

# Seguridad y salud en el trabajo para operarios de maquinaria pesada en la industria de la construcción

Lina Natalia Paredes-Sánchez<sup>1</sup> , Yenny Marcela Sainea-Rodríguez<sup>2</sup> ,

Yesika Paola González-Villamil<sup>1</sup> , Yusselky Márquez Benítez<sup>3</sup> 

## Resumen

**Introducción:** La industria de construcción es el principal sector de riesgo en accidentes laborales, en comparación con otros sectores. Las actividades más peligrosas están relacionadas con la manipulación de maquinaria pesada, de ahí el interés por la aplicación de programas de seguridad y salud para generar cultura saludable, segura y digna en los entornos laborales.

**Objetivo:** Mencionar los factores de riesgo, causas de accidentalidad, el sistema de seguridad y salud en dicha industria y las estrategias de prevención con este tipo de incidentes respecto a la utilización de maquinaria pesada en la construcción.

**Metodología:** Revisión bibliográfica a partir de la consulta en bases de datos y artículos de revistas publicados entre 2015 y 2020, y documentación con fechas anteriores como referente teórico, además de documentación en idioma inglés de Academic One File, SciELO, ScienceDirect, Google Académico y bases de datos de Colmena Seguros, Gobierno Digital, donde describen los factores de accidentalidad en la construcción.

**Resultados:** El 75 % de los casos de accidentes en la construcción es por el uso de máquinas, al que se suman actos inseguros, falta de preparación y elementos de protección, distracciones, etc. Para evitar incidentes se ha estipulado el uso de normas de seguridad OSHA, capacitaciones y uso seguro de maquinaria pesada.

**Conclusión:** Se identificaron las causas relevantes de accidentes en obras de construcción y la carencia de un plan de prevención por parte del contratista para obtener seguridad, aunque en ocasiones se identifica que los obreros hacen caso omiso a las normativas impuestas.

**Palabras clave:** salud laboral; riesgos laborales; industria de la construcción; condiciones de trabajo.

<sup>1</sup> Universidad de Boyacá (Tunja, Colombia).

<sup>2</sup> Materiales Industriales Samacá, Samacá. Colombia

<sup>3</sup> Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca (Bogotá, Colombia)

**Autor de correspondencia:** Yusselky Márquez Benítez. Correo electrónico: yusselky\_1@hotmail.com

**Citar este artículo así:**

Paredes Sánchez LN, Sainea-Rodríguez YM, González-Villamil YP, Márquez Benítez Y. Seguridad y salud en el trabajo para operarios de maquinaria pesada en la industria de la construcción. Rev Investig Salud Univ Boyacá. 2022;9(1):149-165. <https://doi.org/10.24267/23897325.747>

## Occupational Health and Safety for Heavy Machinery Operators in the Construction Industry

### Abstract

**Introduction:** The construction industry is the main risk sector in occupational accident compared to other sectors. The most dangerous activities are related to the handling of heavy machinery, thus reflecting the interest in the application of health and safety programs to generate a healthy, safe, and dignified culture in work environments.

**Objective:** To mention risk factors, causes of accidents, the health and safety system in said industry and prevention strategies with this type of incident regarding the use of heavy machinery in construction.

**Methodology:** Bibliographic review consulting databases and journal articles published between 2015 and 2020, and documentation with earlier dates as a theoretical reference, as well as documentation in English from Academic One File, SciELO, Scencedirect, Google Academic, among others; databases of Colmena Seguros, Gobierno Digital, where they describe accident factors in construction.

**Results:** 75% of accidents in construction are caused by the use of machinery, in addition to unsafe acts, lack of preparation and protection elements, distractions, etc. To avoid incidents, the use of OSHA safety standards, training, and safe use of heavy machinery are stipulated.

**Conclusion:** The relevant causes of accidents in construction works were identified, the lack of a prevention plan by the contractor to obtain safety, although sometimes it is identified that the workers ignore the imposed regulations.

**Keywords:** occupational health; occupational risks; construction industry; working conditions.

## Segurança e saúde no trabalho para operadores de maquinaria pesada na indústria da construção

### Resumo

**Introdução:** A indústria da construção é o principal sector de risco de acidentes de trabalho, em comparação com outros sectores. As atividades mais perigosas estão relacionadas com o manejo de maquinaria pesada, daí o interesse na implementação de programas de saúde e segurança para gerar uma cultura saudável, segura e digna no local de trabalho.

**Objetivo:** Mencionar os fatores de risco, causas de acidentes, o sistema de saúde e segurança nesta indústria e as estratégias de prevenção deste tipo de incidentes no que diz respeito à utilização de maquinaria pesada na construção.

**Metodologia:** Revisão bibliográfica baseada na consulta de bases de dados e artigos de revistas publicadas entre 2015 e 2020, e documentação com datas anteriores como referente teórico, além de documentação em inglês do Academic One File, SciELO, ScienceDirect, Google Scholar e bases de dados da Colmena Seguros, Governo Digital, onde são descritos fatores de acidentes na construção.

**Resultados:** 75 % dos acidentes na construção são causados pela utilização de máquinas, além de atos inseguros, falta de equipamento de preparação e proteção, distrações, etc. A fim de evitar incidentes, foi estipulada a utilização das normas de segurança da OSHA, formação e utilização segura de maquinaria pesada.

**Conclusão:** Foram identificadas as causas relevantes de acidentes em estaleiros de construção e a falta de um plano de prevenção por parte do empreiteiro para garantir a segurança, embora se observe por vezes que os trabalhadores ignoram os regulamentos impostos.

**Palavras-chave:** saúde ocupacional; riscos profissionais; indústria da construção; condições de trabalho.

## INTRODUCCIÓN

Colombia tiene permanente evolución e incremento económico, donde el dinamismo en la construcción es clave para el crecimiento económico; por ello, se necesitan tomar en consideración medidas de seguridad en los parámetros de construcción en la estructura y fuerza laboral (1).

Este sector se compone de personas tanto naturales como jurídicas, cuyo objetivo es realizar actividades en el área de la construcción que permitan el desarrollo de la sociedad (2). Generalmente, el producto interno bruto favorece la economía del Estado, variable que se encuentra vinculada con el grado de desarrollo. Así mismo, se estima que en todo el mundo los obreros de la construcción abarcan del 5% al 10% de la población económicamente activa (3). Ahora bien, dicha industria tiene un alto riesgo de accidentalidad y es reconocida como una de las labores más arriesgadas del mundo (4).

De acuerdo con la Conferencia Internacional del Trabajo, el deceso de un operario surge cada 15 segundos a causa de un accidente en la construcción, lo cual indica que hay 6300 muertes al día, además de 2,3 millones al año. Así mismo, más de 313 millones de asalariados tienen lesiones no mortales en el trabajo cada año, lo cual denota que 860.000 personas se lesionan cada día en su sitio de trabajo (5). Lo anterior no solo represen-

ta costos humanos, sino que causa un impacto respecto al nivel económico y baja productividad de las industrias, por el inadecuado manejo de la seguridad y salud. En Colombia, alrededor de 100.000 empleados al año tienen accidentes de trabajo en la construcción, muchos de ellos por descuido en la ejecución de sus actividades o por el uso inadecuado de los elementos de seguridad industrial (6,7).

Sin embargo, no se puede estimar un costo especial para los accidentes y enfermedades laborales, ya que cada caso es específico y puede tener costos tanto directos como indirectos. Las clases de actividades que se realizan en dicha industria hacen que la profesión sea peligrosa (8). A estas razones se debe la existencia de un gran e importante conjunto de leyes y normas jurídicas de estricto cumplimiento, con el fin de resguardar la salud de los operarios en el sitio de construcción (9).

Debido a esta problemática en aspectos de productividad y rendimiento en las empresas, se pretende con este artículo de revisión mencionar los factores de riesgo, las causas de accidentalidad, el sistema de seguridad y salud en el área laboral respecto a la utilización de maquinaria pesada y las estrategias de prevención para este tipo de accidentes que se presentan por el uso de la maquinaria en construcción. Este artículo de revisión permite obtener información respecto a los peligros consecuentes a un mal uso de maqui-

naria pesada en la construcción y describe el valor de la implementación de un sistema de seguridad y salud en este sector de la industria.

## METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una revisión de tema bajo la temática de seguridad y salud en las empresas en el sector de la construcción. Fue indispensable una búsqueda documental manual en distintas bases de datos como Pubmed, ScienceDirect, SciELO, Proquest e-library, Redalyc, Elsevier; al igual que en otras fuentes de información, para la revisión estadística de la situación internacional y nacional, como La Organización Internacional del Trabajo, Colombia Digital y Gobierno Digital. Se utilizaron palabras clave como *seguridad y salud en áreas de trabajo, accidentes en sitios de construcción, maquinaria pesada y construcción*, para un total de 182 artículos relacionados.

Como criterios de inclusión se tuvo en cuenta artículos originales y de revisión en los idiomas inglés y español entre los años 2015 y 2020, y algunos con fechas anteriores como respaldo para la fundamentación teórica, para un total de un 95% y un 5%, respectivamente. Se excluyó información proveniente de periódicos, revistas y fuentes no científicas, con excepción de las fuentes institucionales mencionadas al principio.

Teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión, un total de 64 referencias cumplieron estrictamente con los criterios de selección. La información fue tabulada en Microsoft Excel® bajo parámetros de autores, año de publicación, objetivo del proyecto, resultados y conclusiones. Se tomaron elementos que permitieran responder a la pregunta de investigación, como causas de accidentes en la industria de construcción, factores de riesgo, situación actual, antecedentes, normativa en seguridad y salud en el trabajo para empresas de construcción, entre otras. Dentro de las limitaciones presentadas estuvo la falta de acceso a algunos documentos y artículos, por requerimiento de pago o suscripción a la base de datos.

## DESARROLLO Y DISCUSIÓN

### **La maquinaria en la industria de la construcción**

El manejo de maquinaria necesita operarios para cortar y trasladar cualquier clase de suelo, dentro o fuera de los límites de construcción (10), ya sean actividades profundas o poco profundas; también la carga de elementos pesados, como hierro y metal (11). Actualmente se construyen máquinas con gran capacidad y eficiencia para mejorar la calidad en las obras y reducción de tiempo y costos (12).

La eficiencia en las labores de construcción es importante gracias a la persona encargada de operar esta maquinaria, quien deberá estar capacitada y certificada con experiencia como operador de maquinaria pesada. Ello la orientará frente a los riesgos y peligros que se pueden tener por un mal uso de estos equipos, además de las medidas de bioseguridad a partir de la problemática mundial por la covid-19 (13,14).

Los peligros más comunes del mal uso de estas maquinarias son vuelcos y atropellos, debido al manejo imprudente o la falta de experiencia por parte de los conductores o persona a cargo (15). Otro factor importante es la zona donde se está realizando el trabajo, puesto que puede llegar a presentar fallas geológicas como derrumbes, vuelcos y atrapamientos (16).

### Factores de riesgo para operarios de maquinaria en la construcción

La industria de la construcción se destaca por ser una de las industrias más peligrosas, en términos de fatalidad, porque causa sufrimiento a la víctima y disminución económica a la industria (17). Los factores de riesgo que generalmente se dan en la construcción son: vuelcos, hundimientos, choques, ruidos, incendios, detonaciones, caídas a un mismo y alto nivel, atrapamientos, cortaduras, golpes y contacto eléctrico (18). También incidentes por vehículos o maquinaria en

reversa, caídas desde el andamiaje, aplastamiento por choque, caídas de objetos y aplastamiento del operario entre máquina y objeto inmóvil (18,19). De acuerdo con lo anterior, esta problemática se presenta también durante el manejo de la maquinaria, donde la razón fundamental es la imprudencia o conductores en estado de embriaguez (20).

La maquinaria está implicada en el 75% de los accidentes mortales, en los cuales los trabajadores, por lo general, son lastimados por un objeto en el área de trabajo (21). Estos accidentes involucran la salud ocupacional de los trabajadores, en sus esferas física, psicológica, entre otras (22). En la tabla 1 se relacionan los factores de riesgo más comunes durante la utilización de maquinaria pesada en la construcción.

**Tabla 1.** Resumen de los factores de riesgo con maquinaria en construcción

Factores de riesgo	Posible causa
Caídas de personas a ciertas alturas	Equipos de protección personal inadecuados y desorden en el área de trabajo
Choques contra objetos móviles	Falta de señalización en la construcción
Atropellos o golpes con vehículos	Inexperiencia por parte de los conductores u operarios. Falta de señalización
Carga física y mental para los trabajadores	No existe un sistema de respuesta como capacitaciones frente a posibles accidentes

Factores de riesgo	Posible causa
Muerte en el lugar de los hechos	<p>No existe un sistema de seguridad y salud, lo que genera poca capacidad de intervención frente a estas situaciones</p> <p>Falta de elementos de seguridad como botiquín y camilla</p>

### Causas de accidentalidad en la industria de la construcción

Las causas de accidentalidad hacen referencia al producto de varios factores que suceden dentro del área de trabajo, los cuales podrían llegar simplemente a ser un peligro operativo o, en consecuencia, un accidente laboral (23). Por ello, es importante buscar medidas para controlarlos y lograr minimizar su impacto, analizando las causas principales por las cuales se generan (24).

Según el estudio realizado por la Universidad ECCI, estadísticamente reveló que los accidentes que implican equipos de construcción son responsables de una gran magnitud de lesiones graves y fatales en el lugar de trabajo (25). Entonces, se deduce que los accidentes en esta clase de industria se generan por actos y condiciones inseguras en las construcciones, los cuales provocan que las causas más importantes de estos incidentes vengan por parte del factor humano, carencia de protección personal y equipos inseguros que se emplean en las obras (26).

Ahora bien, las razones por las cuales surgen accidentes en los sitios de construcción son debido a la carencia de capacitaciones para los operarios, trabajadores no calificados, mala gestión de la seguridad del lugar y poca conciencia de las actividades peligrosas en el sitio de trabajo (27). Por ende, las causas de accidentes más probables son debido a una inadecuada gestión de la seguridad y salud en el lugar. Para un menor porcentaje, se registran incidentes durante el transporte de los trabajadores hacia el lugar de la obra o construcción (28).

### Efectos consecuentes de un accidente a lo largo de la utilización de maquinaria pesada en la construcción

Existen diferentes efectos consecuentes de un accidente que se clasifican en costos directos y costos indirectos (29,30). Los directos aluden al costo del seguro, facturas médicas, responsabilidad y pérdida de propiedad; entre tanto, los costos indirectos comprenden lo que es el transporte, el tiempo que se pierde en funerales y el análisis de fatalidades, además del tiempo de inactividad de equipos estropeados (31,32).

En consecuencia, a estos accidentes en la industria de la construcción, los trabajadores suelen ser afectados psicológicamente, física y económicamente (33). No obstante, Shahab Hosseinian y Jabbarani Torghabeh opinaron que los accidentes

en el sitio de construcción de edificios conducen a retrasos en la finalización del proyecto (34,35). La falta de implementación y garantía de la seguridad contra accidentes en los proyectos ha afectado negativamente las obras (36,37). Por ello, los accidentes en los lugares de construcción es una de las primeras causas por las que hay posibles retrasos en el proyecto, ya que afecta la calidad de las obras (38-40).

### **Seguridad y salud para operarios de maquinaria pesada**

El sector de la construcción es popular por sus altos niveles de accidentes. Esto ocurre tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, y ello afecta la economía, ya que se espera un gasto considerable durante el desarrollo de la infraestructura (41,42). Por ello, es importante una mejora urgente en el sistema de seguridad y salud, implantando soluciones específicas en la mitigación de riesgos laborales para esta industria.

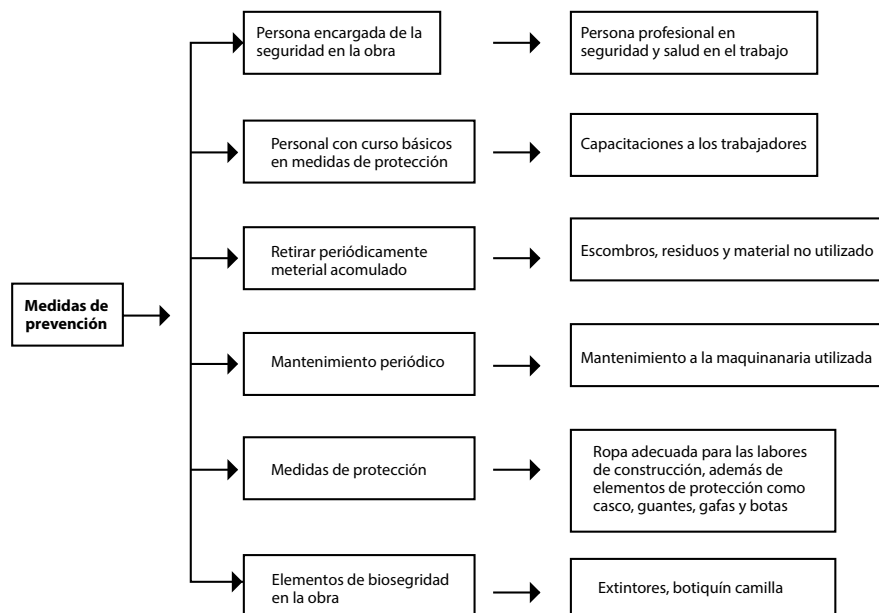
Al estar los operarios en contacto con este tipo de elementos pesados, cualquier falla o distracción podría llegar a causar accidentes graves; de ahí que se deba conocer el alcance de los riesgos asociados, mediante un sistema de seguridad que incluirá los peligros de la maquinaria desde su fabricación hasta su último uso (43,44). Los accidentes se pueden producir por una deficiencia

de seguridad en el diseño del equipo o por un deficiente uso o utilización de la máquina (45).

Se debe contar con un plan de emergencia para los riesgos y peligros que se lleguen a presentarse por accidentes de causa natural (46), es decir, terremotos, huracanes o inundaciones (47,48). Para establecer medidas de prevención, es necesario tener en cuenta el tipo de maquinaria que se está utilizando, según su capacidad y funcionamiento (49). Existen maquinarias pesadas, semipesadas, livianas, que pueden ser móviles, fijas o impulsadas, capaces de generar un mayor impacto que otras (49,50). Para evitar esto, a manera general, existen ciertas medidas preventivas durante la construcción, como las mostradas en la figura 1.



**Figura 1.** Medidas de prevención para la industria de la construcción



Los equipos pesados que se usan en los sitios de construcción, por su capacidad de levantar cargas pesadas, fácilmente abarcan una gran gama de maquinaria, como grúas, montacargas, camiones de volteo, entre otros. En la tabla 2 se observan los diferentes riesgos que se pueden ocasionar al usarlos.

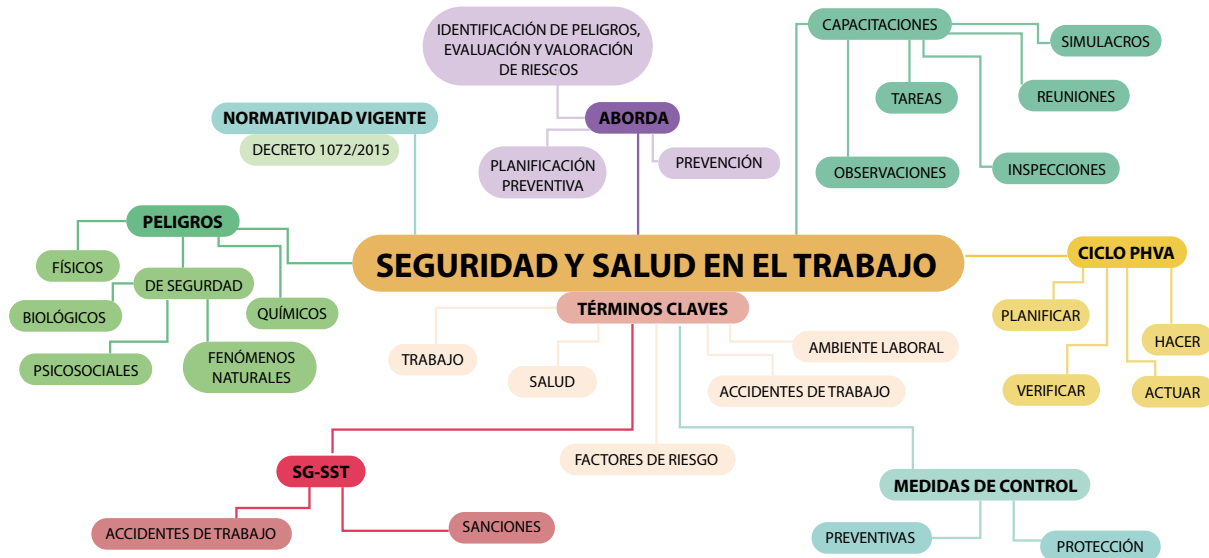
La seguridad es crucial en todas las industrias, pero en la de la construcción es primordial que se aplique un sistema sin fallas, por lo que es importante que cada empresa conozca y aplique todo en relación con la seguridad y la salud en el trabajo (51,52). En la figura 2 se logra visualizar,

**Tabla 2.** Riesgos durante el manejo de maquinaria pesada en construcción

Riesgos	Generado por
Físicos	Ruido, vibraciones, iluminación, temperatura y humedad
Ergonómicos	Posturas inadecuadas, levantar demasiado peso, muchas horas en la misma rutina
Psicológicos	Estrés, fatiga, debilidad mental

de una manera creativa y sencilla, lo que es y de lo que está compuesto un sistema de seguridad y salud.

**Figura 2.** Mapa mental del sistema de seguridad y salud en áreas de trabajo



Fuente: tomado de (51).

Para evitar los incidentes en el campo laboral es necesario aplicar las normas de seguridad OSHA. Al seguirlas, los trabajadores reducen el número de accidentes ocurridos o, en su defecto, la gravedad de muchas lesiones que ocurren por algún incidente (53,54). Además, los contratantes deben recibir trabajadores calificados para desempeñar su trabajo y estos, así mismo, recibir una capacitación apropiada para operar maquinaria (55-57). También es preciso tener en cuenta que, aun cuando el empleado esté calificado para operar la máquina, se puede presentar un incidente si esta no se opera de manera cuidadosa (58-60).

Ante todo, es necesario designar a un técnico de prevención, quien se encargará de revisar el sitio donde se va a realizar la construcción para identificar y evaluar los posibles riesgos, informando de ellos por medio de reuniones informativas periódicas (61,62). También se debe nombrar a un responsable para la coordinación y cumplimiento del procedimiento de seguridad, quien se asegurará de que exista la señalización necesaria para demarcar la obra, de que haya suficiente ventilación en el área de trabajo, de supervisar y mantener bajo control el uso de las herramientas, de estar al tanto de la seguridad respecto a los cables y conexiones eléctricas y de conservar la zona de trabajo limpia sin estorbo de escombros.

## CONCLUSIONES

Los accidentes son causados por una amplia gama de factores, algunos de los cuales son actos inseguros, naturaleza única de la industria, condición de seguridad en el área de trabajo y déficit respecto a la aplicación de la seguridad y salud. Con la revisión de literatura, se identificaron las causas más importantes de los accidentes en obras de construcción, así como la carencia de un adecuado plan de prevención, aunque en algunas ocasiones se identificó que los obreros desobedecen las normativas impuestas. Se hace necesario establecer parámetros no negociables o normas para que los trabajadores tomen conciencia en sus sitios de trabajo y puedan comprender los procesos de la construcción.

Se sugiere hacer más estudios en relación con otros factores que influyan en el desarrollo de los accidentes en estas empresas, como padecimiento de enfermedades silenciosas o de tipo crónico asintomáticas, que llevan a que los trabajadores no puedan rendir de forma óptima y sean un factor de riesgo para los accidentes. Igualmente, se sugiere que dentro de los planes de seguridad y salud en el trabajo se incluya seguimiento periódico a esos pacientes en relación con su estado de salud y verificación con exámenes de laboratorio como medida de prevención.

## AGRADECIMIENTOS

A los orientadores en la elaboración del artículo y ajustes de las imágenes.

## FINANCIACIÓN

Financiación propia.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

## REFERENCIAS

1. Zabaleta Torres R, Gómez Vergel Y, Fernández Guzmán N, Vargas Miranda K. Evaluación de cumplimiento de los protocolos de trabajo seguro en alturas en la construcción. J Ind Technol [internet]. 2029;16(3):23-32. Disponible en: [https://www.jint.usach.cl/sites/jint/files/art.\\_7\\_v5n2jint003-18p.pdf](https://www.jint.usach.cl/sites/jint/files/art._7_v5n2jint003-18p.pdf)
2. Agudelo H, Hernández A, Cardona D. Sostenibilidad: actualidad y necesidad en el sector de la construcción en el sector de la construcción en Colombia. Gest Ambient [internet]. 2012;15(1):105-17. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/30825>

3. Solís Carcaño R. Riesgos en la salud de los trabajadores de la construcción. Ingeniería [internet]. 2006;10(2):67-74. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/467/46710207.pdf>
4. Othman I, Majid R, Mohamad H, Shafiq N, Napiiah M. Variety of accident causas in construction industry. MATEC Web Conf [internet]. 2018;20-3. <https://doi.org/10.1051/matec-conf/201820302006>
5. Comunicarse. Nueva publicación de la OIT para promover un lugar de trabajo seguro y saludable [internet]. 2017. Disponible en: <https://www.comunicarseweb.com/noticia/nueva-publicacion-de-oit-para-promover-un-lugar-de-trabajo-seguro-y-saludable>
6. En Colombia, cada día se registran 668 accidentes laborales. El Tiempo [internet]. 2021 oct 12. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/economia/finanzas-personales/accidentes-laborales-cada-dia-se-registran-668-casos-624669>
7. Organización Internacional del Trabajo (OIT). Muertes laborales [internet]. 2020. Disponible en: <https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang--es/index.htm>.
8. Al-Tabtabai HM. Analyzing construction site accidents in Kuwait. J Sci Eng [internet]. 2002;2(29). Disponible en: <http://pubcouncil.kuniv.edu.kw/kjs/files/13Feb2013090052A-analyzing%20construction%20sites%20accidents%20in%20Kuwait%20University.pdf>
9. Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales. Guía práctica para la gestión de accidentes de trabajo en las empresas del sector de grúas móviles autopropulsadas [internet]. 2014. Disponible en: <https://fsc.ccoo.es/9e1aa30225520dbf0dbeae4881b5668c000050.pdf>
10. Escuela de Operación y Mantenimiento. Procedimientos seguros con maquinaria de excavación [internet]. 2014. Disponible en: [https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/presentacion\\_proyectos\\_investi/es\\_jt120903/adjuntos/presentacion2.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/presentacion_proyectos_investi/es_jt120903/adjuntos/presentacion2.pdf).
11. Universidad Richard Mamani. Manual maquinaria pesada y equipo de construcción [internet]. 2012. Disponible en: <https://es.sli-deshare.net/YuliSusan/manual-maquinariapesadaequipolivianoconstruccion>
12. Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Operación y mantenimiento de maquinaria pesada [internet]. 2007 oct 1-12. Disponible en: [http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/14742/decd\\_5016.pdf?sequence=1](http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/14742/decd_5016.pdf?sequence=1)

13. Alidin AC. The study on operational and safety of heavy machinery in construction site [proyecto del estudiante en internet]. Universiti Teknologi Mara, Department of Building Surveying; 2010. Disponible en: <https://ir.uitm.edu.my/id/eprint/25618/>
14. Colmena Seguros. Uso y desinfección de maquinaria pesada [internet]. 2020. Disponible en: <https://www.colmenaseguros.com/imagenesColmenaARP/contenido/coronavirus/boletin10/p10-Cartilla%20Maquinaria%20pesada.pdf>
15. Manual de prevención de riesgos laborales para retroexcavadora y pala cargadora [internet]. 2018. Disponible en: <https://academia-formacion.com/wp-content/uploads/2018/08/MANUAL-PREVENCIÓN-RETRO-PALA.pdf>
16. Instituto Navarro de Salud Laboral. Riesgos comunes y genéricos de la maquinaria y equipos agrarios [internet]. 2010. Disponible en: <http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/093D198D-D0DD-41DF-827C-8B2E8B-165C5E/0/02unidad2.pdf>
17. Opeyemi S, Razali H, Mohd M. Accident causal factors on the building construction sites: a review. *Int J Buil Environ Sustainab*. 2018;5(1). <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101712>.
18. Núñez Arteaga CA. Análisis sobre la importancia de la seguridad y salud en el trabajo en el sector de la construcción en Colombia. *Rev Ing Mat Cienc Inform*. 2010;8(15):45-53. <https://doi.org/10.21017/rimci.2021.v8.n15.a91>
19. GreenBerg & Stein. Struck-by construction accidents. IMC [internet]. 2018. Disponible en: <https://greenbergandstein.com/personal-injury/construction-accidents/struck-by-accidents/>
20. Mohd Nawī M, Ibrahim S, Affandi R, Rosli N, Basri F. Factor affecting safety performance construction industry. *Int J Proj*. 2016;6(58):280-5. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(98\)00042-8](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(98)00042-8)
21. Lipsig Shapey Manus & Moverman. Los peligros de la maquinaria pesada en las obras de construcción [internet]. 2015. Disponible en: <https://lipsigabogadosnuevayork.com/peligros-de-la-maquinaria-pesada-construccion/>.
22. Timofeeva S, Ulrikh D, Tsvetkun NV. Evaluación de riesgos ocupacionales en los cargos de mayor accidentalidad en la empresa MANSEL SAS. *Procedia Eng*. 2017;206:911-7. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.10.571>

23. Hola B, Nowobilski T, Szer I, Szer J. Identification of factors affecting the accident rate in the construction industry. *Procedia Eng.* 2018;12(2):35-42. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.11.018>
24. Al-Khaburi S, Amoudi O. Analysis of accident causes at construction sites in Oman. *Jordan J Civ Eng [internet]*. 2018;12(2). <https://jjce.just.edu.jo/issues/paper.php?p=4250.pdf>
25. Dogan O, Akcamete A. Detecting falls-from-height with wearable sensors and reducing consequences of occupational fall accidents leveraging IoT. En: Mutis I, Hartmann T, editores. *Advances in informatics and computing in civil and construction engineering*. Springer; 2018. p. 207-14. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-00220-6\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-030-00220-6_25)
26. Ali AS, Kamaruzzaman SN, Sing GC. A study on causes of accident and prevention in Malaysian construction industry. *J Des Built Environ [internet]*. 2010;3:95-104. Disponible en: <https://docplayer.net/3173554-A-study-on-causes-of-accident-and-prevention-in-malaysian-construction-industry.html>
27. Chen Goh K, Hwang Goh H, Faizal Omar M, Choon Toh T, Mohd Zin A. Accidents preventive practice for high-rise construction. *Sciences.* 2016;13(5):123-32. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101723>
28. Gurcanli GE, Mungen U. Analysis of construction accidents in turkey and responsible parties. *Ind Health.* 2013;51(6):581-95. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2012-0139>
29. Wan Azmi WF, Saidin Misnan M. A case for the introduction of designers' safety education (DSE) for advanced engineering forum. *Trans Tech Publication.* 2013;10:160-4. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AEF.10.160>
30. Kolo DN. Safety Issues involving workers on building construction sites in Nigeria: an Abuja study [internet]. Institute of Graduate Studies and Research; 2015. p. 125-32. Disponible en: <http://i-rep.emu.edu.tr:8080/jspui/bitstream/11129/1724/1/KoloDaniel.pdf>
31. Ortiz Soto D, Reinoso Angulo E. Tiempo de interrupción de negocios en la ciudad de México por daños directos y efectos indirectos en edificios a causa del sismo del 19S de 2017. *Ing Sism.* 2017;1-31. <https://doi.org/10.18867/ris.104.538>
32. Ortiz Soto D, Reinoso E. Elementos que contribuyen a la interrupción de negocios en edificios por Sismo. *Ing Sism.* 2019;104:1-31. <https://doi.org/10.18867/ris.104.538>

33. Bonilla Santos J, González Hernández A. Análisis de las causas y consecuencias de los accidentes ocurridos en dos proyectos de construcción. *Rev Ing Constr.* 2016;31(1):5-16. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732016000100001>
34. Shahab Hosseinian S, Jabbarani Torghabeh Z. Major theories of construction accident causation models: a literature review. *Int J Eng Adv Technol.* 2012;4(2):53-66.
35. Ahmed S. Causes of accident at construction sites in Bangladesh. *Organ Technol Manag Constr.* 2019;11(1):1933-51. <https://doi.org/10.2478/otmcj-2019-0003>
36. Sveikaukas L, Rowe S, Mildemberger J, Price J, Young A. Productivity growth in construction. *J Constr Eng Manag.* 2018;142(10):1-18. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001138](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001138)
37. Rudeli N, Viles E, González J, Santilli A. Causas de retrasos en proyectos de construcción. *Ingeniería [internet].* 2018;(16):71-84. Disponible en: <http://revistas.um.edu.uy/index.php/ingenieria/article/view/298>
38. Aziz R, Abdel-Hakam A. Exploring delay causes of road construction projects in Egypt. *Alexandria Eng J.* 2016;55(2):1515-39. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2016.03.006>
39. Gunduz M, Birgonul T, Ozdemir M. Fuzzy structural equation model to assess construction site safety performance. *J Constr Eng Manag.* 2016;143(4):121-32. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001259](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001259)
40. Lozano Serna S, Patiño Galindo I, Gómez Cabrera A, Torres A. Identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia. *Ing Cienc.* 2018;14(27):117-51. <https://doi.org/10.17230/ingciencia.14.27.6>
41. Manu P, Emuze F, Saurin T, Hadikusum B. *Construction health and safety in developing countries.* Routledge; 2020. <https://doi.org/10.1201/9780429455377-1>
42. Mañanes Olmo MM. *La accidentalidad vial laboral: del accidente en misión al accidente en itinere. Especial análisis de la mayor peligrosidad en el trayecto de ida [tesis doctoral en internet].* Burgos: Universidad de Burgos; 2018. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10259/5389>
43. Shao B, Hu, Z, Liu Q, Chen S, He W. Fatal accident patterns of building construction activities in China. *Saf Sci.* 2018;111:253-63. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.07.019>

44. Son H, Kim C. Integrated worker detection and tracking for the safe operation of construction machinery. *Autom Constr.* 2021;126(103670). <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103670>
45. Pinto A, Nunes I, Ribeiro R. Occupational risk assessment in construction industry-Overview and reflection. *Saf Sci.* 2011;49(5):616-24. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.01.003>
46. Marchant Silva AF. Desarrollo de guía de recomendaciones para la gestión del riesgo en proyectos de construcción, utilizando la metodología PMBOK [tesis de grado en internet]. Santiago de Chile: Universidad de Chile; 2012. Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/111841>
47. Manual sobre riesgos en la construcción, daños a la obra y pérdida de beneficios anticipada (ALOP) [internet]. 2008. Disponible en: [https://www.mapfrere.com/reaseguro/es/images/Manual-Riesgos-Construccion-ALOP\\_tcm636-81085.pdf](https://www.mapfrere.com/reaseguro/es/images/Manual-Riesgos-Construccion-ALOP_tcm636-81085.pdf)
48. Calderón Ríos N. Guía metodológica para la utilización y administración de la maquinaria pesada en los proyectos de infraestructura vial [tesis de grado en internet]. Bogotá: Universidad de La Salle; 2020. Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1562&context=ing\\_civil](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1562&context=ing_civil)
49. Galindo Ruiz JS, Silva Núñez HD. Impactos ambientales producidos por el uso de maquinaria en el sector de la construcción [tesis de grado en internet]. Bogotá: Universidad Católica de Colombia; 2016. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10983/12566>
50. Alhajeri M. Health and safety in the construction industry: challenge and solution in the UAE [tesis de doctorado en internet]. University of Coventry; 2011. Disponible en: [https://www.academia.edu/35419335/Health\\_and\\_safety\\_in\\_the\\_construction\\_industry\\_challenges\\_and\\_solutions\\_in\\_the\\_UAE](https://www.academia.edu/35419335/Health_and_safety_in_the_construction_industry_challenges_and_solutions_in_the_UAE)
51. Wilder C. Mapa Conceptual sobre el Dec. 1072 de 2015 [internet]; 2020. Disponible en: <https://carole-wilder.web.app/fresco-22-mapa-conceptual-sobre-el-decreto-1072-de-2015-10-293/>
52. OSHA. Todo sobre OSHA [internet]; 2020. Disponible en: <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/osha3173.pdf>
53. Hinze J, Godfrey R, Sullivan J. Integration of construction worker safety and health in assessment of sustainable construction. *J Constr Eng Manag.* 2013;139(6):594-7. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000651](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000651)



54. Park S, Johnson MD, Hong O. Analysis of occupational safety and health administration (OSHA) noise standard violations over 50 years: 1972 to 2019. *Am J Ind Med.* 2020;63(7):616-23. <https://doi.org/10.1002/ajim.23116>
55. Bedi K, Rahman A, Din Z. Heavy Machinery operators: necessary competencies to reduce construction accidents. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 2020;641(1):012007. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/641/1/012007>
56. Márquez Y. Diseño y aplicación de un objeto virtual de aprendizaje como propuesta para fortalecer el análisis y reporte del extendido de sangre periférica en estudiantes de Bacteriología y Laboratorio Clínico. *CIE.* 2016;2(2):47-55. Disponible en: <https://docplayer.es/199508457-Informacion-articulo-palabras-clave-objeto-virtual-aprendizaje-analisis-reporte-extendido-simulador.html>
57. Casara AA, Soberanes AB, Bautista A, Antúnez AG, Colorado BL, Ramírez BE et al. Las tecnologías de la información y comunicación en la educación latinoamericana: modelos y tendencias de uso. 1ra ed. Colombia: EIDEC;2021. ISBN: 978-958-53018-7-0 <https://doi.org/10.34893/1hfp-y566>
58. Márquez Y. Las TIC en educación en ciencias de la salud: una recopilación de herramientas virtuales y tecnológicas de enseñanza y aprendizaje para la competencia en salud. s. l.: Editorial académica Española; 2020.
59. Shin J, Kim Y, Kim C. The perception of occupational safety and health (OSH) regulation and innovation efficiency in the construction industry: evidence from South Korea. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(5):2334. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052334>
60. Asare BY, Kwasnicka D, Powell D, Robinson S. Health and well-being of rotation workers in the mining, offshore oil and gas, and construction industry: a systematic review. *BMJ Glob Health.* 2021;6(7):e005112. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2021-005112>
61. Johansson J, Berglund L, Johansson M, et al. Occupational safety in the construction industry. *Work.* 2019;64(1):21-32. <https://doi.org/10.3233/WOR-192976>
62. Kekkonen P, Reiman A, Väyrynen S, Rajala HK. Occupational safety and health in shared workplaces according to workplace inspection reports. *Int J Occup Saf Ergon.* 2021;27(2):504-16. <https://doi.org/10.1080/10803548.2019.1600314>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional