

ORIGINAL
Artículo de revisión

Implementación de la Inteligencia Artificial en los procesos de Salud y Seguridad en el Trabajo *

Implementation of Artificial Intelligence in Occupational Health and Safety processes

Recibido: Mayo 27 de 2024 - Evaluado: Agosto 28 de 2024 - Aceptado: Noviembre 29 de 2024

Norma Constanza García-Peñaloza **
<https://orcid.org/0009-0003-8504-6189>
Johanna Luceni Loaiza-Vera ***
<https://orcid.org/0009-0007-9398-7842>
María Margarita Pérez-Cabrera ****
<https://orcid.org/0000-0003-2843-8306>
Dinory Serrato-Rojas *****
<https://orcid.org/0000-0002-4755-7469>
Martha Liliana Nogales-Gómez *****
<https://orcid.org/0000-0003-4855-9332>

Para citar este artículo / To cite this Article

García-Peñaloza, N. C., Loaiza-Vera, J. L., Pérez-Cabrera, M. M., Serrato-Rojas, D., & Nogales-Gómez, M. L. (2025). Implementación de la Inteligencia Artificial en los procesos de Salud y Seguridad en el Trabajo. *Revista Gestión y Desarrollo Libre*, 10(19), 1-19. https://doi.org/10.18041/2539-3669/gestion_libre.19.2025.12656

Editor: Dr. Rolando Eslava-Zapata

* Artículo inédito. Artículo de investigación e innovación. Artículo de revisión. Artículo asociado al semillero de investigación Tierra de promisión de la Corporación universitaria Minuto de Dios, Colombia.

**. Especialista en Gerencia de Marca por la Corporación Unificada Nacional de Educación Superior, Colombia. Profesional en administración de empresas por la Corporación universitaria Minuto de Dios, Colombia. Profesor en la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Colombia. Líder del semillero de investigación Tierra de promisión de la Corporación universitaria Minuto de Dios, Colombia. Email: norma.garciap@cun.edu.co

*** Magíster en administración de organizaciones por la Universidad Nacional abierta y a distancia, Colombia. Profesional en administración bancaria y financiera por la Corporación Universitaria del Huila, Colombia. Miembro del semillero de investigación CORHUILA de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia. Email: illoaizave@unadvirtual.edu.co

****. Magíster en Salud pública y Desarrollo Social, Bacterióloga especialista en gerencia de servicios de salud y Epidemiología. Profesor en la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Centro Universitario Garzón, Colombia. Email: mariam.perez@uniminuto.edu

***** Magíster en Educación por la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Colombia. Especialista en Higiene Industrial por la Universidad del Bosque, Colombia. Ingeniero industrial por la Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia. Profesor en la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Colombia. Email: dinory.serrato@uniminuto.edu

***** Magíster en Gestión Integrada de Prevención Medio Ambiente y Calidad por la Universidad América de Europa, México. Especialista en Gerencia Financiera por la Universidad Minuto de Dios, Colombia. Profesional en Salud Ocupacional por la Universidad Minuto de Dios, Colombia. Profesor de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia. Email: martha.nogales@unad.edu.co

Resumen

La Inteligencia Artificial está transformando el ámbito de la Salud y Seguridad en el Trabajo, ofreciendo herramientas innovadoras para prevenir riesgos, optimizar procesos y mejorar la toma de decisiones. Sin embargo, su adopción plantea desafíos éticos, técnicos y organizacionales que requieren un enfoque riguroso y responsable. Este artículo explora las tendencias actuales en la implementación de la Inteligencia Artificial y la Salud y Seguridad en el Trabajo, identificando oportunidades, brechas y lineamientos para su uso efectivo. Se realiza una revisión integradora de la literatura publicada entre 2020 y 2024, centrada en aplicaciones de la Inteligencia Artificial está transformando el ámbito de la Salud y Seguridad en el Trabajo. Las fuentes incluyen artículos científicos, revisiones sistemáticas y estudios de caso indexados en Scopus y Web of Science. Se analizan cuatro tendencias clave: prevención predictiva de accidentes, monitoreo en tiempo real, automatización de inspecciones y análisis de datos para la mejora continua. Se evidencia que la Inteligencia Artificial es un potencial significativo para mejorar la Salud y Seguridad en el Trabajo, destacándose en la identificación temprana de riesgos, la optimización de procesos y la reducción de accidentes. Sin embargo, se identifican desafíos críticos, como la protección de datos personales, la transparencia de los algoritmos y la equidad en la toma de decisiones. Además, se existe la necesidad de marcos de gobernanza y políticas institucionales que garanticen un uso ético y sostenible de estas tecnologías. Por lo tanto, la Inteligencia Artificial representa una oportunidad sin precedentes para mejorar la seguridad y el bienestar en el trabajo, pero su éxito dependerá de la capacidad de las organizaciones para abordar los desafíos éticos y técnicos asociados. Este artículo contribuye al debate académico y práctico, proponiendo lineamientos para una adopción responsable y efectiva de la Inteligencia Artificial y la Salud y Seguridad en el Trabajo.

Palabras Clave: Inteligencia Artificial, Salud Y Seguridad En El Trabajo, Prevención De Riesgos, Ética En Inteligencia Artificial, Gobernanza Tecnológica

Abstract

Artificial Intelligence is transforming the Occupational Health and Safety field, offering innovative tools to prevent risks, optimize processes, and improve decision-making. However, its adoption poses ethical, technical, and organizational challenges that require a rigorous and responsible approach. This article explores current trends in implementing Artificial Intelligence and Occupational Health and Safety, identifying opportunities, gaps, and guidelines for its practical use. An integrative review of the literature published between 2020 and 2024 focuses on applications of Artificial Intelligence transforming the Occupational Health and Safety field. Sources include scientific articles, systematic reviews, and case studies indexed in Scopus and Web of Science. Four key trends are discussed: predictive accident prevention, real-time monitoring, inspection automation, and data analytics for continuous improvement. Artificial Intelligence has a significant potential to improve Occupational Health and Safety, standing out in the early identification of risks, process optimization, and accident reduction. However, critical challenges are identified, such as the protection of personal data, transparency of algorithms, and fairness in decision-making. In addition, there is a need for governance frameworks and institutional policies to ensure the ethical and sustainable use of these technologies. Thus, Artificial Intelligence represents an unprecedented opportunity to improve workplace safety and well-being. Still, its success will depend on the organization's ability to address the associated ethical and technical challenges. This article contributes to the

academic and practical debate by proposing guidelines for a responsible and effective adoption of Artificial Intelligence and Occupational Health and Safety.

Keywords: Artificial Intelligence, Occupational Health and Safety, Risk Prevention, Artificial Intelligence Ethics, Technological Governance.

SUMARIO

INTRODUCCIÓN. – ESQUEMA DE RESOLUCIÓN. – I. Problema de investigación. – II. Metodología. – III. Resultados de investigación. – 1. Prevención predictiva de accidentes laborales. – 2. - Monitoreo en tiempo real de la salud y seguridad de los trabajadores. - 3. Automatización de la inspección y auditoría de seguridad. - 4. Análisis de datos para la mejora continua en Salud y Seguridad en el Trabajo. - CONCLUSIONES. – REFERENCIAS.

Introducción

En las últimas décadas, la Inteligencia Artificial (IA) ha impactado y transformado múltiples sectores, revolucionando desde la manufactura hasta los servicios de salud (Padilla-Hernández, 2024; Rashid & Kausik, 2024). Su capacidad para procesar grandes volúmenes de datos, identificar patrones y predecir eventos ha abierto nuevas posibilidades para mejorar la eficiencia, la productividad y la seguridad en el entorno laboral (Supriya & Chattu, 2021; Sarián-González *et al.*, 2025; Zhang & Lu, 2021). En particular, el ámbito de la Salud y Seguridad en el Trabajo (SST) ha comenzado a experimentar un cambio paradigmático gracias a la integración de estas tecnologías (Pereira *et al.*, 2023). Sin embargo, este avance no está exento de desafíos, ya que la adopción de la IA en SST plantea cuestiones críticas relacionadas con la ética, la privacidad y la gobernanza, que deben ser abordadas para garantizar su uso responsable y efectivo (Jarota, 2023).

El contexto actual de la SST está marcado por una creciente complejidad en los entornos laborales, impulsada por la globalización, la digitalización y la automatización de procesos (Afanador-Cubillos, 2023; Felknor *et al.*, 2023). Aunque estas tendencias han traído consigo beneficios significativos, también han introducido nuevos riesgos y desafíos para la seguridad y el bienestar de los trabajadores. Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), cada año se registran millones de accidentes laborales y enfermedades profesionales en todo el mundo, muchos de los cuales podrían prevenirse con un enfoque más proactivo y basado en datos (Graczyk *et al.*, 2021). En este escenario, la IA se presenta como una herramienta prometedora para anticipar riesgos, optimizar procesos y mejorar la toma de decisiones en materia de seguridad laboral (Niehaus *et al.*, 2022).

Los antecedentes de la aplicación de la IA en SST se remontan a los primeros intentos de utilizar algoritmos para analizar datos de incidentes y predecir riesgos (Shah & Mishra, 2024). Sin embargo, en los últimos años, el avance de tecnologías como el *machine learning*, la visión por computadora y el Internet de las Cosas (IoT) ha ampliado significativamente las posibilidades de aplicación (Bouchikhi *et al.*, 2024; Debortoli & Brignole, 2024; Pishgar *et al.*, 2021). Hoy en día, es posible monitorear en tiempo real las condiciones físicas y ambientales de los trabajadores, automatizar inspecciones de seguridad y analizar grandes volúmenes de datos para identificar tendencias y áreas de mejora (Lemos *et al.*, 2022; Patel *et al.*, 2022). Estas aplicaciones no solo han demostrado su potencial para reducir accidentes y mejorar la eficiencia, sino que también han generado un debate sobre los límites éticos y las implicaciones sociales de su uso.

A pesar de estos avances, la adopción de la IA en SST aún se encuentra en una etapa incipiente, y existen brechas significativas en la literatura y la práctica. Por un lado, falta un

marco conceptual claro que integre las diferentes aplicaciones de la IA en este ámbito y que permita evaluar su impacto de manera sistemática. Por otro lado, es necesario profundizar en los desafíos éticos y técnicos asociados con su implementación, como la protección de datos personales, la transparencia de los algoritmos y la equidad en la toma de decisiones (El Bouchikhi *et al.*, 2024; Fisher *et al.*, 2023). Estas brechas no solo limitan el potencial de la IA para transformar la SST, sino que también representan un riesgo para los derechos y el bienestar de los trabajadores (Verenzuela-Barroeta *et al.*, 2025).

En este contexto, el presente artículo busca contribuir al debate académico y práctico sobre la implementación de la IA en los procesos de SST. A través de un análisis integrador de las tendencias actuales, se pretende identificar las oportunidades y desafíos asociados con esta tecnología, así como proponer lineamientos para su adopción responsable y efectiva. Este estudio es particularmente relevante en un momento en el que la IA está ganando terreno en el ámbito laboral, y en el que es urgente establecer marcos de gobernanza y políticas institucionales que garanticen su uso ético y sostenible (Camastra & González-Vallejo, 2025). Al abordar estas cuestiones, el artículo aspira a sentar las bases para futuras investigaciones y a proporcionar herramientas prácticas para organizaciones y reguladores interesados en aprovechar el potencial de la IA en beneficio de la seguridad y el bienestar de los trabajadores.

Esquema de resolución

1. Problema de investigación

¿Cuáles son las tendencias actuales en la implementación de la IA en SST?

2. Metodología

El estudio de tipo cualitativo adoptó una metodología dirigida a explorar la literatura disponible, con el objetivo de sintetizar la evidencia científica publicada entre 2020 y 2024. Se identificaron las principales aplicaciones de la IA en este campo, así como los desafíos y brechas que persisten. Para lograr este propósito, se utilizaron dos bases de datos Scopus y Web of Science, reconocidas por su rigurosa cobertura de la producción académica reciente.

El proceso de revisión inició con la formulación de preguntas guía que orientaron la investigación. Estas preguntas buscaban responder, entre otros aspectos, qué tecnologías de IA se emplean en el ámbito de la SST, en qué sectores industriales se han implementado con mayor frecuencia y cuáles son los resultados reportados. Además, se exploraron los desafíos éticos y técnicos asociados a la integración de estas tecnologías en entornos laborales, así como las áreas que requieren mayor investigación en el futuro. Este enfoque permitió establecer un marco conceptual y organizativo sólido para la revisión.

Con el fin de garantizar una búsqueda exhaustiva pero manejable, se establecieron criterios de elegibilidad claros. La recolección de fuentes se limitó la selección a documentos publicados entre enero de 2020 y diciembre de 2024, en los idiomas inglés y español. En cuanto a la tipología, se incluyeron artículos científicos, revisiones sistemáticas y conferencias, siempre que abordaran explícitamente la aplicación de la IA en temas relacionados con la salud y seguridad laboral y contasen con una propuesta metodológica clara y rigurosa. Por el contrario, se excluyeron aquellos trabajos que no cumplían con estos requisitos o que no mencionaban de manera directa el uso de tecnologías de inteligencia artificial.

La estrategia de búsqueda se diseñó con precisión para maximizar la recuperación de artículos relevantes. Se empleó una combinación de términos clave relacionados con la IA, como "*machine learning*", "*deep learning*", "*natural language processing*", junto con conceptos propios de la SST, como "*occupational health*", "*safety at work*" y "*occupational hazards*". Esta combinación, apoyada en operadores booleanos y truncamientos, permitió capturar una amplia gama de estudios potencialmente útiles.

Una vez obtenidos los resultados, el proceso de selección se dividió en varias etapas. En primer lugar, se eliminaron los duplicados utilizando Zotero, lo que facilitó la organización eficiente de la bibliografía. Posteriormente, se revisaron títulos y resúmenes para descartar aquellos artículos que no se ajustaban al enfoque de la investigación. Finalmente, se realizó una revisión de texto completo para confirmar que los estudios seleccionados cumplían con todos los criterios establecidos.

La extracción de datos se llevó a cabo mediante una plantilla estandarizada diseñada para capturar la información más relevante de cada estudio. Esta plantilla incluyó el autor, el año de publicación, el sector industrial analizado, las tecnologías de IA utilizadas y los resultados reportados. También se registraron los desafíos identificados por los autores, así como sus conclusiones y recomendaciones.

En la fase de síntesis y análisis, se identificaron temas emergentes y patrones recurrentes en la literatura, como el uso de la IA para la prevención de riesgos o el monitoreo de la salud ocupacional. También se prestó atención a los desafíos éticos y técnicos que surgieron en múltiples estudios, lo que permitió destacar áreas críticas que requieren mayor atención.

En cuanto a las limitaciones, al limitar la búsqueda a Scopus y Web of Science, estudios relevantes no indexados pueden haber sido excluidos, lo cual se extiende a los idiomas. También se debe considerar que, dado el rápido avance de la IA, algunos estudios recientes no estuvieron disponibles dentro del período analizado.

Finalmente, se mantuvo un enfoque ético y transparente en todo momento. Se aseguró que todos los estudios utilizados fueran citados adecuadamente y se documentaron claramente los criterios de inclusión y exclusión. Además, se interpretaron los resultados de manera objetiva, evitando sesgos que pudieran distorsionar las conclusiones.

3. Resultados de investigación

3.1 Prevención predictiva de accidentes laborales

Una de las aplicaciones más destacadas de la IA en SST es la capacidad de predecir accidentes laborales antes de que ocurran. Mediante el uso de algoritmos de *machine learning* y análisis de grandes volúmenes de datos (*Big Data*), las empresas pueden identificar patrones y factores de riesgo que podrían llevar a incidentes (Khairuddin *et al.*, 2022). Por ejemplo, se han desarrollado modelos predictivos que analizan datos históricos de accidentes, condiciones ambientales y comportamientos de los trabajadores para anticipar posibles escenarios de riesgo (Fiegler-Rudol *et al.*, 2025). Esta tendencia ha ganado relevancia en sectores como la construcción, la minería y la manufactura, donde los riesgos laborales son más frecuentes (Perera *et al.*, 2023; Rudakov *et al.*, 2021).

Fundamentos de la prevención predictiva

La prevención predictiva se basa en la idea de anticipar los riesgos antes de que se materialicen en accidentes. Tradicionalmente, la seguridad en el trabajo se ha abordado de

manera reactiva, es decir, respondiendo a incidentes después de que ocurren. Sin embargo, con la llegada de la IA, las organizaciones ahora pueden adoptar un enfoque proactivo, utilizando datos y algoritmos para identificar patrones y predecir posibles escenarios de riesgo (Yazdi *et al.*, 2024).

La IA, específicamente el *machine learning* (aprendizaje automático), juega un papel crucial en este proceso. Los algoritmos de IA pueden analizar grandes volúmenes de datos históricos y en tiempo real, como registros de accidentes, condiciones ambientales, comportamientos de los trabajadores y estados de los equipos, para identificar factores de riesgo y predecir eventos futuros. Esto permite a las empresas tomar medidas preventivas antes de que ocurra un incidente.

Aplicaciones concretas en diferentes sectores

La prevención predictiva de accidentes laborales se ha implementado con éxito en varios sectores industriales, cada uno con sus propios desafíos y necesidades. En la tabla 1 se consignan los principales sectores y aplicaciones identificados.

Tabla 1. Aplicaciones de la IA para la prevención predictiva de accidentes laborales por sectores

| SECTORES | APLICACIONES |
|------------------------|---|
| Construcción | En este sector, los accidentes suelen ser frecuentes debido a la naturaleza peligrosa de las actividades, como trabajar en alturas o manipular maquinaria pesada. La IA se utiliza para analizar datos de sensores en obras, como vibraciones en estructuras o movimientos de equipos, para predecir posibles colapsos o fallas. Además, los sistemas de visión por computadora pueden monitorear el uso de Equipos de Protección Personal (EPP) y alertar cuando un trabajador no los lleva puestos. |
| Minería | En la minería, los riesgos incluyen derrumbes, explosiones y exposición a gases tóxicos. Los algoritmos de IA analizan datos geológicos, condiciones atmosféricas y patrones de comportamiento de los trabajadores para predecir eventos peligrosos. Por ejemplo, se han desarrollado sistemas que predicen la probabilidad de derrumbes en túneles mineros basándose en datos de sensores de presión y vibración. |
| Manufactura | En entornos de fabricación, la IA se utiliza para predecir fallas en maquinaria que podrían llevar a accidentes. Los algoritmos de <i>machine learning</i> analizan datos de sensores en equipos para detectar anomalías que indican un posible mal funcionamiento. Esto no solo previene accidentes, sino que también reduce el tiempo de inactividad y los costos de mantenimiento. |
| Logística y transporte | En este sector, la IA se emplea para predecir accidentes de tráfico o fallas en vehículos. Por ejemplo, los sistemas de IA pueden analizar datos de conducción, como la velocidad, el frenado y las condiciones del tráfico, para identificar conductores en riesgo de sufrir un accidente. |

Fuente: elaboración propia.

Tecnologías clave utilizadas

Según se pudo extraer, son varias tecnologías de IA con potencial para la prevención predictiva de accidentes laborales. Las más relevantes identificadas pueden observarse en la tabla 2.

Tabla 2. Herramientas y sistemas IA en la prevención predictiva de accidentes laborales

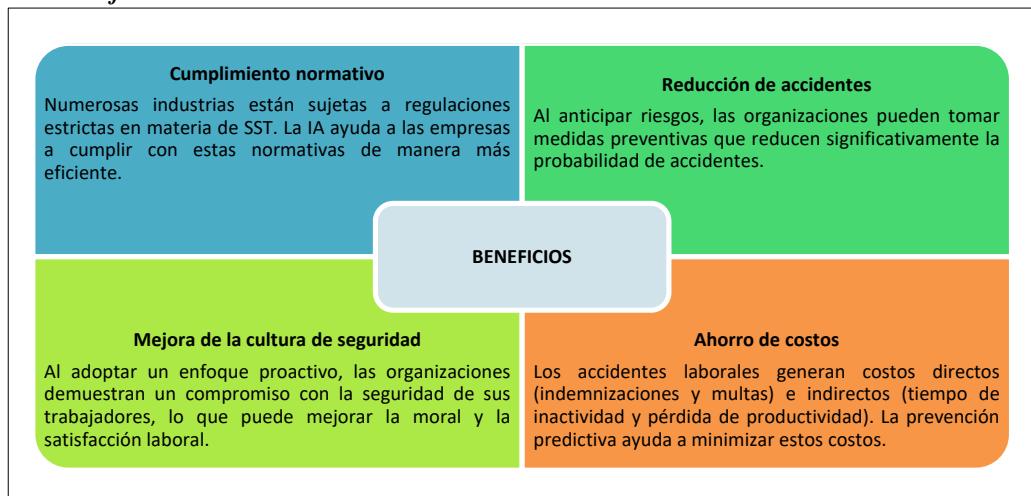
| SISTEMAS IA | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| Machine Learning (ML) | Los algoritmos de ML son el núcleo de la prevención predictiva. Estos algoritmos aprenden de datos históricos para identificar patrones y hacer predicciones. Por ejemplo, un modelo de ML puede predecir la probabilidad de un accidente basándose en factores como la hora del día, la fatiga del trabajador y las condiciones ambientales. |
| Visión por computadora | Esta tecnología permite a los sistemas de IA "ver" y analizar imágenes o videos en tiempo real. En SST, se utiliza para monitorear el cumplimiento de normas de seguridad, como el uso de EPP, o para detectar comportamientos riesgosos, como trabajadores en zonas prohibidas. |
| Internet de las Cosas (IoT) | Los dispositivos IoT, como sensores y wearables, recopilan datos en tiempo real sobre el entorno y los trabajadores. Estos datos se alimentan a sistemas de IA para su análisis y predicción. Por ejemplo, un sensor en un casco puede medir la exposición a impactos y alertar si un trabajador está en riesgo de sufrir una lesión. |
| Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP) | El NLP se utiliza para analizar informes de incidentes, registros de seguridad y comunicaciones internas. Esto permite identificar tendencias y factores de riesgo que podrían no ser evidentes a simple vista. |

Fuente: elaboración propia.

Beneficios de la prevención predictiva

La implementación de la IA en la prevención predictiva de accidentes laborales ofrece numerosos beneficios. En la figura 1 se presenta la matriz construida a partir de los datos disponibles y la integración de las consideraciones previamente presentadas.

Figura 1. Beneficios de la IA en SST

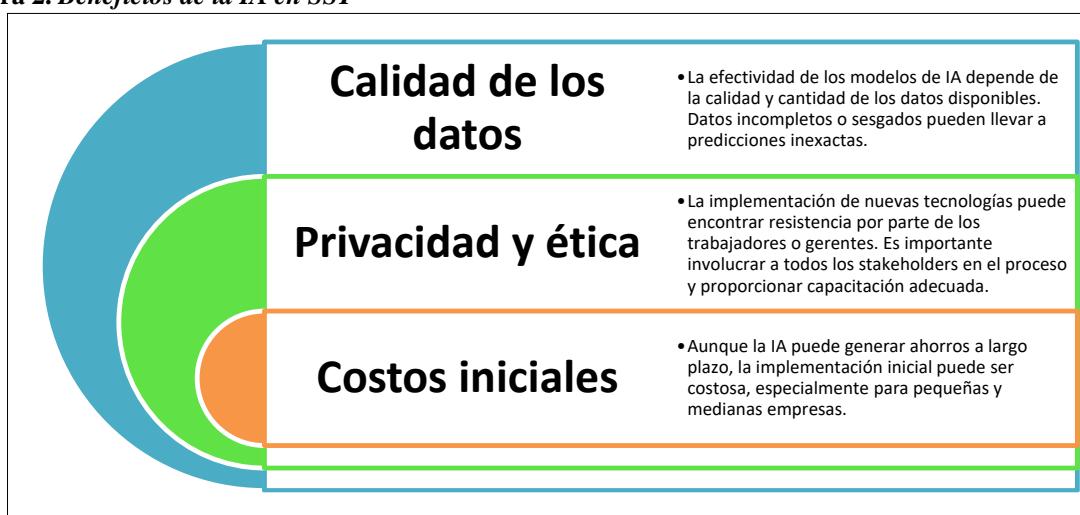


Fuente: elaboración propia.

Desafíos y consideraciones

A pesar de sus beneficios, la prevención predictiva de accidentes laborales mediante IA no está exenta de desafíos. La figura 2 sintetiza los retos esenciales y una breve descripción de los factores a considerar.

Figura 2. Beneficios de la IA en SST



Fuente: elaboración propia.

3.2 Monitoreo en tiempo real de la salud y seguridad de los trabajadores

La IA ha permitido el desarrollo de sistemas de monitoreo en tiempo real que evalúan constantemente el estado de salud y seguridad de los empleados (Park & Kang, 2024). Tecnologías como wearables (dispositivos portátiles) equipados con sensores y conectados a plataformas de IA pueden medir variables como la frecuencia cardíaca, la temperatura corporal o la exposición a sustancias tóxicas (Nguyen *et al.*, 2024). Estos sistemas alertan a los trabajadores y supervisores cuando se detectan condiciones peligrosas, lo que permite una intervención inmediata (Svertoka *et al.*, 2021). Esta tendencia es especialmente relevante en entornos de alto riesgo, como la industria química o la logística.

Fundamentos del monitoreo en tiempo real

El monitoreo en tiempo real de la salud y seguridad de los trabajadores se basa en la idea de utilizar tecnologías avanzadas para supervisar constantemente las condiciones físicas y ambientales de los empleados mientras realizan sus tareas. A diferencia de los enfoques tradicionales, que dependen de inspecciones periódicas o informes manuales, esta tendencia aprovecha la IA para recopilar, analizar y responder a datos en tiempo real.

La IA, combinada con dispositivos IoT como *wearables* (dispositivos portátiles) y sensores ambientales, permite a las organizaciones detectar riesgos de manera inmediata y tomar acciones preventivas antes de que ocurran incidentes. Este enfoque no solo mejora la seguridad, sino que también promueve un entorno laboral más saludable y productivo.

Aplicaciones concretas en diferentes sectores

El monitoreo en tiempo real de la salud y seguridad se ha implementado con éxito en diversos sectores, cada uno con sus propias necesidades y desafíos. La tabla 3 sumariza las aplicaciones por sectores.

Tabla 3. Aplicaciones del monitoreo en tiempo real por sectores

| SECTORES | APLICACIONES |
|-------------------------|--|
| Industria manufacturera | En este sector, los trabajadores están expuestos a riesgos como movimientos repetitivos, manipulación de maquinaria pesada y exposición a sustancias químicas. Los wearables equipados con sensores pueden monitorear la postura, la fatiga muscular y la exposición a toxinas, alertando a los trabajadores y supervisores cuando se detectan condiciones peligrosas. |
| Sector de la salud | En hospitales y clínicas, los trabajadores enfrentan riesgos como enfermedades infecciosas, estrés y lesiones por movimientos repetitivos. Los dispositivos de monitoreo en tiempo real pueden medir la frecuencia cardíaca, la temperatura corporal y los niveles de estrés, ayudando a prevenir el agotamiento y mejorar el bienestar del personal médico. |
| Construcción | En obras de construcción, los trabajadores están expuestos a riesgos como caídas, golpes y exposición a condiciones climáticas extremas. Los sensores en cascos y chalecos pueden monitorear la ubicación, los movimientos y las condiciones ambientales, alertando sobre posibles peligros como zonas inestables o temperaturas extremas. |
| Logística y transporte | En este sector, los conductores y operarios de almacén enfrentan riesgos como fatiga, distracciones y lesiones por levantamiento de cargas. Los sistemas de IA pueden analizar datos de wearables y vehículos para detectar signos de fatiga o comportamientos de conducción riesgosos, promoviendo una cultura de seguridad. |

Fuente: elaboración propia.

Tecnologías clave utilizadas

En este apartado, las tecnologías de IA y dispositivos IoT utilizadas para el monitoreo en tiempo real de la salud y seguridad de los trabajadores incluyen una importante combinación de infraestructura y recursos informáticos. En la tabla 4 se recogen las principales tecnologías y sistemas empleados.

Tabla 4. Sistemas y herramientas para el monitoreo en tiempo real.

| TECNOLOGÍA | ASPECTOS PRÁCTICOS Y DE SU USO |
|------------|--|
| Wearables | Dispositivos como pulseras, chalecos y cascos inteligentes equipados con sensores que miden variables como la frecuencia |

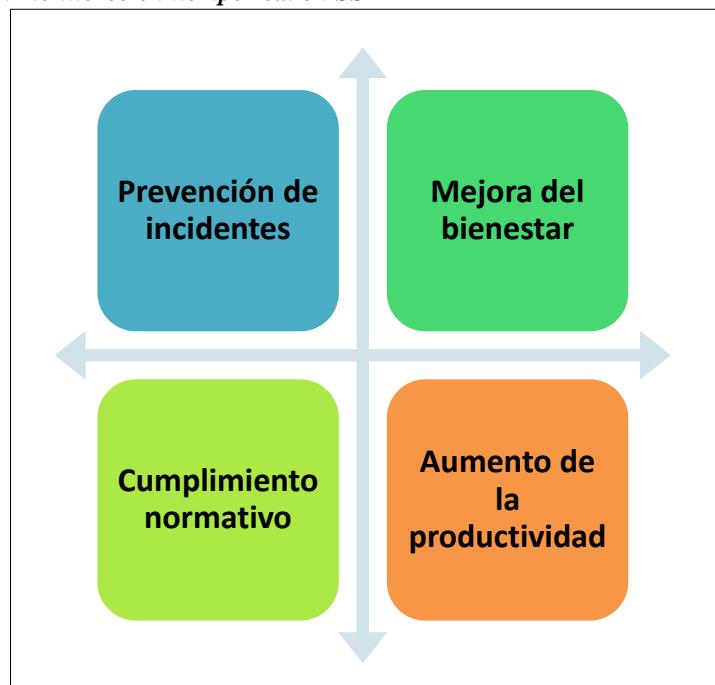
| | |
|--|--|
| Sensores ambientales | cardíaca, la temperatura corporal, la postura y la exposición a sustancias peligrosas. |
| Machine Learning (ML) | Dispositivos que monitorean condiciones como la calidad del aire, los niveles de ruido, la temperatura y la humedad en el lugar de trabajo. Los algoritmos de ML analizan los datos recopilados por wearables y sensores para identificar patrones y predecir riesgos. Por ejemplo, un modelo de ML puede predecir la fatiga de un trabajador basándose en su frecuencia cardíaca y movimientos. |
| Plataformas de análisis en tiempo real | Sistemas que integran datos de múltiples fuentes (wearables, sensores, cámaras) y proporcionan alertas inmediatas a trabajadores y supervisores cuando se detectan condiciones peligrosas. |

Fuente: elaboración propia.

Beneficios del monitoreo en tiempo real

La implementación de sistemas de monitoreo en tiempo real ofrece numerosos beneficios. En la figura 3 se destacan los más relevantes.

Figura 3. Beneficios del monitoreo en tiempo real en SST



Fuente: elaboración propia.

Desafíos y consideraciones

A pesar de sus beneficios, el monitoreo en tiempo real de la salud y seguridad de los trabajadores plantea varios desafíos. En esta categoría de análisis, el estudio comenzó a mostrar saturación de los datos, siendo la calidad de los datos, los factores asociados a la privacidad y la ética, así como Costos iniciales. De forma singular, apareció la resistencia al cambio, pues los trabajadores pueden sentirse incómodos con la idea de ser monitoreados constantemente, hecho que subraya la importancia involucrarlos en el proceso y comunicar los beneficios de estas tecnologías.

3.3 Automatización de la inspección y auditoría de seguridad

La IA está transformando los procesos de inspección y auditoría en SST al automatizar tareas que antes requerían intervención humana (Moraru, 2024). Por ejemplo, se utilizan sistemas de visión por computadora para inspeccionar EPP o identificar riesgos ergonómicos en las estaciones de trabajo (Vukicevic *et al.*, 2024). Además, el procesamiento de NLP se emplea para analizar informes de incidentes y extraer insights valiosos que ayudan a mejorar los protocolos de seguridad (Ricketts *et al.*, 2023). Esta tendencia no solo aumenta la eficiencia, sino que también reduce el margen de error en la identificación de riesgos.

Fundamentos de la automatización en inspección y auditoría

La automatización de la inspección y auditoría de seguridad se basa en la idea de utilizar tecnologías avanzadas, como la IA, para realizar evaluaciones de seguridad de manera más rápida, precisa y consistente. Tradicionalmente, las inspecciones y auditorías de seguridad dependían de la intervención humana, lo que podía llevar a errores, omisiones y una cobertura limitada. Con la llegada de la IA, las organizaciones ahora pueden automatizar estos procesos, lo que no solo mejora la eficiencia, sino que también permite una identificación más temprana de riesgos.

La IA, combinada con tecnologías como la visión por computadora, el procesamiento de lenguaje natural (NLP) y el análisis de datos, permite a las empresas realizar inspecciones continuas y en tiempo real, identificar áreas de mejora y garantizar el cumplimiento de normativas de seguridad.

Aplicaciones concretas en diferentes sectores

La automatización de la inspección y auditoría de seguridad se ha implementado con éxito en diversos sectores, cada uno con sus propias necesidades y desafíos. A continuación, se presenta el reporte utilizando el mismo esquema por sectores (tabla 5).

Tabla 5. Aplicaciones del monitoreo en tiempo real por sectores

| SECTOR | APLICACIONES CONCRETAS |
|-------------------------|---|
| Industria manufacturera | En este sector, las inspecciones de seguridad suelen centrarse en el estado de la maquinaria, el uso de EPP y las condiciones de las instalaciones. La IA se utiliza para analizar imágenes de cámaras de seguridad y detectar, por ejemplo, si un trabajador no lleva casco o si una máquina presenta signos de desgaste que podrían llevar a un fallo. |
| Construcción | En obras de construcción, las inspecciones de seguridad son cruciales para prevenir accidentes como caídas, colapsos o electrocuciones. Los drones equipados con cámaras y sistemas de visión por computadora pueden inspeccionar áreas de difícil acceso, como estructuras elevadas o túneles, identificando riesgos como grietas o materiales inestables. |
| Energía y petróleo | En este sector, las inspecciones de seguridad suelen centrarse en la integridad de las infraestructuras, como tuberías y plataformas petroleras. La IA se utiliza para analizar datos de sensores y cámaras, detectando anomalías como fugas o corrosión que podrían llevar a accidentes graves. |
| Transporte y logística | En almacenes y centros de distribución, la IA se utiliza para inspeccionar el cumplimiento de normas de seguridad, como el uso de EPP o la correcta manipulación de cargas. Además, los sistemas de IA pueden analizar datos de vehículos para detectar fallos mecánicos que podrían poner en riesgo a los conductores. |

Fuente: elaboración propia.

Tecnologías clave utilizadas

Si bien las tecnologías de IA empleadas en la automatización de la inspección y auditoría de seguridad coinciden en lo fundamental, en la tabla 6 se recogen los aspectos fundamentales. Estos resultados deben ser interpretados a la luz de los elementos previamente presentados.

Tabla 6. Sistemas y herramientas para la inspección y auditoría de seguridad

| TECNOLOGÍA | ASPECTOS PRÁCTICOS Y DE SU USO |
|---|---|
| Drones y robots | Estas tecnologías se utilizan para realizar inspecciones en áreas de difícil acceso o peligrosas, como estructuras elevadas, túneles o instalaciones industriales. |
| Procesamiento de lenguaje natural (NLP) | El NLP se utiliza para analizar informes de incidentes, registros de inspecciones y comunicaciones internas. Esto permite identificar tendencias y áreas de mejora que podrían no ser evidentes a simple vista. |

| | |
|------------------------|--|
| Machine Learning (ML) | Los algoritmos de ML analizan grandes volúmenes de datos para identificar patrones y predecir riesgos. Por ejemplo, un modelo de ML puede predecir la probabilidad de un accidente basándose en datos históricos de inspecciones y incidentes. |
| Visión por computadora | Esta tecnología permite a los sistemas de IA "ver" y analizar imágenes o videos en tiempo real. En SST, se utiliza para detectar riesgos como el incumplimiento de normas de seguridad, condiciones inseguras en el entorno o fallos en equipos. |

Fuente: elaboración propia.

Beneficios de la automatización en inspección y auditoría

La implementación de sistemas automatizados de inspección y auditoría de seguridad ofrece numerosos beneficios. Una vez eliminados los beneficios de naturaleza similar o extrapolable de los temas analizados con anterioridad, se destacan los siguientes:

- Eficiencia: la automatización permite realizar inspecciones más rápidas y frecuentes, lo que mejora la cobertura y reduce el tiempo de inactividad.
- Precisión: los sistemas de IA pueden identificar riesgos que podrían pasar desapercibidos en inspecciones manuales, lo que mejora la precisión y fiabilidad de las evaluaciones.
- Proactividad: al detectar riesgos de manera temprana, las organizaciones pueden tomar medidas preventivas antes de que ocurran incidentes.

3.4 Análisis de datos para la mejora continua en Salud y Seguridad en el Trabajo

La IA es utilizada para analizar grandes cantidades de datos relacionados con la SST, lo que permite a las organizaciones identificar tendencias y áreas de mejora (Wang & Wang, 2021). Por ejemplo, se han desarrollado herramientas que analizan datos de incidentes, near misses (casi accidentes) y quejas de los trabajadores para detectar problemas recurrentes (Usama *et al.*, 2024). Estos análisis ayudan a las empresas a diseñar estrategias proactivas y a implementar medidas correctivas antes de que los problemas escalen. Esta tendencia es particularmente útil en organizaciones grandes y complejas, donde la gestión manual de datos sería inviable.

Fundamentos del análisis de datos en SST

El análisis de datos en SST se basa en la idea de utilizar grandes volúmenes de información para identificar patrones, tendencias y áreas de mejora en los procesos de seguridad. Tradicionalmente, las organizaciones dependían de informes manuales y análisis retrospectivos para evaluar incidentes y riesgos. Sin embargo, con la llegada de la IA, ahora es posible analizar datos en tiempo real y de manera predictiva, lo que permite una gestión más proactiva y efectiva de la seguridad en el trabajo.

La IA, específicamente el *machine learning* (aprendizaje automático) y el análisis avanzado de datos, permite a las empresas procesar y analizar información proveniente de múltiples fuentes, como registros de incidentes, sensores, wearables y encuestas de satisfacción laboral. Esto no solo mejora la identificación de riesgos, sino que también facilita la implementación de medidas correctivas y preventivas.

Aplicaciones concretas en diferentes sectores

El análisis de datos para la mejora continua en SST se ha implementado con éxito en diversos sectores, cada uno con sus propias necesidades y desafíos. En la tabla 7 se presenta la matriz por sectores.

Tabla 7. Aplicaciones del análisis de datos en la mejora continua de la SST

| SECTOR | APLICACIONES CONCRETAS |
|-------------------------|---|
| Industria manufacturera | En este sector, el análisis de datos se utiliza para identificar patrones en incidentes relacionados con maquinaria, como fallos técnicos o errores humanos. Por ejemplo, los algoritmos de IA pueden analizar datos históricos de accidentes para predecir qué máquinas o procesos tienen mayor probabilidad de causar incidentes, permitiendo a las empresas tomar medidas preventivas. |
| Construcción | En obras de construcción, el análisis de datos ayuda a identificar riesgos recurrentes, como caídas o colapsos estructurales. Los sistemas de IA pueden analizar datos de sensores y cámaras para detectar condiciones inseguras, como zonas inestables o uso incorrecto de equipos de protección personal (EPP). |
| Salud | En hospitales y clínicas, el análisis de datos se utiliza para mejorar la seguridad del personal médico. Por ejemplo, los sistemas de IA pueden analizar datos de wearables para identificar patrones de fatiga o estrés en los trabajadores, lo que permite implementar medidas para prevenir el agotamiento y mejorar el bienestar. |
| Transporte y logística | En este sector, el análisis de datos se utiliza para mejorar la seguridad de los conductores y operarios de almacén. Los sistemas de IA pueden analizar datos de vehículos y wearables para identificar comportamientos de conducción riesgosos o condiciones de trabajo inseguras. |

Fuente: elaboración propia.

Tecnologías clave utilizadas

Aunque en lo fundamental coinciden, las tecnologías de IA para el análisis de datos en la mejora continua de la SST presentan algunas particularidades. En la tabla 8 se pueden observar los principales aspectos que caracterizan estos sistemas y sus aplicaciones.

Tabla 8. Sistemas y herramientas para el análisis de datos en la mejora continua de la SST

| TECNOLOGÍA | ASPECTOS PRÁCTICOS Y DE SU USO |
|---|--|
| Big Data Analytics | Esta tecnología permite procesar y analizar grandes volúmenes de datos provenientes de múltiples fuentes, como sensores, wearables y registros de incidentes. Esto facilita la identificación de tendencias y áreas de mejora. |
| Procesamiento de lenguaje natural (NLP) | El NLP se utiliza para analizar informes de incidentes, encuestas de satisfacción laboral y comunicaciones internas. Esto permite identificar problemas recurrentes y áreas de mejora que podrían no ser evidentes a simple vista. |
| Machine Learning (ML) | Los algoritmos de ML son el núcleo del análisis de datos en SST. Estos algoritmos aprenden de datos históricos para identificar patrones y hacer predicciones. Por ejemplo, un modelo de ML puede predecir la probabilidad de un accidente basándose en factores como la hora del día, la fatiga del trabajador y las condiciones ambientales. |
| Dashboards y visualización de datos | Estas herramientas permiten presentar los resultados del análisis de manera clara y accesible, facilitando la toma de decisiones por parte de los gerentes y supervisores. |

Fuente: elaboración propia.

Beneficios del análisis de datos en SST

La implementación de sistemas de análisis de datos para la mejora continua en SST ofrece numerosos beneficios, entre los que destacan:

- Identificación temprana de riesgos: al analizar datos en tiempo real, las organizaciones pueden identificar riesgos de manera temprana y tomar medidas preventivas antes de que ocurran incidentes.
- Mejora continua: el análisis de datos permite identificar áreas de mejora en los procesos de seguridad, lo que facilita la implementación de medidas correctivas y preventivas.
- Toma de decisiones basada en datos: los sistemas de IA proporcionan insights valiosos que ayudan a los gerentes y supervisores a tomar decisiones más informadas y efectivas.

3.5 Análisis integrador

La implementación de la IA en los procesos de SST ha generado un panorama transformador, marcado por avances significativos y desafíos complejos (Arana-Landín *et al.*, 2023). Las cuatro tendencias analizadas—prevención predictiva de accidentes, monitoreo en tiempo real, automatización de inspecciones, análisis de datos para la mejora continua, y el enfoque en la ética y la privacidad—reflejan no solo el potencial de la IA para revolucionar la seguridad laboral, sino también la necesidad de abordar cuestiones críticas que surgen con su adopción (Yazdi *et al.*, 2024; Xu *et al.*, 2022). Estas tendencias, aunque distintas, están interconectadas y apuntan hacia un futuro en el que la gobernanza de la IA y el desarrollo de políticas institucionales serán fundamentales para garantizar su uso responsable y efectivo (Guatemala-Mariano & Martínez-Prats, 2023).

Integración de las tendencias

La prevención predictiva de accidentes y el monitoreo en tiempo real son dos caras de la misma moneda: la primera se enfoca en anticipar riesgos, mientras que la segunda permite una respuesta inmediata a condiciones peligrosas (Rathod *et al.*, 2024). Ambas dependen de tecnologías como sensores, wearables y algoritmos de *machine learning*, que recopilan y analizan datos para proteger a los trabajadores. Sin embargo, estas aplicaciones también plantean preguntas sobre la privacidad y el uso ético de los datos, lo que conecta directamente con la quinta tendencia (Pandey *et al.*, 2023). Por ejemplo, ¿cómo se puede garantizar que los datos recopilados para prevenir accidentes no sean utilizados para monitorear excesivamente a los empleados o tomar decisiones discriminatorias?

La automatización de inspecciones y el análisis de datos para la mejora continua, por su parte, representan un salto hacia la eficiencia y la precisión en la gestión de la seguridad laboral (Arana-Landín *et al.*, 2023). La IA no solo reduce el margen de error en las inspecciones, sino que también identifica patrones y áreas de mejora que podrían pasar desapercibidas en enfoques tradicionales. Sin embargo, estas tecnologías también dependen de la calidad y diversidad de los datos, lo que resalta la importancia de abordar sesgos en los algoritmos y garantizar que los sistemas sean transparentes y explicables. Aquí, la ética y la privacidad vuelven a ser centrales, ya que el uso indebido de datos o la falta de transparencia pueden socavar la confianza de los trabajadores y limitar la efectividad de estas soluciones (Sardiñas-Padilla & Valdés-García, 2025).

El futuro de la gobernanza de la IA en SST

El futuro de la IA en SST estará marcado por la necesidad de una gobernanza robusta que equilibre la innovación con la protección de los derechos de los trabajadores (Abedsoltan *et al.*, 2024; Muñoz Bonilla *et al.*, 2024). Actualmente, muchas organizaciones carecen de marcos claros para guiar la implementación de estas tecnologías, lo que puede llevar a usos indebidos o a la resistencia por parte de los empleados. La gobernanza de la IA en este ámbito deberá abordar varios aspectos clave:

- **Transparencia y explicabilidad:** los trabajadores tienen derecho a entender cómo se utilizan sus datos y cómo se toman las decisiones que los afectan (Todolí-Signes, 2021). Esto requiere que las organizaciones desarrollen sistemas de IA que sean explicables y que comuniquen de manera clara sus políticas de uso de datos.
- **Protección de datos y privacidad:** las políticas institucionales deben garantizar que los datos personales de los trabajadores se manejen de manera segura y respetuosa (Aloisi & De-Stefano, 2023). Esto incluye la implementación de medidas técnicas, como el

cifrado y los controles de acceso, así como la adopción de principios éticos, como el consentimiento informado y la minimización de datos.

- Equidad y no discriminación: los algoritmos de IA deben ser diseñados para evitar sesgos y garantizar que las decisiones relacionadas con la seguridad laboral sean justas y equitativas (Howard & Schulte, 2024). Esto requiere un enfoque proactivo en la selección y el entrenamiento de los datos utilizados.
- Participación de los trabajadores: la implementación de la IA en SST debe involucrar a los trabajadores desde las etapas iniciales (Cebulla, Szpak & Knight, 2023). Esto no solo mejora la aceptación de estas tecnologías, sino que también asegura que se aborden las preocupaciones y necesidades reales de los empleados.

Desarrollo de políticas institucionales

Para que la IA se integre de manera efectiva en los procesos de SST, las organizaciones deben desarrollar políticas institucionales claras y comprehensivas. Estas políticas deben incluir:

- Directrices éticas: establecer principios claros para el uso de la IA, como la transparencia, la equidad y el respeto a la privacidad.
- Protocolos de seguridad de datos: implementar medidas técnicas y organizativas para proteger los datos personales de los trabajadores.
- Mecanismos de supervisión: crear comités o grupos de trabajo que supervisen el uso de la IA y aseguren el cumplimiento de las políticas establecidas.
- Capacitación y sensibilización: proporcionar formación a los trabajadores y gerentes sobre el uso de la IA, sus beneficios y sus riesgos.

Además, las políticas institucionales deben ser flexibles y adaptables, ya que el campo de la IA está en constante evolución. Esto requiere un enfoque colaborativo, en el que las organizaciones trabajen junto con reguladores, académicos y otros stakeholders para desarrollar marcos que fomenten la innovación responsable.

Conclusiones

La IA ha evidenciado un potencial transformador en el campo de la SST, proporcionando herramientas innovadoras para la prevención predictiva de accidentes, el monitoreo en tiempo real, la automatización de inspecciones y el análisis de datos. Estas aplicaciones no solo incrementan la eficiencia y precisión en la gestión de riesgos, sino que también fomentan la creación de entornos laborales más seguros y saludables. No obstante, su adopción requiere un enfoque ético y responsable que priorice el bienestar y los derechos de los trabajadores.

La implementación de la IA en el ámbito de la SST enfrenta desafíos significativos relacionados con la privacidad, la transparencia y la equidad. La recopilación y el uso de datos personales, junto con la posibilidad de sesgos en los algoritmos, demandan la creación de marcos de gobernanza sólidos y políticas institucionales claras. Dichos marcos deben asegurar el consentimiento informado, la protección de datos y la explicabilidad de las decisiones tomadas por sistemas de IA, garantizando que su aplicación no vulnere los derechos fundamentales de los trabajadores.

El futuro de la IA en la SST dependerá de la colaboración entre organizaciones, reguladores, académicos y trabajadores para desarrollar e implementar soluciones que equilibren la

innovación con la responsabilidad social. La creación de estándares éticos, la capacitación de los *stakeholders* y la promoción de una cultura de transparencia y participación serán fundamentales para maximizar los beneficios de estas tecnologías. Solo mediante un enfoque integrador y proactivo se podrá asegurar que la IA contribuya de manera sostenible a la mejora de la seguridad y el bienestar en el entorno laboral.

Referencias

- Abedsoltan, H., Abedsoltan, A., & Zoghi, Z. (2024). Future of process safety: Insights, approaches, and potential developments. *Process Safety and Environmental Protection*, 185, 684-707. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2024.03.034>
- Afanador-Cubillos, N. (2023). Historia de la producción y sus retos en la era actual. *Región Científica*, 2(1), 202315. <https://doi.org/10.58763/rc202315>
- Aloisi, A., & De-Stefano, V. (2023). Between risk mitigation and labour rights enforcement: Assessing the transatlantic race to govern AI-driven decision-making through a comparative lens. *European Labour Law Journal*, 14(2), 283-307. <https://doi.org/10.1177/20319525231167982>
- Arana-Landín, G., Laskurain-Iturbe, I., Iturrate, M., & Landeta-Manzano, B. (2023). Assessing the influence of industry 4.0 technologies on occupational health and safety. *Helijon*, 9(3), e13720. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13720>
- Bouchikhi, M. E., Weerts, S., & Clavien, C. (2024). The internet of things deployed for occupational health and safety purposes: A qualitative study of opportunities and ethical issues. *PLOS ONE*, 19(12), e0315671. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0315671>
- Camastra, F. D., & González-Vallejo, R. (2025). Inteligencia artificial, sostenibilidad e impacto ambiental. Un estudio narrativo y bibliométrico. *Región Científica*, 4(1), 2025355. <https://doi.org/10.58763/rc2025355>
- Cebulla, A., Szpak, Z., Howell, C., Knight, G., & Hussain, S. (2023). Applying ethics to AI in the workplace: The design of a scorecard for Australian workplace health and safety. *AI & Society*, 38(2), 919-935. <https://doi.org/10.1007/s00146-022-01460-9>
- Cebulla, A., Szpak, Z., & Knight, G. (2023). Preparing to work with artificial intelligence: Assessing WHS when using AI in the workplace. *International Journal of Workplace Health Management*, 16(4), 294-312. <https://doi.org/10.1108/IJWHM-09-2022-0141>
- Cossette-Lefebvre, H., & Maclure, J. (2023). AI's fairness problem: Understanding wrongful discrimination in the context of automated decision-making. *AI and Ethics*, 3(4), 1255–1269. doi: <https://doi.org/10.1007/s43681-022-00233-w>
- Debortoli, D. O., & Brignole, N. B. (2024). Inteligencia empresarial para estimular el giro comercial en el microcentro de una ciudad de tamaño intermedio. *Región Científica*, 3(1), 2024195. <https://doi.org/10.58763/rc2024195>

- El-Bouchikhi, M., Weerts, S., & Clavien, C. (2024). Behind the good of digital tools for occupational safety and health: A scoping review of ethical issues surrounding the use of the internet of things. *Frontiers in Public Health*, 12, 1468646. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1468646>
- Felknor, S., Streit, J., Edwards, N., & Howard, J. (2023). Four Futures for Occupational Safety and Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(5), 4333. <https://doi.org/10.3390/ijerph20054333>
- Fiegler-Rudol, J., Lau, K., Mroczek, A., & Kasperczyk, J. (2025). Exploring Human–AI Dynamics in Enhancing Workplace Health and Safety: A Narrative Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(2), 199. <https://doi.org/10.3390/ijerph22020199>
- Fisher, E., Flynn, M. A., Pratap, P., & Vietas, J. A. (2023). Occupational Safety and Health Equity Impacts of Artificial Intelligence: A Scoping Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(13), 6221. <https://doi.org/10.3390/ijerph20136221>
- Graczyk, H., François, M., Krief, P., & Guseva Canu, I. (2021). The role of the Swiss list of occupational diseases in the protection of workers' health. *Swiss Medical Weekly*, 151(2930), w20538. <https://doi.org/10.4414/smw.2021.20538>
- Guatemala-Mariano, A., & Martínez-Prats, G. (2023). Capacidades tecnológicas en empresas sociales emergentes: Una ruta de impacto social. *Región Científica*, 2(2), 2023111. <https://doi.org/10.58763/rc2023111>
- Howard, J., & Schulte, P. (2024). Managing workplace AI risks and the future of work. *American Journal of Industrial Medicine*, 67(11), 980-993. <https://doi.org/10.1002/ajim.23653>
- Jarota, M. (2023). Artificial intelligence in the work process. A reflection on the proposed European Union regulations on artificial intelligence from an occupational health and safety perspective. *Computer Law & Security Review*, 49, 105825. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2023.105825>
- Khairuddin, M. Z. F., Lu Hui, P., Hasikin, K., Abd Razak, N. A., Lai, K. W., Mohd Saudi, A. S., & Ibrahim, S. S. (2022). Occupational Injury Risk Mitigation: Machine Learning Approach and Feature Optimization for Smart Workplace Surveillance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(21), 13962. <https://doi.org/10.3390/ijerph192113962>
- Lemos, J., Gaspar, P. D., & Lima, T. M. (2022). Environmental Risk Assessment and Management in Industry 4.0: A Review of Technologies and Trends. *Machines*, 10(8), 702. <https://doi.org/10.3390/machines10080702>

Mettler, T. (2024). The connected workplace: Characteristics and social consequences of work surveillance in the age of datification, sensorization, and artificial intelligence. *Journal of Information Technology*, 39(3), 547-567. <https://doi.org/10.1177/02683962231202535>

Moraru, R. I. (2024). Challenges and Opportunities in Occupational Health and Safety Digitalization. *En Digital Transformation* (Vol. 253, pp. 189–213). Switzerland: Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-031-55952-5_10

Muñoz Bonilla, H. A., Menassa-Garrido, I. S., Rojas-Coronado, L., & Espinosa-Rodríguez, M. A. (2024). La innovación en el sector servicios y su relación compleja con la supervivencia empresarial. *Región Científica*, 3(1), 2024214. <https://doi.org/10.58763/rc2024214>

Nguyen, T., Nguyen, D. H., Nguyen, Q.-T., Tran, K. D., & Tran, K. P. (2024). Human-Centered Edge AI and Wearable Technology for Workplace Health and Safety in Industry 5.0. *En Artificial Intelligence for Safety and Reliability Engineering* (pp. 171–183). Switzerland: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-71495-5_8

Niehaus, S., Hartwig, M., Rosen, P. H., & Wischniewski, S. (2022). An Occupational Safety and Health Perspective on Human in Control and AI. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 5, 868382. <https://doi.org/10.3389/frai.2022.868382>

Padilla-Hernández, S. G. (2024). Inteligencia Artificial en los servicios bancarios. Una revisión bibliométrica. *Región Científica*, 3(2), 2024335. <https://doi.org/10.58763/rc2024335>

Pandey, S., Kiran, K., Parhi, S., Singh, A. K., & Jha, S. K. (2023). Safety Management in the Era of Emerging Industrial Revolution: The Conceptualisation of Safety 4.0. *En Fostering Sustainable Development in the Age of Technologies* (pp. 239–256). England: Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-83753-060-120231017>

Park, J., & Kang, D. (2024). Artificial Intelligence and Smart Technologies in Safety Management: A Comprehensive Analysis Across Multiple Industries. *Applied Sciences*, 14(24), 11934. <https://doi.org/10.3390/app142411934>

Patel, V., Chesmore, A., Legner, C. M., & Pandey, S. (2022). Trends in Workplace Wearable Technologies and Connected-Worker Solutions for Next-Generation Occupational Safety, Health, and Productivity. *Advanced Intelligent Systems*, 4(1), 2100099. <https://doi.org/10.1002/aisy.202100099>

Pereira, V., Hadjielias, E., Christofi, M., & Vrontis, D. (2023). A systematic literature review on the impact of artificial intelligence on workplace outcomes: A multi-process perspective. *Human Resource Management Review*, 33(1), 100857. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2021.100857>

- Perera, S., Paton-Cole, V., Gao, S., Francis, V., Urhal, P., Manu, P., Da-Silva-Bartolo, P. J., Cheung, C., Yunusa-Kaltungo, A., & Babalola, A. (2023). Artificial intelligence for occupational health and safety management in construction. *En V. Francis, A. Sawhney, P. Manu, G. Shang, & P. J. Silva Bartolo, Handbook of Construction Safety, Health and Well-being in the Industry 4.0 Era (1a ed., pp. 154–168)*. United Kingdom: Routledge. <https://doi.org/10.1201/9781003213796-15>
- Pishgar, M., Issa, S. F., Sietsema, M., Pratap, P., & Darabi, H. (2021). REDECA: A Novel Framework to Review Artificial Intelligence and Its Applications in Occupational Safety and Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13), 6705. <https://doi.org/10.3390/ijerph18136705>
- Rashid, A. B., & Kausik, M. A. K. (2024). AI revolutionizing industries worldwide: A comprehensive overview of its diverse applications. *Hybrid Advances*, 7, 100277. <https://doi.org/10.1016/j.hybadv.2024.100277>
- Rathod, S. B., Mahajan, R. A., Khadkikar, P. A., Vyawahare, H. R., & Patil, P. R. (2024). Improving Workplace Safety With AI-Powered Predictive Analytics: Enhancing Workplace Security. *En Advances in Computational Intelligence and Robotics* (pp. 232-249). United States; IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-1435-7.ch014>
- Ricketts, J., Barry, D., Guo, W., & Pelham, J. (2023). A Scoping Literature Review of Natural Language Processing Application to Safety Occurrence Reports. *Safety*, 9(2), 22. <https://doi.org/10.3390/safety9020022>
- Rudakov, M., Gridina, E., & Kretschmann, J. (2021). Risk-Based Thinking as a Basis for Efficient Occupational Safety Management in the Mining Industry. *Sustainability*, 13(2), 470. <https://doi.org/10.3390/su13020470>
- Sardiñas-Padilla, E., & Valdés-García, K. (2025). Incorporación de la inteligencia artificial a la educación cubana. Ventajas y limitaciones. *Región Científica*, 4(1), 2025372. <https://doi.org/10.58763/rc2025372>
- Sarián-González, M., Bruna-Román, C., Robles-Lagos, C., & Vaca-Lombana, G. (2025). Gestión empresarial de la sostenibilidad, RSE e Inteligencia Artificial. Una nueva frontera en las decisiones. *Región Científica*, 4(1), 2025382. <https://doi.org/10.58763/rc2025382>
- Shah, I. A., & Mishra, S. (2024). Artificial intelligence in advancing occupational health and safety: An encapsulation of developments. *Journal of Occupational Health*, 66(1), uiad017. doi: <https://doi.org/10.1093/jocchui/uiad017>
- Supriya, M., & Chatta, V. K. (2021). A Review of Artificial Intelligence, Big Data, and Blockchain Technology Applications in Medicine and Global Health. *Big Data and Cognitive Computing*, 5(3), 41. <https://doi.org/10.3390/bdcc5030041>

Svertoka, E., Saafi, S., Rusu-Casandra, A., Burget, R., Marghescu, I., Hosek, J., & Ometov, A. (2021). Wearables for Industrial Work Safety: A Survey. *Sensors*, 21(11), 3844. <https://doi.org/10.3390/s21113844>

Todolí-Signes, A. (2021). Making algorithms safe for workers: Occupational risks associated with work managed by artificial intelligence. *Transfer: European Review of Labour and Research*, 27(4), 433-452. <https://doi.org/10.1177/10242589211035040>

Usama, M., Ullah, U., Muhammad, Z., Islam, T., & Hashmi, S. S. (2024). AI-Enabled Risk Assessment and Safety Management in Construction. In T. K. Bhatia, S. E. Hajjami, K. Kaushik, G. Diallo, M. Ouaissa, & I. U. Khan, *Ethical Artificial Intelligence in Power Electronics* (1a ed., pp. 105–132). United States: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781032648323-8>

Verenzuela-Barroeta, D. A., Querales-Ampueda, D. E., Araque-Manrique, M. C., & Salas-Hernández, A. J. (2025). De sobrevivir a prosperar, liderazgo directivo en organizaciones inteligentes de la era pospandemia. *Región Científica*, 4(1), 2025351. <https://doi.org/10.58763/rc2025351>

Vukicevic, A. M., Petrovic, M., Milosevic, P., Peulic, A., Jovanovic, K., & Novakovic, A. (2024). A systematic review of computer vision-based personal protective equipment compliance in industry practice: Advancements, challenges and future directions. *Artificial Intelligence Review*, 57(12), 319. <https://doi.org/10.1007/s10462-024-10978-x>

Wang, B., & Wang, Y. (2021). Big data in safety management: An overview. *Safety Science*, 143, 105414. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105414>

Xu, J., Lu, W., Wu, L., Lou, J., & Li, X. (2022). Balancing privacy and occupational safety and health in construction: A blockchain-enabled P-OSH deployment framework. *Safety Science*, 154, 105860. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105860>

Yazdi, M., Zarei, E., Adumene, S., & Beheshti, A. (2024). Navigating the Power of Artificial Intelligence in Risk Management: A Comparative Analysis. *Safety*, 10(2), 42. <https://doi.org/10.3390/safety10020042>

Zapata-Muriel, F. A., Montoya-Zapata, S., & Montoya-Zapata, D. (2024). Dilemas éticos planteados por el auge de la inteligencia artificial: Una mirada desde el transhumanismo. *Región Científica*, 3, 2024225. <https://doi.org/10.58763/rc2024225>

Zhang, C., & Lu, Y. (2021). Study on artificial intelligence: The state of the art and future prospects. *Journal of Industrial Information Integration*, 23, 100224. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100224>