Accidentalidad durante el izaje de cargas en el sector de la construcción. Una mirada mundial de los últimos 10 años

Maria Fernanda Rosas Tovar

Universitaria Agustiniana - Uniagustiniana

Facultad de ciencias económicas y administrativas

Especialización en gerencia de la seguridad y salud en el trabajo

Bogotá

2026

Accidentalidad durante el izaje de cargas en sector de la construcción. Una mirada mundial de los últimos 10 años

Maria Fernanda Rosas Tovar

Tutor Diana Derly Bueno Castro

Trabajo para optar al título de especialización en gerencia de la seguridad y salud en el trabajo

Universitaria Agustiniana - Uniagustiniana

Facultad de ciencias económicas y administrativas

Especialización en gerencia de la seguridad y salud en el trabajo

Bogotá

2026

Dedicatoria

A todas aquellas personas que estuvieron conmigo en este camino, gracias por ser parte de este sueño hecho realidad y estar a mi lado en cada nuevo paso que doy.

Tabla de contenido

1. Descripción del problema 13

1.1 Pregunta problema 15

2. Objetivos de la investigación 16

2.1 Objetivo general 16

2.2 Objetivos específicos 16

3. Justificación 17

4. Marco de referencial 20

4.1 Marco teórico 20

4.1.1 Seguridad y accidentalidad en operaciones de izaje a nivel mundial 20

4.1.2 Concepto técnico del izaje de cargas en el sector de la construcción 20

4.1.3 Seguridad en operaciones de izaje. 22

4.1.4 Factores asociados a la accidentalidad en operaciones de izaje. 25

4.1.5 Tipos de accidentes en operaciones de izaje 33

4.1.6 Consecuencias de los accidentes en las maniobras de izaje de cargas en el sector de la construcción. 36

4.1.7 Estrategias de prevención en operaciones de izaje. 38

4.2 Marco conceptual 42

4.2.1 Izaje de cargas 42

4.2.2 Carga suspendida o elevada 42

4.2.3 Zona de influencia o zona de exclusión 43

4.3.4 Accidente en operaciones de izaje 45

4.2.5 Incidente o casi accidente (Near Miss - Close Call) 45

4.2.6 Golpe por objeto en movimiento 46

4.2.7 Atrapamiento 47

4.2.8 Colapso o vuelco de maquinaria 48

4.2.9 Herramientas para el izaje de cargas 48

5. Metodología 51

5.1 Enfoque y tipo de investigación 51

5.2 Estrategia de búsqueda y bases de datos utilizadas 51

5.3 Criterios de inclusión y exclusión para la búsqueda 53

5.3.1 Criterios de inclusión 53

5.3.2 Criterios de exclusión 53

5.3.3 Análisis de datos 54

6. Resultados 55

6.1 Resultados primer objetivo: Describir los principales tipos de accidentes reportados en los artículos. 55

6.2 Resultados segundo objetivo: Establecer las principales consecuencias de los accidentes reportados en los artículos. 56

6.3 Resultados tercer objetivo: Mencionar las principales estrategias de prevención de accidentalidad durante el izaje de cargas descritas en los artículos..... 58

7. Discusión 60

8. Conclusiones 64

9. Referencias..... 66

10. Anexos 71

Resumen (Abstract)

En el sector de la construcción continúa presentando altos niveles de riesgo laboral, especialmente en actividades que implican el izaje de cargas. Este tipo de operaciones combina el uso de equipos de elevación, la manipulación de materiales pesados y la interacción constante entre trabajadores, lo que genera condiciones donde la probabilidad de accidentes puede incrementarse si no se gestionan adecuadamente los riesgos.

El objetivo de este trabajo fue analizar la literatura científica publicada en los últimos diez años, con el fin de identificar los principales tipos de accidentes en operaciones de izaje, sus consecuencias, los factores asociados a su ocurrencia y las estrategias de prevención más relevantes dentro del sector de la construcción en operaciones de izaje.

Para el desarrollo del estudio, se empleó una metodología de revisión bibliográfica, basada en la selección y análisis de artículos científicos indexados en bases de datos académicas. Los documentos fueron elegidos considerando su pertinencia temática, actualidad y relación directa con operaciones de izaje de cargas. A partir de esta revisión, se realizó una organización de la información en categorías que permitieran identificar patrones comunes en la accidentalidad.

Los resultados muestran que los accidentes más frecuentes en este tipo de operaciones corresponden a la caída de cargas, los golpes por objetos en movimiento, los atrapamientos y, en casos más críticos, el colapso de equipos de elevación. Asimismo, se encontró que estos eventos no se originan por una sola causa, sino por la combinación de factores humanos, técnicos, organizacionales y del entorno que interactúan durante la ejecución de las maniobras.

En cuanto a las consecuencias, se evidenció que los accidentes en operaciones de izaje no solo generan lesiones graves o fatales, sino que también impactan el desarrollo de los proyectos,

provocando pérdidas económicas, retrasos en la ejecución de las obras y posibles implicaciones legales para las organizaciones.

Finalmente, se identificó que las estrategias de prevención más efectivas son aquellas que integran diferentes niveles de control, incluyendo el mantenimiento adecuado de los equipos, la capacitación del personal, la planificación de las maniobras, la supervisión en campo y el uso de tecnologías para la detección de riesgos. En este sentido, se concluye que la seguridad en operaciones de izaje no depende de una sola medida, sino de la forma en que se gestionan de manera conjunta los distintos factores que intervienen en el proceso.

Palabras clave: Izaje de cargas, seguridad en construcción, accidentes laborales, gestión del riesgo, grúas, prevención de accidentes, factores de riesgo.

Abstract (resumen)

The construction sector continues to present high levels of occupational risk, particularly in activities involving lifting operations. These tasks require the use of heavy equipment, the handling of suspended loads, and constant interaction between workers, which creates conditions where accidents can occur if risks are not properly managed.

The objective of this study was to analyze scientific literature published over the last ten years in order to identify the most common types of accidents in lifting operations, their consequences, the factors associated with their occurrence, and the main prevention strategies used in the construction sector.

A literature review methodology was applied, based on the selection and analysis of scientific articles from academic databases. The documents were chosen according to their relevance, recency, and direct relation to lifting operations. The information was then organized into categories to identify common patterns in accident occurrence.

The results show that the most frequent accidents include falling loads, struck-by incidents, entrapments, and, in more severe cases, equipment collapse. It was also found that these events are rarely caused by a single factor; instead, they result from the interaction of human, technical, organizational, and environmental conditions during the execution of lifting tasks.

In terms of consequences, accidents in lifting operations not only lead to serious or fatal injuries, but also affect project performance by causing delays, economic losses, and potential legal implications for organizations.

Finally, the study highlights that effective prevention strategies require a combination of actions, including proper equipment maintenance, worker training, task planning, on-site

supervision, and the use of technologies for risk detection. Overall, safety in lifting operations depends on how these different elements are integrated into daily work practices.

Keywords: Lifting operations, construction safety, occupational accidents, risk management, cranes, accident prevention, risk factors.

Introducción

En el sector de la construcción se desarrollan actividades que representa un desafío para la seguridad y salud en el trabajo, debido a que las condiciones operativas son de alto riesgo en donde no basta con solo cumplir las normas de seguridad y procedimientos estipulados, en el ejercicio la condiciones cambian frecuentemente por ejemplo en el izaje de cargas un segundo puede salvar una vida o incluso la obra de construcción, y es en donde las decisiones que se tomen en el momento influyen en la seguridad de los trabajadores.

Una de las actividades que destacan por su complejidad es el izaje de cargas, que no se trata únicamente de levantar o trasladar materiales, se debe coordinar equipos, personas y ciertas condiciones del entorno que no siempre son controlables, pero se deben mitigar al máximo para evitar accidentes. Una condición del entorno como la visibilidad, el clima, el espacio o la interacción con otros elementos del entorno que pueden entorpecer la operación de izaje de cargas, y aumentar el riesgo de accidentes.

Al analizar y revisar la literatura científica, se encuentra que los accidentes en este tipo de operaciones no suelen originarse por una sola causa. En la mayoría de los casos, se presentan cuando coinciden varios factores al mismo tiempo. Puede haber una falla técnica, pero también una mala comunicación o una supervisión limitada. Es esa combinación la que termina generando situaciones peligrosas.

A pesar de los avances en normatividad, capacitación y tecnología, los accidentes asociados al izaje de cargas continúan presentándose en distintos contextos. Esto sugiere que el problema no está únicamente en la falta de conocimiento, sino en cómo se gestionan y aplican las medidas de seguridad en el trabajo diario.

Por eso resulta necesario analizar de manera más amplia este tipo de operaciones, no solo desde lo técnico, sino también considerando los factores humanos, organizacionales y del entorno. Comprender cómo interactúan estos elementos permite tener una visión más completa del riesgo y facilita la identificación de estrategias de prevención más efectivas.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la literatura científica de los últimos diez años para identificar los principales tipos de accidentes en operaciones de izaje, sus consecuencias, los factores asociados a su ocurrencia y las estrategias de prevención utilizadas en el sector de la construcción.

1. Descripción del problema

El sector de la construcción continúa registrando altos índices de accidentalidad laboral, particularmente en actividades que implican el movimiento y manipulación de cargas suspendidas mediante equipos de elevación. Las operaciones de izaje de cargas constituyen una de las maniobras más críticas dentro de los proyectos constructivos debido a la combinación de esfuerzos mecánicos, interacción humana y condiciones ambientales cambiantes que intervienen durante la elevación, traslado y posicionamiento de elementos estructurales.

En el análisis realizado a los artículos científicos se determina que los accidentes asociados al izaje de cargas se manifiestan principalmente a través de desprendimiento o caída de la carga izada caída, desplome parcial de elementos de la carga o maquinaria, fallas en accesorios de izaje, colisiones con estructuras, atrapamientos y golpes a trabajadores ubicados en la zona de influencia de la maniobra (Raviv, et al., 2017; Dong, et al., 2010). Estos eventos, comúnmente clasificados como “golpeado por” y “atrapado en/entre”, representan una proporción significativa de lesiones graves y fatalidades en construcción.

Los estudios analizados coinciden en que la accidentalidad durante el izaje no responde a una causa aislada, sino a la interacción de múltiples factores asociados. En la dimensión humana, se determinan, errores de operadores, falencias en la señalización, falta de competencia técnica, distracción, fatiga y baja percepción del riesgo como elementos recurrentes que incrementan la probabilidad de ocurrencia de eventos adversos (Raviv, et al., 2017; Golovina, et al., 2021).

Desde el ámbito técnico, el análisis destaca fallas mecánicas en maquinaria y accesorios para izaje de carga, defectos estructurales, mantenimiento insuficiente, uso inadecuado de eslingas y accesorios, y limitaciones en el campo visual del operador como factores críticos en la cadena causal de los accidentes (Raviv, et al., 2017). En estudios que aplican marcos sistémicos

de análisis como AcciMap (método de análisis de accidentes basado en el enfoque de sistemas) que es utilizado para investigar y comprender como sucede un accidente dentro de un sistema socio, técnico y complejo, que demuestra que las fallas técnicas suelen estar asociadas a consecuencias de mayor severidad, incluyendo lesiones graves y fatalidades.

En la dimensión organizacional, se identifican debilidades en la planificación de maniobras de izaje, supervisión insuficiente, verificación superficial de certificaciones e inspecciones, y ausencia de análisis sistemático de incidentes y casi-accidentes. La dependencia de reportes manuales posteriores al evento limita la posibilidad de intervención preventiva oportuna (Golovina, et al., 2021). Además, la presión por cumplimiento de plazos y reducción de costos puede llevar a la omisión de procedimientos técnicos exigidos para garantizar maniobras seguras.

Adicionalmente, factores ambientales como una deficiente iluminación, condiciones climáticas adversas, terreno irregular o inestable y ruido elevado pueden afectar la estabilidad de la carga y la capacidad de reacción de los trabajadores, así como la interacción con otros equipos o elementos ajenos a la operación de izaje, aumentando la exposición al riesgo durante el proceso de elevación.

Aunque los avances normativos y tecnológicos desarrollados en los últimos 10 años a nivel mundial, incluyen sistemas de detección de proximidad, sensores avanzados, alarmas bidireccionales y plataformas digitales de gestión de incidente, la investigación arroja que su implementación no es uniforme ni sistemática en las operaciones de izaje. Esta brecha entre el desarrollo tecnológico disponible y su aplicación efectiva en obra contribuye a la persistencia de accidentes relacionados con cargas suspendidas, específicamente en países en desarrollo.

En consecuencia, se evidencia la necesidad de realizar un análisis sistemático de la literatura científica reciente con el fin de identificar los tipos de accidentes más frecuentes, los factores asociados a su ocurrencia y las principales estrategias de prevención implementadas en el contexto del izaje de cargas en el sector de la construcción durante los últimos 10 años a nivel mundial.

1.1 Pregunta problema

¿Cuáles son los principales tipos de accidentes, las consecuencias y los factores asociados a la accidentalidad durante las operaciones de izaje de cargas en el sector de la construcción, según la evidencia científica publicada en los últimos diez años?

2. Objetivos de la investigación

2.1 Objetivo general

Identificar los factores relacionados con la accidentalidad durante el izaje de cargas.

2.2 Objetivos específicos

1) Describir los principales tipos de accidentes reportados en los artículos.
2) Establecer las principales consecuencias de los accidentes reportados en los artículos.
3) Mencionar las principales estrategias de prevención de accidentalidad durante el izaje de cargas descritas en los artículos.

3. Justificación

El análisis de accidentes del sector de la construcción debe sustentarse por su participación porcentual dentro del total de accidentes, pero también en la magnitud del daño potencial y la complejidad de los riegos involucrados. El sector constituye un entorno de alta vulnerabilidad donde la ocurrencia de un solo evento puede ocasionar consecuencias humanas, económicas y legales de gran magnitud.

Según la (OIT) en los países desarrollados los trabajadores del sector de la construcción presentan una posibilidad de sufrir accidentes mortales que es entre tres y cuatro veces superior en comparación con trabajadores de otras industrias. En comparación con los países en desarrollo, los trabajadores presentan un riesgo aun mayor, puesto que pueden estar en riesgo entre tres y seis veces más alta probabilidad de tener accidentes mortales que otros sectores económicos.

El sector de la construcción continúa presentando altos niveles de accidentalidad laboral, especialmente en actividades relacionadas con el izaje y la manipulación de cargas con maquinaria. Es por esto que las operaciones con cargas suspendidas constituyen un escenario de alto riesgo, por la frecuencia en la que ocurren accidentes como colapsos de grúas, caídas de materiales y fallas estructurales, los cuales pueden generar consecuencias graves e incluso fatales (Aneziris, et al., 2008; Zhou, et al., 2018).

Desde el punto de vista técnico, el análisis del riesgo en actividades de izaje ha evidenciado que los accidentes no obedecen a una causa única, sino a la interacción de diversos factores. Según Aneziris, et al., (2008), desarrollaron un modelo cuantitativo que identifica como elementos clave en la cadena causal identifica aspectos como fallas operativas, sobrecarga, errores en el aseguramiento de la carga y deficiencias en las medidas de protección para los

trabajadores. También los autores señalan que las consecuencias de estos eventos pueden clasificarse en humanas como lesiones leves, graves o fatales, daños materiales incluyendo los daños a la infraestructura, pérdida de equipos o retrasos en la ejecución de obras y organizacionales, como la suspensión de la obra, implicaciones legales y afectaciones a la reputación de la organización, lo que evidencia la complejidad y severidad asociadas a las maniobras de izaje, en las que intervienen factores técnicos, humanos, organizacionales y del entorno.

Zhou, et al., (2018), determina que la seguridad en las maquinarias de izaje se tienen niveles de influencia como es regulatorio, organizacional de gestión operativo y técnico que contribuyen en la ocurrencia de los accidentes. Reforzando que la seguridad en la operación de izaje no depende únicamente del operador o las condiciones del equipo, también influyen factores como la toma de decisiones organizacionales, la supervisión, la planificación y las condiciones del entorno, funcionando entre sí en un enfoque sistémico.

En el artículo de Golovina, et al., (2021), se encontró que una parte importante de los accidentes en construcción se asocia a la interacción peligrosa entre trabajadores y maquinaria de izaje denominados factores humanos y organizacionales en donde se presentan dificultades como visibilidad, la detección temprana de riesgos y fallas en los sistemas de alerta, evidenciando así la implementación urgente de estrategias preventivas de carácter proactivo para la mitigación de accidentes de trabajo.

La falta de capacitación, la baja cultura de seguridad por parte de los trabajadores, las fallas de los equipos no detectadas a tiempo y la supervisión deficiente constituyen causas recurrentes de accidentalidad en las operaciones de izaje de cargas, es lo que determina Abukhashabah, et al., (2020).

Los accidentes de trabajo en las operaciones de izaje continúan ocurriendo con consecuencias leves hasta fatales, a pesar de que en países como Australia, China, entre otros han desarrollado grandes avances tecnológicos orientados a la identificación de peligros, y la mitigación de los mismos.

La presente monografía contribuye a la consolidación de conocimiento técnico y académico sobre la accidentalidad en el izaje de cargas, integrando enfoques cuantitativos de evaluación del riesgo y perspectivas sistémicas de análisis, con el propósito de fortalecer la comprensión del fenómeno y orientar estrategias de prevención basadas en evidencia de los últimos 10 años, a nivel mundial.

4. Marco de referencial

4.1 Marco teórico

4.1.1 Seguridad y accidentalidad en operaciones de izaje a nivel mundial

A nivel mundial, los accidentes en operaciones de izaje siguen siendo un tema que preocupa dentro del sector de la construcción. Aunque existen diversos avances en tecnología y normatividad, en la práctica estos eventos continúan ocurriendo y, en muchos casos, con consecuencias graves.

En el estudio de diferentes artículos científicos, se encuentra que los incidentes relacionados con grúas no responden a una sola causa. Por ejemplo, Lingard, et al., (2021), identifican una gran cantidad de factores que intervienen al mismo tiempo en este tipo de eventos. Esto deja ver que el problema es más complejo de lo que parece, ya que no depende únicamente del operador o del equipo.

Por otro lado, Zhou, et al., (2018), proponen entender la seguridad desde un enfoque más amplio, donde intervienen diferentes niveles dentro del sistema de trabajo. Esto ayuda a explicar por qué, incluso con controles establecidos, los accidentes siguen ocurriendo.

Además, cuando se analizan accidentes y casi accidentes, se observa que las operaciones de izaje concentran eventos de alta gravedad dentro del sector construcción (Raviv, et al., 2017). Esto confirma que no se trata de situaciones aisladas, sino de un problema que se repite en distintos contextos.

4.1.2 Concepto técnico del izaje de cargas en el sector de la construcción

Las operaciones de izaje de cargas son claves en el sector de la construcción, ya que permite levantar, trasladar y reubicar materiales, a través de equipos especializados como grúas torre, grúas móviles entre otros sistemas diseñados para la manipulación de cargas suspendidas.

En la construcción puede parecer un proceso rutinario, pero en realidad exige un alto nivel técnico, debido a la interacción de diferentes variables físicas y mecánicas que deben ser vigiladas rigurosamente para asegurar una operación segura.

Zhou et al. (2018) interpretan un punto técnico y es que las maniobras de izaje implican comprender y manejar principios como las fuerzas de tracción, estabilidad de la estructura, el equilibrio y el comportamiento dinámico de las cargas suspendidas, lo que quiere decir que un pequeño error o cambio en las condiciones de la operación puede alterar el equilibrio del sistema ocasionando riesgos a la seguridad e integridad de los trabajadores y la operación en conjunto.

Es importante tener en cuenta que durante el izaje se acumula gran cantidad de energía potencial, producido por el peso de la carga y la altura a la que es elevada, en el caso de que esta energía sea liberada de forma descontrolada podría provocar eventos de gran importancia en la operación. Es por eso que la interacción entre la carga suspendida y la estructura de la maquinaria es uno de los puntos más críticos, debido a que cualquier cambio en ese equilibrio puede ocasionar grandes daños.

Raviv et al. (2017) señalan que elementos como cables, eslingas, ganchos y otros dispositivos de sujeción son fundamentales para garantizar la seguridad durante el izaje. Estos componentes están sometidos de forma continua a esfuerzos y desgaste, por lo que mantener su buen estado es clave para prevenir falla. En caso de que presenten deterioro no detectado, o sean instalados de manera incorrecta o se utilizan de forma inadecuada, pueden dar lugar a incidentes con consecuencias graves.

Las inspecciones técnicas cumplen un rol clave en la gestión del riesgo durante las operaciones de izaje, según Wu, et al., (2022), evidencian que las revisiones en campo permiten detectar a tiempo fallas estructurales, componentes desgastados y condiciones del entorno que

podrían afectar la estabilidad del equipo. Estas evaluaciones no solo ayudan a prevenir fallas mecánicas, sino que también facilitan la toma de decisiones más acertadas antes y durante la maniobra.

Ji et al. (2023) resaltan en su artículo la importancia del entorno en este tipo de actividades puesto que factores como el clima, la velocidad del viento, el espacio disponible y la presencia de otros equipos o trabajadores pueden influir directamente en el comportamiento de la carga y aumentar el nivel de riesgo. Es por esto que el izaje no puede verse únicamente desde el punto de vista del equipo, también como un proceso integral en el que intervienen aspectos técnicos, humanos y ambientales.

Las operaciones de izaje de cargas son altamente sensibles, en donde una pequeña variación en cualquiera de los elementos pueden ocasionar consecuencias desproporcionadas como lo mencionan Kan et al. (2020). Comprender la naturaleza técnica del izaje no solo permite identificar los riesgos asociados, sino también fortalecer las estrategias de prevención y control, contribuyendo así a mejorar los niveles de seguridad en el sector de la construcción.

4.1.3 Seguridad en operaciones de izaje.

La seguridad en las operaciones de izaje de cargas es clave dentro de la gestión del riesgo en el sector de la construcción. Esto se explica por el peso de las cargas que se manipulan, la complejidad de los equipos y la interacción constante entre trabajadores, maquinaria y condiciones del entorno, diferentes estudios han evidenciado que el uso de grúas está asociado a eventos de alta gravedad, como colapsos estructurales, caídas de cargas y fallas durante la instalación u operación de los equipos (Zhou et al., 2018). Como lo plantean Yang, et al., (2023), en su artículo, la seguridad en las operaciones de izaje no dependen únicamente del desempeño del operador, son el resultado de la interacción de múltiples factores que actúan en distintos

niveles del sistema. Bajo este enfoque sociotécnico, los accidentes no son hechos aislados, sino consecuencia de fallas en el control del riesgo que pueden originarse en aspectos regulatorios, organizacionales, de gestión y operativos. Esto implica que decisiones relacionadas con la planificación, la supervisión o incluso la cultura de seguridad pueden influir directamente en la ocurrencia de incidentes.

En un plano técnico, Mohammad et al. (2024) señalan que las condiciones que aumentan la probabilidad de accidentes, son las limitaciones en el campo visual del operador, la presencia de puntos ciegos y la dificultad para detectar a tiempo a los trabajadores cercanos. De acuerdo con Golovina et al. (2021), estas situaciones favorecen eventos como golpes por objetos o atrapamientos, especialmente en entornos donde coinciden varias actividades al mismo tiempo.

También la complejidad de los equipos de elevación son un factor determinante, debido a que la maquinaria y todos sus componentes son sometidos a esfuerzos constantes que con el uso frecuente generan desgaste o deterioro, si estas condiciones no se identifican y controlan mediante inspecciones y mantenimiento adecuados, pueden comprometer la estabilidad del sistema y aumentar el riesgo de fallas (Zhou et al., 2018). Por ello, contar con programas de mantenimiento preventivo y correctivo es fundamental para garantizar la seguridad.

La coordinación entre las personas involucradas también es clave para el desarrollo de las operaciones de izaje, una comunicación clara y oportuna entre operadores, señalizadores y supervisores permite anticipar riesgos y tomar decisiones acertadas durante la ejecución Wei et al., 2024. Cuando esta coordinación falla, aumenta la probabilidad de errores que pueden derivar en incidentes graves.

Como también las condiciones del entorno, como el clima, el espacio disponible o la interferencia con otras actividades, influyen directamente en la seguridad de estas operaciones.

Por esta razón, el análisis del riesgo no debe centrarse únicamente en el equipo, sino también en el contexto en el que se desarrolla la actividad.

Y como lo indican An et al. (2028), la seguridad en el izaje de cargas es el resultado de la interacción dinámica entre factores técnicos, humanos y organizacionales. Comprender esta complejidad permite adoptar un enfoque integral de gestión del riesgo, enfocado no solo en corregir fallas, sino en prevenirlas a través de una adecuada planificación, supervisión y mejora continua.

En cuanto al componente humano, factores como la falta de experiencia, la capacitación insuficiente y una baja cultura de seguridad han sido identificados como causas frecuentes de accidentes en la construcción (Abukhashabah et al., 2020). Estas condiciones, sumadas a la presión operativa y a una coordinación deficiente entre el personal, incrementan la exposición al riesgo durante las maniobras de izaje. Por ello, la seguridad debe abordarse de manera integral, combinando el control técnico, el fortalecimiento de las competencias del personal, una supervisión efectiva y el uso de tecnologías de monitoreo preventivo (Sadeghi et al., 2020), con el fin de reducir la probabilidad de eventos graves.

Finalmente, dentro del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), las actividades con cargas suspendidas son consideradas de alto riesgo debido a su potencial de generar accidentes severos. Por esta razón, la normativa exige la implementación de medidas preventivas, sistemas de protección, capacitación certificada, procedimientos seguros y planes de emergencia, orientados a proteger la integridad de los trabajadores y minimizar la ocurrencia de incidentes.

4.1.4 Factores asociados a la accidentalidad en operaciones de izaje.

En la revisión de los artículos científicos que fueron seleccionados, se clasifican los factores asociados a la accidentalidad en operaciones de izaje en cuatro grandes dimensiones: humanos, técnicos, organizacionales y del entorno.

Factores humanos.

Los factores humanos representan una de las dimensiones más influyentes en la ocurrencia de accidentes dentro del sector de la construcción. En diferentes estudios se ha evidenciado que aspectos como la falta de experiencia, la capacitación insuficiente y una baja percepción del riesgo son elementos que contribuyen de manera significativa a la accidentalidad laboral (Abukhashabah, et al., 2020). Son condiciones que afectan directamente la capacidad de los trabajadores para reconocer peligros y aplicar procedimientos seguros, especialmente en actividades críticas como las operaciones de izaje de cargas.

En el estudio incidentes y casi accidentes se permite identificar que muchos de estos eventos están relacionados con errores en la ejecución de procedimientos o en la evaluación de las condiciones de riesgo (Raviv et al., 2017). Sin embargo, estos errores no deben entenderse únicamente como fallas individuales, sino como el resultado de deficiencias más amplias en aspectos como la formación, la supervisión y la cultura de seguridad dentro de las organizaciones.

Los factores humanos no solo se limitan a lo que hace el trabajador, también incluyen su experiencia, su capacidad para tomar decisiones y la manera en que percibe los riesgos en su entorno laboral. De acuerdo con Abukhashabah et al. (2020), tanto la formación como la experiencia tienen un impacto directo en la probabilidad de que ocurran accidentes,

especialmente en actividades complejas como el izaje de cargas. En los errores más frecuentes se encuentran fallas en la señalización, problemas de comunicación, una evaluación inadecuada de la estabilidad de la carga y ubicaciones inseguras dentro del área de trabajo, situaciones que aumentan significativamente la exposición al riesgo.

Sin embargo Zhou et al. (2018) advierten que los errores humanos no deben analizarse de una manera aislada. Dentro de un enfoque sociotécnico, el comportamiento de los trabajadores está influenciado por factores organizacionales como la presión por cumplir metas de producción, la cultura de seguridad de la empresa, la calidad de la supervisión y la disponibilidad de recursos. Todos estos aspectos condicionan la forma en que las personas actúan y toman decisiones en su trabajo.

Lingard et al. (2021) señalan que muchos de los llamados “errores humanos” tienen su origen en condiciones organizacionales previas. Esto indica que los comportamientos inseguros no son solo responsabilidad del trabajador, sino que en muchos casos reflejan fallas en la gestión de la seguridad.

Es por esto que los factores humanos no deben entenderse como la causa principal de los accidentes, sino como el resultado de una cadena de decisiones y condiciones estructurales que influyen en el desempeño de las personas. Comprender esta relación permite abordar la seguridad de forma más integral, enfocando las acciones no solo en el individuo, sino también en la mejora de los procesos organizacionales y las condiciones de trabajo.

Factores técnicos.

Los equipos de izaje están conformados por sistemas estructurales, mecánicos y eléctricos que deben funcionar de manera adecuada para garantizar la estabilidad de la operación. Cuando

se presentan fallas en sus componentes, como desgaste por el uso continuo o un mantenimiento deficiente, se puede ver afectada tanto la capacidad de carga como la estabilidad de la grúa (Zhou et al., 2018).

En diferentes artículos se evidencia que este tipo de maquinaria tienen fallas técnicas, como defectos en los accesorios de izaje o errores en la configuración estructural, pueden provocar eventos graves, entre ellos colapsos o caídas de materiales (Raviv et al., 2017). En muchos casos, estas situaciones están relacionadas con procesos inadecuados de inspección y mantenimiento.

Además, la relación entre el trabajador y la maquinaria se ha identificado como un aspecto crítico desde el punto de vista técnico, ya que una interacción inadecuada puede incrementar significativamente el riesgo durante las operaciones. Las zonas ciegas y la limitada visibilidad del operador aumentan la probabilidad de incidentes por proximidad, especialmente cuando no se cuenta con sistemas tecnológicos de detección y alerta (Golovina et al., 2021). La incorporación de tecnologías de monitoreo en tiempo real se plantea como una estrategia para fortalecer el control técnico del riesgo.

Los factores técnicos constituyen las condiciones materiales inmediatas que pueden desencadenar un evento accidental. Estos incluyen fallas mecánicas, defectos estructurales, deterioro de componentes, mantenimiento insuficiente y errores en accesorios de izaje.

Raviv et al. (2017), en su análisis de accidentes y casi accidentes en grúas, identifican que las fallas técnicas asociadas a sistemas de elevación presentan un alto nivel de peligrosidad. Estas fallas incluyen:

La rotura de claves o eslingas se refiere a la pérdida de integridad mecánica del elemento flexible que sostiene la carga durante la maniobra de izaje. Los cables de acero que son

utilizados en grúas torre y móviles. Están sometidos a tracción constante, flexión repetitiva y desgaste por fricción. Y las eslingas pueden ser de acero, poliéster o cadena. Se usan para conectar la carga al gancho.

- La rotura puede producirse por:
- Sobrecarga
- Fatiga del material por ciclos repetitivos
- Corrosión
- Daños por aplastamiento o corte
- Mala instalación o ángulo incorrecto de izaje

El análisis de accidentes en grúas torre demuestra que las fallas en componentes de izaje, incluyendo cables y accesorios, se encuentran entre los factores técnicos de mayor peligrosidad, especialmente cuando no se detectan oportunamente mediante inspecciones sistemáticas (Raviv et al., 2017). Desde el enfoque sociotécnico aplicado al análisis de colapsos de grúas, se ha identificado que el deterioro de los componentes estructurales y de sujeción suele estar relacionado con fallas en el mantenimiento preventivo y en el control técnico Zhou, et al., 2018. Por esto la rotura de cables o eslingas no es solo un daño aislado del material, también es una señal de debilidades en la gestión técnica del equipo.

Los ganchos de carga que son el punto de conexión entre el sistema de elevación y la carga suspendida, cumplen un papel crítico en la estabilidad de la operación. Pueden presentar defectos como deformaciones, desgaste excesivo, grietas o fallas en el pestillo de seguridad que pueden comprometer seriamente el sistema de izaje. Estudios como Raviv, et al., 2017, que analizan diferentes incidentes en grúas muestran que este tipo de fallas en componentes de conexión representa un riesgo importante, especialmente cuando las inspecciones no se realizan

con el rigor técnico necesario. Además estas fallas pueden estar asociadas a deficiencias en la supervisión y el control organizacional Zhou, et al., (2018).

Los limitadores son dispositivos de seguridad diseñados para evitar que la grúa opere fuera de condiciones seguras, como en casos de sobrecarga, exceso de momento o alturas indebidas, funcionan como una barrera técnica de prevención primaria. Según Wu, et al., (2022), realizar inspecciones estructuradas y con trazabilidad es fundamental para asegurar que estos sistemas funcionen correctamente. Cuando estas inspecciones son inexistentes o superficiales, se reduce la capacidad preventiva del equipo, permitiendo que se ejecuten maniobras fuera de los límites seguros sin que el operador lo advierta, el mal funcionamiento de los limitadores refleja una falla en las barreras diseñadas para contener el riesgo antes de que se materialice.

La falla estructural de los equipos de izaje se refieren al colapso parcial o total de elementos como la pluma, la torre, la base o los sistemas de anclaje, son fallas pueden originarse por sobrecarga, errores en el montaje, corrosión, fatiga del material o condiciones inadecuadas del terreno. Zhou, et al., (2018), explican que los colapsos de grúas deben analizarse desde una perspectiva sistémica, ya que generalmente son el resultado de múltiples fallas acumuladas en diferentes niveles del sistema. De igual forma, Wu, et al., (2022), destacan que las inspecciones en campo son una barrera clave para detectar a tiempo estos defectos antes de que evolucionen hacia eventos graves. En este panorama, la falla estructural se considera uno de los eventos más críticos en el sector de la construcción, debido a la gran cantidad de energía involucrada y al alto impacto que puede tener tanto en las personas como en los recursos materiales.

Factores organizacionales.

Los factores organizacionales son clave en la seguridad dentro de las operaciones de izaje de cargas, sin dejar de lado los aspectos técnico y humano, las decisiones que se toman en los niveles superiores de la organización tienen influencia directa en la manera en que se gestionan los riesgos en el entorno operativo. Por ejemplo, la asignación de recursos, la planificación de las maniobras y la implementación de programas de formación y capacitación dependen, en gran medida, de las políticas y lineamientos establecidos por la organización Zhou, et al., (2018).

En organizaciones con ausencia de programas estructurados de seguridad, junto con una supervisión deficiente y la falta de capacitación continua, son factores que incrementan la probabilidad de accidentes Abukhashabah, et al., (2020). Son fallas que no solo afectan el desempeño de los trabajadores, también deterioran la cultura de seguridad dentro de la organización, limitando su capacidad para anticipar, reconocer y controlar los riesgos asociados a las operaciones de izaje.

Lingard, et al., (2021), resaltan que aspectos como la cultura de seguridad, una adecuada planificación de las maniobras y la supervisión directa en campo son fundamentales para prevenir incidentes en operaciones de izaje. Cuando estos elementos no se gestionan correctamente, aumentan las condiciones de riesgo. Situaciones como una planificación deficiente, la falta de análisis previos, la ausencia de zonas de exclusión, una supervisión limitada o una comunicación poco efectiva entre los distintos niveles de la organización pueden facilitar la ocurrencia de accidentes.

El modelo AcciMap, propuesto por Zhou, et al., (2018), ayuda a entender cómo las decisiones tomadas en los niveles más altos de la organización pueden influir directamente en la seguridad a nivel operativo. Demuestra que acciones como reducir el tiempo destinado a

inspecciones, trabajar bajo presión por cumplir cronogramas exigentes o no invertir lo suficiente en mantenimiento preventivo pueden debilitar las barreras de control y aumentar la probabilidad de fallas durante las maniobras.

Y por último Wu, et al., (2022), señalan que en entornos donde predomina la presión por la productividad, es frecuente que las inspecciones se omitan o se realicen de forma superficial lo que limita la capacidad del sistema para identificar fallas técnicas a tiempo, reduce la efectividad de las medidas preventivas y aumenta la vulnerabilidad frente a posibles incidentes.

Los factores organizacionales pueden entenderse como la base estructural que condiciona tanto los factores técnicos como los humanos. Es decir, las condiciones en las que trabajan las personas y el estado de los equipos no son independientes, sino que están influenciados por decisiones relacionadas con la gestión, la planificación y la cultura organizacional. Por ello, abordar la seguridad en las operaciones de izaje requiere una visión integral que considere no solo los aspectos visibles en campo, sino también las dinámicas internas de la organización que influyen en la gestión del riesgo.

Factores del entorno.

Las condiciones ambientales son un factor clave en la seguridad de las operaciones de izaje, ya que influyen directamente en la estabilidad del sistema y en la capacidad del operador para controlar la maniobra, como la velocidad del viento, la baja visibilidad o el mal clima pueden modificar el comportamiento de la carga suspendida y dificultar su manejo seguro. Zhou, et al., (2018), advierten que estas variables externas pueden generar situaciones de riesgo, especialmente cuando no se consideran adecuadamente en la etapa de planificación.

Las características del entorno de trabajo también tienen un impacto importante, en espacios donde coinciden múltiples actividades, maquinaria y trabajadores, aumenta la probabilidad de incidentes por contacto o colisión. Según Golovina et al. (2021), la cercanía entre personas y equipos pesados, junto con limitaciones en la visibilidad, favorece la ocurrencia de accidentes, sobre todo cuando varias tareas se desarrollan al mismo tiempo. Estas condiciones no actúan de forma independiente, se combinan con factores técnicos y humanos, formando un sistema de trabajo complejo. Por ello, los accidentes en el izaje deben entenderse como el resultado de la interacción entre diferentes elementos. El entorno no solo influye en la ejecución de la maniobra, sino que también puede intensificar los efectos de otras fallas dentro del sistema.

En cuanto a las condiciones físicas del lugar, Wu, et al., (2022), destacan que factores como la estabilidad del terreno o una preparación inadecuada de la base pueden afectar la estructura de las grúas, incrementando el riesgo de inestabilidad. Esto resulta especialmente crítico cuando se manejan cargas pesadas o se trabaja a grandes alturas. A esto se suman otros aspectos que a veces pasan desapercibidos, también afectan la seguridad, como la iluminación insuficiente, los espacios reducidos que limitan la movilidad o la interferencia con otras actividades cercanas. Todos estos elementos aumentan la complejidad de la operación y dificultan la respuesta ante imprevistos.

Por esto es importante evaluar cuidadosamente las condiciones del entorno antes de iniciar cualquier maniobra de izaje, una buena planificación permite anticipar riesgos y definir medidas de control más efectivas. Asimismo, el monitoreo constante durante la operación ayuda a detectar a tiempo cualquier cambio que pueda comprometer la seguridad.

Los factores ambientales son parte esencial del sistema sociotécnico en el que se desarrollan las actividades de izaje, su importancia no solo radica en las condiciones físicas del

entorno, también en como interactúan con los factores técnicos y humanos, y comprender esta relación permite abordar la seguridad de manera integral, reconociendo que el entorno es un elemento dinámico que puede modificar significativamente el nivel de riesgo en la operación.

Interacción sistémica de factores.

De los aportes más relevantes de la literatura revisada es la demostración de que los factores no actúan de manera aislada.

Zhou et al. (2018) y Lingard et al. (2021) coinciden en que los accidentes con grúas surgen cuando múltiples fallas coinciden dentro del sistema. Por ejemplo:

Una falla técnica + supervisión insuficiente + presión por cronograma + trabajador ubicado en zona crítica = evento de alta severidad.

Este enfoque multicausal permite comprender que la accidentalidad en izaje es el resultado de una cadena de vulnerabilidades acumuladas, y no simplemente de un error puntual.

4.1.5 Tipos de accidentes en operaciones de izaje

La revisión de la literatura científica internacional publicada en los últimos diez años permite identificar patrones recurrentes de accidentalidad en operaciones de izaje de cargas en el sector de la construcción. Estos eventos presentan características técnicas y dinámicas específicas, pero comparten un elemento común: la interacción entre cargas suspendidas, equipos de elevación y trabajadores en entornos operativos complejos. Los estudios coinciden en que los accidentes en izaje no solo tienen alta frecuencia relativa dentro del sector construcción, sino que además presentan elevada severidad debido a la magnitud de energía involucrada en las maniobras (Lingard et al., 2021; Zhou et al., 2018).

Uno de los tipos de accidente más críticos corresponde a la caída o desprendimiento de la carga suspendida. Este evento ocurre cuando la carga pierde su sujeción o estabilidad durante la maniobra de elevación, traslado o posicionamiento. Las causas pueden estar asociadas a fallas en cables, eslingas, ganchos o sistemas de sujeción, así como a errores en la fijación de la carga o sobrecarga del equipo. Raviv et al. (2017), en su análisis de accidentes y casi accidentes en grúas torre, identifican que las fallas técnicas relacionadas con componentes de elevación presentan una alta probabilidad de generar eventos severos. La caída de la carga representa una liberación abrupta de energía potencial que puede ocasionar impactos directos sobre trabajadores, estructuras adyacentes o equipos. En sistemas industrializados de construcción, Junjia et al. (2024) también identifican eventos de pérdida de control de la carga ("hoisting load off") como una categoría relevante dentro de los accidentes analizados, lo que evidencia la consistencia de este tipo de evento en distintos contextos constructivos.

Otro tipo de accidente frecuente es el golpe por carga suspendida o por objeto en movimiento**.** Este evento se produce cuando la carga, el brazo de la grúa o algún componente móvil impacta a un trabajador ubicado dentro de la zona de influencia de la maniobra. A diferencia de la caída de carga, el golpe por objeto en movimiento puede ocurrir incluso cuando el sistema técnico funciona correctamente, si no existen controles adecuados de delimitación espacial y coordinación operativa. Golovina et al. (2021) demuestran que la proximidad entre trabajadores y equipos pesados constituye un factor crítico en la generación de incidentes tipo "golpeado por", especialmente cuando no se implementan sistemas de detección de proximidad o mecanismos de alerta temprana. Este tipo de accidente refleja fallas en la gestión del espacio de trabajo y en la coordinación entre operador y señalero, evidenciando que la dimensión organizacional y humana desempeña un papel determinante.

El atrapamiento entre equipo y trabajador constituye otra tipología significativa en operaciones de izaje. Este tipo de evento ocurre cuando el trabajador queda ubicado entre la carga suspendida y una estructura fija, o entre componentes móviles del equipo. Lingard et al. (2021) identifican que los atrapamientos suelen presentarse durante maniobras de posicionamiento final de elementos estructurales, cuando la precisión requerida aumenta la exposición del trabajador a zonas críticas. Este tipo de accidente no puede explicarse únicamente por una falla técnica puntual, ya que también está influenciado por aspectos relacionados con la planificación de la maniobra y la definición adecuada de distancias de seguridad. Desde la perspectiva sociotécnica, los eventos de atrapamiento son el resultado de la interacción entre diversos factores que actúan de manera simultánea. Entre ellos se encuentran elementos técnicos, como el movimiento de la carga; factores humanos, como la ubicación del trabajador dentro del área de operación; y factores organizacionales, asociados a la ausencia o debilidad de protocolos claros que delimiten zonas de exclusión y controlen la exposición al riesgo.

Entre los eventos más críticos en las operaciones de izaje se encuentran el colapso o vuelco de los equipos de elevación, especialmente en grúas torre y grúas móviles, este tipo de accidentes implican la pérdida de estabilidad del equipo, ya sea parcial o total, y puede generar consecuencias graves tanto para los trabajadores como para las estructuras cercanas. Zhou, et al., (2018), explican que estos eventos no se deben a una sola causa, sino a la acumulación de fallas en diferentes niveles del sistema, como decisiones de gestión inadecuadas, supervisión insuficiente, fallas en la inspección o condiciones desfavorables del terreno.

Wu, et al., (2022), resaltan la importancia de las inspecciones en campo como una de las principales actividades de prevención, ya que permite identificar a tiempo defectos estructurales y verificar las condiciones de operación permite actuar antes de que se presenten fallas de gran

impacto. La gravedad de estos colapsos está relacionada, en gran parte, con la cantidad de energía que se libera durante el evento y con el posible efecto en cadena que puede afectar otras estructuras o actividades dentro del área de trabajo.

Es por esto que es importante el análisis de los casi accidentes ya que se ha tomado como una herramienta clave en la prevención, aunque estos eventos no generan daños inmediatos, funcionan como señales de alerta que evidencian debilidades en los controles del sistema. Raviv, et al., (2017), señalan que estudiarlos permite identificar patrones de riesgo antes de que se conviertan en accidentes graves.

El estudio de los artículos evidencia que los accidentes en este tipo de operaciones presentan patrones similares en distintos contextos a nivel mundial, lo que indica que comparten factores de origen. Más allá de su clasificación técnica, estos eventos reflejan la interacción de aspectos técnicos, humanos, organizacionales y ambientales. Esto refuerza la importancia de abordar la seguridad desde un enfoque integral y sistémico, que no solo permita reaccionar ante los accidentes, sino también anticiparse a ellos mediante la identificación y control de los riesgos en todas las etapas de la operación.

4.1.6 Consecuencias de los accidentes en las maniobras de izaje de cargas en el sector de la construcción.

Las consecuencias de los accidentes en operaciones de izaje de cargas no solo se limitan al momento en que ocurren, también impactan distintas dimensiones del sistema. La literatura evidencia que este tipo de incidentes no solo se caracteriza por su alta gravedad física, sino también por los efectos que generan a nivel material, económico y organizacional, afectando directamente la continuidad de los proyectos y el funcionamiento del sistema de trabajo Lingard, et al., 2021; & Zhou, et al., 2018.

Las consecuencias humanas son las más críticas, debido al peso de las cargas y a la energía involucrada en estas maniobras, eventos como la caída de materiales, atrapamientos o colapsos pueden provocar lesiones graves e incluso la muerte. Lingard, et al., (2021), destacan que los accidentes con grúas tienen un alto potencial de daño, dado que combinan factores como la altura, el peso de la carga y su comportamiento dinámico. Entre las lesiones más comunes se encuentran traumatismos craneoencefálicos, fracturas múltiples, aplastamientos y lesiones internas de alta complejidad. Tadesse e Israel, (2016), señalan que las consecuencias de estos accidentes pueden generar discapacidad permanente, pérdida de la capacidad laboral y afectaciones en la calidad de vida del trabajador y su familia. En el caso del izaje, estas implicaciones son aún más relevantes debido al carácter impredecible de las maniobras y a la gran cantidad de energía involucrada, lo que puede derivar en consecuencias irreversibles.

Accidentes como el colapso de grúas o la caída de cargas pueden ocasionar daños en estructuras en construcción, pérdida de equipos de alto costo y deterioro de materiales cercanos. Zhou, et al., (2018), explican que los problemas de estabilidad en grúas torre suelen traducirse en pérdidas económicas importantes, especialmente cuando afectan la integridad de la obra. Estas pueden incluir reparaciones estructurales, reposición de maquinaria e incluso reconstrucción parcial de la infraestructura. Además, cuando las fallas técnicas no se detectan a tiempo, el impacto económico puede aumentar considerablemente. Wu, et al., (2022), señalan que la falta de inspecciones adecuadas permite que los defectos evolucionen hasta convertirse en daños mayores. A esto se suman los costos indirectos derivados de la suspensión de actividades, las investigaciones, las reparaciones y los ajustes en los procesos, lo que afecta la rentabilidad y el cumplimiento de los cronogramas.

Por otra parte los accidentes también generan efectos relevantes a nivel organizacional. Abukhashabah et al. (2020) indican que estos eventos afectan la productividad, provocan retrasos y elevan los costos operativos. En proyectos donde el izaje es una actividad esencial, cualquier interrupción puede impactar varias etapas del proceso constructivo al mismo tiempo.

En conclusión las consecuencias de los accidentes en operaciones de izaje se reflejan en tres dimensiones principales: humana, material y organizacional. Estos eventos no solo afectan a quienes están directamente involucrados, también impactan el desarrollo del proyecto y la gestión de la seguridad. Comprender esta relación permite abordar la accidentalidad desde una perspectiva integral, orientada tanto a la prevención como a la mejora continua en el sector de la construcción.

4.1.7 Estrategias de prevención en operaciones de izaje.

Las estrategias de prevención en operaciones de izaje, según la literatura científica, coinciden en un punto clave: la seguridad no depende de una única medida, sino de la combinación de varios controles que actúan antes, durante y después de la maniobra. Es decir que prevenir accidentes implica anticipar posibles fallas técnicas, disminuir la exposición de las personas, fortalecer la gestión organizacional y mantener un control adecuado del entorno de trabajo.

Esta forma de entender la prevención está alineada con el enfoque sociotécnico, el cual plantea que los accidentes no ocurren por una sola causa, sino por la interacción de distintos factores, es por esto que las acciones preventivas también deben abordar esos diferentes niveles de manera integral (Zhou, et al., 2018; & Lingard, et al., 2021).

Una primera línea de prevención se centra en fortalecer las barreras técnicas, especialmente las relacionadas con el estado del equipo y la confiabilidad de sus componentes

críticos. La evidencia muestra que muchas fallas severas se relacionan con defectos técnicos que podrían detectarse antes de la operación si existieran procesos de inspección consistentes y verificables. En este sentido, las inspecciones en sitio de grúas torre se plantean como una barrera preventiva clave para identificar condiciones de riesgo en componentes estructurales y elementos del sistema de elevación, antes de que se materialicen eventos catastróficos como colapsos o desprendimientos de carga (Wu et al., 2022). Además, estudios sobre accidentes y casi accidentes resaltan que las fallas técnicas están entre los factores más peligrosos por su capacidad de desencadenar consecuencias graves; por ello, el mantenimiento preventivo, la inspección y el control del estado de accesorios y sistemas de sujeción deben considerarse pilares de la prevención técnica (Raviv et al., 2017; Zhou et al., 2018).

En segundo lugar, el análisis destaca medidas orientadas a reducir la exposición de las personas a la zona de peligro, especialmente en escenarios donde la interacción trabajador y equipo es inevitable. Aquí aparece con fuerza la prevención tecnológica vinculada al control de proximidad. Golovina et al. (2021) muestran que los eventos tipo “close calls” y los riesgos de struck-by pueden abordarse mejor cuando se utilizan sistemas de detección de proximidad y herramientas predictivas que alerten sobre situaciones de acercamiento crítico entre trabajadores y equipos pesados. En términos prácticos, este enfoque reconoce que, en obra, no siempre basta con “pedir cuidado”, se requieren apoyos tecnológicos que ayuden a compensar limitaciones de visibilidad, congestión del sitio y coordinación imperfecta. Esta estrategia es especialmente valiosa para maniobras de izaje en áreas activas, donde la carga se desplaza por encima o cerca de otros frentes de trabajo (Golovina et al., 2021).

Un tercer componente preventivo, profundamente resaltado por los artículos, se ubica en el plano organizacional y de gestión. La evidencia indica que incluso cuando existen controles

técnicos, estos pueden fallar si la organización no planifica adecuadamente la maniobra, no supervisa su ejecución o no sostiene una cultura de seguridad que priorice la prevención sobre la productividad inmediata. Lingard et al. (2021) muestran que los incidentes con grúas están asociados a múltiples factores causales y contributivos, muchos de ellos vinculados a coordinación, supervisión y decisiones previas que condicionan el desempeño operativo. Desde el enfoque sociotécnico, Zhou et al. (2018) explican que la seguridad en izaje depende de la consistencia del control del riesgo en niveles superiores del sistema gestión y supervisión, ya que allí se definen recursos, tiempos, condiciones de trabajo, estándares y exigencias de cumplimiento. En términos humanizados: si la obra "corre" y se normaliza trabajar con prisa, sin verificar o sin coordinar, el riesgo se instala como parte de la rutina. Por eso, la prevención organizacional implica fortalecer la planificación de maniobras, exigir procedimientos, delimitar responsabilidades, asegurar supervisión en campo y sostener prácticas de verificación reales, no solo formales (Zhou et al., 2018; Lingard et al., 2021).

Relacionado con lo anterior, varias investigaciones resaltan la importancia de mejorar la confiabilidad y trazabilidad de la información de seguridad, especialmente en inspecciones y controles obligatorios.

Otra estrategia preventiva transversal, que aparece como aporte metodológico relevante, es el uso de modelos sistémicos de análisis de accidentes para orientar controles "aguas arriba" (upstream). Zhou et al. (2018) destacan la utilidad de enfoques como AcciMap para mapear rutas causales en accidentes de maquinaria de izaje, evidenciando cómo decisiones regulatorias, organizacionales y operativas pueden confluir en fallas técnicas y eventos graves. Junjia et al. (2024) aplican un enfoque similar al analizar accidentes relacionados con hoisting en sistemas industrializados, lo que permite comprender no solo "qué pasó", sino "cómo el sistema permitió

que pasara". Este tipo de análisis fortalece la prevención porque no se limita a corregir la última falla; ayuda a intervenir en los puntos donde se generan condiciones latentes: planificación, estándares, competencias, supervisión, inspección y control del entorno (Zhou et al., 2018; Junjia et al., 2024).

Finalmente, un componente clave de la prevención moderna es el aprendizaje sistemático a partir de casi accidentes . Raviv et al. (2017) evidencian que los casi accidentes no son eventos menores: son señales de advertencia que muestran vulnerabilidades del sistema antes de que ocurra el daño. Cuando se analizan de forma estructurada, permiten identificar patrones de riesgo (por ejemplo, oscilación de carga, proximidades peligrosas, fallas repetidas en accesorios) y ajustar controles antes de un accidente grave. Golovina et al. (2021) complementan esta visión al demostrar que la detección y análisis de "close calls" puede alimentar procesos de prevención predictiva. En términos sencillos: cada casi accidente es una oportunidad de evitar un accidente real, siempre que la organización tenga la madurez para registrarlo, analizarlo y actuar sin culpar de inmediato al trabajador (Raviv et al., 2017; Golovina et al., 2021).

4.2 Marco conceptual

El presente marco conceptual define los términos fundamentales que estructuran la investigación sobre la accidentalidad durante el izaje de cargas en el sector de la construcción. Estas definiciones no se presentan como conceptos aislados o meramente técnicos, sino como categorías analíticas que permiten comprender, clasificar e interpretar los hallazgos identificados en la literatura científica de los últimos diez años.

4.2.1 Izaje de cargas

El izaje de cargas puede entenderse como el conjunto de operaciones técnicas orientadas a elevar, desplazar y ubicar materiales mediante el uso de equipos de elevación en proyectos de construcción. Estas maniobras se realizan con apoyo de diferentes tipos de grúas, como las grúas torre y las grúas móviles, así como de sistemas auxiliares y accesorios especializados, entre los que se incluyen eslingas, cables y ganchos, los cuales permiten asegurar y manipular la carga de forma controlada. Es una actividad en la que intervienen varios elementos que van más allá del simple movimiento de la carga. En estas maniobras se combinan factores como la energía mecánica involucrada, las decisiones que toman los trabajadores y las condiciones organizacionales en las que se desarrolla la operación. Esta mezcla de variables hace que el izaje sea una actividad compleja, donde incluso pequeños cambios pueden generar efectos importantes en la seguridad y el desarrollo de la maniobra.

4.2.2 Carga suspendida o elevada

Una carga suspendida es cualquier elemento que es mantenido temporalmente en el aire mediante un sistema de izaje durante un proceso de traslado o posicionamiento dentro de una operación, la carga, al encontrarse elevada, acumula una cantidad significativa de energía potencial que en caso de perder estabilidad o control, puede liberarse de forma repentina y

transformarse en energía cinética, generando impactos de alta magnitud. Esta condición convierte a las cargas suspendidas en uno de los elementos más críticos dentro de las maniobras de izaje.

El análisis de los artículos se evidencia que la pérdida de control de la carga constituye en uno de los eventos más severos en las maniobras de elevación, debido a la rapidez con la que puede evolucionar y a las consecuencias que puede generar (Raviv, et al., 2017; & Junjia, et al., 2024). El manejo de cargas suspendidas requiere gran precisión técnica y una coordinación efectiva entre los trabajadores. Un error en la sujeción, en la estabilidad o en la comunicación puede generar riesgos en pocos segundos. Por ello, el izaje se considera una actividad altamente sensible, donde pequeñas fallas pueden provocar consecuencias graves.

La carga suspendida no debe entenderse únicamente como un elemento físico en movimiento, sino como un componente crítico dentro de un sistema de trabajo complejo, en el que intervienen variables técnicas, humanas y organizacionales. La adecuada gestión de estos factores resulta clave para mantener el control de la operación y prevenir eventos de alta severidad.

4.2.3 Zona de influencia o zona de exclusión

La zona de influencia se refiere al área física que rodea la maniobra de izaje en la cual existe la posibilidad de que ocurran eventos como impactos, atrapamientos o caídas de carga. Este concepto resulta clave para comprender la dinámica de ciertos tipos de accidentes, en particular aquellos clasificados como “struck-by”, los cuales suelen presentarse cuando los trabajadores permanecen dentro de espacios con riesgo sin que existan controles adecuados o medidas de protección efectivas (Golovina et al., 2021).

Desde el punto de vista de la seguridad, identificar y gestionar correctamente esta zona permite reducir de manera significativa la exposición de los trabajadores a situaciones peligrosas. Establecer mecanismos que limiten el acceso y controlar el acceso de personas en este espacio es exitoso para la maniobra disminuyendo la probabilidad de accidentes. La delimitación de la zona de influencia constituye un elemento esencial dentro de la gestión organizacional del riesgo en las operaciones de izaje.

De acuerdo con Lingard, et al., (2021), demuestra que la ausencia de una planificación adecuada y de controles espaciales claramente definidos aumenta la probabilidad de que los trabajadores se expongan innecesariamente a cargas en movimiento. Esto pone en evidencia que la seguridad no depende únicamente del estado de los equipos, sino también de la implementación de estrategias organizacionales orientadas a regular el uso del espacio de trabajo.

La zona de influencia debe complementarse con señalización visible, canales de comunicación efectivos y una supervisión constante de manera que todos los trabajadores reconozcan los límites establecidos y comprendan los riesgos asociados. Cuando estos elementos no se articulan de forma adecuada, la zona de influencia pierde su función preventiva y puede convertirse en un factor que favorezca la ocurrencia de accidentes.

La zona de influencia puede entenderse como un componente clave dentro del sistema de control del riesgo en operaciones de izaje. Su correcta delimitación y gestión no solo contribuye a la prevención de incidentes, sino que también refleja el nivel de organización, planificación y compromiso con la seguridad en el entorno laboral.

4.3.4 Accidente en operaciones de izaje

Son un evento no previsto que ocurre durante una maniobra de elevación y que genera algún tipo de afectación, ya sea en la seguridad de las personas, en los equipos, el entorno o en el funcionamiento de la organización. La evidencia en la literatura científica muestra que los accidentes en izaje rara vez obedecen a una sola causa, suelen ser el resultado de la interacción de diversos factores que se combinan de manera simultánea o progresiva dentro del sistema de trabajo. Zhou, et al., (2018), plantean que los incidentes asociados al uso de grúas deben entenderse como fallas sistémicas, en las que intervienen distintos niveles, desde la gestión organizacional hasta la ejecución operativa en campo. En consecuencia, reconocer el carácter multicausal de los accidentes en izaje es clave para fortalecer las estrategias de prevención. Un enfoque sistémico permite identificar debilidades dentro del sistema de gestión de seguridad y facilita la implementación de acciones más efectivas, orientadas a reducir la probabilidad de que estos eventos se repitan.

4.2.5 Incidente o casi accidente (Near Miss - Close Call)

Un incidente o casi accidente son eventos que no producen lesiones ni daños de forma inmediata, puede dar evidencia la existencia de condiciones inseguras o posibles fallas del sistema de trabajo, y pueden dar señales de alerta que permiten identificar debilidades y se podrán tomar acciones correctivas antes de que se conviertan en accidentes con consecuencias graves.

Es por esto que los casi accidentes tienen un valor e importancia en las operaciones de izaje suelen estar relacionados con desviaciones en los procedimientos, fallas en la coordinación o condiciones técnicas que no han sido controladas de manera adecuada. Si bien no se llegan a

materializar el daño, las circunstancias que los originan permanecen presentes, lo que incrementa la probabilidad de que el evento se repita en condiciones menos favorables.

En el análisis sistemático que plantea Raviv, et al., (2017), en el que destacan que los casi accidentes son una herramienta clave para la gestión preventiva, ya que permiten identificar patrones de riesgo y tendencias que podrían derivar en accidentes de mayor severidad si no se intervienen oportunamente. Esta información resulta especialmente útil para fortalecer los sistemas de control y mejorar la toma de decisiones en materia de seguridad.

Los incidentes o casi accidentes deben ser considerados como oportunidades de aprendizaje, para comprender como interactúan los diferentes facores técnicos, humanos, del entorno y organizacionales ya que facilita la implementación de medidas correctivas para la prevención del riesgo.

4.2.6 Golpe por objeto en movimiento

Hacen referencia a las lesiones que ocurren cuando una persona es impactada por una carga suspendida o por partes móviles de los equipos de izaje. Estos accidentes suelen darse en entornos donde trabajadores y maquinaria comparten el mismo espacio, especialmente cuando hay varias actividades al mismo tiempo, este tipo de accidente está relacionado en cómo se organiza y controla el lugar de trabajo. Factores como la cercanía a la carga, la falta de zonas delimitadas, una comunicación deficiente o el poco control sobre la ubicación del personal aumentan considerablemente el riesgo de impacto.

Además, condiciones como espacios reducidos, obstáculos o múltiples maniobras simultáneas dificultan la movilidad y reducen la capacidad de reacción, tanto del operador como de los trabajadores en tierra, también se pueden sumar fallas en la planificación o supervisión, lo que incrementa aún más la probabilidad de un accidente.

Desde la prevención, es clave no enfocarse solo en el momento del golpe, sino en las condiciones que lo hicieron posible. Analizar estos factores permite mejorar la organización del trabajo, delimitar mejor las áreas de riesgo y reducir la exposición de las personas a cargas en movimiento.

4.2.7 Atrapamiento

El atrapamiento ocurre cuando un trabajador queda aprisionado entre una carga en movimiento y una superficie fija, o entre partes del equipo de izaje. Este tipo de accidente es más común en espacios reducidos o cuando las personas se acercan demasiado a la carga durante la maniobra. Suele presentarse especialmente en la fase final, cuando se está posicionando la carga, en ese momento, los trabajadores tienden a acercarse para guiar o ajustar, lo que reduce las distancias de seguridad y aumenta el riesgo. Sin embargo, no se trata solo de un evento físico. Un atrapamiento puede demostrar que hay fallas en la organización del trabajo, como la falta de procedimientos claros, zonas de exclusión mal definidas o problemas de comunicación. Como también influyen condiciones como la visibilidad limitada del operador, la mala coordinación de señales o la presión por cumplir tiempos.

Prevenir estos accidentes implica ir más allá de lo ocurrido en el momento, se hace necesario revisar cómo se planifican las maniobras, asegurar una buena comunicación y establecer claramente las áreas seguras de trabajo. El atrapamiento evidencia que la seguridad en el izaje depende de una adecuada gestión del entorno, donde la coordinación entre personas, equipos y espacio de trabajo es fundamental, especialmente en momentos críticos como el posicionamiento de la carga.

4.2.8 Colapso o vuelco de maquinaria

El colapso o vuelco de una grúa ocurre cuando el equipo pierde su estabilidad, ya sea de forma total o parcial, generando riesgos graves para las personas y el entorno. Este tipo de accidentes no suele deberse a una sola causa, interviene varias fallas que se van acumulando con el tiempo. El vuelco de una grúa está relacionado con diferentes aspectos del proceso desde la planificación y la supervisión, hasta el mantenimiento y la operación en campo. Es decir, decisiones tomadas en distintos niveles pueden influir directamente en la estabilidad del equipo. Por eso, las inspecciones en sitio son fundamentales. Permiten detectar a tiempo posibles fallas o condiciones inseguras antes de que se conviertan en un problema mayor.

Para prevenir el colapso de una grúa no depende solo del estado del equipo, sino de una gestión adecuada de los riesgos durante toda la operación.

4.2.9 Herramientas para el izaje de cargas

Eslingas: son elementos que fueron diseñados para levantar, mover o asegurar las cargas pesadas de forma segura, funciona como un intermediario entre la maquinaria y la carga. Son fabricadas con materiales resistentes como fibras sintéticas como poliéster, cables de acero o cadenas, para que puedan soportar grandes cargas sin romperse, deben tener un diseño flexible para que pueda adaptarse a las diferentes formas de las cargas distribuyendo mejor su peso.

Estrobo: elemento de cable de acero que tiene sus extremos en forma de ojales, diseñados para sujetar una carga conectándola con el equipo de izaje, sus extremos pueden tener diferentes tipos de terminaciones o accesorios como por ejemplo cuñas, casquillos prensados o vaciados, terminales abiertos o cerrados, como también ganchos u otros elementos que faciliten un acople seguro durante las operaciones de izaje en la construcción.

Grilletes: piezas en acero con forma de "U" que tienen un pasador resistente que une los dos extremos, siendo su función de conectar de manera segura un ojal con otros elementos de sujeción durante el izaje de cargas. Entre estos se utilizan elementos como anillos, ganchos, y argollas que permiten enlazar el equipo con la carga, facilitando maniobras seguras y óptimas para cada necesidad.

Ganchos: son uno de los elementos más importantes para el izaje de cargas son los encargados de conectar la maquinaria con la carga, vienen en diferentes formas para lograr un enganche rápido y seguro según la necesidad de las operaciones de izaje, hechos en acero forjado.

Cable de acero: es un accesorio con diferentes cordones fabricados de alambre y colocados helicoidalmente alrededor del alma o núcleo central del cable, este puede ser metálico, de fibras textiles naturales, sintéticas, artificiales o combinaciones de ellas.

Grapas: son accesorios, que también son conocidos como abrazaderas, se utilizan en las terminaciones de los cables para asegurar una correcta sujeción. Son compuestos por varias piezas metálicas, entre ellas un perno en forma de "U" con los extremos roscados y una base o placa perforada que permite ajustarlos firmemente. También existen grapas de base doble forjadas que por su diseño reducen el riesgo de una instalación incorrecta. Sus tuercas están pensadas para facilitar el ajuste, permitiendo al operador girar completamente la llave y lograr una instalación más rápida y segura.

Tensores: son elementos de acero forjado fabricados en una sola pieza, conformados por dos tirantes unidos mediante un sistema de tuercas que permite generar y ajustar la tensión adecuada en líneas de carga rectas. Su diseño facilita controlar la fuerza aplicada sin comprometer la estabilidad del sistema. Son utilizados principalmente para aumentar o disminuir

la tensión en un cable, evitando sobrecargar los puntos de enganche. Existen en distintas configuraciones según el tipo de conexión que se requiera, (como gancho – gancho, gancho – ojo, ojo – ojo, horquilla – ojo y horquilla – horquilla), permitiendo adaptarlos a diferentes montajes y necesidades de izaje.

5. Metodología

5.1 Enfoque y tipo de investigación

Esta investigación es desarrollada en un enfoque cualitativo, buscando comprender la accidentalidad en las operaciones de izaje de cargas a partir del análisis y estudio de información proveniente de la literatura científica. Este enfoque permite profundizar en el fenómeno desde una perspectiva analítica, centrada en la interpretación de significados, relaciones y patrones, más que en la medición de variables (Hernández Sampieri et al., 2014).

Este estudio se desarrolla como una investigación de tipo documental, ya que se basa en la revisión y análisis de fuentes secundarias como artículos científicos, informes técnicos y publicaciones académicas. Este enfoque permite reunir distintos aportes teóricos con el fin de construir una comprensión más clara y organizada del problema, tal como lo plantea Arias (2012). Por su parte, el alcance es de tipo descriptivo, dado que no se pretende establecer relaciones causales mediante análisis estadísticos propios. En cambio, el propósito es organizar, analizar y sintetizar de forma clara la información disponible en la producción científica de los últimos diez años.

5.2 Estrategia de búsqueda y bases de datos utilizadas

La búsqueda de los artículos científicos se realizó mediante en bases de datos académicas, las principales bases de datos consultadas fueron:

- ScienceDirect
- Web of Science
- ProQuest
- Springer
- SciELO

La estrategia de búsqueda se desarrolló utilizando palabras clave en inglés, considerando que la mayoría de la producción científica relevante en el área se publica en este idioma, y se utilizaron las siguientes palabras clave para la búsqueda:

- “Lifting operations”
- “Hoisting operations”
- “Tower crane accidents”
- “Crane safety in construction”
- “Construction crane collapse”
- “Struck-by construction”
- “Near miss construction”
- “AcciMap crane accidents”

Las palabras clave se combinaron con operadores booleanos (AND, OR) con el fin de delimitar los resultados y garantizar pertinencia temática.

- “Crane accidents” AND “construction industry”
- “Hoisting operations” AND “construction”
- “Tower crane” AND “safety” AND “construction”

Se delimito la búsqueda entre los años 2016 y 2026, con el propósito de analizar la evidencia científica más reciente y coherente con los avances tecnológicos y normativos del sector construcción. Se identificaron 25 artículos científicos que cumplieron con los criterios establecidos para el desarrollo de la monografía.

5.3 Criterios de inclusión y exclusión para la búsqueda

Para encontrar información coherente para el desarrollo de la monografía, se definieron criterios específicos para la selección de los artículos.

5.3.1 Criterios de inclusión

Se incluyeron artículos que cumplían con las siguientes condiciones:

- Publicaciones científicas revisadas por pares.
- Estudios publicados entre 2016 y 2026.
- Investigaciones relacionadas con operaciones de izaje, grúas torre, grúas móviles o actividades de izaje en construcción.
- Artículos que abordaran los siguientes temas: tipos de accidentes, consecuencias, factores causales o estrategias de prevención.
- Disponibilidad de texto completo para análisis detallado.

5.3.2 Criterios de exclusión

Se excluyeron del análisis:

- Estudios enfocados en sectores distintos al de la construcción.
- Investigaciones sobre maquinaria industrial no relacionada con operaciones de izaje.
- Publicaciones anteriores al año 2014.
- Documentos sin revisión por pares (informes técnicos, documentos de opinión).
- Artículos que no presentaran suficiente información para el análisis categorial.

La aplicación de estos criterios permitió depurar la muestra y consolidar una matriz documental coherente con los objetivos de la monografía.

5.3.3 Análisis de datos

El análisis y estudio de los artículos seleccionados se realizó mediante lectura crítica y sistemática de cada documento, identificando los elementos relevantes para la investigación. Con el fin de organizar la información, se elaboró una matriz de análisis documental que permitió clasificar los hallazgos en categorías temáticas previamente definidas.

Las categorías de análisis fueron estructuradas en coherencia con los objetivos del estudio y comprendieron:

- Tipos de accidentes en operaciones de izaje.
- Consecuencias humanas, materiales y organizacionales.
- Factores asociados a la accidentalidad (técnicos, humanos, organizacionales y del entorno).
- Estrategias de prevención y modelos de análisis sistémico.

6. Resultados

Para este capítulo, fueron analizados 25 artículos científicos provenientes de diferentes contextos internacionales, incluyendo países como China, Australia, Malasia y Estados Unidos. Este proceso permitió identificar patrones comunes en los tipos de accidentes, sus consecuencias, los factores asociados y las principales estrategias de prevención.

6.1 Resultados primer objetivo: Describir los principales tipos de accidentes reportados en los artículos.

Al analizar los estudios revisados, se observa que los accidentes en operaciones de izaje tienden a concentrarse en un conjunto de eventos recurrentes. Entre los más frecuentes se encuentran el golpe por objetos o cargas suspendidas, la caída de materiales, los atrapamientos y las fallas estructurales de los equipos.

Wang y Zou (2025) identifican como principales riesgos las caídas de altura, los golpes por objetos y los eventos asociados a maquinaria y actividades de izaje. En una línea similar, Junjia et al. (2024) destacan que los eventos más críticos corresponden al impacto por carga suspendida, el colapso de maquinaria y las caídas de trabajadores.

De manera más detallada, Yin et al. (2024), a partir del análisis de 105 accidentes en China, evidencian que los eventos más comunes incluyen el golpe por carga izada, el colapso de equipos y las caídas desde altura. Además, reportan otros eventos como electrocución, impacto por cables, caída de ganchos y atrapamientos, lo que demuestra la diversidad de situaciones de riesgo presentes en estas operaciones.

Otro punto importante es que los patrones de accidentalidad varían según el tipo de equipo utilizado. Lingard et al. (2021) señalan que en grúas móviles son más frecuentes los

vuelcos y las electrocuciones por contacto con líneas energizadas, mientras que en grúas torre los eventos se concentran en etapas como el montaje, desmontaje y operación.

Por su parte, Raviv et al. (2017) aportan un enfoque relevante al incluir el concepto de casi accidente como parte del análisis. Estos eventos, aunque no generan daño inmediato, permiten identificar fallas en el sistema antes de que se materialicen en accidentes graves, lo que los convierte en una herramienta clave para la prevención.

En conjunto, los resultados permiten establecer que los principales tipos de accidentes en operaciones de izaje incluyen la caída de carga, el golpe por carga suspendida, el atrapamiento, el colapso o vuelco de maquinaria y los casi accidentes. A estos se suman eventos asociados como la caída de personas, la electrocución y las fallas estructurales durante el montaje o desmontaje de equipos.

6.2 Resultados segundo objetivo: Establecer las principales consecuencias de los accidentes reportados en los artículos.

Las consecuencias de los accidentes en el izaje de cargas en el sector de la construcción se desarrollan en factores principales como humano, material y organizacional.

El impacto en los trabajadores es el más crítico, debido a la gran energía que se maneja en las maniobras de izaje, los accidentes pueden ir desde lesiones leves hasta situaciones mucho más graves, como fracturas, traumatismos craneoencefálicos, lesiones en la médula e incluso la muerte. Yin, et al., (2024), señalan que este tipo de eventos suele tener una alta proporción de fatalidades. De igual forma, Lingard, et al., (2021), destaca la severidad de estos accidentes, especialmente en el sector de la construcción, más allá de los daños físicos, estos eventos también afectan profundamente la vida de los trabajadores y sus familias, lo que refuerza la importancia de prevenirlos.

Los accidentes en las operaciones de izaje también generan consecuencias materiales importantes que incluyen daños en equipos, estructuras y materiales, además de pérdidas económicas considerables. Según Yin et al. (2024), estos eventos pueden implicar altos costos por reparaciones, reposición de recursos y disminución de la productividad. A nivel organizacional, el impacto no es menor, los accidentes pueden provocar retrasos en las obras, aumento de costos operativos, sanciones legales y afectación de la imagen de la empresa. Como señalan Abukhashabah, et al., (2020), todo esto termina afectando directamente la eficiencia y sostenibilidad de los proyectos.

En cuanto a las causas, los estudios coinciden en que existen varios factores que influyen en este tipo de accidentes. Por un lado, están los factores humanos, como errores en la operación, incumplimiento de procedimientos, fatiga o una baja percepción del riesgo. También se encuentran los factores técnicos, relacionados con fallas en los equipos, mantenimiento inadecuado o sobrecargas.

Pero en las consecuencias también se suman los factores ambientales, como el viento, la lluvia, la poca visibilidad o las condiciones del terreno, que pueden afectar la estabilidad de la grúa. Finalmente, están los factores organizacionales, que suelen ser los más profundos, como problemas en la planificación, la supervisión, la comunicación y la gestión de la seguridad. En conjunto, todo esto muestra que los accidentes en izaje no ocurren por una sola causa, sino por la combinación de varios factores que se presentan al mismo tiempo.

6.3 Resultados tercer objetivo: Mencionar las principales estrategias de prevención de accidentalidad durante el izaje de cargas descritas en los artículos.

Las estrategias de prevención que se identificaron en la literatura dejan claro que la seguridad en las operaciones de izaje no depende de una sola acción, sino de un trabajo conjunto que abarca varios aspectos. Por un lado, las medidas técnicas, que incluyen actividades básicas pero fundamentales como inspeccionar los equipos, hacer mantenimiento, revisar los accesorios y analizar las condiciones del entorno antes de cada maniobra. Estas acciones permiten detectar problemas a tiempo y evitar que se conviertan en situaciones más graves.

También es clave el componente humano, la capacitación y la experiencia de los trabajadores marcan una gran diferencia, cuando el personal está bien formado y tiene una buena cultura de seguridad, es más fácil prevenir errores. Por el contrario, la falta de entrenamiento aumenta considerablemente el riesgo de accidentes.

El papel de la organización influye tener una buena planificación de las maniobras, una supervisión constante, una comunicación clara entre los equipos y una adecuada gestión del riesgo son elementos esenciales para que las operaciones se desarrollen de forma segura. La seguridad, en este sentido, no depende solo de una persona, sino de cómo se coordinan todos los niveles dentro del trabajo. En conjunto, estas estrategias muestran que prevenir accidentes en izaje implica mirar el proceso de forma completa, integrando lo técnico, lo humano y lo organizacional para lograr entornos de trabajo más seguros.

Finalmente, la prevención tecnológica ha adquirido un papel cada vez más relevante Golovina, et al., (2021), proponen el uso de sistemas de monitoreo en tiempo real para detectar situaciones de riesgo, mientras que Chian et al. (2022) y Hu y Fang (2023) destacan el uso de

herramientas como la visión computacional y el modelado BIM para mejorar la planificación y reducir la exposición al riesgo.

7. Discusión

De acuerdo al estudio de tesis colombianas se demuestra una coincidencia en la identificación de los factores de riesgo como humanos, técnicos organizacionales y del entorno, la literatura científica internacional como las tesis colombianas coinciden en que los accidentes en izaje de cargas no responden a una causa única, sino a la interacción de múltiples variables. Estudios como el de Orozco, et al., (2012), de la Universidad del Quindío señalan que el uso inadecuado de equipos de izaje puede generar lesiones, daños materiales y fallas operativas debido al alto nivel de criticidad de estas maniobras, lo que homologa el estudio desarrollado en Zhou, et al., (2018), lo que es coherente con el enfoque multicausal identificado en la presente monografía.

Otro claro ejemplo es el trabajo de Mancilla, et al., (2024), evidencia que los riesgos en operaciones de izaje están asociados a factores como la falta de capacitación, inspecciones insuficientes y debilidades en la implementación de medidas de seguridad, lo que valida que los factores humanos representan una gran parte de influencia en la ocurrencia de accidentes dentro del sector de la construcción. (Abukhashabah, et al., 2020), concuerda en que aspectos como la falta de experiencia, la capacitación insuficiente y una baja percepción del riesgo son elementos que contribuyen de manera significativa a la accidentalidad laboral, siendo así que estas condiciones afectan directamente la capacidad de los trabajadores para reconocer peligros y aplicar procedimientos seguros, especialmente en actividades críticas como las operaciones de izaje de cargas.

Hasta el momento se concluye de acuerdo con el análisis a los artículos científicos y estudios colombianos que coinciden y se reconoce la interacción entre factores humanos,

técnicos y organizacionales en la accidentabilidad durante el izaje de cargas con o sin maquinaria de izaje.

Una clara diferente entre estos estudios y artículos revisados abordan la accidentalidad desde una perspectiva sistémica o sociotécnica, muchas tesis colombianas se concentran en soluciones operativas, como la elaboración de manuales de procedimiento. Por ejemplo, Arias, et al., (2022), proponen el diseño de un manual de izaje para reducir el riesgo mediante la estandarización de procesos y la definición de responsabilidades del personal. Este tipo de enfoque, aunque útil, tiende a centrarse en el control del riesgo a nivel operativo más que en el análisis estructural del sistema.

En el trabajo de Ruda & Suárez (2015), se enfoca en la elaboración de un manual técnico para operaciones de izaje, incluyendo el análisis de equipos, capacidades de carga y criterios de inspección. Este tipo de estudios aporta herramientas prácticas importantes, pero evidencia que gran parte de la investigación aplicada en Colombia aún se orienta hacia la normalización de procedimientos más que hacia el análisis de causas sistémicas. Un adversario avanzado que integra grandes avances en la tecnología para la prevención de accidentes es el modelo AcciMap propuesto por Zhou et al. (2018) que permite comprender las decisiones adoptadas en los niveles superiores de la organización pueden generar condiciones de riesgo en el nivel operativo. A través de este enfoque, se evidencia que acciones como la reducción de los tiempos destinados a inspecciones, la presión por cumplir cronogramas ajustados o la falta de inversión en mantenimiento preventivo pueden debilitar las barreras de control y aumentar la probabilidad de fallas durante las operaciones. El modelo posiblemente es el más popular y el que mejor se ajusta a los modelos de causalidad de accidentes más avanzados, lo que concluye en que en Colombia debemos actualizar la manera de estudiar la accidentabilidad durante el izaje de cargas.

Otro punto clave donde se identifica un vacío legal, son las diferencias en la normatividad y el establecimiento de leyes, en los artículos científicos analizados se evidencia que en países desarrollados o potencias mundiales establecieron, marcos regulatorios sólidos en comparación con Colombia que en algunos estudios colombianos evidencian vacíos importantes Mancilla, et al., (2024), señalan que existe una falta de regulación específica y detallada en operaciones de izaje, lo que puede aumentar la exposición al riesgo. Este hallazgo aporta un elemento crítico que complementa los resultados de la presente monografía, ya que introduce el componente institucional como un factor relevante en la accidentalidad.

En relación con las estrategias de prevención, también se observan diferencias importantes. En la literatura científica, las estrategias tienden a ser integrales, incorporando tecnologías de monitoreo, análisis predictivo y enfoques sistémicos. En contraste, las tesis colombianas suelen proponer medidas más tradicionales, como la capacitación, el diseño de procedimientos y la implementación de análisis de trabajo seguro. Por ejemplo, Arias, et al., (2022), destacan la importancia del análisis de trabajo seguro (ATS) como herramienta clave para la identificación de riesgos .

Aunque estas estrategias son fundamentales, su enfoque es principalmente preventivo a nivel operativo, lo que evidencia una brecha frente a los modelos más avanzados que integran tecnología y análisis de datos en tiempo real. Esto sugiere que, en el contexto colombiano, aún existe un margen importante para la incorporación de herramientas más sofisticadas en la gestión del riesgo.

Por último, un aspecto clave y fundamental según el artículo de Raviv, et al., (2017), destaca que los “casi accidentes” pertenecen a una tipología de accidente ya que el estudio de estos eventos identifica patrones de alto riesgo lo que puede llevar a tomar medidas de

prevención que antes no se tenían en cuenta. En Colombia los casi accidentes son un aspecto poco desarrollado según los estudios de repositorio es el análisis de los casi accidentes. Mientras la literatura científica los considera una fuente clave para la prevención, en las tesis colombianas su uso es limitado, lo que reduce la capacidad de anticipación frente a eventos críticos. Golovina et al. (2021) señalan que el uso de tecnologías de monitoreo y detección puede mejorar la identificación de estas situaciones, fortaleciendo así la capacidad predictiva del sistema de seguridad.

8. Conclusiones

A partir del análisis realizado en esta monografía de artículos científicos, se puede entender que la accidentalidad en las operaciones de izaje de cargas no responde a situaciones aisladas, sino a una combinación de factores que se van acumulando dentro del entorno de trabajo.

Para responder al objetivo de identificar los factores relacionados con la accidentalidad, se logra comprender que estos eventos no responden a una sola causa, es la interacción constante entre los aspectos técnicos, humanos, organizacionales y del entorno, y que el riesgo aparece cuando varias condiciones fallan al mismo tiempo, lo que demuestra la importancia de analizar estas operaciones de forma integral, desde incidentes menores hasta accidentes graves.

En los tipos de accidentes, se identificaron situaciones que se repiten con frecuencia, como la caída de cargas, los golpes por objetos en movimiento y los atrapamientos. Lo que tienen en común y es importante reconocer es que suelen ocurrir en situaciones donde hay fallas en la coordinación, el control del área de trabajo o en la ejecución de la maniobra. Esto muestra que el problema no está solo en el accidente, sino en las condiciones en las que se desarrolla la operación.

En cuanto a las consecuencias van mucho más allá del daño inmediato al trabajador. Aunque las lesiones físicas son el impacto más evidente y, en muchos casos, el más grave, también se generan afectaciones importantes en los proyectos, como retrasos, pérdidas económicas y posibles implicaciones legales. Esto deja claro que la seguridad en las operaciones de izaje influye directamente en la estabilidad y continuidad de las actividades.

Para las estrategias de prevención, no existe una única solución. Reducir la accidentalidad requiere combinar diferentes acciones: mantener los equipos en buen estado, capacitar al

personal, planificar mejor las maniobras y apoyarse en herramientas tecnológicas que ayuden a anticipar riesgos, la seguridad no solo depende de una sola medida, sino de cómo todas estas prácticas se integran y se aplican en el día a día.

En conclusión, este trabajo permite entender que mejorar la seguridad en el izaje de cargas va más allá de cumplir normas. Se trata de fortalecer la forma en que se gestionan las operaciones, reconociendo que el riesgo está presente en distintos niveles y que solo puede controlarse si se aborda de manera completa. Esto comienza con el autocuidado y el conocimiento, y se refuerza con normas y prácticas que realmente contribuyan a prevenir accidentes.

9. Referencias

Abukhashabah, E., Summan, A., & Balkhyour, M. (2020). Occupational accidents and injuries in construction industry in Jeddah city. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *27*(8), 1993-1998. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.06.033

An, J., Wu, M., She, J., & Terano, T. (2018). Re-optimization strategy for truck crane lift-path planning. *Automation in Construction*, *90*, 146-155. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.02.029

Arias Bulla, A. B., Matute Salazar, A. M., & Cárdenas Sánchez, M. M. (2022). *Propuesta diseño, manual de procedimientos seguro para izaje de cargas en Multigruas del Cesar*. https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/2649

Chen, Y., Zeng, Q., Zheng, X., Shao, B., & Jin, L. (2022). Safety supervision of tower crane operation on construction sites: An evolutionary game analysis. *Safety Science*, *152*, 105578. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105578

Chian, E. Y. T., Goh, Y. M., Tian, J., & Guo, B. H. W. (2022). Dynamic identification of crane load fall zone: A computer vision approach. *Safety Science*, *156*, 105904. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105904

Choe, S., & Leite, F. (2017). Construction safety planning: Site-specific temporal and spatial information integration. *Automation in Construction*, *84*, 335-344. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.09.007

Golovina, O., Teizer, J., Johansen, K. W., & König, M. (2021). Towards autonomous cloud-based close call data management for construction equipment safety. *Automation in Construction*, *132*, 103962. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103962

He, W., Lin, Z., Li, W., Wong, C., Kong, D., & Loh, W. M. E. (2025). The comprehensive safety assessment method for complex construction crane accidents based on scenario analysis – A case study of crane accidents. *Computers & Industrial Engineering*, *199*, 110716. https://doi.org/10.1016/j.cie.2024.110716

Hu, S., Fang, Y., & Moehler, R. (2023). Estimating and visualizing the exposure to tower crane operation hazards on construction sites. *Safety Science*, *160*, 106044. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.106044

Ji, C., Yin, Y., Yin, J., & Zeng, H. (2023). Research on Safety Risks and Countermeasures of Super High-Rise Steel Structure. En S. Wang, J. Li, K. Hu, & X. Bao (Eds.), *Proceedings of the 2nd International Conference on Innovative Solutions in Hydropower Engineering and Civil Engineering* (pp. 219-228). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-99-1748-8_18

Joshi, V. (2011). Fall prevention training and its impact to southern Nevada construction workers [M.S., University of Nevada, Las Vegas]. En *ProQuest Dissertations and Theses*. https://www.proquest.com/pq1appliedlifesciences/docview/927935680/abstract/F6ED6A3536414FB3PQ/1

Junjia, Y., Alias, A. H., Haron, N. A., & Abu Bakar, N. (2024). Identification and analysis of hoisting safety risk factors for IBS construction based on the AcciMap and cases study. *Heliyon*, *10*(1), e23587. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23587

Kan, C., Anumba, C. J., Fang, Y., & Messner, J. I. (2020). CPS–Based System for Enhanced Mobile Crane Safety. En C. J. Anumba & N. Roofigari-Esfahan (Eds.), *Cyber-Physical Systems in the Built Environment* (pp. 193-213). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41560-0_11

Lingard, H., Cooke, T., Zelic, G., & Harley, J. (2021). A qualitative analysis of crane safety incident causation in the Australian construction industry. *Safety Science*, *133*, 105028. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.105028

Mancilla Hurtado, E. M., Del Río Soler, Y. A., & Colorado Montaño, M. A. (2024). *Análisis bibliográfico de trabajo y riesgos asociados en izaje de carga en Argentina, Brasil, Colombia y México*. https://repositorio.uniajc.edu.co/handle/uniajc/2479

Marzouk, M., & Abubakr, A. (2016). Decision support for tower crane selection with building information models and genetic algorithms. *Automation in Construction*, *61*, 1-15. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.09.008

Mohandes, S. R., Sadeghi, H., Fazeli, A., Mahdiyar, A., Hosseini, M. R., Arashpour, M., & Zayed, T. (2022). Causal analysis of accidents on construction sites: A hybrid fuzzy Delphi and DEMATEL approach. *Safety Science*, *151*, 105730. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105730

Newaz, M. T., Jefferies, M., & Ershadi, M. (2025). A critical analysis of construction incident trends and strategic interventions for enhancing safety. *Safety Science*, *187*, 106865. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2025.106865

Orozco Jiménez, P. A., Alegría Triana, F., & Tamayo Apolindar, R. O. (2012a). *Factores De Riesgo Y Riesgos Asociados Al Izaje De Cargas Con Grúas Móviles Autopropulsada Sobre Ruedas De Pluma Telescópica (Grúa Telescópica)*. http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3754222

Orozco Jiménez, P. A., Alegría Triana, F., & Tamayo Apolindar, R. O. (2012b). *Factores De Riesgo Y Riesgos Asociados Al Izaje De Cargas Con Grúas Móviles Autopropulsada*

Sobre Ruedas De Pluma Telescópica (Grúa Telescópica). http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3754222

Peñaloza, G. A., Formoso, C. T., & Saurin, T. A. (2017). Resilience skills used by front-line workers to assemble precast concrete structures: An exploratory study. *Ambiente Construído*, *17*(4), 25-43. https://doi.org/10.1590/s1678-86212017000400183

Raviv, G., Fishbain, B., & Shapira, A. (2017). Analyzing risk factors in crane-related near-miss and accident reports. *Safety Science*, *91*, 192-205. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.08.022

Ruda Suárez, R. R. (2015). *Elaboración de un manual de operación para izaje de carga de la Empresa Colombia Crane & Service*. http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/2719

Sadeghi, S., Soltanmohammadlou, N., & Rahnamayiezekavat, P. (2021). A systematic review of scholarly works addressing crane safety requirements. *Safety Science*, *133*, 105002. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.105002

Szymon, O. (2025). Prediction of the Injury Severity of Accidents at Work: A New Approach to Analysis of Already Existing Statistical Data. *Applied Sciences*, *15*(19). https://doi.org/10.3390/app151910666

Tadesse, S., & Israel, D. (2016). Occupational injuries among building construction workers in Addis Ababa, Ethiopia. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, *11*(1), 16. https://doi.org/10.1186/s12995-016-0107-8

Wang, Y., & W, Z. P. X. (2025). *Decoding Construction Accident Causality: A Decade of Textual Reports Analyzed*. https://doi.org/10.3390/buildings15213859

Wu, H., Zhong, B., Li, H., Chi, H.-L., & Wang, Y. (2022). On-site safety inspection of tower cranes: A blockchain-enabled conceptual framework. *Safety Science*, *153*, 105815. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105815

Yang, Y., & Jin, L. (2023). A identification method for critical causes of lifting injuries based on topological potential. *PLoS One*, *18*(3). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283144

Zhou, W., Zhao, T., Liu, W., & Tang, J. (2018). Tower crane safety on construction sites: A complex sociotechnical system perspective. *Safety Science*, *109*, 95-108. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.05.001

10. Anexos

https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1tQ2duxxcTBph5lpHnLCqzwCME00kVQUp