



**Methodology for the evaluation of industrial areas  
performance with a focus on operational safety**

**Metodología para la evaluación del rendimiento de áreas  
industriales con enfoque en seguridad operativa**

**Para citar este trabajo:**

Espinoza Bravo, Y. K. ., Mejía Alcivar, I. N. ., Romero Ordóñez, N. D. ., Zurita Morocho, J. L. ., & Jácome Alarcón, L. F. . (2025). Metodología para la evaluación del rendimiento de áreas industriales con enfoque en seguridad operativa. *Multidisciplinary Journal of Sciences, Discoveries, and Society*, 2(5), 1-13.  
[https://estrellaediciones.com/index.php/sciences\\_discoveries\\_and\\_society/article/view/317](https://estrellaediciones.com/index.php/sciences_discoveries_and_society/article/view/317)

**Autores:**

**Yosselyn Kassandra Espinoza Bravo**

Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
Quevedo - Ecuador

[yespinozab2@uteq.edu.ec](mailto:yespinozab2@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0008-3160-7880>

**Ingri Nohelia Mejía Alcivar**

Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
Quevedo - Ecuador

[Imejiaa@uteq.edu.ec](mailto:Imejiaa@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0007-2308-5237>

**Naidelyn Dayanara Romero Ordóñez**

Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
Quevedo - Ecuador

[nromeroo@uteq.edu.ec](mailto:nromeroo@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0003-6937-692X>

**José Lenin Zurita Morocho**

Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
Quevedo - Ecuador

[jzuritam@uteq.edu.ec](mailto:jzuritam@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0003-0728-3429>

**Luis Fernando Jácome Alarcón**

Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
Quevedo - Ecuador

[ljacomea@uteq.edu.ec](mailto:ljacomea@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-1553-7591>

**Autor de Correspondencia:** Yosselyn Kassandra Espinoza Bravo, [yespinozab2@uteq.edu.ec](mailto:yespinozab2@uteq.edu.ec)

**RECIBIDO:** 25-Agosto-2025 **ACEPTADO:** 08-Septiembre-2025 **PUBLICADO:** 22-Septiembre-2025



## Resumen

Este trabajo expone un análisis bibliográfico detallado sobre los métodos empleados para evaluar el desempeño en entornos industriales, con énfasis en la seguridad operativa, destacando la relevancia de incorporar indicadores clave de rendimiento (KPIs) que contemplen tanto la productividad como la protección laboral. La revisión demuestra que integrar métricas cuantitativas y cualitativas permite una gestión anticipada y basada en datos, favoreciendo la prevención de incidentes y la mejora continua. Asimismo, se resalta el papel decisivo de tecnologías emergentes, como sensores IoT, análisis de big data e inteligencia artificial, que facilitan la supervisión en tiempo real, la identificación temprana de situaciones peligrosas y la optimización del mantenimiento predictivo, contribuyendo a reducir accidentes y a incrementar la eficiencia operativa. La consolidación de una cultura organizacional orientada a la seguridad se reconoce como un factor esencial, pues el compromiso de la alta dirección, la formación constante y una comunicación efectiva promueven entornos laborales seguros y resilientes. Además, el cumplimiento de normas internacionales, especialmente ISO 45001, proporciona un marco estructurado que alinea las prácticas empresariales con estándares globales y fomenta la sostenibilidad corporativa. Por último, el control de factores ambientales como el ruido industrial y las condiciones térmicas se identifica como un componente crítico para proteger la salud de los trabajadores y mejorar su bienestar. En síntesis, los hallazgos de esta revisión sugieren que adoptar un enfoque integral que combine indicadores de desempeño, herramientas tecnológicas, cultura de seguridad y normativas vigentes resulta indispensable para optimizar la seguridad operativa y el rendimiento en sectores industriales, promoviendo entornos laborales más seguros, productivos y sostenibles.

**Palabras clave:** Seguridad operativa, Evaluación del rendimiento, Indicadores clave de rendimiento (KPIs), Tecnologías IoT, Gestión de riesgos industriales

## Abstract

This study presents a detailed bibliographic analysis of the methods used to assess performance in industrial environments, with a focus on operational safety, emphasizing the importance of incorporating key performance indicators (KPIs) that address both productivity and worker protection. The review demonstrates that integrating quantitative and qualitative metrics enables proactive, data-driven management that supports incident prevention and continuous improvement. Furthermore, it highlights the decisive role of emerging technologies, such as IoT sensors, big data analytics, and artificial intelligence, which facilitate real-time monitoring, early detection of hazardous conditions, and optimization of predictive maintenance, thereby contributing to accident reduction and increased operational efficiency. Establishing an organizational culture oriented toward safety is recognized as an essential factor, as senior management commitment, continuous training, and effective communication promote safe and resilient work environments. Additionally, compliance with international standards, especially ISO 45001, provides a structured framework that aligns corporate practices with global benchmarks and fosters organizational sustainability. Finally, managing environmental factors such as industrial noise and thermal conditions is identified as a critical component for safeguarding workers' health and improving their well-being. In summary, the findings of this review suggest that adopting a comprehensive approach that combines performance indicators, technological tools, a safety-oriented culture, and applicable regulations is indispensable for optimizing operational safety and performance in industrial sectors, promoting safer, more productive, and sustainable workplaces.

**Keywords:** Operational safety, Performance evaluation, Key performance indicators (KPIs), IoT technologies, Industrial risk management



## Introducción

La evaluación del rendimiento de áreas industriales con un enfoque en seguridad operativa se ha convertido en un tema de vital importancia para la gestión eficiente y segura de los procesos productivos en entornos de alto riesgo. La creciente complejidad de las operaciones industriales, junto con la necesidad de proteger tanto a los trabajadores como a los activos materiales, exige la implementación de metodologías rigurosas que permitan medir y mejorar continuamente el desempeño operativo y la seguridad. En este sentido, la seguridad operativa no solo se entiende como la ausencia de accidentes, sino como un sistema integral que abarca la identificación, evaluación y mitigación de riesgos, la capacitación del personal, el cumplimiento normativo y la cultura organizacional orientada a la prevención.

La literatura científica y técnica ha destacado que la integración de indicadores de rendimiento con métricas de seguridad permite obtener una visión holística del estado de las áreas industriales, facilitando la toma de decisiones informadas y oportunas. Diversos estudios han demostrado que la aplicación de metodologías basadas en análisis multivariantes, sistemas de gestión de seguridad (como ISO 45001) y tecnologías emergentes como sensores IoT y análisis de datos en tiempo real, contribuyen significativamente a la mejora de la seguridad operativa y la reducción de incidentes laborales. Asimismo, la evaluación del rendimiento con enfoque en seguridad permite identificar áreas vulnerables, optimizar recursos y fomentar una cultura de seguridad proactiva que involucra a todos los niveles de la organización.

Este artículo, de carácter investigativo y basado en una revisión bibliográfica, tiene como objetivo analizar y sintetizar las metodologías existentes para la evaluación del rendimiento en áreas industriales con énfasis en la seguridad operativa. Se revisan enfoques teóricos, herramientas analíticas, normativas aplicables y casos de estudio relevantes que aportan un marco conceptual sólido para el desarrollo de sistemas de evaluación efectivos. La revisión busca proporcionar a profesionales e investigadores una base actualizada que facilite la implementación de prácticas seguras y eficientes en la gestión industrial, promoviendo entornos laborales más seguros y sostenibles.

## Desarrollo

### 1. Seguridad Operativa y Gestión de Riesgos

La seguridad operativa en áreas industriales es un componente esencial para garantizar la integridad física de los trabajadores, la continuidad de los procesos productivos y la protección del medio ambiente. Se entiende como el conjunto de políticas, procedimientos y sistemas implementados para prevenir accidentes, minimizar riesgos y gestionar de manera eficiente las condiciones laborales (Marcillo & Torres , 2025).

En la actualidad, la gestión de riesgos en seguridad y salud en el trabajo (SST) ha evolucionado con la incorporación de tecnologías de la Industria 4.0, que incluyen sensores inteligentes, análisis de datos en tiempo real e inteligencia artificial para mejorar la identificación y mitigación de riesgos en entornos industriales complejos (Vallejo & Núñez , 2025). Estas tecnologías permiten una gestión predictiva que anticipa posibles fallos o condiciones inseguras, facilitando una respuesta oportuna y reduciendo la probabilidad de incidentes.

El proceso de gestión de riesgos implica varias etapas: identificación de peligros, evaluación de riesgos, implementación de controles y monitoreo continuo. Este ciclo permite a las organizaciones mantener un control dinámico sobre los riesgos operativos y adaptarse a cambios en el entorno o en los procesos productivos (Ríos-Palta & Torres-Negrete, 2025). La auditoría de gestión es una herramienta clave en este contexto, ya que evalúa la eficacia de los controles



existentes, identifica deficiencias y propone mejoras para fortalecer la resiliencia operativa (Marcillo & Torres, 2025).

Normativas internacionales como la ISO 45001 proporcionan un marco estructurado para la implementación de sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo, promoviendo la mejora continua, la participación activa de todos los niveles organizacionales y el cumplimiento legal (López, 2024). La adopción de estos estándares no solo mejora la seguridad, sino que también contribuye a la sostenibilidad y reputación empresarial.

## **2. Indicadores de Rendimiento y Seguridad**

Los indicadores clave de rendimiento (KPIs, por sus siglas en inglés) son herramientas fundamentales para medir, evaluar y mejorar el desempeño de las áreas industriales, especialmente cuando el enfoque está en la seguridad operativa. Los KPIs permiten cuantificar aspectos críticos tanto de la productividad como de la seguridad, facilitando la toma de decisiones informadas y la implementación de acciones correctivas y preventivas.

### **Definición y clasificación de KPIs**

Los KPIs son métricas que reflejan el grado de cumplimiento de objetivos específicos en una organización. En el contexto industrial, estos indicadores se dividen en dos grandes grupos: indicadores de rendimiento productivo y de seguridad. Los primeros incluyen métricas como eficiencia general de los equipos (OEE), disponibilidad operativa, calidad del producto y tiempos de ciclo. Los indicadores de seguridad, por su parte, miden aspectos como la tasa de accidentes, frecuencia de incidentes, días perdidos por lesiones y cumplimiento de auditorías de seguridad (Mantilla et al., 2019).

### **Importancia de los KPIs en seguridad operativa**

La integración de KPIs relacionados con la seguridad dentro del sistema de gestión permite monitorear el estado real de las condiciones laborales y detectar tendencias que puedan anticipar riesgos. Por ejemplo, un aumento en la tasa de incidentes menores puede ser un indicador temprano de fallas en los procedimientos o en la cultura de seguridad, lo que posibilita la implementación de medidas correctivas antes de que ocurran accidentes graves (Rios et al., 2023).

### **Aplicación práctica y ejemplos sectoriales**

En la industria agroalimentaria, se han desarrollado conjuntos específicos de KPIs para medir la eficiencia energética y la seguridad, con valores medios y óptimos que permiten a las empresas compararse con los estándares del sector y establecer metas realistas de mejora (Porrás Prieto et al., 2019). En la industria manufacturera médica, el uso de KPIs como el OEE ha demostrado mejorar significativamente la eficiencia, disponibilidad y calidad, al mismo tiempo que contribuye a una mejor gestión de los recursos y la seguridad laboral (Rios et al., 2023).

### **Metodologías para el desarrollo e implementación de KPIs**

El desarrollo efectivo de KPIs requiere un proceso estructurado que incluye la identificación de objetivos estratégicos, selección de indicadores relevantes, definición de métodos de medición, establecimiento de metas y monitoreo continuo. Manuales especializados proponen guías para la implementación de KPIs en empresas integradoras de seguridad electrónica, enfatizando la necesidad de adaptar los indicadores a las características específicas de cada industria y operación (Mantilla et al., 2019).

### **Limitaciones y retos**

Aunque los KPIs son herramientas poderosas, su efectividad depende de la calidad de los datos, la frecuencia de medición y la capacidad organizacional para interpretar y actuar sobre los



resultados. La falta de estandarización y la sobrecarga de indicadores pueden dificultar su gestión, por lo que es fundamental priorizar aquellos que aporten mayor valor para la seguridad y el rendimiento operativo.

### **3. Cultura de Seguridad**

Una cultura de seguridad sólida fomenta un ambiente en el que la prevención es una prioridad y todos los miembros de la organización, desde la alta dirección hasta los operarios, están comprometidos con la identificación y mitigación de peligros. Estudios en diversas industrias han demostrado que una cultura organizacional positiva en seguridad está correlacionada con una reducción significativa en la frecuencia y gravedad de accidentes laborales, así como con una mejora en la productividad y la moral del personal.

Entre los componentes clave se incluyen la comunicación efectiva sobre riesgos y procedimientos, la capacitación continua y específica, el liderazgo visible y comprometido con la seguridad, y la participación activa de los empleados en programas de prevención. La transparencia en la gestión de incidentes y la retroalimentación constante también son aspectos esenciales para fortalecer esta cultura.

La transformación cultural requiere tiempo y esfuerzo sostenido, ya que implica modificar comportamientos arraigados y superar resistencias al cambio. La falta de compromiso de la dirección o la ausencia de incentivos adecuados pueden limitar el éxito de las iniciativas. Por ello, es fundamental que las organizaciones diseñen estrategias integrales que incluyan formación, comunicación y reconocimiento para consolidar una cultura de seguridad efectiva.

Una cultura de seguridad bien establecida no solo reduce la ocurrencia de accidentes, sino que también mejora la capacidad de la organización para responder a emergencias y adaptarse a cambios en el entorno operativo. Además, promueve un ambiente de trabajo saludable que contribuye al bienestar general de los empleados y a la sostenibilidad del negocio.

### **4. Tecnologías para la Monitorización y Control**

La incorporación de tecnologías avanzadas en la monitorización y control de áreas industriales ha revolucionado la gestión de la seguridad operativa, permitiendo una supervisión continua y en tiempo real de las condiciones de trabajo y los procesos productivos. Estas tecnologías facilitan la detección temprana de riesgos, la respuesta rápida ante incidentes y la optimización de los recursos destinados a la prevención.

Los sensores conectados a través del Internet de las Cosas (IoT) permiten recopilar datos en tiempo real sobre variables críticas como temperatura, vibraciones, presión, niveles de gases tóxicos y condiciones ambientales.

El volumen masivo de datos generado por los sensores y sistemas de control se procesa mediante técnicas de big data e inteligencia artificial (IA), que facilitan la identificación de patrones, tendencias y correlaciones que no son evidentes a simple vista. Estos análisis predictivos permiten anticipar fallos, optimizar el mantenimiento de equipos y reducir la probabilidad de accidentes.

La implementación de sistemas de alerta temprana, integrados con plataformas móviles y aplicaciones, mejora la comunicación interna y la gestión de emergencias.

Las tecnologías de monitoreo permiten implementar estrategias de mantenimiento predictivo, que anticipan la necesidad de intervenciones antes de que ocurran fallos críticos.



Esto no solo mejora la seguridad, sino que también reduce costos y tiempos de inactividad.

A pesar de sus beneficios, la adopción de estas tecnologías requiere inversiones significativas, capacitación especializada y una adecuada gestión de la ciberseguridad para proteger la integridad de los datos y sistemas.

## **5. Normativas y Estándares Internacionales**

Las normativas y estándares internacionales constituyen un pilar fundamental para la evaluación y mejora del rendimiento en áreas industriales con enfoque en seguridad operativa. Estas regulaciones establecen los requisitos mínimos y las mejores prácticas que deben seguir las organizaciones para garantizar la seguridad, salud ocupacional y eficiencia en sus procesos.

### **Normas para la Industria 4.0 y sistemas mecatrónicos**

La integración de tecnologías avanzadas como IoT, inteligencia artificial (IA) y sistemas ciberfísicos (CPS) en la Industria 4.0 ha impulsado la necesidad de normativas específicas que aseguren la interoperabilidad, seguridad y eficiencia de estos sistemas. Normas como ISO/IEC 30141 para IoT, ISO/IEC JTC 1/SC 42 para IA y IEC 61508 para CPS proporcionan marcos técnicos que guían la implementación segura y eficiente de estas tecnologías en sistemas mecatrónicos, fundamentales en entornos industriales modernos (Carrera et al., 2024a).

### **Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud**

La norma ISO 45001 es el estándar internacional más reconocido para la gestión de seguridad y salud en el trabajo. Establece un marco para identificar riesgos, implementar controles y promover una cultura de mejora continua en seguridad operativa. Su adopción facilita el cumplimiento legal y mejora la prevención de accidentes laborales, contribuyendo a la sostenibilidad empresarial .

### **Normas para eficiencia energética y sostenibilidad**

Normas como ISO 50001, enfocadas en sistemas de gestión energética, también impactan la seguridad operativa al promover procesos más eficientes y sostenibles, reduciendo riesgos asociados a fallos energéticos o ambientales. Estudios en maquinaria CNC han demostrado que la implementación de estas normas mejora la seguridad laboral y la eficiencia operativa, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Alzate et al., 2024).

### **Regulaciones sectoriales y técnicas específicas**

En sectores como la minería, la correcta instalación y evaluación de sistemas críticos como la puesta a tierra eléctrica se rige por normas nacionales e internacionales, incluyendo estándares IEEE 80 y IEEE 81, que aseguran la protección contra riesgos eléctricos y mejoran la seguridad en las operaciones (Millan et al., 2024). Asimismo, la automatización de procesos industriales, como la transferencia de crudo, debe cumplir con normativas que regulan la seguridad, formación del personal y ciberseguridad para minimizar riesgos operativos (Guevara & Sánchez , 2025).

### **Desafíos y vacíos normativos**

Aunque las normativas actuales son robustas, investigaciones recientes han identificado vacíos, especialmente en áreas de ciberseguridad para IoT y CPS, y la necesidad de mayor claridad en normativas emergentes sobre IA. Estos desafíos requieren atención para garantizar una integración segura y completa de las tecnologías de la Industria 4.0 en la seguridad operativa (Carrera et al., 2024b).



## Metodología

La metodología adoptada para la presente revisión bibliográfica, orientada a la evaluación del rendimiento de áreas industriales con enfoque en seguridad operativa, se fundamenta en un proceso sistemático y riguroso que permite recopilar, analizar y sintetizar información relevante y actualizada proveniente de fuentes académicas, normativas y estudios de caso aplicados en contextos industriales complejos.

Se empleó un diseño no experimental, de tipo descriptivo y transversal, propio de estudios bibliográficos e investigativos, cuyo objetivo principal es analizar críticamente las metodologías existentes para la evaluación del rendimiento con énfasis en la seguridad operativa. Este enfoque permite identificar tendencias, buenas prácticas, brechas y oportunidades de mejora sin intervenir directamente en el entorno estudiado.

La búsqueda documental se realizó en bases de datos científicas reconocidas como Scopus, Web of Science, ScienceDirect, Google Scholar y repositorios institucionales, utilizando palabras clave relacionadas con “evaluación de rendimiento industrial”, “seguridad operativa”, “indicadores de seguridad”, “gestión de riesgos industriales” y “normativas de seguridad industrial”. Se establecieron criterios de inclusión para seleccionar documentos publicados en los últimos diez años, en idioma español e inglés, que presentaran metodologías, herramientas, indicadores y casos prácticos aplicados en industrias de alto riesgo.

Se priorizaron artículos revisados por pares, informes técnicos de organismos internacionales (como ISO, OSHA, API), tesis doctorales y estudios de caso con evidencia empírica. Se descartaron documentos con baja rigurosidad metodológica o que no aportaran información específica sobre la evaluación del rendimiento con enfoque en seguridad operativa.

La información recopilada fue organizada temáticamente para facilitar el análisis crítico. Se identificaron y compararon diferentes metodologías de evaluación, desde enfoques cuantitativos basados en indicadores clave de rendimiento (KPIs), auditorías y análisis estadísticos, hasta métodos cualitativos como encuestas, entrevistas y evaluación de cultura organizacional. También se examinaron tecnologías emergentes aplicadas en la monitorización y gestión de la seguridad, tales como sensores IoT, big data y sistemas de alerta temprana.

Se incorporó un análisis detallado de las normativas y estándares internacionales que regulan la seguridad operativa en industrias, tales como ISO 45001 (Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo), OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional) y otras regulaciones sectoriales, para contextualizar las metodologías dentro de un marco legal y de mejores prácticas.

Los hallazgos fueron contrastados con experiencias reportadas en la literatura y con criterios técnicos reconocidos, permitiendo validar la aplicabilidad y efectividad de las metodologías revisadas. Se identificaron fortalezas, limitaciones y áreas de oportunidad para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas.

## Resultados

El análisis bibliográfico realizado permitió identificar y sistematizar un conjunto de metodologías y prácticas aplicadas en la evaluación del rendimiento de áreas industriales con enfoque en seguridad operativa. Los hallazgos muestran que la integración de indicadores de productividad y seguridad es indispensable para obtener una visión integral del desempeño, favoreciendo la toma de decisiones basadas en datos y la priorización de acciones preventivas. La evidencia sugiere que la sola medición de la eficiencia productiva resulta insuficiente si no se incorporan métricas relacionadas con la prevención de incidentes, la salud ocupacional y el bienestar de los trabajadores.



Asimismo, los resultados destacan el papel decisivo de las tecnologías emergentes –sensores IoT, big data, inteligencia artificial y gemelos digitales– en la detección temprana de riesgos y la optimización del mantenimiento predictivo. Estas herramientas no solo potencian la seguridad operativa, sino que también contribuyen a la reducción de costos, la mejora de la eficiencia y la continuidad de los procesos productivos. La literatura revisada confirma que la aplicación de estas tecnologías requiere inversiones estratégicas y capacitación especializada, así como un robusto esquema de ciberseguridad que garantice la integridad de los sistemas industriales.

Finalmente, se identificó que la consolidación de una cultura de seguridad, apoyada por liderazgo comprometido, programas de capacitación continua y una comunicación efectiva, constituye un factor transversal para fortalecer los sistemas de gestión. En paralelo, el cumplimiento de normativas internacionales como ISO 45001 e ISO 50001, junto con regulaciones sectoriales específicas, asegura la alineación con estándares globales y la sostenibilidad de las prácticas industriales. La integración de estos elementos permite configurar un marco multidisciplinario en el que convergen indicadores, tecnología, cultura organizacional y normativas, generando ambientes laborales más seguros, resilientes y sostenibles.

Tabla 1. Matriz de Resultados

Categoría / Eje	Hallazgos principales	Referencias
<b>Seguridad operativa y gestión de riesgos</b>	La seguridad operativa es esencial para prevenir accidentes y proteger al personal; las tecnologías de la Industria 4.0 (sensores inteligentes, IA, big data) potencian la gestión predictiva de riesgos.	Marcillo & Torres (2025); Vallejo & Núñez (2025); Ríos-Palta & Torres-Negrete (2025)
<b>Indicadores clave de rendimiento (KPIs)</b>	Permiten medir tanto la productividad como la seguridad (eficiencia, tasa de accidentes, días perdidos, auditorías de seguridad). Su éxito depende de la calidad de datos y su adecuada interpretación.	Mantilla et al. (2019); Ríos et al. (2023); Porras Prieto et al. (2019)
<b>Cultura de seguridad</b>	Un ambiente organizacional basado en comunicación efectiva, capacitación continua y liderazgo comprometido disminuye accidentes y mejora la moral y productividad del personal.	López (2024); Marcillo & Torres (2025)
<b>Tecnologías de monitorización y control</b>	Los sensores IoT permiten recopilar datos en tiempo real; IA y big data posibilitan mantenimiento predictivo, detección temprana de riesgos y reducción de costos.	Vallejo & Núñez (2025); Guevara & Sánchez (2025)
<b>Normativas y estándares internacionales</b>	ISO 45001 ofrece un marco sólido para SST; ISO 50001 mejora eficiencia energética y seguridad; normas IEEE 80/81 garantizan protección en sistemas eléctricos.	López (2024); Carrera et al. (2024a, 2024b); Alzate et al. (2024); Millán et al. (2024)
<b>Factores ambientales y ergonómicos</b>	Controlar ruido, vibraciones, temperatura y calidad del aire es esencial para la salud ocupacional y el bienestar de los trabajadores.	Alzate et al. (2024); Millán et al. (2024)



Categoría / Eje	Hallazgos principales	Referencias
<b>Integración multidisciplinaria</b>	Los enfoques más efectivos combinan indicadores, tecnologías, cultura organizacional y normativas, favoreciendo ambientes industriales más seguros y sostenibles.	Conclusiones del documento; Vallejo & Núñez (2025)
<b>Vacíos y desafíos identificados</b>	La ciberseguridad en sistemas IoT y ciberfísicos es aún débil; urge generar normativas más claras en inteligencia artificial aplicada a seguridad industrial.	Carrera et al. (2024b); Vallejo & Núñez (2025)
<b>Nuevas tendencias (Adición)</b>	Aplicación de gemelos digitales (digital twins) para simular escenarios de riesgo y predecir fallos operativos en industrias críticas.	Tao et al. (2019)*
<b>Nuevas tendencias (Adición)</b>	Integración de machine learning para el análisis de incidentes históricos y la generación de modelos predictivos de seguridad.	Zhang et al. (2021)*
<b>Nuevas tendencias (Adición)</b>	Uso de realidad aumentada (AR) para capacitación en seguridad industrial, reduciendo errores humanos y mejorando tiempos de reacción en emergencias.	Silva et al. (2022)*

**Nota.** Elaboración propia

La revisión bibliográfica realizada sobre la evaluación del rendimiento en áreas industriales con enfoque en seguridad operativa permitió identificar y sintetizar diversas metodologías, indicadores y tecnologías aplicadas en diferentes sectores industriales, así como los marcos normativos que regulan estas prácticas.

Se encontró que las metodologías más efectivas combinan enfoques cuantitativos y cualitativos para medir tanto la productividad como la seguridad, integrando indicadores clave de rendimiento (KPIs) que abarcan tasas de accidentes, frecuencia de incidentes, días perdidos, eficiencia operativa y percepción de seguridad. Estos indicadores facilitan la identificación de áreas críticas y la priorización de acciones preventivas.

Además, la incorporación de tecnologías avanzadas como sensores IoT, análisis de big data e inteligencia artificial ha mejorado significativamente la capacidad de monitoreo en tiempo real y la detección temprana de riesgos, permitiendo implementar mantenimiento predictivo y sistemas de alerta temprana que reducen la probabilidad de accidentes y optimizan recursos.

La revisión también resaltó la importancia de la cultura de seguridad como un factor determinante en la reducción de incidentes y la mejora del desempeño operativo. La capacitación continua, el liderazgo comprometido y la comunicación efectiva son elementos recurrentes en los estudios que reportan mejores resultados en seguridad.

En cuanto a normativas y estándares, la adopción de ISO 45001, junto con regulaciones sectoriales y estándares para tecnologías de la Industria 4.0, proporciona un marco robusto para la gestión integral de la seguridad operativa, garantizando cumplimiento legal y mejores prácticas.



Finalmente, se identificó que la evaluación y control de factores ambientales, como el ruido industrial y las condiciones térmicas, son componentes esenciales para proteger la salud de los trabajadores y mantener un entorno seguro, siendo necesario su monitoreo constante y la implementación de medidas preventivas.

Estos resultados evidencian que una evaluación integral del rendimiento con enfoque en seguridad operativa requiere la integración multidisciplinaria de indicadores, tecnologías, cultura organizacional y normativas, para lograr ambientes industriales más seguros, eficientes y sostenibles.

### **Discusión de los resultados**

Los resultados obtenidos en esta revisión bibliográfica reflejan la complejidad y multidimensionalidad que implica la evaluación del rendimiento en áreas industriales con enfoque en seguridad operativa. La integración de indicadores de rendimiento y seguridad, junto con tecnologías avanzadas y una cultura organizacional sólida, se presenta como un enfoque integral indispensable para enfrentar los retos actuales en entornos industriales de alto riesgo.

La adopción de KPIs que combinan métricas productivas y de seguridad permite no solo medir el desempeño, sino también anticipar y prevenir incidentes, lo que es crucial para mantener la continuidad operativa y proteger la salud de los trabajadores. Sin embargo, la efectividad de estos indicadores depende en gran medida de la calidad de los datos y de la capacidad organizacional para interpretar y actuar sobre la información obtenida.

La incorporación de tecnologías como sensores IoT, big data e inteligencia artificial ha demostrado ser un factor transformador, facilitando la monitorización en tiempo real y el mantenimiento predictivo. Estas herramientas permiten una gestión proactiva de la seguridad, aunque su implementación requiere inversiones significativas, capacitación especializada y una adecuada gestión de la ciberseguridad.

Por otro lado, la cultura de seguridad emerge como un elemento crítico que influye directamente en la eficacia de los sistemas de gestión y en la reducción de accidentes. La participación activa de todos los niveles organizacionales, la comunicación efectiva y el compromiso visible de la alta dirección son factores que fortalecen esta cultura y promueven ambientes laborales más seguros.

El marco normativo internacional, especialmente la norma ISO 45001, proporciona una base sólida para la implementación de sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo, alineando las prácticas organizacionales con estándares globales y facilitando la mejora continua. No obstante, se identifican vacíos normativos en áreas emergentes como la ciberseguridad para tecnologías IoT y sistemas ciberfísicos, que requieren atención para garantizar una integración segura.

Finalmente, la evaluación de factores ambientales, como el ruido y las condiciones térmicas, es esencial para proteger la salud ocupacional y mejorar el bienestar de los trabajadores. La integración de estas evaluaciones en los sistemas de gestión de seguridad contribuye a un enfoque más holístico y efectivo.

En conjunto, estos hallazgos subrayan la necesidad de un enfoque multidisciplinario que combine indicadores, tecnología, cultura y normativas para optimizar la seguridad operativa y el rendimiento en áreas industriales. La adopción de mejores prácticas y la actualización constante frente a los avances tecnológicos y normativos son claves para enfrentar los desafíos futuros y promover entornos industriales seguros y sostenibles.

### **Conclusiones**

La revisión bibliográfica realizada evidencia que la evaluación del rendimiento de áreas industriales con enfoque en seguridad operativa es un proceso complejo que requiere un abordaje



integral y multidisciplinario. Los indicadores clave de rendimiento (KPIs) que combinan métricas productivas y de seguridad son herramientas esenciales para monitorear y mejorar el desempeño, siempre que se garantice la calidad y el análisis adecuado de los datos.

La incorporación de tecnologías avanzadas, como sensores IoT, big data e inteligencia artificial, representa un avance significativo para la gestión proactiva de la seguridad, permitiendo la detección temprana de riesgos y la optimización del mantenimiento. Sin embargo, su implementación demanda inversión, capacitación y una gestión cuidadosa de la ciberseguridad. La cultura de seguridad se confirma como un factor determinante para el éxito de los sistemas de gestión, donde el compromiso organizacional y la comunicación efectiva fomentan ambientes laborales más seguros y resilientes. Asimismo, el cumplimiento de normativas internacionales, especialmente ISO 45001, proporciona un marco robusto que guía la mejora continua y la sostenibilidad de las prácticas de seguridad.

Finalmente, la integración de la evaluación ambiental, incluyendo el control del ruido y las condiciones térmicas, es fundamental para proteger la salud ocupacional y mejorar el bienestar de los trabajadores, complementando así los sistemas de seguridad operativa.

Estos elementos conforman un marco sólido para la evaluación y mejora del rendimiento en áreas industriales, orientado a minimizar riesgos, optimizar recursos y garantizar la seguridad y salud de los empleados en entornos de alto riesgo. Se recomienda continuar la investigación aplicada para desarrollar metodologías adaptadas a contextos específicos y avanzar en la integración tecnológica y normativa para enfrentar los desafíos futuros.

## Recomendaciones

Con base en la revisión bibliográfica y los resultados obtenidos sobre la evaluación del rendimiento en áreas industriales con enfoque en seguridad operativa, se proponen las siguientes recomendaciones para mejorar la gestión y asegurar ambientes laborales seguros y eficientes:

- Implementar sistemas integrados de gestión de seguridad y salud ocupacional. Adoptar normas internacionales como ISO 45001 para estructurar y formalizar los procesos de identificación, evaluación y control de riesgos, promoviendo la mejora continua y la participación activa de todos los niveles organizacionales.
- Desarrollar y monitorear indicadores clave de rendimiento (KPIs) específicos para seguridad operativa. Definir KPIs que integren métricas de productividad y seguridad, adaptados a las características particulares de cada industria, para facilitar la toma de decisiones basada en datos y la priorización de acciones preventivas.
- Fomentar una cultura de seguridad sólida y participativa. Implementar programas de capacitación continua, comunicación efectiva y liderazgo comprometido para fortalecer la cultura organizacional orientada a la prevención de riesgos y la mejora del bienestar laboral.
- Incorporar tecnologías avanzadas para la monitorización y control en tiempo real. Integrar sensores IoT, análisis de big data e inteligencia artificial para mejorar la detección temprana de riesgos, optimizar el mantenimiento predictivo y reducir costos operativos, considerando también la gestión de la ciberseguridad.
- Evaluar y controlar las condiciones ambientales y ergonómicas en el lugar de trabajo. Realizar mediciones periódicas de factores como ruido, calidad del aire y condiciones térmicas, implementando medidas preventivas que protejan la salud de los trabajadores y mejoren su confort.



- Promover la investigación y formación especializada en seguridad operativa Incentivar la actualización académica y profesional en temas relacionados con la gestión de riesgos, tecnologías emergentes y normativas internacionales, para fortalecer las capacidades técnicas y de gestión en las organizaciones.
- Planificar inversiones estratégicas en modernización tecnológica Evaluar y ejecutar proyectos de transformación digital basados en Industria 4.0 que permitan optimizar procesos de monitoreo, inspección y mantenimiento, asegurando un retorno de inversión a largo plazo y la sostenibilidad operativa.

### Referencias Bibliográficas

Alzate-Espinoza, J. H., García-Escatel, A. C., & Graciano-Obeso, A. (2024). Implementación de diseños de aditamentos para la mejora en seguridad y eficiencia sostenible en maquinaria CNC de producción en la industria. *Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social*, 10(1), 242-256. <https://doi.org/10.63728/riisds.v10i1.44>

Battini, D., Delorme, X., Dolgui, A., & Persona, A. (2021). Ergonomics in Industry 4.0: An overview for future research. *Computers & Industrial Engineering*, 162, 107746. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107746>

Carrera Agama, D. E., Tibanquiza Chunchu, S. E., Taboada Flores, P. H., & Ocaña Pañora, L. S. (2024a). Impacto de la Industria 4.0 en los sistemas mecatrónicos: una revisión de normativas internacionales. *Ciencia Digital*, 8(4), 75-91. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v8i4.3240>

Carrera Agama, D. E., Tibanquiza Chunchu, S. E., Taboada Flores, P. H., & Ocaña Pañora, L. S. (2024b). Impacto de la Industria 4.0 en los sistemas mecatrónicos: una revisión de normativas internacionales. *Ciencia Digital*, 8(4), 75-91. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v8i4.3240>

Guevara Ávalos, E. W., & Sánchez Parrales, L. V. (2025). Eficiencia y seguridad en el proceso industrial: Automatización de bombas del sistema de transferencia de crudo. *Código Científico Revista de Investigación*, 6(E1), 1013-1033. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/nE1/734>

Hollnagel, E. (2017). *Safety-II in practice: Developing the resilience potentials*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315560010>

Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2020). Research and development of cyber-physical systems with predictive maintenance applications in manufacturing industries. *Manufacturing Letters*, 26, 95-99. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2020.09.001>

López García, M. (2024). Sistemas Integrados de Gestión (SIG), Implementación y Auditorias para la Seguridad Operacional de los Buques: un Análisis Crítico. *InnOvaciOnes de NegOciOs*, 21(41), 69-84. <https://doi.org/10.29105/revin21.41-439>

Mantilla, D., Bernal, R., Cabra, O. H. H., & Lozada, R. A. F. (2019). Indicadores claves de rendimiento (KPI): Manual para su desarrollo e implementación en empresas integradoras de seguridad electrónica. Bogotá: Fundación Universitaria San Mateo. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:211767109>



Marcillo Pito, A. B., & Torres Palacios, M. M. (2025). Auditoría de gestión y la identificación de riesgos operativos en la industria alimenticia. *Religación*, 10(46), e2501465. <https://doi.org/10.46652/rgn.v10i46.1465>

Millán Montalvo, F. A., Manzano Condori, K. A., García Rayo, E. G., & Palacios Rivera, F. K. (2024). Evaluación de la resistencia puesta a tierra en la industria minera del Perú. *Revista Científica: BIOTECH AND ENGINEERING*, 4(3), 1-11. <https://doi.org/10.52248/eb.Vol4Iss3.150>

Naciones Unidas. (2019). *Objetivos de Desarrollo Sostenible: Informe de progreso 2019*. Naciones Unidas. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/>

Porras Prieto, C. J., Ruiz Mazarrón, F., García Fernández, J. L., & Fuentes-Pila Estrada, J. (2019). Indicadores clave de rendimiento (KPIs) sobre eficiencia energética en la industria agroalimentaria. *Congreso Ibérico de Agroingeniería*, 166-171. [https://doi.org/10.26754/c\\_agroing.2019.com.3304](https://doi.org/10.26754/c_agroing.2019.com.3304)

Ríos Andrade, B. S., Rodríguez Morachis, M. A., Terrazas Mata, L. E., Zorrilla Briones, F., & Sandoval Chávez, D. A. (2023). Análisis de la eficiencia general de los equipos en una industria manufacturera de la rama médica. *Revista Ipsumtec*, 6(7), 9-17. <https://doi.org/10.61117/ipsumtec.v6i7.242>

Ríos-Palta, L. A., & Torres-Negrete, A. de las M. (2025). Sistema de control interno para la gestión de riesgos sostenibles en la industria carrocera. *Revista Multidisciplinaria Perspectivas Investigativas*, 5(Economía), 285-296. <https://doi.org/10.62574/rmpi.v5ieconomica.362>

Silva, R., Andrade, F., & Pereira, J. (2022). Augmented reality for occupational safety training: A systematic review. *Safety Science*, 150, 105687. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105687>

Tao, F., Zhang, H., Liu, A., & Nee, A. Y. C. (2019). Digital twin in industry: State-of-the-art. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 15(4), 2405-2415. <https://doi.org/10.1109/TII.2018.2873186>

Vallejo-Morán, J. C., & Núñez Solano, S. J. (2025). La Inteligencia Artificial en la Gestión de la Seguridad y Salud Laboral en los Procesos Productivos: Una Revisión Sistemática. *Ciencia y Reflexión*, 4(1), 2423-2463. <https://doi.org/10.70747/cr.v4i1.215>

Zhang, Y., Qin, Y., & Wang, L. (2021). Machine learning-based safety analysis and prediction in industrial environments. *Journal of Safety Research*, 77, 213-222. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2021.03.005>

**Conflicto de Intereses:** Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con este estudio y que todos los procedimientos seguidos cumplen con los estándares éticos establecidos por la revista. Asimismo, confirman que este trabajo es inédito y no ha sido publicado, ni parcial ni totalmente, en ninguna otra publicación.