



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ANTICOLISIÓN EN MONTACARGAS QUE
OPERAN EN UNA INDUSTRIA DE PLÁSTICOS

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Industrial

AUTORES:

Vanessa Coraima Pincay García

Luis Leonardo Vargas Franco

TUTOR: Ing. Alex Guillermo García Pérez MSc.

Guayaquil, Ecuador

2025

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Nosotros, Vanessa Coraima Pincay García, con documento de identificación N° 0951997097 y Luis Leonardo Vargas Franco con documento de identificación N° 0951628080 manifestamos que: Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro, la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 13 de enero del año 2025

Atentamente,

Vanessa Pincay
Vanessa Coraima Pincay García
0951997097

Luis Vargas F.
Luis Leonardo Vargas Franco
0951628080

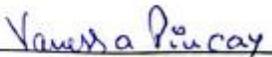
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Vanessa Coraima Pincay García con documento de identificación N° 0951997097 y Luis Leonardo Vargas Franco con documento de identificación N° 0951628080, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Implementación de un sistema anticolidión en montacargas que operan en una industria de plásticos”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniería Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

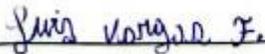
En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 13 de enero del año 2025

Atentamente,



Vanessa Coraima Pincay García
0951997097



Luis Leonardo Vargas Franco
0951628080

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Ing. Alex Guillermo García Pérez MSc., con documento de identificación N° 0918123605, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi autoría fue desarrollado el trabajo de titulación "Implementación de un sistema anticolidión en montacargas que operan en una industria de plásticos", realizado por Vanessa Coraima Pincay García con documento de identificación N° 0951997097 y por Luis Leonardo Vargas Franco con documento de identificación N° 0951628080, Obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 13 de enero del año 2025

Atentamente,



Ing. Alex Guillermo García Pérez MSc.
0918123605

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, por su amor y apoyo incondicional, y a mi mejor amiga AT, por su constante motivación y amistad. Gracias por estar siempre a mi lado, guiándome y brindándome fuerza para alcanzar mis metas.

Vanessa Coraima Pincay García

Dedico este trabajo de titulación a toda mi familia, de forma especial a mi madre que con su apoyo incondicional y pese a las adversidades de la vida me motivo a culminar esta etapa de mi vida y nunca desmayar en la obtención de este logro.

Luis Leonardo Vargas Franco

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido fundamentales en este proceso de titulación.

A mi familia, por su amor, apoyo constante y comprensión a lo largo de este camino. Gracias por ser mi mayor fuente de fortaleza, por creer siempre en mí y por estar a mi lado.

A mi mejor amiga, AT, por ser un pilar invaluable en este viaje. Tu amistad, tu paciencia y tu constante apoyo han sido esenciales para seguir adelante. Gracias por estar siempre disponible para escucharme y por motivarme a continuar incluso cuando las fuerzas parecían flaquear.

Vanessa Coraima Pincay García

Agradezco a dios por permitirme culminar esta etapa de mi vida, a mi familia que supieron brindarme sus consejos en cada paso realizado, gracias por su cariño y apoyo. A la universidad politécnica salesiana y a cada docente que supo brindar sus conocimientos de la mejor forma posible.

Por último a mis compañeros de aula los cuales su apoyo en cada trabajo realizado fue de gran importancia.

Luis Leonardo Vargas Franco

RESUMEN

Los montacargas son equipos elementales para la manipulación de materiales en las fábricas industriales; sin embargo, la operación en espacios reducidos y a alta velocidad aumentan los riesgos de colisiones, tanto con otros vehículos como personas o equipos.

En tal virtud, se realiza el presente trabajo de titulación, basado en la implementación de un sistema de anticolidión de montacargas, que operan en una industria de plásticos. Esta implementación, no solo mejorará la seguridad, sino que optimizará los procesos operativos y protegerá tanto a los empleados como a los equipos de trabajo, contribuyendo a un entorno industrial más eficiente y seguro.

Partiendo de estos antecedentes, se definió el alcance de la investigación, a través de los objetivos planteados; en la metodología, se utilizó la descriptiva y la explicativa donde se describe el desarrollo tecnológico de los montacargas; también fue necesario utilizar el enfoque mixto, los mismos que permitieron el mejor desarrollo de esta investigación. Finalmente, se presentan las conclusiones sobre el desempeño de la mencionada implementación, así como su importancia y las aplicaciones futuras.

Palabras clave: Montacargas, colisión, seguridad industrial, fábrica de plásticos.

ABSTRACT

Forklifts are basic equipment for handling materials in industrial factories; However, operating in confined spaces and at high speed increases the risk of collisions, both with other vehicles and with people or equipment.

As such, this degree work is carried out, based on the implementation of an anti-collision system for forklifts, which operate in a plastics industry. This implementation will not only improve security, but will optimize operational processes and protect both employees and work teams, contributing to a more efficient and safer industrial environment.

Starting from this background, the scope of the research was defined, through the stated objectives; in the methodology, the descriptive and explanatory methods were used where the technological development of forklifts is described; It was also necessary to use the mixed approach, which allowed the best development of this research. Finally, conclusions on the performance of the aforementioned implementation are presented, as well as its importance and future applications.

Keywords: Forklift, collision, industrial safety, plastics factory

ÍNDICE GENERAL

Contenido

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	I
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO	VI
RESUMEN	VIII
ABSTRACT.....	IX
ÍNDICE GENERAL	X
ÍNDICE DE TABLAS	XV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVI
ÍNDICE DE ANEXOS	XVIII
Glosario de términos	XIX
INTRODUCCIÓN.....	1
Capítulo I	4
1.Problemática.....	4
1.1 Descripción del problema.....	4

1.2 Justificación. 7

1.3 Objetivos..... 8

 1.3.1 *Objetivo General*..... 8

 1.3.2 *Objetivos Específicos* 8

Capítulo II 9

2.Marcoteórico referencial. 9

 2.1 Montacargas. 9

 2.2 Características de los Montacargas. 9

 2.3 Tipos de montacargas. 10

 2.3.1 *Montacargas con carrocería* 10

 2.3.2 *Montacargas para pasillos angostos*..... 10

 2.3.3 *Montacargas manuales* 10

 2.3.4 *Montacargas de contrapeso*..... 11

 2.4 Normativa Internacional basada en el manejo seguro de montacargas. 11

 2.5 ANSI B56.1..... 11

 2.6 Tipos de accidentes con montacargas. 11

 2.7 Método William T. Fine..... 13

 2.8 Riesgos asociados a las colisiones de montacargas. 16

 2.9 Colisión de montacargas 17

 2.10 Riesgo mecánico..... 17

2.11	Tecnología anticolidión.....	17
2.12	Sistema de alerta de peatones PAS.....	18
2.12.1	<i>Definición</i>	18
2.12.2	<i>Características</i>	18
CAPITULO III.....		20
3.	Metodología.....	20
3.1	Enfoque metodológico.....	20
3.2	Tipo de investigación.....	20
3.2.1	<i>Investigación mixta</i>	20
3.3	Componente cuantitativo.....	20
3.4	Componente cualitativo.....	20
3.5	Investigación de campo.....	21
3.6	Etapas claves en procesos de implementación.....	21
3.7	Técnicas e instrumentos empleados.....	22
3.7.1	<i>Técnicas empleadas</i>	22
3.7.2	<i>Instrumentos</i>	22
3.8	Plan de implementación.....	23
3.8.1	<i>Evaluación inicial</i>	23
3.8.2	<i>Determinación de los riesgos en el área de trabajo</i>	23
3.8.3	<i>Identificación de variables</i>	24

CAPITULO IV.....	26
4.Resultados.....	26
4.1 Datos obtenidos.....	26
4.1.1 <i>Evaluación de exposición con equipos montacargas.....</i>	26
4.1.2 <i>Evaluación de impacto por colisión.....</i>	32
4.2 Análisis de riesgos mecánicos presentes mediante la metodología William Fine.....	36
4.3 Implementación sistema anticolidión.....	51
4.3.1 <i>Componentes del sistema.....</i>	51
4.3.2 <i>Instalación del sistema.....</i>	52
4.4 Reevaluación de riesgos identificados posterior a la implementación del sistema anticolidión.	55
4.5 Evaluación por método William Fine posterior a la implementación de sistema anticolidión.....	62
CAPITULO V.....	63
5.CRONOGRAMA.....	63
CAPITULO VI.....	64
6.PRESUPUESTO.....	64
CAPITULO VII.....	65
7.Conclusiones.....	65
CAPITULO VIII.....	67

8. Recomendaciones	67
Bibliografía.....	68
Anexos.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Frecuencia con la que se utiliza equipo montacarga en área de trabajo.</i>	26
Tabla 2 <i>Consideración de trabajo en alto riesgo en espacio de trabajo</i>	28
Tabla 3 <i>Realización de maniobras en zonas con poco espacio.</i>	29
Tabla 4 <i>Realización de maniobras de carga y descarga en áreas con personas alrededor.</i>	30
Tabla 5 <i>Existencia de riesgo de atrapamiento o choque.</i>	32
Tabla 6 <i>Los daños a la persona involucrada afectaría su capacidad de trabajo en un futuro.</i> ...	33
Tabla 7 <i>Daños en el equipo a causa de colisión.</i>	34
Tabla 8 <i>La colisión provocaría la necesidad de detener otras actividades mientras se evalúa o repara el daño.</i>	35
Tabla 9 <i>Valor de factor de ponderación.</i>	45
Tabla 10 <i>Orden de priorización.</i>	47
Tabla 11 <i>Valoración de costo de corrección.</i>	49
Tabla 12 <i>Valoración grado de corrección.</i>	50
Tabla 13 <i>Componentes del sistema anticolidión.</i>	51
Tabla 14 <i>Contacto permanente con equipos montacargas.</i>	56
Tabla 15 <i>Colisión con estructuras, personas o volcamiento de equipo.</i>	57
Tabla 16 <i>Exposición por caída de carga a los trabajadores.</i>	58
Tabla 17 <i>Atrapamiento de extremidades del personal en espacios compartidos.</i>	59
Tabla 18 <i>Daños a trabajadores causando lesiones considerables.</i>	60
Tabla 19 <i>Aplastamiento de personal que transita en el área de trabajo.</i>	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sistema de alerta de peatones PAS.....	19
Figura 2 Área de trabajo.....	24
Figura 3 <i>Cuestionario identificación de variables.</i>	25
Figura 4 Resumen de frecuencia del uso de equipos montacarga	27
Figura 5 Resumen de consideración de trabajo en alto riesgo en espacio de trabajo.....	28
Figura 6 <i>Resumen de realización de maniobras en zonas con poco espacio.</i>	29
Figura 7 <i>Resumen de maniobras de carga y descarga en áreas con personas alrededor.</i>	30
Figura 8 <i>Resumen de riesgo de atrapamiento o choque.</i>	32
Figura 9 <i>Resumen afectación de capacidad de trabajo en un futuro.</i>	33
Figura 10 <i>Resumen de daños a equipo a causa de colisión.</i>	34
Figura 11 <i>Resumen sobre la necesidad de detener otras actividades mientras se evalúa o repara el daño.</i>	35
Figura 12 <i>Valoración de grado de peligrosidad.</i>	41
Figura 13 <i>Grado de peligrosidad de riesgos identificados antes de implementación del sistema anticolidión.</i>	42
Figura 14 <i>Valor de grado de repercusión.</i>	44
Figura 15 <i>Justificación para implementación de sistema anticolidión.</i>	50
Figura 16 <i>Colocación de antena LF</i>	52
Figura 17 <i>Colocación baliza luminosa.</i>	53
Figura 18 <i>Colocación de inhibidor T-10R.</i>	54
Figura 19 <i>Llavero personal TAG.</i>	55
Figura 20 <i>Valoración de riesgo por contacto permanente a equipos montacargas.</i>	56
Figura 21 <i>Valoración de colisión con estructuras, personas o volcamiento de equipo.</i>	57

Figura 22 <i>Valoración de exposición por caída de carga a los trabajadores.</i>	58
Figura 23 <i>Valoración de atrapamiento de extremidades de personal en espacios compartidos.</i>	59
Figura 24 <i>Valoración de daños a trabajadores causando lesiones considerables.</i>	60
Figura 25 <i>Valoración de aplastamiento de personal que transita en área de trabajo.</i>	61
Figura 26 <i>Grado de peligrosidad de riesgos posterior a implementación del sistema anticolidión.</i>	62
Figura 27 <i>Cronograma de actividades realizadas.</i>	63
Figura 28 <i>Presupuesto de realización de proyecto.</i>	64

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Evaluación inicial de grado de peligrosidad en riesgos mecánicos sobre actividades relacionadas al uso de montacargas.....</i>	72
Anexo 2 <i>Grado de repercusión de riesgos mecánicos identificados.....</i>	73
Anexo 3 <i>Orden de priorización de riesgos identificados.</i>	74
Anexo 4 <i>Grado de peligrosidad de cada riesgo identificado posterior a la implementación de sistema anticolidión.</i>	75

Título

Implementación de un sistema anticolidión en montacargas que operan en una industria de plásticos.

Glosario de términos

Sistema Anticolisión: Sistema de alerta de proximidad que evita accidentes por atropello o colisión. (neetwk, 2023)

Montacargas: Vehículo autopulsado que va sobre el suelo, sirve levantar y trasladar cargas colocadas sobre tarimas. (capcot, s.f.)

OSHA: Administración de Seguridad y Salud Ocupacional. (usagov, 2018)

RFID: Identificación por Radio Frecuencia. (dipole, 2023)

PAS: Sistema de alerta para peatones que reduce el riesgo de colisión en entornos industriales. (interempresas, 2012)

Método William T. Fine: Metodología que evalúa los riesgos mediante un algoritmo matemático. (Rioja, 2023)

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las industrias de producción, como la de plásticos, enfrentan constantes desafíos relacionados con la seguridad laboral y la optimización de sus operaciones. Entre las máquinas más utilizadas en estas fábricas se encuentran los montacargas, esenciales para el manejo de materiales y productos. Sin embargo, su operación en espacios cerrados y de alta actividad incrementa significativamente el riesgo de accidentes, tanto para los operadores de los montacargas como para los trabajadores que transitan por el área de trabajo.

Así, los accidentes causados por colisiones en entornos industriales son una de las principales causas de lesiones y daños materiales. En la industria de plásticos, donde el flujo de materiales es continuo y la interacción entre vehículos y personas es constante, las colisiones pueden generar no solo consecuencias humanas y económicas, sino también impactos negativos en la productividad; por tal, la adopción de tecnologías de seguridad, en la operación de montacargas, es fundamental para minimizar estos riesgos.

Para enfrentar estos riesgos, la implementación de un sistema anticolidión en montacargas ha emergido como una solución tecnológica innovadora que busca prevenir accidentes mediante la utilización de diversas herramientas tecnológicas. Estos sistemas se basan en sensores, cámaras, radares y sistemas de comunicación en tiempo real que permiten a los montacargas detectar obstáculos en su trayecto. Dependiendo de la tecnología implementada, el sistema puede alertar al operador sobre la proximidad de un obstáculo, reducir la velocidad del vehículo automáticamente o incluso detenerlo para evitar una colisión.

Es necesario indicar que, los sistemas anticolidión funcionan bajo el principio de aumentar la conciencia situacional del operador del montacargas e intervenir rápidamente para evitar accidentes. Por tal, estos sistemas están diseñados para detectar obstáculos visibles (estanterías,

materiales apilados) como invisibles (personas que se cruzan en su camino). Los sensores instalados en los montacargas pueden emitir alertas sonoras o visuales para advertir al operador, o en sistemas más avanzados, tomar el control del vehículo de manera autónoma si se detecta una colisión inminente.

En el caso específico de las industrias de plásticos, donde el ambiente de trabajo suele ser dinámico y de alta densidad, la integración de estos sistemas anticolidión no solo mejora la seguridad, sino que también optimiza el flujo de trabajo. Al reducirse el número de accidentes, los equipos de trabajo y los montacargas experimentan menos tiempo de inactividad, lo que contribuye a una mayor productividad. Además, estos sistemas pueden ofrecer beneficios adicionales, como la mejora del mantenimiento preventivo al alertar sobre fallos en los sensores o en el sistema de los montacargas, y el cumplimiento con las normativas de seguridad industrial, que en muchos países exigen medidas para proteger la integridad física de los trabajadores.

Los beneficios de la implementación de un sistema anticolidión en montacargas en la industria de plásticos son amplios: reducir accidentes y mejorar significativamente la eficiencia operativa, ya que, de esta manera, se minimizan los tiempos perdidos por incidentes: esto también contribuye a la reducción de costos asociados con daños a equipos o productos.

Es fundamental que, las empresas consideren no solo el costo de los sistemas, sino también el tiempo y los recursos necesarios para integrar y adaptar esta tecnología a sus operaciones diarias; también deben contar con un plan de capacitación adecuada para los trabajadores para que sepan cómo utilizar y reaccionar adecuadamente ante las alertas y sistemas de intervención anticolidión.

Por tal, el objetivo de este trabajo de investigación es implementar un sistema anticolidión en montacargas en una industria de plásticos, analizando sus beneficios, componentes tecnológicos

y el impacto potencial tanto en la seguridad laboral como en la eficiencia operativa. Además, mediante un análisis detallado de las necesidades y condiciones de este tipo de industria, se buscará diseñar este sistema que pueda integrarse a los procesos existentes en la industria de plásticos, ofreciendo soluciones prácticas y efectivas para mejorar la seguridad y reducir el riesgo de accidentes.

Capítulo I

1. Problemática.

1.1 Descripción del problema.

Los montacargas juegan un papel fundamental en las fábricas, especialmente en aquellas que se dedican a la producción de plásticos, donde el manejo de grandes volúmenes de materiales es esencial para la operación diaria y donde la alta rotación de estos equipos en los espacios del trabajo, frecuentemente se congestionan, derivando colisiones o accidentes entre montacargas, con personas o con materiales, lo que genera una preocupación constante en el entorno laboral. Estos accidentes de los montacargas tienen consecuencias graves, no solo en términos de lesiones o pérdida de vidas, sino también en daños de equipos o productos. Por tal, la industria moderna enfrenta un reto constante en la búsqueda de mejorar la seguridad laboral y optimizar sus procesos operativos.

Además, en industrias como la de los plásticos, donde la rapidez y la eficiencia son clave para mantener la competitividad, cualquier interrupción derivada de accidentes puede generar un retraso en el proceso de transporte del producto fabricado y la producción en general. Así mismo, las condiciones de operación, con frecuencia se dan con un problema de visibilidad del operador, reduciendo la posibilidad de percibir peligros y provocando accidentes no deseados.

Es necesario indicar que, actualmente, el sistema de operación de los montacargas, no proporcionan seguridad adecuada que brinde un entorno libre de accidentes, siendo necesario implementar el sistema anticolidión, ya que su uso representa mayor seguridad y un entorno seguro para los trabajadores. Así, la Organización Internacional de Trabajo (OIT) tiene como prioridad mejorar frecuentemente las condiciones de trabajo en las empresas u organizaciones y considera

que existes áreas peligrosas o insalubres que han provocado que cada 15 segundos, un trabajador u operador muera a causa de accidentes o enfermedades ocupacionales. Según datos recientes de la OIT, los riesgos laborales continúan siendo una preocupación global, pues estima que casi 3 millones de personas, mueren por accidentes y enfermedades relacionadas con el trabajo, además, se producen alrededor de 395 millones de lesiones no mortales en el lugar de trabajo cada año, muchos de los cuales producen ausentismo laboral, discapacidad y pérdida de productividad (Alcívar, 2020).

A nivel nacional, los desafíos son igualmente significativos, ya que, durante el año 2023, el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social registró 20597 accidentes laborales, de los cuales el 50,6% sucedieron en el lugar de trabajo habitual y un 31,9% al ir o volver al trabajo. Las industrias manufactureras, de comercio, agricultura, ganadería, administración pública y actividades de servicios sociales y de salud registran mayor número de accidentes laborales (IESS, 2024)

Por estos datos, se evidencia que cada sector implica riesgos para sus colaboradores o trabajadores, entre los más comunes están: los traumatismos superficiales, intoxicaciones, luxaciones, fracturas, torceduras, esguinces, electrocuciones, síndrome del túnel carpiano, etc., siendo imprescindible que cada empresa cumpla con las normas de seguridad y salud laboral, que garantice los recursos e implementos acordes en cada área de trabajo.

Dado a estos antecedentes, se hizo necesario identificar investigaciones previas sobre el tema, así, se encuentra el trabajo realizado por Mateus (2020), quien evaluó los riesgos mecánicos asociados al uso de montacargas; su estudio se basó en operadores y peatones que transitan alrededor del equipo. Este autor, identificó a través de la observación de las tareas realizados por el equipo, que los principales peligros encontrados son: el volcamiento, el atropello a peatones y

choque contra objetos, lo que genera consecuencias notables de lesiones graves. Por otro lado, Asillo, et. al (2022) en sus trabajos plantearon los riesgos mecánicos de los montacargas y explicó los hechos en función a los riesgos evidenciadas por estos equipos, por lo que necesitaron implementar un sistema radio control para reducir los niveles de dichos riesgos.

Así mismo, se encuentra la investigación realizada por Enríquez (2020), quien estableció la propuesta de un plan de mejora en relación a los riesgos mecánicos generados en las operaciones de los montacargas. Este autor realiza diagnósticos a partir de evidencias fotográficas obtenidas en el lugar de trabajo y mediante entrevistas aplicadas a operarios, cuyo propósito era de conocer de primera mano, la situación actual de la planta. Se concluye que, los riesgos relacionados con la operación de los montacargas son una fuente de riesgo considerable.

Ante esta problemática, el propósito de este trabajo de titulación es implementar un sistema anticolidión en montacargas en una industria de plásticos, analizando sus beneficios, componentes tecnológicos y el impacto potencial en la seguridad laboral y en la eficiencia operativa.

Cabe mencionar que los principales beneficiarios de la implementación de este sistema anticolidión en montacargas serían los operadores, trabajadores en general, la dirección de la empresa, los clientes, las aseguradoras y los fabricantes de equipos que conforman las empresas industriales de plástico. Por otra parte, este sistema también puede beneficiar indirectamente a la comunidad, mediante la mejora de la seguridad y la eficiencia en las operaciones.

1.2 Justificación.

La implementación de este sistema anticolidión en montacargas que operan en una industria de plásticos se justifica principalmente por razones de seguridad, eficiencia operativa y beneficios económicos a largo plazo, pues resulta muy conveniente para las empresas o fábricas industriales, ya que les ayuda a obtener certificaciones, logrando que sus procesos sean de calidad; confiables y sigan manteniendo su reconocimiento y posicionamiento (Castaño, 2020). Cabe señalar que, el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) requiere un método para evaluar y mejorar las condiciones de trabajo, de manera que se pueda prevenir los accidentes e incidentes laborales, mediante una gestión eficaz, un proceso lógico y secuencial, que permite determinar aquello que debe hacerse de mejor manera (UNIR, 2024)

Entonces, se puede decir que, la implementación de este sistema se justifica porque genera grandes beneficios referentes a la prevención de riesgos laborales, ayuda a crear ambientes saludables de trabajo, permite a la empresa reducir sus costos potenciales ocasionados por accidentes, fomenta una cultura de seguridad llevando consigo al mejoramiento continuo en los diferentes niveles de la organización; por tal, se considera una herramienta fundamental para llevar a cabo la gestión de riesgos laborales y el mejoramiento de calidad de vida de los trabajadores.

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo General

Implementar un sistema efectivo de prevención de colisiones para montacargas en una industria de plásticos, con el fin de mejorar la seguridad operativa y reducir los riesgos asociados a las colisiones en el entorno industrial.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Realizar un análisis de los riesgos actuales asociados a las colisiones con montacargas en una industria de plásticos a través de la metodología William fine, con el fin de identificar el grado de peligrosidad de cada uno de los riesgos identificados.
2. Implementar un sistema anticolidión en equipos montacargas, mediante el sistema de alerta PAS para mejorar la seguridad en el entorno de la industria de plásticos.
3. Evaluar el desempeño del sistema mediante reevaluación de cada riesgo identificado, analizando la efectividad en la prevención de colisiones y la mejora en la seguridad operativa de los montacargas y del entorno laboral en general.

Capítulo II

2. Marco teórico referencial.

En este apartado, se describen conceptos sobre el tema de investigación, que serán necesarios para su fácil comprensión y su desarrollo óptimo.

Para aclarar los conceptos y técnicas necesarias para plantear este sistema, debemos conocer ciertas definiciones que serán necesarias para implementar el proyecto.

2.1 Montacargas.

Se define como montacargas a un equipo móvil de contrapeso, ya que la carga que esta manipula se encuentra fuera de distancia entre sus ejes, tiene como función principal levantar, bajar y mover cargas sin ningún tipo de esfuerzo manual. Esto es posible con un mástil frente a una grúa horquilla. (International, 2017)

2.2 Características de los Montacargas.

Los montacargas, conocidos como carretilla elevadora, grúa horquilla o auto-elevador, son una pieza esencial en muchas industrias y obras de construcción, ya que permiten el movimiento eficiente de cargas pesadas. Estas máquinas tienen una serie de características que los hacen adecuados para su funcionamiento, por ejemplo: tienen un chasis robusto, neumáticos resistentes, cabina para el operador y un mástil que permite elevar y bajar la carga. El diseño y la calidad de estos componentes son fundamentales para garantizar un funcionamiento seguro y eficiente del montacargas (Méndez, 2018)

Los montacargas presentan una variedad de capacidades, desde modelos más pequeños que pueden levantar unas pocas toneladas hasta modelos grandes capaces de manipular cargas de más de 10 toneladas; es importante señalar que la capacidad de carga de un montacargas, no solo se

refiere al peso máximo que puede levantar, sino también a la distancia desde el centro de gravedad de la carga. Cargar incorrectamente o exceder los límites de peso, puede acarrear consecuencias graves referentes a la seguridad y estabilidad de la empresa.

Otra característica clave de un montacargas es su capacidad de elevación vertical, ya que la altura de elevación máxima varía según el modelo y la aplicación específica. En obras de construcción, donde a menudo se requiere levantar materiales pesados a alturas significativas, es esencial elegir un montacargas con la capacidad de elevación adecuada.

2.3 Tipos de montacargas.

Dentro de la clasificación en montacargas existen diferentes clasificaciones, están por un tipo de ruedas o llantas, por su tipo de motor que pueden ser de tipo eléctrico o de combustión, y por tipo de uso. (ING, 2024)

2.3.1 Montacargas con carrocería

Es el tipo de montacargas que contiene peso en su carrocería la cual actúa como contrapeso, el operador se ubica en su interior y es de tipo eléctrico.

2.3.2 Montacargas para pasillos angostos

Diseñado para espacios angostos, en el cual el operador se sitúa en una plataforma al frente, junto con sus controles es transportado a una ubicación elevada y son de tipo eléctrico.

2.3.3 Montacargas manuales

Es una unidad de levantamiento que posee horquillas o una plataforma y es de tipo manual.

2.3.4 Montacargas de contrapeso

Este tipo de montacargas posee un contrapeso en su parte trasera, es impulsado a través de combustión interna ya sea (Gasolina, Diésel o Gas propano).

2.4 Normativa Internacional basada en el manejo seguro de montacargas.

En el ámbito de seguridad la OSHA (Administración de seguridad y salud ocupacional), estima que al año se produce aproximadamente 100000 lesiones por montacargas.

El uso de estos equipos en los entornos de trabajo es esencial, ya que no todas las cargas pueden ser levantadas por el personal de trabajo, con los riesgos que estos vehículos representan las normas ANSI B56.1 nos indica que los vehículos de uso industrial promueven la seguridad a través de su diseño, construcción, aplicación, operación y mantenimiento. (blog.ansi.org, 2023)

2.5 ANSI B56.1.

ANSI B56.1 es un estándar de seguridad para vehículos industriales motorizados, en donde se definen las pautas de seguridad relacionadas con los elementos de diseño, operación y mantenimiento de carretillas industriales motorizadas de baja y alta elevación.

Promueve la seguridad a través del diseño, construcción, aplicación, operación y mantenimiento, las autoridades que deseen formular reglas y regulaciones de seguridad pueden usar esta norma como guía. (blog.ansi.org, 2023)

2.6 Tipos de accidentes con montacargas.

Los accidentes con equipos montacargas pueden causar lesiones graves o incluso la muerte en los trabajadores, lo cual provoca pérdidas cuantiosas a las empresas. Esto porque en los accidentes relacionados con estos equipos se han perdido mercancía e incluso daños materiales por avería de máquinas. (ludusglobal, 2022)

Según Hernández (2020), los accidentes más comunes son:

1. Vuelcos del montacargas. - Los montacargas son vehículos de carga pesada y si no se manejan de manera correcta, pueden volcarse; estos vuelcos pueden ocasionarse por maniobras bruscas, sobrecarga o terreno inadecuado. Este tipo de accidentes es una de las principales causas de lesiones graves y muertes en el entorno laboral.
2. Caídas de cargas. - Si la carga transportada no está asegurada correctamente, puede caer mientras el montacargas se mueve, originando lesiones graves tanto al operador como a las personas cercanas. A esto se suma que, una carga mal colocada, puede hacer que el montacargas pierda el equilibrio y se voltee.
3. Accidentes con otros vehículos o estructuras. - El tráfico interno en áreas de almacenamiento o fábricas puede provocar colisiones entre montacargas y otros vehículos, o con estructuras como estantes de almacenamiento. Estas colisiones pueden dañar tanto la mercancía como las personas involucradas.
4. Accidentes causados por fallas mecánicas o mal mantenimiento. - El mal estado de un montacargas, como frenos defectuosos, fallas en el sistema hidráulico o llantas desgastadas, también pueden ocasionar accidentes por la falta de control o estabilidad del equipo.
5. Accidentes por operadores no capacitados. - La falta de formación adecuada es una de las causas más comunes de accidentes con montacargas. Los operadores sin la capacitación adecuada pueden cometer errores al manejar el equipo, lo que puede producir lesiones o daños a la propiedad.

6. Accidentes debido a condiciones ambientales. - Factores como pisos resbalosos, mala iluminación, espacios pequeños, pueden aumentar los riesgos de accidentes con montacargas. Las condiciones de trabajo inadecuadas afectan tanto la seguridad del operador como de otros trabajadores en el área.
7. Es importante destacar que el manejo de montacargas requiere de formación adecuada y la implementación de medidas de seguridad para prevenir estos tipos de accidentes. Además, las normativas laborales, como las establecidas por OSHA en Estados Unidos o la legislación de seguridad en otros países, ofrecen guías y requisitos para garantizar un ambiente de trabajo seguro.

2.7 Método William T. Fine.

Metodología publicada en 1971 por William T. Fine, permite calcular el grado de peligrosidad de cada riesgo identificado, mediante cálculos matemáticos que integran a la probabilidad de ocurrencias las consecuencias que se pueden generar si ocurre un evento en la exposición del riesgo. (Asillo, Arias, & Leonillas, 2022). Así por ejemplo.

Grado de peligrosidad: Permite clasificar los riesgos mediante el rango de seguridad, mientras más alto sea el rango, mayor debe ser la prioridad de acción para controlar los efectos que estos puedan ocasionar.

Grado de repercusión: Representa el orden de priorización de mitigación de riesgos según el nivel obtenido en el grado de peligrosidad, sabiendo que los niveles ms altos serán los primeros en ser atendidos y así consecutivamente hasta el más bajo.

Justificación: es el gasto en el que se incurre para la implementación de los dispositivos de control de riesgos, el cual se verá reflejado mediante el nivel de costo y grado de corrección que influencia en los riesgos analizados.

Cabe señalar que Fine, determina el grado de peligrosidad valorando los siguientes parámetros:

1. Las consecuencias (C).- Fine las define como los daños debidos al riesgo a considerar, incluyendo desgracias personales y daños materiales. Los valores numéricos que asigna

William T. Fine para las consecuencias más probables de un accidente son:

Catástrofe con muertes múltiples: 100 puntos

Varios fallecimientos: 50 puntos

Muerte con daños: 25 puntos

Lesiones graves con riesgos de invalidez permanente: 15 puntos

Daños que impliquen una baja médica: 5 puntos

Lesiones sin baja: 1 punto

2. La exposición (E). - Es la periodicidad con la que se presenta una situación de riesgo, es decir, cuanto mayor sea la exposición a una situación peligrosa, más grande será el riesgo asociado a esta situación. Los grados establecidos por Fine sobre la exposición son:

Continuada a lo largo del día: 10 puntos

Frecuente, con periodicidad de al menos una vez al día: 6 puntos

De forma ocasional, semanal o mensual: 3 puntos

De manera irregular, de una vez al mes a una vez al año: 2 puntos

Algo excepcional, con años de diferencia: 1 punto

De modo remoto. No se sabe con certeza si se ha producido, pero tampoco puede descartarse: 0,5 puntos.

3.La probabilidad (P). - Este factor analiza la posibilidad de que, una vez se presenta la situación de riesgo, sucedan en el tiempo los acontecimientos de la secuencia completa del accidente; por tal, los pasos que pueden desencadenar los posibles riesgos son:

Si el accidente es el resultado más probable de haber hecho la actividad: 10 puntos

Si el episodio es factible: 6 puntos

Aunque no es muy probable, el suceso ha ocurrido o podría pasar: 3 puntos

El accidente sería producto de la mala suerte, pero es posible que ocurra: 1 punto

Es muy improbable, casi imposible, que el suceso ocurra, pero, aun así, es concebible: 0,5 puntos

Es prácticamente imposible. No se ha producido nunca, pero podría suceder: 0,3 puntos (UNIR, 2023)

En este marco, también es necesario conocer los pasos que William Fine aplica en su metodología:

1. Identificación de los peligros (identificar los riesgos o peligros presentes en el entorno)
2. Evaluación de la probabilidad de ocurrencia (determinar la probabilidad de los accidentes)

3. Evaluación de la gravedad (analizar las consecuencias si el accidente ocurre, considerando factores como lesiones, daños a la propiedad y pérdidas económicas.

4. Asignación de un índice de peligrosidad (basado en la probabilidad y la gravedad, asignar una puntuación de peligrosidad)

5. Priorización de los riesgos (en función de la puntuación de peligrosidad, se priorizan los riesgos para tomar acciones correctivas (Fine, 2018)

2.8 Riesgos asociados a las colisiones de montacargas.

Sobre los riesgos asociados a las colisiones de montacargas, se puede decir que, en una industria de plásticos, los montacargas se utilizan para manejar materiales como: resinas plásticas, productos terminados y otros componentes en las diferentes áreas de producción, almacenamiento y distribución, por lo tanto, los riesgos específicos de las colisiones de montacargas en una industria de plásticos pueden ser:

Colisión con personas: El operador del montacargas no ve a un trabajador o peatón, especialmente en áreas de trabajo con mucho tránsito o con baja visibilidad.

Colisión con estanterías de plástico o estructuras: Las estanterías donde se almacenan productos de plástico pueden ser dañadas si un montacargas se acerca demasiado a ellas o realiza maniobras bruscas.

Colisión con otros montacargas: En almacenes o fábricas con varios montacargas, la congestión puede aumentar el riesgo de colisiones.

Colisión con materiales almacenados: Golpes a pilas de materiales o productos plásticos, causando caídas o daños en el producto

Entonces, utilizando la metodología de William Fine, se puede afirmar que los riesgos actuales son las colisiones con personas, consideradas el mayor riesgo de accidentes, seguidas por las colisiones con estanterías y otros montacargas; y, para reducir estos riesgos, se debe implementar capacitaciones adecuadas dirigidas a los operadores, optimizar el diseño del espacio en el entorno laboral y el uso de tecnologías de seguridad como sensores de proximidad y barreras físicas (López & Pérez, 2021)

2.9 Colisión de montacargas

Según el Diccionario de la Real Academia Española (RAE), una colisión es el choque o encontronazo de dos cuerpos”; este término se utiliza para describir cualquier tipo de choque entre objetos que pueden causar daños físicos o materiales.

Las colisiones de montacargas en entornos industriales no solo representan riesgos para la seguridad, sino que también tienen consecuencias significativas en la eficiencia operativa y la productividad.

2.10 Riesgo mecánico.

Se lo denomina al conjunto de actividades las cuales pueden causar daños en las personas por la operación o manipulación de distintos tipos de maquinarias ya sea manuales mecánicas o hidráulicas, son aquellos que en caso de no ser intervenidos adecuadamente pueden generar lesiones como atrapamiento, impacto, arrastre, perforación aplastamiento. (Hugo, 2022).

2.11 Tecnología anticolidión.

Los sistemas de alerta anticolidión combinan varias tecnologías para detectar y responder a la presencia de peatones cerca del equipo. Las cuales pueden incluir sensores, cámaras y sistemas de alertas.

Los sensores de proximidad integran una variedad de dispositivos usados para la detección de objetos o personas en torno a una zona delimitada, también determina la presencia de elementos de un determinado material en el área de trabajo.

Los sensores infrarrojos detectan la presencia cuando un cuerpo corta el haz que proyecta o a través de la variación que se produce en la temperatura, es decir, con la presencia de personas identifica un cambio de temperatura en el ambiente y, al detectar unos grados determinados, se activa. Cuando un cuerpo aparece en su campo, cierra el circuito conectando la luz, el aire, el ventilador etc. Estos sensores por infrarrojos son los más utilizados. (solerpalau, 2018).

2.12 Sistema de alerta de peatones PAS.

Desarrollado por claitec, empresa especializada en el desarrollo de soluciones de seguridad industrial y prevención de accidentes laborales.

2.12.1 Definición

El sistema de alerta PAS es una solución diseñada para identificar la presencia de peatones, aplicado generalmente en equipos montacargas en zonas industriales en donde el operador como el peatón reciben una alerta de proximidad por medio de alerta sonora.

2.12.2 Características

El sistema de alerta costa de un kit formado por los siguientes elementos.

TAG T-10 / TAG T-10R: Encargado de proteger a los peatones de ser atropellados por cualquier vehículo industrial.

Estación de carga inalámbrica: Se trata de un cargador inalámbrico para 12 Tags T-10R.

TEST-TAG: Es un dispositivo activo que garantiza que el sistema funciona correctamente.

ACTIVADOR RFID: Proporciona una indicación inmediata de la ubicación y el estado tanto de un tag activo. (CLAITEC, 2023)

Figura 1

Sistema de alerta de peatones PAS



Fuente: (Claitec, 2023)

CAPITULO III

3. Metodología

3.1 Enfoque metodológico.

El enfoque planteado en esta investigación consta de un estudio mixto. Puesto que, a través de la combinación de los aspectos cualitativos y cuantitativos se espera obtener información útil que nos servirá para el análisis del problema

3.2 Tipo de investigación.

3.2.1 *Investigación mixta*

La investigación de enfoque mixto permite la recopilación y evaluación de datos de enfoque cualitativo y cuantitativo en el mismo estudio, dado el tipo de proyecto que se está trabajando permitirá el planteamiento de los objetivos esperados.

Esta estrategia permite tener un análisis de datos numéricos, así como la percepción del personal involucrado los cuales se vuelven decisivos para una correcta ejecución del trabajo.

3.3 Componente cuantitativo.

Este tipo de investigación nos permite obtener la recolección de datos las cuales son convertidos en datos numéricos y medir la efectividad del sistema planteado. Esta metodología es particularmente útil ya que permite cuantificar los riesgos y determinar las acciones correctivas por tomar

3.4 Componente cualitativo.

La investigación tipo cualitativa permite explorar y tener conocimiento sobre el entorno y percepción que tienen los colaboradores, el enfoque en la descripción y valoración de riesgos de

forma no numérica, considerando la percepción del personal que transita constantemente en el área de trabajo.

3.5 Investigación de campo.

En el proceso de implementación para un sistema anticolidión en equipos montacargas, se lleva a cabo una investigación de campo, que representa una fase de suma importancia en donde se evalúa las condiciones operativas, riesgos más frecuentes y las necesidades específicas del entorno laboral.

3.6 Etapas claves en procesos de implementación.

Dentro del área de trabajo se identifica las actividades principales y movimientos frecuentes que realizan personal de trabajo junto con los equipos.

Seguido se realizó la inspección del entorno, esto con el fin de determinar el nivel de riesgos mecánicos presentes en área de estudio, por medio de entrevista y encuestas con los operadores de equipos y personal que transita en el área de trabajo, ya que por medio de esto se pudo elaborar una lista detallada de los riesgos asociados con colisiones.

Por medio de los resultados que se obtuvieron en las encuestas y entrevistas descritas en el punto anterior, obtenemos datos numéricos que nos servirá para aplicar el método Fine para la evaluación de riesgos. En la matriz que se realiza se exponen los principales riesgos, los cuales se analizan mediante su grado de consecuencia y la probabilidad que este ocurra, obtenido estos resultados se justifica la aplicación del sistema anticolidión.

Se realiza la implementación del sistema de alerta de peatones Pas, adecuando sus componentes en el equipo y personal que transita constantemente en el área de trabajo, el cual está compuesto de un sistema Pas en el equipo que genera una zona de detección a su alrededor, a su

vez los peatones que transiten en el área deberán llevar un TAG (llavero electrónico), ya que en el momento que el tag detecta que un peatón se encuentra expuesto a colisión esta genera una señal de alerta tanto al operador como al peatón.

Finalmente se vuelve a realiza un análisis y evaluación de los niveles de riesgos de tipo mecánico mediante la metodología William Fine, esto con el fin de corroborar la reducción de dichos riesgos mediante la aplicación del sistema anticolidión.

3.7 Técnicas e instrumentos empleados.

3.7.1 Técnicas empleadas

Para llevar a cabo la presente investigación se llevó a cabo una inspección in situ en el área de trabajo, dado que fue de suma importancia presenciar a detalle las actividades realizadas por los trabajadores.

Método William Fine empleado para realizar la evaluación de los riesgos encontrados, esto serán analizados mediante una matriz que expondrá los riesgos encontrados en el área de trabajo mediante el grado de consecuencia, exposición y probabilidad.

3.7.2 Instrumentos

Los instrumentos empleados para el desarrollo de la investigación constan de:

Checklists que consta de un cuestionario donde se identifican los accidentes que pueden presentarse con mayor frecuencia.

Matriz fine con los datos obtenidos del cuestionario realizado al personal, que nos permitirá obtener las variables a considerar.

Resultados de encuestas que permitirá recopilar datos sobre la percepción de riesgos que se encuentran presentes.

3.8 Plan de implementación.

3.8.1 Evaluación inicial

Para poder obtener una visión de un antes y después de la implementación del sistema, se realiza una medición inicial de la condición que se encuentran los trabajadores en el desarrollo de sus actividades.

3.8.2 Determinación de los riesgos en el área de trabajo

Se realizó observación en el sitio de trabajo donde transitan los equipos junto con colaboradores que laboran en esa área, realizando actividades como transporte de producto terminado, materia prima y desechos. En la jornada laboral estas actividades se realizan de forma constante en distintos puntos de la zona.

Los riesgos mecánicos asociados a estos equipos, los cuales se evidencia un riesgo constante en los trabajadores incluyen atrapamientos, colisiones, caídas de material transportado.

Una vez determinado estos riesgos se busca determinar la situación actual y grado de peligrosidad en el que se encuentra el área de trabajo.

Figura 2

Área de trabajo



Fuente: Autores

3.8.3 Identificación de variables

Para llevar a cabo la identificación de variables relacionadas con el uso de montacargas, se plantea un cuestionario estructurado como herramienta principal de recolección de datos, estas variables permiten evaluar el nivel de actos relacionados al uso de montacargas que representan peligro de mayor consideración para los peatones.

Figura 3

Cuestionario identificación de variables.

Cuestionario	Grado		
	Alto	Medio	Bajo
Evaluación de exposición con equipos montacargas			
¿Con que frecuencia se utilizan los equipos en el área de trabajo?			
¿Considera que los trabajadores operan en condiciones de alto riesgo al estar en contacto permanente con los montacargas?			
¿Los operadores realizan maniobras en zonas con poco espacio?			
¿Se realizan maniobras de carga y descarga en áreas con personas alrededor?			
¿Las zonas de trabajo presentan obstáculos al paso del personal?			
Evaluación de impacto de colisión	Alto	Medio	Bajo
¿Considera que en las actividades existe riesgo de atrapamiento o choque?			
¿Los daños a la persona involucrada afectaría su capacidad de trabajo en un futuro?			
¿La colisión causaría daños a considerar al equipo?			
¿La colisión provocaría la necesidad de detener otras actividades mientras se evalúa o repara el daño?			

Fuente: Autores

CAPITULO IV

4. Resultados

4.1 Datos obtenidos.

En este apartado se detallan los resultados obtenidos a través de la encuesta aplicada a los trabajadores.

4.1.1 Evaluación de exposición con equipos montacargas

Tabla 1

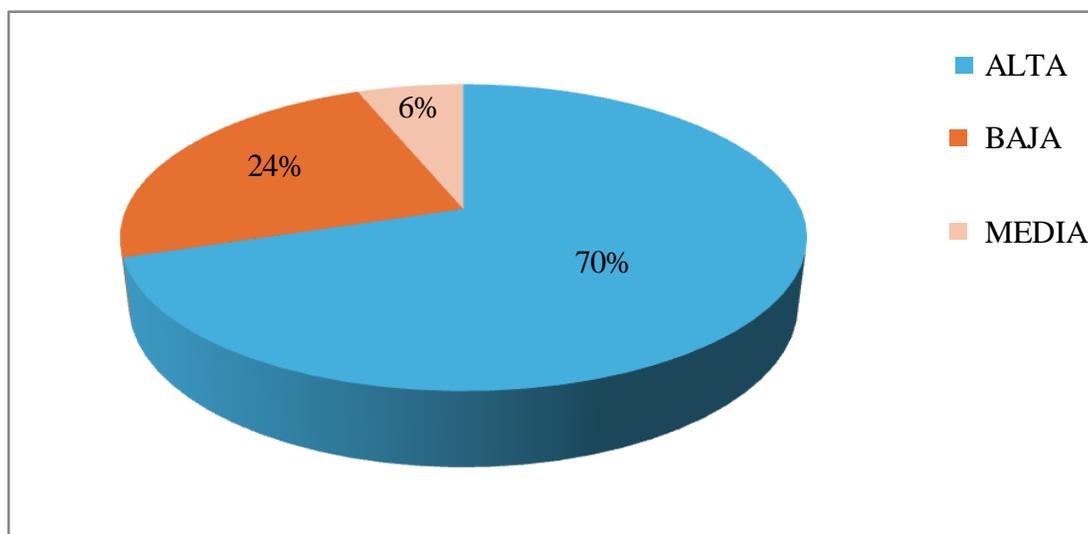
Frecuencia con la que se utiliza equipo montacarga en área de trabajo.

ITEM	N° TRABAJADORES	PORCENTAJE
ALTA	35	70%
MEDIA	12	24%
BAJA	4	6%
TOTAL	50	100%

Fuente: Autores

Figura 4

Resumen de frecuencia del uso de equipos montacarga

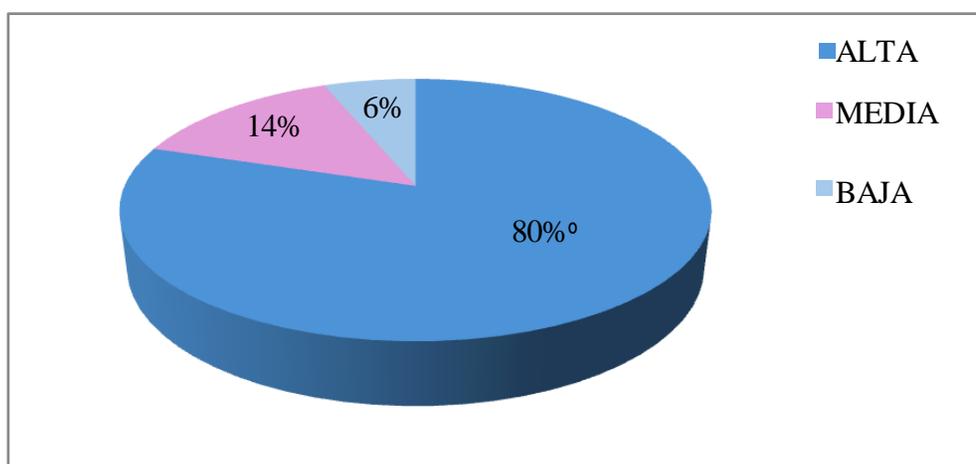


Fuente: Autores

Análisis e interpretación. - Gracias a los datos obtenidos por los encuestados, se evidencia que la frecuencia con que se utilizan los equipos en el área de trabajo es alta, pues así lo corrobora el 70% del personal encuestado, mientras que el 24% menciona que es medio y solo el 6% menciona que es bajo. Por estas respuestas, se deduce que, en esta empresa industrial de plásticos, los montacargas se utilizan frecuentemente para mover pallets, resinas u otros materiales desde las áreas de almacenamiento hasta las líneas de producción.

Tabla 2*Consideración de trabajo en alto riesgo en espacio de trabajo*

ITEM	N° TRABAJADORES	PORCENTAJE
ALTA	40	80%
MEDIA	7	14%
BAJA	3	6%
TOTAL	50	100%

Fuente: Autores**Figura 5***Resumen de consideración de trabajo en alto riesgo en espacio de trabajo***Fuente:** Autores

Análisis e interpretación. - El 80% de los trabajadores encuestados consideran que operan en condiciones de alto riesgo, al estar en contacto permanente con los montacargas; por otro lado, el 14% considera que es medio y el 6% considera que es muy bajo. Considerando estas respuestas, se asume que los trabajadores consideran que operan en condiciones de alto riesgo al estar en contacto constante con montacargas debido a la alta frecuencia de uso, la cercanía física con las máquinas en áreas compartidas, y el riesgo de colisiones, atropellos o caídas de cargas. Además, factores como visibilidad limitada del operador, distracciones humanas, y la velocidad de los

equipos aumentan la percepción de peligro. Esto refuerza la necesidad de implementar el sistema anticolidión de montacargas que operan en las industrias sobre todo de plásticos.

Tabla 3

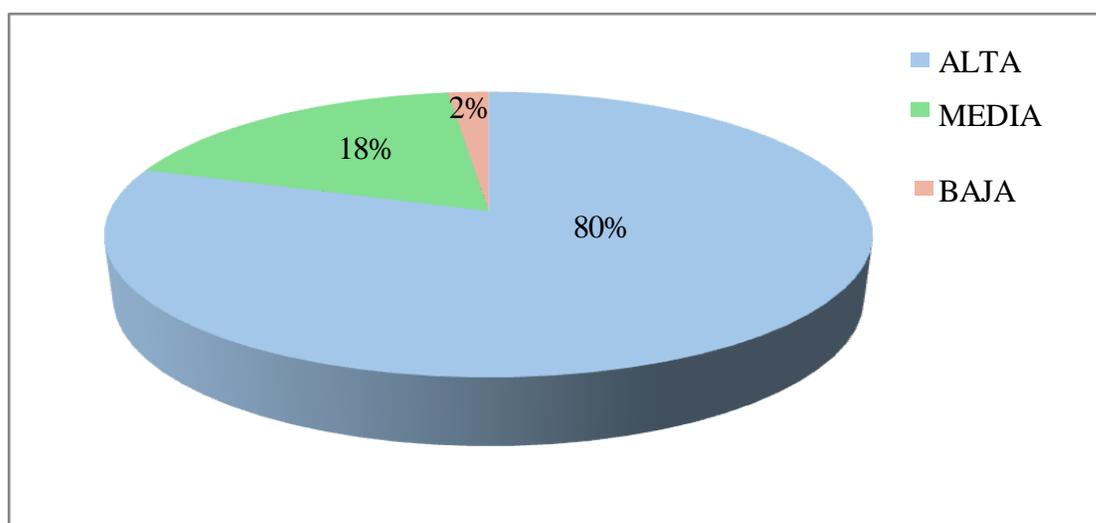
Realización de maniobras en zonas con poco espacio.

ITEM	N° TRABAJADORES	PORCENTAJE
ALTA	40	80%
MEDIA	9	18%
BAJA	1	2%
TOTAL	50	100%

Fuente: Autores

Figura 6

Resumen de realización de maniobras en zonas con poco espacio.



Fuente: Autores

Análisis e interpretación. - Se evidencia en esta tabla que el 80% de los trabajadores encuestados, manifiestan que realizan maniobras en zonas con poco espacio, el 18% responde que a medias y el 2% responde que es baja. Se asume que los trabajadores dieron estas respuestas

debido al diseño ajustado de los pasillos, la presencia de estanterías altas y obstáculos en el área de trabajo que muchas veces están congestionados, lo que limita su capacidad de maniobrar de forma segura y por ende aumentando el riesgo de accidentes, colisiones y errores operativos

Tabla 4

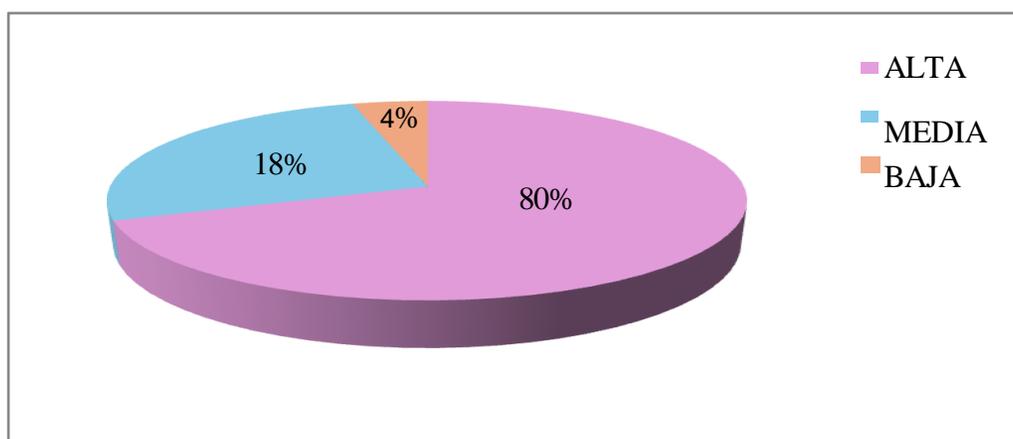
Realización de maniobras de carga y descarga en áreas con personas alrededor.

ITEM	N° TRABAJADORES	PORCENTAJE
ALTA	32	80%
MEDIA	12	16%
BAJA	6	4%
TOTAL	50	100%

Fuente: Autores

Figura 7

Resumen de maniobras de carga y descarga en áreas con personas alrededor.



Fuente: Autores

Análisis e interpretación. - Mediante esta tabla y gráfico, se evidencia que el 80% de los operadores realizan maniobras de carga y descarga en áreas con personas alrededor, el 16% en nivel medio y el 4% en nivel bajo. En virtud de estas respuestas, se asume que los operadores consideran que realizan maniobras de carga y descarga en áreas con personas alrededor porque los espacios de trabajo son compartidos y las tareas de montacargas coinciden con el tránsito de peatones, lo que incrementa el riesgo de accidentes por proximidad y falta de segregación adecuada entre equipos y trabajadores.

4.1.2 Evaluación de impacto por colisión

Tabla 5

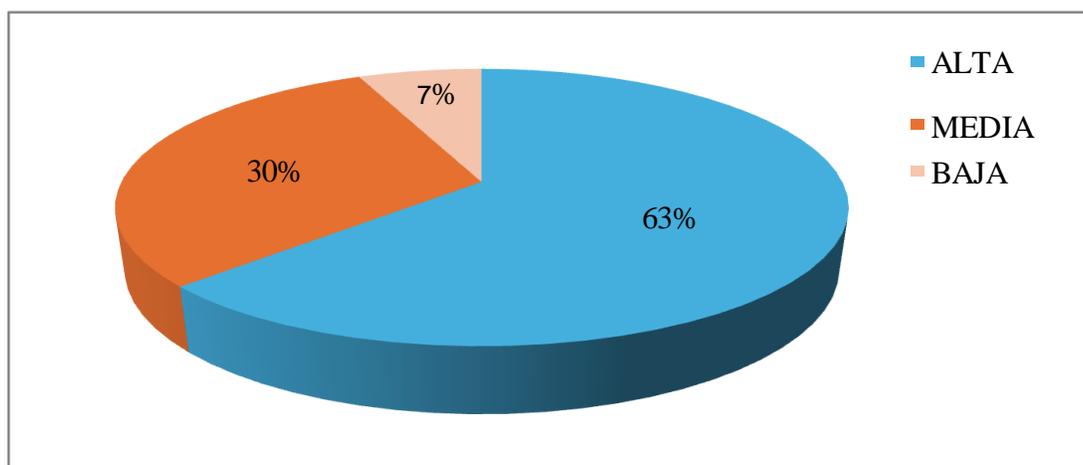
Existencia de riesgo de atrapamiento o choque.

ITEM	N° TRABAJADORES	PORCENTAJE
ALTA	29	63%
MEDIA	14	30%
BAJA	3	7%
TOTAL	50	100%

Fuente: Autores

Figura 8

Resumen de riesgo de atrapamiento o choque.



Fuente: Autores

Análisis e interpretación.- A través de esta información, se puede establecer que el 63% de los trabajadores consideran que en las actividades que realizan dentro de la empresa industrial, existen riesgos de atrapamiento o choque, mientras que el 30% considera que medianamente y solo el 7% considera que bajamente; esto, debido a la cercanía constante con los montacargas en movimiento, espacios reducidos, maniobras rápidas y la presencia de cargas pesadas que pueden desplazarse de manera inesperada.

Tabla 6

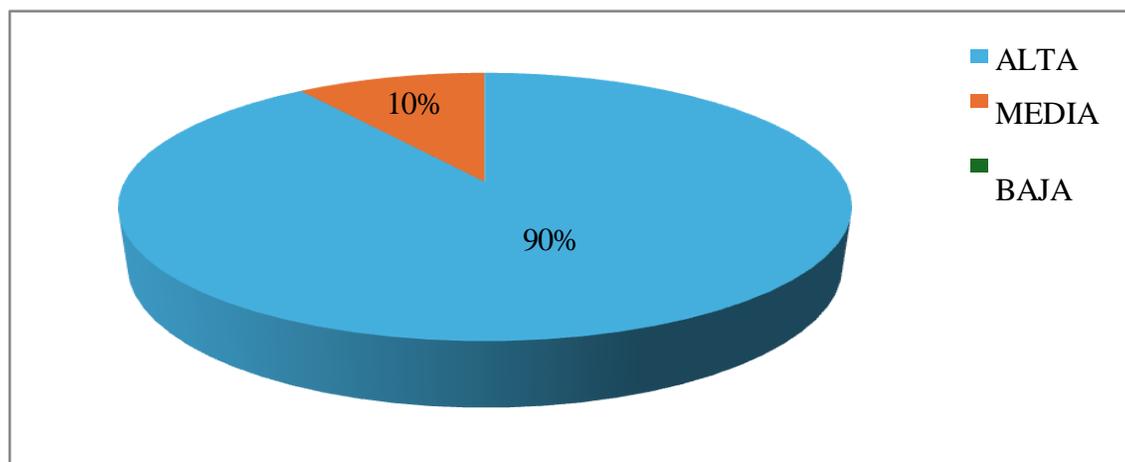
Los daños a la persona involucrada afectaría su capacidad de trabajo en un futuro.

ITEM	N° TRABAJADORES	PORCENTAJE
ALTA	45	90%
MEDIA	5	10%
BAJA	0	0%
TOTAL	50	100%

Fuente: Autores

Figura 9

Resumen afectación de capacidad de trabajo en un futuro.



Fuente: Autores

Análisis e interpretación. - En esta pregunta, se establece que el 90% de los participantes en esta encuesta, consideran que los daños a la persona involucrada afectarían su capacidad de trabajo en un futuro; el 10% considera que medianamente; esto debido a lesiones físicas permanentes, pérdida de movilidad o fuerza y posibles secuelas psicológicas que limiten su desempeño laboral.

Tabla 7

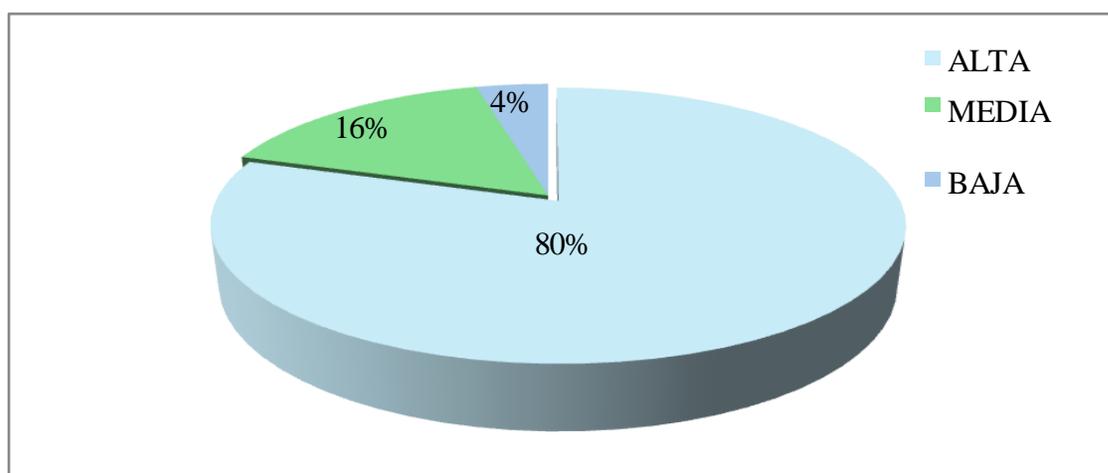
Daños en el equipo a causa de colisión.

ITEM	N° TRABAJADORES	PORCENTAJE
ALTA	40	80%
MEDIA	8	16%
BAJA	2	4%
TOTAL	50	100%

Fuente: Autores

Figura 10

Resumen de daños a equipo a causa de colisión.



Fuente: Autores

Análisis e interpretación. - Por medio de estos datos, se corrobora que el 80% de los encuestados consideran en un nivel alto que la colisión causaría daños a considerar al equipo; el 16% lo considera medianamente y el 4% lo considera en un nivel bajo; estas respuestas debido a que consideran que podría afectar componentes clave como el sistema hidráulico, chasis, ruedas o sensores, lo que resultaría en reparaciones costosas y tiempo de inactividad operacional.

Tabla 8

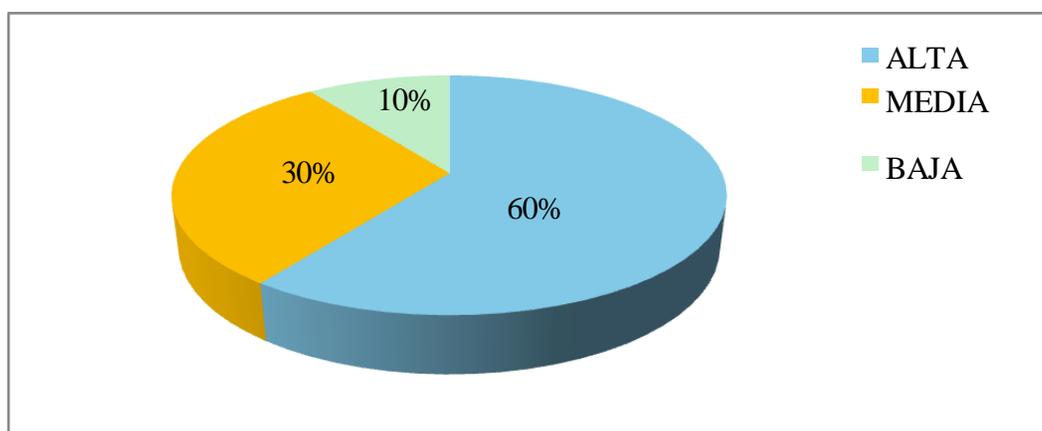
La colisión provocaría la necesidad de detener otras actividades mientras se evalúa o repara el daño.

ITEM	N° TRABAJADORES	PORCENTAJE
ALTA	30	60%
MEDIA	15	30%
BAJA	5	10%
TOTAL	50	100%

Fuente: Autores

Figura 11

Resumen sobre la necesidad de detener otras actividades mientras se evalúa o repara el daño.



Fuente: Autores

Análisis e interpretación. - En esta última pregunta se puede establecer que el 60% de los trabajadores encuestados, manifiestan que la colisión provocaría la necesidad de detener otras actividades mientras se evalúa o repara el daño; el 30% considera que es en un nivel medio y el 10% lo considera en un nivel bajo. Los trabajadores consideran que una colisión detendría otras actividades porque sería necesario evaluar daños, realizar reparaciones, y garantizar condiciones seguras antes de reanudar las operaciones, interrumpiendo el flujo normal de trabajo.

4.2 Analisis de riesgos mecánicos presentes mediante la metodilogia William Fine.

Dado los resultados que se pudieron obtener en las encuestas, se permite detallar los factores de riesgos mas significativos que están relacionados al uso de equipos montacargas los cuales seran evaluados mediante el método William Fine.

Tabla 10*Riesgos mecánicos presentes.*

Factores de riesgos.	Riesgos mecánicos relacionados al uso de montacargas.
Exposición con equipos montacargas.	<p>Contacto permanente con equipos montacargas, con alta frecuencia de colisión.</p> <p>Colisión con estructuras, personas y vuelco de montacarga.</p> <p>Exposición por caída de carga a los trabajadores.</p>
Impacto por colisión.	<p>Atrapamiento de extremidades del personal en espacios compartidos.</p> <p>Daños a trabajadores, causando lesiones considerables.</p> <p>Aplastamiento de personal que transita en el área de trabajo.</p>

Fuente: Autores

Identificada estas variables se realiza mediante el metodo Willian Fine el análisis de riesgos mecánicos de mayor consideración.

Se considera el grado de peligrosidad de cada riesgo identificado que se obtiene mediante la siguiente ecuación.

$$GP: C * E * P$$

En donde cada una de estas variables representan:

GP: Grado de peligrosidad.

C: Consecuencia.

E: Exposición

P: Probabilidad.

Consecuencia: Se considera el perjuicio que el peligro representa, representado en pérdidas humana o materiales.

Tabla 11

Consecuencia de la ocurrencia de un evento

Factor	Clasificación	Código numérico	Interpretación
Consecuencia (resultado más probable de un accidente potencial)	Muchas muertes o daños superiores a 600.000	100	Catástrofe
	Varias muertes o daños superiores a 300.000	40	Desastre
	Muertes o daños superiores a 1ss20.000	15	Muy seria
	Lesión permanente o daños superiores a 60.000	7	Seria
	Lesión temporal o daños superiores a 6000	3	Importante
	Primeros auxilios o daños superiores a 600	1	Notable

Fuente: Cortés Díaz, J. M. (2018). Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad y salud en el trabajo (11a. ed.).

Exposición: En esta variable se considera la frecuencia con la que ocurre la situación de riesgo, regularmente los trabajadores son las personas que con mayor frecuencia estén expuestos, por ende, son los más perjudicados.

Tabla 12

Exposición durante el tiempo

Factor	Clasificación	Código numérico	Interpretación
Exposición (E)	Continuamente	10	Muy alta
Frecuencia con la que ocurre la situación de riesgo)	Frecuentemente	6	Alta
	Ocasionalmente	3	Media
	Poco usual	2	Baja
	Raramente	1	Muy baja
	Muy difícilmente	0.5	Incierta

Fuente: Cortés Díaz, J. M. (2018). Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad y salud en el trabajo (11a. ed.).

Probabilidad: Aquí detallaremos la posibilidad en la que el trabajador este en una situación riesgosa que pueda materializarse.

Tabla 13

Probabilidad de ocurrencia

Factor	Clasificación	Código numerico	Interpretación
	El resultado es mas probable y esperado si la situación de riesgo tiene lugar (ocurre frecuentemente).	10	Debe esperarse
	Es completamente posible y nada extraño tiene una probabilidad del 50%	6	Puede producirse
Probabilidad (P)	Sería una secuencia o coincidencia rara: no es normal que suceda (probabilidad del 10%).	3	Rara pero posible
	Sería una coincidencia remotamente posible se sabe que ha ocurrido. Probabilidad 1%.	1	Poco usual
	Nunca ha sucedido en muchos años de exposición, pero es posible que ocurra.	0.5	Conceblible pero improbable
	Es practicamente imposible que suceda (una probabilidad entre un millón).	0.2	imposible

Fuente: Cortés Díaz, J. M. (2018). Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad y salud en el trabajo (11a. ed.).

Una vez obtenidos los valores de cada una de las variables que han sido tomados en el área de estudio, se procede a determinar el grado de peligrosidad, definiéndolo en tres distintos niveles.

Figura 12

Valoración de grado de peligrosidad.

Grado de Peligrosidad (GP)	Valor
Entre 667 y 1000	Alto
Entre 334 y 666	Medio
Entre 1 y 333	Bajo

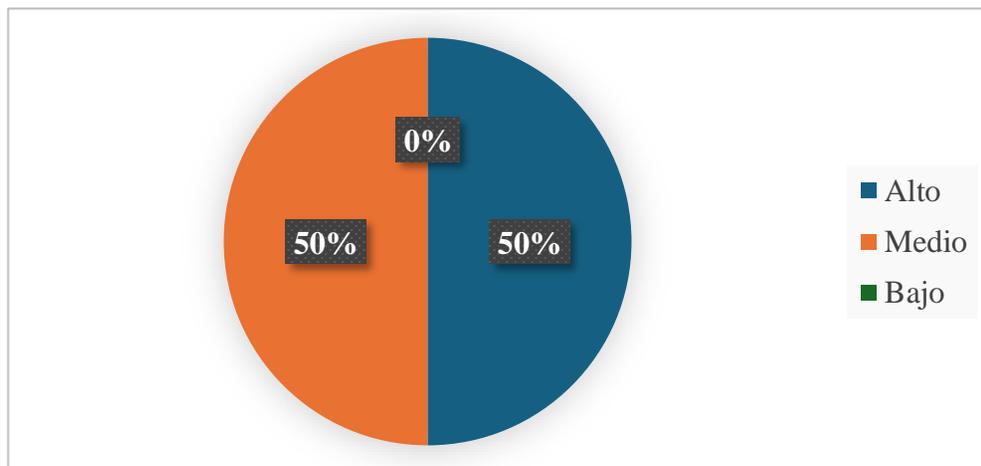
Fuente: (Equipo de Investigación ORCA, 2024)

Se realiza en análisis de riesgos mecánicos expuesto En el (**Anexo 1**), con el fin de determinar en qué nivel se encuentran obteniendo los siguientes resultados.

Los resultados obtenidos muestran que los riesgos por colisión con estructuras y personas, atrapamiento de extremidades del personal en espacios compartidos y aplastamiento de personal que transita en área de trabajo tuvieron un nivel alto, a diferencia de los demás riesgos que su nivel de grado de peligrosidad es medio.

Figura 13

Grado de peligrosidad de riesgos identificados antes de implementación del sistema anticolidión.



Fuente: Autores

La figura N ° 12 indica que el 50% de los riesgos evaluados representan un grado de peligrosidad alto, a su vez el 50% restante presentan un grado de peligrosidad medio.

Una vez evaluado el grado de peligrosidad, se evalúa el grado de repercusión que se obtiene mediante la siguiente ecuación.

$$GR: GP * FP$$

Cada variable representa:

GR: Grado de repercusión.

GP: Grado de peligrosidad.

FP: Factor de ponderación.

Para obtener el factor de ponderación se utiliza la siguiente ecuación.

$$FP : \frac{PE}{TP} * 100$$

Donde cada una de las variables representa.

FP: Factor de ponderación.

PE: Personas expuestas.

TP: Total de personas.

Por medio de esta operación se puede obtener el porcentaje de expuestos, relacionándolo con el valor presentado en la tabla 14.

Tabla 14

Factor de ponderación

Factor de ponderación	
PE (personas expuestas)	P (ponderación)
1 -20	1
21 – 40	2
41 – 60	3
61 – 80	4
81 – 100	5

Fuente: (Equipo de Investigación ORCA, 2024)

Por medio del resultado obtenido en el factor de ponderación, se puede obtener su grado de repercusión, clasificándolos en niveles bajo – medio – alto.

Figura 14

Valor de grado de repercusión.

Grado de Repercusión (GR)	Valor
Entre 3334 y 5000	Alto
Entre 1667 y 3333	Medio
Entre 8 y 1666	Bajo

Fuente: (Equipo de Investigación ORCA, 2024)

Tabla 9*Valor de factor de ponderación.*

Descripción de riesgos	Total personas	Personas expuestas	Valor	Factor ponderación
Contacto permanente con equipos montacargas, con alta frecuencia de colisión.	50	25	0.5	3
Colisión con estructuras, personas y vuelco de montacarga.	50	35	0.7	4
Exposición por caída de carga a los trabajadores.	50	10	0.2	1
Atrapamiento de extremidades del personal en espacios compartidos.	50	40	0.8	4

Daños a trabajadores, causando lesiones considerables.	50	30	0.6	3
Aplastamiento de personal que transita en el área de trabajo.	50	39	0.8	4

Fuente: Autores

En la tabla muestra el factor ponderación por cada riesgo presente, con estos datos se evalúa el grado de repercusión expuestas en el (**Anexo 2**).

Los resultados expuestos en el (**Anexo 2**), muestran que la colisión con estructuras, personas y vuelco de equipo representa un nivel de repercusión alto a diferencia de los riesgos de atrapamiento de extremidades del personal en espacios compartidos y aplastamiento de personal que transita en el área de trabajo representa un grado de repercusión medio mientras que los riesgos como el contacto permanente con equipos montacargas, exposición por caída de carga a trabajadores y daños a trabajadores causando lesiones considerables representan un nivel bajo.

Con ello se puede identificar el orden de priorización para mitigación de riesgos mecánicos como lo indica la tabla

Tabla 10*Orden de priorización.*

Orden de priorización	
Grado de peligrosidad (GP)	Grado de repercusión (GR)
Alto	Alto
Alto	Medio
Alto	Bajo
Medio	Alto
Medio	Medio
Medio	Bajo
Bajo	Alto
Bajo	Medio
Bajo	Bajo

Fuente: (Equipo de Investigación ORCA, 2024)

La tabla nos indica mediante la metodología William Fine el orden de priorización que se debe considerar para los riesgos expuestos.

La clasificación expuesta en el (**Anexo 3**) representa el orden de priorización para cada uno de los riesgos mecánicos encontrados en las actividades relacionadas al uso de montacargas, dado los resultados de grado de repercusión y orden de priorización, se evidencia que el mas critico representa la colisión con estructuras personas y volcamiento de equipo, seguido de este se encuentra el atrapamiento de extremidades del personal en espacios compartidos, por ultimo el aplastamiento de personal que transita en el área de trabajo, representan un nivel alto de riesgo los cuales requieren una inmediata intervención.

Como último paso en la aplicación de la metodología se realiza la justificación de la implementación del sistema anticolidión por cada riesgo encontrado en actividades donde se presenta interacción con equipos montacargas. La justificación se la realiza a través de la siguiente ecuación.

$$J: \frac{GP}{CC * GC}$$

Donde cada una de las variables representa:

GP: Grado de peligrosidad.

CC: Criterio de corrección.

GC: Grado de corrección.

A través de la siguiente tabla se obtiene el factor de costo de corrección.

Tabla 11*Valoración de costo de corrección.*

Valoración del factor de costo de corrección (CC)	
Costo	Valor
Si es más de \$100000	10
Si está entre \$20000 y \$100000	8
Si está entre \$5000 y \$20000	6
Si está entre \$1000 y \$5000	4
Si está entre \$500 y \$1000	2
Si está entre \$50 y \$500	1
Si es menor de \$50	0.5

Fuente: (Equipo de Investigación ORCA, 2024)

Para el grado de corrección utilizamos la tabla, la cual representa la estimación de disminución del grado de peligrosidad.

Tabla 12*Valoración grado de corrección.*

Valoración del factor de grado de corrección (GC)	
Porcentaje	Valor
Si está entre el 81 y 100%	1
Si está entre el 61 y 80%	2
Si está entre el 41 y 60%	3
Si está entre el 21 y 40%	4
Si está entre el 1 y 20%	5

Fuente: (Equipo de Investigación ORCA, 2024)

Se sustituyen valores en la formula descrita en la ecuación 4, si el resultado dado es superior a 20 se considera aceptable.

Figura 15*Justificación para implementación de sistema anticolidión.*

Descripción de riesgos	J : GP / (CC * GC)	Justificaciór	Si / No
Colisión con estructuras, personas y vuelco de montacarga.	420 / (3 * 2)	70	SI
Atrapamiento de extremidades del personal en espacios compartidos.	900 / (3 * 2)	150	SI
Aplastamiento de personal que transita en el área de trabajo.	360 / (3 * 2)	60	SI
Contacto permanente con equipos montacargas, con alta frecuencia de colisión.	720 / (3 * 2)	120	SI
Exposición por caída de carga a los trabajadores.	540 / (3 * 2)	90	SI
Daños a trabajadores, causando lesiones considerables.	720 / (3 * 2)	120	SI

Fuente: Autores

4.3 Implementación sistema anticolidión.

4.3.1 Componentes del sistema

Para el proceso de implementación del sistema anticolidión se inicia con la identificación de componentes que serán usados en el montacarga. El equipo a usar es el sistema PAS(sistema de alerta de peatones), el cual es un sistema de rápida instalación, se trata de un sistema que alerta al conductor del montacarga cuando detecta un peatón cerca al equipo a través de una señal luminosa,

Por otra parte el TAG usado por el peatón sirve para que el sistema instalado en el montacarga detecte el acercamiento con el equipo, emitiendo una señal al operador.

A continuación se detallan los componentes a ser usados en el equipo en la tabla 16.

Tabla 13

Componentes del sistema anticolidión.

Componentes	Cantidad
Antenas LF	2
Baliza luminosa	1
Estación de carga	1
Llavero personal TAG	1
Inhibidor T10R	1

Fuente: Autores

4.3.2 *Instalación del sistema*

Para el proceso de instalación se inicia con la preparación de sus conexiones de alimentación, las cuales funcionan a 24V DC, seguido se realiza la colocación de antenas LF las cuales tienen como función identificar a los peatones en un rango delantero de 0.5 a 6.5 metros y rango laterales de hasta cuatro metros.

Figura 16

Colocación de antena LF.



Fuente: Autores

Una vez instalada la antena LF se procede a la instalación de la baliza luminosa la cual es ubicada en la cabina del operador, esta permite recibir una alerta luminosa al operador cuando se encuentra cerca del peatón.

Figura 17

Colocación baliza luminosa.



Fuente: Autores

Se realiza la colocación del inhibidor T-10R, este dispositivo será el encargado de impedir que el Tag que es usado por el conductor sea detectado por un montacarga que tiene el sistema instalado, teniendo así un correcto funcionamiento.

Figura 18

Colocación de inhibidor T-10R.



Fuente: Autores

Como ultimo elemento se configura el TAG personal junto con su estación de carga inalámbrica que es usado por cada peatón que transita en el área de trabajo, dando aviso al conductor de la proximidad del peatón.

Figura 19

Llavero personal TAG.



Fuente: Autores

4.4 Reevaluación de riesgos identificados posterior a la implementación del sistema anticolidión.

Una vez realizada la implementación del sistema anticolidión, se realiza una reevaluación de cada riesgo mecánico identificado con respecto al uso de montacargas con la finalidad de comprobar la reducción de cada uno de ellos.

Tabla 14

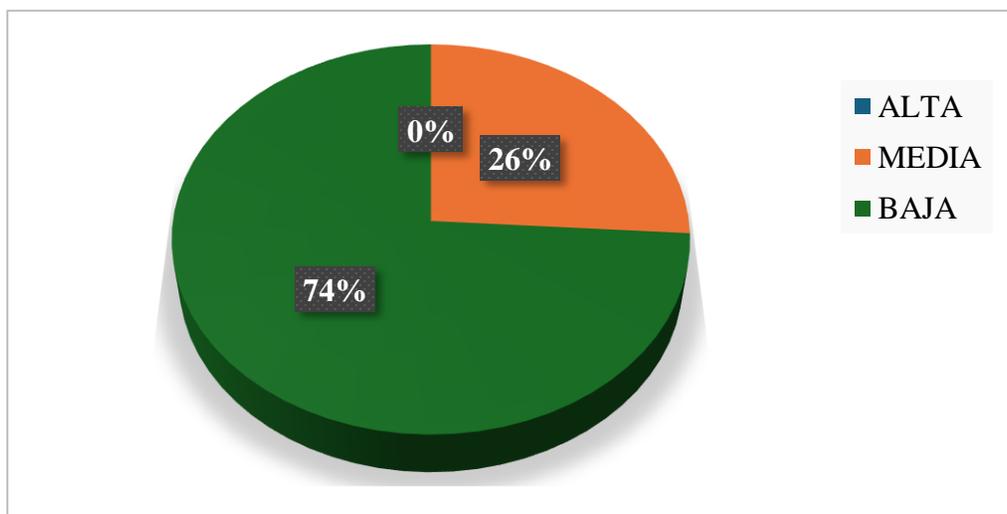
Contacto permanente con equipos montacargas.

ITEM	N° TRABAJADORES	PORCENTAJE
ALTA	0	0%
MEDIA	13	26%
BAJA	37	74%
TOTAL	50	100%

Fuente: Autores

Figura 20

Valoración de riesgo por contacto permanente a equipos montacargas.



Fuente: Autores

Análisis e interpretación. – Con la implementación del sistema se tiene los resultados de la figura N.º 20 que el contacto permanente con los equipos montacargas se tiene un porcentaje de 0% de causar algún daño al personal que se movilice por las mismas áreas que transita el equipo, mientras que el 26% de los trabajadores considera que riesgo es medio, por último la mayoría representada por el 74% considera que el riesgo mencionado es bajo.

Tabla 15

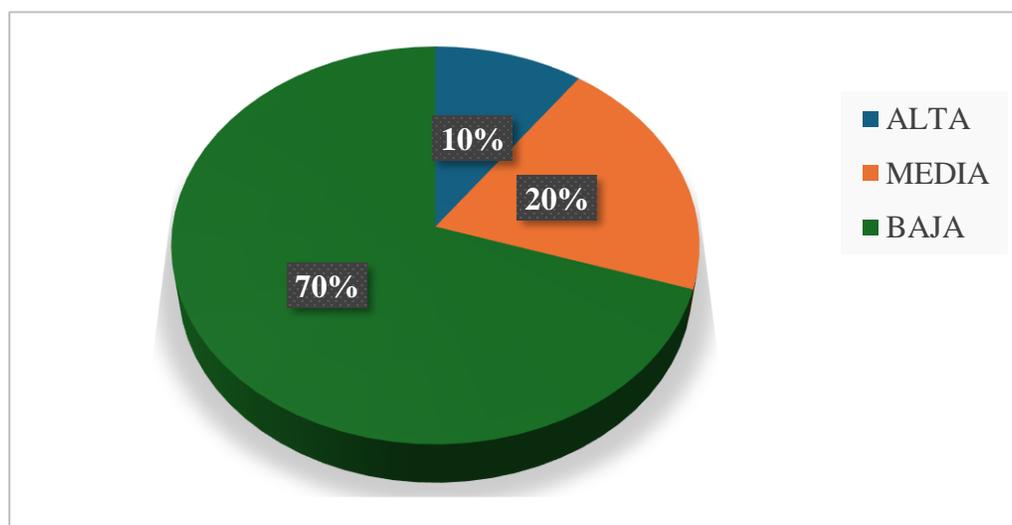
Colisión con estructuras, personas o volcamiento de equipo.

ITEM	N° TRABAJADORES	PORCENTAJE
ALTA	5	10%
MEDIA	10	20%
BAJA	35	70%
TOTAL	50	100%

Fuente: Autores

Figura 21

Valoración de colisión con estructuras, personas o volcamiento de equipo.



Fuente: Autores

Análisis e interpretación. – En los resultados presentados en la figura N.º 21 muestra que la valoración de colisión con estructuras, personas o volcamiento en equipo representa un 10% de nivel alto por parte de las personas que se encuentran presentes en el lugar de trabajo del equipo, seguido del 20% que considera este riesgo como medio por último la mayoría representada en el 70% considera este riesgo como bajo.

Tabla 16

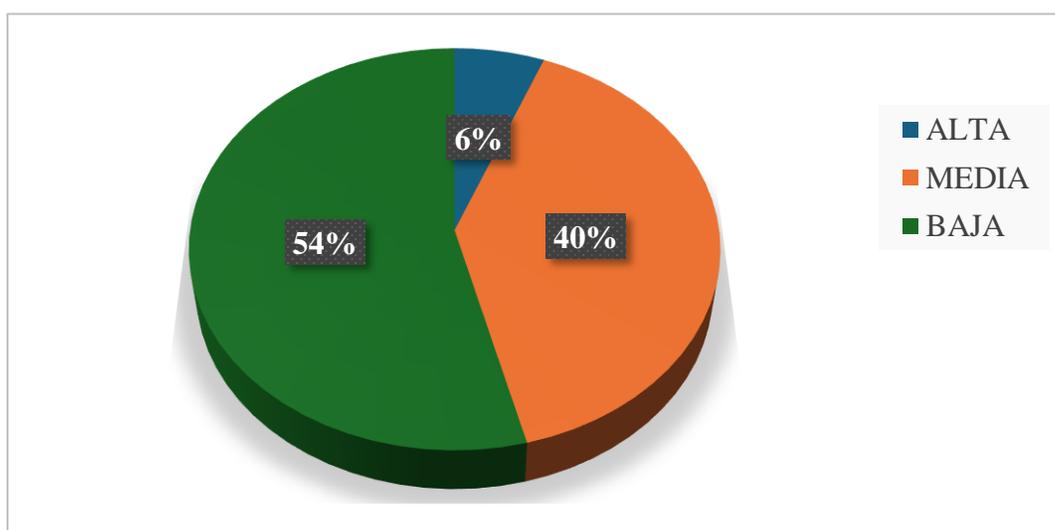
Exposición por caída de carga a los trabajadores.

ITEM	N° TRABAJADORES	PORCENTAJE
ALTA	3	6%
MEDIA	20	40%
BAJA	27	54%
TOTAL	50	100%

Fuente: **Autores**

Figura 22

Valoración de exposición por caída de carga a los trabajadores.



Fuente: Autores

Análisis e interpretación. – La figura N ° 22 indica que en la exposición por caída de carga a los trabajadores, el 6% de los trabajadores considera que aún se encuentra en un nivel alto de riesgo, mientras que el 40% indica que el nivel es medio y el 54% lo considera como un nivel bajo de riesgo.

Tabla 17

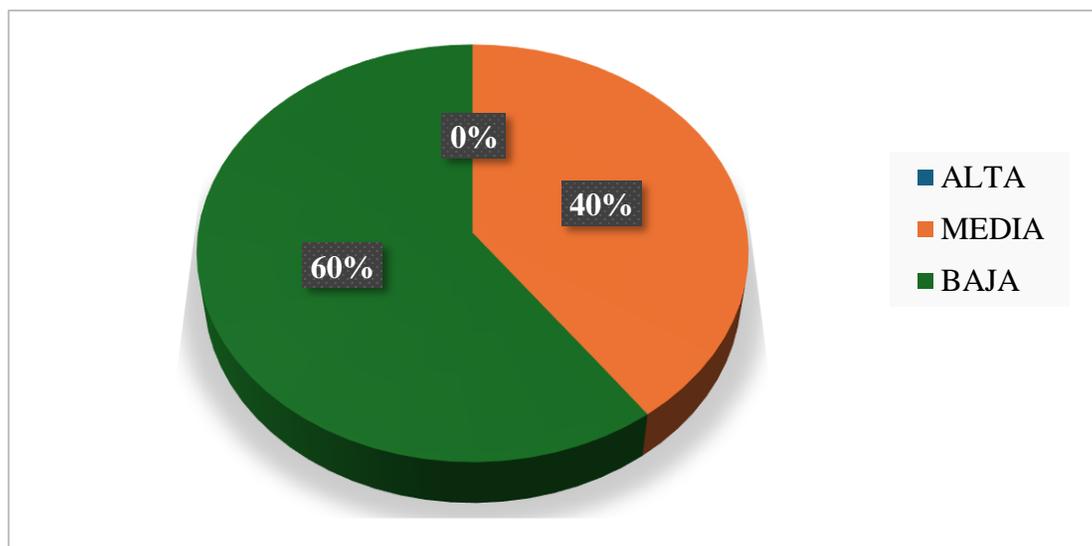
Atrapamiento de extremidades del personal en espacios compartidos.

ITEM	N° TRABAJADORES	PORCENTAJE
ALTA	0	0%
MEDIA	20	40%
BAJA	30	60%
TOTAL	50	100%

Fuente: Autores

Figura 23

Valoración de atrapamiento de extremidades de personal en espacios compartidos.



Fuente: Autores

Análisis e interpretación. – Para la valoración del riesgo de atrapamiento de extremidades de personal en espacios compartidos, se evidencia en la figura N ° 23 que con la aplicación del sistema anticolidión el 60% valora este riesgo en un nivel bajo por otro lado el 40% restante lo considera en un nivel medio.

Tabla 18

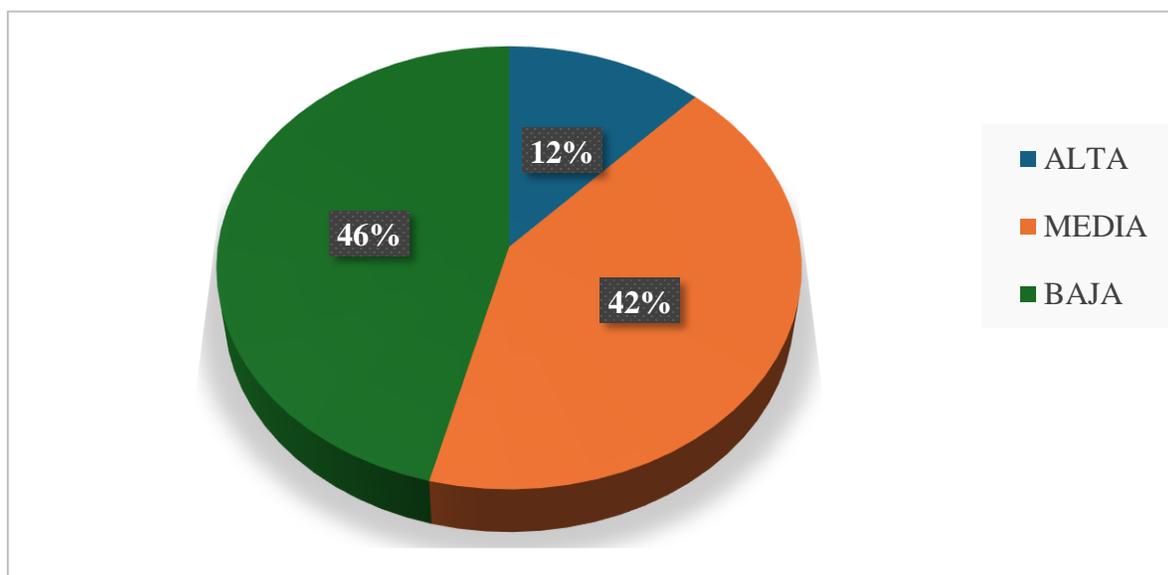
Daños a trabajadores causando lesiones considerables.

ITEM	N° TRABAJADORES	PORCENTAJE
ALTA	6	12%
MEDIA	21	42%
BAJA	23	46%
TOTAL	50	100%

Fuente: Autores

Figura 24

Valoración de daños a trabajadores causando lesiones considerables.



Fuente: Autores

Análisis e interpretación. – La figura N ° 24 indica que en los daños a trabajadores causando lesiones considerables con la implementación del sistema anticolidión evidencia que 12% de trabajadores considera que el nivel aun es alto por otra parte el 42% lo cataloga como medio y el 46% como un nivel bajo.

Tabla 19

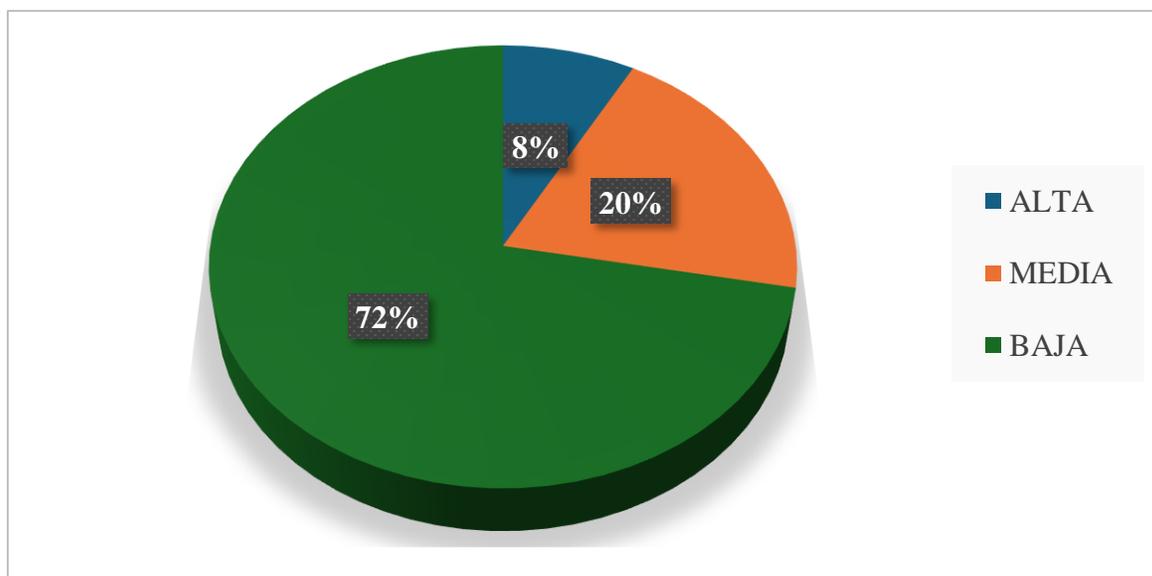
Aplastamiento de personal que transita en el área de trabajo.

ITEM	N° TRABAJADORES	PORCENTAJE
ALTA	4	8%
MEDIA	10	20%
BAJA	36	72%
TOTAL	50	100%

Fuente: Autores

Figura 25

Valoración de aplastamiento de personal que transita en área de trabajo.



Fuente: Autores

Análisis e interpretación. – Por último en los resultados presentes en la figura N ° 25 se evidencia que el 8% del personal considera el aplastamiento en área de trabajo como alto, mientras que el otro 20% lo cataloga en un nivel medio por último la gran mayoría representada por el 72% considera que con la implementación del sistema anticolidión el riesgo es bajo.

4.5 Evaluación por método William Fine posterior a la implementación de sistema anticolidión

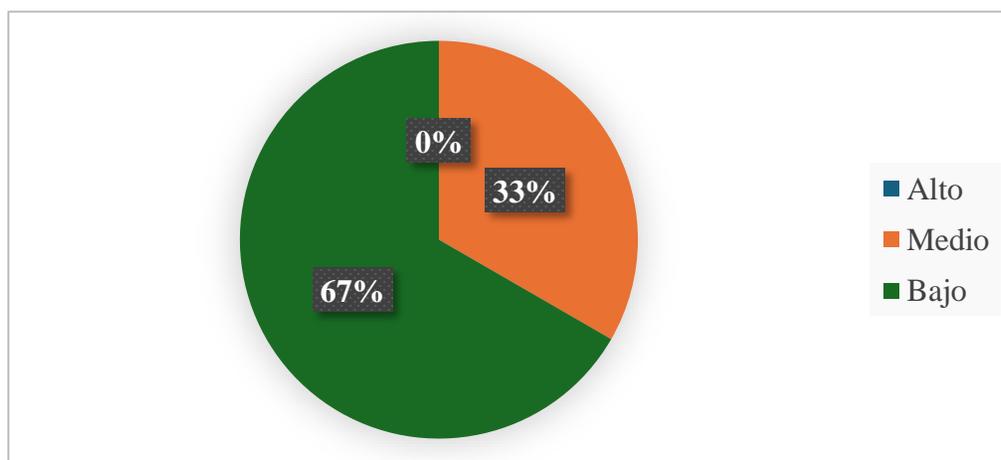
Una vez implementado el sistema anticolidión en equipos montacargas se realiza la evaluación de los riesgos identificados en e uso de estos equipos.

Con la implementación se obtiene los resultados expuestos en el (**Anexo 4**).

Como se observa en el Anexo 4 el grado de peligrosidad de los riesgos de contacto permanente con equipos, colisión con estructuras y personas, atrapamiento de extremidades del personal en espacios compartidos y aplastamiento de personal obtuvieron un nivel bajo. Por su parte los riesgos de exposición por caída de carga a trabajadores y daños a trabajadores obtuvieron un nivel medio.

Figura 26

Grado de peligrosidad de riesgos posterior a implementación del sistema anticolidión.



Fuente: Autores

Los resultados dados en la figura N ° 26 se obtiene que con la implementación del sistema anticolidión el 33% de los riesgos evaluados se encuentran en un nivel medio, por último el 67% se encuentra en un nivel bajo.

CAPITULO V

5. CRONOGRAMA

A continuación, se detalla en la figura N ° 27 en cronograma de las actividades realizadas.

Figura 27

Cronograma de actividades realizadas.

Actividades realizadas	Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Evaluación inicial de área de trabajo	■	■	■													
Obtención de variables			■	■												
Elaboración de formato de encuestas					■											
Resultados de encuestados						■	■	■								
Evaluación de riesgos identificados								■	■							
Elaboración de metodología William Fine										■	■					
Implementación de sistema anticolidión											■	■				
Reevaluación de riesgos identificados												■	■	■		

Fuente: Autores

CAPITULO VI

6. PRESUPUESTO

A continuación, se detalla en la figura N ° 28 el presupuesto de la realización del proyecto realizado.

Figura 28

Presupuesto de realización de proyecto.

Presupuesto				
#	Detalle	Cantidad	costo	Total
1	Botas de seguridad	2	\$45,00	\$90,00
2	Transporte	2	\$15,00	\$30,00
3	Formato de encuestas	100	\$0,10	\$10,00
4	Capacitación técnica	2	\$100,00	\$200,00
5	Varios (almuerzo, insumos de oficina etc.)	2	\$10,00	\$20,00
			Costo total	\$350,00

Fuente: Autores

CAPITULO VII

7. Conclusiones

Al finalizar la presente investigación, se presentan las siguientes conclusiones:

El sistema de alerta PAS es una solución diseñada para identificar la presencia de peatones; generalmente, este sistema se utiliza en equipos montacargas en zonas industriales, en donde el operador y el peatón reciben una alerta de proximidad por medio de una alerta sonora.

Mediante la encuesta aplicada a los trabajadores, se evidencia que la frecuencia con la que se utilizan los equipos de montacarga es alta, ya que estos equipos se utilizan de manera frecuente para mover pallets y materiales desde las áreas de almacenamiento hasta la producción.

Así mismo, la mayoría de los trabajadores consideran que operan en condiciones de alto riesgo al estar en constante contacto con los montacargas; por lo que existe la necesidad de implementar el sistema de anticolidión de los montacargas en las empresas de plásticos. Por otro lado, se evidencia que los trabajadores manifiestan que realizan maniobras en zonas con poco espacio, debido al diseño ajustado de los pasillos, existencia de estanterías y otros obstáculos en el área de trabajo.

Hay una consideración alta de que los operadores realizan maniobras de carga y descarga en áreas con personas alrededor, puesto que los espacios de trabajo son compartidos e incrementan el riesgo de accidentes laborales. Así mismo, los empleados industriales, consideran que existen riesgos de atrapamiento o choque debido a la cercanía constante de los montacargas en movimiento y espacios reducidos, maniobras rápidas y cargas pesadas.

Sobre los daños a las personas involucradas afectaría su capacidad de trabajo en un futuro, los trabajadores consideran que, si afectan, ya que los accidentes laborales pueden generar lesiones

físicas, pérdida de movilidad o fuerza, secuelas psicológicas, etc. Por otra parte, los trabajadores entrevistados, consideran en un nivel alto que la colisión causa daños a considerar en el equipo, al afectar el sistema hidráulico, el chasis, ruedas o sensores, lo que al mismo tiempo generaría gastos económicos; además, la colisión provocaría la necesidad de detener otras actividades mientras se evalúa o repara el daño. El contacto permanente con los equipos montacargas puede causar algún daño al personal que se moviliza en la misma área que el montacarga.

Con la aplicación del sistema anticolidión para montacargas, el riesgo de atrapamiento de extremidades de personal en espacios compartidos es bajo. Mientras que, el aplastamiento de personal que transita en el área de trabajo es alto, pero que al aplicar este sistema anticolidión se reduce.

Durante el tiempo de prueba del dispositivo, se notó la disminución de accidentes en el área donde se transitan los montacargas, demostrando que con el dispositivo existieron muy pocas ocasiones en las que hubo acercamientos peligrosos entre los montacargas y los trabajadores. Por lo tanto, la implementación del sistema anticolidión en montacargas, en una industria de plásticos, es una alternativa clave para mejorar la seguridad y por ende prevenir accidentes.

CAPITULO VIII

8. Recomendaciones

Se recomienda:

- Aunque en el mercado tanto local como internacional, existe gran variedad de equipos que pueden ser económicos, es necesario considerar y fijarse bien sobre las características técnicas de estos, y proponer una prueba de campo para evidenciar que realmente cumplan con sus especificaciones y expectativas.
- Las empresas industriales que utilizan los montacargas deben realizar un estudio detallado en las áreas de operación, para identificar los puntos críticos de riesgo.
- Realizar un estudio para implementar otros dispositivos para salvaguardar la vida de los trabajadores.
- Cuando se realice un mantenimiento preventivo, se debe verificar que los equipos no presenten ninguna alarma de fallo, en el sistema.

Bibliografía

(s.f.). (capcot, Productor) Recuperado el 2024, de capcot:
<https://www.capcot.com.mx/diccionario/m/definici%C3%B3n-de-montacargas>

Asillo, H. R., Arias, G., & Leonillas, M. (2022). *Implementación de un Sistema de Radio Control para la reducción del nivel de riesgos mecánicos en la actividad de izaje de residuos metálicos de la empresa BROKK*. Recuperado el 2024, de https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/6670/R.Asillo_M.Gonzales_Tesis_Titulo_Profesional_2022.pdf?sequence=2&isAllowed=y

blog.ansi.org. (24 de Enero de 2023). *ANSI B56.1-2020: Safety Standard for Low, High Lift Trucks*. Obtenido de The ANSI Blog: <https://blog.ansi.org/2020/12/ansi-b56-1-2020-itsdf-safety-standard-trucks/>

Cedricvialle. (2021 de Febrero de 2021). *Qué fuente de alimentación eléctrica elegir*. Obtenido de Guías de compra DirectIndustry: <https://guide.directindustry.com/es/que-fuente-de-alimentacion-electrica-elegir/>

Claitec. (2023). *Pedestrian Alert System (PAS)*. Obtenido de Pedestrian Alert System (PAS): <https://claitec.com/en/portfolio/pedestrian-alert-system-pas/>

CLAITEC. (2023). *softecomcolombia*. Obtenido de softecomcolombia: <https://softecomcolombia.com/wp-content/uploads/2023/05/sistema-alerta-peaton-es-ficha-tecnica-softecom-1.pdf>

Cortés Díaz, J. M. (2018). *Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad y salud en el trabajo (11a. ed.)*. Tébar Flores. Obtenido de <https://bibliotecas.ups.edu.ec:3488/es/lc/bibliotecaups/titulos/52003>

dipole. (2023). Recuperado el 2024, de <https://www.dipolerfid.es/blog-rfid/que-es-rfid>

Enriquez, G. F. (2020). *Plan de mejora para la mitigación y el control del riesgo mecánico originado por el uso de montacargas dentro de la planta de maquila de la Empresa 4PL Industrial S.A.S*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12585/11465>

Equipo de Investigación ORCA. (2024). *Análisis de riesgo organizacional: método William T. Fine*. Obtenido de *Análisis de riesgo organizacional: método William T. Fine*: <https://blog.orcagrc.com/an%C3%A1lisis-de-riesgo-organizacional-m%C3%A9todo-william-t.-fine>

García, M. Á. (2011). *DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA ANTICOLISION CON SENSORES DE PROXIMIDAD*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/30045389.pdf>

Hugo, G. V. (1 de Septiembre de 2022). *Gestión técnica de riesgos mecánicos, y prevención de accidentes laborales en el área de producción de la empresa M&M PLASTICOTOPAXI*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/36432>

ING, D. (2024). *Tipos de montacargas*. Obtenido de <https://www.desarrolloing.com.co/montacargas/>

interempresas. (2012). *Almacenaje y logística*. Obtenido de *Almacenaje y logística*: <https://www.interempresas.net/Logistica/FeriaVirtual/Producto-Sistema-de-alerta-para-peatonos-67814.html>

International, F. (2017). *Qué es un montacargas*. Recuperado el Junio de 2023, de https://www.finning.com/es_BO/company/news-events/product-customer-stories/-que-es-un-montacargas-.html

ionos, D. g. (2024). *Digital guide ionos*. Obtenido de <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/rfid/>

ludusglobal. (02 de noviembre de 2022). <https://www.ludusglobal.com/blog/accidentes-con-montacargas>. Obtenido de <https://www.ludusglobal.com/blog/accidentes-con-montacargas>.

Mateus, F. J. (2020). *Gestión técnica para la reducción de riesgos mecánicos en la operación de montacargas*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/18987>

Mateus, F. J. (2020). *Gestión técnica para la reducción de riesgos mecánicos*. Obtenido de [Gestion_tecnica_para_la_reduccion_de_rie.pdf](#)

neetwk. (2023). *Sistema anticolidión de montacargas para bodegas y almacenes*. Obtenido de [Sistema anticolidión de montacargas para bodegas y almacenes: https://www.neetwk.com/es/product/sistema-anticolision-de-montacargas-para-bodegas-y-almacenes/](https://www.neetwk.com/es/product/sistema-anticolision-de-montacargas-para-bodegas-y-almacenes/)

Planas deF, J. M. (2011). *Pedestrian alert on forklift trucks . Pedestrian alert on forklift trucks*. Obtenido de <https://fcc.report/FCC-ID/ONXG364001/2256403.pdf>

Rioja, U. I. (2023). *El método William T. Fine para el análisis de riesgos laborales*. Obtenido de [El método William T. Fine para el análisis de riesgos laborales: https://www.unir.net/ingenieria/revista/metodo-william-t-fine/](https://www.unir.net/ingenieria/revista/metodo-william-t-fine/)

Sistema anticolidión de montacargas para bodegas y almacenes. (2023). Obtenido de Sistema anticolidión de montacargas para bodegas y almacenes.

solerpalau. (15 de octubre de 2018). <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/sensores-movimiento/#:~:text=Los%20sensores%20por%20infrarrojos%2C%20en,unos%20grados%20determinados%2C%20se%20activa>. Obtenido de <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/sensores-movimiento/#:~:text=Los%20sensores%20por%20infrarrojos%2C%20en,unos%20grados%20determinados%2C%20se%20activa>.

usagov. (2018). *Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA)*. Obtenido de Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA): <https://www.usa.gov/es/agencias/administracion-de-seguridad-y-salud-ocupacional>

Anexos

Anexo 1

Evaluación inicial de grado de peligrosidad en riesgos mecánicos sobre actividades relacionadas al uso de montacargas.

Grado de peligrosidad					
Descripción de riesgos	C	E	P	GP	Nivel
Contacto permanente con equipos montacargas, con alta frecuencia de colisión.	7	6	10	420	Medio
Colisión con estructuras, personas y vuelco de montacarga.	15	10	6	900	Alto
Exposición por caída de carga a los trabajadores.	40	3	3	360	Medio
Atrapamiento de extremidades del personal en espacios compartidos.	40	3	6	720	Alto
Daños a trabajadores, causando lesiones considerables.	15	6	6	540	Medio
Aplastamiento de personal que transita en el área de trabajo.	40	3	6	720	Alto

Anexo 2

Grado de repercusión de riesgos mecánicos identificados.

Grado de repercusión				
Descripción de riesgos	Grado de peligrosidad	Factor de ponderación	GR	Nivel
Contacto permanente con equipos montacargas, con alta frecuencia de colisión.	420	3	1260	Bajo
Colisión con estructuras, personas y vuelco de montacarga.	900	4	3600	Alto
Exposición por caída de carga a los trabajadores.	360	1	360	Bajo
Atrapamiento de extremidades del personal en espacios compartidos.	720	4	2880	Medio
Daños a trabajadores, causando lesiones considerables.	540	3	1620	Bajo
Aplastamiento de personal que transita en el área de trabajo.	720	4	2880	Medio

Anexo 3

Orden de priorización de riesgos identificados.

Descripción de riesgos	GP	GR
Colisión con estructuras, personas y vuelco de montacarga.	Alto	Alto
Atrapamiento de extremidades del personal en espacios compartidos.	Alto	Medio
Aplastamiento de personal que transita en el área de trabajo.	Alto	Medio
Contacto permanente con equipos montacargas, con alta frecuencia de colisión.	Medio	Bajo
Exposición por caída de carga a los trabajadores.	Medio	Bajo
Daños a trabajadores, causando lesiones considerables.	Medio	Bajo

Anexo 4

Grado de peligrosidad de cada riesgo identificado posterior a la implementación de sistema anticolidión.

Grado de peligrosidad					
Descripción de riesgos	C	E	P	GP	Nivel
Contacto permanente con equipos montacargas, con alta frecuencia de colisión.	7	3	3	63	Bajo
Colisión con estructuras, personas y vuelco de montacarga.	15	6	3	270	Bajo
Exposición por caída de carga a los trabajadores.	40	3	3	360	Medio
Atrapamiento de extremidades del personal en espacios compartidos.	40	3	1	120	Bajo
Daños a trabajadores, causando lesiones considerables.	15	6	6	540	Medio
Aplastamiento de personal que transita en el área de trabajo.	40	3	1	120	Bajo