



Evaluación de la exposición ocupacional a factores de riesgo mecánico y eléctrico en
trabajadores de una empresa dedicada al montaje y mantenimiento de ascensores en la ciudad de
Medellín en el año 2025

Estefanía Muñoz Londoño

Ingeniera en Higiene y Seguridad Ocupacional

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Sede Principal

Sede Bogotá D.C. - Sede Principal

Programa Maestría en gerencia de la Seguridad y Salud en el Trabajo

mayo de 2026

Evaluación de la exposición ocupacional a factores de riesgo mecánico y eléctrico en
trabajadores de una empresa dedicada al montaje y mantenimiento de ascensores en la ciudad de
Medellín en el año 2025

Estefanía Muñoz Londoño

Ingeniera en Higiene y Seguridad Ocupacional

Tesis de Maestría presentado como requisito para optar al título de Magíster en gerencia de la
seguridad y salud en el trabajo

Asesor(a)

Katherine Montaña Oviedo

Magíster en Ciencias Químicas

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Sede Principal

Sede Bogotá D.C. - Sede Principal

Programa Maestría en Gerencia de la Seguridad y Salud en el Trabajo

mayo de 2026

Agradecimientos

Agradezco profundamente a mi familia, en especial a mi madre y a mi hermano, quienes han sido mi mayor apoyo y fortaleza a lo largo de este camino, acompañándome con amor, paciencia y confianza en cada una de las ideas y sueños que he decidido emprender.

Expreso un especial agradecimiento a mi compañero **Luis Carlos Arboleda, Administrador en Seguridad y Salud en el Trabajo**, quien fue el impulsor de esta idea y un guía constante durante el desarrollo de este proyecto, brindándome su conocimiento, apoyo y motivación en cada etapa.

Asimismo, agradezco a mi cuñada, por su compañía incondicional, por creer en mí y, sobre todo, por tener la paciencia y el cariño para seguir cada una de mis “locuras” durante este proceso.

Finalmente, manifiesto mi más sincero agradecimiento y admiración a mi tutora de grado, **Katherine Montaña Oviedo**, por su excelencia profesional, su orientación constante y su inigualable compromiso, los cuales fueron fundamentales para la culminación de este trabajo.

Contenido

Lista de tablas.....	6
Lista de figuras	7
Lista de anexos	8
Resumen.....	9
Abstract	10
Introducción	11
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1 Presentación del problema de investigación	13
1.2 Justificación	14
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo general.....	16
1.3.2 Objetivos específicos.....	17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	18
2.2 Bases teóricas o fundamentos conceptuales	21
2.2.1 Organización del sector o actividad económica	22
2.2.2 Procesos y actividades asociadas al sector.....	22
2.3 Bases legales de la investigación	24
CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN	32
3.1 Tipo de investigación.....	32
3.2 Población y/o muestra objeto de estudio	33
3.3 Técnicas o herramientas de recolección de datos	34
3.4 Evaluación de la exposición del nivel de riesgo ocupacional a través de metodologías semicuantitativas	36
3.4.1 Metodología para el nivel de riesgo mecánico.....	36
3.4.2 Metodología para la estimación del nivel de riesgo eléctrico	39
3.5 Operacionalización de variables.....	43
3.6 Análisis estadístico o de los datos	43
3.7 Consideraciones éticas	44

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	45
4.1 Identificación de factores de riesgo mecánico y eléctrico	45
4.1.1 Factores de riesgo mecánico	45
4.1.2 Factores de riesgo eléctrico	45
4.2 Estimación de los niveles de riesgo Mecánico y Eléctrico	46
4.2.1 Evaluación del riesgo mecánico	46
4.2.2 Evaluación del riesgo eléctrico	47
4.3 Propuesta de protocolos de trabajo seguro	52
4.4 Discusión de resultados.....	53
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
5.1 Conclusiones.....	55
5.2 Recomendaciones	56
Referencias bibliográficas.....	57
Anexos.....	61

Lista de tablas

Tabla 1. Antecedentes de investigación relacionados con riesgos mecánicos y eléctricos en mantenimiento industrial y ascensores.	19
Tabla 2. Reglamentación legal relacionada con el riesgo mecánico y eléctrico	25
Tabla 3. Población / Muestra.....	34
Tabla 4. Variables para la identificación de peligros mecánicos y eléctricos.	35
Tabla 5. Grado de severidad de las consecuencias.....	37
Tabla 6. Frecuencia de Exposición	37
Tabla 7. Escala de Probabilidad	38
Tabla 8. Valoración del riesgo.....	38
Tabla 9. Decisiones y acciones para controlar el riesgo	41
Tabla 10. Trazabilidad metodológica y fases de investigación	42
Tabla 11. Operacionalización de Variables	43
Tabla 12. Hallazgos representativos en la Estimación del nivel de riesgo Mecánico	47
Tabla 13. Hallazgos representativos en la Estimación del nivel de riesgo Eléctrico	48

Lista de figuras

Ilustración 1. Flujo de proceso Mantenimiento preventivo y correctivo	23
Ilustración 2. Flujo de proceso de Izaje e Instalación y Puesta en Funcionamiento.....	24
Ilustración 3. Matriz para análisis de riesgo	40
Ilustración 4. Distribución de niveles de riesgo Mecánico	46
Ilustración 5. Distribución de niveles de riesgo Eléctrico	47
Ilustración 6. Riesgo eléctrico en cuartos de Maquina de Ascensores 1.....	50
Ilustración 7. Riesgo eléctrico en cuartos de Maquina de Ascensores 2.....	50
Ilustración 8. Riesgo Mecánico con contrapeso del ascensor con y sin protección.	51
Ilustración 9. Riesgo mecánico en parte superior de la cabina de un ascensor x.....	51
Ilustración 10. Foso de un ascensor x para desplazamiento e izaje de cargas. / Fuente: Propia ..	52

Lista de anexos

Anexo A. Registro de Observaciones Planeadas.....	35
Anexo B. Matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos mecánicos y eléctricos en el montaje y mantenimiento de ascensores.	36
Anexo C. Consentimiento de la investigación o consultoría.....	44
Anexo D. Protocolos Propuestos	53

Resumen

Contexto: La seguridad y salud en el trabajo en el sector industrial y de la construcción ha adquirido una creciente importancia, especialmente en aquellas actividades que exponen a los trabajadores a riesgos significativos, como el uso de maquinaria pesada, los trabajos en altura, trabajos en espacios confinados y la manipulación e intervención en sistemas mecánicos y eléctricos. En este contexto, en el montaje y mantenimiento de ascensores confluyen peligros mecánicos (atrapamientos, proyección de partículas, izaje y cargas suspendidas) y eléctricos (contacto directo/indirecto, arco eléctrico, equipotencialidad deficiente), que incrementan la probabilidad ocurrencia de eventos adversos con consecuencias severas.

Objetivo: Evaluar la exposición ocupacional a factores de riesgo mecánico y eléctrico en trabajadores de una empresa dedicada al montaje y mantenimiento de ascensores en la ciudad de Medellín en el año 2025.

Métodos: La investigación desarrolló un enfoque cuantitativo, complementado con la identificación y descripción cualitativa de las condiciones de trabajo. El diseño fue no experimental y transversal, lo que permitió observar los fenómenos sin manipular las variables. Se emplearon observaciones planeadas con instrumentos como la NTP386, la Guía Técnica Colombiana (GTC) 45 para la identificación de los peligros y los métodos de evaluación de la exposición a riesgos establecidos por William Fine y la matriz RETIE.

Resultados: Se identificaron 16 condiciones de riesgo mecánico y 13 escenarios eléctricos. El 50% de los riesgos mecánicos fueron aceptables, pero se detectaron niveles notables y altos en izaje de cargas, trabajo en foso y techo de cabina. En riesgos eléctricos predominaron niveles medio en un 62% y alto 31% pertenecientes a cortocircuitos, contacto directo y arcos eléctricos.

Se concluye que es necesario fortalecer controles de ingeniería y procedimientos estandarizados. Se proponen protocolos de izaje seguro, bloqueo-etiquetado (LOTO) y formación continua enfocada en los riesgos priorizados.

Conclusión: Los resultados evidencian la necesidad de fortalecer la gestión del riesgo mediante la implementación de controles de ingeniería, estandarización de procedimientos y programas de formación enfocados en riesgos críticos.

Palabras clave: Riesgo mecánico; riesgo eléctrico; ascensores; mantenimiento; seguridad y salud en el trabajo.

Abstract

Context: Occupational health and safety in the industrial and construction sectors has gained increasing importance, especially in activities that expose workers to significant risks, such as the use of heavy machinery, work at heights, work in confined spaces, and the handling and intervention in mechanical and electrical systems. In this context, in the installation and maintenance of elevators, mechanical hazards (entrapments, particle projection, hoisting, and suspended loads) and electrical hazards (direct/indirect contact, electric arc, poor equipotential bonding) converge, which increase the probability of adverse events with severe consequences.

Objective: To evaluate occupational exposure to mechanical and electrical risk factors in workers of a company dedicated to the installation and maintenance of elevators in the city of Medellín in the year 2025.

Methods: The research developed a quantitative approach, complemented with the qualitative identification and description of working conditions. The design was non-experimental and cross-sectional, which allowed the observation of phenomena without manipulating the variables. Planned observations were used with instruments such as NTP386, the Colombian Technical Guide (GTC) 45 for hazard identification, and the exposure risk assessment methods established by William Fine and the RETIE matrix.

Results: Sixteen mechanical risk conditions and thirteen electrical scenarios were identified. Fifty percent of mechanical risks were acceptable, but notable and high levels were detected in load lifting, work in pits, and cabin roofs. In electrical risks, medium levels predominated at 62%, and high levels at 31%, related to short circuits, direct contact, and electric arcs. It is concluded that it is necessary to strengthen engineering controls and standardized procedures. Safe lifting protocols, lockout-tagout (LOTO), and continuous training focused on prioritized risks are proposed.

Conclusion: The results show the need to strengthen risk management through the implementation of engineering controls, standardization of procedures, and training programs focused on critical risks.

Keywords: Mechanical risk; electrical risk; elevators; maintenance; occupational health and safety

Introducción

La seguridad y salud en el trabajo constituye uno de los principales desafíos para los sectores industriales y de mantenimiento a nivel mundial. Según la Organización Internacional del Trabajo, en 2019 se registraron alrededor de 2.93 millones de muertes relacionadas con la exposición a factores de riesgo laborales (Organización Internacional del Trabajo, 2023) gran parte de ellas atribuibles a condiciones laborales inseguras y prevenibles (Organización Internacional del Trabajo, 2019). En este contexto, los accidentes eléctricos ocupan un lugar preponderante, investigaciones internacionales han documentado que el contacto con circuitos energizados, el arco eléctrico y las fallas de equipotencialidad figuran entre los eventos de mayor severidad en tareas de mantenimiento industrial (Martínez Rodríguez, et al, 2021). De igual modo, los riesgos mecánicos derivados de operaciones de izaje, manejo de cargas suspendidas y atrapamiento por elementos móviles, así como los peligros propios del trabajo en alturas y la intervención en espacios confinados, han sido estudiados como causas frecuentes de lesiones graves (Ruiz, 2024). Siendo los procedimientos de bloqueo y etiquetado (LOTO) (Safety Culture, 2026) una medida de control fundamental en entornos donde estos peligros coexisten simultáneamente (Departamento de Trabajo de los Estados Unidos, s.f.).

En Colombia, el fortalecimiento del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo mediante la Ley 1562 de 2012 (Congreso de Colombia, 2012) y su reglamentación mediante el decreto 1072 de 2015 (Ministerio del Trabajo, 2015) han consolidado el marco del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), complementado por instrumentos técnicos como la GTC 45 (ICONTEC, 2012), el RETIE (Ministerio de minas y energía, 2024) y la NTC 2050 (ICONTEC, 1998). No obstante, la aplicación efectiva de esta regulación en sectores con actividades de mantenimiento industrial y sistemas de transporte vertical continúan presentando condiciones de trabajo complejas debido a la exposición simultánea a riesgos mecánicos, eléctricos, trabajo en alturas, espacios confinados e izaje de cargas. Estudios colombianos han señalado que la ausencia de procedimientos LOTO estandarizados, la capacitación insuficiente y la escasa supervisión operativa incrementan significativamente la accidentalidad en este tipo de labores (Rodas Idarraga & Mera Sandoval, 2022).

El sector de montaje y mantenimiento de ascensores constituye un caso de estudio de particular relevancia, dado que en él confluyen de manera simultánea la exposición a los peligros anteriormente mencionados. En Medellín, el crecimiento urbano y la expansión de edificaciones en altura han intensificado la demanda de sistemas de transporte vertical, para el año 2021 se contaba con alrededor de 200.000 unidades entre ascensores, escaleras eléctricas y plataformas tipo ascensor (Revista del

Ascensor, 2021), cifra que refleja la significativa exposición laboral del sector. Los técnicos de este sector realizan actividades en cuartos de máquinas, fosos y techos de cabina, donde ejecutan labores de izaje, trabajo en alturas e intervención de sistemas eléctricos catalogados como de alto riesgo por el RETIE (Ministerio de Minas y Energía, 2024). En este contexto, los principales eventos críticos corresponden a atrapamientos con sistemas de tracción, caída de cargas suspendidas, contacto eléctrico y exposición a arco eléctrico durante actividades de mantenimiento de ascensores (Martínez Rodríguez, et al, 2021); (AMSECAR S.A.S, 2025). A pesar de ello, la producción científica sobre exposición ocupacional en este sector en Colombia es limitada: los estudios existentes se enfocan en propuestas de control o identificación de peligros en actividades específicas (Rodas Idarraga & Mera Sandoval, 2022); (Martínez Rodríguez, et al, 2021) sin cuantificar los niveles de exposición durante las tareas operativas reales, lo que impide el diseño de intervenciones preventivas basadas en evidencia.

Este estudio se centra en la evaluación de la exposición ocupacional a factores de riesgo mecánico y eléctrico en los trabajadores de una empresa dedicada al montaje y mantenimiento de ascensores en la ciudad de Medellín durante el año 2025, mediante un enfoque semicuantitativo, de diseño no experimental y corte transversal. La identificación de peligros combina observaciones planeadas en campo basadas en la NTP 386 (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST)., 1995) y en la aplicación de la GTC 45 (ICONTEC, 2012), la estimación del nivel de riesgo mecánico se apoya en la metodología de William Fine (Fine, 1971), y la valoración del riesgo eléctrico se desarrolla con base en la matriz RETIE (Ministerio de Minas y Energía, 2024).

Los resultados aportarán evidencia sobre la exposición en un sector con limitada investigación en Colombia y sustentarán la formulación de protocolos de trabajo seguro para operaciones de izaje de cargas, aseguramiento de energías peligrosas y mantenimiento predictivo y preventivo, contribuyendo al fortalecimiento del SG-SST y al cumplimiento de la normativa nacional vigente.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Presentación del problema de investigación

El montaje y mantenimiento de ascensores constituye una actividad de alta complejidad dentro del sector de la construcción y los servicios técnicos especializados, debido a la exposición a riesgos e interacción permanente con sistemas mecánicos, eléctricos y estructurales, exponiendo a los trabajadores a múltiples peligros durante la ejecución de las tareas presentes en cuartos de máquinas, fosos, techos de cabina y sistemas de tracción, , donde confluyen riesgos asociados a atrapamientos, golpes por partes móviles, manipulación de herramientas, caída de objetos, contacto con energías peligrosas y exposición a circuitos energizados.

A nivel internacional, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) ha señalado que millones de accidentes y enfermedades laborales continúan presentándose cada año como consecuencia de condiciones inseguras de trabajo, especialmente en sectores industriales y de mantenimiento técnico especializado (Organización Internacional del Trabajo, 2023). En el caso específico del riesgo eléctrico, De acuerdo con la National Fire Protection Association (Campbell, 2025), las lesiones fatales ocasionadas por exposición a electricidad y arco eléctrico continúan representando una problemática significativa en actividades industriales y de mantenimiento.

En Colombia, el fortalecimiento del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, establecido mediante la Ley 1562 de 2012 (Congreso de Colombia, 2012), el Decreto 1072 de 2015 (Ministerio del Trabajo, 2015) y la Resolución 0312 de 2019 (Ministerio del Trabajo, 2019), ha promovido la identificación y control de los riesgos laborales. Asimismo, el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) establece criterios técnicos para la prevención de accidentes asociados a instalaciones eléctricas de alto riesgo. Sin embargo, en sectores especializados como el montaje y mantenimiento de ascensores, persisten dificultades relacionadas con la aplicación efectiva de controles, la estandarización de procedimientos y la gestión de tareas críticas. La ausencia de estudios específicos sobre niveles de exposición en este tipo de labores dificulta la toma de decisiones informadas y genera incertidumbre sobre la efectividad de las medidas preventivas actualmente adoptadas.

En Medellín, el crecimiento urbano y la expansión de edificaciones de varios niveles han incrementado la demanda por sistemas de transporte vertical, generando una mayor necesidad de actividades de instalación, mantenimiento preventivo y correctivo de ascensores, lo cual intensifica las labores técnicas y la exposición de los trabajadores a peligros como atrapamientos, golpes por elementos móviles, caídas a distinto nivel y contacto con componentes energizados. Estos riesgos, ampliamente

asociados a instalaciones eléctricas especiales y de alto riesgo según el RETIE, representan una problemática real vivenciada por los trabajadores del sector (AMSECAR S.A.S, 2025).

Las dificultades teóricas y prácticas se evidencian en la limitada disponibilidad de investigaciones aplicadas al contexto local del montaje y mantenimiento de ascensores, lo que deja sin abordar particularidades como la interacción simultánea con maquinaria en movimiento, sistemas eléctricos, espacios confinados y condiciones estructurales de las edificaciones. A esto se suman variables que originan y mantienen el problema, como la capacitación insuficiente, la falta de estandarización de controles, la escasa supervisión operativa y la inexistencia de información confiable que permita caracterizar y clasificar la exposición ocupacional.

En este escenario, surge la necesidad de desarrollar una investigación de campo que identifique y evalúe la exposición ocupacional a los riesgos mecánico y eléctrico presentes en las labores técnicas del montaje y mantenimiento de ascensores, analizar la efectividad de los controles actuales y determinar brechas en la gestión del riesgo. Esta evaluación permitirá generar estrategias de intervención basadas en evidencia, orientadas al fortalecimiento de protocolos de trabajo seguro y formación continua de los trabajadores.

A partir de lo anterior, la presente investigación se orienta a responder la siguiente pregunta problema: **¿Cuáles son los niveles de exposición ocupacional a factores de riesgo mecánico y eléctrico en los trabajadores de una empresa dedicada al montaje y mantenimiento de ascensores en Medellín durante el año 2025?**

1.2 Justificación

Esta investigación se fundamenta en la necesidad de profundizar en un área que, a pesar de su relevancia para la seguridad y salud en el trabajo, ha sido escasamente estudiada en el contexto del montaje y mantenimiento de ascensores. La identificación y evaluación de la exposición a riesgos mecánicos y eléctricos en este sector representan un desafío tanto teórico como práctico. La investigación de estos riesgos no solo contribuye a un mejor entendimiento de las condiciones laborales, sino que también aborda un problema de conocimiento que es necesario resolver para mejorar las condiciones de trabajo en un sector de alto riesgo.

A nivel internacional, la Organización Internacional del Trabajo (Ilo, 2023) ha señalado que cerca de tres millones de trabajadores mueren cada año debido a accidentes y enfermedades relacionadas con el trabajo, lo que evidencia la necesidad de fortalecer las estrategias de prevención en sectores industriales y de mantenimiento técnico especializado. Asimismo, la National Fire Protection Association

(NFPA) ha reportado que la exposición a electricidad y arco eléctrico continúa siendo una causa importante de lesiones fatales en entornos laborales, ya que, según censo de lesiones laborales realizado, durante el año 2023, 142 trabajadores fallecieron debido a la exposición a la electricidad, mientras que otros cinco perdieron la vida a causa de la exposición a arcos eléctricos (Campbell, 2025).

En Colombia, durante el año 2025 se registraron 534.444 accidentes de trabajo y 438 muertes asociadas a condiciones laborales, según el Informe de Siniestralidad Laboral del Consejo Colombiano de Seguridad (CCS, 2025). Antioquia, departamento al que pertenece Medellín, ocupó el primer lugar nacional en accidentalidad laboral y siendo más específicos frente al riesgo eléctrico y de acuerdo con un artículo del periódico el tiempo entre 2016 y 2024, más de 2.147 personas murieron en Colombia por accidentes de riesgo eléctrico, con un promedio preocupante de más de 200 muertes anuales. Aunque la accidentalidad ha disminuido, en 2024 se reportaron 243 fallecimientos, afectando principalmente a hombres (90%) y evidenciando riesgos en construcción y el uso de personal no certificado (Montaño, 2025).

En Colombia, aunque existe un marco normativo robusto en materia de seguridad y salud en el trabajo, conformado por la Ley 1562 de 2012, el Decreto 1072 de 2015, la Resolución 0312 de 2019 y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), persisten dificultades relacionadas con la aplicación efectiva de controles y procedimientos seguros en sectores especializados como el montaje y mantenimiento de ascensores. Esta situación evidencia la necesidad de desarrollar investigaciones aplicadas que permitan identificar y valorar los riesgos presentes en las condiciones reales de trabajo.

Desde el punto de vista metodológico, el estudio adquiere relevancia al integrar herramientas reconocidas para la evaluación del riesgo, como la metodología de William Fine (Fine, 1971) y la matriz RETIE (Ministerio de Minas y Energía, 2024), las cuales permiten realizar una valoración técnica y estructurada de los peligros mecánicos y eléctricos presentes en las actividades de montaje y mantenimiento de ascensores. La aplicación combinada de estas metodologías facilita la priorización de riesgos críticos y fortalece la toma de decisiones en el marco del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. Asimismo, la revisión exploratoria de la literatura permitió identificar que son escasos los estudios que articulan metodologías como William Fine y RETIE en este tipo de actividades, evidenciando un vacío técnico y metodológico que limita la formulación de estrategias preventivas ajustadas a las condiciones reales del sector.

La investigación posee pertinencia práctica y social, debido a que sus resultados podrán contribuir al diseño de protocolos de trabajo seguro, fortalecimiento de programas de capacitación y mejora de las medidas de control implementadas por las organizaciones del sector. Esto permitirá reducir la

probabilidad de accidentes laborales, mejorar las condiciones de seguridad de los trabajadores y favorecer el cumplimiento de los estándares normativos vigentes.

Además, responde a una necesidad contextual relevante, considerando el incremento de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de ascensores asociado al crecimiento de las infraestructuras urbanas. Según la Revista del Ascensor, para el año 2021 Colombia contaba con aproximadamente 200.000 unidades entre ascensores, escaleras eléctricas y plataformas tipo ascensor (Revista del Ascensor, 2021), lo que evidencia la importancia de fortalecer la gestión de los riesgos mecánicos y eléctricos presentes en estas labores, debido a la alta probabilidad de accidentes graves asociados a este tipo de actividades.

Los resultados del estudio serán de gran utilidad para varios actores. Primero, servirán a las empresas del sector de ascensores, permitiéndoles desarrollar y optimizar protocolos de trabajo seguros que reduzcan la incidencia de accidentes laborales, mejorando tanto la productividad como el bienestar de los empleados. Segundo, la investigación será valiosa para los responsables de diseño y aplicación del Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, al aportar información relevante que pueda influir en la intervención de peligros y riesgos en los lugares de trabajo. Tercero, la comunidad científica se beneficiará de este trabajo, ya que abrirá nuevas líneas de investigación en la gestión de riesgos laborales y permitirá la elaboración de estudios comparativos en otros sectores con condiciones de riesgo similares.

A pesar de la existencia de investigaciones relacionadas con seguridad y salud en el trabajo y evaluación de riesgos laborales, la revisión exploratoria de literatura evidencia una limitada disponibilidad de estudios enfocados específicamente en la valoración conjunta de riesgos mecánicos y eléctricos en actividades de montaje y mantenimiento de ascensores, especialmente en el contexto colombiano y local. La mayoría de las investigaciones disponibles se centran en riesgos generales del sector construcción o mantenimiento industrial, sin profundizar en las condiciones particulares de los sistemas de transporte vertical, donde convergen simultáneamente riesgos asociados a energías peligrosas, espacios confinados, trabajos en altura y manipulación de componentes mecánicos.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general*

Evaluar la exposición ocupacional a factores de riesgo mecánico y eléctrico en trabajadores de una empresa dedicada al montaje y mantenimiento de ascensores en la ciudad de Medellín en el año 2025.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- Identificar los factores de riesgo que influyen en la exposición al riesgo mecánico y eléctrico durante la ejecución de actividades y tareas en el montaje y mantenimiento de ascensores.
- Estimar los niveles de riesgo mecánico y eléctrico durante la ejecución de actividades y tareas en el montaje y mantenimiento de ascensores.
- Proponer protocolos de trabajo seguro para la ejecución de actividades de montaje y mantenimiento de ascensores.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

La Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) se sustenta en principios que orientan la identificación, evaluación y control de peligros con el propósito de prevenir lesiones y enfermedades derivadas del trabajo y de la protección de la salud de los trabajadores (Congreso de Colombia, 2012); en Colombia, estos principios se formalizan mediante el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), compilado Libro 2, Parte 2, Título 4, Capítulo 6 del Decreto 1072 de 2015, y aplicados por los Estándares Mínimos de la Resolución 0312 de 2019.

En contextos de transporte vertical, los ascensores eléctricos no solo constituyen elementos de confort y modernización, sino que además representan un nivel de riesgo eléctrico y mecánico en la ejecución de cada proyecto (Odir Certificaciones, 2025), el análisis del riesgo eléctrico se rige por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, actualizado por la Resolución 40117 de 2024, que exige, entre otros, alimentaciones independientes, protecciones diferenciales, puesta a tierra y equipotencialidad, canalizaciones exclusivas y evaluación de la conformidad antes de la operación, catalogando los ascensores como instalaciones de alto riesgo. De manera complementaria, el Código Eléctrico Colombiano NTC 2050 (ICONTEC, 1998), particularmente su Sección 620, establece los requisitos técnicos para ascensores, montacargas y escaleras mecánicas (circuitos dedicados, medios de desconexión, dispositivos de seguridad, iluminación y tomas en cuartos de máquinas), articulando con RETIE los criterios para un diseño y mantenimiento seguros.

Metodológicamente, la GTC 45 provee la guía para la identificación de peligros y valoración de riesgos (inventario de peligros, estimación de probabilidad y consecuencia, nivel y aceptabilidad del riesgo, jerarquización de controles), constituyendo el estándar nacional para caracterizar la exposición ocupacional, incluyendo los riesgos mecánicos y eléctricos. La relevancia de estos riesgos se refleja en estadísticas internacionales que evidencian en el año 2020 una proporción significativa de lesiones mortales por exposición a la electricidad con aproximadamente 126 muertes de trabajadores por exposición a la electricidad (Campbell, Investigación NFPA | Seguridad Eléctrica, 2022), reforzando la necesidad de controles de ingeniería y de prácticas como bloqueo/etiquetado (LOTO) (Departamento de Trabajo de los Estados Unidos, s.f.) y desenergización verificada durante mantenimiento.

2.1 Antecedentes de la Investigación

Algunos estudios han abordado la gestión de riesgos en actividades relacionadas con ascensores y sistemas electromecánicos, a continuación, se relacionan algunos antecedentes encontrados que tienen relación con esta investigación:

Tabla 1. Antecedentes de investigación relacionados con riesgos mecánicos y eléctricos en mantenimiento industrial y ascensores.

Autor/Año	Título del estudio	Objeto de estudio	Metodología utilizada	Principales Hallazgos	Limitaciones / Aspectos no abordados
(Granada Espinosa & Herrera Monroy, 2011)	Manual del código eléctrico colombiano ntc 2050. Sección 610: Grúas colgantes y elevadores de carga. Sección 620: ascensores, montacargas, escaleras y pasillos mecánicos, ascensores y elevadores para sillas de ruedas.	Requisitos eléctricos para ascensores	Revisión normativa y técnica	Establece lineamientos eléctricos para ascensores	No evalúa condiciones reales de exposición
(Arias Oña, 2018)	Identificación de riesgos y propuesta de medidas de control en operaciones de izaje durante el montaje de estructuras metálicas de edificaciones.	Establecer estándares de seguridad en las operaciones de izaje durante la fase de montaje de estructura metálica	Estudio descriptivo de los factores de riesgo presentes en las operaciones de izaje de cargas	Destaca la importancia de implementar procedimientos de seguridad y controles preventivos en actividades de mantenimiento de sistemas de elevación	No desarrolla una valoración integral del riesgo mecánico y eléctrico mediante metodologías semicuantitativas
(Martínez Rodríguez, et al, 2021)	Análisis y evaluación de los riesgos relacionados con la seguridad y salud en el trabajo, asociados a la actividad de inspección de ascensores en la empresa ECA Interventorías y Consultorías de Colombia	Riesgos durante inspección de ascensores	GTC 45, matriz de riesgos cualitativa	Identificación de peligros en actividades de inspección, énfasis en entorno y tareas críticas.	No integra análisis eléctrico No incluye montaje ni mantenimiento correctivo.
(Rodas Idarraga & Mera Sandoval, 2022)	Propuesta para el control de los riesgos en los ascensores de la unidad residencial Parque de Alcazar	Riesgos en ascensores hidráulicos	Modelo de matriz de riesgos adaptado al método ACERTAR	Es una referente práctico para estructurar protocolos de trabajo seguro y contenidos de	Estudio de caso en un solo edificio. Sin estimación cuantitativa de niveles de riesgo.

	ubicado en la ciudad de Cali			capacitación contextualizados a tareas reales de mantenimiento.	
(Ruiz, 2024)	Oportunidades de mejoras en riesgo mecánico. Implementación de un plan	Análisis detallado del estado actual de la seguridad, una fábrica de pinturas ubicada en la provincia Cordoba Argentina	evaluación detallada de los riesgos con las herramientas brindadas por la universidad (FODA, relevamiento general de riesgo y evaluación de riesgo)	Evidencia la implementación de un sistema de bloqueo y etiquetado (Loto), y la capacitación del personal. Asimismo, se plantea la importancia de establecer una cultura de seguridad dentro de la organización y de realizar un seguimiento continuo de la efectividad de las medidas implementadas.	No desarrolla una evaluación específica para actividades de montaje y mantenimiento de ascensores ni integra metodologías como William Fine y RETIE
(Gómez Garavito & Castro Campos, 2025)	Desarrollo de una guía integral de mantenimiento de ascensores implementando mejoras prácticas y normativas para la seguridad y eficiencia del servicio	desarrollar una guía integral de mantenimiento de Ascensores con la integración de las prácticas y normativas para la seguridad y eficiencia del servicio, dirigida tanto a ascensores de carga como de personas.	Análisis normativo (NTC 5926-1, NTC 2769), listas de chequeo y capacitación	Guía con mejores prácticas, frecuencia de mantenimiento y énfasis en LOTO. Propone criterios preventivos y rutinas de inspección	Predominantemente e descriptivo-normativo. No estima niveles de riesgo en campo ni prioriza peligros por criticidad.
(Gorayeb Asocoates, p.c., 2025)	Mantenimiento de ascensores: prevención de riesgos laborales	Riesgos mecánicos y eléctricos	Revisión técnica y operativa	Identifica atrapamientos, fallas eléctricas y revisión de cables	No utiliza metodologías de valoración del riesgo
(Safety Culture, 2026)	Guía completa de bloqueo y etiquetado (LOTO)	Procedimientos de control de energías peligrosas	Revisión técnica de procedimientos LOTO	Importancia del LOTO para controlar energías eléctricas y mecánicas.	Enfoque internacional general. No contextualizado al sector colombiano ni a montaje y

					mantenimiento de ascensores.
--	--	--	--	--	------------------------------

La revisión de antecedentes evidencia que la mayoría de las investigaciones relacionadas con mantenimiento de ascensores y seguridad industrial se enfocan principalmente en la identificación de peligros, diseño de procedimientos seguros y cumplimiento normativo. Diversos estudios destacan la importancia del control de energías peligrosas mediante procedimientos de bloqueo y etiquetado (LOTO) (Departamento de Trabajo de los Estados Unidos, s.f.), así como la necesidad de fortalecer la capacitación y supervisión en tareas críticas de mantenimiento industrial.

Asimismo, los antecedentes consultados coinciden en señalar que los riesgos eléctricos asociados a contacto directo, arco eléctrico y energización inesperada representan una de las principales causas de accidentes graves y fatalidades en actividades de mantenimiento. De igual forma, se identifican riesgos mecánicos relacionados con atrapamientos, izaje de cargas, manipulación de componentes móviles y fallas en sistemas de protección.

No obstante, se evidenció que la mayoría de los estudios revisados presentan limitaciones relacionadas con la ausencia de metodologías integrales para la valoración del riesgo, debido a que muchos se enfocan únicamente en procedimientos operativos o análisis normativos. Además, son escasas las investigaciones que integran metodologías como William Fine y la matriz RETIE para la evaluación simultánea de riesgos mecánicos y eléctricos en actividades de montaje y mantenimiento de ascensores.

En este sentido, la presente investigación se diferencia de los antecedentes revisados al realizar una evaluación comparativa e integral de los riesgos mecánicos y eléctricos presentes en actividades reales de montaje y mantenimiento de ascensores, utilizando herramientas metodológicas reconocidas para la estimación del nivel de riesgo. Lo anterior permitirá fortalecer la gestión preventiva y aportar evidencia técnica aplicable al contexto operativo del sector.

2.2 Bases teóricas o fundamentos conceptuales

2.2.1 Organización del sector o actividad económica

La empresa objeto de estudio se encuentra registrada bajo la clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas Revisión 4 Adaptada para Colombia (CIIU Rev. 4 A.C.). (DANE, 2020) en las actividades de:

C3312 – Mantenimiento y reparación especializado de maquinaria y equipo: Corresponde al mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo, incluyendo ascensores y sistemas de elevación. (DANE, 2020)

F4329 – Otras instalaciones especializadas: Esta clase incluye la instalación de ascensores, escaleras mecánicas, puertas automáticas y equipos similares en edificios, así como su mantenimiento y reparación. (DANE, 2020)

Este sector se caracteriza por la convergencia de actividades industriales y de servicios técnicos, donde los trabajadores interactúan con sistemas electromecánicos complejos en entornos dinámicos. Estas condiciones han sido identificadas como factores que incrementan la exposición a riesgos laborales, especialmente en sectores de construcción y mantenimiento.

Además, se trata de un sector altamente regulado por normativas como el RETIE y el Código Eléctrico Colombiano, que establecen requisitos técnicos para garantizar la seguridad en las instalaciones eléctricas y en el mantenimiento de equipos (Ministerio de minas y energía, 2024)

2.2.2 Procesos y actividades asociadas al sector

Las empresas dedicadas al montaje y mantenimiento de ascensores desarrollan procesos técnicos y operativos que integran actividades mecánicas, eléctricas y estructurales, necesarias para garantizar el funcionamiento seguro de los sistemas de transporte vertical. Estas actividades comprenden desde la instalación inicial de los equipos hasta las labores de mantenimiento preventivo y correctivo.

Dentro de los principales procesos asociados al sector se encuentran el montaje de estructuras metálicas, instalación de rieles, ensamblaje de cabinas, instalación de motores y sistemas de tracción, conexión de tableros eléctricos y configuración de sistemas de control. Estas labores requieren el uso de herramientas manuales y eléctricas, manipulación de cargas, trabajos en alturas y actividades en espacios confinados como fosos y cuartos de máquinas.

En las actividades de mantenimiento preventivo se realizan inspecciones periódicas, ajustes mecánicos, lubricación de componentes, verificación de sistemas de seguridad y revisión de conexiones eléctricas, con el propósito de garantizar la continuidad operativa y prevenir fallas del sistema. Por su

parte, el mantenimiento correctivo implica la intervención directa de componentes averiados o defectuosos, lo que puede aumentar la exposición a riesgos mecánicos y eléctricos debido a la necesidad de trabajar sobre sistemas energizados o mecanismos en movimiento.



Ilustración 1. Flujo de proceso Mantenimiento preventivo y correctivo

Asimismo, estas actividades involucran tareas críticas como izaje y movilización de componentes pesados, bloqueo y etiquetado de energías peligrosas (LOTO), pruebas de funcionamiento y verificación de dispositivos de seguridad. La interacción simultánea con sistemas eléctricos, partes móviles y estructuras metálicas convierte estas labores en actividades de alta complejidad y riesgo.

Estas actividades implican el uso de maquinaria, herramientas y sistemas eléctricos, lo que genera condiciones de riesgo asociadas a la manipulación de equipos en movimiento y sistemas energizados (OIT, s.f.).

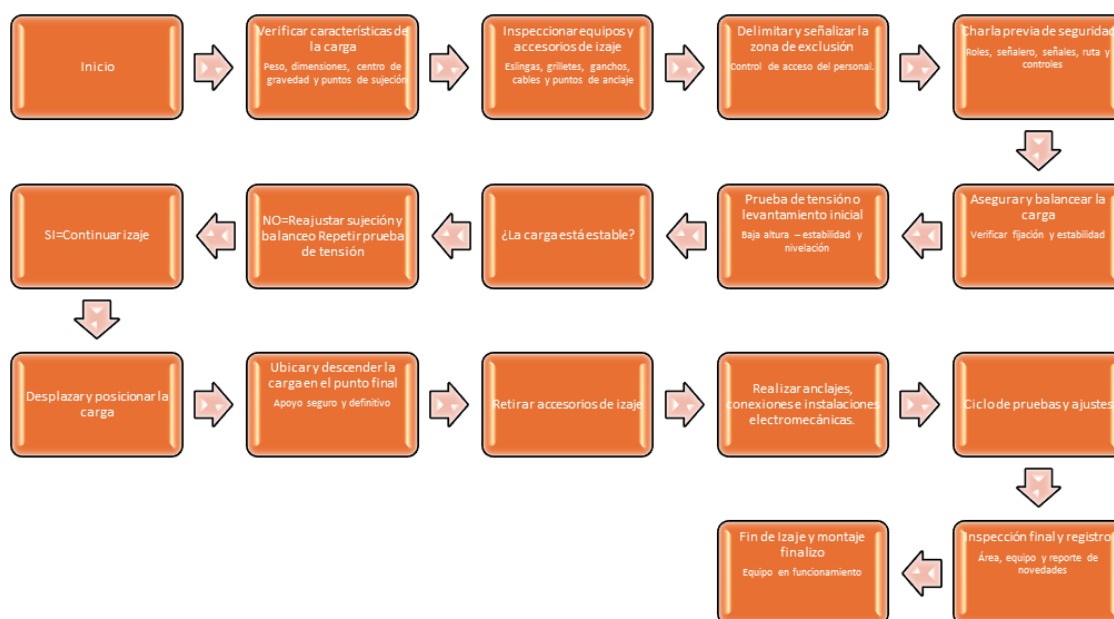


Ilustración 2. Flujo de proceso de Izaje e Instalación y Puesta en Funcionamiento

Desde el enfoque de la seguridad y salud en el trabajo, los procesos asociados al sector requieren la aplicación de controles técnicos, administrativos y operativos orientados a prevenir accidentes derivados de atrapamientos, golpes, cortes, caídas, contacto y arcos eléctricos. En este contexto, herramientas metodológicas como la GTC 45, la metodología de William Fine y la matriz RETIE permiten identificar y valorar los riesgos presentes en cada etapa del proceso operativo, facilitando la implementación de medidas preventivas acordes con las condiciones reales de trabajo

2.3 Bases legales de la investigación

En Colombia, el marco legal que regula la seguridad y salud en el trabajo (SST) es amplio y está en constante evolución para garantizar la protección de los trabajadores, especialmente en sectores industriales de alto riesgo como el montaje y mantenimiento de ascensores. Este marco está sustentado en leyes, resoluciones y guías técnicas que buscan identificar, evaluar y controlar los factores de riesgo a los que están expuestos los trabajadores. A continuación, se presentan las principales normativas que rigen la exposición a riesgos mecánicos y eléctricos, así como las obligaciones y responsabilidades de los trabajadores en este ámbito:

Decreto	1072	2015	Ministerio de Trabajo	"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo" En el libro 2 "Régimen reglamentario del sector trabajo", parte 2 "Reglamentaciones", título 4 "Riesgos Laborales", capítulo 6 "Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo" establece la obligación de la empresa para implementar el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) , exigiendo que se incluyan todos los programas de para la identificación de peligros y riesgos de la empresa, programas de prevención y promoción de la salud, procedimientos de trabajo seguro para las actividades desarrolladas, e.o, asegurando la gestión adecuada de los riesgos mecánicos y eléctricos.	Obligatorio
RESOLUCIONES					

Resolución	2400	1979	Ministerio de Trabajo	"Por el cual se establecen algunas disposiciones de vivienda, higiene y seguridad en algunos establecimientos de trabajo"	Regula las condiciones de seguridad en los espacios de trabajo, incluyendo aspectos como iluminación, ventilación y protección de maquinaria, lo que es relevante para mitigar los riesgos mecánicos y eléctricos en el montaje y mantenimiento de ascensores, garantizando un ambiente de trabajo seguro para los operarios.	Obligatorio
Resolución	90708	2013	Ministerio de minas y energía	"Por el cual se expide el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE"	Establece las normas y medidas de seguridad necesarias para garantizar la correcta instalación y mantenimiento de sistemas eléctricos mediante sus 4 libros específicos con disposiciones generales, productos objetos del RETIE, instalaciones objeto del RETIE y evaluación de la conformidad	Obligatorio
Resolución	0312	2019	Ministerio de Trabajo	"Por la cual se definen los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de la	Se establece la obligatoriedad para el cumplimiento de los requisitos mínimos de	Obligatorio

				Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST"	seguridad y salud en el trabajo.	
Resolución	5018	2019	Ministerio de Trabajo	"Por la cual se establecen lineamientos en seguridad y salud en el trabajo en los procesos de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica"	Establece los lineamientos en seguridad y salud en el trabajo en las actividades económicas que involucre peligros eléctricos como es el caso de la intervención sobre o en cercanía de las redes eléctricas.	Obligatorio
Resolución	491	2020	Ministerio de Trabajo	"Por la cual se establecen los requisitos mínimos de seguridad para el desarrollo de trabajos en espacios confinados y se dictan otras disposiciones"	Establece los requisitos de seguridad mínimos para el desarrollo de trabajo en espacios confinados como lo son los espacios internos para las instalaciones de ascensores.	Obligatorio
Resolución	4272	2021	Ministerio de Trabajo	"Por la cual se establecen los requisitos mínimos de seguridad para el desarrollo de trabajo en alturas"	Establece los requisitos de seguridad mínimos para el desarrollo de trabajo en alturas desarrollados en las actividades de montajes y mantenimiento de ascensores.	Obligatorio
Resolución	40177	2024	Ministerio de minas y energía	"Por la cual se modifica el reglamento técnico	Establece las normas y medidas de seguridad necesarias para garantizar	Obligatorio

				de instalaciones eléctricas - RETIE"	la correcta instalación y mantenimiento de sistemas eléctricos mediante sus 4 libros específicos con disposiciones generales, productos objetos del RETIE, instalaciones objeto del RETIE y evaluación de la conformidad	
CIRCULARES						
Circular	35	2020	Ministerio de Trabajo	Vigencia de Certificaciones trabajo en alturas	Vigencia de la certificación para trabajo seguro en alturas, de conformidad con el artículo 8º del Decreto Legislativo 491 de 2020, expedido en el marco del Estado de emergencia económica, social y ecológica declarado mediante el Decreto 417 de 2020.	Orientador
Circular	36	2022	Ministerio de minas y energía	"Reentrenamiento y capacitación en trabajo en alturas"	Establece la responsabilidad del contratante de la empresa para la certificación en el entrenamiento y reentrenamiento de trabajo en alturas para los trabajadores expuestos al	Orientador

					peligro una vez se vinculen a la empresa o proyecto.	
GUÍAS TÉCNICAS						
Norma Técnica Colombiana (NTC)	4114	1997	Icontec	Seguridad Industrial: Realización de inspecciones planeadas	Pasos para seguir y requisitos de un programa de inspecciones de áreas, equipos e instalaciones	Orientador
Guía Técnica Colombiana (GTC)	45	2012	Icontec	Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional	En su Anexo A, "Tabla de peligros" establece la clasificación con la que serán identificados los peligros mecánicos y eléctricos.	Orientador
Norma Técnica Colombiana (NTC)	2050	2020	Icontec	Código eléctrico colombiano	Establece los requisitos mínimos de seguridad para el diseño e instalación de sistemas eléctricos internos.	Orientador
OTRAS REFERENCIAS INTERNACIONALES						
OSHA	1910.147	1990	"Occupational Safety and Health Administration"	Control de energía peligrosa (bloqueo/etiquetado)	Establece prácticas y procedimientos necesarios para desactivar maquinaria o equipos con el objetivo de evitar la liberación de energía peligrosa durante las actividades de servicio y mantenimiento realizadas por los empleados.	Orientador
NTP	386	1995	Ministerio de trabajo y	"Observaciones planeadas del trabajo"	Es una guía de buena práctica para el desarrollo de las observaciones	Orientador

			asuntos sociales España		planeadas en las actividades de trabajo	
NTP	709	2000	Ministerio de trabajo y asuntos sociales España	"Foto-safari": una herramienta de observación del trabajo	Método para la identificación de deficiencias en el trabajo en vistas a la mejora continua	Orientador

El marco normativo analizado evidencia que en Colombia existe una estructura legal y técnica orientada a la prevención de accidentes laborales y al fortalecimiento de la gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Normativas como la Ley 1562 de 2012, el Decreto 1072 de 2015, la Resolución 0312 de 2019, la GTC 45 y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) establecen lineamientos para la identificación de peligros, valoración de riesgos, implementación de controles y desarrollo de procedimientos seguros en actividades con exposición a riesgos mecánicos y eléctricos.

En este sentido, el marco legal no solo define obligaciones de cumplimiento para las organizaciones, sino que también proporciona herramientas técnicas y metodológicas que permiten fortalecer la gestión preventiva y reducir la probabilidad de incidentes y accidentes laborales. Para el presente estudio, estas disposiciones constituyen el soporte técnico y jurídico para la aplicación de metodologías de evaluación del riesgo, así como para la formulación de protocolos de trabajo seguro orientados a la protección de los trabajadores y al mejoramiento de las condiciones de seguridad en el sector de mantenimiento y montaje de ascensores.

CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

El presente capítulo describe el diseño metodológico desarrollado para la investigación, incluyendo el enfoque, tipo y diseño del estudio, así como las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección y análisis de la información. De igual forma, se presentan las metodologías aplicadas para la identificación y valoración de los riesgos mecánicos y eléctricos en las actividades de montaje y mantenimiento de ascensores, con el fin de garantizar la coherencia entre los objetivos planteados y el proceso investigativo desarrollado.

3.1 Tipo de investigación

El enfoque de esta investigación fue semicuantitativo, lo que permitió asignar una valoración y determinar la evaluación del riesgo mecánico y eléctrico mediante la adaptación y aplicación de metodologías estandarizadas (William Fine y Matriz RETIE), permitiendo combinar técnicas cualitativas de identificación de peligros con la asignación de valores numéricos para estimar los niveles de riesgo

(Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

Es de propósito aplicado ya que busca identificar, evaluar y mitigar riesgos específicos (mecánicos y eléctricos) en el montaje y mantenimiento de ascensores, con el fin de proponer medidas preventivas y protocolos de seguridad que mejoren las condiciones laborales y reduzcan la incidencia de accidentes de trabajo en el sector, es decir busca generar cocimientos orientado a la solución de una situación o escenario practico

El desarrollo de esta Investigación fue en campo, este estudio implica la observación y evaluación directa de los riesgos mecánicos y eléctricos en los entornos laborales reales donde se realiza el montaje y mantenimiento de ascensores. La investigación de campo permitirá recolectar datos específicos en el sitio de trabajo, analizando las condiciones y prácticas de seguridad aplicadas en el contexto laboral concreto.

El alcance se enmarca dentro de una investigación descriptiva, ya que, se observarán y describirán las condiciones de trabajo y actividades en el montaje y mantenimiento de ascensores, así como los niveles de exposición ocupacional, así se podrá detallar y caracterizar la exposición a los factores de riesgo mencionados con el propósito de proponer protocolos de trabajo seguro para la ejecución de dichas actividades, además, el estudio presenta un carácter exploratorio , ya que busca indagar en una problemática poco abordada en este sector específico, ofreciendo una comprensión más profunda sobre los factores de riesgo mecánicos y eléctricos en el contexto del montaje y mantenimiento de ascensores.

El diseño de esta investigación es no experimental y transversal, ya que no se manipularán las variables de estudio y los datos serán recolectados en un único punto temporal. En este caso, se observarán y medirán los niveles de exposición a riesgos mecánicos y eléctricos durante el año 2025, en una empresa ubicada en la ciudad de Medellín que se dedica al montaje y mantenimiento de ascensores, el diseño no experimental permite estudiar los fenómenos en su entorno natural sin alterarlos, permitiendo así una comprensión realista de las condiciones laborales. Al ser un diseño transversal, los datos recolectados reflejarán el estado actual de la exposición a los riesgos durante el período de estudio, proporcionando una imagen precisa de la situación laboral en un momento determinado (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

3.2 Población y/o muestra objeto de estudio

La población objeto de estudio está conformada por los trabajadores de una empresa ubicada en la ciudad de Medellín, dedicada al montaje y mantenimiento de ascensores.

Dado que el estudio se centró en una sola organización, este trabajo se enmarca en un estudio de caso empresarial. Por lo tanto, los resultados obtenidos corresponden específicamente a las condiciones de esta empresa y no pretenden generalizarse al total de compañías del sector de ascensores en Medellín ni en Colombia.

La muestra fue seleccionada mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando que el acceso a los participantes dependió de la autorización y la disposición de la empresa para colaborar en el desarrollo del estudio (Otzen & Manterola, 2017). El tamaño de la muestra será de 5 trabajadores quienes desempeñan funciones directamente relacionadas con las actividades de montaje y mantenimiento de ascensores tal y como se muestra en la Tabla 3. “Población / Muestra”, representando así la población con mayor exposición a factores de riesgo mecánico y eléctrico. Los instrumentos y técnicas de medición comprenden la identificación de factores de riesgo asociados a la tarea según GTC 45, seguida de la evaluación del riesgo bajo los métodos William Fine para riesgo mecánico y matriz de RETIE para riesgo eléctrico. Para la selección de los participantes, se establecieron los siguientes criterios de inclusión:

- Trabajadores con funciones operativas directamente relacionadas con el montaje y mantenimiento de ascensores, garantizando su exposición a los riesgos objeto de estudio.
- Disponibilidad voluntaria para participar en el estudio, asegurando el respeto por la autonomía de los participantes.

- Edad mínima de 18 años, en cumplimiento de las disposiciones legales y éticas vigentes en materia laboral.

Tabla 3. Población / Muestra

CARGO	TIPO DE CARGO	#TRABAJADORES EN ESE CARGO	FUNCIONES
Supervisor mantenimiento	Administrativo / Operativo	1	Coordinar y supervisar las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo; verificar el cumplimiento de procedimientos técnicos y de seguridad; programar actividades operativas; realizar seguimiento al estado de los equipos y apoyar procesos de inspección técnica.
Técnico de Montajes	Operativo	2	Ejecutar actividades de instalación, ensamblaje y ajuste de componentes mecánicos y eléctricos de ascensores; realizar pruebas de funcionamiento; utilizar herramientas y equipos especializados; cumplir los procedimientos de trabajo seguro establecidos.
Auxiliar Técnico	Operativo	2	Apoyar las actividades de montaje y mantenimiento de ascensores; realizar manipulación de herramientas y materiales; colaborar en inspecciones, limpieza y adecuación de áreas de trabajo; asistir al técnico principal durante las intervenciones operativas.

3.3 Técnicas o herramientas de recolección de datos

3.3.1 Observación de campo.

Se realizó una observación de campo estructurada con el propósito de identificar actos y condiciones subestándar presentes durante actividades de montaje y mantenimiento de ascensores, así como verificar la aplicación de controles operacionales asociados a riesgos mecánicos y eléctricos. La técnica se fundamentó en el enfoque de Observaciones Planeadas del Trabajo descrito en la NTP 386 (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST)., 1995), la cual establece la observación sistemática como herramienta preventiva para detectar desviaciones frente a prácticas seguras.

El protocolo de observación fue aplicado en dos jornadas desarrolladas en unidades residenciales de la ciudad de Medellín, los días 22 y 29 de marzo de 2025, durante actividades de mantenimiento de sensores de carga, puertas y botoneras, así como labores de montaje de motor principal de ascensor. Las observaciones fueron realizadas por la investigadora Estefanía Muñoz Londoño mediante registro estructurado y evidencia fotográfica, con una duración aproximada de cuatro horas por jornada, los cuales se pueden evidenciar en el:

Anexo A. Registro de Observaciones Planeadas

Durante el proceso se evaluaron criterios relacionados con señalización y delimitación del área, uso de elementos de protección personal, aplicación de bloqueo y etiquetado de energías peligrosas (LOTO), estado de herramientas y equipos, protecciones mecánicas, acceso seguro a las áreas de intervención y aplicación de procedimientos seguros. Como principales hallazgos se identificaron deficiencias en la implementación de controles de bloqueo de energías, ausencia de guardas de protección en componentes mecánicos y omisión de medidas preventivas antes de la ejecución de tareas críticas.

La información obtenida sirvió como base para la identificación de peligros y la posterior estimación del nivel de riesgo mediante la metodología de William Fine y la matriz RETIE.

3.3.2 Identificación de factores de riesgo mecánico y eléctrico asociados a las actividades de montajes y mantenimiento de ascensores.

Para la clasificación e identificación de los factores de riesgo se utilizaron dos matrices elaboradas a partir de una adaptación de lo establecido en la Guía Técnica Colombiana GTC 45 (ICONTEC, 2012), específicamente en el Anexo A, "Tabla de peligros" para el riesgo mecánico y lo dispuesto en el Libro 1 de la Resolución 40117 del año 2024, en su Numeral 1.5.1.3, que describe los "Factores de riesgo eléctrico más comunes", esto posterior a un ejercicio de observación estructurado (Registro de Observación planeada). La identificación de factores de riesgo contiene las variables establecidas en la Tabla 4.

Tabla 4. Variables para la identificación de peligros mecánicos y eléctricos.

Metodología	Clasificación	Descripción
Para riesgo Mecánico		
GTC45	Condiciones de Seguridad: Mecánico	Contacto con mecanismo en movimiento o partes de máquinas
		Proyección de partículas sólidas
		Proyección de fluidos

		Manejo de equipos, máquinas y herramientas manuales
		Superficies o herramientas cortantes
		Contacto con materiales, superficies, objetos o sustancias calientes
		Izaje y cargas suspendidas
Para riesgo Eléctrico		
Resolución 40117 del año 2024. Libro 1, numeral 1.5.1.3	Eléctrico	Arcos eléctricos
	Eléctrico	Ausencia de electricidad (En determinados casos)
	Eléctrico	Campos electromagnéticos
	Eléctrico	Contacto directo
	Eléctrico	Contacto Indirecto
	Eléctrico	Cortocircuito
	Eléctrico	Electricidad Estática
	Eléctrico	Equipo defectuoso
	Eléctrico	Rayos
	Eléctrico	Sobrecargas
	Eléctrico	Tensión de contacto
	Eléctrico	Tensión de paso

Anexo B. Matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos mecánicos y eléctricos en el montaje y mantenimiento de ascensores.

3.4 Evaluación de la exposición del nivel de riesgo ocupacional a través de metodologías semicuantitativas

3.4.1 Metodología para el nivel de riesgo mecánico

El proceso de estimación del nivel de riesgo mecánico se llevó a cabo mediante la metodología **William fine** que calcula la valoración del riesgo a partir del producto del **Grado de severidad de las consecuencias(C) X Frecuencia de exposición (E) X Escala de probabilidad (P)** (Fine, 1971), permitiendo determinar si es necesario la adopción de medidas preventivas para eliminar o reducir el riesgo, controlando condiciones inseguras de trabajo (Oliver Faubel & Bolufer Catalá, 2024).

Inicialmente, se identificaron los factores de riesgo asociados a las actividades de montaje y mantenimiento de ascensores, delimitando las condiciones de peligro presentes en cada tarea. Posteriormente, para cada riesgo identificado, se asignaron valores a tres variables fundamentales: la probabilidad de ocurrencia del evento, la frecuencia de exposición del trabajador al peligro y la consecuencia derivada de la materialización del riesgo.

La probabilidad se estimó considerando la posibilidad de que el evento ocurra en función de las condiciones existentes; la exposición se determinó con base en la frecuencia con la que el trabajador realiza la actividad o se encuentra en contacto con el peligro; y la consecuencia se evaluó de acuerdo con la gravedad del daño potencial, incluyendo lesiones leves, graves o fatales.

Una vez definidos estos parámetros, se procedió al cálculo del nivel de riesgo mediante la multiplicación de las tres variables, obteniendo un valor numérico que permitió clasificar el riesgo en diferentes niveles de criticidad.

Posteriormente, los resultados obtenidos fueron analizados para establecer prioridades de intervención, identificando aquellos riesgos que requieren acciones inmediatas y aquellos que pueden ser controlados mediante medidas preventivas.

Tabla 5. Grado de severidad de las consecuencias

Grado De Severidad De Las Consecuencias	Descripción del Grado De Severidad De Las Consecuencias	Valor
<i>Catastrófica</i>	Múltiples muertes (3 más), grandes daños por encima de \$100.000.000 COP, gran quebranto en la actividad.	100
<i>Desastrosa</i>	Varias muertes, daños desde \$50.000.000 y \$100.000.000 COP pesos, gran quebranto en la actividad.	40
<i>Muy Seria</i>	Muerte, daños de \$2.000.000 y \$10.000.000 COP.	15
<i>Seria</i>	Lesiones muy graves: amputación, invalidez permanente, daños de hasta 1.000	7
<i>Importante</i>	Lesiones con incapacidad temporal, daños materiales menores o afectación parcial de la operación, con pérdidas hasta \$2.000.000 COP.	3
<i>Leve</i>	Pequeñas heridas, contusiones o daños menores sin afectación significativa de la operación.	1

Tabla 6. Frecuencia de Exposición

Frecuencia de Exposición	Descripción de la frecuencia de Exposición	Valor
Continua	O muchas veces al día	10

Frecuente	Se presenta aproximadamente una vez por día: diariamente.	6
Ocasional	Semanalmente	3
Poco Usual	Mensualmente	2
Rara	Unas pocas veces al año	1
Muy Rara	Anualmente	0,5
Inexistente	No se presenta nunca	0

Tabla 7. Escala de Probabilidad

Escala de Probabilidad	Descripción de la Escala de Probabilidad	Valor
Casi Segura	Es el resultado más probable y esperado si se presenta la situación de riesgo.	10
Muy Posible	Es completamente posible, no sería nada extraño; tiene una probabilidad del 50%.	6
Posible	Sería una secuencia o coincidencia muy rara pero posible; ha ocurrido.	3
Poco Posible	Sería una coincidencia muy rara, aunque se sabe que ha ocurrido.	1
Remota	Extremadamente rara; no ha sucedido hasta el momento.	0,5
Muy Remota	Secuencia o coincidencia prácticamente imposible; posibilidad uno en un millón.	0,2
Casi Imposible	Virtualmente imposible, se acerca a lo imposible.	0,1

Posteriormente, los resultados obtenidos fueron analizados para establecer prioridades de intervención, identificando aquellos riesgos que requieren acciones inmediatas y aquellos que pueden ser controlados mediante medidas preventivas.

Finalmente, con base en la clasificación del riesgo, se definieron las medidas de control correspondientes, priorizando la implementación de acciones en la fuente, en el medio y en el trabajador, con el fin de reducir la probabilidad de ocurrencia y minimizar las consecuencias asociadas.

Tabla 8. Valoración del riesgo

Riesgo	Acción y Temporización	Valor
---------------	-------------------------------	--------------

Aceptable	No se requiere acción específica.	Menos de 20
Moderado	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante.	Entre 20 y 70
Notable	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejorar las medidas de control.	Entre 70 y 200
Alto	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.	Entre 200 y 400
Muy Alto	No deben comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.	Mas de 400

3.4.2 Metodología para la estimación del nivel de riesgo eléctrico

Para la evaluación del riesgo eléctrico, se empleó una matriz de valoración basada en los lineamientos establecidos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), libro 1 de la Resolución 40117 del año 2024, en su Numeral 1.5.1.4.1 (Ministerio de minas y energía, 2024), la cual permite determinar el nivel de riesgo a partir del análisis de la frecuencia de ocurrencia y la magnitud de las consecuencias descrito en la ilustración 3. Matriz para análisis de riesgo.

RIESGO A EVALUAR:	_____ por _____ (al) o (en) _____					
	EVENTO O EFECTO (Ej: Quemaduras)		FACTOR DE RIESGO (CAUSA) (Ej: Arco eléctrico)		FUENTE (Ej: Celda de 13,8 KV)	
RIESGO POTENCIAL ☐		RIESGO MATERIALIZADO ☐		PROBABILIDAD		
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO
	Lesión menor (Sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO
	Molestia funcional (Afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO
Evaluador _____		Matrícula profesional _____		Lugar de la evaluación _____		
				Fecha _____		

Ilustración 3. Matriz para análisis de riesgo

En primer lugar, se definió el factor de riesgo a evaluar, con el fin de delimitar el alcance del análisis. Posteriormente, se estableció si el riesgo correspondía a una condición potencial o a un evento materializado, lo cual permitió orientar la valoración de acuerdo con el contexto de exposición.

Seguidamente, se identificaron y estimaron las posibles consecuencias del riesgo en diferentes dimensiones, incluyendo el impacto en las personas, los efectos económicos, las implicaciones ambientales y las repercusiones en la imagen de la organización.

Una vez determinadas estas variables, se procedió a ubicar el punto de intersección entre la frecuencia de ocurrencia y la severidad de las consecuencias dentro de la matriz de valoración, obteniendo así el nivel de riesgo para cada una de las dimensiones analizadas.

Este procedimiento se aplicó de manera sistemática para cada categoría de impacto, con el propósito de abarcar todas las posibles pérdidas asociadas al riesgo evaluado. Finalmente, se seleccionó el escenario más crítico entre los resultados obtenidos, el cual definió el nivel de riesgo global.

Con base en esta clasificación, se establecieron las medidas de intervención y control correspondientes, en concordancia con los criterios definidos por el RETIE la cual se puede observar en la Tabla 9. Decisiones y acciones para controlar el riesgo, orientadas a la prevención de accidentes y la mitigación de los efectos asociados al riesgo eléctrico.

Tabla 9. Decisiones y acciones para controlar el riesgo

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES PARA TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJO
	Muy Alto	Inadmisibles para trabajar. Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro – ATS y autoriza su realización, mediante un Permiso Especial de Trabajo – PES
	Alto	Minimizarlo. Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar al riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro – ATS y el Permiso de Trabajo – PT presentados por el líder a cargo del trabajo
	Medio	Aceptarlo. Aplicar los sistemas de control (Minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.	El líder de grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro – ATS y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo – PT según procedimiento establecido.
	Bajo	Asumirlo. Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo	El líder del trabajo debe verificar: • ¿Qué puede salir mal o fallar? • ¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? • ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	Muy Bajo	Vigilar posibles cambios	No afecta la secuencia de las actividades

Con el fin de garantizar una evaluación integral de los riesgos identificados, se emplearon metodologías complementarias que permitieron abordar tanto los riesgos mecánicos como eléctricos desde diferentes enfoques.

Tabla 10. Trazabilidad metodológica y fases de investigación

Objetivo Específico	Fase metodológica	Actividades	Técnicas o herramientas de recolección de datos
Identificar los factores de riesgo que influyen en la exposición al riesgo mecánico y eléctrico durante la ejecución de actividades y tareas en el montaje y mantenimiento de ascensores.	Ejercicio de observación en campo e identificar los factores de peligro que influyen en la exposición al riesgo mecánico y eléctrico	1. Construcción de instrumento de observación estructurada. 2. Proceso de observación estructurada. (Registro de Observación planeada.) 3. Identificación de factores de riesgo mecánico y eléctrico asociados a las actividades de montajes y mantenimiento de ascensores	○ NTP 386 – Observaciones planeadas de trabajo ○ Matriz de Identificación de Peligros Mecánico y Eléctrico en el montaje y mantenimiento de ascensores. <i>Anexo A. Registro de Observaciones Planeadas</i>
Estimar los niveles de riesgo mecánico y eléctrico durante la ejecución de actividades y tareas en el montaje y mantenimiento de ascensores.	Evaluación de la exposición del nivel de riesgo a través de metodologías cuantitativas	1. Construcción de la matriz de evaluación de la exposición ocupacional a factores de riesgo mecánico y eléctrico 4. Estimación del nivel de riesgo mecánico y eléctrico	○ Libro 1 de la Resolución. 40117 del año 2024, en su Numeral 1.5.1.4.1 que describe los "Matriz de análisis de riesgos" (Ministerio de minas y energía, 2024) ○ Método William Fine. <i>Anexo B. Matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos mecánicos y eléctricos en el montaje y mantenimiento de ascensores.</i>
Proponer protocolos de trabajo seguro para la ejecución de actividades de montaje y mantenimiento de ascensores.	Proponer protocolos de trabajo seguro para la ejecución de actividades de montaje y mantenimiento de ascensores.	1. Establecer medidas de control de acuerdo con la jerarquización de controles: eliminación, sustitución, ingeniería, administrativos y elementos de protección personal. 2. Análisis de las medidas de control de acuerdo con la jerarquización de controles. 2. Proponer protocolos de trabajo seguir para la ejecución de actividades de	○ Proponer medidas de intervención y protocolos de trabajo seguro con las siguientes características: específica, medible, alcanzable, en función de resultados y delimitada por el tiempo. <i>Anexo D. Protocolos Propuestos</i>

		montaje y mantenimiento de ascensores.	
--	--	--	--

3.5 Operacionalización de variables

La operacionalización de variables permite establecer la relación entre los objetivos de investigación y los elementos medibles del estudio, facilitando la recolección y análisis de la información. En la Tabla 11 se presentan las variables, dimensiones e indicadores definidos para la evaluación de los riesgos mecánicos y eléctricos en el contexto del montaje y mantenimiento de ascensores

Tabla 11. Operacionalización de Variables

Variable	Definición operacional	Indicador	Tipo	Escala	Instrumento/Fuente
Exposición a riesgo mecánico	Nivel de peligrosidad por tarea estimado con William Fine	C×E×P por tarea	Cuantitativa	Razón	Anexo A de la GTC45 “Tabla de Peligros” más Matriz William Fine
Exposición a riesgo eléctrico	Nivel de riesgo eléctrico por tarea (matriz RETIE)	Nivel RETIE por escenario	Cuantitativa	Ordinal	Resolución 40117 del año 2024, Numeral 1.5.1.4.1/NTC 2050
Brecha de controles	Diferencia entre controles requerido y existentes	% controles faltantes	Cuantitativa	Proporción	Matriz de Identificación de Peligros Valoración y Control de Riesgos.

Lo descrito anteriormente se presenta en los Anexos A, B y D, donde se detallan los criterios, indicadores, instrumentos y metodologías utilizados para la recolección y análisis de la información.

3.6 Análisis estadístico o de los datos

El análisis de los datos se realizó mediante estadística descriptiva utilizando herramientas ofimáticas, específicamente Microsoft Excel®, con el fin de organizar, resumir e interpretar la información obtenida en la identificación y valoración de los riesgos mecánicos y eléctricos. Para los riesgos evaluados mediante la metodología de William Fine, se calcularon los valores correspondientes a probabilidad, exposición y consecuencia, obteniendo el nivel de riesgo a partir de su producto, lo que permitió su clasificación en diferentes niveles de criticidad. En el caso de los riesgos eléctricos, valorados mediante la matriz RETIE, se analizaron las frecuencias de ocurrencia y las consecuencias en las dimensiones de

personas, aspectos económicos, ambientales y de imagen organizacional, determinando su nivel de riesgo a partir de la matriz de valoración.

Los resultados se organizaron en tablas y se representaron mediante gráficos de distribución de frecuencias y niveles de riesgo, facilitando la comparación entre riesgos mecánicos y eléctricos. Este análisis permitió identificar tendencias, priorizar los riesgos críticos y establecer la base para la formulación de medidas de control.

3.7 Consideraciones éticas

La presente investigación se desarrolló conforme a los principios éticos establecidos en la Resolución 8430 d, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 11 de dicha resolución (Ministerio de Salud, 1993), el estudio se clasificó como una investigación sin riesgo, debido a que las actividades realizadas se basaron en observación de condiciones laborales, identificación de peligros y análisis documental, sin intervención física, manipulación biológica o modificación intencional de las condiciones de trabajo de los participantes.

La investigación se enfocó en la observación estructurada de tareas relacionadas con el montaje y mantenimiento de ascensores, así como en la valoración de riesgos mecánicos y eléctricos mediante metodologías técnicas de análisis, sin realizar procedimientos invasivos ni generar exposición adicional a los trabajadores observados. Por esta razón, el estudio no representó afectaciones físicas, psicológicas o sociales para los participantes.

Asimismo, se garantizó el respeto por los principios de autonomía, confidencialidad y voluntariedad, asegurando que la participación de los trabajadores se realizara de manera libre y voluntaria. La información recolectada fue utilizada únicamente con fines académicos e investigativos, preservando la identidad de los participantes y de la organización objeto de estudio.

De igual forma, la investigación se desarrolló bajo criterios de responsabilidad profesional, objetividad y confidencialidad de la información, procurando que los hallazgos obtenidos fueran utilizados exclusivamente para fortalecer la gestión preventiva y contribuir a la mejora de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo dentro del contexto organizacional analizado, finalmente se cuenta con el consentimiento de la empresa, asegurando que estén al tanto de los objetivos y métodos del estudio, así como de su derecho a retirarse del mismo en cualquier momento.

Anexo C. Consentimiento de la investigación o consultoría

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se relacionan los resultados obtenidos a partir del proceso de identificación, evaluación y análisis de los factores de riesgo mecánico y eléctrico en trabajadores de una empresa dedicada al montaje y mantenimiento de ascensores en la ciudad de Medellín.

Los resultados se presentan en función de los objetivos específicos planteados, abordando inicialmente la identificación de los peligros, seguido de la estimación del nivel de riesgo y, finalmente, la formulación de protocolos de trabajo seguro orientados a la prevención de accidentes laborales.

4.1 Identificación de factores de riesgo mecánico y eléctrico

En cumplimiento del primer objetivo específico, se identificaron los principales factores de riesgo presentes en las actividades de montaje y mantenimiento de ascensores.

4.1.1 Factores de riesgo mecánico

Para los riesgos mecánicos se consolidaron y evaluaron 12 condiciones subestándar asociadas principalmente:

- Contacto con partes en movimiento (poleas, correas, cabinas, contrapesos)
- Uso de equipos herramientas manuales y superficies cortantes
- Proyección de partículas sólidas
- Izaje de equipos y componentes para la instalación de los ascensores

Las actividades con mayor exposición incluyen:

- Trabajo en foso del ascensor
- Trabajo en techo de cabina
- Revisión de sistemas de tracción
- Mantenimiento correctivo y preventivo

Las consecuencias potenciales identificadas abarcaron desde lesiones leves, contusiones y cortes superficiales, hasta eventos severos como fracturas, amputaciones e incluso la muerte, dependiendo de la magnitud del evento y de la ausencia o deficiencia de controles preventivos durante la ejecución de las tareas.

4.1.2 Factores de riesgo eléctrico

Para los riesgos eléctricos se identificaron y evaluaron 13 escenarios que están relacionados con:

- Contacto directo e indirecto con energía eléctrica
- Cortocircuitos
- Arcos eléctricos

- Sobrecargas
- Equipos defectuosos
- Energía estática y tensión de paso

Las principales causas asociadas incluyen:

- Fallas en el aislamiento de conductores
- Deficiencias en el mantenimiento eléctrico
- Errores en el diseño o instalación
- Falta de competencias del personal
- Incumplimiento de procedimientos de seguridad

Las consecuencias potenciales identificadas incluyeron shock eléctrico, quemaduras, fibrilación ventricular, lesiones graves e incluso la muerte, dependiendo del nivel de tensión, tiempo de exposición y efectividad de las medidas de control implementadas durante la ejecución de las tareas.

4.2 Estimación de los niveles de riesgo Mecánico y Eléctrico

Con relación al segundo objetivo específico planteado, se realizó la valoración de los riesgos para las actividades identificadas.

4.2.1 Evaluación del riesgo mecánico

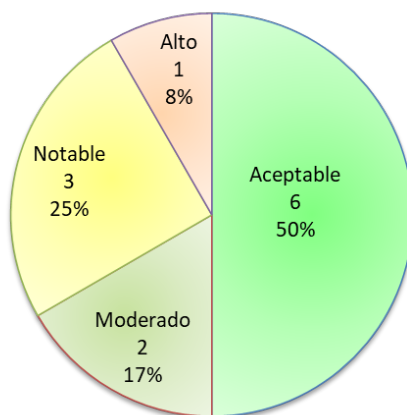


Ilustración 4. Distribución de niveles de riesgo Mecánico

Se identificaron 12 condiciones subestándar de las cuales el 50% de las condiciones identificadas fueron clasificadas como ACEPTABLE debido a la existencia de controles operativos, sin embargo, se identificaron riesgos NOTABLES y ALTOS en actividades críticas como:

- Trabajo en foso del ascensor
- Izaje de cargas

- Intervención de equipos en movimiento

Tabla 12. Hallazgos representativos en la Estimación del nivel de riesgo Mecánico

<i>Actividad</i>	Grupo de Peligro	Tipo de Peligro	Probabilidad de ocurrencia	Consecuencia	Valor	Estimación del nivel de riesgo
Izaje y/o sustitución de componentes como motores, estructuras, poleas, e.o.	Mecánico	Izaje y cargas suspendidas	Poco posible	Catastrófica	200	ALTO
Revisión de equipos en movimiento como poleas y correas de freno	Mecánico	Mecanismos en movimiento	Posible	Seria	126	NOTABLE
Pruebas de limitador de velocidad	Mecánico	Mecanismos en movimiento	Muy remota	Catastrófica	120	NOTABLE
Trabajo sobre techo de cabina del ascensor para inspecciones, ajustes y/o limpieza	Mecánico	Herramientas/partes en movimiento	Poco posible	Muy seria	90	NOTABLE

4.2.2 Evaluación del riesgo eléctrico

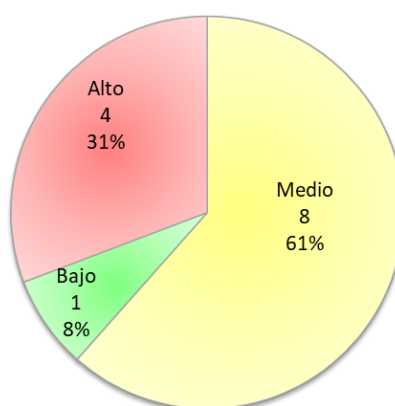


Ilustración 5. Distribución de niveles de riesgo Eléctrico

A partir de la matriz RETIE se consolidaron 13 escenarios de riesgo eléctrico (potenciales y materializados). Los eventos evaluados incluyen:

- Cortocircuitos
- Contacto directo e indirecto con energía eléctrica
- Arcos eléctricos
- Sobrecargas
- Equipos defectuosos
- Tensión de paso
- Energía estática
- Descargas atmosféricas (rayos)

La clasificación por nivel RETIE predominó en un 62% en nivel de riesgo medio, sin embargo, el foco se encuentra en 31%, indicando que, aunque hay un bloque crítico que requiere medidas de intervención.

Tabla 13. Hallazgos representativos en la Estimación del nivel de riesgo Eléctrico

Riesgo Evaluado	Tipo de Riesgo	Fuente	Evento o Consecuencia	Nivel de Riesgo
Cortocircuito	Potencial	Cables en mal estado Empalmes entre cables Fallas en cálculos de cables Falta de competencias, capacitaciones y certificaciones del trabajador a ejecutar la actividad Desconocimiento en los procedimientos técnicos establecidos Carencia de habilidad práctica comprobada	Fibrilación ventricular, quemaduras, shock, golpes, heridas, contusiones.	Alto
Contacto directo con alta o baja tensión	Materializado	Falta de aplicación de los procedimientos operativos normalizados Ausencia de uso de equipos de protección personal Ausencia en la planificación de la tarea Ausencia de aseguramiento de energías peligrosas	Fibrilación ventricular, quemaduras, shock, golpes, heridas, contusiones	Alto
Arcos eléctricos	Materializado	Falta de aplicación de los procedimientos operativos normalizados Ausencia de uso de equipos de protección personal	Fibrilación ventricular, quemaduras, shock, golpes,	Alto

		Ausencia en la planificación de la tarea Ausencia de aseguramiento de energías peligrosas Ausencia de cálculo de cargas en los circuitos instalados	heridas, contusiones	
Ausencia de electricidad	Potencial	Tormentas eléctricas Fallos externos en líneas de transferencia primaria desconexiones involuntarias Cortos circuitos en el sistema	Fibrilación ventricular, quemaduras, shock, golpes, heridas, contusiones	Medio
Contacto Indirecto alta o baja tensión	Materializado	Circuitos sobrecargados Falla en el plan de Mantenimiento Instalaciones inadecuadas en tableros principales Cables expuestos sin aislamiento y mal canalizados	Fibrilación ventricular, quemaduras, shock, golpes, heridas, contusiones	Medio
Sobrecargas	Materializado	s inadecuados entre cables Mal diseño de ingeniería Uso de cables sin cumplimiento de norma Personal técnico y operativo no calificado	Fibrilación ventricular, quemaduras, shock, golpes, heridas, contusiones	Medio
Energía Estática	Materializado	Mal cálculo en el apantallamiento de las instalaciones locativas. Fallas en la equipotenciación de los sistemas en los circuitos eléctricos. Inadecuada selección de accesorios y mobiliario. Inadecuadas instalaciones eléctricas sin cumplimiento normativo.	Fibrilación ventricular, quemaduras, shock, golpes, heridas, contusiones	Medio

Se evidencia que, aunque algunos eventos tienen baja frecuencia, sus consecuencias pueden ser fatales.

Uno de los aspectos más relevantes de la matriz fue evaluar el impacto del riesgo en diferentes aspectos o dimensiones como se describe a continuación:

- En el impacto a las personas predominan las consecuencias graves (una o más muertes), lo cual ya ha ocurrido en el sector. Siendo el factor más crítico

- En el impacto económico prevalece en un valor medio la interrupción del servicio y los daños en infraestructura. Afectando directamente la continuidad operativa.
- Para el impacto ambiental la valoración generalmente arrojó bajo o moderado en algunos casos de contaminación localizada con un Impacto secundario pero relevante.
- Finalmente, para el Impacto en la imagen organizacional la valoración fue muy variable teniendo consecuencias con alcance interno, local, regional y nacional, siendo un factor que puede afectar la reputación y credibilidad de la empresa.



Ilustración 6. Riesgo eléctrico en cuartos de Maquina de Ascensores 1. / Fuente: Propia



Ilustración 7. Riesgo eléctrico en cuartos de Maquina de Ascensores 2. / Fuente: Propia

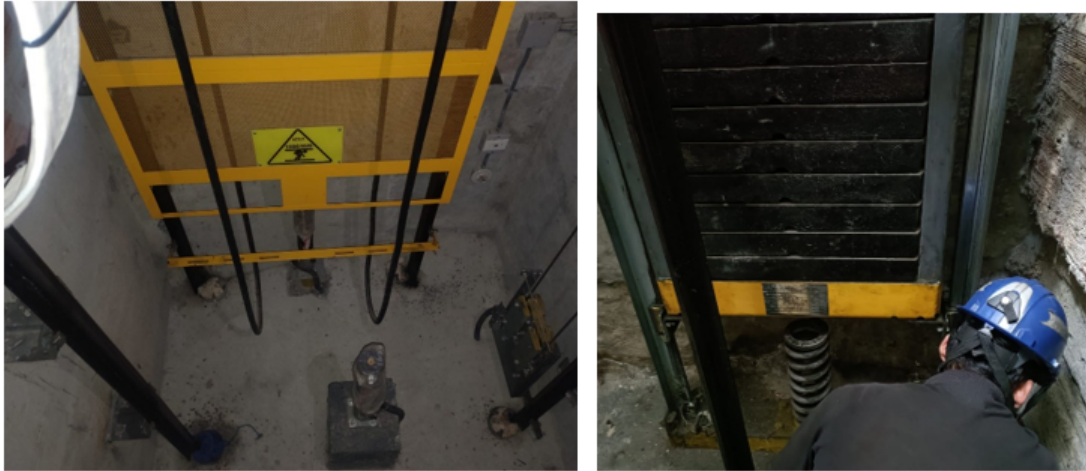


Ilustración 8. Riesgo Mecánico con contrapeso del ascensor con y sin protección. / Fuente propia



Ilustración 9. Riesgo mecánico en parte superior de la cabina de un ascensor x. / Fuente: Propia



Ilustración 10. Foso de un ascensor x para desplazamiento e izaje de cargas. / Fuente: Propia

4.3 Propuesta de protocolos de trabajo seguro

De acuerdo con la identificación de peligros, valoración y control de riesgos y en cumplimiento del tercer objetivo específico, se proponen los siguientes protocolos orientados a la mitigación de los riesgos identificados:

1. Protocolo de Izaje y Manejo de Cargas Suspendidas. Se prioriza por la valoración alta en la tarea de Izaje de cargas para la instalación y/o montajes de ascensores.
2. Protocolo de aseguramiento de energías peligrosas (Bloqueo, Etiquetado y Desenergización Verificada). Se orienta a escenarios eléctricos con valoración NOTABLE y MODERADO.
3. Procedimiento de mantenimiento preventivo y predictivo tipo check list como guía o paso a paso para la ejecución de las actividades.
4. Plan de formación continuo enfocado en los riesgos críticos identificados, en la aplicación de procedimientos de trabajo seguro con el fin de mantener y fortalecer las competencias de los trabajadores
5. Diseñar e implementar un programa de orden y aseo (5S), para garantizar la mejora en las áreas y de esta forma potencializar las condiciones seguras y un entorno de trabajo seguro.

Los protocolos de trabajo seguro propuestos se presentan en el Anexo D, donde se describen las medidas preventivas, controles operacionales y lineamientos recomendados para la ejecución segura de actividades de montaje y mantenimiento de ascensores.

Anexo D. Protocolos Propuestos

4.4 Discusión de resultados

Los resultados obtenidos permiten evidenciar que las actividades de montaje y mantenimiento de ascensores presentan exposición ocupacional significativa a los factores de riesgos mecánicos y eléctricos, los cuales manifiestan comportamientos diferenciados en términos de frecuencia y severidad. Estos hallazgos responden al objetivo general del estudio, al evaluar la exposición ocupacional del riesgo presente en las actividades operativas desarrolladas dentro de la empresa objeto de análisis.

A partir de la aplicación de la metodología de William Fine, se identificó que los riesgos mecánicos presentan una mayor frecuencia de exposición, debido a la interacción permanente de los trabajadores con herramientas, partes móviles, sistemas de tracción, poleas y actividades de izaje durante las labores de montaje y mantenimiento. Sin embargo, en algunos escenarios el nivel de criticidad se vio parcialmente reducido por la presencia de controles operacionales y experiencia técnica del personal.

Estos resultados guardan relación con lo planteado por Arias Oña (2018), quien destaca la importancia de implementar procedimientos de seguridad y controles preventivos en operaciones de izaje y montaje de estructuras, debido a la alta exposición a peligros mecánicos asociados a manipulación de cargas y componentes estructurales. De igual manera, coinciden con Martínez Rodríguez et al. (2021), quienes identificaron que las actividades de inspección de ascensores implican exposición permanente a tareas críticas relacionadas con atrapamientos, acceso a espacios reducidos e interacción con sistemas electromecánicos.

No obstante, a diferencia de dichos antecedentes, el presente estudio incorporó metodologías semicuantitativas para la estimación del nivel de riesgo, permitiendo no solo identificar peligros, sino también establecer niveles de criticidad y priorización de riesgos mecánicos y eléctricos en función de variables de probabilidad, exposición y consecuencia.

En relación con los riesgos eléctricos, la aplicación de la matriz RETIE permitió evidenciar que, aunque presentan menor frecuencia de ocurrencia, poseen consecuencias potencialmente más severas, especialmente en escenarios relacionados con contacto directo, cortocircuitos, fallas de aislamiento y arco eléctrico. Estos hallazgos son consistentes con lo planteado por Granada Espinosa y Herrera Monroy (2011), quienes establecen la importancia del cumplimiento de lineamientos eléctricos específicos para ascensores y sistemas de elevación, debido al alto potencial de accidentalidad asociado a fallas eléctricas y deficiencias en instalaciones electromecánicas.

Asimismo, los resultados obtenidos evidencian la importancia de fortalecer procedimientos de bloqueo y etiquetado de energías peligrosas (LOTO), debido a que durante las observaciones realizadas se identificaron deficiencias relacionadas con ausencia de dispositivos de bloqueo y omisión de medidas preventivas antes de intervenir sistemas energizados. Estos hallazgos coinciden con lo expuesto por Safety Culture (2026) y Ruiz (2024), quienes resaltan la necesidad de implementar sistemas de bloqueo y etiquetado como medida fundamental para el control de energías mecánicas y eléctricas durante actividades de mantenimiento industrial.

Desde el punto de vista práctico, los hallazgos evidencian la necesidad de fortalecer controles de ingeniería, procedimientos seguros y programas de capacitación enfocados en tareas críticas como intervención de tableros eléctricos, mantenimiento de sistemas de tracción, trabajos en foso e izaje de componentes. En este sentido, el estudio aporta elementos técnicos aplicables al contexto operativo del sector, contribuyendo a la formulación de protocolos de trabajo seguro ajustados a las condiciones reales de las actividades evaluadas.

Una de las principales fortalezas de la investigación radica en la integración de metodologías complementarias para la valoración del riesgo, específicamente William Fine y matriz RETIE, lo cual permitió desarrollar un análisis más integral de los riesgos mecánicos y eléctricos presentes en actividades reales de montaje y mantenimiento de ascensores. Asimismo, la utilización de observación estructurada en campo permitió obtener información directamente asociada a las condiciones operativas de la empresa objeto de estudio.

Sin embargo, la investigación presenta algunas limitaciones. En primer lugar, el estudio se desarrolló en una única empresa del sector, utilizando una muestra no probabilística por conveniencia, lo que limita la posibilidad de generalizar los resultados a otras organizaciones dedicadas al montaje y mantenimiento de ascensores. Adicionalmente, algunas valoraciones dependieron parcialmente del criterio técnico del evaluador durante la asignación de variables semicuantitativas.

Finalmente, se recomienda que futuras investigaciones amplíen la muestra empresarial y evalúen la efectividad de los protocolos de trabajo seguro propuestos, así como la implementación de controles de bloqueo y etiquetado en actividades de mantenimiento de ascensores. También sería pertinente incorporar metodologías complementarias orientadas al análisis de factores humanos, cultura de seguridad y evaluación ergonómica, con el fin de fortalecer la comprensión integral de los riesgos presentes en el sector.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La presente investigación permitió evaluar la exposición ocupacional a los factores de riesgo mecánicos y eléctricos presentes en las actividades de montaje y mantenimiento de ascensores dentro de la empresa objeto de estudio, evidenciando condiciones operativas que incrementan la probabilidad de ocurrencia de accidentes laborales asociados a tareas críticas del proceso.

En relación con el primer objetivo específico, se identificaron peligros mecánicos asociados principalmente al contacto con partes en movimiento, manipulación de herramientas manuales, superficies cortantes, proyección de partículas e izaje de componentes durante actividades de montaje y mantenimiento. Asimismo, se identificaron peligros eléctricos relacionados con contacto directo e indirecto con energía eléctrica, cortocircuitos, arcos eléctricos, sobrecargas y fallas en sistemas energizados, derivados principalmente de deficiencias en controles operacionales y procedimientos de seguridad.

Respecto al segundo objetivo específico, la aplicación de la metodología de William Fine permitió establecer que los riesgos mecánicos presentan una mayor frecuencia de exposición, especialmente en actividades desarrolladas en fosos, techos de cabina, sistemas de tracción y labores de mantenimiento preventivo y correctivo. Por su parte, la aplicación de la matriz RETIE evidenció que los riesgos eléctricos, aunque menos frecuentes, presentan una mayor severidad y criticidad debido a la posibilidad de generar lesiones graves, quemaduras, fibrilación ventricular e incluso la muerte.

En cumplimiento del tercer objetivo específico, se propusieron y formularon protocolos de trabajo seguro orientados al fortalecimiento de controles preventivos en actividades críticas, destacándose medidas relacionadas con bloqueo y etiquetado de energías peligrosas (LOTO), control de trabajos en áreas de intervención mecánica y eléctrica, verificación de condiciones seguras antes de la tarea y fortalecimiento de competencias técnicas del personal operativo.

Adicionalmente, se concluye que la integración de las metodologías William Fine y matriz RETIE permitió desarrollar una evaluación más integral de los riesgos presentes en las actividades analizadas, facilitando la priorización de peligros y fortaleciendo la toma de decisiones dentro del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda a la empresa implementar, en el corto plazo, un programa de control de energías peligrosas (LOTO) que garantice la desenergización, bloqueo y verificación de ausencia de tensión durante las actividades de mantenimiento e intervención de sistemas eléctricos y mecánicos. Esta medida debe ser liderada conjuntamente por la gerencia y el área de Seguridad y Salud en el Trabajo, debido a la criticidad evidenciada en los riesgos eléctricos identificados durante el desarrollo de las actividades operativas.

Asimismo, se recomienda fortalecer los controles de ingeniería en sistemas eléctricos y mecanismos en movimiento, especialmente mediante la instalación de guardas de protección, adecuación de tableros eléctricos y aseguramiento de componentes mecánicos expuestos. Estas acciones deben ser priorizadas por la supervisión técnica y el área operativa, considerando que permiten reducir la dependencia de controles administrativos y minimizar la exposición directa de los trabajadores a peligros críticos.

Para el área de Seguridad y Salud en el Trabajo y la Administradora de Riesgos Laborales (ARL), se recomienda diseñar e implementar programas de formación continua enfocados en los riesgos mecánicos y eléctricos identificados, priorizando temas como bloqueo y etiquetado de energías peligrosas, trabajo en foso, trabajo sobre techo de cabina, manejo de cargas y aplicación de procedimientos seguros. Dichas capacitaciones deben desarrollarse de manera periódica y orientarse a fortalecer las competencias técnicas y preventivas del personal operativo.

De igual manera, se recomienda a los supervisores operativos fortalecer la estandarización y control de los procedimientos de trabajo seguro mediante la implementación de análisis de trabajo seguro (ATS), permisos de trabajo y listas de verificación para actividades críticas. Esto permitirá mejorar el seguimiento de las tareas y garantizar el cumplimiento de las medidas preventivas definidas por la organización.

En cuanto a los trabajadores, se recomienda promover una cultura de autocuidado y reporte de actos y condiciones subestándar, incentivando la participación en las actividades de prevención y el cumplimiento estricto de los procedimientos de seguridad establecidos para las actividades de montaje y mantenimiento de ascensores.

Finalmente, se recomienda desarrollar futuras investigaciones orientadas a evaluar la efectividad de las medidas de intervención propuestas y ampliar el análisis a otras empresas del sector, con el propósito de fortalecer la validez de los resultados y contribuir al desarrollo de estrategias preventivas más integrales para el control de riesgos mecánicos y eléctricos en actividades de transporte vertical.

Referencias bibliográficas

- AMSECAR S.A.S. (26 de junio de 2025). Obtenido de Ascensores eléctricos en edificaciones: cómo cumplir con el RETIE 2024: <https://www.amsecar.com/ascensores-electricos-en-edificaciones-como-cumplir-con-el-retie-2024>
- Arias Oña, J. E. (agosto de 2018). Identificación de riesgos y propuesta de medidas de control en operaciones de izaje durante el montaje de estructuras metálicas de edificaciones. Quito. Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3076/1/Arias%20O%3b1a%2c%20Jose%20Eduardo>
- Campbell, R. (30 de abril de 2022). *Investigación NFPA | Seguridad Eléctrica*. Obtenido de [nfpa.org: https://www.nfpa.org/es/education-and-research/research/nfpa-research/fire-statistical-reports/fatal-electrical-injuries-at-work](https://www.nfpa.org/es/education-and-research/research/nfpa-research/fire-statistical-reports/fatal-electrical-injuries-at-work)
- Campbell, R. (2025). Lesiones ocupacionales mortales en 2023 causadas por la exposición a la electricidad o a relámpago de arco. *NFPA*. Obtenido de <https://www.nfpa.org/es/news-blogs-and-articles/nfpa-journal/2025/11/14/fatal-occupational-injuries-caused-by-exposure-to-electricity-or-arc-flash>
- CCS. (2025). Siniestralidad laboral en Colombia Anual 2025. *Observatorio de la Seguridad y Salud*. Bogotá. Circular Externa 036 "Instrucciones para el reporte de prescripción en la herramienta tecnológica mipres de los procedimientos odontológicos incluidos en la financiación con recursos de la upc mediante la resolución 2292 de 2021". (5 de agosto de 2022). Bogotá.
- Congreso de Colombia. (24 de enero de 1979). Ley 9 "Por la cual se dictan Medidas Sanitarias.". Bogotá.
- Congreso de Colombia. (10 de octubre de 1986). Ley 51. "Por la cual se reglamenta el ejercicio de las profesiones de ingeniería eléctrica, ingeniería mecánica y profesiones afines y se dictan otras disposiciones.".
- Congreso de Colombia. (2012). *LEY 1562 "Por el cual se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional"*. Bogotá.
- DANE. (2020). Clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas. 4.
- Departamento de Trabajo de los Estados Unidos. (s.f.). *Control de energía peligrosa (bloqueo/etiquetado)*. Recuperado el 20 de febrero de 2026, de [osha.gov: https://www.osha.gov/control-hazardous-energy](https://www.osha.gov/control-hazardous-energy)
- Fine, W. (1971). Mathematical Evaluations for Controlling Hazards. 157-166. doi:10.21236/AD0722011

- Gómez Garavito, D. C., & Castro Campos, J. F. (2025). Desarrollo de una guía integral de mantenimiento de ascensores implementando mejoras prácticas y normativas para la seguridad y eficiencia del servicio. Bogotá, Colombia.
- Gorayeb Asocoates, p.c. (octubre de 2025). *Mantenimiento de ascensores: prevención de riesgos laborales*. Obtenido de gorayeb: https://www.gorayeb.com/blog/mantenimiento-ascensores-prevencion-riesgos-laborales/?utm_source=chatgpt.com
- Granada Espinosa, D. M., & Herrera Monrroy, G. A. (2011). Manual del código eléctrico colombiano ntc 2050. Sección 610: Grúas colgantes y elevadores de carga. Sección 620: ascensores, montacargas, escaleras y pasillos mecánicos, ascensores y elevadores para sillas de ruedas. Pereire, Colombia.
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico: Mc Graw Hill Education.
- ICONTEC. (16 de abril de 1997). NTC 4114. "Seguridad industrial. Realización de inspecciones planeadas".
- ICONTEC. (25 de noviembre de 1998). NTC 2050 "Código eléctrico Colombiano".
- ICONTEC. (20 de 06 de 2012). GTC45 "Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional". Anexo A. "Tabla de Peligros".
- Ilo. (26 de noviembre de 2023). Nearly 3 million people die of work-related accidents and diseases. Obtenido de https://www.ilo.org/resource/news/nearly-3-million-people-die-work-related-accidents-and-diseases?utm_source=chatgpt.com
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). (s.f.). NTP 709. "Foto-safari": una herramienta de observación del trabajo.
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). (1995). NTP 386: Observaciones planeadas del trabajo. España.
- Martínez Rodríguez, et al. (2021). Análisis y evaluación de los riesgos relacionados con la seguridad y salud en el trabajo, asociados a la actividad de inspección de ascensores en la empresa ECA Interventorías y Consultorías de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de minas y energía. (30 de agosto de 2013). Resolución 90708. "Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas –RETIE.". Bogotá.
- Ministerio de minas y energía. (2 de abril de 2024). Resolución 40117. Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, 38 a 42. Bogotá. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/documents/11563/Resoluci%C3%B3n_40117_de_2024.pdf
- Ministerio de Minas y Energía. (2024). Resolución 40117. Bogotá.

- Ministerio de Salud. (4 de octubre de 1993). Resolución 8430. Bogotá. Obtenido de <https://minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.pdf>
- Ministerio de Trabajo. (24 de febrero de 2020). Resolución 491 "Por la cual se establecen los requisitos mínimos de seguridad para el desarrollo de trabajos en espacios confinados y se dictan otras disposiciones". Bogotá.
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (22 de mayo de 1979). Resolución 2400 "Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad".
- Ministerio del Trabajo. (26 de mayo de 2015). Decreto 1072 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo". Bogotá.
- Ministerio del Trabajo. (13 de Febrero de 2019). Resolución 0312 "Por el cual se definen los estándares mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST". Bogotá.
- Ministerio del Trabajo. (20 de noviembre de 2019). Resolución 5018. *"Por la cual se establecen lineamientos en Seguridad y Salud en el trabajo en los Procesos de Generación, Transmisión, Distribución y Comercialización de la Energía Eléctrica"*. Bogotá.
- Ministerio del trabajo. (23 de abril de 2020). Circular 35 "Vigencia de la certificación para trabajo seguro en alturas, de conformidad con el artículo 8o del decreto legislativo 491 de 2020, expedido en el marco del estado de emergencia económica, social y ecológica declarado mediante el decreto 417".
- Ministerio del trabajo. (27 de diciembre de 2021). Resolución 4272 "Por la cual se establecen los requisitos mínimos de seguridad para el desarrollo de trabajo en alturas".
- Montaño, J. (2025 de octubre de 2025). Alerta nacional por accidentes eléctricos evitables: Antioquia, Valle, Atlántico y Bolívar encabezan las cifras de víctimas. El tiempo.
- Odir Certificaciones. (26 de mayo de 2025). *El ascensor puede subir tu proyecto o hacerlo caer: lo que exige el RETIE 2024*. Obtenido de Odircertificaciones: <https://www.odircertificaciones.com/publicaciones/blog/el-ascensor-puede-subir-tu-proyecto-o-hacerlo-caer-lo-que-exige-el-retie-2024>
- OIT. (s.f.). *Maquinaria, instalaciones y equipos*. Obtenido de Organización Internacomal del Trabajo: <https://www.ilo.org/es/temas/administracion-e-inspeccion-del-trabajo/biblioteca-de-recursos/la-seguridad-y-salud-en-el-trabajo-guia-para-inspectores-del-trabajo-y/maquinaria-instalaciones-y-equipos>

- Oliver Faubel, I., & Bolufer Catalá, E. (2024). Evaluación de riesgos laborales con el método de William T. Fine. 3. (E. U. València, Ed.)
- Organización Internacional del Trabajo. (2019). Seguridad y Salud en el Centro del Futuro del Trabajo: Aprovechar 100 años de experiencia. Obtenido de <https://www.ilo.org/es/publications/seguridad-y-salud-en-el-centro-del-futuro-del-trabajo-aprovechar-100-anos-1>
- Organización Internacional del Trabajo. (2023). *A call for safer and healthier working environments*.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 232. Recuperado el 29 de septiembre de 2024, de <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- República de Colombia. (20 de julio de 1991). Constitución Política de la República de Colombia. Bogotá.
- Revista del Ascensor. (3 de mayo de 2021). *Revista del ascensor*. Obtenido de revdelascensor: <https://revdelascensor.com/2021/05/03/actualidad-del-transporte-vertical-en-latinoamerica/>
- Rodas Idarraga, N., & Mera Sandoval, J. P. (2022). Propuesta para el control de los riesgos en los ascensores de la unidad residencial Parque de Alcazar ubicado en la ciudad de Cali. Cali, Colombia.
- Ruiz, F. A. (2024). Oportunidades de mejoras en riesgo mecánico. Implementación de un plan. Obtenido de <https://repositorio.21.edu.ar/server/api/core/bitstreams/935fd414-89b5-4979-8662-27b33adeb093/content>
- Safety Culture. (abril de 2026). Guía completa de bloqueo y etiquetado (LOTO).

Anexos

- Anexo A. Registro de Observaciones Planeadas
- Anexo B. Matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos mecánicos y eléctricos en el montaje y mantenimiento de ascensores.
- Anexo C. Consentimiento de la investigación o consultoría
- Anexo D. Protocolos propuestos