

Digital platforms and indicators in the occupational safety and health management system: a systematic review

Cecilia Elizabeth Albújar-Verona,^a Danna Joaquina Celis-Castillo,^a Estephany Alexandra Rojas-Sánchez,^a & Ingrid Isabel Medina-Cardozo^b

^aFacultad de Ingenierías, Universidad Tecnológica del Perú, Chiclayo, Perú. C17515@utp.edu.pe, 1637752@utp.edu.pe, 1614173@utp.edu.pe

^bFacultad de Humanidades, Universidad Tecnológica del Perú, Chiclayo, Perú, C15342@utp.edu.pe

Received: June 14th, 2022. Received in revised form: August 19th, 2022. Accepted: September 5th, 2022.

Summary

Digital platforms are tools that allow taking advantage of information technologies, facilitating the administration of data of the occupational safety and health management system (OSHMS) and achieve a better management of management indicators for decision making and preventive actions against occupational accidents. The purpose of this systematic review was to show the studies carried out in the last five years on digital platforms and indicators in the OSHMS, establishing three categories of analysis. It was found that technological tools allow improving the performance of the OSHMS, however, a standard that integrates them and thus improve the performance of companies has not yet been developed. It was concluded that the use of these tools favors the obtaining of OSHMS information in less time, which favors the taking of corrective actions for continuous improvement.

Keywords: OSHMS performance evaluation, technological tools for risk management, OSHMS indicators, digital platforms, management system.

Plataformas digitales y los indicadores en el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo: una revisión sistemática

Resumen

Las Plataformas digitales son herramientas que permiten aprovechar las tecnologías de la información facilitando la administración de la data del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST) y logran un mejor manejo de los indicadores de gestión para la toma de decisiones y acciones preventivas frente a los accidentes laborales. Esta revisión sistemática tuvo como propósito mostrar los estudios realizados en los últimos cinco años sobre plataformas digitales y los indicadores en el SG-SST, estableciendo tres categorías de análisis. Se obtuvo como resultado que las herramientas tecnológicas permiten mejorar el desempeño del SG-SST, sin embargo, aún no se ha desarrollado un estándar que las integre y así mejorar el rendimiento de las empresas. Se concluyó que el uso de estas herramientas favorece la obtención de información del SG-SST en un menor tiempo lo que propicia la toma de acciones correctivas para la mejora continua.

Palabras clave: evaluación del desempeño del SG-SST, herramientas tecnológicas para la gestión de riesgos, indicadores de SG-SST, plataformas digitales, sistema de gestión

1 Introducción

El desarrollo e implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) es un proceso lógico, dividido por etapas, que promueve la mejora continua dentro de las organizaciones en materia de seguridad y salud

en el trabajo, a su vez permite el reconocimiento, evaluación, monitoreo y control de los riesgos existentes que afectan la seguridad de los trabajadores. A pesar de ello, las empresas no cumplen debidamente lo establecido en el SG-SST, esto debido entre otros, la mayoría de las veces, a la falta de compromiso de la alta gerencia y de los trabajadores o por

How to cite: Albújar-Verona, C.E., Celis-Castillo, D.J., Rojas-Sánchez, E.A. and Medina-Cardozo, I.I., Plataformas digitales y los indicadores en el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo: una revisión sistemática. , 89(224), pp. 165-172, October - December, 2022.

una mala organización. En ese sentido, los Indicadores de gestión, tienen como finalidad brindar una visión más clara de qué procesos se están llevando a cabo de manera óptima y cuáles no, para tomar las acciones necesarias y ser corregidos, mejorando de esta manera el desempeño del sistema de gestión.

Tener un adecuado control de la documentación del SG-SST, es un verdadero reto, un deficiente manejo del mismo genera el incumplimiento de los requisitos legales. La evaluación del SG-SST se desarrolla con base a requisitos establecidos por las normas vigentes o también adicionalmente, tomando en cuenta los compromisos adquiridos de manera voluntaria por las empresas. Por ello, para [1] es necesario estudiar el nexo que existe entre la gestión de la seguridad y el rendimiento de las empresas, y cómo la motivación ejerce una influencia sobre las prácticas de la gestión de la seguridad. Tal es así que, la falta de comprensión y una aplicación deficiente de la administración del sistema de gestión traen como consecuencia que se produzcan tanto incidentes como accidentes laborales de mayor importancia. Por ende, para [2] el implementar la medición del desempeño del SG-SST es muy beneficioso para las empresas.

La adecuada gestión de los indicadores se refleja en un eficaz control de la administración del SG-SST, pero, de no existir se verá reflejado en una alta probabilidad de que se produzcan accidentes y enfermedades laborales. Por lo que es necesario establecer un adecuado manejo de los mismos, así como el considerar la implementación de programas de seguridad que ayuden a garantizar un trabajo seguro [3].

Por otro lado, el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) para la creación de nuevas herramientas que permitan la digitalización de la información de seguridad [4], la mejora continua de los procesos y la reducción de los riesgos laborales es un desafío en la materia. Así, para [5], la falta del mismo trae como consecuencia que los informes de peligros e incidentes se retrasen en su entrega, debido a que aún se siguen llenando de forma manual en la mayoría de las organizaciones, proponiendo como alternativa de solución una aplicación móvil denominada "I-Report", la misma que con un enfoque de gestión Lean, que involucra a todas las partes interesadas de la organización con pensamiento creativo y cuya filosofía es la mejora continua para crear valor, permite abordar los indicadores de gestión en un menor tiempo, trayendo como resultado ambientes más seguros de trabajo, reducción de accidentes e incidentes laborales, basados en el análisis de datos proporcionados por la aplicación.

La identificación de los peligros y la cuantificación de sus impactos es un proceso importante para la planificación de la gestión de la seguridad, por lo que priorizar los mismos, descubrir si existe una interconexión entre ellos y medir la frecuencia de ocurrencia es motivo de análisis. En ese sentido, los métodos tradicionales de análisis de riesgos no son tan eficientes para sistemas complejos como lo son las operaciones en el sector construcción. Por lo que, [6] proponen para su análisis combinar el índice de importancia ajustado de frecuencia y la herramienta ANP (Analytical Networking Process). Al integrar ambos, da como resultado un listado de peligros potenciales que se han priorizado de

acuerdo con la frecuencia de ocurrencia y su interconexión con otros peligros, siendo esta información de suma importancia para la planificación, evitando la ocurrencia de incidentes y accidentes laborales que puedan desencadenar incluso en la muerte de los trabajadores.

Asimismo, en temas de planificación y gestión de los proyectos, que incluye la gestión de la seguridad, la aplicación Building Information Modeling (BIM) está experimentando un rápido crecimiento e importancia en el sector construcción, pues su uso abarca desde la concepción de los proyectos hasta la ejecución de los mismos, por lo que para [7] la implementación del BIM para la gestión de la seguridad ayuda a economizar tiempo y esfuerzo. Además de generar un incremento de la seguridad debido a las herramientas automatizadas de comprobación y simulación de códigos establecidos, los que facilitan la identificación de los peligros potenciales de una manera automática para la posterior aplicación de los métodos de prevención con un enfoque también automático, originando beneficio tanto para el trabajador como para la empresa.

El uso de plataformas digitales resulta de mucha utilidad en el entrenamiento y formación de los trabajadores en seguridad, en el diseño para la seguridad, la planificación de la seguridad, la investigación de accidentes, la seguridad de los ambientes de trabajo y los pases de mantenimiento. Sin embargo, aunque el BIM es de gran beneficio para el sector construcción, aún se encuentra en las primeras etapas de desarrollo y el gran reto es integrarla a otras tecnologías vigentes en el mercado que compiten por la gestión de datos, por lo que se debe seguir trabajando en el proceso de estandarización para un mejor uso y obtener los beneficios esperados. Finalmente, gracias a la digitalización y la tecnología, la recopilación y el almacenamiento de información se han vuelto más eficientes [8]. Siendo que las empresas que ya cuentan con el uso de la digitalización presentados en plataformas de gestión de seguridad y salud en el trabajo experimentan una mejora en la productividad y desempeño de sus empresas [4].

Por lo tanto, la presente revisión de literatura pretende mostrar los estudios realizados en los últimos cinco años sobre plataformas digitales para el SG-SST, mostrando algunas de estas herramientas digitales que promueven la mejora del desempeño, a través de su uso, facilitando el registro y manejo de los indicadores. Sin embargo, también, es necesario enfatizar que en la mayoría de casos su concepción y aplicación son específicos para un determinado sector productivo, es decir, no se han logrado estandarizar, o su uso ha sido destinado de apoyo a parte de los requisitos del sistema de gestión como son la formación de los trabajadores en temas de seguridad o el registro de la documentación. Asimismo, las herramientas digitales están en constante actualización, siendo el surgimiento y desarrollo de nuevas tecnologías un proceso totalmente dinámico.

2 Metodología de la investigación

La presente investigación constituye una revisión sistemática de la literatura sobre plataformas digitales para un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Para ello, se han revisado artículos científicos vinculados a la evaluación del desempeño en SST, indicadores de SST y herramientas tecnológicas. Durante el proceso de búsqueda de la información se trabajó con metabuscadores y bases de datos como Scopus, Scielo, Dialnet y otros. Asimismo, se emplearon criterios de inclusión como la afinidad temática, ya que la búsqueda se centró en artículos que tuvieran como palabras clave Sistema de gestión, evaluación del desempeño del SG-SST, indicadores de SG-SST, herramientas tecnológicas para la gestión de riesgos y plataformas digitales.

La Tabla 1 muestra la distribución de fuentes según las bases de datos: Scopus con 24 fuentes, Dialnet con 2 y 7 de otros. Finalizando con el total de 33 estudios de investigación sobre el tema.

Un segundo criterio de inclusión fue el idioma, dado que se consideraron fuentes en portugués, inglés y en español.

El tercer criterio fue el lugar de publicación, encontrando investigaciones de Europa, Asia y América, como se detalla en la Fig. 1.

Por otro lado, se tuvo como criterios de exclusión la temporalidad, pues se consideró únicamente fuentes de los últimos cinco años, y la precisión temática, dado que se estableció que se consideraría aquellas fuentes que abordaran clara, directa y objetivamente las palabras claves. Esto permitió que después de un minucioso análisis del contenido, se produjera un filtro final. Terminado el proceso de búsqueda, recopilación y selección de fuentes, se elaboró una matriz de análisis de contenido. Esto con la finalidad de establecer las categorías temáticas a partir de las concordancias, discordancias y postulados teóricos que se presentarán en el desarrollo de la revisión sistemática.

Tabla 1. Resultados de la estrategia de búsqueda.

Bases de Datos	Nº de Estudios	% de Búsqueda
Dialnet	2	6.06
Scopus	24	72.73
Otros	7	21.21
TOTAL	33	100%

Fuente: Elaboración propia

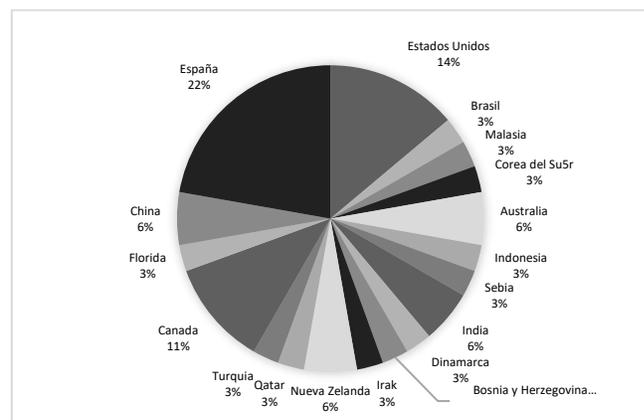


Figura 1: Estudios realizados según distribución de países Fuente. Elaboración propia

3 Resultados

3.1 Categoría I: Evaluación del desempeño del SG-SST

La evaluación del desempeño del SG-SST cuantifica el nivel de cumplimiento de los requisitos legales establecidos u otros requisitos adquiridos de manera voluntaria por las empresas, al mismo tiempo permite identificar los peligros, evaluar los riesgos y las oportunidades que se generan en los procesos de la organización con el objetivo de prevenir accidentes laborales y cultivando una cultura de seguridad.

En la Tabla 2 se muestran los métodos de evaluación del desempeño realizados en dos sectores preponderantes como los son el de construcción y salud, los cuales fueron abordados únicamente en 8 de las 33 investigaciones analizadas.

De la Tabla 2 anterior, se observa que el sector construcción es uno de los más estudiados en materia de SST, debido al alto índice de accidentes que reporta. De las 8 investigaciones, 7 hacen referencia a este sector y 1 al sector salud. Para la evaluación del desempeño se utilizaron diversos métodos e instrumentos, llegando a determinar que la gestión de la seguridad se constituye en un factor importante que garantiza el cuidado de la integridad física de los trabajadores y a la vez previene la ocurrencia de accidentes, por lo que para su efectivo cumplimiento debe existir un compromiso por parte de la gerencia y de los trabajadores [16]

[2] proponen evaluar el desempeño del SG-SST empleando el método de de evaluación basado en la regulación de los países de origen criterios, cuestionarios a gerentes y trabajadores, y listas de verificación. Asimismo, [17] resaltan la importancia de la recopilación de datos obtenidos de los registros del sistema, lo que ayudará a conocer las características del mismo, medir los resultados del nivel de cumplimiento lo que servirá para mejorar y optimizar el sistema.

Por su parte, [9] manifiestan que la presencia de altos estándares de seguridad en países desarrollados, no es casualidad, sino el resultado de políticas de largo plazo que fomentan el diálogo entre los empleadores y los sindicatos. Por lo tanto, las empresas con sistemas de gestión apropiados tienen un mejor historial en términos de seguridad y desempeño que aquellas que no cuentan con tales sistemas. Asimismo, la experiencia ha revelado que una práctica de seguridad preventiva es beneficiosa para todos, es decir, trabajadores, empleadores, comunidades y el gobierno [18,23].

Tabla 2. Criterio de evaluación de desempeño del SGSST por sectores industriales.

Sector Industrial	Autores	Método de Evaluación
Sector Construcción	[9]	Encuestas
	[2]	Utilizaron el método cualitativo y enfoque de investigación acción
	[10]	Cuestionario
	[11]	Metodología de 4 fases.
	[12]	Método de Diseño, Recopilación de datos y Análisis de datos.
	[13]	Se utilizaron diferentes métodos.
	[14]	Cuestionario
	[15]	Encuesta
Sector Salud	[15]	Encuesta

Fuente: Elaboración propia.

[12] señalaron que los factores externos también influyen en el desempeño del SG-SST, por lo que deben identificarse y ser tomados en cuenta en las diferentes etapas de los proyectos. Mientras que [11] proponen examinar los efectos de la cultura de seguridad resiliente y la complejidad del proyecto relacionado al desempeño de la seguridad, llegando a concluir que los impactos adversos originados afectan el rendimiento y la cultura de seguridad, y a la vez, la complejidad del mismo afecta el desempeño de la seguridad, lo que trae como consecuencia el aumento de accidentes.

[14] identificaron oportunidades que permiten mejorar el rendimiento de los proyectos y reducir los riesgos relacionados con la seguridad, a través del modelamiento de los mismos con técnicas de simulación y optimización. Los hallazgos de este estudio contribuyen al conocimiento de la gestión de la seguridad, destacando los impactos adversos de la complejidad del proyecto sobre el rendimiento de la seguridad y el papel moderador jugado por una cultura de seguridad resiliente en el entorno de la construcción. En primer lugar, los cambios y la incertidumbre relacionadas con la técnica y los peligros del proceso de construcción pueden aumentar la ocurrencia de accidentes. Sobre la base de este hallazgo, esta investigación reconoce y presenta un conjunto de indicadores de complejidad del proyecto que tienen una importancia adversa sobre el desempeño en materia de seguridad. Por lo tanto, la recomendación es para organizaciones de construcción para anticipar mejor los cambios

Finalmente, [15] estudiaron cómo las prácticas para combatir la COVID 19 mejoraron el desempeño de la seguridad y salud en el trabajo. No es novedad que la pandemia llegó de sorpresa para todos, obligando a las empresas a reinventarse para permanecer en el mercado. Ninguna estaba completamente preparada para hacer frente a la pandemia, por lo que el área de seguridad y salud en el trabajo tuvo un papel importante en este desafío. Por tanto, disminuir los riesgos laborales previniendo accidentes y desarrollando una cultura de prevención es la razón de ser de todo SG-SST, por lo que la evaluación de su desempeño constituirá un factor importante para lograrlo.

3.2 Categoría II: Indicadores de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST)

Para [17] los indicadores de desempeño permiten realizar un monitoreo efectivo del SG-SST. Los valores obtenidos son clave para medir el progreso y cumplimiento de los objetivos de seguridad. Asimismo, [4] mencionan que los indicadores promueven la gestión proactiva de la seguridad. En cambio, para [20] los indicadores rezagados son los que documentan los resultados de la seguridad favoreciendo la gestión reactiva (son indicadores de cumplimiento), por el contrario, los indicadores adelantados (principales o guías) están orientados a eventos futuros y buscan anticipar el trayecto que seguirán las empresas, promoviendo una gestión proactiva de la seguridad.

Del total de las investigaciones, solo cinco proponen métodos específicos para evaluar los diferentes indicadores de gestión, tal como se evidencia en la Tabla 3.

Tabla 3. Análisis de los Indicadores de SST según método empleado.

Indicadores	Autores	Método
Indicadores de desempeño de seguridad	[1,2]	Se realizó un cuestionario descriptivo-analítico escrito, utilizado como instrumento de investigación
Indicadores proactivos líderes para la seguridad, la salud y el bienestar en el trabajo	[4]	Usa un método de cuatro pasos.
Indicadores adelantados y rezagados de seguridad	[22]	Se utiliza el método de Preparación de datos, Análisis de contenido manual, Preprocesamiento de datos, Implementación del algoritmo de PNL, Análisis de resultados.
Indicadores adelantados y rezagados de seguridad	[20]	Se realizó una revisión bibliográfica de fuentes confiables.

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 3 se determinó que en tres investigaciones se estudiaron los Indicadores proactivos líderes para la seguridad, seguido del estudio de los Indicadores de desempeño de seguridad e Indicadores adelantados y rezagados con un estudio cada una. Sin embargo, cuando se trata de una gestión integral de la seguridad ambos indicadores tanto los adelantados y los rezagados se complementan y requieren un análisis profundo.

En ese sentido [21], precisó que existe una conexión entre el SG-SST y los indicadores de desempeño, ya que la aplicación de indicadores de desempeño contribuye a crear mejoras en el SG-SST, asimismo los trabajadores pueden participar activamente en el proceso.

[4] proponen desarrollar un conjunto de indicadores de seguridad propios utilizando la técnica de los cuatro pasos, los cuales son: conceptualización, operacionalización, generación y validación de indicadores y la revisión, que desarrollarán un marco práctico de presión - estado - práctica (PSP) dando origen a la creación de indicadores líderes, con el fin de medir los niveles y el desempeño y a la vez contribuir a la solución de los problemas generando un alto estándar en seguridad.

Por otro lado, [22,24,25] tuvieron la clara intención de utilizar los informes de investigación de accidentes como principales indicadores con la finalidad de mostrar los factores que son potenciales a producir accidentes y ayudar al personal de seguridad a prestar más atención en las actividades que poseen amenazas potenciales, lo que va a contribuir a eliminar los peligros de muchas maneras posibles.

Por último, [20] mostró una comparación de indicadores adelantados y rezagados a través de una revisión bibliográfica de fuentes confiables, para medir el desempeño de seguridad, arrojando como resultados que el utilizarlas será muy beneficioso para la medición del desempeño integral en la seguridad.

3.3 Categoría III: Herramientas tecnológicas para la gestión de riesgos

Esta categoría describe cuáles son las herramientas tecnológicas más usadas para la gestión de riesgos. Tales

herramientas permitirán obtener cambios en la forma de abordar la seguridad, generando una disminución de las estadísticas de accidentes, incidentes y enfermedades ocupacionales.

[6] mencionan que al existir un alto porcentaje de accidentes en el sector construcción (por la naturaleza de sus actividades) resulta importante identificar y cuantificar los impactos de los peligros. Para la planificación esto resulta crucial. Es por ello, que proponen la herramienta ANP (Analytical Networking Process), para capturar de forma realista los peligros, cuantificándolos y clasificándolos. Los peligros se vinculan a una red analítica para alcanzar un modelo y un resultado eficaz. Otra herramienta utilizada son los prototipos de herramientas tradicionales (TT), que adopta enfoques de capacitaciones con técnicas tradicionales, ya sea demostración de videos, folletos basados en texto, instrucción en computadoras y sesión de conferencias, luego se tienen las tecnologías asistidas por ordenador (CAT) que se basan en las últimas tecnologías como simulaciones generadas (CGS), serious games (SG), Realidad virtual (VR) como también lo describen [27], quienes manifiestan que el implementar las TT y CAT resultan efectivos para la capacitación de los trabajadores en seguridad y salud en el trabajo.

Asimismo, se utilizan softwares como el “I report” APP con la intención de crear una plataforma para solucionar rápidamente los problemas en seguridad y mejorar los procesos. La cual fue desarrollada para colaborar con todas las partes interesadas, llegando a la conclusión de que la creación de la app proporciona una rápida notificación de los peligros reduciendo así el impacto que puede llegar a causar pérdidas humanas [5]. Del mismo modo, [6] proponen una herramienta de software de evaluación de desempeño en temas de seguridad de los sitios de construcción mediante el uso del modelo de ecuación estructural (SEM) y la teoría de conjuntos difusos (FST) la cual muestra la evaluación del índice desempeño de seguridad, arrojando como resultado que el desarrollo de una aplicación de desempeño es válido para la reducción de los peligros.

Para el sector construcción, uno de los más estudiados por su alta tasa de mortalidad, los autores [28]. crearon un dispositivo de detección portátil (WSD) que tiene como potencial el mejorar el desempeño de seguridad, desde el cumplimiento de la política de SST, gestión de riesgos, lo que es garantía y promoción de una cultura positiva de seguridad, además esta aplicación puede usarse para monitorear y medir el desempeño de seguridad. Por lo que, concluyen que el monitoreo que se realiza a través de la herramienta WSD mejora la gestión de la seguridad. [7] proponen la aplicación de la herramienta Building Information Modeling (BIM) que está cambiando la forma de abordar la seguridad en las industrias de arquitectura, ingeniería y construcción, dado que identifica automáticamente los peligros potenciales llevando posteriormente a métodos de prevención específicos con un enfoque automatizado.

De igual manera, [30] desarrollaron y adaptaron herramientas y técnicas mediante un software de gestión de riesgos de SST para brindar apoyo en la identificación, evaluación y priorización de riesgos con el fin de implementar medidas preventivas. Esta herramienta facilita y acelera la tarea de gestión de riesgos reduciendo el tiempo de procesamiento y proporcionando diferentes fuentes de

información, teniendo una evaluación simultánea de todos los riesgos potenciales.

Otra tecnología interesante es el Software B/S, de los autores [31], quienes crearon un sistema de control de riesgos y gestión para minas de carbón que permite mejorar el mecanismo de SST y reforzar la identificación de riesgos y calidad de control, por lo que este software resulta de importancia, ya que genera una mejora en las prácticas de seguridad de los trabajadores. Por último, la tecnología de visualización o realidad virtual ofrece crear simulaciones de operaciones reales que sirven como entrenamiento para los colaboradores, utilizando hojas de datos, dimensiones, planos de planta, del mismo modo acceder a toda la información necesaria, y esto da como resultado una mejora del desempeño humano al operar dentro de la organización [32].

En la Tabla 4 se plantea las herramientas tecnológicas utilizadas y su propósito.

Tabla 4. Herramientas Tecnológicas para la Gestión de riesgos según propósito.

Herramienta tecnológica	Autores	Propósito
Herramienta de red analítica (ANP)	[26]	Herramienta para capturar de forma realista la cuantificación y clasificación de peligros
TT y CAT	[27]	Herramientas tradiciones y tecnologías asistidas por ordenador. Las TT incluye técnicas como charlas, demostración de video, folletos. Las CAT son las ultimas tecnología como juegos serios, realidad virtual
Software (I report APP)	[5]	Plataforma para solucionar rápidamente los problemas en seguridad y mejorar los procesos, fue desarrollada por colaborar con todas las partes interesadas.
Software (modelo de ecuación estructural)	[6]	Permite evaluar el índice desempeño de seguridad de los sitios de construcción, se propuso mediante la aplicación de rendimiento de seguridad (SSP)
Software (Evaluación de desempeño PYMES)	[33]	Descripción general y prácticas industriales relacionadas con la evaluación de desempeño en SST
Herramienta BIM	[7]	Herramienta que identifica automáticamente los peligros potenciales y da como resultados métodos de prevención correspondientes para un enfoque automatizado.
Software SST	[30]	Facilitar y acelerar la tarea de gestión de riesgos reduciendo el tiempo de procesamiento.
WSD	[28]	Este es un dispositivo de detección portátil que permite tener una mejora en el desempeño de SST
Software B/S	[31]	Es un sistema de control de riesgos y gestión de seguridad y salud ocupacional en minas que permite mejorar el mecanismo de la seguridad y salud ocupacional
Tecnología de visualización	[29]	Permite tener una identificación general de los peligros laborales del área (JHA)
Realidad Virtual	[32]; Error! No se	Es una subestación virtual que propone un enfoque de simulación,

Herramienta tecnológica	Autores	Propósito
	encuentra el origen de la referencia.	entrenamiento y control de la planta

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4 se han detallado 12 artículos, cuya similitud se encuentra en la implementación y/o desarrollo de herramientas tecnológicas y de digitalización para la gestión de riesgos laborales con la clara intención de brindar una mejor administración del SG-SST. Sin embargo, es necesario indicar que la aplicación de las herramientas digitales difieren de acuerdo al objetivo de la aplicación, por ejemplo, depende del sector donde se aplican, de la utilidad, como lo es para el registro de datos del SG-SST, para identificación de peligros, la medición de indicadores, la capacitación del personal o para un manejo integral de los proyectos, como lo establece la herramienta BIM para el sector construcción, que abarca desde la planificación hasta la ejecución de los proyectos. Esto debido a que, los peligros no son los mismos en todos los sectores laborales, por lo que podemos ir desde la aplicación de software simples hasta los más sofisticados, para obtener una mejora del desempeño del SG-SST. Las herramientas digitales son una alternativa de solución a las diferentes problemáticas asociadas a SST, ya que facilitan la administración de la información y permiten reducir los riesgos que se derivan de los procesos de la organización.

4 Conclusiones

Las plataformas digitales para el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo son herramientas de utilidad que ayudan a mejorar el desempeño del SG-SST, sin embargo, aún no se ha desarrollado un estándar que integre otras tecnologías para mejorar el rendimiento de las empresas. Hasta hoy su uso se ha ajustado a las necesidades particulares de ciertos sectores productivos o son experiencia de empresas con características particulares.

Medir el desempeño del SG-SST es crucial para la mejora continua de las organizaciones, los métodos utilizados son diversos, la mayoría elaborados con base a las normativas de seguridad u otros compromisos adquiridos por las empresas, el uso de las herramientas digitales favorece la obtención de información del sistema de gestión en un menor tiempo lo que propicia la toma de acciones correctivas casi de manera inmediata, promoviendo de esta forma la mejora continua.

Los indicadores de gestión son útiles para la toma de decisiones orientadas a la mejora del SGSST, la evaluación de los indicadores proactivos y reactivos supone un análisis integral de la seguridad. Así mismo, las empresas pueden propiciar el desarrollo de sus propios indicadores para ello el historial y registros servirán de referencia. En ese sentido, el contar con la información digitalizada favorece el monitoreo constante de los mismos, pudiendo con base en estos registros e historial crear nuevos indicadores, sin embargo, si existe un desconocimiento de su importancia y uso por parte del personal encargado de la seguridad, la obtención de estos será en vano.

La integración de herramientas tecnológicas como las

plataformas digitales son de gran apoyo para la administración del SG-SST. Su desarrollo aún no está estandarizado. El surgimiento de estas responde a la necesidad particular de los sectores productivos, como el sector construcción cuya actividad genera un alto índice de accidentes laborales. Asimismo, su uso o desarrollo suele estar orientado a resolver exigencias de parte de los requisitos que engloba un SG-SST. Por lo que se recomienda realizar estudios por cada sector productivo.

Bibliografía

- [1] Kwame, E.N., Liu, S., Doe-Fiergbor, D. et al, Improving the safety–performance Nexus: a study on the moderating and mediating influence of work motivation in the causal link between Occupational Health and Safety Management (OHSM) practices and work performance in the oil and gas sector. *International Journal of Environmental Research and Public Health* vol. 18(10), art. 5064, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18105064>
- [2] Delvika, Y. and Mustafa, K., Evaluate the implementation of Occupational Health and Safety (OHS) management system performance measurement at PT. XYZ median to minimize extreme risks. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/505/1/012028>
- [3] McCabe, B., Alderman, E., Chen, Y. et al. Safety performance in the construction industry: quasi-longitudinal study. *Journal of Construction Engineering and Management*, [online]. 143(4), art. 04016113, 2016, Available at: https://www.researchgate.net/publication/309278997_Safety_Performance_in_the_Construction_Industry_Quasi-Longitudinal_Study
- [4] Guo, B.H.W. et al., Using a pressure-state-practice model to develop safety leading indicators for construction projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, [online]. 143(2), art. 0001218, 2017. Available at: [https://ascelibrary.org/doi/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001218](https://ascelibrary.org/doi/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001218)
- [5] Ahirrao, R., Leveraging technology by digitalization using I report App for Safety at Construction Sites. In: *Proc.26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)*, González, V.A. (ed.), Chennai, India, 2018, pp. 943-951. DOI: <https://doi.org/10.24928/2018/0418>
- [6] Gunduz, M., and Basil KK., Construction project safety performance management using Analytic Network Process (ANP) as a Multicriteria Decision-Making (MCDM) tool. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2020, art. 2610306, 2020, DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/2610306>
- [7] Martínez-Airesa, M.D., López-Alonso, M. and Martínez-Rojas, M., Building information modeling and safety management: a systematic review. *Safety Science*, 101, pp. 11-18, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.08.015>
- [8] Agencia Europea para la seguridad y salud en el trabajo. Digitalización y seguridad y salud en el trabajo. EU-OSHA. [en línea]. 2019, Disponible en: <https://osha.europa.eu/es/publications/digitalisation-and-occupational-safety-and-health-eu-osha-research-programme>
- [9] Ayob, A. et al., Evaluación de seguridad y salud ocupacional en obra en construcción en el estado de Perlis. Serie de conferencias IOP: Ciencias de la tierra y el medio ambiente. [en línea]. 2021. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/682/1/012005>
- [10] Vranješ, B. and Andelkovic, B., Analysis of the performance of occupational health and safety in the production business system. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, [online]. 477, art. 012038, 2019. Available at: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/477/1/012038/pdf>
- [11] Trinh, T. y Feng, Y., Impacto de la complejidad del proyecto en el desempeño de la seguridad en la construcción: papel moderador de la cultura de seguridad resiliente. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(2), art. 0001758, 2019, DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001758](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001758)

- [12] Usukhbayar, R. and Choi, J., Critical safety factors influencing on the safety performance of construction projects in Mongolia. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 19(6), pp. 600-612, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/13467581.2020.1770095>
- [13] Benny, D. and Jaishree, D., Construction safety management and accident control measures. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, [online]. 8(4), pp. 611-617, 2017. Available at: https://iaeme.com/MasterAdmin/Journal_uploads/IJCIET/VOLUME_8_ISSUE_4/IJCIET_08_04_069.pdf
- [14] Alkaissy, M., et al., Gestión de la seguridad en la construcción: 20 años de modelización de riesgos. *Safety Science*, 129, art. 104805, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104805>
- [15] Cardoso, de O.N.G., et al., Evaluación del desempeño de la salud y seguridad ocupacional en relación con las prácticas de lucha contra COVID-19 establecidas por la OMS: Encuesta en industrias multinacionales. *Safety Science*, 141, art. 105331, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105331>
- [16] Benny, D. and Jaishree, D., Construction safety management and accident control measures. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, [online]. 8(4), pp. 611-617, 2017. Available at: https://iaeme.com/MasterAdmin/Journal_uploads/IJCIET/VOLUME_8_ISSUE_4/IJCIET_08_04_069.pdf
- [17] Vranješ, B. and Anđelković, B., Analysis of the performance of occupational health and safety in the production business system. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, [online]. 447, art. 012038, 2019. Available at: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/477/1/012038>
- [18] Fernandez-Prol, F., Tiempos de vida y de trabajo: el impacto de las TICs. *Temas Laborales*, [en línea]. 151, pp. 259-274, 2020. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7464153>
- [19] Alarcón, L.F., et al, Estrategias para mejorar el desempeño en seguridad en las empresas de construcción, *Análisis y Prevención de Accidentes*, 94, pp. 107-118, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.05.021>
- [20] Dilkhaz, S., A Comparative study of safety leading and lagging indicators measuring project safety performance. *Trends in Food Science & Technology*, [online]. 4, pp. 306-312, 2019. Available at: <https://www.astesj.com/v04/i06/p39/#1648051379670-68821c8cf124>
- [21] Vranješ, B., Todić, M. and Golubović-Bugarški, V., Optimizing the management of the occupational safety and health system in ArcelorMittal Prijedor on the basis of performance indicators. *Tehnički vjesnik*, 27(3), pp. 744-750, 2020. DOI: <https://doi.org/10.17559/TV-20190320154104>
- [22] Shrestha, S., et al., Leveraging accident investigation reports as leading indicators of construction safety using text classification. conferencia: Congreso de Investigación en Construcción de ASCE (CRC), 2020. DOI: <https://doi.org/10.1061/9780784482872.053>
- [23] Gonzales-Vidales, C., Seguridad y salud de los trabajadores 4.0, *International Journal of Information Systems and Software Engineering for Big Companies*, [online]. 6(1), pp. 123-131, 2019. Available at: <http://uajournals.com/ojs/index.php/ijisebc/article/view/465>
- [24] Serrano-Argüeso, M., Digitalización, Tiempo de trabajo y Salud laboral, *IUSLabor. Revista d'anàlisi de Dret del Treball*, 2, pp. 8-31, 2019. DOI: <https://doi.org/10.31009/IUSLabor.2019.i02.02>
- [25] Igartua-Miro, M.T., La Obligación de Seguridad 4.0. *Temas Laborales*, [en línea]. 151, pp. 327-342, 2020. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7464157>
- [26] Purcalla-Bonilla, M.A., Seguridad, Salud Laboral y Desconexión Digital, *Temas Laborales*, [en línea]. 151, pp. 109-128, 2020. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7801693>
- [27] Gao, Y., González, V. and Yiu, T.W., The effectiveness of traditional tools and computer-aided technologies for health and safety training in the construction sector: a systematic review. *Computers & Education*, 138, pp. 101-115, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.05.003>
- [28] Okpala, I. et al., Assessing the feasibility of integrating internet of things into safety management systems: a focus on wearable sensing devices. Conferencia en: Congreso de Investigación en Construcción de ASCE, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1061/9780784482865.026>
- [29] Guo, H., Yu, Y. and Skitmore, M., Visualization technology-based construction safety management: a review. *Automation in Construction*, 73, pp. 135-144, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.10.004>
- [30] Mouras, F. y Badri, A., Estudio de los métodos, técnicas y software de gestión de riesgos más utilizados en seguridad y salud ocupacional. *International Journal of Safety and Security Engineering*, 10(2), pp. 149-160, 2020. DOI: <https://doi.org/10.18280/ijss.100201>
- [31] Zhou, L.-J., et al., Investigación sobre tecnología de seguridad, gestión de la salud y control de riesgos en el trabajo en minas de carbón, *Int J Environ Res Public Health*, [online]. 15(5), art. 868, 2018. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5981907/>
- [32] Cardoso, A. et al., A virtual reality based approach to improve human performance and to minimize safety risks when operating power electric systems, *Advances in Human Factors in Energy: Oil, Gas, Nuclear and Electric Power Industries*, Springer, [online]. 495, pp.171-182, 2016. Available at: https://www.researchgate.net/publication/305334898_A_Virtual_Reality_Based_Approach_to_Improve_Human_Performance_and_to_Minimize_Safety_Risks_When_Operating_Power_Electric_Systems
- [33] Tremblay, A. and Badri, A., Assessment of occupational health and safety performance evaluation tools: state of the art and challenges for small and medium-sized enterprises, *Safety Science*, 101, pp. 260-267, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.09.016>

C.E.Albujar-Verona, recibido de BSc. en Ingeniería Química, en 1999 de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú. Es Ing. Química en el 2000. MSc. en Administración con Mención en Gerencia Empresarial en 2011. Dra. en Educación. Inspector Técnico de Seguridad en Edificaciones desde el 2004 a la actualidad. Docente universitaria desde el 2017. Docente a tiempo parcial de la carrera de Ingeniería de Seguridad Industrial y minera en la Universidad Tecnológica del Perú. ORCID: 0000-0001-6713-4087

D.J.Celis-Castillo, es BSc. en Ingeniería de Seguridad y Minera de la Universidad Tecnológica del Perú en el 2021. ORCID: 0000-0003-2329-055X

E.A. Rojas-Sánchez, Egresada de la Carrera de Ingeniería de Seguridad y Minera de la Universidad Tecnológica del Perú en el año 2022. ORCID: 0000-0002-5533-5751

I.I. Medina-Cardozo, es Bsc. en el 2009 en Educación, de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú. Licenciada en Educación en el 2009. MSc. en Docencia y Gestión Educativa en 2011. Doctorando en Educación. Docente universitaria desde el 2011. Coordinadora Académica del área de Humanidades e Investigación Formativa en la Universidad Tecnológica del Perú. ORCID: 0000-0002-1102-8899