de tableros contrachapados de *Pinus radiata*", *Maderas Cienc. Tecnol.*, vol. 26, jul. 2024, doi: 10.22320/s0718221x/2024.46.
- [3] S. J. Plathottam, A. Rzonca, R. Lakhnori, y C. O. Iloeje, "A review of artificial intelligence applications in manufacturing operations", *J. Adv. Manuf. Process.*, vol. 5, n. 3, p. e10159, jul. 2023, doi: 10.1002/amp2.10159.
- [4] S. Jang, S. Yoo, y N. Kang, "Generative Design by Reinforcement Learning: Enhancing the Diversity of Topology Optimization Designs", *Comput.-Aided Design.*, vol. 146, p. 103225, may 2022, doi: 10.1016/j.cad.2022.103225.
- [5] X.-W. Zhao, X.-M. Tong, F.-W. Ning, M.-L. Cai, F. Han, y H.-G. Li, "Review of empowering computer-aided engineering with artificial intelligence", *Adv. Manuf.*, mar. 2025, doi: 10.1007/s40436-025-00545-0.
- [6] S. Malik, K. Muhammad, y Y. Waheed, "Artificial intelligence and industrial applications-A revolution in modern industries", *Ain Shams Eng. J.*, vol. 15, n. 9, p. 102886, sep. 2024, doi: 10.1016/j.asej.2024.102886.
- [7] W. Villegas-Ch, W. Gaibor-Naranjo, y S. Sanchez-Viteri, "Application of Deep Learning Techniques for the Optimization of Industrial Processes Through the Fusion of Sensory Data", *Int. J. Comput. Intell. Syst.*, vol. 17, n. 1, jul. 2024, doi: 10.1007/s44196-024-00596-4.
- [8] F. A. Alijoyo, "AI-powered deep learning for sustainable industry 4.0 and internet of things: Enhancing energy management in smart buildings", *Alexandria Engineering Journal.*, vol. 104, pp. 409–422, oct. 2024, doi: 10.1016/j.aej.2024.07.110.
- [9] M. Alghazo, V. Ahmed, y Z. Bahroun, "Exploring the applications of artificial intelligence in mechanical engineering education", *Front. Educ.*, vol. 9, feb. 2025, doi: 10.3389/feduc.2024.1492308.

- [10] L. Regenwetter, A. H. Nobari, y F. Ahmed, "Deep Generative Models in Engineering Design: A Review", *arXiv*, 2021, doi: 10.48550/arXiv.2110.10863.
- [11] S. Gao *et al.*, "Deep generative model for the inverse design of Van der Waals heterostructures", *Sci. Rep.*, vol. 15, n. 1, jul. 2025, doi: 10.1038/s41598-025-06432-9.
- [12] N. B. Alam, M. Surani, C. K. Das, D. Giacco, S. P. Singh, y S. Jilka, "Challenges and standardisation strategies for sensor-based data collection for digital phenotyping", *Commun. Med.*, vol. 5, n. 1, ago. 2025, doi: 10.1038/s43856-025-01013-3.
- [13] J. P. Nelson, J. B. Biddle, y P. Shapira, "Applications and Societal Implications of Artificial Intelligence in Manufacturing: A Systematic Review", *arXiv*. 2023, doi: 10.48550/ARXIV.2308.02025.
- [14] J. Pakdel y I. Erol, "Scrutinizing challenges to adopting digital technologies in the mining industry: A systematic review through PRISMA and bibliometric analysis", *Resources Policy*, vol. 109, p. 105713, oct. 2025, doi: 10.1016/j.resourpol.2025.105713.
- [15] M. Puttegowda y S. Ballupete Nagaraju, "Artificial intelligence and machine learning in mechanical engineering: Current trends and future prospects", *Eng. Appl. Artif. Intell.*, vol. 142, p. 109910, feb. 2025, doi: 10.1016/j.engappai.2024.109910.
- [16] R. Cioffi, M. Travaglioni, G. Piscitelli, A. Petrillo, y F. De Felice, "Artificial Intelligence and Machine Learning Applications in Smart Production: Progress, Trends, and Directions", *Sustainability*, vol. 12, n. 2, p. 492, ene. 2020, doi: 10.3390/su12020492.
- [17] P. Dhiman *et al.*, "The TRIPOD-P reporting guideline for improving the integrity and transparency of predictive analytics in healthcare through study protocols", *Nat. Mach. Intell.*, vol. 5, n. 8, pp. 816–817, ago. 2023, doi: 10.1038/s42256-023-00705-6.
- [18] M. Kavak y L. Rusu, "Challenges and Opportunities of Artificial Intelligence in Digital Transformation: A Systematic Literature Review", *Procedia Comput. Sci.*, vol. 256, pp. 369–377, 2025, doi: 10.1016/j.procs.2025.02.132.
- [19] A. Jamwal, R. Agrawal, M. Sharma, y A. Giallanza, "Industry 4.0 Technologies for Manufacturing Sustainability: A Systematic Review and Future Research Directions", *Appl. Sci.*, vol. 11, n. 12, p. 5725, jun. 2021, doi: 10.3390/app11125725.
- [20] Z. M. Çınar, A. Abdussalam Nuhu, Q. Zeeshan, O. Korhan, M. Asmael, y B. Safaei, "Machine Learning in Predictive Maintenance towards Sustainable Smart Manufacturing in Industry 4.0", *Sustainability*, vol. 12, n. 19, p. 8211, oct. 2020, doi: 10.3390/su12198211.
- [21] T. Zonta, C. A. Da Costa, R. Da Rosa Righi, M. J. De Lima, E. S. Da Trindade, y G. P. Li, "Predictive maintenance in the Industry 4.0: A systematic literature review", *Computers Industrial Engineering*, vol. 150, p. 106889, dic. 2020, doi: 10.1016/j.cie.2020.106889.
- [22] T. P. Carvalho, F. A. A. M. N. Soares, R. Vita, R. D. P. Francisco, J. P. Basto, y S. G. S. Alcalá, "A systematic literature review of machine learning methods applied to predictive maintenance", *Computers Industrial Engineering*, vol. 137, p. 106024, nov. 2019, doi: 10.1016/j.cie.2019.106024.
- [23] M. Elahi, S. O. Afolaranmi, J. L. Martinez Lastra, y J. A. Perez Garcia, "A comprehensive literature review of the applications of AI techniques through the lifecycle of industrial equipment", *Discov. Artif. Intell.*, vol. 3, n. 1, dic. 2023, doi: 10.1007/s44163-023-00089-x.
- [24] J. Jenis, J. Ondriga, S. Hrcek, F. Brumerick, M. Cuchor, y E. Sadovsky, "Engineering Applications of Artificial Intelligence in Mechanical Design and Optimization", *Machines*, vol. 11, n. 6, p. 577, may 2023, doi: 10.3390/machines11060577.
- [25] D. Ivanov, C. S. Tang, A. Dolgui, D. Battini, y A. Das, "Researchers' perspectives on Industry 4.0: multi-disciplinary analysis and opportunities for operations management", *International Journal of Production Research*, vol. 59, n. 7, pp. 2055–2078, ago. 2020, doi: 10.1080/00207543.2020.1798035.

- [26] W. Muhammad, A. P. Brahme, O. Ibragimova, J. Kang, y K. Inal, "A machine learning framework to predict local strain distribution and the evolution of plastic anisotropy & fracture in additively manufactured alloys", *International Journal of Plasticity.*, vol. 136, p. 102867, ene. 2021, doi: 10.1016/j.iplas.2020.102867.
- [27] S. Ochella, M. Shafiee, y F. Dinmohammadi, "Artificial intelligence in prognostics and health management of engineering systems", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 108, 104552, feb. 2022, doi: 10.1016/j.engappai.2021.104552.
- [28] E. Maleki, "Artificial neural networks application for modeling of friction stir welding effects on mechanical properties of 7075-T6 aluminum alloy", *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 103, p. 012034, dic. 2015, doi: 10.1088/1757-899X/103/1/012034.
- [29] K. H. Sun, H. Huh, B. A. Tama, S. Y. Lee, J. H. Jung, y S. Lee, "Vision-Based Fault Diagnostics Using Explainable Deep Learning With Class Activation Maps", *IEEE Access*, vol. 8, pp. 129169–129179, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3009852.
- [30] P. William, V. M. Tidake, S. R. Thorat, y A. Verma, «Future of Digital Work Force in Robotic Process Automation», *Robotic Process Automation*. Wiley, pp. 297-314, ago. 25, 2023. doi: 10.1002/9781394166954.ch20.
- [31] A. R. Patel, K. K. Ramaiya, C. V. Bhatia, H. N. Shah, y S. N. Bhavsar, «Artificial Intelligence: Prospect in Mechanical Engineering Field—A Review», *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*. Springer Singapore, pp. 267-282, jun. 18, 2020. doi: 10.1007/978-981-15-4474-3_31.
- [32] S. Deb, A. Muraleedharan, R. J. Immanuel, S. K. Panigrahi, G. Racineux, y S. Marya, "Establishing flow stress behaviour of Ti-6Al-4V alloy and development of constitutive models using Johnson-Cook method and Artificial Neural Network for quasi-static and dynamic loading", *Theor. Appl. Fract. Mech.*, vol. 119, jun. 2022, doi: 10.1016/j.tafmec.2022.103338.
- [33] J. Krzywanski, D. Urbaniak, H. Otwinowski, T. Wylecial, y M. Sosnowski, "Fluidized bed jet milling process optimized for mass and particle size with a fuzzy logic approach", *Materials*, vol. 13, n. 15, jul. 2020, doi: 10.3390/ma13153303.
- [34] N. Sharma, J. Pandey, y S. Mondal, "A Review of Mobile Robots: Applications and Future Prospect", *Int. J. Precis. Eng. Manuf.*, vol. 24, n. 9, pp. 1695-1706, ago. 2023, doi: 10.1007/s12541-023-00876-7.
- [35] O. O. Oladimeji, G. A. Taiwo, y D. A. Adenusi, "Unveiling the footprints of eXplainable AI in Industry 4.0/5.0: a systematic review and bibliometric exploration", *Data Sci. Manag.*, ago. 2025, doi: 10.1016/j.dsm.2025.07.002.
- [36] E. Gursel *et al.*, "The role of AI in detecting and mitigating human errors in safety-critical industries: A review", *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, vol. 256, p. 110682, abr. 2025, doi: 10.1016/j.ress.2024.110682.
- [37] D. Kampelopoulos, A. Tsanousa, S. Vrochidis, y I. Kompatsiaris, "A review of LLMs and their applications in the architecture, engineering and construction industry", *Artif. Intell. Rev.*, vol. 58, n. 8, may. 2025, doi: 10.1007/s10462-025-11241-7.
- [38] P. Burggräf, J. Wagner, T. Saßmannshausen, T. Weißer, y O. Radisic-Aberger, "AI-artifacts in engineering change management – a systematic literature review", *Res. Eng. Des.*, vol. 35, n. 2, pp. 215–237, ene. 2024, doi: 10.1007/s00163-023-00430-6.
- [39] Z. Jan *et al.*, "Artificial intelligence for industry 4.0: Systematic review of applications, challenges, and opportunities", *Expert Syst. Appl.*, vol. 216, p. 119456, abr. 2023, doi: 10.1016/j.eswa.2022.119456.
- [40] A. Abdessadak, H. Ghennioui, N. Thirion-Moreau, B. Elbhiri, M. Abraim, y S. Merzouk, "Digital twin technology and artificial intelligence in energy transition: A comprehensive systematic review of applications", *Energy Reports*, vol. 13, pp. 5196–5218, jun. 2025, doi: 10.1016/j.egyr.2025.04.060.
- [41] Z. Chen, "Ethics and discrimination in artificial intelligence-enabled recruitment practices", *Humanit. Soc. Sci. Commun.*, vol. 10, n. 1, p. 567, sep. 2023, doi: 10.1057/s41599-023-02079-x.

- [42] N. K. Corrêa *et al.*, “Worldwide AI ethics: A review of 200 guidelines and recommendations for AI governance”, *Patterns*, vol. 4, n. 10, p. 100857, oct. 2023, doi: 10.1016/j.patter.2023.100857.
- [43] J. Soldatos, Ed., *Artificial Intelligence in Manufacturing: Enabling Intelligent, Flexible and Cost-Effective Production Through AI*. Cham: Springer Cham, 2024. doi: 10.1007/978-3-031-46452-2.
- [44] A. Puthanveettil Madathil, X. Luo, Q. Liu, C. Walker, R. Madarkar, y Y. Qin, “A review of explainable artificial intelligence in smart manufacturing”, *Int. J. Prod. Res.*, pp. 1–44, jun. 2025, doi: 10.1080/00207543.2025.2513574.
- [45] B. Wang, F. Tao, X. Fang, C. Liu, Y. Liu, y T. Freiheit, “Smart Manufacturing and Intelligent Manufacturing: A Comparative Review”, *Engineering*, vol. 7, n. 6, pp. 738–757, jun. 2021, doi: 10.1016/j.eng.2020.07.017.
- [46] A. El Jaouhari, A. Samadhiya, A. Kumar, y S. Luthra, “Integrating generative artificial intelligence into green logistics: A systematic review and policy-oriented research agenda”, *J. Clean. Prod.*, vol. 519, p. 146018, ago. 2025, doi: 10.1016/j.jclepro.2025.146018.
- [47] P. Onu *et al.*, “Integration of AI and IoT in Smart Manufacturing: Exploring Technological, Ethical, and Legal Frontiers”, *Procedia Comput. Sci.*, vol. 253, pp. 654–660, 2025, doi: 10.1016/j.procs.2025.01.127.
- [48] V. Bolón-Canedo, L. Morán-Fernández, B. Cancela, y A. Alonso-Betanzos, “A review of green artificial intelligence: Towards a more sustainable future”, *Neurocomputing*, vol. 599, p. 128096, sep. 2024, doi: 10.1016/j.neucom.2024.128096.
- [49] J. Yu, W. Xie, X. Zhao, Z. Li, y L. Guo, “Drivers of artificial intelligence innovation in manufacturing clusters: insights from cellular automata simulations”, *Humanit. Soc. Sci. Commun.*, vol. 12, n. 1, jul. 2025, doi: 10.1057/s41599-025-05386-7.