



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema:

RIESGOS MECÁNICOS EN LA EMPRESA MILPLAST

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la
obtención del título de Ingeniero Industrial

ÁREA: Seguridad Industrial

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, Materiales, Producción, Identidad,
Sostenibilidad y Tecnologías aplicadas

AUTOR: Miguel Ángel Muñoz Jordán

TUTOR: Ing. Jessica Paola López Arboleda, Mg.

Ambato - Ecuador

julio – 2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: RIESGOS MECÁNICOS EN LA EMPRESA MILPLAST, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Miguel Ángel Muñoz Jordán, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

Ambato, julio 2026.

JESSICA
PAOLA LOPEZ
ARBOLEDA

Firmado digitalmente por JESSICA
PAOLA LOPEZ ARBOLEDA
Nombre de reconocimiento (DN):
cn=JESSICA PAOLA LOPEZ ARBOLEDA,
serialNumber=1803481032,250744105
244,ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION
DE INFORMACION, o=SECURITY DATA
S.A. Z. C=EC
Fecha: 2026.06.23 10:23:54 -05'00'

Ing. Jessica Paola López Arboleda, Mg.
TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación con el tema: RIESGOS MECÁNICOS EN LA EMPRESA MILPLAST es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, julio 2026.



Miguel Ángel Muñoz Jordán

C.C. 1804883310

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que reproduzca total o parcialmente este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, julio 2026.



Miguel Ángel Muñoz Jordán

C.C. 1804883310

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por el señor Miguel Ángel Muñoz Jordán, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado RIESGOS MECÁNICOS EN LA EMPRESA MILPLAST, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con el señor Presidente del Tribunal.

Ambato, julio 2026.



Ing. Franklin Oswaldo Mayorga Mayorga, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Franklin Geovanny Tigre Ortega, Mg.

PROFESOR CALIFICADOR



Ing. Maritza Elizabeth Castro Mayorga, Mg.

PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por brindarme la sabiduría, fortaleza y perseverancia necesarias para culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres, Luis y Verónica, por brindarme su amor incondicional, su comprensión, su apoyo constante y por ser el pilar fundamental en cada paso de mi formación profesional.

A mi hermana, Victoria, por brindarme su amor incondicional de hermanos, y ser una motivación especial para seguir adelante.

A mi familia, por brindarme su cariño y palabras de aliento y motivación cuando lo necesitaba.

A Bodoque, por ser una parte fundamental en mi vida, que me acompañó en un largo trayecto.

Miguel Ángel Muñoz Jordán

AGRADECIMIENTO

Agradezco, en primer lugar, a Dios, por guiarme en este largo proceso, por darme fortaleza en los momentos difíciles y culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco profundamente a mis padres, Luis y Verónica, por su amor, sacrificio y apoyo incondicional. Gracias por confiar en mí, por enseñarme el valor de no rendirme y seguir adelante. Este logro también es de ustedes, porque sin su apoyo no habría sido posible llegar hasta aquí.

A mi hermana Victoria, por su cariño, alegría y motivación para seguir adelante y ser mejor cada día. Gracias por formar parte de mi vida y ser ese motor especial para mí.

A mi familia, que siempre me alentó a seguir adelante como “el futuro ingeniero”. Gracias por sus consejos y palabras necesarias.

A Bodoque, que, en silencio, siempre me acompaña en las noches de estudio, desvelo y esfuerzo, haciendo este camino más llevadero.

A mis amigos, Alex, Yadira, Héctor, Jimmy y Esteban, con los que compartí momentos de frustración y alegría,

Un especial agradecimiento a mi tutora Ing. Jessica López y al Ing. Edwin Guerrero, que me han brindado la oportunidad para culminar esta etapa.

Miguel Ángel Muñoz Jordán

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
RESUMEN EJECUTIVO	xviii
ABSTRACT	xix
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Tema de investigación.....	1
1.1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Antecedentes investigativos	3
1.3 Fundamentación teórica	6

1.3.1 Seguridad y Salud Ocupacional	6
1.3.2 Seguridad Industrial	7
1.3.3 Peligro y Riesgo	7
1.3.4 Consecuencia.....	7
1.3.5 Accidente de trabajo.....	8
1.3.6 Incidente	8
1.3.7 Condición Insegura	8
1.3.8 Acto Inseguro	8
1.3.9 Gestión de Prevención de Riesgos Laborales	8
1.3.10 Riesgo Mecánico.....	9
1.3.11 Características y Clasificación del Riesgo Mecánico	9
1.3.12 Proceso de identificación de peligros.....	11
1.3.13 Evaluación y valoración del riesgo	12
1.3.14 Controles y medidas de prevención del riesgo.....	12
1.3.15 Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Determinación de Controles IPER.....	13
1.3.16 Método William T. Fine.....	21
1.4 Objetivos	28
1.4.1 Objetivo general	28
1.4.2 Objetivos específicos	28
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	29

2.1 Materiales	29
2.2 Métodos.....	29
2.2.1 Modalidad de la investigación	29
2.2.2 Población y muestra	31
2.2.3 Recolección de información.....	32
2.2.4 Procesamiento y análisis de datos	33
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
3.1 Información de la empresa	35
3.2 Ubicación de la empresa	35
3.3 Misión	35
3.4 Visión	36
3.5 Metodología IPER.....	36
3.5.1 Diagrama de Procesos del área productiva de MILPLAST	36
3.5.2 Mapeo de procesos.....	38
3.5.3 Identificación de peligros y riesgos mecánicos por tarea.....	41
3.5.4 Evaluación en el área de triturado mediante IPER.....	49
3.5.5 Evaluación en el área de inyección mediante IPER.....	53
3.5.6 Evaluación en el área de terminado mediante IPER	60
3.6 Evaluación de riesgos mediante William T. Fine	65

3.6.1 Evaluación en el área de triturado mediante William T. Fine.....	65
3.6.2 Evaluación en el área de inyección mediante William T. Fine.....	67
3.6.3 Evaluación en el área de terminado mediante William T. Fine	71
3.7 Análisis comparativo del método IPER y William T. Fine	72
3.8 Medidas técnicas	75
3.8.1 Medidas técnicas para el área de triturado	76
3.8.2 Medidas técnicas para el área de inyección	78
3.8.3 Medidas técnicas para el área de terminado.....	80
3.9 Medidas administrativas, Instructivo de trabajo seguro.....	83
3.9.1 Introducción	84
3.9.2 Objetivo del instructivo.....	84
3.9.3 Alcance.....	85
3.9.4 Definiciones Básicas	85
3.9.5 Responsables	88
3.9.6 Normativa Legal.....	88
3.9.7 Señalética	89
3.9.8 Instructivo de trabajo seguro para el área de triturado	95
3.9.9 Instructivo de trabajo seguro para el área de inyección	103
3.9.10 Instructivo de trabajo seguro para el área de terminado	112
3.10 Medidas de control	118

3.10.1 Aplicación de la NTP 325 para las inspecciones periódicas de seguridad en máquinas y equipos	118
3.10.2 Aplicación de la Guía técnica para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual para la verificación del uso correcto de EPP	119
3.10.3 Aplicación de la NTP 386 para la supervisión del cumplimiento de procedimientos seguros de trabajo	120
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	121
4.1 Conclusiones	121
4.2 Recomendaciones.....	122
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	123
ANEXOS.....	127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de probabilidad según la metodología IPER .	16
Tabla 2. Niveles de consecuencia según la metodología IPER .	17
Tabla 3. Niveles de exposición al riesgo según la metodología IPER.....	18
Tabla 4. Clasificación del nivel de riesgo según la metodología IPER.	18
Tabla 5. Matriz de valoración del riesgo según la metodología IPER.....	20
Tabla 6. Jerarquía de controles de riesgos laborales según la metodología IPER.	21
Tabla 7. Valores de consecuencia según el método William T. Fine.	22
Tabla 8. Valores de exposición según el método William T. Fine.	23
Tabla 9. Valores de probabilidad según el método William T. Fine.	24
Tabla 10. Interpretación del grado de peligrosidad según William T. Fine.....	25
Tabla 11. Prioridad de intervención según el método William T. Fine.	26
Tabla 12. Materiales utilizados en la investigación	29
Tabla 13. Población del área de producción de MILPLAST	31
Tabla 14. Mapeo de procesos del área productiva de MILPLAST	38
Tabla 15. Identificación de peligros y riesgos mecánicos por tarea	42
Tabla 16. Matriz IPER de riesgos mecánicos en el área de triturado	49
Tabla 17. Matriz IPER de riesgos mecánicos en el área de inyección.....	53
Tabla 18. Matriz IPER de riesgos mecánicos en el área de terminado	60
Tabla 19. Resumen general de las áreas evaluadas mediante la metodología IPER..	63

Tabla 20. Evaluación de riesgos mecánicos mediante William T. Fine en el área de triturado.	65
Tabla 21. Evaluación de riesgos mecánicos mediante William T. Fine en el área de inyección.	67
Tabla 22. Evaluación de riesgos mecánicos mediante William T. Fine en el área de terminado.....	71
Tabla 23. Resumen comparativo de la evaluación de riesgos mediante IPER y William T. Fine	72
Tabla 24. Medidas técnicas de control propuestas para el área de triturado.....	76
Tabla 25. Medidas técnicas de control propuestas para el área de inyección	78
Tabla 26. Medidas técnicas de control propuestas para el área de terminado.	81
Tabla 27. Normativa legal aplicable al instructivo de trabajo seguro.....	89
Tabla 28. Tipos de señales de seguridad utilizadas en el instructivo.....	90
Tabla 29. Colores de seguridad y su significado según la guía técnica	90
Tabla 30. Colores de fondo, contraste y pictograma para señales de seguridad	91
Tabla 31. Formas geométricas y colores aplicables a señales en panel	92
Tabla 32. Dimensiones recomendadas de señales según la distancia máxima de observación.	93
Tabla 33. Señalética general requerida para el área de producción de MILPLAST ..	93
Tabla 34. Señalética requerida para el área de triturado	96
Tabla 35. Equipos de protección personal requeridos en el área de triturado.....	98
Tabla 36. Riesgos mecánicos asociados a las tareas del área de triturado	99
Tabla 37. Prohibiciones de seguridad para el área de triturado	101

Tabla 38. Señalética requerida para el área de inyección	104
Tabla 39. Equipos de protección personal requeridos en el área de inyección.....	106
Tabla 40. Riesgos mecánicos asociados a las tareas del área de inyección	107
Tabla 41. Prohibiciones de seguridad para el área de inyección.....	110
Tabla 42. Señalética requerida para el área de terminado.....	113
Tabla 43. Equipos de protección personal requeridos en el área de terminado	114
Tabla 44. Riesgos mecánicos asociados a las tareas del área de terminado	115
Tabla 45. Prohibiciones de seguridad para el área de terminado	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig 1. Ubicación geográfica de la empresa MILPLAST.....	35
Fig 2. Diagrama de procesos del área productiva de MILPLAST	37

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Matriz metodología IPER.....	127
Anexo B. Matriz metodología William T. Fine	128
Anexo C. Fichas de verificación de resguardos basadas en la NTP 325	129
Anexo D. Fichas de control de equipos de protección personal basadas en la Guía técnica del INSST	134
Anexo E. Formatos de observación planeada del trabajo basados en la NTP 386 ..	136

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de titulación tuvo como objetivo evaluar los riesgos mecánicos presentes en el área de producción de la empresa MILPLAST mediante el método William T. Fine, con el propósito de identificar, valorar y priorizar las condiciones de peligro asociadas al desarrollo de sus actividades productivas. Para ello, se realizó inicialmente el reconocimiento de las áreas de triturado, inyección y terminado, así como de las tareas ejecutadas por los trabajadores, considerando la interacción con maquinaria, partes móviles, cuchillas, bandas transportadoras, moldes y herramientas.

La investigación aplicó la metodología IPER para la identificación de peligros y evaluación inicial de los riesgos mecánicos. Posteriormente, se utilizó el método William T. Fine, considerando los factores de consecuencia, exposición y probabilidad, con el fin de obtener el grado de peligrosidad de cada riesgo identificado. Los resultados permitieron determinar que las actividades con mayor exposición se relacionan principalmente con atrapamientos, cortes, golpes, proyección de partículas y contacto con elementos móviles de máquinas.

Con base en la evaluación realizada, se propusieron medidas técnicas, administrativas y de control orientadas a reducir los niveles de riesgo, tales como implementación de resguardos, señalización de seguridad, uso adecuado de equipos de protección personal, inspecciones periódicas y aplicación de procedimientos seguros de trabajo. En conclusión, la aplicación del método William T. Fine permitió establecer una base técnica para la gestión preventiva de riesgos mecánicos en MILPLAST, contribuyendo al fortalecimiento de la seguridad industrial y a la protección de la integridad física de los trabajadores.

Palabras claves: Riesgos mecánicos, William T. Fine, IPER, seguridad industrial, medidas de control, MILPLAST.

ABSTRACT

The objective of this degree project was to evaluate the mechanical risks present in the production area of MILPLAST company using the William T. Fine method, in order to identify, assess, and prioritize hazardous conditions associated with the development of its productive activities. For this purpose, the shredding, injection, and finishing areas were initially analyzed, as well as the tasks performed by workers, considering their interaction with machinery, moving parts, blades, conveyor belts, molds, and tools.

The research applied the IPER methodology for hazard identification and initial assessment of mechanical risks. Subsequently, the William T. Fine method was used, considering the factors of consequence, exposure, and probability, in order to determine the degree of hazard for each identified risk. The results showed that the activities with the highest exposure are mainly related to entrapment, cuts, impacts, particle projection, and contact with moving machine components.

Based on the assessment carried out, technical, administrative, and control measures were proposed to reduce risk levels, such as the implementation of guards, safety signage, proper use of personal protective equipment, periodic inspections, and the application of safe work procedures. In conclusion, the application of the William T. Fine method made it possible to establish a technical basis for the preventive management of mechanical risks at MILPLAST, contributing to the strengthening of industrial safety and the protection of workers' physical integrity.

Keywords: Mechanical risks, William T. Fine, IPER, industrial safety, control measures, MILPLAST.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

RIESGOS MECÁNICOS EN LA EMPRESA MILPLAST

1.1.1 Planteamiento del problema

Actualmente, dentro del sector industrial es importante enfrentar los desafíos relacionados con la seguridad y salud ocupacional, especialmente a la exposición de los trabajadores a riesgos mecánicos [1]. Muchas de estas situaciones se derivan del contacto directo con maquinaria, equipos de producción y herramientas en movimiento, lo cual representan una de las principales fuentes de accidentes laborales en las industrias [2].

En Latinoamérica la industria manufacturera sigue siendo un pilar importante para la generación de empleo e impulso económico, pero también se debe considerar la relación con riesgos mecánicos. Muchas empresas regionales operan con tecnologías y prácticas convencionales y heterogeneidad en la implementación de sistemas de gestión de seguridad, lo que deja a los trabajadores expuestos a peligros prevenibles [3]. Esta realidad plantea la importancia de la necesidad de mantener la productividad y la obligación de proteger la integridad física del personal; por ello, la adopción de métodos técnicos de evaluación es cada vez más requerida como una medida funcional para reducir los riesgos en las empresas [4].

Por otra parte, ciertas investigaciones realizadas muestran la importancia de aplicar metodologías cuantitativas, como el método de “William T. Fine”, el cual ayuda a tomar decisiones según un plan de acción, basados en probabilidad, exposición y severidad [5]. Esto facilita que las empresas puedan enfocarse a las correcciones necesarias que ayuden a disminuir los riesgos mecánicos en lugar de gastar en soluciones costosas que no respondan adecuadamente a las necesidades [6]. Debido a ello, que la problemática en Latinoamérica se resume en la existencia de riesgos mecánicos y falta de evaluaciones confiables que permitan tomar decisiones factibles [7].

En Ecuador, dentro del sector industrial se presentan casos que enfatizan la persistencia de riesgos mecánicos en los procesos productivos, tales como accidentes e incidentes, que son reiterados en investigaciones y estudios técnicos. En algunas micro, pequeñas y medianas empresas no cuentan con el presupuesto adecuado, existen escasos conocimientos sobre la seguridad industrial, lo cual, como consecuencia aumenta la exposición de los operarios a riesgos mecánicos que se pueden prevenir. Es por ello que se recalca la importancia de cuantificar los riesgos y establecer prioridades para tomar las debidas acciones [8].

Además, trabajos académicos y tesis realizadas en el país sobre riesgos industriales, han demostrado que la aplicación del método William T. Fine permite identificar y estructurar los riesgos mecánicos enfatizando en la atención prioritaria, el cual confirma que la falta de evaluaciones cuantitativas conduce a decisiones erróneas y costosas [5]. Por lo tanto, proponer y aplicar una metodología estructurada no solo beneficia a la necesidad de seguridad, sino que aporta una herramienta que permite optimizar recursos, reducir accidentes y mejorar la confianza de los operarios [9].

La empresa MILPLAST desarrolla un proceso productivo en el que se utilizan de forma constante máquinas con partes móviles, cuchillas, bandas transportadoras y sistemas de presión. Debido a ello, se ha observado que existe una deficiencia en un mantenimiento preventivo, ausencia de señalización adecuada y falta de capacitación sobre seguridad industrial. Dichos factores incrementan considerablemente la probabilidad de que ocurran incidentes por atrapamiento, golpe o corte. Además, la falta de conocimientos del personal en temas de seguridad industrial dificulta la aplicación adecuada de procedimientos seguros [8].

Por otra parte, la empresa no dispone de una metodología formal de evaluación de riesgos, el cual se convierte en un problema al momento de cuantificar la magnitud de los peligros y poder aplicar acciones correctivas adecuadas. Actualmente, las inspecciones se realizan de manera empírica o se basan en incidentes pasados, sin la aplicación de una metodología que permita identificar los riesgos más críticos. Es por ello que se considera que las decisiones deben enfocarse a ser más preventivas que reactivas, ya que incluyen costos elevados y afecta al proceso productivo [9].

A través de ello, el método de William T. Fine surge como una herramienta adecuada para la evaluación y priorización de riesgos. La aplicación de la misma permite cuantificar el riesgo considerando tres parámetros fundamentales: la probabilidad de ocurrencia, la exposición al peligro y las consecuencias del evento. A través de esta fórmula matemática, se puede obtener una puntuación de riesgo el cual resulta fácil clasificar los peligros según un nivel de prioridad (bajo, moderado, alto, crítico), y de esta manera poder tomar las acciones adecuadas. Su aplicación en MilPlast ayudará a identificar de manera precisa las áreas que son más propensas a riesgos mecánicos, y poder establecer los controles y planificaciones adecuadas [5].

1.2 Antecedentes investigativos

En los últimos años, la seguridad y salud en el trabajo ha adquirido mayor relevancia dentro del sector industrial debido a la persistencia de accidentes laborales asociados al uso de maquinaria, herramientas y procesos productivos con elementos móviles. Según la Organización Internacional del Trabajo, cada año se registran aproximadamente 2,93 millones de muertes relacionadas con factores laborales y alrededor de 395 millones de lesiones laborales no mortales a nivel mundial, lo que evidencia la necesidad de fortalecer los procesos de identificación, evaluación y control de riesgos en los lugares de trabajo [10]. En Ecuador, la Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo establece lineamientos técnicos obligatorios para la prevención de riesgos laborales, clasificando los riesgos y orientando a los empleadores a una aplicación de medidas preventivas que reduzcan la exposición de los trabajadores [11].

Dentro del contexto industrial ecuatoriano, investigaciones recientes han demostrado que los riesgos mecánicos continúan siendo una problemática relevante en empresas manufactureras, especialmente en aquellas donde existe interacción directa con equipos de producción. Abril Rivera y Campos Murillo analizaron la implantación de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional en la empresa Plastiazuay S.A., dedicada a la fabricación de materiales sintéticos, identificando la presencia de riesgos vinculados con elementos de rotación, engranajes, rodillos, poleas, discos de corte y puntos de atrapamiento; además, el estudio evidenció que las principales lesiones registradas estuvieron asociadas a heridas cortantes y traumatismos en

extremidades superiores e inferiores [12]. Estos hallazgos permiten sustentar la necesidad de evaluar los riesgos mecánicos en empresas industriales mediante metodologías estructuradas que permitan priorizar acciones preventivas y reducir la accidentabilidad laboral.

Valencia-Alay y Litardo-Velásquez desarrollaron una investigación titulada “Evaluación de riesgos mecánicos en las actividades de torneado y fresado de piezas metálicas”, cuyo objetivo fue evaluar los riesgos mecánicos presentes en las áreas de torneado y fresado mediante el método William T. Fine. El estudio evidenció que las actividades metalmecánicas presentan riesgos asociados a la manipulación de elementos cortopunzantes, proyección de partículas, quemaduras, golpes y cizallamientos. Además, a partir del análisis de accidentabilidad del periodo enero 2020 – diciembre 2023, se identificaron 19 accidentes laborales, de los cuales 8 ocurrieron en el área de torneado y 11 en el área de fresado, siendo las manos y especialmente las falanges las partes del cuerpo más afectadas [13].

Arreaga Moreira realizó el trabajo “Aplicar el Método W. Fine para la Prevención de Riesgos de Accidentes Laborales en un Taller Automotriz”, en la Universidad Internacional del Ecuador, con el propósito de evaluar los riesgos laborales presentes en un taller automotriz mediante la metodología William Fine. La investigación se desarrolló a partir de la observación de las condiciones de seguridad de los trabajadores, entrevistas al personal y la identificación de riesgos por puesto de trabajo. Como resultado, el autor aplicó el método para estimar el grado de peligrosidad y comparar los niveles de riesgo existentes, demostrando que esta metodología permite obtener una base técnica para priorizar acciones preventivas y reducir la probabilidad de accidentes laborales [14].

Prado Contreras e Isa Jara desarrollaron la investigación “Evaluación de los Factores de Riesgo Mecánico en Talleres de Mantenimiento Vehicular del Gobierno Municipal del Cantón Morona”, cuyo objetivo fue evaluar los factores de riesgo mecánico en talleres de mantenimiento vehicular del GAD Municipal del Cantón Morona durante el año 2024. Para ello, aplicaron el método William T. Fine, considerando la consecuencia, exposición y probabilidad como variables para calcular el grado de peligrosidad. Los resultados evidenciaron que no se registraron riesgos de nivel alto;

sin embargo, varias actividades operativas alcanzaron niveles de riesgo medio, principalmente en tareas ejecutadas por ayudantes mecánicos, como reparaciones bajo chasis, uso de herramientas eléctricas y ajuste de frenos y suspensión. Este estudio demuestra la utilidad del método William T. Fine para priorizar actividades críticas y establecer controles preventivos con exposición directa a herramientas y equipos mecánicos [15].

Tarira Yépez y Bustillos Molina realizaron el estudio “Análisis de Controles Operacionales para Minimizar la Incidencia de los Riesgos Mecánicos en la Empresa del Cantón Mocache”, desarrollado en una empresa maderera dedicada a la producción de pallets. La investigación tuvo como propósito analizar los controles operacionales existentes y proponer medidas para reducir la incidencia de riesgos mecánicos. La metodología fue descriptiva y aplicada, basada en observación directa, entrevistas breves, checklist y posterior evaluación mediante William T. Fine. Los resultados mostraron que el 80 % de los procesos evaluados se ubicaron entre riesgo moderado y grave e inminente, siendo prioritarias las actividades de corte de madera y descarga de materia prima. Estos hallazgos refuerzan la importancia de combinar la identificación de peligros, la valoración cuantitativa del riesgo y la formulación de controles técnicos, administrativos y de capacitación [16].

Gómez desarrolló el estudio “Estudio de factores de riesgo mecánicos para de reducción de accidentes laborales en la empresa Promacero de la ciudad de Pelileo”. La investigación se enfocó en una empresa ubicada en la provincia de Tungurahua, dedicada a procesos operativos donde los trabajadores se encuentran expuestos a riesgos mecánicos. El estudio partió de un diagnóstico inicial mediante encuestas, fichas de observación, informes de inspección y análisis cualitativo y cuantitativo de factores de riesgo. Como resultado, se planteó la elaboración de un Reglamento Interno de Higiene y Seguridad con normas aplicables en bodegas de almacenamiento y áreas de trabajo, con la finalidad de controlar, reducir o eliminar los riesgos presentes en las actividades diarias. Este antecedente resulta relevante porque evidencia que, en empresas productivas de Tungurahua, la ausencia de procedimientos y reglamentos de seguridad puede incrementar la exposición a incidentes y accidentes laborales, por lo que se requiere una gestión preventiva estructurada [17].

Fonseca Villena desarrolló su trabajo “Gestión técnica de la gestión de riesgos mecánicos en el área de las bahías de trabajo en la empresa Importadora Andina”, en una empresa ubicada en el sector Huachi Chico, cantón Ambato, provincia de Tungurahua, dedicada a servicios de enllantado, alineado, balanceo y venta de neumáticos y baterías. El estudio tuvo como objetivo gestionar los riesgos mecánicos presentes en las bahías de trabajo mediante la identificación, valoración, estimación y control de los riesgos por puesto de trabajo. Para ello, se aplicó la matriz de evaluación de riesgos del INSHT y posteriormente la NTP 330, identificando un total de 152 riesgos, de los cuales el 60,53 % correspondieron a riesgos mecánicos. Como resultado, se propuso un plan de gestión de riesgos con medidas preventivas y procedimientos de mejora, lo que evidencia la necesidad de aplicar metodologías técnicas de evaluación y control en empresas de servicios industriales dentro de la ciudad de Ambato [18].

1.3 Fundamentación teórica

1.3.1 Seguridad y Salud Ocupacional

La Seguridad y Salud Ocupacional es el conjunto de políticas, normas y prácticas destinadas a proteger la integridad física y mental del trabajador dentro de su entorno laboral. Según la Organización Internacional del Trabajo, su propósito es prevenir accidentes, enfermedades profesionales y daños a largo plazo derivados de las actividades productivas, promoviendo condiciones de trabajo seguras y saludables [19]. La SST comprende acciones de identificación de peligros, evaluación de riesgos, suministro de equipos de protección personal, capacitación y vigilancia médica permanente para reducir la probabilidad de ocurrencia de incidentes [20].

Además, la SST busca la mejora continua de los ambientes laborales mediante la aplicación de sistemas de gestión que integran la seguridad como un componente estratégico de la productividad [20]. La norma ISO 45001 establece que un sistema de gestión de seguridad debe basarse en la planificación, implementación, verificación y mejora sustentada en evidencias, lo cual permite controlar factores que pueden causar lesiones o deterioro de la salud [21]. Por ello, la SST es considerada un pilar fundamental de la cultura preventiva dentro de las organizaciones modernas [19].

1.3.2 Seguridad Industrial

La seguridad industrial es la rama de la seguridad ocupacional enfocada específicamente en la prevención de accidentes derivados de procesos industriales, uso de maquinarias, sustancias peligrosas y equipos en operación. Su objetivo principal es anticiparse al riesgo mediante la implementación de sistemas de control como resguardos, señalización, capacitación y mantenimiento preventivo. Esta disciplina permite asegurar condiciones adecuadas en el ambiente laboral, reduciendo el impacto económico y humano de incidentes [22], [23].

La seguridad industrial se aplica mediante normas técnicas, inspecciones continuas, evaluación cuantitativa del riesgo y procedimientos operativos seguros. Cuando se integra adecuadamente al sistema productivo, genera una reducción significativa de costos asociados a paros no programados, daños a equipos y compensaciones laborales. Por esta razón, constituye un elemento clave para la confiabilidad operativa de cualquier industria [24], [23].

1.3.3 Peligro y Riesgo

El peligro se define como una fuente, situación o acto con un potencial para causar lesiones y deterioro de la salud [25].

Mientras tanto, el riesgo se define como la combinación de la probabilidad de que se ejecuten uno o varios eventos asociados a la exposición de un peligro, incluyendo la severidad de lesión o enfermedad que pueden ser causados por estos [25].

1.3.4 Consecuencia

Es el resultado en relación a la lesión o enfermedad, de la ejecución de un riesgo, expresado cualitativa o cuantitativamente [25].

1.3.5 Accidente de trabajo

Evento repentino que se debe por causa o con ocasión del trabajo, y que provoca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte. También se define como aquel que se produce durante el cumplimiento de órdenes del empleador o durante el cumplimiento de una labor bajo su autoridad, incluso fuera del lugar y horas de trabajo [25].

1.3.6 Incidente

Se define como un evento no deseado, relacionado con el trabajo, en el cual pudo haber ocurrido una lesión o enfermedad, pero no llegó a materializarse [25].

1.3.7 Condición Insegura

Una condición insegura es cualquier característica física del ambiente, maquinaria o proceso que representa un potencial generador de accidentes, tales como falta de resguardos, iluminación deficiente, cables expuestos o ausencia de señalización. Las condiciones inseguras reflejan fallas en la ingeniería, mantenimiento, orden y limpieza del área de trabajo. Requieren intervenciones técnicas inmediatas mediante controles de ingeniería o reestructuración del proceso [22].

1.3.8 Acto Inseguro

Por otro lado, un acto inseguro es la acción del trabajador que contraviene normas de seguridad, ya sea por negligencia, desconocimiento o exceso de confianza. Ejemplos comunes son retirar un resguardo, operar una máquina sin EPP o manipular equipos en movimiento. Aunque ambos son causantes de accidentes, estudios demuestran que una proporción significativa está vinculada a actos inseguros, por lo que la capacitación y disciplina operativa son medidas esenciales [22].

1.3.9 Gestión de Prevención de Riesgos Laborales

La gestión de prevención de riesgos laborales son una serie de acciones estratégicas para identificar, evaluar, controlar y monitorear los riesgos presentes en las industrias.

Incluye procesos como inspecciones, matrices de riesgos, programas de capacitación, mantenimiento preventivo y uso adecuado de EPP; con la finalidad de garantizar condiciones de trabajo seguras y reducir accidentes [20].

1.3.10 Riesgo Mecánico

El riesgo mecánico hace referencia a la posibilidad de que un trabajador sufra daños físicos ocasionados por el contacto directo o indirecto con elementos de una máquina, herramienta o sistema de transmisión en movimiento. Este tipo de riesgo se encuentra presente en actividades que involucran partes móviles susceptibles de provocar cortes, atrapamientos, golpes, proyecciones de materiales o abrasión por fricción. La dimensión del riesgo no depende únicamente de la existencia del peligro, sino también de la frecuencia de exposición, la velocidad del movimiento y la energía involucrada durante la operación [26].

El riesgo mecánico es uno de los más comunes dentro del sector industrial y manufacturero, debido a la interacción constante del operador con máquinas como prensas, cortadoras, bandas transportadoras, sierras, engranajes o tornos. La Organización Internacional del Trabajo señala que este tipo de riesgo es responsable de un alto porcentaje de accidentes graves y amputaciones en entornos industriales, siendo necesario aplicar métodos de evaluación y control preventivo mediante resguardos físicos, señalización, procedimientos operativos seguros y equipos de protección personal [27].

1.3.11 Características y Clasificación del Riesgo Mecánico

Los riesgos mecánicos se caracterizan por derivarse del movimiento, la energía cinética y el funcionamiento de elementos mecánicos que interactúan entre sí. Su peligrosidad aumenta cuando existen superficies cortantes, piezas con alta velocidad, puntos de aplastamiento o materiales proyectados a alta presión. Estos riesgos poseen una naturaleza inmediata, es decir, sus consecuencias suelen ser instantáneas en el momento del contacto con el agente peligroso, pudiendo causar lesiones severas en cuestión de segundos [26].

Su clasificación se determina en función del tipo de daño que puede producir en el cuerpo humano o en los bienes materiales. De manera general, los riesgos mecánicos pueden agruparse en cinco grandes categorías [28]:

a. Riesgos por corte o seccionamiento

El riesgo por corte se produce cuando existe contacto con elementos filosos o partes metálicas con aristas energizadas que pueden penetrar tejidos, ocasionando heridas, laceraciones o amputaciones. Este tipo de accidente es común en máquinas con cuchillas, sierras, guillotinas, cortadoras de plástico o herramientas manuales defectuosas. Su probabilidad aumenta en procesos donde se manipula material rígido, se realizan mantenimientos sin bloqueo energético o cuando el resguardo de la máquina es removido por el operador [28].

Además del daño inmediato que produce el corte, también existe el riesgo de infección, hemorragia severa o pérdida de funcionalidad del miembro afectado. Para controlar este riesgo se recomienda el uso de resguardos físicos, sistemas de enclavamiento, capacitación técnica y equipos de protección como guantes anticorte certificados [28].

b. Riesgos por golpes contra o por objetos

El riesgo de golpes está relacionado con impactos producidos por el contacto súbito entre el cuerpo del operador y estructuras fijas o móviles. Puede generarse por caída de objetos en altura, choque contra superficies rígidas, herramientas desprendidas o movimientos bruscos de maquinaria hidráulica y neumática. Este tipo de riesgo es más frecuente en actividades de manipulación de cargas, almacenamiento o montaje de piezas industriales [28].

c. Riesgos de atrapamiento entre elementos móviles

El atrapamiento ocurre cuando una parte del cuerpo queda atrapada entre dos superficies móviles o en una superficie fija y un objeto en movimiento. Este tipo de riesgo se da principalmente en secciones de cierre de engranajes, zonas de rodillos, bandas transportadoras, prensas y ejes rotativos. Este riesgo es considerado de alto nivel de severidad, ya que puede ocasionar aplastamientos, amputaciones o muerte instantánea [26].

d. Riesgos por proyección de fragmentos o partículas a alta velocidad

Las proyecciones son partículas o fragmentos de material expulsados a alta presión o velocidad durante procesos de corte, perforado, lijado, rectificado o prensado. Estos elementos pueden impactar directamente en ojos, rostro o cuerpo, generando lesiones oculares, contusiones o penetración de objetos en tejidos blandos. También pueden producir incendios si el material proyectado es caliente o inflamable [24].

e. Riesgos por fricción con superficies rugosas.

Este riesgo se debe cuando hay contacto continuo con superficies ásperas o en movimiento, las cuales pueden desgastar la piel y causar quemaduras por fricción. Generalmente está presente en tareas como pulido, lijado, molienda o en el uso de correas transportadoras y piezas metálicas con bordes expuestos. Normalmente no es un riesgo grave, pero puede volverse más serio si el trabajador no cuenta con la protección adecuada en las manos, brazos u otras zonas expuestas [26].

Las lesiones derivadas de este riesgo incluyen erosiones cutáneas, ampollas, quemaduras superficiales y pérdida de tejido. Las barreras protectoras, guantes resistentes a la abrasión y la correcta regulación de la velocidad de contacto son medidas esenciales para su control [26].

1.3.12 Proceso de identificación de peligros

La identificación de peligros es la primera etapa dentro de la gestión de riesgos y consiste en detectar cualquier condición, actividad o agente con capacidad de producir daño. Esta fase implica reconocer tanto peligros visibles (máquinas sin resguardos, partes móviles expuestas) como peligros latentes (fallos eléctricos ocultos, desgaste mecánico progresivo). El INSST define la identificación de peligros como el proceso mediante el cual se reconocen fuentes de daño y se documentan para su posterior análisis y control [26].

Para lograr una determinar correctamente se emplean herramientas como inspecciones de campo, listas de verificación, entrevistas con trabajadores, revisión de incidentes

pasados y análisis de procesos. Mientras más completa sea esta etapa, más precisa será la evaluación posterior del riesgo, lo que ayuda a priorizar acciones técnicas y administrativas en zonas de mayor exposición [26].

1.3.13 Evaluación y valoración del riesgo

Una vez que se identifican los peligros, se procede a la evaluación del riesgo, que consiste en determinar la probabilidad de ocurrencia del evento y la severidad de su posible consecuencia. La valoración del riesgo es la etapa donde se asigna un nivel numérico o cualitativo que permite clasificarlo como bajo, moderado, alto o crítico, dependiendo del método utilizado. Esta clasificación facilita la toma de decisiones y el diseño de planes correctivos [26].

En la industria se utilizan varios métodos para evaluar riesgos, como IPER, INSST–NTP 330, GTC 45 y el método de William T. Fine. Este último asigna valores a la probabilidad, exposición y consecuencia para obtener un nivel de riesgo. Con una buena valoración es posible definir qué situaciones requieren atención primero y destinar recursos a los riesgos más críticos, evitando accidentes y afectaciones operativas [26].

1.3.14 Controles y medidas de prevención del riesgo

Las medidas de control son las acciones destinadas a eliminar o reducir los riesgos identificados. Estas se dividen en cinco categorías principales que se aplican en orden jerárquico: controles de ingeniería, administrativos, uso de equipo de protección personal, señalización y mantenimiento preventivo. Cada una se describe a continuación [26].

a. Controles de ingeniería

Los controles de ingeniería son medidas físicas que buscan eliminar el peligro desde la fuente o evitar el contacto directo del trabajador con el riesgo. Entre ellos se encuentran los resguardos mecánicos, sistemas de enclavamiento, sensores, barreras y mejoras en el diseño del proceso. Según OSHA, son los controles más efectivos porque actúan sobre la máquina y no dependen del comportamiento del trabajador [29].

b. Controles administrativos

Los controles administrativos incluyen procedimientos, capacitaciones, permisos de trabajo, rotación de tareas y límites operativos. A diferencia de los controles de ingeniería, estos se enfocan en el comportamiento del trabajador y en la forma en que se realizan las actividades, buscando reducir la exposición al riesgo mediante una organización adecuada del trabajo [29].

c. Equipo de Protección Personal (EPP)

Conjunto de equipos, aparatos o dispositivos que protegen a una persona de peligros en una situación de riesgo, ya sean físicos, químicos o biológicos. Su objetivo es prevenir accidentes y enfermedades profesionales o minimizar los efectos de los mismos [27].

d. Señalización de Seguridad

La señalización es un recurso visual que advierte sobre peligros o indica el uso obligatorio de EPP. La norma ISO 7010 establece los colores y símbolos para que el trabajador identifique el riesgo y sepa cómo actuar. Cuando la señalización es clara y visible, ayuda a reducir accidentes al mejorar la atención del personal en zonas críticas [26].

e. Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo consiste en inspecciones periódicas, limpieza, lubricación y ajustes de maquinaria para evitar fallos operativos que incrementen el riesgo de accidente. La falta de mantenimiento incrementa la probabilidad de falla mecánica y, por ende, el riesgo asociado [26].

1.3.15 Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Determinación de Controles IPER

La identificación de peligros y evaluación de riesgos (IPER) es una metodología empleada en seguridad y salud en el trabajo, con la finalidad de reconocer los peligros presentes en las actividades laborales, analizar los riesgos presentes en dichos peligros

y establecer medidas de control en la prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales. Esta herramienta contribuye a la planificación preventiva, debido a que organiza el análisis de las condiciones de trabajo, los actos inseguros y los factores que podrían afectar la integridad física o la salud del personal. [30].

El objetivo principal de la metodología IPER es identificar los peligros existentes en cada puesto, tarea o proceso, evaluar la probabilidad y severidad del daño y determinar controles adecuados para reducir el nivel de riesgo. Dicha metodología se basa en el principio preventivo el cual no se puede intervenir correctamente un riesgo si primero no se reconocen sus fuentes, las personas expuestas, la frecuencia de exposición y las posibles consecuencias [30].

a. Procedimiento para la aplicación de la metodología IPER

La aplicación de la metodología IPER debe desarrollarse de manera ordenada, iniciando con el reconocimiento de los procesos productivos y finalizando con la determinación de controles preventivos o correctivos. Este procedimiento permite analizar cada puesto de trabajo, actividad y tarea, con el propósito de identificar los peligros presentes, evaluar los riesgos asociados y establecer acciones que permitan reducir la posibilidad de accidentes laborales. Según el manual, la identificación de peligros debe considerar los puestos de trabajo, los procesos productivos, las actividades rutinarias y no rutinarias, así como situaciones de emergencia a las que puede estar expuesto el trabajador [30].

- ***Reconocimiento de los procesos productivos***

El primer paso consiste en identificar los procesos que forman parte de la organización o área de estudio. Para ello, se debe realizar un reconocimiento general de las actividades productivas, observando el flujo de trabajo, las áreas operativas, las máquinas utilizadas, los materiales manipulados y la participación de los trabajadores en cada etapa del proceso [30].

- ***Identificación del puesto de trabajo***

Una vez reconocidos los procesos, se deben identificar los puestos de trabajo involucrados en cada área. Este paso permite conocer quiénes realizan las actividades,

cuántas personas están expuestas y cuáles son sus funciones principales. El manual señala que, para realizar la identificación de peligros, primero se debe preparar una lista de todos los puestos de trabajo de la organización, tomando como referencia la descripción y análisis de puestos [30].

- ***Descripción de las actividades y tareas***

Después de identificar los puestos de trabajo, se deben describir las actividades y tareas que realiza cada trabajador. La actividad corresponde a una función general dentro del proceso, mientras que la tarea representa una acción específica ejecutada durante el trabajo. Esta diferenciación permite analizar con mayor precisión dónde se origina el peligro y cómo puede materializarse el riesgo [30].

- ***Identificación de peligros***

La identificación de peligros consiste en reconocer las fuentes, situaciones o condiciones capaces de generar daño al trabajador. Para realizar este análisis, el manual plantea tres preguntas orientadoras: ¿existe una fuente de daño?, ¿quién o qué puede ser dañado? y ¿cómo puede ocurrir el daño? Estas preguntas permiten relacionar cada tarea con un peligro específico y con el riesgo que podría generarse [30].

- ***Evaluación del riesgo***

Luego de identificar los peligros, se procede a evaluar los riesgos asociados a cada uno. En esta etapa se asignan valores a los criterios de evaluación, como personas expuestas, procedimientos existentes, capacitación, exposición al riesgo y severidad. El manual indica que, luego de identificar los peligros en cada tarea, debe evaluarse el riesgo correspondiente a cada peligro detectado [30].

En esta fase se calcula la probabilidad y posteriormente se combina con la severidad para obtener el nivel de riesgo [30].

- ***Probabilidad***

La probabilidad hace referencia a la posibilidad de que un peligro identificado llegue a materializarse y produzca un daño durante la ejecución de una actividad o tarea. En la evaluación de riesgos, este criterio permite estimar qué tan frecuente o posible es

que ocurra un accidente, considerando las condiciones de trabajo, los controles existentes, el nivel de capacitación del personal y la exposición del trabajador al peligro [30].

Este aspecto es importante porque permite diferenciar aquellos riesgos que podrían presentarse rara vez de aquellos que pueden ocurrir con mayor frecuencia durante la jornada laboral. Mientras más alta sea la probabilidad, mayor será la necesidad de establecer medidas de control, especialmente cuando el peligro está relacionado con máquinas, herramientas, partes móviles, superficies cortantes o elementos que puedan generar atrapamientos, golpes, cortes o aplastamientos [30].

En la Tabla 1 se muestran los niveles de probabilidad utilizados en la metodología IPER para estimar la posibilidad de ocurrencia de un daño durante la ejecución de una tarea.

Tabla 1. Niveles de probabilidad según la metodología IPER [30].

Nivel de probabilidad	Descripción
Baja	El daño ocurrirá raras veces.
Media	El daño ocurrirá en algunas ocasiones.
Alta	El daño ocurrirá siempre o casi siempre.

- **Severidad o consecuencia**

La severidad, también denominada consecuencia, permite determinar la gravedad del daño que podría producirse si el peligro identificado llega a materializarse. Este criterio considera el tipo de lesión, la parte del cuerpo afectada y el impacto que podría generar en la salud del trabajador, desde lesiones leves hasta daños permanentes o incluso fatales [30].

Dentro de la metodología IPER, la severidad sirve para establecer la magnitud del daño esperado y complementar la valoración de la probabilidad. En el caso de los riesgos mecánicos, este aspecto es fundamental, debido a que el contacto con partes móviles, cuchillas, moldes, sistemas de transmisión, herramientas o equipos en funcionamiento

puede ocasionar lesiones de diferente gravedad, como golpes, cortes, atrapamientos, amputaciones o lesiones incapacitantes [30].

En la Tabla 2 se muestran los niveles de consecuencia utilizados en la metodología IPER para determinar la gravedad del daño que podría generarse en caso de materializarse el riesgo.

Tabla 2. Niveles de consecuencia según la metodología IPER [30].

Nivel de consecuencia	Descripción
Ligeramente dañino	Lesión sin incapacidad, como pequeños cortes, golpes leves, magulladuras o molestias.
Dañino	Lesión con incapacidad temporal, fracturas menores o daño a la salud reversible.
Extremadamente dañino	Lesión con incapacidad permanente, amputaciones, fracturas mayores, lesiones múltiples o muerte.

- ***Exposición al riesgo***

La exposición al riesgo se refiere a la frecuencia o tiempo durante el cual el trabajador permanece en contacto con el peligro identificado. Este criterio permite analizar si la exposición ocurre de manera ocasional, eventual o permanente durante la jornada laboral, considerando el tiempo de operación, la permanencia en el área de trabajo y la frecuencia con la que se ejecuta una tarea [30].

Este aspecto es necesario dentro de la evaluación IPER porque un peligro puede tener mayor importancia cuando el trabajador se expone a él de forma repetida o prolongada. En procesos productivos donde se utilizan máquinas, herramientas o equipos con partes móviles, la exposición frecuente aumenta la posibilidad de ocurrencia de incidentes o accidentes, por lo que debe ser valorada cuidadosamente para determinar el nivel real de riesgo [30].

En la Tabla 3 se muestran los niveles de exposición al riesgo considerados dentro de la metodología IPER, de acuerdo con la frecuencia o permanencia del trabajador frente al peligro identificado.

Tabla 3. Niveles de exposición al riesgo según la metodología IPER [30].

Nivel de exposición	Valor	Descripción
Esporádicamente	1	Alguna vez en la jornada laboral y por un periodo corto de tiempo.
Eventualmente	2	Varias veces en la jornada laboral, aunque sea por tiempos cortos.
Permanentemente	3	Continuamente o varias veces durante la jornada laboral con tiempo prolongado.

- **Nivel de riesgo**

El nivel de riesgo representa el resultado de la valoración realizada a partir de los criterios de probabilidad y severidad. Este resultado permite clasificar el riesgo según su grado de tolerabilidad, facilitando la toma de decisiones respecto a la necesidad de aplicar medidas preventivas, correctivas o de control [30].

La determinación del nivel de riesgo es importante porque permite priorizar las acciones de intervención. Los riesgos clasificados como triviales o tolerables pueden requerir seguimiento y control periódico, mientras que los riesgos moderados, importantes o intolerables demandan acciones más inmediatas para reducir la posibilidad de daño. En actividades con presencia de riesgos mecánicos, esta clasificación permite identificar qué tareas requieren mayor atención dentro del sistema preventivo de la empresa [30].

En la Tabla 4 se muestran los niveles de riesgo empleados en la metodología IPER para clasificar la tolerabilidad del riesgo y definir la necesidad de intervención.

Tabla 4. Clasificación del nivel de riesgo según la metodología IPER [30].

Nivel de riesgo	Rango	Interpretación
Trivial	4	No se necesita adoptar ninguna acción específica.
Tolerable	5 – 8	No se necesita mejorar la acción preventiva; sin embargo, se deben considerar comprobaciones periódicas para asegurar la eficacia de los controles.
Moderado	9 – 16	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, implementando medidas en un periodo determinado.

Nivel de riesgo	Rango	Interpretación
Importante	17 –24	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Si el trabajo ya se realiza, debe corregirse en un tiempo menor al de los riesgos moderados.
Intolerable	25 – 36	No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta reducir el riesgo. Si no es posible reducirlo, debe prohibirse la actividad.

b. Cálculo del riesgo

El cálculo del riesgo permite obtener un valor numérico que facilita la clasificación del nivel de riesgo. En la metodología IPER, este cálculo considera la probabilidad y la severidad del daño, lo cual permite establecer una estimación del riesgo presente en cada tarea evaluada. Esta valoración es útil porque transforma una condición peligrosa en un resultado medible, facilitando la comparación entre diferentes actividades y la priorización de controles [30].

En la matriz, la probabilidad puede obtenerse mediante la suma de diferentes índices, como personas expuestas, procedimientos existentes, capacitación y exposición al riesgo. Posteriormente, este valor se multiplica por la severidad para obtener el nivel de riesgo. De esta manera, la evaluación deja de ser únicamente descriptiva y se convierte en una herramienta técnica para la toma de decisiones preventivas [30].

Para el cálculo de riesgo se aplica la siguiente ecuación

$$Riesgo = Probabilidad * Severidad \quad (1)$$

En la Tabla 5 se muestra la matriz de valoración utilizada en la metodología IPER, considerando los criterios de probabilidad, severidad y estimación del nivel de riesgo.

Tabla 5. Matriz de valoración del riesgo según la metodología IPER [30].

ÍNDICE	PROBABILIDAD				SEVERIDAD (Consecuencia)	ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO	
	Personas expuestas	Procedimientos Existentes	Capacitación	Exposición a riesgo		GRADO DE RIESGO	PUNTAJE
1	DE 1 A 3	Existen, son satisfactorios y suficientes	Personal entrenado. Conoce el peligro y lo previene	Al menos una vez al año (S)	Lesión sin incapacidad (S)	Trivial (T)	4
				Esporádicamente (SO)	Disconfort / Incomodidad (SO)	Tolerable (TO)	De 5 a 8
2	DE 4 A 12	Existen, parcialmente y no son satisfactorios o suficientes	Personal parcialmente entrenado, conoce el peligro, pero no toma acciones de control	Al menos una vez al mes (S)	Lesión con incapacidad temporal (S)	Moderado (M)	De 9 a 16
				Eventualmente (SO)	Daño a la salud reversible	Importante (IM)	De 17 a 24
3	MÁS DE 12	No existen	Personal no entrenado, no conoce el peligro, no toma acciones de control	Al menos una vez al día (S)	Lesión con incapacidad permanente (S)	Intolerable (IT)	De 25 a 36
				Permanentemente (SO)	Daño a la salud irreversible		

c. Jerarquía de controles

La jerarquía de controles es el orden de prioridad utilizado para seleccionar las medidas preventivas o correctivas frente a los riesgos identificados. Esta jerarquía permite establecer controles más efectivos, priorizando primero la eliminación del peligro y dejando como última alternativa el uso de equipos de protección personal. Su aplicación evita depender únicamente del comportamiento del trabajador y

promueve medidas más seguras desde el diseño, la ingeniería y la organización del trabajo [30].

En la Tabla 6 se muestra la jerarquía de controles utilizada para seleccionar las medidas preventivas o correctivas frente a los riesgos identificados.

Tabla 6. Jerarquía de controles de riesgos laborales según la metodología IPER [30].

Orden	Control	Descripción
1	Eliminación	Suprimir el peligro o la condición insegura desde su origen.
2	Sustitución	Reemplazar procesos, equipos, materiales o herramientas peligrosas por alternativas de menor riesgo.
3	Control de ingeniería	Implementar barreras físicas, guardas, dispositivos de seguridad, enclavamientos, aislamiento o mejoras técnicas en máquinas y equipos.
4	Control administrativo	Aplicar procedimientos seguros, capacitación, señalización, permisos de trabajo, inspecciones, rotación de personal o supervisión.
5	Equipo de protección personal	Proporcionar protección al trabajador cuando el riesgo no puede ser eliminado o controlado completamente por otros medios.

1.3.16 Método William T. Fine

El método de William T. Fine es una herramienta de evaluación cuantitativa de riesgos desarrollada en 1971 por el ingeniero estadounidense William T. Fine, publicada bajo el título *Mathematical Evaluations for Controlling Hazards*. Este método fue diseñado para proporcionar una base numérica que permita establecer prioridades de acción frente a peligros identificados, mediante una fórmula que combina la probabilidad de ocurrencia, la frecuencia de exposición y la severidad de las consecuencias. Su objetivo es asignar un valor de “grado de peligrosidad” a cada situación riesgosa, facilitando la toma de decisiones sobre qué riesgos deben atenderse de forma inmediata y cuáles pueden controlarse posteriormente. El sistema se caracteriza por ser mixto, ya que integra elementos cuantitativos y cualitativos [31].

a. Consecuencia (C)

La consecuencia representa la gravedad del daño que podría producirse si el riesgo llega a materializarse. Este criterio considera el tipo de lesión, el daño a la salud, las pérdidas materiales o el impacto que podría generar el accidente. En la evaluación de riesgos mecánicos, la consecuencia permite diferenciar entre eventos leves, como golpes o cortes menores, y eventos graves, como amputaciones, atrapamientos severos, fracturas, incapacidad permanente o muerte [32].

Este aspecto es importante porque permite valorar la magnitud del daño potencial antes de que ocurra el accidente. En el método William T. Fine, mientras mayor sea la consecuencia, mayor será el peso del riesgo dentro del cálculo del grado de peligrosidad. Por ello, en actividades donde existe contacto con partes móviles, cuchillas, moldes, sistemas de transmisión o zonas de atrapamiento, la consecuencia debe analizarse con especial atención [33].

En la Tabla 7 se muestran los valores de consecuencia utilizados en el método William T. Fine para valorar la gravedad del daño potencial.

Tabla 7. Valores de consecuencia según el método William T. Fine [33].

Valor	Consecuencia	Descripción
100	Catastrófica	Varias muertes o daños de gran magnitud.
50	Desastrosa	Una muerte o daños muy graves.
25	Muy seria	Lesión grave, incapacidad permanente o daño severo.
15	Seria	Lesión con incapacidad temporal o daño considerable.
5	Importante	Lesión que requiere atención médica o genera pérdida de tiempo.
1	Leve	Lesión menor, golpe leve, corte superficial o molestia temporal.

b. Exposición (E)

La exposición se refiere a la frecuencia con la que el trabajador entra en contacto con el peligro o permanece en una condición de riesgo. Este criterio permite analizar si la exposición ocurre de manera continua, frecuente, ocasional o rara vez durante la jornada laboral. En actividades industriales, la exposición puede estar relacionada con

el tiempo de operación de una máquina, la frecuencia de manipulación de materiales, el ingreso a zonas peligrosas o la repetición de tareas con riesgo mecánico [34].

Dentro del método William T. Fine, la exposición es fundamental porque un peligro puede volverse más crítico cuando el trabajador se encuentra frente a él de forma repetida o prolongada. Por ejemplo, no representa el mismo nivel de riesgo una tarea que se realiza una vez al año que una actividad ejecutada varias veces al día frente a una máquina en movimiento. Por ello, este factor ayuda a establecer una valoración más realista del riesgo [32].

En la Tabla 8 se muestran los valores de exposición utilizados en el método William T. Fine para determinar la frecuencia con la que el trabajador se encuentra expuesto al peligro.

Tabla 8. Valores de exposición según el método William T. Fine[32].

Valor	Exposición	Descripción
10	Continua	La exposición ocurre muchas veces al día o durante gran parte de la jornada.
6	Frecuente	La exposición ocurre aproximadamente una vez al día.
3	Ocasional	La exposición ocurre una vez por semana o algunas veces al mes.
2	Poco usual	La exposición ocurre una vez al mes o con baja frecuencia.
1	Rara	La exposición ocurre pocas veces al año.
0,5	Muy rara	La exposición es excepcional o casi inexistente.

c. Probabilidad (P)

La probabilidad corresponde a la posibilidad de que el accidente ocurra cuando el trabajador se encuentra expuesto al peligro. Este criterio permite estimar qué tan probable es que la exposición genere una lesión o daño, considerando las condiciones de trabajo, la existencia de controles, el estado de la maquinaria, la capacitación del personal y la forma en que se ejecuta la tarea [34].

En la metodología William T. Fine, la probabilidad permite complementar la evaluación, ya que no todos los peligros con alta consecuencia ocurren con la misma

frecuencia. Por ejemplo, una máquina puede tener una consecuencia grave en caso de atrapamiento, pero la probabilidad puede variar dependiendo de si cuenta con guardas de seguridad, procedimientos de operación, mantenimiento preventivo y capacitación del trabajador [34].

En la Tabla 9 se muestran los valores de probabilidad utilizados en el método William T. Fine para estimar la posibilidad de ocurrencia del accidente.

Tabla 9. Valores de probabilidad según el método William T. Fine [32].

Valor	Probabilidad	Descripción
10	Muy probable	El accidente es el resultado más esperado si existe exposición.
6	Probable	El accidente puede ocurrir fácilmente.
3	Posible	El accidente puede ocurrir en determinadas condiciones.
1	Poco probable	El accidente es remoto, pero puede ocurrir.
0,5	Muy poco probable	El accidente es difícil que ocurra.
0,2	Prácticamente imposible	El accidente es muy improbable.
0,1	Casi imposible	La ocurrencia del accidente es extremadamente remota.

d. Grado de peligrosidad

El grado de peligrosidad representa el resultado numérico obtenido al multiplicar los valores de consecuencia, exposición y probabilidad. Este resultado permite clasificar el riesgo y establecer su prioridad de intervención. En el método William T. Fine, este cálculo es la base principal para determinar si un riesgo requiere acción inmediata, corrección urgente, control programado o seguimiento periódico [32].

Para calcular el grado de peligrosidad, se utiliza la siguiente ecuación

$$\text{Grado de Peligrosidad} = \text{Consecuencia} * \text{Exposición} * \text{Probabilidad} \quad (2)$$

El cálculo del grado de peligrosidad permite comparar los riesgos identificados dentro de una misma área o proceso. En el caso de los riesgos mecánicos, esta valoración facilita reconocer cuáles actividades representan mayor peligro para el trabajador,

especialmente aquellas relacionadas con atrapamientos, cortes, golpes, aplastamientos, proyección de partículas o contacto con partes móviles [32].

- ***Interpretación del grado de peligrosidad (GP)***

La interpretación del grado de peligrosidad permite clasificar el resultado obtenido y definir la urgencia de las acciones preventivas o correctivas. Esta clasificación facilita la toma de decisiones, ya que permite diferenciar los riesgos aceptables de aquellos que requieren intervención inmediata [33].

En la Tabla 10 se muestra la interpretación del grado de peligrosidad obtenido mediante el método William T. Fine, de acuerdo con la clasificación y prioridad de intervención del riesgo.

Tabla 10. Interpretación del grado de peligrosidad según William T. Fine [32]

Grado de peligrosidad	Clasificación	Interpretación
Mayor a 400	Muy alto / crítico	Requiere corrección inmediata. La actividad no debería continuar sin controles.
200 – 400	Alto	Requiere intervención urgente para reducir el riesgo.
70 – 199	Medio / notable	Requiere corrección programada y seguimiento.
20 – 69	Bajo / moderado	Requiere control y mejora preventiva.
Menor a 20	Aceptable	Puede mantenerse bajo vigilancia periódica.

e. Prioridad de intervención

Una vez calculado el grado de peligrosidad, el método William T. Fine permite priorizar las acciones de control de acuerdo con el nivel de riesgo obtenido. Esta priorización es importante porque no todos los riesgos pueden ser intervenidos al mismo tiempo, por lo que se deben atender primero aquellos que presentan mayor potencial de daño, mayor exposición o mayor probabilidad de ocurrencia [32].

En la Tabla 11 se muestra la prioridad de intervención recomendada según el nivel de riesgo obtenido mediante el método William T. Fine.

Tabla 11. Prioridad de intervención según el método William T. Fine [32].

Nivel de riesgo	Acción recomendada
Muy alto / crítico	Suspender o restringir la actividad hasta implementar controles.
Alto	Implementar medidas correctivas de manera urgente.
Medio / notable	Planificar e implementar controles en un plazo determinado.
Bajo / moderado	Mantener controles existentes y aplicar mejoras preventivas.
Aceptable	Realizar seguimiento periódico.

f. Procedimiento de aplicación de la metodología William T. Fine

- ***Identificación del área o proceso de trabajo***

El primer paso consiste en definir el área, proceso o actividad que será evaluada. Para ello, se debe reconocer el flujo de trabajo, las máquinas utilizadas, las herramientas, los materiales manipulados y las tareas ejecutadas por los trabajadores. Esta delimitación permite enfocar la evaluación en actividades concretas y evitar un análisis generalizado [33].

- ***Identificación de peligros y riesgos mecánicos***

Una vez definido el proceso, se identifican los peligros presentes en cada tarea. En esta etapa se deben reconocer las fuentes de riesgo mecánico, tales como partes móviles, cuchillas, moldes, rodillos, bandas, engranajes, herramientas defectuosas, ausencia de guardas, manipulación de materiales, caída de objetos o proyección de partículas. Posteriormente, cada peligro debe relacionarse con el riesgo que puede generar, a partir de los peligros identificados [33].

- ***Asignación de valores de consecuencia, exposición y probabilidad***

La consecuencia se asigna considerando la gravedad del daño que podría producirse si el riesgo llega a materializarse. Para ello, se analiza el tipo de lesión o afectación que podría sufrir el trabajador, desde daños leves o lesiones menores hasta consecuencias

graves como incapacidad temporal, incapacidad permanente, amputaciones o muerte. Este valor permite dimensionar la magnitud del impacto que tendría el accidente sobre la seguridad y salud del trabajador [33].

La exposición se valora de acuerdo con la frecuencia con la que el trabajador permanece en contacto con el peligro durante la ejecución de sus actividades. Este criterio permite diferenciar si la exposición ocurre de manera continua, frecuente, ocasional, rara o excepcional. Mientras mayor sea el tiempo o la frecuencia de contacto con la condición peligrosa, mayor será el valor asignado, debido a que aumenta la posibilidad de que el riesgo se materialice [33].

La probabilidad se asigna considerando la posibilidad de que ocurra el accidente cuando el trabajador se encuentra expuesto al peligro. Para valorar este criterio se deben tomar en cuenta las condiciones de trabajo, el estado de los equipos, la existencia de controles, la capacitación del personal, los procedimientos disponibles y la forma en que se ejecuta la tarea. Un riesgo tendrá mayor probabilidad cuando existan condiciones inseguras, ausencia de controles o exposición directa al peligro [33].

- ***Cálculo del grado de peligrosidad***

Una vez asignados los valores de consecuencia, exposición y probabilidad, se calcula el grado de peligrosidad mediante la fórmula [33].

Este cálculo permite obtener un resultado numérico para cada riesgo evaluado. Posteriormente, el valor obtenido se compara con la tabla de interpretación para clasificar el riesgo como aceptable, bajo, medio, alto o crítico [33].

- ***Clasificación del riesgo***

Con el resultado del grado de peligrosidad, se procede a clasificar el riesgo según su nivel. Esta clasificación permite determinar la prioridad de intervención. Los riesgos con valores altos o críticos deben atenderse de forma inmediata, mientras que los riesgos bajos o aceptables pueden mantenerse bajo control y seguimiento [33].

Esta etapa es importante porque permite ordenar los riesgos mecánicos según su gravedad y urgencia, facilitando la toma de decisiones preventivas dentro de la empresa [33].

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Evaluar los riesgos mecánicos presentes en el área de producción de MILPLAST utilizando el método de William T. Fine.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar las fuentes de riesgo mecánico presentes en las diferentes áreas productivas de la empresa MILPLAST.
- Aplicar la metodología William T. Fine en los riesgos mecánicos identificados en el área de producción.
- Proponer medidas técnicas, administrativas y de control enfocados en los resultados obtenidos.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Materiales

En la Tabla 12 se muestran los materiales utilizados para el desarrollo de la investigación y el procesamiento de la información obtenida en la empresa MILPLAST.

Tabla 12. Materiales utilizados en la investigación

Material	Detalle
Computador	Equipo utilizado para la redacción, organización, almacenamiento y procesamiento de la información recopilada durante el desarrollo de la investigación.
Microsoft Word	Software empleado para la elaboración, estructuración y edición del documento.
Microsoft Excel	Herramienta utilizada para la elaboración de matrices, organización de datos, cálculos y tabulación de resultados relacionados con la identificación y evaluación de riesgos.
Celular	Dispositivo empleado para el registro fotográfico, toma de evidencias, anotaciones rápidas y recopilación de información durante las visitas realizadas a la empresa.
Cuaderno de apuntes	Material utilizado para registrar observaciones, datos relevantes, actividades, condiciones de trabajo y aspectos identificados durante el levantamiento de información en campo.
Método IPER	Metodología aplicada para la identificación de peligros y evaluación inicial de riesgos presentes en las actividades y áreas de trabajo analizadas.
Método William T. Fine	Método utilizado para valorar cuantitativamente los riesgos mecánicos mediante los criterios de consecuencia, exposición y probabilidad, permitiendo establecer el nivel de riesgo y priorizar medidas de control.

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de la investigación

La presente investigación estableció las actividades que se llevaron para evaluar los riesgos mecánicos en la empresa MILPLAST, como herramienta principal el método cuantitativo de William T. Fine. Esta metodología constituyó el enfoque del estudio, el tipo de investigación utilizada y las técnicas para recopilar, analizar e interpretar la

información, con el fin de obtener conclusiones y propuestas que puedan implementarse dentro de la empresa.

a. Investigación de campo

La identificación de riesgos mecánicos permitió observar directamente como manejan las máquinas, las actividades realizadas por los trabajadores y las condiciones en que se trabajan, que pueden generar lesiones.

El trabajo de campo permitió reconocer peligros reales, registrar situaciones que representaron riesgo, documentar fallas y verificar cómo se ejecutan las tareas diarias dentro de la planta.

b. Investigación aplicada

Con los resultados obtenidos mediante el método William T. Fine, se planteó medidas de control técnicas y administrativas, conforme a las necesidades de MILPLAST.

Esta modalidad es adecuada porque la finalidad del trabajo es solucionar un problema existente y ayudar a mejorar las condiciones de seguridad industrial dentro de la empresa.

c. Investigación bibliográfica y documental

La elaboración del marco teórico y el análisis de resultados ayudó para la revisión de normas técnicas, manuales de seguridad, y documentos relacionados a la evaluación. De esta manera se pudo asegurar que los conceptos utilizados, criterios de valoración y las propuestas estén correctamente aplicados según las normas.

d. Enfoque de la investigación

El proyecto se desarrolló con un enfoque cuantitativo, debido a que el método William T. Fine permitió asignar valores numéricos a los elementos que componen el riesgo:

- Probabilidad.
- Exposición.

- Consecuencias.

Con ello, se obtuvo un valor que ayuda a la comparación entre los peligros y a ver cuáles requieren prevención inmediata. El uso de datos medibles contribuyó a una mayor objetividad al momento de evaluar los riesgos y a reducir la subjetividad cuando se deben tomar decisiones.

e. Tipo de investigación

La investigación se clasifica como descriptiva y evaluativa:

- ***Descriptiva***

Porque registra y detalla las condiciones reales de la empresa como maquinaria, tipo de procesos, puestos de trabajo, funcionamiento de las máquinas y antecedentes de incidentes. De esta manera se logró entender el contexto en el que surgen los riesgos y cómo se manifiestan dentro de la planta.

- ***Evaluativa***

Se evaluó el nivel de riesgo mecánico mediante la aplicación del método William T. Fine. A partir del valor que se obtuvo para cada peligro, se determinó si las medidas actuales de control son adecuadas o si requieren modificarlas.

2.2.2 Población y muestra

En la Tabla 13 se muestra la población considerada en el área de producción de MILPLAST.

Tabla 13. Población del área de producción de MILPLAST

Área de trabajo	Puestos de trabajo	Número de personas
Área de producción	Operarios de triturado	3
	Operarios de inyección	10
	Operarios de terminado	2
TOTAL		15

2.2.3 Recolección de información

La recolección de la información se realizó mediante técnicas de entrevista y observación directa, complementadas con la revisión de fuentes bibliográficas como libros, artículos científicos, tesis y documentos técnicos relacionados con la gestión de riesgos laborales y riesgos mecánicos. Esta información permitió sustentar teóricamente el estudio y comprender los fundamentos metodológicos necesarios para la evaluación de los riesgos presentes en la empresa.

La entrevista fue dirigida al responsable de seguridad y salud ocupacional de la empresa MILPLAST, con el propósito de obtener información relevante sobre la situación actual de la gestión de riesgos laborales, las medidas de control implementadas, los procedimientos de seguridad existentes y los antecedentes de accidentes o incidentes relacionados con riesgos mecánicos dentro del proceso productivo.

Por otra parte, la observación directa se realizó en las diferentes áreas y puestos de trabajo de la planta de producción, lo cual permitió identificar las fuentes de riesgo mecánico asociadas al uso de maquinaria, herramientas, equipos y procesos operativos. Esta técnica facilitó reconocer las condiciones de trabajo y los factores que pueden representar peligros para los trabajadores.

Una vez identificadas las fuentes de riesgo, se procedió a evaluar los riesgos mecánicos presentes en los puestos de trabajo utilizando el método William T. Fine, el cual permite cuantificar el nivel de riesgo mediante la valoración de tres factores principales: probabilidad de ocurrencia, exposición al peligro y consecuencias del posible accidente. A partir de esta evaluación se determinó el grado de riesgo de cada peligro identificado, lo que permitió establecer prioridades de intervención y proponer medidas de control orientadas a reducir o eliminar los riesgos presentes en las actividades laborales

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento y análisis de datos se desarrolló de manera ordenada, a partir de la información obtenida mediante la observación directa en las áreas productivas de la empresa MILPLAST, el registro de las condiciones de trabajo, la identificación de maquinaria, procesos, puestos de trabajo y fuentes de riesgo mecánico presentes en el área de producción. La información recopilada fue organizada en matrices y tablas, con el propósito de clasificar los peligros identificados según el área, actividad, máquina, tipo de riesgo mecánico y posible daño asociado. Este procedimiento permitió estructurar los datos de forma clara y facilitar su posterior valoración.

Posteriormente, los datos fueron analizados mediante la aplicación del método William T. Fine, el cual permitió asignar valores numéricos a cada riesgo mecánico identificado, en función de tres variables: probabilidad de ocurrencia, nivel de exposición y consecuencia del posible accidente. A partir de la multiplicación de estas variables se obtuvo el grado de peligrosidad de cada riesgo, lo que permitió establecer un orden de prioridad para su intervención. Este análisis facilitó identificar cuáles riesgos requieren atención inmediata, cuáles necesitan control a mediano plazo y cuáles pueden mantenerse bajo seguimiento preventivo.

De igual manera, los resultados obtenidos fueron interpretados de forma descriptiva, relacionando el valor del riesgo con las condiciones observadas en cada área productiva, especialmente en aquellas donde existe interacción directa con maquinaria como molinos, inyectoras y cortadoras. Esta interpretación permitió reconocer las áreas de mayor criticidad dentro del proceso productivo, así como las tareas y equipos que representan una mayor exposición para los trabajadores. Con base en ello, se elaboraron tablas de priorización y se establecieron criterios técnicos para la formulación de medidas correctivas, preventivas y de control orientadas a reducir la probabilidad de accidentes mecánicos en la empresa.

Finalmente, el análisis de datos permitió sustentar los resultados del estudio desde una perspectiva cuantitativa y objetiva, ya que la metodología aplicada facilitó comparar los riesgos identificados dentro del área de producción y determinar su nivel de importancia. De esta manera, el procesamiento de la información no solo contribuyó a

la identificación de los riesgos mecánicos presentes en MILPLAST, sino también a la generación de una base técnica para la propuesta de medidas de intervención acordes con la realidad operativa de la empresa.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Información de la empresa

La empresa MILPLAST es una organización industrial ecuatoriana fundada en la ciudad de Ambato, reconocida por su participación en el sector manufacturero del plástico orientado a la industria del calzado. La empresa ofrece productos de suelas mediante el uso de materiales poliméricos como PVC y poliuretano, incorporando procesos tecnológicos de inyección y moldeo. Actualmente, MILPLAST ofrece diversas líneas de productos que incluyen suelas para diferentes tipos de calzado (casual, deportivo e industrial), destacándose por la calidad y variedad de sus diseños.

3.2 Ubicación de la empresa

La empresa MILPLAST se encuentra ubicada en el Parque Industrial de la ciudad de Ambato, específicamente en la intersección de la calle F y calle 5.

En la Figura 1 se muestra la ubicación geográfica de la empresa MILPLAST



Fig 1. Ubicación geográfica de la empresa MILPLAST

3.3 Misión

Somos una empresa de comercialización de suelas para calzado: confiable, eficiente y ética; orientada a satisfacer las necesidades y aspiraciones de nuestros clientes, establecer relaciones de largo plazo. Ser un aporte positivo para la sociedad, generar

empleo directo e indirecto dentro de un buen ambiente de trabajo, pagar impuestos y obtener un justo margen de utilidad.

3.4 Visión

Ser líder en la comercialización de suelas en el sector del calzado, satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes, accionistas, capital humano y sociedad. Nuestro compromiso es la excelencia.

3.5 Metodología IPER

La metodología IPER se aplicó como herramienta inicial para la identificación de peligros y riesgos mecánicos presentes en las áreas productivas de MILPLAST. Para ello, se analizó el diagrama de procesos, mapeo de proceso, actividades y tareas observados durante el proceso productivo, con el propósito de reconocer las fuentes de peligro que podrían generar cortes, atrapamientos, golpes, aplastamientos, proyección de partículas u otros daños físicos al trabajador. Esta metodología permitió organizar la información de manera sistemática, relacionando cada tarea con su peligro, riesgo asociado, posible consecuencia y controles existentes, constituyéndose en la base técnica para la posterior evaluación cuantitativa de los riesgos identificados.

3.5.1 Diagrama de Procesos del área productiva de MILPLAST

Fue necesario reconocer de manera general el flujo productivo de la empresa MILPLAST, con el propósito de identificar las etapas que conforman el proceso y comprender la secuencia de actividades donde pueden generarse riesgos mecánicos. Para ello, se elaboró un diagrama de procesos del área productiva, el cual permite visualizar el recorrido del material desde la trituración hasta las actividades posteriores de transformación y terminado. Esta representación facilita el análisis inicial de las áreas, máquinas y tareas involucradas, sirviendo como base para identificar posteriormente los peligros mecánicos asociados a cada etapa del proceso productivo.

En la Figura 2 se muestra el diagrama general del proceso productivo de MILPLAST



Fig 2. Diagrama de procesos del área productiva de MILPLAST

En el diagrama de procesos se puede visualizar de forma general la secuencia operativa del área de producción, iniciando con el abastecimiento de materia prima como etapa base para garantizar la disponibilidad de los insumos necesarios, seguido del triturado, donde el material es reducido para facilitar su transformación. Posteriormente, la fase de inyección el cual es la base del proceso productivo, ya que en ella se da forma al producto mediante el uso de maquinaria de inyección. Consecutivamente, en la etapa de acabado en el que se eliminan residuos y da conformidad al producto final, corrigiendo posibles imperfecciones derivadas de la operación anterior. Finalmente, el almacenamiento representa la fase de resguardo y organización del producto terminado previo a su distribución o despacho. Este mapa evidencia un flujo lineal y ordenado, lo que facilita la comprensión de las operaciones, la identificación de puntos críticos y el análisis de posibles riesgos mecánicos, especialmente en las etapas donde intervienen equipos y maquinaria.

3.5.2 Mapeo de procesos

El diagrama de procesos constituye una herramienta fundamental para comprender de manera ordenada el funcionamiento del área de producción de la empresa, ya que permite identificar la secuencia lógica de las operaciones, las actividades que integran cada proceso y las tareas que se ejecutan en cada etapa. Su elaboración resulta necesaria porque facilita la visualización integral del flujo de trabajo, desde el ingreso de la materia prima hasta el almacenamiento del producto terminado, permitiendo reconocer la relación existente entre las distintas áreas y el personal y así detectar puntos críticos dentro de la producción. Además, el mapeo de procesos sirve como base para la identificación de riesgos mecánicos, debido a que permite ubicar con mayor precisión en qué actividades, tareas y equipos existe mayor exposición del trabajador a condiciones peligrosas.

En la Tabla 14 se muestra el mapeo de procesos del área productiva de MILPLAST, detallando los procesos, actividades, tareas y puestos de trabajo involucrados.

Tabla 14. Mapeo de procesos del área productiva de MILPLAST

Proceso	Actividades	Tareas	Puesto de trabajo
Triturado	Colocar la materia prima en la tolva	Colocar la materia prima en tolva	
	Iniciar triturado de la materia prima	Iniciar triturado de materia prima	
	Finalizar triturado de la materia prima	Parar triturado	
		Esperar que el molino se detenga completamente	
		Descargar materia prima del molino	
	Transportar materia prima al área de inyección	Transportar materia prima mediante carretillas de plataforma	

Proceso	Actividades	Tareas	Puesto de trabajo
Inyección	Preparar la máquina	Limpiar conductos de inyección	
		Seleccionar molde	
		Retirar molde actual	
		Colocar molde	
		Atornillar y ajustar molde	
		Centrar molde	
		Configurar parámetros de máquina	
		Realizar prueba de parámetros	
	Inyectar suelas	Cerrar panel de estación	
		Abrir panel de estación	
		Retirar suelas del molde	
	Transportar al área de terminado	Transportar al área de terminado mediante carretillas de plataforma	

Proceso	Actividades	Tareas	Puesto de trabajo
Terminado	Coser suelas	Coser suelas	
Almacenamiento	Empacar suelas	Colocar en el costal adecuado	
		Etiquetar el costal	
		Almacenar en bodega	

En el proceso de triturado, se identifican tareas concretas como la colocación de la materia prima en la tolva, el inicio del triturado, la detención del molino, la espera hasta el paro completo del equipo y la descarga del material procesado. Este desglose permite apreciar que se trata de una etapa con intervención directa del operario sobre maquinaria en movimiento o con elementos mecánicos potencialmente peligrosos, por lo que constituye una fase crítica para el análisis de riesgos mecánicos. Además, la necesidad de esperar la detención completa del molino antes de descargar el material evidencia que existen operaciones en las que el control del tiempo y la secuencia de ejecución son determinantes para prevenir incidentes.

La etapa de inyección se presenta como la más extensa y técnicamente compleja dentro del mapeo, ya que abarca la preparación de la máquina, la limpieza de conductos, la selección y cambio de moldes, ajuste, centrado, configuración de parámetros y prueba de funcionamiento, para luego continuar con la inyección de suelas y el retiro del producto del molde. Esto demuestra que en esta fase se concentra la mayor cantidad

de tareas operativas y de manipulación de maquinaria, lo que la convierte en el núcleo del sistema productivo. Esta etapa requiere especial atención debido a que combina ajustes mecánicos, interacción con moldes, apertura y cierre de paneles, tiempos de enfriamiento y retiro manual del producto, aspectos que pueden influir tanto en la productividad como en la exposición a riesgos mecánicos.

En el terminado, el proceso se simplifica principalmente al coser suelas, lo que indica una fase enfocada en mejorar la presentación y conformidad del producto. Aunque parece una etapa menos compleja que la inyección, sigue siendo importante porque implica manipulación directa del producto y herramientas de corte, por lo que también debe considerarse dentro del análisis de seguridad. Finalmente, en almacenamiento, las tareas de colocar en el costal adecuado, etiquetar y almacenar en bodega reflejan que el proceso concluye con actividades de acondicionamiento y organización del producto terminado, lo cual cierra el ciclo productivo y asegura su conservación y control antes de la distribución.

3.5.3 Identificación de peligros y riesgos mecánicos por tarea

La identificación de peligros y riesgos mecánicos por tarea constituye una etapa fundamental dentro del análisis de seguridad en el área productiva, ya que permite reconocer de manera específica las fuentes de peligro presentes en cada actividad y las posibles lesiones o daños que podrían generarse durante la ejecución del trabajo. Este procedimiento resulta necesario porque no todas las tareas implican el mismo nivel de exposición ni presentan riesgos de origen mecánico, por lo que su análisis detallado facilita distinguir entre actividades sin afectación mecánica significativa y aquellas donde existe interacción directa con maquinaria, herramientas, elementos móviles, cargas o superficies capaces de ocasionar lesiones. En este sentido, la identificación desarrollada permite enfocar la evaluación posterior únicamente en las tareas críticas, optimizando el análisis de riesgos y contribuyendo a una gestión preventiva más precisa dentro del proceso productivo.

En la Tabla 15 se muestra la identificación de peligros y riesgos mecánicos por tarea.

Tabla 15. Identificación de peligros y riesgos mecánicos por tarea

Tareas	Fuente de peligro	Posible riesgo	Imagen
Colocar la materia prima en la tolva	Altura	Caída a distinto nivel	
Iniciar triturado de la materia prima	Sistema de trituración	Proyección de partículas	
Parar triturado	Movimiento residual del molino	Proyección de partículas	
Esperar que el molino se detenga por completo	Partes móviles en desaceleración	Proyección de partículas	
Descargar la materia prima del molino	Contacto con bordes del molino	Golpe contra objetos fijos	

Tareas	Fuente de peligro	Posible riesgo	Imagen
Transportar materia prima mediante carretillas de plataforma	Carga inestable	Caída al mismo nivel, golpe contra partes fijas	
Limpiar conductos de inyección	Altura	Caída a distinto nivel	
Seleccionar molde	Manipulación de molde pesado	Golpe por manipulación de objeto, golpe contra partes fijas	
Desatornillar molde actual	Puntos de apriete, contacto con partes de la máquina	Atrapamiento de manos o dedos, golpe contra partes fijas	

Tareas	Fuente de peligro	Posible riesgo	Imagen
Retirar molde actual	Caída del molde, manipulación de molde pesado	Golpe por caída de objeto pesado, golpe contra objetos fijos	 
Colocar molde	Instalación de molde, puntos de pellizco	Golpe contra objetos fijos	
Atornillar y ajustar molde	Puntos de apriete, contacto con partes de la máquina	Atrapamiento de manos o dedos, golpe contra partes fijas	
Centrar molde	Aproximación manual entre partes móviles	Atrapamiento de manos o dedos, golpe contra partes fijas	
Realizar prueba de parámetros	Puesta en marcha de la máquina	Atrapamiento de manos o dedos, golpes contra objetos móviles	

Tareas	Fuente de peligro	Posible riesgo	Imagen
Cerrar panel de estación	Mecanismo de cierre, puntos de atrapamiento	Atrapamiento de manos o dedos, golpes contra objetos móviles	
Abrir panel de estación	Apertura del sistema, contacto con partes del molde	Golpe contra objetos móviles,	
Retirar suelas del molde	Contacto con partes de la máquina	Atrapamiento de manos o dedos, golpe contra partes fijas	
Transportar al área de terminado mediante carretillas de plataforma	Carga inestable	Caída al mismo nivel, golpe contra objetos fijos	

Tareas	Fuente de peligro	Posible riesgo	Imagen
Coser suelas	Herramientas cortantes o punzantes	Cortes en manos o dedos	
Colocar en el costal adecuado	Superficie resbalosa o desorden en el área de trabajo	Caída al mismo nivel	
Etiquetar el costal	Superficie resbalosa o desorden en el área de trabajo	Caída al mismo nivel	
Almacenar en bodega	Manipulación y apilamiento de cargas	Caída al mismo nivel golpes contra objetos fijos	

A partir de la información registrada, se observa que las tareas de preparación del embalaje, colocación del embalaje adecuado y etiquetado, no se identificaron condiciones mecánicas relevantes, debido a que corresponden principalmente a actividades manuales de apoyo sin interacción directa con equipos o mecanismos peligrosos.

Por otro lado, se observa que los riesgos mecánicos comienzan a evidenciarse desde las actividades relacionadas con la manipulación y transporte de materiales. La

selección del lote correspondiente, el transporte de materia prima mediante carretillas de plataforma y el almacenamiento en bodega presentan fuentes de peligro vinculadas con la manipulación del material, la carga inestable y el apilamiento, generando posibles lesiones como caídas, golpes leves o incidentes derivados del movimiento y manejo de cargas. Aunque estas tareas no representan el nivel más alto de criticidad dentro del proceso, sí reflejan que la presencia de riesgos mecánicos no se limita exclusivamente al uso de maquinaria, sino también a las operaciones de traslado y organización de materiales dentro de la planta.

Las etapas con mayor relevancia en la identificación corresponden al proceso de triturado y al área de inyección, debido a que en ellas existe interacción directa con equipos mecánicos y elementos potencialmente peligrosos. En el triturado, se identifican fuentes de peligro asociadas a la boca de alimentación, bordes de la tolva, partes móviles del molino, movimiento residual del equipo y contacto con bordes del sistema durante la descarga del material. Estas condiciones pueden ocasionar golpes, atrapamientos, cortes, proyección de partículas e incluso amputaciones, lo cual convierte a esta fase en una de las más críticas del proceso productivo desde el punto de vista mecánico. Además, el hecho de que se haya considerado el riesgo incluso durante la desaceleración del molino demuestra que la exposición no solo ocurre cuando el equipo está plenamente en funcionamiento, sino también durante su detención y manipulación posterior.

En el área de inyección se evidencia igualmente una alta concentración de peligros mecánicos, especialmente durante la limpieza de conductos, selección, retiro, colocación, ajuste y centrado del molde, así como en la prueba de parámetros, apertura y cierre del panel de estación y retiro de las suelas del molde. En estas tareas predominan fuentes de peligro relacionadas con la manipulación de moldes pesados, puntos de atrapamiento, mecanismos de cierre, partes del molde y puesta en marcha de la máquina. Como consecuencia, los daños posibles incluyen golpes, aplastamientos, atrapamientos de manos o dedos y cortes. Esto permite deducir que la operación de inyección representa un punto crítico de exposición, no solo por el funcionamiento del equipo, sino también por las actividades complementarias de ajuste y preparación, donde el trabajador debe interactuar de manera cercana con componentes metálicos y zonas de cierre.

Asimismo, en la fase de terminado se identificó que la tarea de coser suelas constituye una tarea con riesgo mecánico específico, debido al uso de herramientas cortantes o punzantes, lo que puede generar cortes en manos o dedos. Aunque el nivel de complejidad de esta operación es menor en comparación con el triturado y la inyección, sigue siendo una tarea que requiere control y medidas preventivas, especialmente por su carácter repetitivo y por la exposición directa del operario a herramientas manuales.

La identificación realizada permite concluir que los principales peligros mecánicos se concentran en tres grupos de actividades: la manipulación y transporte de materiales, la operación del molino en el proceso de triturado y la preparación y operación de las máquinas de inyección. Entre estas, las tareas vinculadas al molino y al cambio o ajuste de moldes destacan como las de mayor relevancia, debido a la severidad potencial de las lesiones que podrían producirse. Por tanto, esta identificación constituye una base técnica importante para la siguiente etapa de evaluación, ya que permite establecer con claridad cuáles son las tareas que deben priorizarse en el análisis de riesgo mecánico y en la propuesta de medidas de control dentro de la empresa.

3.5.4 Evaluación en el área de triturado mediante IPER

En la Tabla 16 se muestra la evaluación de riesgos mecánicos mediante la metodología IPER en el área de triturado.

Tabla 16. Matriz IPER de riesgos mecánicos en el área de triturado

TRITURADO															
N°	Tarea	Riesgo	PROBABILIDAD					Índice de severidad	Riesgo = Probabilidad * Severidad	Nivel de riesgo	JERARQUIA DE CONTROLES				
			Índice de personas expuestas	Índice procedimientos existentes	Índice de capacitación	Índice de exposición al riesgo	Índice de probabilidad				ELM	SUS	CDI	CAD	EPP
1	Colocar la materia prima en la tolva	Caída a distinto nivel	1	1	2	3	7	2	14	Moderado			X		
2	Iniciar triturado de la materia prima	Proyección de partículas	1	1	2	3	7	2	14	Moderado			X		
3	Parar triturado	Proyección de partículas	1	1	2	3	7	2	14	Moderado			X		
4	Esperar que el molino se detenga por completo	Proyección de partículas	1	1	2	3	7	2	14	Moderado			X		

TRITURADO															
N°	Tarea	Riesgo	PROBABILIDAD					Índice de severidad	Riesgo = Probabilidad * Severidad	Nivel de riesgo	JERARQUIA DE CONTROLES				
			Índice de personas expuestas	Índice procedimientos existentes	Índice de capacitación	Índice de exposición al riesgo	Índice de probabilidad				ELM	SUS	CDI	CAD	EPP
5	Descargar la materia prima del molino	Golpe contra objetos fijos	1	1	2	3	7	1	7	Tolerable				X	
6	Transportar materia prima mediante carretillas de plataforma	Caída al mismo nivel, golpe contra partes fijas	1	1	2	3	7	1	7	Tolerable				X	

a. Análisis

Se evaluó las tareas dentro del área de triturado, relacionadas con la alimentación del molino, el inicio y parada del proceso, la espera de detención total, la descarga del material y su transporte mediante carretillas. Los resultados muestran que predominan riesgos de nivel moderado en las actividades vinculadas directamente con la operación del molino, como colocar la materia prima en la tolva, iniciar el triturado, parar el proceso y esperar la detención completa del equipo. Esto evidencia que el molino constituye la principal fuente de riesgo mecánico del área, debido a la aceleración y desaceleración del motor que puede provocar proyección de partículas.

Por otro lado, las actividades de descargar la materia prima del molino y transportarla en carretillas presentan un nivel tolerable, lo que indica un menor daño en comparación con la operación directa del equipo, aunque siguen existiendo condiciones que pueden ocasionar golpes o caídas. El área de trituración presenta una criticidad media, concentrada principalmente en el uso del molino, por lo que se debe reforzar controles de operación segura, resguardos mecánicos, procedimientos de parada segura y uso adecuado de equipo de protección personal.

b. Análisis en la jerarquía de controles

- ***Colocar materia prima en la tolva – Control De Ingeniería***

Se selecciona control de ingeniería (CDI) porque el riesgo de caída a distinto nivel se reduce de manera más efectiva mediante adecuaciones físicas en el área de trabajo, como plataformas seguras, barandas, escalones antideslizantes o mejoras en el acceso a la tolva. Al tratarse de un riesgo moderado, resulta más adecuado intervenir sobre la condición material que depender únicamente de instrucciones al trabajador.

- ***Iniciar triturado de la materia prima – Control De Ingeniería***

Se adopta control de ingeniería (CDI) debido a que la proyección de partículas se controla mejor mediante resguardos, tapas de seguridad, cerramientos o pantallas de protección incorporadas al molino. Al ser un riesgo moderado asociado directamente al funcionamiento de la máquina, la medida más eficaz es impedir físicamente la exposición del trabajador

- ***Parar triturado – Control De Ingeniería***

Se escoge control de ingeniería (CDI) porque, aunque la operación se encuentre en fase de paro, todavía existe posibilidad de proyección de partículas por desaceleración del motor. Por ello, es más conveniente contar con dispositivos o elementos físicos de protección que mantengan aislada la zona de peligro hasta la detención completa del equipo.

- ***Esperar que el molino se detenga por completo – Control De Ingeniería***

Se selecciona control de ingeniería ya que el peligro proviene de las partes móviles en desaceleración, por lo que la mejor forma de controlarlo es mediante resguardos, enclavamientos o sistemas que impidan el acceso mientras exista movimiento. Así se disminuye la dependencia del comportamiento del trabajador frente a un riesgo moderado.

- ***Descargar la materia prima del molino – Control Administrativo***

Se elige control administrativo (CAD) porque el riesgo identificado es tolerable y puede reducirse adecuadamente mediante procedimientos seguros de descarga, señalización de bordes, capacitación y supervisión del método de trabajo. En este caso, no necesariamente se requiere una modificación estructural de la máquina, sino ordenar la forma correcta de intervención.

- **Transportar materia prima mediante carretillas de plataforma – Control Administrativo**

Se selecciona control administrativo (CAD) debido a que el riesgo es tolerable y está relacionado con la forma de movilización de la carga. Por ello, resulta suficiente establecer normas de transporte interno, límites de carga, inspección del estado de las carretillas, orden y limpieza de rutas, y capacitación al personal para evitar caídas y golpes.

3.5.5 Evaluación en el área de inyección mediante IPER

En la Tabla 17 se muestra la evaluación de riesgos mecánicos mediante la metodología IPER en el área de inyección.

Tabla 17. Matriz IPER de riesgos mecánicos en el área de inyección

INYECCIÓN															
N°	Tarea	Riesgo	PROBABILIDAD					Índice de severidad	Riesgo = Probabilidad * Severidad	Nivel de riesgo	JERARQUIA DE CONTROLES				
			Índice de personas expuestas	Índice procedimientos existentes	Índice de capacitación	Índice de exposición al riesgo	Índice de probabilidad				ELM	SUS	CDI	CAD	EPP
1	Limpiar conductos de inyección	Caída a distinto nivel	1	1	2	3	7	2	14	Moderado			X		
2	Seleccionar molde	Golpe por manipulación de objetos, golpe contra partes djas	2	1	1	3	7	1	7	Tolerable				X	

INYECCIÓN															
N°	Tarea	Riesgo	PROBABILIDAD					Índice de severidad	Riesgo = Probabilidad * Severidad	Nivel de riesgo	JERARQUIA DE CONTROLES				
			Índice de personas expuestas	Índice procedimientos existentes	Índice de capacitación	Índice de exposición al riesgo	Índice de probabilidad				ELM	SUS	CDI	CAD	EPP
3	Desatornillar molde actual	Atrapamiento de manos o dedos, golpe contra partes fijas	2	1	1	3	7	3	21	Importante		X			
4	Retirar molde actual	Golpe por caída de objeto pesado, golpe contra objetos fijos	2	1	1	3	7	2	14	Moderado			X		
5	Colocar molde	Golpe contra objetos fijos	2	1	1	3	7	2	14	Moderado			X		
6	Atornillar y ajustar molde	Atrapamiento de manos o dedos, golpe partes fijas	2	1	1	3	7	3	21	Importante		X			
7	Centrar molde	Atrapamiento de manos o dedos, golpe contra partes fijas	2	1	1	3	7	3	21	Importante		X			
8	Realizar prueba de parámetros	Atrapamiento de manos, golpes en objetos móviles	2	1	1	3	7	3	21	Importante		X			

INYECCIÓN															
N°	Tarea	Riesgo	PROBABILIDAD					Índice de severidad	Riesgo = Probabilidad * Severidad	Nivel de riesgo	JERARQUIA DE CONTROLES				
			Índice de personas expuestas	Índice procedimientos existentes	Índice de capacitación	Índice de exposición al riesgo	Índice de probabilidad				ELM	SUS	CDI	CAD	EPP
9	Cerrar panel de estación	Atrapamiento de manos o dedos, golpes contra objetos móviles	2	1	1	3	7	3	21	Importante		X			
10	Abrir panel de estación	Golpe contra objetos móviles, atrapamiento de manos o dedos	2	1	1	3	7	1	7	Tolerable				X	
11	Retirar suelas del molde	Atrapamiento de manos o dedos, golpe contra partes fijas	2	1	1	3	7	3	21	Importante		X			
12	Transportar al área de terminado mediante carretillas de plataforma	Caída al mismo nivel, golpe contra partes fijas	1	1	2	3	7	1	7	Tolerable				X	

a. Análisis

El área de inyección es la que presenta la mayor cantidad de tareas evaluadas y también la mayor concentración de riesgos importantes, lo que evidencia una zona más crítica dentro del proceso analizado. Las actividades con mayor nivel de riesgo son desatornillar el molde actual, atornillar y ajustar el molde, centrar el molde, realizar prueba de parámetros, cerrar panel de estación y retirar suelas del molde, todas con nivel importante. Esto demuestra que las operaciones donde existe interacción directa entre el trabajador y las partes móviles, puntos de apriete, zonas de cierre del molde y mecanismos de la máquina representan la mayor exposición a atrapamientos, golpes y aplastamientos.

Además, tareas como limpiar conductos, retirar molde actual y colocar molde registran un nivel moderado, mientras que seleccionar molde, abrir panel de estación y transportar al área de terminado presentan un nivel tolerable. Esto refleja que el área de inyección concentra los riesgos mecánicos más relevantes de toda la empresa, especialmente durante el cambio, ajuste y manipulación de moldes. Por ello, esta área debe ser priorizada en la propuesta de medidas de control, principalmente mediante procedimientos seguros de trabajo, bloqueo de energías, capacitación específica al operario y controles de ingeniería en zonas de atrapamiento.

b. Análisis en la jerarquía de controles

- ***Limpiar conductos de inyección – Control De Ingeniería***

Se escoge control de ingeniería porque la caída a distinto nivel puede prevenirse de mejor manera mediante plataformas seguras, accesos adecuados o dispositivos estables para alcanzar la zona de trabajo. Al tratarse de un riesgo moderado, es preferible reducir la exposición mediante mejoras físicas del puesto.

- ***Seleccionar molde – Control Administrativo***

Se adopta control administrativo (CAD) porque el riesgo es tolerable y está asociado a la manipulación del molde durante su selección. En este caso, la medida más adecuada es establecer procedimientos de manipulación, criterios de levantamiento seguro, inspección previa y capacitación del personal, sin requerir necesariamente sustitución o rediseño del proceso.

- ***Desatornillar molde actual - Sustitución***

Se selecciona sustitución (SUS) porque el riesgo importante de atrapamiento y golpes puede disminuirse reemplazando herramientas, métodos o mecanismos de ajuste por alternativas más seguras. Es decir, en vez de mantener el mismo sistema manual de intervención, conviene sustituirlo por uno que reduzca el contacto directo con puntos de apriete.

- ***Retirar molde actual – Control De Ingeniería***

Se escoge control de ingeniería (CDI) ya que el riesgo moderado por caída o golpe del molde pesado se controla mejor mediante ayudas mecánicas, sistemas de soporte, dispositivos de elevación o guías que eviten la manipulación directa. La medida más eficaz es intervenir en el medio físico del trabajo.

- ***Colocar molde – Control De Ingeniería***

Se adopta control de ingeniería (CDI) porque el peligro se genera en la instalación del molde y en los puntos de pellizco, por lo que resulta más efectivo incorporar guías, topes, soportes o ayudas de posicionamiento que reduzcan el contacto manual y mejoren la precisión del montaje.

- ***Atornillar y ajustar molde - Sustitución***

Se selecciona sustitución (SUS) debido a que el riesgo importante de atrapamiento puede reducirse reemplazando el método o las herramientas de ajuste por sistemas más seguros, como dispositivos que minimicen la intervención manual en puntos de apriete. En este caso, sustituir el medio de trabajo ofrece mayor eficacia que limitarse a advertencias o instrucciones.

- ***Centrar molde - Sustitución***

Se elige sustitución (SUS) porque el centrado manual expone directamente al trabajador a partes móviles y zonas de atrapamiento. Por ello, es más apropiado reemplazar este procedimiento por un método más seguro, por ejemplo, con guías, dispositivos auxiliares o mecanismos que eviten la aproximación directa de las manos.

- ***Realizar prueba de parámetros - Sustitución***

Se adopta sustitución porque el riesgo importante durante la puesta en marcha puede reducirse reemplazando la forma en que se ejecuta la prueba, utilizando modos de prueba más seguros, barreras operativas o mecanismos que alejen al trabajador de la zona de atrapamiento. El objetivo es modificar la forma de intervención para disminuir la exposición directa.

- ***Cerrar panel de estación - Sustitución***

Se escoge sustitución (SUS) ya que el mecanismo de cierre genera puntos de atrapamiento y golpes, por lo que resulta más conveniente reemplazar el sistema o el método de cierre por uno más seguro, que minimice el riesgo de aprisionamiento de manos o dedos durante la operación.

- ***Abrir panel de estación – Control Administrativo***

Se selecciona control administrativo (CAD) porque el riesgo es tolerable y puede manejarse mediante instrucciones de apertura segura, verificación previa del estado de la máquina y capacitación del operario. Al no ser un riesgo de mayor severidad, el control administrativo resulta suficiente para esta tarea.

- ***Retirar suelas del molde - Sustitución***

Se elige sustitución (SUS) porque existe riesgo importante de atrapamiento de manos y golpes durante la extracción manual del producto. En consecuencia, es preferible sustituir la forma de retiro por métodos o dispositivos que reduzcan la intervención directa del trabajador sobre la zona peligrosa.

- ***Transportar al área de terminado mediante carretillas de plataforma – Control Administrativo***

Se adopta control administrativo (CAD) ya que el riesgo es tolerable y depende principalmente del orden operacional, la estabilidad de la carga y la circulación interna. Por ello, se justifica establecer normas de transporte, inspección de rutas, límites de carga y capacitación en movilización segura.

3.5.6 Evaluación en el área de terminado mediante IPER

En la Tabla 18 se muestra la evaluación de riesgos mecánicos mediante la metodología IPER en el área de terminado.

Tabla 18. Matriz IPER de riesgos mecánicos en el área de terminado

TERMINADO															
N°	Tarea	Riesgo	PROBABILIDAD					Índice de severidad	Riesgo = Probabilidad * Severidad	Nivel de riesgo	JERARQUIA DE CONTROLES				
			Índice de personas expuestas	Índice procedimientos existentes	Índice de capacitación	Índice de exposición al riesgo	Índice de probabilidad				ELM	SUS	CDI	CAD	EPP
1	Coser suelas	Cortes en manos o dedos	1	1	2	3	7	2	14	Moderado			X		
2	Colocar el embalaje adecuado	Caída al mismo nivel	1	1	2	3	7	1	7	Tolerable				X	
3	Etiquetar el embalaje	Caída al mismo nivel	1	1	2	3	7	1	7	Tolerable				X	
4	Almacenar en bodega	Caída al mismo nivel golpes contra objetos fijos	1	1	2	3	7	1	7	Tolerable				X	

a. Análisis

En el área de terminado se evaluó las tareas; coser suelas, colocar el embalaje adecuado, etiquetar el embalaje y almacenar en bodega. Los resultados muestran que el riesgo de mayor relevancia corresponde a la tarea de coser suelas, con un nivel moderado, con la posibilidad de cortes en manos o dedos durante la manipulación del producto y el uso de herramientas de corte. Aunque no alcanza niveles importantes, sí requiere control, ya que existe una exposición directa del trabajador a lesiones mecánicas.

Las demás actividades del área, como colocar el embalaje, etiquetar y almacenar en bodega, presentan un nivel tolerable, asociado principalmente a caídas al mismo nivel y golpes contra objetos fijos. Esto indica que el área de terminado no tiene la misma criticidad que el área de inyección, pero sí mantiene riesgos mecánicos que deben controlarse para evitar incidentes menores que, por repetición o descuido, puedan convertirse en accidentes laborales.

b. Análisis de la jerarquía de controles

- ***Coser suelas – Control De Ingeniería***

Se selecciona control de ingeniería (CDI) porque el riesgo moderado de cortes en manos o dedos se previene mejor mediante dispositivos físicos de protección, guías de corte, herramientas seguras o adecuaciones del puesto que reduzcan el contacto directo con el elemento cortante. Dado que existe exposición mecánica directa, es más eficaz controlar la fuente o el medio.

- ***Colocar el embalaje adecuado – Control Administrativo***

Se elige control administrativo porque el riesgo tolerable de caída al mismo nivel puede controlarse adecuadamente con orden y limpieza, instrucciones de trabajo, delimitación de áreas y capacitación del personal. No se requiere una intervención técnica mayor, sino mejorar la organización de la tarea.

- ***Etiquetar el embalaje – Control Administrativo***

Se adopta control administrativo ya que el riesgo tolerable se asocia a condiciones de desplazamiento y postura durante la tarea. Por ello, es suficiente establecer prácticas seguras, mantener el área despejada y reforzar la supervisión del cumplimiento de normas básicas de orden y seguridad.

- ***Almacenar en bodega – Control Administrativo***

Se selecciona control administrativo porque el riesgo tolerable de caída al mismo nivel y golpes contra objetos fijos puede prevenirse mediante correcta organización del almacenamiento, señalización de pasillos, control del apilamiento, orden y limpieza, y capacitación del personal sobre circulación segura en bodega.

c. Análisis general de las áreas

En la Tabla 19 se muestra el resumen general de las áreas evaluadas mediante la metodología IPER.

Tabla 19. Resumen general de las áreas evaluadas mediante la metodología IPER

Área evaluada	Riesgos mecánicos predominantes	Nivel de criticidad según IPER	Prioridad de intervención
Triturado	Proyección de partículas, contacto con partes móviles, atrapamiento y golpes durante la operación del molino.	Intermedia, con presencia de riesgos moderados.	Media
Inyección	Atrapamiento, aplastamiento, golpes, contacto con partes móviles y mecanismos de presión.	Alta, por concentración de riesgos importantes.	Alta
Terminado	Cortes en manos o dedos, golpes contra objetos fijos y caídas al mismo nivel.	Baja, con riesgos tolerables y una actividad moderada.	Baja

Mediante la aplicación de la metodología IPER, se identificó que el área de inyección es la más crítica, al concentrar la mayor cantidad de riesgos en nivel importante, principalmente por la interacción con moldes, partes móviles y mecanismos de presión de la maquinaria. Después, se encuentra el área de trituración, donde predominan riesgos moderados asociados a la operación del molino y a la proyección de partículas. Finalmente, el área de terminado presenta una criticidad menor, con riesgos tolerables y solo una actividad en nivel moderado relacionada con la tarea de coser suelas.

Finalmente, la priorización de medidas correctivas y preventivas debería enfocarse primero en el área de inyección, luego en trituración y finalmente en terminado. En la evaluación, los resultados confirman que los procesos donde existe contacto más cercano con maquinaria en movimiento, puntos de cierre y sistemas de presión son los que representan mayor riesgo mecánico dentro del área de producción de MILPLAST

3.6 Evaluación de riesgos mediante William T. Fine

El método William T. Fine se aplicó posteriormente para evaluar cuantitativamente los riesgos mecánicos identificados mediante la metodología IPER. Esta evaluación permitió asignar valores numéricos a cada riesgo en función de tres criterios: consecuencia, exposición y probabilidad, con el fin de calcular el grado de peligrosidad y establecer el nivel de prioridad de intervención. A través de este método fue posible determinar qué actividades representan mayor criticidad dentro del área productiva de MILPLAST, facilitando la toma de decisiones técnicas para proponer medidas preventivas, correctivas y de control acordes con la magnitud del riesgo obtenido.

3.6.1 Evaluación en el área de triturado mediante William T. Fine

En la Tabla 20 se muestra la evaluación de riesgos mecánicos del área de triturado mediante el método William T. Fine.

Tabla 20. Evaluación de riesgos mecánicos mediante William T. Fine en el área de triturado.

Proceso		Triturado						
N°	Tarea	Riesgo	Evaluación de riesgo					Clasificación
			Personas expuestas	Consecuencia	Exposición	Probabilidad	Grado de peligrosidad	
1	Colocar la materia prima en la tolva	Caída a distinto nivel	1	5	10	1	50	MEDIO
2	Iniciar triturado de la materia prima	Proyección de partículas	1	5	10	1	50	MEDIO

Proceso		Triturado						
N°	Tarea	Riesgo	Evaluación de riesgo					Clasificación
			Personas expuestas	Consecuencia	Exposición	Probabilidad	Grado de peligrosidad	
3	Parar triturado	Proyección de partículas	1	5	10	1	50	MEDIO
4	Esperar que el molino se detenga por completo	Proyección de partículas	1	5	10	1	50	MEDIO
5	Descargar la materia prima del molino	Golpe contra objetos fijos	1	1	10	0.5	5	BAJO
6	Transportar materia prima mediante carretillas de plataforma	Caída al mismo nivel, golpe contra partes fijas	1	1	10	0.5	5	BAJO

- **Análisis**

En los resultados de este proceso se puede observar que las actividades con mayor nivel de riesgo son aquellas que se ejecutan durante la operación directa del molino, especialmente en el arranque, la parada y espera de detención completa del equipo. Estas tareas mantienen una criticidad "Medio", debido a la exposición del trabajador a condiciones donde pueden presentarse proyecciones de partículas y contacto cercano con el funcionamiento del sistema. Esto evidencia que las operaciones con relación al

uso activo del equipo concentran mayor atención preventiva dentro del proceso de triturado.

Por otro lado, las actividades de descarga de la materia prima y transporte mediante carretillas de plataforma presentan valores inferiores, lo que indica una menor magnitud del riesgo mecánico en comparación con las tareas anteriores. esto no significa ausencia de riesgo, sino una exposición menos severa con consecuencias menores. Se puede apreciar una diferencia clara entre las operaciones principales del equipo y las tareas complementarias, el cual permite establecer prioridades de intervención de acuerdo con la criticidad identificada.

Finalmente, los resultados evidencian que la severidad de las posibles lesiones influye en la valoración final, ya que el método no solo considera la exposición al peligro, sino también la probabilidad y posibilidad de consecuencias de mayor gravedad. Esto ayudó a distinguir con claridad que el mayor nivel de atención debe dirigirse a las operaciones donde coinciden cercanía al equipo, probabilidad de ocurrencia y consecuencias potencialmente severas, mientras que las tareas complementarias pueden ser controladas mediante acciones preventivas de menor complejidad.

3.6.2 Evaluación en el área de inyección mediante William T. Fine

En la Tabla 21 se muestra la evaluación de riesgos mecánicos del área de inyección mediante el método William T. Fine

Tabla 21. Evaluación de riesgos mecánicos mediante William T. Fine en el área de inyección.

Proceso		Inyección						
N°	Tarea	Riesgo	Evaluación de riesgo					Clasificación
			Personas expuestas	Consecuencia	Exposición	Probabilidad	Grado de peligrosidad	
1	Limpiar conductos de inyección	Caída a distinto nivel	1	5	10	1	50	MEDIO

Proceso		Inyección						
N°	Tarea	Riesgo	Evaluación de riesgo					
			Personas expuestas	Consecuencia	Exposición	Probabilidad	Grado de peligrosidad	Clasificación
2	Seleccionar molde	Golpe por manipulación de objetos, golpe contra partes fijas	1	1	10	1	10	BAJO
3	Desatornillar molde actual	Atrapamiento de manos o dedos, golpe contra partes fijas	1	15	10	1	150	ALTO
4	Retirar molde actual	Golpe por caída de objeto pesado, golpe contra objetos fijos	1	5	10	1	50	MEDIO
5	Colocar molde	Golpe contra objetos fijos	1	5	10	1	50	MEDIO
6	Atornillar y ajustar molde	Atrapamiento de manos o dedos, golpe contra partes fijas	1	15	10	1	150	ALTO
7	Centrar molde	Atrapamiento de manos o dedos, golpe contra partes fijas	1	15	10	1	150	ALTO
8	Realizar prueba de parámetros	Atrapamiento de manos o dedos, golpes contra objetos móviles	1	15	10	1	150	ALTO
9	Cerrar panel de estación	Atrapamiento de manos o dedos, golpes contra objetos móviles	1	15	10	1	150	ALTO
Proceso		Inyección						

N°	Tarea	Riesgo	Evaluación de riesgo					
			Personas expuestas	Consecuencia	Exposición	Probabilidad	Grado de peligrosidad	Clasificación
10	Abrir panel de estación	Golpe contra objetos móviles, atrapamiento de manos o dedos	1	1	10	0.5	5	BAJO
11	Retirar suelas del molde	Atrapamiento de manos o dedos, golpe contra partes fijas	1	15	10	1	150	ALTO
12	Transportar al área de terminado mediante carretillas de plataforma	Caída al mismo nivel, golpe contra partes fijas	1	1	6	0.5	3	BAJO

- **Análisis**

En este proceso se evidencia una mayor concentración de actividades con nivel de riesgo Alto, principalmente en aquellas relacionadas con el desmontaje, ajuste, centrado y prueba del molde, así como en la manipulación de paneles y retiro de piezas. Estas operaciones presentan una mayor criticidad debido a la combinación de contacto directo con partes del equipo, posibilidad de atrapamiento de manos o dedos y cercanía a elementos mecánicos durante la operación o ajuste. Con ello se puede identificar que el proceso de inyección se encuentra en las tareas donde existe intervención manual directa sobre la máquina o sus componentes.

Por otra parte, las tareas como seleccionar el molde, retirarlo, colocarlo, configurar parámetros o transportar el producto muestran niveles de riesgo menores, lo que indica que, aunque existe peligro mecánico, su magnitud es más reducida frente a las operaciones de ajuste y prueba. Los resultados reflejan que el comportamiento del riesgo en este proceso depende del grado de interacción del trabajador con el equipo,

siendo más crítico en las tareas de manipulación directa y menos significativo en aquellas de apoyo o traslado.

Asimismo, se observa que las actividades más críticas son aquellas en las que el trabajador debe intervenir directamente sobre zonas funcionales de la máquina, especialmente durante operaciones de regulación, comprobación o retiro de elementos del sistema. En estas condiciones, el riesgo aumenta debido a que la tarea exige proximidad a componentes mecánicos y mayor precisión en la ejecución, lo que incrementa la posibilidad de atrapamientos, golpes o cortes si no se mantienen controles adecuados durante la operación.

Finalmente, los resultados permiten diferenciar con claridad las tareas operativas de alta importancia frente a aquellas de carácter complementario, donde la exposición al peligro mecánico es más limitada. Esta diferenciación resulta importante porque muestra que la criticidad no se distribuye de manera uniforme en todo el proceso, sino que se concentra en actividades específicas de intervención técnica. En consecuencia, las operaciones relacionadas con ajuste, prueba y manipulación directa del molde representan los puntos de mayor atención preventiva dentro del proceso de inyección.

3.6.3 Evaluación en el área de terminado mediante William T. Fine

En la Tabla 22 se muestra la evaluación de riesgos mecánicos del área de terminado mediante el método William T. Fine.

Tabla 22. Evaluación de riesgos mecánicos mediante William T. Fine en el área de terminado.

Proceso		Terminado						
N°	Tarea	Riesgo	Evaluación de riesgo					Clasificación
			Personas expuestas	Consecuencia	Exposición	Probabilidad	Grado de peligrosidad	
1	Coser suelas	Cortes en manos o dedos	1	5	10	1	50	MEDIO
2	Colocar el embalaje adecuado	Caída al mismo nivel	1	1	10	1	10	BAJO
3	Etiquetar el embalaje	Caída al mismo nivel	1	1	10	1	10	BAJO
4	Almacenar en bodega	Caída al mismo nivel golpes contra objetos fijos	1	1	10	1	10	BAJO

- **Análisis**

Los resultados muestran que este proceso presenta una criticidad menor en comparación con los demás, concentrándose el mayor nivel de riesgo en la actividad de coser suelas. Esta operación destaca por implicar contacto directo con elementos capaces de generar cortes o lesiones en manos y dedos, lo que la convierte en la tarea

más sensible dentro del conjunto evaluado. Esto permite identificar que, dentro del proceso de terminado, los riesgos mecánicos se asocian principalmente a operaciones manuales específicas que implican contacto con superficies o herramientas con capacidad de lesión.

En cambio, actividades como colocar el embalaje, etiquetar y almacenar en bodega presentan niveles bajos de riesgo, lo que evidencia una menor exposición a peligros mecánicos relevantes. Aun así, estas tareas conservan cierta posibilidad de incidentes menores, como caídas al mismo nivel o golpes contra objetos fijos, que no precisamente están fuera de peligro. El análisis permite observar que en esta etapa predominan riesgos mecánicos de menor magnitud y concentrados en tareas puntuales, lo que facilita una priorización más específica de las medidas preventivas.

3.7 Análisis comparativo del método IPER y William T. Fine

En la Tabla 23 se muestra el resumen comparativo entre la metodología IPER y el método William T. Fine

Tabla 23. Resumen comparativo de la evaluación de riesgos mediante IPER y William T. Fine

Área evaluada	Resultados según metodología IPER	Resultados según William T. Fine	Prioridad de intervención
Triturado	Se identificaron riesgos mecánicos asociados principalmente a la operación del molino, alimentación de materia prima, parada del equipo y espera de detención completa. Predominaron riesgos moderados relacionados con proyección de partículas, contacto con partes móviles y golpes.	La evaluación cuantitativa clasificó como nivel medio las tareas relacionadas con la operación directa del molino, especialmente por la exposición a proyección de partículas y cercanía al equipo en funcionamiento.	Media
Inyección	Se identificaron riesgos importantes vinculados con la manipulación de moldes, zonas de cierre, mecanismos de presión, partes móviles y operación de las inyectoras.	William T. Fine confirmó una mayor criticidad en esta área, debido a la posibilidad de atrapamientos, aplastamientos, golpes y contacto con partes móviles durante la operación y ajuste de las máquinas.	Alta
Terminado	Se identificaron riesgos de menor criticidad, relacionados principalmente con tareas manuales como coser suelas, colocar embalaje, etiquetar y almacenar en bodega.	La evaluación cuantitativa mostró un nivel medio únicamente en la actividad de coser suelas, mientras que las demás tareas presentaron niveles bajos.	Baja

La aplicación de la metodología IPER y del método William T. Fine permitió analizar los riesgos mecánicos presentes en el área productiva de MILPLAST desde dos enfoques complementarios. En primer lugar, la metodología IPER permitió identificar de manera ordenada las actividades, tareas, peligros, riesgos asociados, posibles consecuencias y controles existentes en cada proceso productivo. Esta etapa fue fundamental porque permitió reconocer las fuentes de riesgo mecánico presentes en las áreas de triturado, inyección y terminado, considerando la interacción directa del trabajador con maquinaria, herramientas, moldes, partes móviles, sistemas de presión y elementos cortantes. A partir de esta identificación inicial, fue posible establecer una base técnica para aplicar posteriormente una evaluación cuantitativa más específica mediante el método William T. Fine.

En la evaluación mediante IPER se evidenció que el área de inyección representa la zona de mayor criticidad dentro del proceso productivo, debido a que concentra la mayor cantidad de riesgos importantes. Las tareas más críticas se relacionan con el cambio, ajuste, centrado y manipulación de moldes, así como con la realización de pruebas de parámetros, cierre del panel de estación y retiro de suelas del molde. Estos resultados muestran que los riesgos mecánicos más relevantes se originan cuando el trabajador interviene directamente en zonas de atrapamiento, puntos de cierre, partes móviles y mecanismos de presión de la máquina. En contraste, el área de triturado presentó principalmente riesgos moderados asociados a la operación del molino y a la proyección de partículas, mientras que el área de terminado mostró una criticidad menor, con riesgos tolerables y una actividad moderada relacionada con la costura de suelas.

Por su parte, el método William T. Fine permitió profundizar la evaluación de los riesgos mecánicos identificados mediante IPER, asignando valores numéricos a las variables de consecuencia, exposición y probabilidad. Esta valoración permitió calcular el grado de peligrosidad de cada tarea y clasificar los riesgos de acuerdo con su prioridad de intervención. Por otro lado, la metodología IPER, se obtuvo una visión general del nivel de riesgo y de los controles aplicables, William T. Fine aportó una valoración más específica sobre la magnitud del peligro, facilitando la comparación entre actividades y determinar aquellas que requieren mayor atención. De esta manera,

el método contribuyó a transformar la identificación inicial de peligros en una priorización técnica basada en resultados cuantificables.

Al comparar los resultados obtenidos por ambas metodologías, se observa que las dos metodologías comparten las tareas más críticas. Tanto IPER como William T. Fine coinciden en que el área de inyección debe ser priorizada dentro de la propuesta de intervención, debido a la presencia de riesgos relacionados con atrapamientos, golpes, aplastamientos y contacto con partes móviles durante la manipulación de moldes y operación de las inyectoras. Esta relación fortalece la validez del análisis, ya que demuestra que los riesgos detectados inicialmente mediante IPER también presentan una importancia significativa mediante William T. Fine.

En el caso del área de triturado, ambas metodologías reflejan una criticidad intermedia. La metodología IPER clasificó varias actividades del proceso como riesgos moderados, especialmente aquellas relacionadas con la alimentación del molino, el inicio del triturado, la parada del equipo y la espera de detención completa. Así mismo, William T. Fine clasificó estas tareas con un nivel medio de peligrosidad, debido a la exposición del trabajador a la proyección de partículas y al contacto cercano con el funcionamiento del molino. Esto permite confirmar que el molino constituye la principal fuente de riesgo mecánico en esta área, por lo que las medidas preventivas deben orientarse hacia resguardos, protección contra partículas, procedimientos de operación segura y control durante la detención del equipo.

En el área de terminado, los resultados de ambas metodologías evidencian una menor criticidad en comparación con triturado e inyección. La actividad de coser suelas fue identificada como la tarea más sensible, debido al riesgo de cortes en manos o dedos por contacto con herramientas o elementos punzantes. Sin embargo, las tareas de colocar embalaje, etiquetar y almacenar en bodega presentaron niveles bajos o tolerables, lo que indica una menor exposición a riesgos mecánicos severos. Esta comparación permite determinar que, aunque el área de terminado no representa la mayor prioridad de intervención, sí requiere medidas preventivas específicas para controlar los riesgos asociados a operaciones manuales repetitivas y al orden del área de trabajo.

La principal diferencia entre ambas metodologías radica en el nivel de detalle que aporta cada una. IPER permitió construir una matriz amplia de identificación y evaluación inicial, considerando factores como personas expuestas, procedimientos existentes, capacitación, exposición al riesgo, severidad y jerarquía de controles. En cambio, William T. Fine permitió valorar de manera más precisa el grado de peligrosidad mediante una fórmula cuantitativa, facilitando la priorización de las tareas según la consecuencia, exposición y probabilidad. Por esta razón, IPER fue útil para estructurar el diagnóstico inicial del riesgo, mientras que William T. Fine fue fundamental para sustentar técnicamente la prioridad de intervención.

Finalmente, la aplicación de ambas metodologías permitió obtener un análisis más completo de los riesgos mecánicos presentes en MILPLAST. La metodología IPER facilitó la identificación de peligros, la descripción de riesgos y la selección inicial de controles, mientras que William T. Fine permitió cuantificar la magnitud del riesgo y establecer una jerarquización más objetiva de las actividades críticas. Los resultados obtenidos demuestran que la prioridad de intervención debe enfocarse principalmente en el área de inyección, seguida del área de triturado y finalmente el área de terminado. Esta relación permite proponer medidas técnicas, administrativas y de control, orientadas a reducir la exposición del trabajador, mejorar las condiciones de operación de las máquinas y fortalecer la prevención de accidentes mecánicos dentro del área productiva de MILPLAST.

3.8 Medidas técnicas

A partir de los resultados obtenidos mediante la identificación de peligros con la metodología IPER y la evaluación cuantitativa de riesgos mecánicos con el método William T. Fine, se establecieron medidas técnicas de control orientadas a reducir la exposición del trabajador frente a las fuentes de peligro presentes en el área productiva de MILPLAST. Estas medidas se enfocan principalmente en intervenir las condiciones inseguras relacionadas con maquinaria, herramientas, partes móviles, zonas de atrapamiento, puntos de corte, proyección de partículas y manipulación de moldes, priorizando aquellas actividades que presentaron mayor nivel de riesgo. La finalidad de estas acciones es controlar el riesgo desde su origen o disminuir su probabilidad de

ocurrencia mediante soluciones físicas, mecánicas o de ingeniería que mejoren la seguridad durante la ejecución de las tareas operativas.

Las medidas técnicas propuestas se plantean de acuerdo con la criticidad identificada en cada área de trabajo, considerando los procesos de triturado, inyección y terminado. En este sentido, las acciones de control buscan fortalecer la protección de los operarios mediante la implementación de resguardos, barreras físicas, dispositivos de seguridad, mejoras en las condiciones de operación de las máquinas y adecuaciones que permitan reducir el contacto directo con los puntos peligrosos. De esta manera, las medidas técnicas constituyen una respuesta preventiva frente a los riesgos mecánicos evaluados, sirviendo como base para complementar posteriormente las medidas administrativas y de control dentro de la empresa.

3.8.1 Medidas técnicas para el área de triturado

En la Tabla 24 se muestran las medidas técnicas de control propuestas para el área de triturado, en función del nivel de riesgo obtenido en la evaluación.

Tabla 24. Medidas técnicas de control propuestas para el área de triturado

N°	Tarea	Nivel de riesgo	Medida técnica propuesta	Referencia
1	Colocar la materia prima en la tolva	Medio	Adecuar la zona de alimentación con una plataforma fija, superficie antideslizante y protección lateral, con el fin de reducir el riesgo de caída durante el acceso a la tolva.	
2	Iniciar triturado de la materia prima	Medio	Instalar pantallas o resguardos de protección en el área de operación del molino para contener la salida de partículas durante el arranque del equipo.	
3	Parar triturado	Medio	Incorporar una cubierta o resguardo de protección que permita contener partículas residuales durante la detención del molino.	

N°	Tarea	Nivel de riesgo	Medida técnica propuesta	Referencia
4	Esperar que el molino se detenga por completo	Medio	Colocar barreras físicas o protectores transparentes en la zona de observación del molino para evitar la exposición directa del trabajador mientras el equipo culmina su ciclo.	
5	Descargar la materia prima del molino	Bajo	Reorganizar y adecuar el área de descarga, eliminando obstáculos e incorporando apoyos o guías de salida del material para evitar golpes contra estructuras fijas cercanas.	
6	Transportar materia prima mediante carretillas de plataforma	Bajo	Adecuar las rutas de circulación con piso uniforme, libre de obstáculos y con suficiente espacio de maniobra, para evitar tropiezos y choques durante el traslado de la materia prima.	

Las medidas técnicas propuestas para este proceso se orientan principalmente a intervenir sobre las condiciones físicas del área de trabajo y del equipo, con el fin de reducir la exposición del trabajador a peligros presentes durante la alimentación, operación, detención y descarga del molino. Se observa que las acciones planteadas priorizan la instalación de protecciones, adecuación de superficies de acceso, delimitación de zonas de observación y mejora de las rutas de circulación, lo que resulta adecuado con los riesgos identificados, especialmente aquellos relacionados con caídas, proyección de partículas y golpes contra estructuras fijas.

En conjunto, estas medidas muestran un enfoque preventivo dirigido a controlar el peligro desde la fuente o desde el entorno inmediato de trabajo, disminuyendo la probabilidad de incidentes antes de recurrir a otros tipos de control. Además, su aplicación permitiría mejorar las condiciones de seguridad en las actividades con mayor exposición operativa, estableciendo una relación directa entre el nivel de riesgo identificado y la necesidad de adecuaciones físicas específicas en el proceso.

3.8.2 Medidas técnicas para el área de inyección

En la Tabla 25 se muestran las medidas técnicas de control propuestas para el área de inyección, considerando las tareas con mayor exposición a riesgos mecánicos.

Tabla 25. Medidas técnicas de control propuestas para el área de inyección

N°	Tarea	Nivel de riesgo	Medida técnica propuesta	Referencia
1	Limpiar conductos de inyección	Medio	Adecuar el acceso a la zona de intervención mediante una plataforma estable o superficie segura de trabajo que reduzca el riesgo de caída durante la limpieza de los conductos.	
2	Seleccionar molde	Bajo	Implementar soportes o estanterías de almacenamiento ordenado para moldes, permitiendo una manipulación estable y reduciendo golpes contra estructuras fijas.	
3	Desatornillar molde actual	Alto	Incorporar dispositivos de fijación y herramientas adecuadas que mantengan estable el molde durante el desmontaje, reduciendo atrapamientos y golpes en la operación.	
4	Retirar molde actual	Medio	Utilizar sistemas de apoyo mecánico, carros de traslado o medios de sujeción que faciliten el retiro controlado del molde y eviten caídas o impactos contra estructuras cercanas.	
5	Colocar molde	Medio	Instalar guías de posicionamiento o topes mecánicos que faciliten el montaje del molde y eviten golpes durante su colocación.	

N°	Tarea	Nivel de riesgo	Medida técnica propuesta	Referencia
6	Atornillar y ajustar molde	Alto	Implementar elementos de fijación y estabilidad que mantengan el molde inmovilizado durante el ajuste, reduciendo el riesgo de atrapamiento y golpes.	
7	Centrar molde	Alto	Incorporar guías de alineación y topes de centrado que permitan posicionar el molde con menor intervención manual directa.	
8	Configurar parámetros de máquina	Bajo	Adecuar el área frente al panel de control con piso uniforme, antideslizante y libre de obstáculos para evitar tropiezos durante la configuración de la máquina.	
9	Realizar prueba de parámetros	Alto	Instalar resguardos o barreras físicas en la zona de prueba para impedir el acceso del trabajador a componentes móviles durante la verificación del funcionamiento.	
10	Cerrar panel de estación	Alto	Incorporar mecanismos de cierre controlado, bisagras seguras o topes que eviten movimientos bruscos del panel y reduzcan atrapamientos al cerrarlo.	
11	Abrir panel de estación	Bajo	Instalar sistemas de apertura controlada o amortiguadores que regulen el movimiento del panel y eviten golpes o atrapamientos durante su apertura.	

N°	Tarea	Nivel de riesgo	Medida técnica propuesta	Referencia
12	Retirar suelas del molde	Alto	Incorporar herramientas auxiliares de extracción o dispositivos de expulsión que reduzcan la introducción directa de las manos en la zona del molde.	
13	Transportar al área de terminado mediante carretillas de plataforma	Bajo	Adecuar las carretillas y la ruta de transporte con superficie estable, libre de obstáculos y con espacio suficiente de circulación para evitar incidentes durante el traslado del producto.	

En este proceso, las medidas técnicas presentan un mayor nivel de complejidad debido a que varias actividades implican intervención directa sobre moldes, paneles y componentes de la máquina. Por ello, las propuestas se centran en incorporar dispositivos de apoyo, sistemas de fijación, guías de alineación, medios de sujeción y mecanismos de apertura o cierre controlado, con el propósito de reducir atrapamientos, golpes y efectos derivados de la manipulación de objetos pesados o elementos móviles. Esto evidencia que las acciones planteadas buscan controlar de manera directa los puntos críticos donde el trabajador mantiene mayor interacción con el sistema.

De forma general, las medidas propuestas corresponden con los niveles de riesgo identificados, ya que las actividades con mayor criticidad son precisamente aquellas donde se plantean intervenciones más específicas. Esto permite observar una priorización técnica adecuada, orientada a disminuir la exposición manual, mejorar la estabilidad de los componentes manipulados y reducir la posibilidad de accidentes durante tareas de desmontaje, ajuste, prueba y retiro de piezas.

3.8.3 Medidas técnicas para el área de terminado

En la Tabla 26 se muestran las medidas técnicas de control propuestas para el área de terminado, orientadas a reducir los riesgos mecánicos identificados.

Tabla 26. Medidas técnicas de control propuestas para el área de terminado.

N°	Tarea	Nivel de riesgo	Medida técnica propuesta	Referencia
1	Cortar rebabas sobrantes	Medio	Incorporar guías de corte, soportes de sujeción o dispositivos de apoyo que disminuyan el contacto directo de las manos con el elemento cortante.	
2	Colocar el embalaje adecuado	Bajo	Adecuar el área de embalaje con piso uniforme, libre de obstáculos y con espacio suficiente de movilidad para reducir el riesgo de caída durante la tarea.	
3	Etiquetar el embalaje	Bajo	Mantener una estación de trabajo ordenada, con superficie estable y área despejada, para evitar tropiezos o pérdidas de equilibrio durante el etiquetado.	
4	Almacenar en bodega	Bajo	Adecuar la bodega con pasillos despejados, distribución segura del material y protección visible en estructuras fijas para evitar caídas y golpes durante el almacenamiento.	

Las medidas técnicas propuestas para este proceso están dirigidas a controlar riesgos de menor magnitud en comparación con los otros procesos, centrándose principalmente en la adecuación del puesto de trabajo, la organización física del área y la incorporación de apoyos para tareas manuales específicas. Destaca especialmente

la actividad de corte de rebabas, donde la medida propuesta busca reducir el contacto directo de las manos con el elemento cortante, mientras que en las actividades de embalaje y almacenamiento se prioriza la mejora de superficies, pasillos y condiciones de orden del espacio de trabajo.

Estas medidas resultan adecuadas con la naturaleza de las actividades evaluadas, ya que responden a riesgos más puntuales y de menor criticidad relativa. Esto permite establecer controles proporcionales al nivel de riesgo identificado, evitando propuestas sobredimensionadas y manteniendo un enfoque práctico basado en la adecuación física del entorno y en la reducción de condiciones que puedan ocasionar cortes, caídas o golpes durante la ejecución de las tareas.

3.9 Medidas administrativas, Instructivo de trabajo seguro



3.9.1 Introducción

La seguridad y salud en el trabajo constituye un componente esencial dentro de las actividades industriales, debido a que permite prevenir accidentes, reducir la exposición de los trabajadores a condiciones peligrosas y fortalecer el cumplimiento de prácticas seguras en cada proceso operativo. En entornos productivos donde se emplean máquinas, herramientas y equipos con partes móviles, la presencia de riesgos mecánicos representa una de las principales fuentes de accidentalidad, especialmente cuando las tareas implican contacto directo con zonas de operación, manipulación de materiales, ajuste de componentes o intervención de equipos en funcionamiento. Por ello, resulta necesario establecer lineamientos claros que orienten al personal en la ejecución segura de sus actividades.

En este contexto, el presente instructivo de trabajo seguro ha sido elaborado con el propósito de servir como una guía práctica para el desarrollo de las actividades realizadas en las áreas de triturado, inyección y terminado de MILPLAST. Su contenido reúne disposiciones orientadas a prevenir incidentes y accidentes asociados a riesgos mecánicos, mediante la descripción de medidas preventivas, responsabilidades y procedimientos de trabajo seguro aplicables a las tareas identificadas como críticas. De esta manera, el manual busca contribuir al fortalecimiento de la cultura preventiva dentro de la empresa, promoviendo condiciones de trabajo más seguras y una actuación responsable por parte del personal durante el desempeño de sus funciones.

3.9.2 Objetivo del instructivo

Establecer lineamientos y procedimientos seguros de trabajo para las actividades desarrolladas en las áreas de triturado, inyección y terminado de la empresa MILPLAST, con la finalidad de prevenir accidentes laborales asociados a riesgos mecánicos, reducir la exposición del personal a condiciones inseguras y promover el cumplimiento de prácticas de trabajo seguras durante la ejecución de las operaciones.

3.9.3 Alcance

El presente instructivo de trabajo seguro es aplicable a las actividades desarrolladas en las áreas de triturado, inyección y terminado de la empresa MILPLAST, específicamente en aquellas tareas donde se ha identificado la presencia de riesgos mecánicos durante la operación de equipos, manipulación de materiales y ejecución de actividades complementarias. Su contenido está dirigido al personal operativo que interviene directamente en estos procesos, así como a los responsables de supervisión y control de las condiciones de seguridad en el lugar de trabajo.

Este instructivo comprende lineamientos de seguridad, medidas preventivas y procedimientos seguros para la ejecución de las tareas analizadas, con el propósito de orientar al personal en el desarrollo adecuado de sus funciones y reducir la probabilidad de accidentes asociados a atrapamientos, cortes, golpes, caídas y otros eventos de origen mecánico. Su aplicación deberá ser considerada como referencia obligatoria durante la realización de las actividades incluidas, sin perjuicio del cumplimiento de otras disposiciones internas de seguridad y salud ocupacional establecidas por la empresa.

3.9.4 Definiciones Básicas

- ***Peligro***

Fuente, situación o condición con capacidad de causar lesión, deterioro de la salud o daño al trabajador. Puede originarse en partes móviles, cuchillas, moldes, rodillos, sistemas de transmisión, superficies calientes o elementos con energía acumulada [21].

- ***Riesgo***

Combinación de la probabilidad de que ocurran uno o más eventos relacionados con el trabajo, y la severidad del daño a la salud o lesión que pueden causar tales eventos [21].

- ***Riesgo mecánico***

Probabilidad de que un trabajador sufra una lesión por la acción mecánica de elementos de máquinas, herramientas, piezas de trabajo o materiales proyectados. Este riesgo puede presentarse por atrapamientos, cortes, golpes, aplastamientos, fricción, perforación o proyección de partículas [26].

- ***Accidente de trabajo***

Suceso relacionado con la actividad laboral que ocasiona lesión corporal, afectación a la salud, incapacidad o muerte del trabajador [25].

- ***Incidente***

Evento relacionado con el trabajo que pudo ocasionar una lesión, daño o pérdida, pero que no llegó a materializarse [25].

- ***Condición insegura***

Situación presente en el ambiente de trabajo, maquinaria, herramientas o instalaciones que puede generar un accidente [22].

- ***Acto inseguro***

Acción realizada por el trabajador que incumple una norma o procedimiento de seguridad y aumenta la posibilidad de accidente. Puede incluir operar una máquina sin autorización, retirar resguardos, introducir las manos en zonas de atrapamiento, usar herramientas inadecuadas o no utilizar el equipo de protección personal requerido [22].

- ***Atrapamiento***

Riesgo mecánico que ocurre cuando una parte del cuerpo queda atrapada entre dos elementos móviles, o entre un elemento móvil y una parte fija de la máquina. Puede producir aplastamientos, fracturas, amputaciones o lesiones graves [22].

- ***Corte o seccionamiento***

Lesión producida por contacto con elementos filosos, cuchillas, bordes cortantes o piezas en movimiento. Este riesgo es frecuente en operaciones donde se manipulan materiales, herramientas o máquinas con superficies cortantes [26].

- ***Golpe o impacto***

Contacto violento entre el trabajador y un objeto, herramienta, pieza o parte de una máquina. Puede generarse por caída de materiales, movimientos inesperados de equipos, manipulación de cargas o proyección de elementos durante el proceso [26].

- ***Proyección de partículas***

Expulsión de fragmentos, virutas, residuos o partículas sólidas hacia el trabajador durante una operación. Este riesgo puede afectar principalmente ojos, rostro y extremidades [26].

- ***Equipo de Protección Personal (EPP)***

Elemento o dispositivo utilizado por el trabajador para protegerse frente a riesgos que no han podido eliminarse o controlarse completamente mediante otras medidas. En actividades con riesgo mecánico puede incluir guantes de seguridad, gafas, calzado de seguridad, protección auditiva, mascarilla o ropa de trabajo adecuada [29].

- ***Resguardo de seguridad***

Barrera física instalada en una máquina para impedir que el trabajador entre en contacto con zonas peligrosas, como partes móviles, cuchillas, engranajes, correas, rodillos o puntos de atrapamiento. Su uso permite reducir la exposición directa al peligro mecánico [26].

- ***Señalización de seguridad***

Conjunto de señales visuales utilizadas para advertir peligros, indicar obligaciones, prohibiciones, rutas de evacuación o ubicación de equipos de emergencia. Su aplicación permite reforzar la prevención de accidentes y orientar el comportamiento seguro del personal [35].

- ***Procedimiento seguro de trabajo***

Secuencia ordenada de pasos que indica cómo ejecutar una actividad de forma segura, considerando acciones antes, durante y después del trabajo. Su objetivo es reducir la exposición del trabajador a peligros y estandarizar la forma correcta de realizar una tarea [21].

3.9.5 Responsables

Son responsables del cumplimiento todos los trabajadores que ejecutan actividades en las áreas de triturado, inyección y terminado de la empresa MILPLAST, quienes deberán aplicar los procedimientos seguros establecidos, utilizar correctamente los equipos, herramientas y elementos de protección personal requeridos, y actuar de forma preventiva durante el desarrollo de sus labores. Asimismo, cada trabajador será responsable de informar cualquier condición insegura, falla en los equipos o situación que pueda representar un riesgo mecánico para su integridad o la de sus compañeros.

De igual manera, son responsables los supervisores o encargados de área, quienes deberán verificar el cumplimiento de las disposiciones contenidas en este instructivo, asegurar que el personal reciba la inducción o capacitación correspondiente, supervisar la correcta ejecución de las tareas y promover la aplicación de medidas preventivas dentro de cada proceso. También corresponde a la empresa facilitar los recursos necesarios para la implementación de los procedimientos seguros, mantener en condiciones adecuadas las instalaciones, equipos y herramientas, y fortalecer las acciones de control orientadas a prevenir accidentes laborales asociados a riesgos mecánicos.

3.9.6 Normativa Legal

La elaboración del presente instructivo de trabajo seguro se fundamenta en la normativa legal vigente relacionada con la Seguridad y Salud en el Trabajo, debido a que las actividades productivas de MILPLAST implican exposición a riesgos mecánicos derivados del uso de maquinaria, herramientas, moldes, molinos, tolvas y equipos de transporte interno. Por esta razón, el instructivo busca orientar la ejecución

segura de las tareas, prevenir accidentes laborales y fortalecer el cumplimiento de las obligaciones preventivas dentro de la empresa.

En la Tabla 27 se muestra la normativa legal que fundamenta la elaboración del instructivo de trabajo seguro para la prevención de riesgos mecánicos en MILPLAST.

Tabla 27. Normativa legal aplicable al instructivo de trabajo seguro

Normativa	Relación con el instructivo de trabajo seguro
Constitución de la República del Ecuador	Sustenta el derecho de los trabajadores a desarrollar sus actividades en ambientes seguros y saludables. Por ello, el instructivo contribuye a prevenir accidentes y proteger la integridad física del personal.
Código del Trabajo del Ecuador	Establece obligaciones generales del empleador y del trabajador en materia laboral, incluyendo la prevención de riesgos derivados del trabajo. El instructivo funciona como una herramienta administrativa para orientar prácticas seguras.
Decreto Ejecutivo N.º 255 – Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo	Es la referencia principal actual para SST en Ecuador. Su aplicación es obligatoria en todo el territorio nacional y regula la prevención de riesgos laborales, responsabilidades, capacitación, identificación de peligros, evaluación y control de riesgos.
Acuerdo Ministerial N.º MDT-2024-196	Complementa el cumplimiento y control de obligaciones laborales en seguridad y salud ocupacional, emitido en relación con el Decreto Ejecutivo N.º 255. Es útil para justificar que la empresa debe mantener acciones documentadas de prevención.
Decisión 584 de la Comunidad Andina – Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo	Establece lineamientos regionales para promover acciones preventivas en los centros de trabajo y disminuir o eliminar daños a la salud de los trabajadores. El Ministerio del Trabajo la mantiene dentro de su marco normativo de SST.
Resolución 957 de la Comunidad Andina	Reglamenta la Decisión 584 y orienta la gestión preventiva en seguridad y salud en el trabajo. Sirve como respaldo para establecer procedimientos, responsabilidades y acciones de control.
Norma Técnica en Seguridad e Higiene del Trabajo	Establece lineamientos técnicos para la seguridad en el trabajo y prevención de riesgos laborales en los centros de trabajo; su aplicación se vincula al Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo emitido mediante Decreto Ejecutivo N.º 255.

3.9.7 Señalética

La señalización de seguridad en las áreas productivas de MILPLAST tiene como finalidad advertir al personal sobre la presencia de riesgos mecánicos, indicar el uso obligatorio de equipos de protección personal, restringir actos inseguros y facilitar la ubicación de medios de emergencia. Según la Guía Técnica sobre señalización de

seguridad y salud en el trabajo, la señalización debe emplearse cuando el análisis de riesgos evidencie la necesidad de llamar la atención sobre peligros, prohibiciones u obligaciones, alertar ante situaciones de emergencia, facilitar la localización de medios de protección o guiar al trabajador durante maniobras peligrosas.

a. Tipos de señaléticas utilizadas

En la Tabla 28 se muestran los tipos de señales de seguridad utilizadas dentro del instructivo

Tabla 28. Tipos de señales de seguridad utilizadas en el instructivo

Tipo de señal	Uso dentro del instructivo
Señales de prohibición	Se utilizan para impedir actos inseguros que puedan generar accidentes.
Señales de advertencia	Se utilizan para advertir sobre riesgos mecánicos, eléctricos, térmicos o de caída de objetos.
Señales de obligación	Se utilizan para indicar comportamientos obligatorios, principalmente el uso de equipos de protección personal.
Señales de condición segura	Se utilizan para indicar rutas de evacuación, salidas, primeros auxilios o punto de encuentro.
Señales contra incendios	Se utilizan para identificar extintores y equipos de lucha contra incendios.

b. Colores de seguridad

En la Tabla 29 se presentan los colores de seguridad y su significado, los cuales permiten identificar visualmente el tipo de mensaje que transmite.

Tabla 29. Colores de seguridad y su significado según la guía técnica

Color de seguridad	Significado	Indicaciones y precisiones
Rojo	Señal de prohibición.	Comportamientos peligrosos.
	Peligro – alarma	Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia. Evacuación.
	Material y equipos de lucha contra incendios	Identificación y localización.
Amarillo o amarillo anaranjado	Señal de advertencia	Atención, precaución. Verificación
Azul	Señal de obligación.	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección individual.

Color de seguridad	Significado	Indicaciones y precisiones
Verde	Situación de salvamento o de auxilio.	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales.
	Situación de seguridad.	Vuelta a la normalidad.

c. Color de fondo

En la Tabla 30 se muestran los colores de fondo, contraste y pictograma aplicables a las señales de seguridad

Tabla 30. Colores de fondo, contraste y pictograma para señales de seguridad

Color de seguridad	Color de contraste
Rojo	Blanco
Amarillo o amarillo anaranjado	Negro
Azul	Blanco
Verde	Blanco

d. Señales en forma de panel

En la Tabla 31 se indican las formas geométricas y colores utilizados en las señales de seguridad, considerando el tipo de mensaje que debe comunicarse en el área de producción.

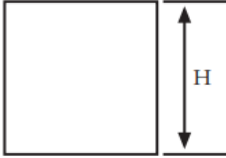
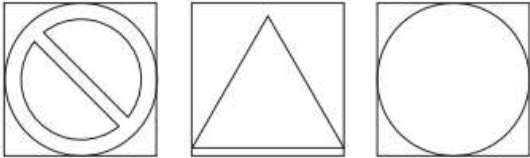
Tabla 31. Formas geométricas y colores aplicables a señales en panel

Significado	Forma geométrica	Color de seguridad	Color de contraste	Color de pictograma
Prohibición	 Redondo	Rojo	Blanco	Negro
Advertencia	 Triangular	Amarillo	Negro	Blanco
Obligación	 Redonda	Azul	Blanco	Blanco
Señal de salvamento o socorro	 Cuadrada o rectangular	Verde	Blanco	Blanco
Medios de lucha contra incendios	 Cuadrada o rectangular	Rojo	Blanco	Blanco

e. Dimensiones

En la Tabla 32 se presentan las dimensiones recomendadas para las señales de seguridad, considerando la distancia máxima de observación dentro de las áreas de trabajo.

Tabla 32. Dimensiones recomendadas de señales según la distancia máxima de observación.

FORMA		Medidas (mm)			
		Según la distancia máxima de observación			
		$d \leq 10$	$10 < d \leq 20$	$20 < d \leq 30$	
Cuadrado		H	210	420	630
					

f. Señalética requerida para el ingreso al área de producción

En la Tabla 33 se muestra la señalética general requerida para el área de producción de MILPLAST.

Tabla 33. Señalética general requerida para el área de producción de MILPLAST

Símbolo	Tipo de señal según la guía	Significado
	Advertencia	Advierte que el personal ingresa a una zona con presencia de riesgos laborales asociados a maquinaria, herramientas y circulación de materiales.
	Obligación	Indica que todo trabajador o visitante debe ingresar con el equipo de protección personal requerido.

Símbolo	Tipo de señal según la guía	Significado
 	Prohibición	Restringe el ingreso de personas no autorizadas o sin acompañamiento.
 	Condición segura: verde con blanco	Señala el recorrido seguro que debe seguir el personal en caso de emergencia.
	Equipo contra incendios: rojo con blanco	Indica la ubicación del equipo contra incendios para su rápida localización.

3.9.8 Instructivo de trabajo seguro para el área de triturado



El área de triturado comprende las actividades relacionadas con la alimentación del molino, inicio del proceso de trituración, parada del equipo, espera de detención completa, descarga del material triturado y transporte mediante carretillas de plataforma. De acuerdo con la evaluación realizada, en esta área predominan riesgos de nivel moderado en las tareas vinculadas directamente con la operación del molino, especialmente por la posibilidad de proyección de partículas y exposición a partes móviles durante la aceleración o desaceleración del equipo. Además, se identifican riesgos tolerables durante la descarga y transporte del material, asociados principalmente a golpes y caídas.

a. Señalética

En la Tabla 34 se muestra la señalética requerida para el área de triturado, considerando los riesgos mecánicos asociados al uso del molino.

Tabla 34. Señalética requerida para el área de triturado

Símbolo	Tipo de señal según la guía	Significado
	Advertencia	Advierte riesgo de caída a distinto nivel
	Advertencia	Advierte la posible salida de partículas, fragmentos o residuos durante la trituración.
	Obligación	Obliga el uso de protección visual para evitar lesiones por partículas proyectadas.

Símbolo	Tipo de señal según la guía	Significado
	Obligación	Indica el uso obligatorio de tapones u orejeras por exposición al ruido del molino.
	Obligación	Indica la necesidad de protección respiratoria frente a polvo o partículas generadas.
	Prohibición	Prohíbe colocar las manos dentro del equipo o zonas peligrosas mientras esté operativo.
	Prohibición	Prohíbe limpiar, retirar residuos o ajustar el equipo mientras se encuentre encendido o en movimiento.
	Peligro-alarma	Identifica el dispositivo que debe accionarse ante una condición peligrosa.

b. Equipos de protección personal requeridos

En la Tabla 35 se muestran los equipos de protección personal requeridos para el área de triturado.

Tabla 35. Equipos de protección personal requeridos en el área de triturado

Equipo de protección personal	Uso requerido en el área de triturado	Referencia
Gafas de seguridad	Protegen los ojos frente a la posible proyección de partículas durante el inicio, operación, parada y espera de detención del molino.	
Guantes de seguridad	Protegen las manos durante la manipulación de materia prima, descarga del material triturado y contacto con bordes del equipo o recipientes.	
Calzado de seguridad antideslizante	Reduce el riesgo de golpes en los pies, caída de materiales y caídas al mismo nivel durante el traslado de materia prima.	
Protección auditiva	Se recomienda durante la operación del molino debido al ruido generado por el proceso de trituración.	
Mascarilla o respirador para partículas	Protege frente a polvo o partículas generadas durante la trituración y manipulación del material.	
Ropa de trabajo ajustada	Evita atrapamientos con partes móviles o salientes del equipo. No debe usarse ropa suelta, cordones colgantes, cadenas o accesorios.	

c. Riesgos mecánicos asociados

En la Tabla 36 se muestran los riesgos mecánicos asociados a las tareas del área de triturado, considerando el nivel de riesgo identificado en la evaluación.

Tabla 36. Riesgos mecánicos asociados a las tareas del área de triturado

Tarea	Riesgo mecánico asociado	Nivel de riesgo
Colocar la materia prima en la tolva	Caída a distinto nivel	Moderado
Iniciar triturado de la materia prima	Proyección de partículas	Moderado
Parar triturado	Proyección de partículas	Moderado
Esperar que el molino se detenga por completo	Proyección de partículas por movimiento residual del molino	Moderado
Descargar la materia prima del molino	Golpe contra objetos fijos	Tolerable
Transportar materia prima mediante carretillas de plataforma	Caída al mismo nivel y golpe contra partes fijas	Tolerable

Los riesgos mecánicos del área de triturado se concentran principalmente en el uso del molino, debido a que el equipo trabaja con movimiento interno y puede generar proyección de partículas durante el inicio, operación y parada. Por ello, las tareas relacionadas con la alimentación de la tolva y la detención completa del molino requieren mayor control operativo. En cambio, la descarga y transporte del material presentan un nivel menor, aunque deben mantenerse bajo control mediante orden, limpieza, uso correcto de carretillas y desplazamiento seguro dentro del área.

d. Procedimiento seguro

- ***Antes de iniciar la actividad***

Antes de iniciar el proceso de triturado, el operario debe verificar que el área de trabajo se encuentre limpia, ordenada y libre de obstáculos. Se debe revisar que la tolva, el molino, las guardas, tapas de protección y botones de parada se encuentren en

condiciones adecuadas. También se debe comprobar que no existan herramientas, residuos u objetos extraños cerca de la zona de alimentación del molino.

El trabajador debe colocarse correctamente los equipos de protección personal requeridos, especialmente gafas de seguridad, guantes, calzado de seguridad y protección auditiva. Además, debe verificar que la materia prima a triturar sea la correspondiente y que se encuentre ubicada de forma estable para evitar caídas, golpes o movimientos inesperados durante su manipulación.

- ***Durante la actividad***

Durante la alimentación de la tolva, el operario debe mantener una postura estable y evitar acercar las manos a zonas internas del molino. La materia prima debe colocarse de manera controlada, sin introducir extremidades, herramientas u objetos no autorizados dentro de la tolva. En caso de requerir apoyo para subir o alcanzar la zona de alimentación, se deben utilizar superficies seguras, estables y antideslizantes.

Durante el funcionamiento del molino, el trabajador debe mantenerse alejado de las zonas de proyección y evitar retirar tapas, guardas o protecciones. No se debe manipular el equipo mientras se encuentra en movimiento. Si se observa ruido anormal, vibración excesiva, acumulación de material o cualquier condición insegura, se debe detener el equipo de forma segura y comunicar inmediatamente al supervisor o responsable del área.

- ***Después de finalizar la actividad***

Al finalizar el triturado, el operario debe apagar el molino y esperar hasta que el equipo se detenga completamente antes de realizar cualquier descarga, limpieza o retiro de material. No se debe intervenir el equipo durante la desaceleración, ya que puede existir movimiento residual y posibilidad de proyección de partículas.

Una vez detenido el molino, se debe descargar el material triturado de forma ordenada, evitando golpes contra bordes o partes fijas del equipo. Posteriormente, el material debe transportarse mediante carretillas de plataforma, asegurando que la carga se encuentre estable y que el recorrido esté libre de obstáculos. Finalmente, se debe dejar el área limpia, retirar residuos y reportar cualquier anomalía observada durante la actividad.

e. Prohibiciones

En la Tabla 37 se muestran las prohibiciones establecidas para el área de triturado.

Tabla 37. Prohibiciones de seguridad para el área de triturado

Prohibición	Justificación
No operar el molino sin autorización o capacitación previa.	Reduce la probabilidad de errores operativos y accidentes por desconocimiento del equipo.
No retirar guardas, tapas o protecciones durante el funcionamiento del molino.	Evita la exposición directa a partes móviles y proyección de partículas.
No introducir manos, herramientas u objetos no autorizados dentro de la tolva.	Previene atrapamientos, golpes o contacto con elementos internos del equipo.
No descargar material mientras el molino esté en movimiento o desaceleración.	Evita lesiones por movimiento residual y partículas proyectadas.
No usar ropa suelta, cadenas, pulseras o accesorios.	Disminuye el riesgo de atrapamiento con partes móviles o salientes.
No transportar materia prima con carretillas sobrecargadas o inestables.	Reduce el riesgo de caída de material, golpes y pérdida de control durante el traslado.
No dejar residuos, sacos o herramientas en las zonas de paso.	Previene caídas al mismo nivel y golpes contra objetos.

f. Medidas en caso de accidente, incidente o condición insegura

En caso de presentarse una condición insegura durante el proceso de triturado, como ausencia de guardas, vibración anormal, ruido excesivo, acumulación de material, falla del botón de parada o presencia de partículas proyectadas, el operario debe detener la actividad de forma inmediata, apagar el equipo y comunicar la novedad al supervisor de producción o responsable de seguridad. El equipo no debe volver a utilizarse hasta que se verifique que se encuentra en condiciones seguras de operación.

Si ocurre un incidente o accidente, se debe suspender la actividad, brindar atención inmediata al trabajador afectado y reportar el evento según el procedimiento interno de la empresa. Además, se debe conservar el área sin alteraciones cuando sea necesario

analizar la causa del evento, con el fin de identificar fallas en el procedimiento, condiciones inseguras o necesidades de capacitación. La información obtenida debe utilizarse para reforzar las medidas preventivas y evitar que el incidente se repita.

3.9.9 Instructivo de trabajo seguro para el área de inyección



El área de inyección comprende las actividades relacionadas con la preparación de la máquina, limpieza de conductos, selección, retiro, colocación, ajuste y centrado de moldes, configuración de parámetros, prueba de funcionamiento, apertura y cierre del panel de estación, retiro de suelas del molde y transporte hacia el área de terminado. De acuerdo con la evaluación, esta área concentra la mayor cantidad de tareas y presenta varios riesgos con nivel importante, principalmente durante el cambio, ajuste y manipulación de moldes, donde existe exposición a atrapamientos, golpes contra partes fijas y golpes contra objetos móviles.

a. Señalética

En la Tabla 38 se muestra la señalética requerida para el área de inyección, considerando los riesgos mecánicos presentes en la operación de las inyectoras

Tabla 38. Señalética requerida para el área de inyección

Símbolo	Tipo de señal según la guía	Significado
	Advertencia	Advierte riesgo de caída a distinto nivel
	Advertencia	Advierte riesgo de atrapamiento durante el cierre, apertura o movimiento de la máquina.
	Advertencia	Advierte que existen partes móviles que no deben manipularse durante la operación.

Símbolo	Tipo de señal según la guía	Significado
	Obligación	Obliga el uso de protección visual frente a residuos, partículas o salpicaduras.
	Obligación	Indica el uso de guantes adecuados para manipular piezas, moldes o materiales calientes.
	Obligación	Protege los pies ante caída de moldes, herramientas, piezas o materiales.
	Prohibición	Indica que solo personal capacitado y autorizado puede operar la inyectora.
	Prohibición	Prohíbe intervenir la máquina sin apagar, bloquear o asegurar previamente el equipo.

Símbolo	Tipo de señal según la guía	Significado
	Peligro-alarma	Permite identificar rápidamente el punto de parada ante atrapamientos, fallas o emergencias.

b. Equipos de protección personal requeridos

En la Tabla 39 se muestran los equipos de protección personal requeridos para el área de inyección.

Tabla 39. Equipos de protección personal requeridos en el área de inyección

Equipo de protección personal	Uso requerido en el área de inyección	Referencia
Guantes de seguridad	Protegen las manos durante la manipulación de moldes, retiro de suelas, ajuste de elementos y contacto con partes de la máquina. Deben permitir movilidad y agarre adecuado.	
Gafas de seguridad	Protegen los ojos ante posibles partículas, residuos de material, fragmentos o salpicaduras durante la limpieza de conductos y pruebas de funcionamiento.	
Calzado de seguridad con punta reforzada	Reduce el riesgo de lesión por caída de moldes, herramientas, piezas o materiales durante el cambio y transporte.	
Ropa de trabajo ajustada	Evita atrapamientos con partes móviles, mecanismos de cierre, salientes o elementos de la máquina.	

c. Riesgos mecánicos asociados

En la Tabla 40 se muestran los riesgos mecánicos asociados a las tareas del área de inyección, considerando el nivel de riesgo obtenido en la evaluación.

Tabla 40. Riesgos mecánicos asociados a las tareas del área de inyección

Tarea	Riesgo mecánico asociado	Nivel de riesgo
Limpiar conductos de inyección	Caída a distinto nivel	Moderado
Seleccionar molde	Golpe por manipulación de objeto y golpe contra partes fijas	Tolerable
Desatornillar molde actual	Atrapamiento de manos o dedos y golpe contra partes fijas	Importante
Retirar molde actual	Golpe por caída de objeto pesado y golpe contra objetos fijos	Moderado
Colocar molde	Golpe contra objetos fijos	Moderado
Atornillar y ajustar molde	Atrapamiento de manos o dedos y golpe contra partes fijas	Importante
Centrar molde	Atrapamiento de manos o dedos y golpe contra partes fijas	Importante
Realizar prueba de parámetros	Atrapamiento de manos o dedos y golpes contra objetos móviles	Importante
Cerrar panel de estación	Atrapamiento de manos o dedos y golpes contra objetos móviles	Importante
Abrir panel de estación	Golpe contra objetos móviles y atrapamiento de manos o dedos	Tolerable
Retirar suelas del molde	Atrapamiento de manos o dedos y golpe contra partes fijas	Importante
Transportar al área de terminado mediante carretillas de plataforma	Caída al mismo nivel y golpe contra partes fijas	Tolerable

Los riesgos mecánicos del área de inyección se relacionan principalmente con la interacción directa entre el trabajador, los moldes y los mecanismos de cierre de la máquina. Las tareas de desatornillar, ajustar, centrar y retirar suelas del molde presentan mayor criticidad, debido a que el operario trabaja cerca de puntos de apriete, partes móviles y zonas donde puede existir atrapamiento de manos o dedos. Por esta razón, esta área debe priorizar procedimientos seguros de trabajo, capacitación específica, control de energías y verificación previa de condiciones de operación.

d. Procedimiento seguro

- ***Antes de iniciar la actividad***

Antes de iniciar las actividades en el área de inyección, el operario debe verificar que la máquina se encuentre en condiciones seguras de operación. Se debe revisar el estado general de la inyectora, los paneles, botones de parada de emergencia, sistemas de cierre, moldes, herramientas de ajuste y zonas de trabajo. También se debe comprobar que no existan objetos sueltos, residuos de material, herramientas mal ubicadas o elementos que puedan interferir con el movimiento de la máquina.

El trabajador debe colocarse correctamente los equipos de protección personal requeridos, especialmente guantes de seguridad, calzado con punta reforzada, gafas de seguridad y ropa de trabajo ajustada. Antes de manipular moldes o realizar ajustes, se debe confirmar que la actividad haya sido autorizada por el supervisor y que el operario conozca la secuencia segura de trabajo.

Cuando se realicen tareas de cambio, retiro, colocación o centrado de moldes, se debe verificar que la máquina se encuentre detenida y en condición segura. Además, se deben preparar las herramientas necesarias antes de iniciar la intervención para evitar improvisaciones o movimientos innecesarios cerca de puntos de atrapamiento.

- ***Durante la actividad***

Durante la limpieza de conductos de inyección, el trabajador debe utilizar una superficie segura y estable cuando sea necesario alcanzar zonas elevadas. No debe apoyarse en partes inestables de la máquina ni realizar movimientos bruscos que puedan provocar caídas. La limpieza debe realizarse únicamente cuando la máquina se encuentre en condición segura y sin exposición directa a partes móviles.

Durante la selección, retiro y colocación de moldes, el operario debe mantener una postura adecuada, controlar la manipulación del molde y evitar colocar manos o dedos entre superficies de contacto, puntos de apriete o zonas de cierre. Si el molde es pesado o difícil de controlar manualmente, se debe solicitar apoyo o utilizar ayudas mecánicas para reducir el riesgo de caída, golpe o aplastamiento.

Durante el desatornillado, atornillado, ajuste y centrado del molde, se debe trabajar con herramientas adecuadas y en buen estado. El operario no debe introducir las manos en zonas de atrapamiento ni realizar ajustes mientras exista movimiento de la máquina. Cualquier alineación o centrado debe ejecutarse de forma controlada, evitando la exposición directa de manos y dedos entre el molde y las partes fijas de la inyectora.

Durante la prueba de parámetros, apertura o cierre del panel de estación y retiro de suelas del molde, el trabajador debe mantenerse fuera de la zona de cierre y verificar que no haya partes del cuerpo dentro del recorrido de la máquina. El retiro de suelas debe realizarse únicamente cuando el ciclo de inyección haya finalizado y la máquina se encuentre en una condición que permita la extracción segura del producto.

- ***Después de finalizar la actividad***

Al finalizar las actividades en el área de inyección, el operario debe retirar las herramientas utilizadas y colocarlas en el lugar correspondiente. También debe verificar que el molde haya quedado correctamente instalado, ajustado y centrado, y que no existan piezas, residuos o elementos sueltos dentro de la zona de operación.

Después del retiro de suelas, el producto debe ser colocado de forma ordenada para su transporte al área de terminado. Cuando se utilicen carretillas de plataforma, la carga debe mantenerse estable y el recorrido debe estar libre de obstáculos para evitar caídas al mismo nivel o golpes contra partes fijas.

Finalmente, cualquier anomalía observada durante la operación, como ruidos extraños, fallas en el cierre, dificultad para abrir o cerrar paneles, desajuste del molde, vibraciones o mal funcionamiento de botones de parada, debe ser reportada inmediatamente al supervisor o al personal de mantenimiento. La máquina no debe continuar operando si representa una condición insegura para el trabajador.

e. Prohibiciones

En la Tabla 41 se muestran las prohibiciones establecidas para el área de inyección, junto con la justificación preventiva correspondiente.

Tabla 41. Prohibiciones de seguridad para el área de inyección

Prohibición	Justificación
No operar la inyectora sin autorización o capacitación previa.	Evita errores operativos que pueden generar atrapamientos, golpes o daños al equipo.
No manipular moldes sin verificar que la máquina esté detenida y en condición segura.	Reduce el riesgo de atrapamiento, aplastamiento o contacto con partes móviles.
No colocar manos o dedos entre el molde, puntos de cierre o zonas de apriete.	Previene atrapamientos y lesiones graves en extremidades superiores.
No realizar ajustes, atornillado o centrado del molde con la máquina en movimiento.	Evita la exposición directa a mecanismos móviles y zonas de cierre.
No retirar suelas del molde antes de que finalice el ciclo de inyección.	Disminuye el riesgo de atrapamiento o golpe por movimiento inesperado de la máquina.
No utilizar herramientas improvisadas, dañadas o inadecuadas.	Reduce la posibilidad de golpes, pérdida de control o fallas durante el ajuste del molde.
No transportar moldes o productos con carretillas sobrecargadas o inestables.	Previene caídas de objetos, golpes y pérdida de control durante el traslado.
No retirar guardas, protecciones o dispositivos de seguridad de la inyectora.	Evita la exposición directa a partes peligrosas de la máquina.
No usar ropa suelta, cadenas, pulseras, anillos o accesorios.	Disminuye el riesgo de atrapamiento con partes móviles o salientes.

f. Medidas en caso de accidente, incidente o condición insegura

En caso de presentarse una condición insegura en el área de inyección, como falla en el sistema de cierre, desajuste del molde, herramientas defectuosas, ausencia de protecciones, funcionamiento irregular de la máquina, vibraciones anormales o dificultad para accionar el botón de parada, el operario debe detener inmediatamente la actividad y comunicar la novedad al supervisor de producción o al responsable de seguridad. La máquina no debe ser utilizada nuevamente hasta que el personal autorizado verifique que se encuentra en condiciones seguras de operación.

Si ocurre un incidente o accidente durante la manipulación de moldes, ajuste de máquina, prueba de parámetros o retiro de suelas, se debe suspender la actividad, activar la atención al trabajador afectado y reportar el evento conforme al procedimiento interno de la empresa. Además, se debe revisar la causa del incidente para determinar si existió falla del procedimiento, acto inseguro, condición insegura, falta de capacitación o deficiencia en el equipo. Con base en esta revisión, se deberán reforzar las medidas preventivas y actualizar el instructivo cuando sea necesario.

3.9.10 Instructivo de trabajo seguro para el área de terminado



El área de terminado comprende las actividades finales realizadas sobre el producto antes de su almacenamiento, principalmente el acabado de las suelas, la preparación del embalaje, la colocación del empaque, el etiquetado y la organización del producto terminado. Aunque esta área presenta menor criticidad en comparación con inyección y triturado, se identifican riesgos mecánicos asociados al uso de herramientas cortantes, manipulación de suelas, caídas al mismo nivel y golpes contra objetos fijos. Por ello, se requiere establecer instrucciones seguras para evitar lesiones durante la ejecución de estas tareas.

a. Señalética

En la Tabla 42 se muestra la señalética requerida para el área de terminado, considerando las actividades de manipulación, corte, etiquetado, embalaje y almacenamiento del producto.

Tabla 42. Señalética requerida para el área de terminado

Símbolo	Tipo de señal según la guía	Significado
	Advertencia	Advierte riesgo de cortes por herramientas manuales, rebabas o bordes filosos.
	Obligación	Indica el uso obligatorio de guantes para proteger las manos frente a cortes o fricción.
	Obligación	Protege los ojos frente a partículas pequeñas o residuos del material.

Símbolo	Tipo de señal según la guía	Significado
	Obligación	Indica que el área debe mantenerse despejada para evitar caídas, golpes o tropiezos.
	Prohibición	Previene distracciones durante tareas manuales o desplazamientos dentro del área.

b. Equipos de protección personal requeridos

En la Tabla 43 se muestran los equipos de protección personal requeridos para el área de terminado, considerando las actividades de acabado, embalaje, etiquetado y almacenamiento.

Tabla 43. Equipos de protección personal requeridos en el área de terminado

Equipo de protección personal	Uso requerido en el área de terminado	Referencia
Guantes de seguridad anticorte	Protegen las manos durante la actividad de coser cuando se manipulan herramientas cortantes o bordes irregulares del producto.	
Gafas de seguridad	Protegen los ojos ante posibles partículas pequeñas o fragmentos desprendidos durante el acabado de las suelas.	

Equipo de protección personal	Uso requerido en el área de terminado	Referencia
Calzado de seguridad antideslizante	Reduce el riesgo de caídas al mismo nivel y protege los pies frente a golpes con objetos o caída de materiales.	
Ropa de trabajo ajustada	Evita enganches o atrapamientos con herramientas, mesas de trabajo o elementos cercanos al puesto.	
Mascarilla para partículas	Se recomienda cuando exista desprendimiento de polvo o residuos pequeños durante el terminado del producto.	

c. Riesgos mecánicos asociados

En la Tabla 44 se muestran los riesgos mecánicos asociados a las tareas del área de terminado.

Tabla 44. Riesgos mecánicos asociados a las tareas del área de terminado

Tarea	Riesgo mecánico asociado	Nivel de riesgo
Coser suelas	Cortes en manos o dedos	Moderado
Colocar el embalaje adecuado	Caída al mismo nivel	Tolerable
Etiquetar el embalaje	Caída al mismo nivel	Tolerable
Almacenar en bodega	Caída al mismo nivel y golpes contra objetos fijos	Tolerable

Los riesgos mecánicos del área de terminado se presentan principalmente por la manipulación manual del producto y el uso de herramientas cortantes o punzantes. La tarea de coser suelas requiere mayor atención, debido a que el trabajador puede sufrir cortes en manos o dedos durante el acabado del producto. Las actividades de embalaje,

etiquetado y almacenamiento presentan riesgos de menor nivel, pero deben controlarse mediante orden, limpieza, correcta ubicación del material y circulación segura dentro del área.

d. Procedimiento seguro

- ***Antes de iniciar la actividad***

Antes de iniciar las actividades de terminado, el trabajador debe verificar que el puesto de trabajo se encuentre limpio, ordenado y libre de obstáculos. Las herramientas de corte o elementos utilizados para el acabado de las suelas deben estar en buen estado, correctamente ubicados y ser adecuados para la tarea. No se deben utilizar herramientas improvisadas, deterioradas o con mangos sueltos, ya que pueden aumentar la probabilidad de cortes o golpes.

El operario debe colocarse los equipos de protección personal requeridos, especialmente guantes anticorte, calzado de seguridad y gafas de protección cuando exista desprendimiento de partículas. Además, debe comprobar que las suelas estén correctamente ubicadas sobre la mesa o superficie de trabajo, evitando acumulaciones innecesarias que dificulten la manipulación segura.

- ***Durante la actividad***

Durante el cosido de suelas, el trabajador debe mantener las manos alejadas de la trayectoria de la herramienta cortante. La suela debe sujetarse de forma firme y estable, evitando realizar cortes en dirección hacia el cuerpo o hacia los dedos. Se debe trabajar con movimientos controlados, sin aplicar fuerza excesiva ni realizar maniobras rápidas que puedan provocar pérdida de control de la herramienta.

En las actividades de colocación de embalaje y etiquetado, el trabajador debe mantener el área despejada, evitando dejar costales, cajas, etiquetas, herramientas o residuos en las zonas de paso. El material debe colocarse sobre superficies estables y a una altura cómoda para evitar posturas forzadas o movimientos inseguros. Durante el almacenamiento, se debe circular por pasillos despejados y ubicar los productos de manera ordenada para evitar golpes contra estructuras, estanterías o materiales acumulados.

- ***Después de finalizar la actividad***

Al finalizar la actividad, las herramientas utilizadas deben limpiarse, revisarse y guardarse en el lugar correspondiente. Los residuos generados por el acabado de las suelas deben retirarse del área de trabajo para evitar tropiezos, deslizamientos o acumulación de material. También se debe verificar que el producto terminado quede correctamente embalado, etiquetado y ubicado para su traslado o almacenamiento.

El trabajador debe informar al supervisor cualquier condición insegura observada, como herramientas defectuosas, superficies resbalosas, desorden en el área, falta de espacio de circulación o presencia de objetos en los pasillos. Si se detecta alguna anomalía, la actividad debe corregirse antes de continuar con el proceso.

e. Prohibiciones

En la Tabla 45 se muestran las prohibiciones establecidas para el área de terminado.

Tabla 45. Prohibiciones de seguridad para el área de terminado

Prohibición	Justificación
No utilizar herramientas cortantes sin guantes de protección adecuados.	Reduce el riesgo de cortes en manos o dedos durante el acabado de las suelas.
No realizar cortes en dirección hacia el cuerpo o hacia la mano de apoyo.	Evita lesiones por pérdida de control de la herramienta.
No utilizar herramientas deterioradas, sin filo adecuado, con mangos sueltos o improvisadas.	Previene accidentes por fallas de la herramienta durante su uso.
No dejar herramientas, residuos, costales o materiales en zonas de paso.	Disminuye el riesgo de caídas al mismo nivel y golpes contra objetos.
No acumular suelas o embalajes de forma desordenada en la mesa o área de trabajo.	Evita pérdida de espacio, golpes y movimientos inseguros durante la tarea.
No correr, empujar o desplazarse de forma descuidada dentro del área.	Reduce la posibilidad de caídas, golpes y accidentes durante la circulación.
No almacenar productos en pasillos o zonas no destinadas para bodega.	Mantiene rutas libres y reduce golpes contra objetos fijos.

f. Medidas en caso de accidente, incidente o condición insegura

En caso de presentarse una condición insegura en el área de terminado, como herramientas en mal estado, superficies resbalosas, acumulación de residuos, falta de

espacio de trabajo, desorden en los pasillos o ausencia de equipos de protección personal, el trabajador debe suspender la actividad y comunicar la novedad al supervisor de producción. La tarea no debe continuar hasta que se elimine o controle la condición insegura identificada.

Si ocurre un corte, golpe o caída durante la actividad, se debe detener el trabajo, brindar atención inmediata al trabajador afectado y reportar el incidente según el procedimiento interno de la empresa. Posteriormente, se debe revisar la causa del evento para determinar si estuvo relacionada con una herramienta defectuosa, mala postura de trabajo, desorden del área, falta de capacitación o incumplimiento del instructivo. Con base en esta revisión, se deberán reforzar las medidas preventivas y capacitar nuevamente al personal cuando sea necesario.

3.10 Medidas de control

Las medidas de control tienen como finalidad verificar el cumplimiento y la efectividad de las acciones técnicas y administrativas planteadas para reducir los riesgos mecánicos identificados en el área de producción de MILPLAST. Estas medidas permiten dar seguimiento a las condiciones de seguridad de las máquinas, al comportamiento del personal y al mantenimiento de los controles implementados, asegurando una mejora continua en la prevención de accidentes laborales.

3.10.1 Aplicación de la NTP 325 para las inspecciones periódicas de seguridad en máquinas y equipos

La NTP 325: Cuestionario de chequeo para el control del riesgo de atrapamiento en máquinas, elaborada por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), establece una herramienta técnica orientada a la identificación y verificación de condiciones de seguridad en equipos de trabajo con partes móviles. Su finalidad es facilitar el control preventivo del riesgo de atrapamiento mediante un cuestionario de chequeo aplicable, con carácter general, a distintos tipos de máquinas, permitiendo evaluar de manera sistemática aspectos relacionados con resguardos, elementos móviles, zonas peligrosas y condiciones de operación.

En el presente estudio, la NTP 325 se adopta como base para la realización de inspecciones periódicas de seguridad en máquinas y equipos del área de producción de MILPLAST, debido a que su enfoque permite registrar de forma ordenada las condiciones inseguras asociadas al riesgo mecánico y dar seguimiento al estado de control de la maquinaria. De esta manera, su aplicación contribuye a fortalecer las acciones preventivas dentro de la empresa y a sustentar técnicamente la verificación continua de equipos como inyectoras, molino y cortadoras.

En el Anexo C se muestran las fichas de verificación de resguardos propuestas para el control técnico de los riesgos mecánicos presentes en la maquinaria del área de producción de MILPLAST.

3.10.2 Aplicación de la Guía técnica para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual para la verificación del uso correcto de EPP

La Guía técnica para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, elaborada por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), facilita la aplicación del Real Decreto 773/1997, respectivo a las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la elección, utilización y mantenimiento de los equipos de protección individual en el trabajo. Su objetivo es proporcionar criterios e información técnica, para que las empresas, trabajadores y responsables de prevención puedan aplicar adecuadamente las exigencias relacionadas con el uso de EPP en función de los riesgos presentes en el entorno laboral.

En el presente estudio, esta guía se adopta como sustento para la verificación del uso correcto de equipos de protección personal, debido a que establece criterios para la selección, utilización, mantenimiento y supervisión de los EPP, señalando además que el empleador no solo debe suministrarlos gratuitamente, sino también velar por su uso correcto y asegurar su conservación en condiciones adecuadas. Asimismo, el documento destaca la importancia de llevar un control de los equipos mediante fichas de seguimiento y registros de uso, lo cual resulta pertinente para fortalecer las acciones preventivas en el área de producción de MILPLAST y reducir la exposición de los trabajadores a los riesgos mecánicos identificados.

En el Anexo D se muestran las fichas de control de equipos de protección personal propuestas para registrar la entrega, seguimiento y reposición del EPP requerido por los trabajadores del área de producción de MILPLAST.

3.10.3 Aplicación de la NTP 386 para la supervisión del cumplimiento de procedimientos seguros de trabajo

La NTP 386: Observaciones planeadas del trabajo, elaborada por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), establece una herramienta preventiva orientada al seguimiento sistemático de las actividades realizadas por los trabajadores en su puesto de trabajo. Su aplicación permite observar directamente la forma en que se ejecutan las tareas, identificar actos inseguros, desviaciones en la ejecución del trabajo y posibles incumplimientos de los procedimientos establecidos, con el fin de reforzar el comportamiento seguro y prevenir la ocurrencia de accidentes laborales.

En el presente estudio, la NTP 386 se usa como base para la supervisión del cumplimiento de procedimientos seguros de trabajo en el área de producción de MILPLAST, debido a que facilita la verificación directa de las actividades desarrolladas en máquinas y equipos con riesgo mecánico. De esta manera, permite comprobar si los trabajadores ejecutan correctamente las instrucciones de seguridad establecidas, utilizan adecuadamente los elementos de protección requeridos y mantienen una conducta preventiva durante la operación, contribuyendo así al fortalecimiento de las medidas de control propuestas frente a los riesgos mecánicos identificados.

En el Anexo C se muestran los formatos de observación planeada del trabajo basados en la NTP 386, utilizados para supervisar el cumplimiento de los procedimientos seguros, identificar desviaciones durante la ejecución de las tareas y registrar acciones de mejora.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se identificaron las fuentes de riesgo mecánico presentes en el área de producción de MILPLAST mediante la metodología IPER, considerando las tareas ejecutadas en las áreas de triturado, inyección y terminado. Los riesgos encontrados se relacionan principalmente con el contacto cercano del trabajador con partes móviles, puntos de atrapamiento, mecanismos de presión, proyección de partículas, herramientas manuales y manipulación de materiales. Esta identificación permitió reconocer que los peligros mecánicos varían según el tipo de actividad realizada y que su nivel de importancia depende de la exposición del trabajador, la forma de ejecución de la tarea y las condiciones presentes en cada área.
- La aplicación del método William T. Fine permitió evaluar cuantitativamente los riesgos mecánicos previamente identificados, mediante la asignación de valores de consecuencia, exposición y probabilidad. Los resultados obtenidos permitieron establecer una prioridad de intervención, determinando que el área de inyección presenta mayor criticidad debido a la interacción con moldes, partes móviles y mecanismos de presión de las inyectoras. En segundo lugar, se ubicó el área de triturado, donde predominan riesgos medios asociados a la operación del molino y a la proyección de partículas; mientras que el área de terminado presentó una criticidad menor, con riesgos principalmente relacionados con tareas manuales y uso de herramientas.
- Con base en los resultados de la identificación y evaluación de riesgos, se propusieron medidas de control orientadas a reducir la exposición de los trabajadores a los peligros mecánicos presentes en las áreas productivas de MILPLAST. Estas medidas se enfocaron en controles técnicos, controles administrativos, señalización de seguridad, uso de equipos de protección personal e instructivos de trabajo seguro por área. De esta manera, la investigación no solo permitió determinar el nivel de riesgo existente, sino

también establecer acciones aplicables y acordes con las condiciones reales de trabajo observadas en la empresa.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda priorizar la aplicación de medidas de control en las áreas críticas identificadas durante la evaluación, especialmente en aquellas actividades donde el trabajador mantiene contacto cercano con maquinaria, partes móviles, zonas de atrapamiento o mecanismos de presión. Esta priorización permitirá intervenir primero los riesgos de mayor importancia, optimizar los recursos disponibles y fortalecer las condiciones de seguridad en las áreas de producción de MILPLAST.
- Se recomienda implementar los instructivos de trabajo seguro elaborados para las áreas de triturado, inyección y terminado, ya que estos documentos permiten orientar al trabajador sobre las acciones permitidas, prohibiciones, señalización requerida, equipos de protección personal y riesgos asociados a cada tarea.
- Se recomienda mantener actualizada la matriz de evaluación de riesgos mecánicos cuando se modifiquen tareas, se incorporen nuevas máquinas o se presenten cambios en las condiciones de trabajo. Además, es conveniente realizar revisiones periódicas del cumplimiento de la señalización, uso de EPP e instructivos de trabajo seguro, con el fin de verificar que las medidas propuestas se mantengan aplicables y respondan a la realidad del proceso productivo de MILPLAST.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Universidad Politécnica Salesiana, “Riesgos Mecánicos: Principales Causas y Medidas de Prevención”. Consultado: el 1 de marzo de 2026. [En línea]. Disponible en: https://itsqmet.edu.ec/riesgos-mecanicos/?gad_source=1&gad_campaignid=20890412392&gbraid=0AAAAAqCLEf3IIOkTSnONDSnSly363wmBx&gclid=CjwKCAiAh5XNBhAAEiwA_Bu8FWEhljxkIYIWGHAKZP3m-AxpKVZmTJ8mfqDa_w2Gfyx8lCVsYnLrORoCOwkQAvD_BwE
- [2] P.-C. Liao, Z. Guo, T. Wang, J. Wen, y C.-H. Tsai, “Interdependency of construction safety hazards from a network perspective: a mechanical installation case”, *INTERNATIONAL JOURNAL OF OCCUPATIONAL SAFETY AND ERGONOMICS*, vol. 26, núm. 2, pp. 245–255, abr. 2020, doi: 10.1080/10803548.2018.1426272.
- [3] M. Paguay, J. D. Febres, y E. Valarezo, “Occupational Accidents in Ecuador: An Approach from the Construction and Manufacturing Industries”, *Sustainability*, vol. 15, núm. 16, 2023, doi: 10.3390/su151612661.
- [4] I. Cevallos, Lady Menéndez, y S. Mendoza, “ANÁLISIS DE RIESGOS Y BUENAS PRÁCTICAS EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN LAS PYMES DE PORTOVIEJO, MANABÍ, ECUADOR”, *PENTA CIENCIAS*, vol. 7, p. 47, 2025.
- [5] J. Maldonado, G. Herrera-Franco, L. Moreno Alcívar, y Lady Bravo-Montero, “Comparative Analysis of Methodologies for Occupational Safety Risk Assessment in an Artisanal Woodworking Industry”, *International Journal of Safety and Security Engineering*, vol. 14, pp. 1825–1835, mar. 2024, doi: 10.18280/ijssse.140617.
- [6] M. Mahmoudi-Rad y M. Najafzadeh, “Effects of Surge Tank Geometry on the Water Hammer Phenomenon: Numerical Investigation”, *Sustainability*, vol. 15, núm. 3, 2023, doi: 10.3390/su15032312.
- [7] R. P. Arciniega-Rocha, A. Tick, V. C. Erazo-Chamorro, y G. Szabó, “Risk Perception and Mitigation in Hand Tool Use: A Comparative Study of Industrial Safety Perspectives from Ecuador and Hungary”, *Safety*, vol. 11, núm. 1, 2025, doi: 10.3390/safety11010014.
- [8] M. Paguay, J. D. Febres, y E. Valarezo, “Occupational Accidents in Ecuador: An Approach from the Construction and Manufacturing Industries”, *Sustainability*, vol. 15, núm. 16, 2023, doi: 10.3390/su151612661.
- [9] A. Floeder, R. M. Jones, y S. F. Arnold, “Risk assessment methods in occupational health and hygiene: a scoping review”, el 1 de marzo de 2025, *Oxford University Press*. doi: 10.1093/annweh/wxae095.

- [10] Organización Internacional del Trabajo, “Seguridad y salud en el trabajo”, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.ilo.org/topics-and-sectors/safety-and-health-work>
- [11] Ministerio del Trabajo del Ecuador, “Anexo 3: Norma Técnica en Seguridad e Higiene del Trabajo”, 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/11/Anexo-3_Norma-Tecnica-de-Seguridad-e-Higiene-del-Trabajo-signed-signed-signed-signed.pdf
- [12] R. A. Abril Rivera y N. D. C. Campos Murillo, “Estudio del impacto de la implantación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional en la accidentabilidad de la empresa Plastiazuay S.A.”, *Religación*, vol. 10, núm. 44, p. e2501328, nov. 2024, doi: 10.46652/rgn.v10i44.1328.
- [13] M. J. Valencia-Alay y C. A. Litardo-Velásquez, “Evaluación de riesgos mecánicos en las actividades de torneado y fresado de piezas metálicas”, *MQRInvestigar*, vol. 8, núm. 3, pp. 5682–5699, 2024, doi: 10.56048/MQR20225.8.3.2024.5682-5699.
- [14] J. A. Arreaga Moreira, “Aplicar el Método W. Fine para la Prevención de Riesgos de Accidentes Laborales en un Taller Automotriz”, Universidad Internacional del Ecuador, Guayaquil, Ecuador, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/6385>
- [15] M. A. Prado Contreras y R. F. Isa Jara, “Evaluación de los Factores de Riesgo Mecánico en Talleres de Mantenimiento Vehicular del Gobierno Municipal del Cantón Morona”, *Green World Journal*, vol. 8, núm. 3, p. 305, 2025, doi: 10.53313/gwj83305.
- [16] M. A. Tarira Yépez y I. Bustillos Molina, “Análisis de Controles Operacionales para Minimizar la Incidencia de los Riesgos Mecánicos en la Empresa del Cantón Mocache”, *Star of Sciences Multidisciplinary Journal*, 2025, doi: 10.63969/ja7yj315.
- [17] R. D. Gómez, “Estudio de factores de riesgo mecánicos para de reducción de accidentes laborales en la empresa ‘‘Promacero’’ de la ciudad de Pelileo”, *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, vol. 3, núm. 2, pp. 384–391, 2022, doi: 10.56712/latam.v3i2.95.
- [18] A. V. Fonseca Villena, “Gestión técnica de la gestión de riesgos mecánicos en el área de las bahías de trabajo en la empresa Importadora Andina”, Universidad Tecnológica Indoamérica, Ambato, Ecuador, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14809/7452>
- [19] International Labour Organization, “Safety and health at work”, 2026. [En línea]. Disponible en: <https://www.ilo.org/topics-and-sectors/safety-and-health-work>
- [20] International Labour Office, *Guidelines on Occupational Safety and Health Management Systems*, ILO-OSH 2001. Geneva, Switzerland: International

- Labour Office, 2001. [En línea]. Disponible en: <https://www.ilo.org/media/305461/download>
- [21] International Organization for Standardization, “ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use”, 2018, Geneva, Switzerland. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/63787.html>
- [22] Occupational Safety y H. Administration, “Safeguarding Equipment and Protecting Employees from Amputations”, 2007, Washington, DC, USA. [En línea]. Disponible en: <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/OSHA3170.pdf>
- [23] Occupational Safety y H. Administration, “Recommended Practices for Safety and Health Programs”, 2016, Washington, DC, USA. [En línea]. Disponible en: <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/OSHA3885.pdf>
- [24] Workplace Safety y H. Council, “WSH Guidelines on Safe Use of Machinery”, 2014, Singapore. [En línea]. Disponible en: https://www.tal.sg/wshc/-/media/tal/wshc/resources/publications/wsh-guidelines/files/wsh_guidelines_on_safe_use_of_machinery.pdf
- [25] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), “GUÍA TÉCNICA GTC COLOMBIANA 45 GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS Y LA VALORACIÓN DE LOS RIESGOS EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL”, Bogotá, 2010.
- [26] Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, “NTP 552: Protección de máquinas frente a peligros mecánicos: resguardos”, 2001. [En línea]. Disponible en: <https://www.insst.es/documentacion/colecciones-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/16-serie-ntp-numeros-541-a-575-ano-2001/ntp-552-proteccion-de-maquinas-frente-a-peligros-mecanicos-resguardos>.
- [27] International Labour Office, *Safety and Health in the Use of Machinery*. en ILO Code of Practice. Geneva, Switzerland: International Labour Office, 2013. [En línea]. Disponible en: https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/%40ed_protect/%40protrav/%40safework/documents/normativeinstrument/wcms_164653.pdf
- [28] Occupational Safety y H. Administration, “Machine Guarding eTool: Introduction – Hazardous Motions and Actions”, 2026. [En línea]. Disponible en: <https://www.osha.gov/etools/machine-guarding/introduction/hazardous-motions-actions>
- [29] Occupational Safety y H. Administration, “Identifying Hazard Control Options: The Hierarchy of Controls”, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.osha.gov/sites/default/files/Hierarchy_of_Controls_02.01.23_for_m_508_2.pdf

- [30] Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral, “Manual para Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos y Determinación de Controles – IPERC”, diciembre de 2022, *Lima, Perú*. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/sunafil/informes-publicaciones/3727397-manual-para-identificacion-de-peligros-y-evaluacion-de-riesgos-y-determinacion-de-controles>
- [31] W. T. Fine, “Mathematical Evaluation for Controlling Hazards”, *J. Safety Res.*, vol. 3, núm. 4, pp. 157–166, 1971, [En línea]. Disponible en: <https://trid.trb.org/View/116178>
- [32] B. Moloudpourfard, M. Tahamipour Zarandi, y M. Pouyakian, “Updating the ‘‘cost factor’’ in the William Fine risk assessment method following economic power: A case study of selected production industries in Iran”, *Heliyon*, vol. 11, núm. 3, p. e42405, feb. 2025, doi: 10.1016/j.heliyon.2025.e42405.
- [33] I. Oliver-Faubel y E. Bolufer Catalá, “Evaluación de riesgos laborales con el método de William T. Fine”, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/205043>
- [34] W. Fine, *Evaluación matemática para control de riesgos*, núm. 4. en Documentos. Barcelona, España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1973. [En línea]. Disponible en: <https://documentacion.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/es/bib/13949.do>
- [35] International Organization for Standardization, “ISO 7010:2019 Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Registered safety signs”, 2019, *Geneva, Switzerland*. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/72424.html>

ANEXOS

Anexo A. Matriz metodología IPER

En la Figura A1 se muestra la matriz de la metodología IPER

Nº	Tarea	Riesgo	PROBABILIDAD					Índice de severidad	Riesgo = Probabilidad * Severidad	Nivel de riesgo	JERARQUÍA DE CONTROLES				
			Índice de personas expuestas	Índice procedimientos existentes	Índice de capacitación	Índice de exposición al riesgo	Índice de probabilidad				ELM	SUS	CDI	CAD	EPP
1															
2															
3															
4															

Figura A1. Matriz metodología IPER

Anexo B. Matriz metodología William T. Fine

En la Figura B1 se muestra la matriz de la metodología William T. Fine

Proceso								
N°	Tarea	Riesgo	Evaluación de riesgo					
			Personas expuestas	Consecuencia	Exposición	Probabilidad	Grado de peligrosidad	Clasificación
1								
2								
3								
4								

Figura B1. Matriz metodología William T. Fine

Anexo C. Fichas de verificación de resguardos basadas en la NTP 325

En la Figura C1 se muestra la ficha de verificación de resguardos para elementos móviles de transmisión, utilizada para revisar las condiciones de seguridad en las máquinas.

 www.milplast.com.ec	CÓDIGO:
	REVISIÓN:
	FECHA:
Agente material: Elementos móviles de transmisión (poleas, correas, etc.)	

	SÍ	NO
1. Los elementos móviles de transmisión son intrínsecamente seguros (inaccesibles por diseño, fabricación y/o ubicación). Si la respuesta es SI, pase a A.2.....	☐	☐
2. Existen resguardos fijos que impiden el acceso a órganos móviles a los que se debe acceder ocasionalmente. Si la respuesta es NO, pase a la cuestión 8.....	☐	☐
3. Los resguardos fijos están sólidamente sujetos en su lugar.....	☐	☐
4. Para su apertura se precisa utilizar herramientas.....	☐	☐
5. Los resguardos son de fabricación sólida y resistente.....	☐	☐
6. Los resguardos no ocasionan riesgos suplementarios.....	☐	☐
7. Si existen aberturas en los resguardos, éstos están situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.....	☐	☐
8. Existen resguardos móviles que impiden el acceso a los órganos de transmisión cuando se prevén intervenciones frecuentes. Si la respuesta es NO, pase a A.2.....	☐	☐
9. Los resguardos móviles están asociados a un dispositivo de enclavamiento que impide que los elementos móviles empiecen a funcionar mientras se pueda acceder a ellos y que provoca la parada cuando los resguardos sean abiertos.....	☐	☐
10. Los resguardos son de fabricación sólida y resistente.....	☐	☐
11. Los resguardos no ocasionan riesgos suplementarios.....	☐	☐
12. Si existen aberturas en los resguardos, éstos		

Figura C1. Ficha de verificación de resguardos para elementos móviles de transmisión

En la Figura C2 se muestra la ficha de verificación de resguardos para elementos móviles que intervienen en el trabajo, aplicada para inspeccionar zonas de operación.

 www.milplast.com.ec		CÓDIGO:	
		REVISIÓN:	
		FECHA:	
Agente material: Elementos móviles que intervengan en el trabajo			

	SÍ	NO		SÍ	NO
1. Los elementos móviles que intervienen en el trabajo son intrínsecamente seguros (inaccesibles por diseño, fabricación y/o ubicación). Si la respuesta es SÍ, pase a A.3.....	☐	☐	13. Los resguardos no ocasionan riesgos suplementarios.....	☐	☐
2. Existen resguardos fijos que impiden el acceso a tales elementos móviles. Si la respuesta es NO, pase a la cuestión 8....	☐	☐	14. Si existen aberturas en los resguardos, éstos están situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.....	☐	☐
3. Los resguardos fijos están sólidamente sujetos en su lugar.....	☐	☐	15. Existen resguardos regulables para limitar el acceso a las partes de los elementos móviles estrictamente necesarias para el trabajo en aquellas operaciones que exijan la intervención del operador en su proximidad. Si la respuesta es NO, pase a la cuestión 20.....	☐	☐
4. Para su apertura se precisa utilizar herramientas.....	☐	☐	16. Los resguardos regulables pueden regularse fácilmente y sin herramientas.....	☐	☐
5. Los resguardos son de fabricación sólida y resistente.....	☐	☐	17. Los resguardos son de fabricación sólida y resistente.....	☐	☐
6. Los resguardos no ocasionan riesgos suplementarios.....	☐	☐	18. Los resguardos no ocasionan riesgos suplementarios.....	☐	☐
7. Si existen aberturas en los resguardos, éstos están situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.....	☐	☐	19. Si existen aberturas en los resguardos, éstos están situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.....	☐	☐
8. Existen resguardos móviles que impiden el acceso a tales elementos móviles. Si la respuesta es NO, pase a la cuestión 15....	☐	☐	20. Existen dispositivos de protección diseñados para proteger a las personas expuestas contra los riesgos ocasionados por los elementos móviles que intervienen en el trabajo. Si la respuesta es NO, pase a 4.3....	☐	☐
9. Es imposible que los elementos móviles estén en funcionamiento si el resguardo móvil no está correctamente dispuesto.....	☐	☐	21. Los dispositivos de protección imposibilitan el funcionamiento de los elementos móviles mientras el operario pueda entrar en contacto con ellos.....	☐	☐
10. Se precisa una acción voluntaria (por ejemplo la utilización de una herramienta....) para regular el resguardo móvil.....	☐	☐	22. La ausencia o fallo de uno de sus órganos impide la puesta en marcha o provoca la parada de los elementos móviles.....	☐	☐
11. La ausencia o el fallo de uno de sus órganos, impide la puesta en marcha o provoca la parada de los elementos móviles.....	☐	☐	23. Para regularlos se precisa una acción voluntaria.....	☐	☐
12. Los resguardos son de fabricación sólida y resistente.....	☐	☐			

Figura C2. Ficha de verificación de resguardos para elementos móviles que intervienen en el trabajo

En la Figura C3 se muestra la ficha de verificación de resguardos para mandos, empleada para revisar la ubicación, estado, identificación y funcionamiento de los dispositivos de accionamiento y parada de las máquinas.

 www.milplast.com.ec		CÓDIGO:	
		REVISIÓN:	
		FECHA:	
Agente material: Elementos móviles que intervengan en el trabajo			

	SÍ	NO		SÍ	NO
1. Los elementos móviles que intervienen en el trabajo son intrínsecamente seguros (inaccesibles por diseño, fabricación y/o ubicación). Si la respuesta es SI, pase a A.3.....	☐	☐	13. Los resguardos no ocasionan riesgos suplementarios.....	☐	☐
2. Existen resguardos fijos que impiden el acceso a tales elementos móviles. Si la respuesta es NO, pase a la cuestión 8.....	☐	☐	14. Si existen aberturas en los resguardos, éstos están situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.....	☐	☐
3. Los resguardos fijos están sólidamente sujetos en su lugar.....	☐	☐	15. Existen resguardos regulables para limitar el acceso a las partes de los elementos móviles estrictamente necesarias para el trabajo en aquellas operaciones que exijan la intervención del operador en su proximidad. Si la respuesta es NO, pase a la cuestión 20.....	☐	☐
4. Para su apertura se precisa utilizar herramientas.....	☐	☐	16. Los resguardos regulables pueden regularse fácilmente y sin herramientas.....	☐	☐
5. Los resguardos son de fabricación sólida y resistente.....	☐	☐	17. Los resguardos son de fabricación sólida y resistente.....	☐	☐
6. Los resguardos no ocasionan riesgos suplementarios.....	☐	☐	18. Los resguardos no ocasionan riesgos suplementarios.....	☐	☐
7. Si existen aberturas en los resguardos, éstos están situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.....	☐	☐	19. Si existen aberturas en los resguardos, éstos están situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.....	☐	☐
8. Existen resguardos móviles que impiden el acceso a tales elementos móviles. Si la respuesta es NO, pase a la cuestión 15.....	☐	☐	20. Existen dispositivos de protección diseñados para proteger a las personas expuestas contra los riesgos ocasionados por los elementos móviles que intervienen en el trabajo. Si la respuesta es NO, pase a 4.3.....	☐	☐
9. Es imposible que los elementos móviles estén en funcionamiento si el resguardo móvil no está correctamente dispuesto.....	☐	☐	21. Los dispositivos de protección imposibilitan el funcionamiento de los elementos móviles mientras el operario pueda entrar en contacto con ellos.....	☐	☐
10. Se precisa una acción voluntaria (por ejemplo la utilización de una herramienta....) para regular el resguardo móvil.....	☐	☐	22. La ausencia o fallo de uno de sus órganos impide la puesta en marcha o provoca la parada de los elementos móviles.....	☐	☐
11. La ausencia o el fallo de uno de sus órganos, impide la puesta en marcha o provoca la parada de los elementos móviles.....	☐	☐	23. Para regularlos se precisa una acción voluntaria.....	☐	☐
12. Los resguardos son de fabricación sólida y resistente.....	☐	☐			

Figura C3. Ficha de verificación de resguardos para mandos

En la Figura C4 se muestra la ficha de verificación de condiciones de organización, utilizada para evaluar aspectos relacionados con el orden, limpieza, señalización, accesibilidad y condiciones generales del entorno de trabajo.

 www.milplast.com.ec		CÓDIGO: _____ REVISIÓN: _____ FECHA: _____			
Agente material: Mandos					
	SÍ	NO		SÍ	NO
1. Los órganos de mandos son claramente visibles e identificables.....	☐	☐	10. Su accionamiento provoca la parada del proceso peligroso en un tiempo suficientemente corto como para evitar consecuencias graves.....	☐	☐
2. Son maniobrables con seguridad y de forma inequívoca.....	☐	☐	11. El accionamiento del mando de parada de emergencia implica su bloqueo. Para su desbloqueo se precisa de una maniobra intencionada.....	☐	☐
3. Están colocados fuera de las zonas peligrosas, salvo excepciones en caso de necesidad (p.e.: paro de emergencia)....	☐	☐	12. El desbloqueo del mando de parada de emergencia no pone la máquina en marcha de nuevo.....	☐	☐
4. Su accionamiento exigirá siempre una maniobra intencionada.....	☐	☐	13. Si la máquina puede utilizarse según varios modos de funcionamiento, (por ejemplo a impulsos, marcha lenta, marcha rápida, etc...), el modo de mando seleccionado tiene prioridad sobre todos los demás, a excepción de la parada de emergencia.....	☐	☐
5. Si desde el punto de mando principal, el operador no controla todas las zonas peligrosas, existe una alarma acústica previa a la puesta en marcha de la máquina que permita a la persona expuesta disponer de tiempo para abandonar la zona peligrosa o de medios para oponerse a la puesta en marcha efectiva de la máquina.....	☐	☐	14. La interrupción o el restablecimiento tras una interrupción de la alimentación de energía de la máquina, no provoca situación alguna de peligro (por ejemplo, puesta en marcha intempestiva, ineficacia de los dispositivos de protección, etc...).....	☐	☐
6. Si la máquina dispone de varios órganos de accionamiento para su puesta en marcha, dispone de selectores u de otros dispositivos de validación para evitar la puesta en marcha intempestiva desde alguno de los órganos de accionamiento....	☐	☐	15. El circuito de mando de la máquina garantiza que posibles fallos o averías en el mismo serán detectadas sin provocar situación alguna de peligro (seguridad autocontrolada)	☐	☐
7. Si un solo órgano de accionamiento puede poner en funcionamiento a distintas máquinas-herramientas, (p.e.: universal o combinada), dispone de selector que permite la puesta en marcha y paro individual de cada una de ellas.....	☐	☐	16. Existen dispositivos de consignación de la máquina o de sus partes peligrosas, que garantizan la ejecución segura de operaciones de reparación, limpieza, engrase, etc., en la misma.....	☐	☐
8. La orden de parada de máquina tiene la prioridad sobre las órdenes de puesta en marcha.....	☐	☐			
9. La máquina está provista de dispositivo de paro de emergencia con órganos de accionamiento claramente identificables.....	☐	☐			

Figura C4. Ficha de verificación de condiciones de organización

En la Figura C5 se muestra la ficha de organización

 www.milplast.com.ec		CÓDIGO:			
		REVISIÓN:			
		FECHA:			
Organización					
	SI	NO		SI	NO
1. Existe manual de instrucciones y está en todo momento a disposición del operario de las máquinas. Si la respuesta es NO, pase a la cuestión 10.	☐	☐	11. El operario ha sido formado y adiestrado en el manejo de la máquina.	☐	☐
En dicho manual se especifica:			12. Está establecido un programa de mantenimiento y revisiones periódicas de los elementos clave de seguridad.	☐	☐
2. Como efectuar sin riesgo la manutención	☐	☐	13. Existe un control estricto de que las operaciones de mantenimiento se realizan dentro de los plazos fijados por el fabricante.	☐	☐
3. Como efectuar sin riesgo la instalación	☐	☐	14. Se facilitan los medios materiales necesarios para la minimización del riesgo y la realización correcta del trabajo (herramientas, protecciones personales,...)	☐	☐
4. Como efectuar sin riesgo la puesta en servicio.	☐	☐	15. El ritmo de trabajo generado por la máquina permite efectuar las operaciones con riesgo sin celeridad.	☐	☐
5. Como efectuar sin riesgo el reglaje	☐	☐			
6. Como utilizar sin riesgo la máquina.	☐	☐			
7. Como efectuar sin riesgo el mantenimiento	☐	☐			
8. En el manual se contemplan instrucciones de aprendizaje.	☐	☐			
9. En el manual se advierten las contraindicaciones de uso.	☐	☐			
10. Los riesgos residuales de la máquina tras aplicar las medidas de prevención pertinentes, están debidamente señalizados a través de pictogramas fácilmente perceptibles y comprensibles.	☐	☐			

Figura C5. Ficha de verificación de organización

En la Figura C6 se muestra la ficha de verificación de características personales.

 www.milplast.com.ec		CÓDIGO:	
		REVISIÓN:	
		FECHA:	
Características personales			
	SI	NO	
1. El operario tiene las aptitudes necesarias para trabajar en la máquina (cualificación necesaria).....	☐	☐	
2. Se observan hábitos de trabajo correctos (se siguen los métodos de trabajo establecidos, se ubican y ajustan los resguardos regulables a las necesidades de cada operación, se usan las protecciones personales cuando se precisan, etc...).....	☐	☐	

Figura C6. Ficha de verificación de características personales

Anexo D. Fichas de control de equipos de protección personal basadas en la Guía técnica del INSST

En la Figura D1 se muestra la ficha del equipo de protección personal, utilizada para registrar las características técnicas, uso previsto, vida útil, mantenimiento y condiciones de conservación del equipo asignado al trabajador.

 www.milpiast.com.ec		CÓDIGO:	
		REVISIÓN:	
		FECHA:	
FICHA DE ENTREGA DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL			
DATOS DEL TRABAJADOR			
Nombre:			
Puesto de trabajo:			
EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL SELECCIONADO			
Tipo de EPI		Marca y modelo	
Características personales que se han tenido en cuenta (talla, sexo, posibles alergias, etc.)			
Fecha de caducidad	____ / ____ / ____	Núm. unidades entregadas	
INFORMACIÓN Y FORMACIÓN			
Información recibida		Fecha	
•			
•			
•			
Formación recibida		Fecha	
•			
•			
•			
USO DEL EPI			
El destinatario del EPI se compromete a: • Utilizar el equipo en todas las situaciones en las que se le haya indicado y siempre que acceda a áreas en las que su uso sea obligatorio. • Seguir las instrucciones recibidas en lo relativo al cuidado y mantenimiento del equipo. • Consultar cualquier duda sobre la correcta utilización del equipo. • Informar inmediatamente acerca de cualquier anomalía, defecto o daño que pudiera apreciar en el equipo.			
OBSERVACIONES			
Firma del trabajador		Fecha:	
		____ / ____ / ____	

Figura D1. Ficha del equipo de protección personal

En la Figura D2 se muestra la ficha de entrega de equipos de protección personal, empleada para documentar la asignación del EPP al trabajador.

 www.milplast.com.ec		CÓDIGO:
		REVISIÓN:
		FECHA:
FICHA DE ENTREGA DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL		
DATOS DEL TRABAJADOR		
Nombre:		
Puesto de trabajo:		
EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL SELECCIONADO		
Tipo de EPI		Marca y modelo
Características personales que se han tenido en cuenta (talla, sexo, posibles alergias, etc.)		
Fecha de caducidad	____ / ____ / ____	Núm. unidades entregadas
INFORMACIÓN Y FORMACIÓN		
Información recibida		Fecha
• • •		
Formación recibida		Fecha
• • •		
USO DEL EPI		
El destinatario del EPI se compromete a: • Utilizar el equipo en todas las situaciones en las que se le haya indicado y siempre que acceda a áreas en las que su uso sea obligatorio. • Seguir las instrucciones recibidas en lo relativo al cuidado y mantenimiento del equipo. • Consultar cualquier duda sobre la correcta utilización del equipo. • Informar inmediatamente acerca de cualquier anomalía, defecto o daño que pudiera apreciar en el equipo.		
OBSERVACIONES		
Firma del trabajador	Fecha:	
	____ / ____ / ____	

Figura D2. Ficha de entrega de equipos de protección personal

Anexo E. Formatos de observación planeada del trabajo basados en la NTP 386

En la Figura E1 se muestra el formato de observación planeada del trabajo, utilizado para registrar la actividad observada, el comportamiento del trabajador, las condiciones inseguras detectadas y las acciones correctivas necesarias.

 www.milplast.com.ec				CÓDIGO:		
				REVISIÓN:		
				FECHA:		
EMPRESA / CENTRO DE TRABAJO ☐ TAREA ☐ ÁREA DE TRABAJO ANTIGÜEDAD EN EL PUESTO ☐ PERSONA OBSERVADA FECHA OBSERVACIÓN ☐ ☐ ☐ OBSERVADOR/A FECHA PRÓXIMA OBSERVACIÓN ☐ ☐ ☐ FIRMA						
DESCRIPCIÓN DE LA TAREA / ORDEN SECUENCIAL DE OPERACIONES Procedimiento normalizado ☐						
CONDICIONES DE TRABAJO DE LA TAREA						
N° ORDEN	OPERACIÓN			FACTOR DE RIESGO / CAUSA	CONSECUENCIAS (1) 1. LEVE 2. GRAVE 3. MORTAL	NIVEL DEFICIENCIA (2) 1. ACEPT. 2. MEJOR. 3. CRÍTIC.
	DENOMINACIÓN	CÓD. (2)	DEFINICIÓN			
PROCEDIMIENTO DE TRABAJO NORMALIZADO ☐ NO (2) Inexistente ☐ Incompleto o No actualizado ☐ Incumplimiento ☐				ADIESTRAMIENTO EN LA TAREA ☐ NO (2) Desconoce procedimiento ☐ Inexperiencia ☐ Hábitos incor. ☐		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS ☐ NO (2) Inadecuados o inexistentes ☐ Mal estado ☐ Uso incorrecto ☐				EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL ☐ NO (2) Inadecuados o inexistentes ☐ Mal estado ☐ No uso ☐		
INSTALACIONES FIJAS ASOCIADAS A LA TAREA ☐ NO (2) Inadecuadas o no existe ☐ Mal estado ☐ Uso incorrecto ☐				ENTORNO, ORDEN Y LIMPIEZA ☐ NO (2) Proceso inadecuado o falta de medios ☐ Limitación de espacio o por desorden ☐ Uso incorrecto ☐		
ACTUACIONES SINGULARES ACTOS ENGAÑOSOS ACTOS DESTACABLES						
MEJORAS ACORDADAS		RESPONSABLE		GRADO DE CUMPLI-MENTACIÓN (2)		FECHA
				○		
				○		
				○		
				○		
				○		

☐ Marcar cuando proceda
☐ Indicar código (ver cara B)

Entrada Responsable de Área
 FECHA FIRMA

Figura E1. Formato de observación planeada del trabajo

En la Figura E2 se muestra la relación de códigos para la observación planeada del trabajo, empleada como guía para clasificar actos inseguros, condiciones inseguras, incumplimientos y aspectos relevantes durante la supervisión de las tareas.

 www.milplast.com.ec	CÓDIGO:
	REVISIÓN:
	FECHA:

RELACIÓN DE CÓDIGOS A UTILIZAR

CÓDIGOS DE TIPO DE RIESGO (a)	
RIESGOS DE ACCIDENTE	RIESGOS DE ENFERMEDAD PROFESIONAL
010 Caída de personas a distinto nivel 020 Caída de personas al mismo nivel 030 Caída de objetos por desplomes o derrumbamiento 040 Caída de objetos en manipulación 050 Caída de objetos desprendidos 060 Pisadas sobre objetos 070 Choques contra objetos inmóviles 080 Choques contra objetos móviles 090 Golpes/cortes por objetos o herramientas 100 Proyección de fragmentos o partículas 110 Atrapamiento por o entre objetos 120 Atrapamientos por vuelco de máquinas o vehículos 130 Sobreesfuerzos 140 Exposición a temperaturas ambientales extremas 150 Contactos térmicos 161 Contactos eléctricos directos 162 Contactos eléctricos indirectos 170 Exposición a sustancias nocivas o tóxicas 180 Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas 190 Exposición a radiaciones 200 Explosiones 211 Incendios. Factores de inicio 212 Incendios. Propagación 213 Incendios. Medios de lucha 214 Incendios. Evacuación 220 Accidentes causados por seres vivos 230 Atropellos o golpes con vehículos	310 Exposición a contaminantes químicos 320 Exposición a contaminantes biológicos 330 Ruido 340 Vibraciones 350 Estrés térmico 360 Radiaciones ionizantes 370 Radiaciones no ionizantes 380 Iluminación FATIGA 410 Física. Posición 420 Física. Desplazamiento 430 Física. Esfuerzo 440 Física. Manejos de cargas 450 Mental. Recepción de la información 460 Mental. Tratamiento de la información 470 Mental. Respuesta INSATISFACCIÓN 510 Contenido 520 Monotonía 530 Roles 540 Autonomía 550 Comunicaciones 560 Relaciones

CÓDIGOS DE CONSECUENCIAS (b). *Cumplimentar sólo cuando se trate de riesgo de accidente*

1 LEVE Pequeñas lesiones o ILT no grave	2 GRAVE ILT considerada grave Lesiones que pueden llegar a ser irreversibles	3 MORTAL
---	---	-----------------

CÓDIGOS DE NIVEL DE DEFICIENCIA - N.D. (c)

1 ACEPTABLE Situación tolerable. Las deficiencias, de existir, son de escasa importancia	2 MEJORABLE Se han detectado anomalías a corregir, no determinantes de los posibles daños esperados	3 DEFICIENTE Se ha detectado alguna anomalía determinante de los posibles daños esperados
--	---	---

CÓDIGOS DEL GRADO DE CUMPLIMENTACIÓN DE LAS MEJORAS ACORDADAS (d)

☐ Aún no ha sido adoptada mejora alguna
☒ Aplicación parcial de la mejora
☐ Mejora aplicada correctamente

Figura E2. Relación de códigos para la observación planeada del trabajo