

PLAN DE MEJORAMIENTO DE SEGURIDAD EN MAQUINARIA, APLICADO A  
LA “ENVOLVEDORA DE PALLETS PALETIZADORA FG-2000BX” BAJO LA GUÍA  
TÉCNICA COLOMBIANA 45 Y LA NORMA ISO 13849:2015 EN UNA EMPRESA  
DEL SECTOR FARMACÉUTICO DE LA CIUDAD DE CALI

MARIA ALEJANDRA GRUESO

LUISA FERNANDA ACOSTA

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA CATÓLICA LUMEN GENTIUM

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL

SANTIAGO DE CALI

2020

PLAN DE MEJORAMIENTO DE SEGURIDAD EN MAQUINARIA, APLICADO A  
LA “ENVOLVEDORA DE PALLETS PALETIZADORA FG-2000BX” BAJO LA GUÍA  
TÉCNICA COLOMBIANA 45 Y LA NORMA ISO 13849:2015 EN UNA EMPRESA  
DEL SECTOR FARMACÉUTICO DE LA CIUDAD DE CALI

MARIA ALEJANDRA GRUESO

LUISA FERNANDA ACOSTA

Proyecto de grado para optar al título de profesional de Ingeniería Industrial

Asesor

Msc Julián Sarria

Ingeniero Industrial

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA CATÓLICA LUMEN GENTIUM

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL

SANTIAGO DE CALI

2020

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Fundación Universitaria Lumen Gentium para optar al título de Ingeniero Industrial

---

Jurado

---

Jurado

Santiago de Cali, día de mes de 2020

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo inicialmente a Dios por darme la fortaleza para seguir adelante en mi carrera y poner en mi camino a personas maravillosas que me ayudaron a llegar hasta este momento especial de mi vida. A toda mi familia por su apoyo incondicional porque sin ellos nada de esto hubiera sido posible.

## AGRADECIMIENTOS

A mis profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo, así como por la sabiduría que transmitieron en el desarrollo de nuestra formación profesional.

A mis compañeros que con sus palabras y acciones de motivación me impulsaron y apoyaron para continuar con mi carrera.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	12
1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	15
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.2 FORMULACIÓN DEL PROYECTO .....	19
1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROYECTO .....	19
2 OBJETIVOS .....	20
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
3 JUSTIFICACIÓN .....	21
3.1 JUSTIFICACIÓN SOCIAL .....	21
3.2 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA .....	22
3.3 ALCANCE.....	22
3.4 LIMITACIONES .....	23
4 ANTECEDENTES .....	24
4.1 ANÁLISIS DE LOS ANTECEDENTES .....	26
5 MARCO REFERENCIAL .....	28
5.1 MARCO TEÓRICO .....	28
5.1.1 Historia de la salud y seguridad en el trabajo en el mundo y en Colombia ...	28
5.1.2 Normas ISO .....	32
5.2 MARCO CONCEPTUAL.....	36
5.3 MARCO CONTEXTUAL .....	38
5.3.1 Reseña histórica.....	39

5.3.2 Misión .....	39
5.3.3 Visión.....	40
5.3.4 Estructura Organizacional .....	40
5.4 MARCO LEGAL.....	41
6 METODOLOGÍA.....	45
7 RESULTADOS .....	49
7.1 REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD DE LA ENVOLVEDORA DE PALLETS	
49	
7.1.1 Descripción del proceso de operación.....	49
7.1.2 Descripción de la Envolvedora de Pallets.....	52
7.1.3 Requerimientos de Seguridad de la Envolvedora de Pallets.....	53
7.1.4 Clasificar los procesos, actividades y las tareas.....	56
7.1.5 Identificación de los peligros y valoración de los riesgos .....	59
7.2 PLAN DE MITIGACIÓN DE LOS RIESGOS IDENTIFICADOS EN LA	
ENVOLVEDORA DE PALLETS.....	68
7.2.1 Tareas de ajuste.....	69
7.2.2 Tareas de operación normal.....	76
7.2.3 Tareas de operación anormal.....	78
7.2.4 Tareas de mantenimiento.....	82
7.2.5 Tarea de limpieza .....	87
7.2.6 Definición de las Especificaciones de requerimientos de funciones de	
seguridad.....	89
7.3 VALORACIÓN DEL PLAN DE MITIGACIÓN DE LOS RIESGOS	
IDENTIFICADOS EN LA ENVOLVEDORA DE PALLETS .....	102
8 CONCLUSIONES.....	104

9 RECOMENDACIONES .....	106
REFERENCIAS .....	108
ANEXOS .....	111

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Máquina paletizadora fg-2000bx de Cintandina.....	16
Figura 2. Esquema general del planteamiento del problema relacionado a la máquina envolvedora de pallets .....	19
Figura 3. Diagrama de flujo de fases de la metodología .....	48
Figura 4. Panel de control Envolvedora de Pallets .....	51
Figura 5. Partes de la máquina “Paletizadora FG-2000 BX” .....	53
Figura 6. Circuito de seguridad según ISO 13849-1:2015 .....	54
Figura 7. Mapa de peligros de la envolvedora de pallets.....	59
Figura 9. Mecanismo de torre .....	93
Figura 10. Porta bobina para cambio de bobina .....	95

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Funciones panel de control Envolvedora de Pallets.....	51
Tabla 2. Sistema de Seguridad Actual Envolvedora de Pallets .....	55
Tabla 3. Descripción de las tareas y clasificación de acuerdo con la frecuencia de ejecución.....	58
Tabla 4. Identificación de los peligros y efectos posibles involucrados en la operación de la envolvedora de pallets.....	60
Tabla 5. Controles existentes actuales para contrarrestar los riesgos existentes en la envolvedora de pallets. ....	62
Tabla 6. Determinación del nivel de deficiencia .....	63
Tabla 7. Determinación del nivel de exposición .....	64
Tabla 8. Determinación del nivel de probabilidad .....	64
Tabla 9. Significado de los diferentes niveles de probabilidad.....	65
Tabla 10. Determinación del nivel de consecuencias .....	65
Tabla 11. Determinación del nivel de riesgo .....	66
Tabla 12. Significado del nivel de riesgo.....	66
Tabla 13. Valoración de los riesgos de la máquina envolvedora de pallets .....	67
Tabla 14. Plan de mitigación para los riesgos relacionados al ajuste de rodillos de bobina .....	69
Tabla 15. Plan de mitigación para los riesgos relacionados al ajuste cambio de bobina polystretch.....	71
Tabla 16. Plan de mitigación para los riesgos relacionados al ajuste parametrización Pallet.....	72
Tabla 17. Plan de mitigación para los riesgos relacionados al ajuste Posicionamiento sensor pallet.....	73
Tabla 18. Plan de mitigación para los riesgos relacionados al ajuste Posicionamiento finales de carrera. ....	74
Tabla 19. Plan de mitigación para los riesgos relacionados al ajuste Posicionamiento final de carrera cuenta vueltas. ....	75

Tabla 20. Plan de mitigación para los riesgos relacionados a la tarea de operación normal Enhebrado de polystretch. ....	76
Tabla 21. Plan de mitigación para los riesgos relacionados a la tarea de operación normal Puesta en marcha del mecanismo. ....	77
Tabla 22. Plan de mitigación para los riesgos relacionados a la tarea de operación anormal Enredo de polystretch en carro porta bobina. ....	79
Tabla 23. Plan de mitigación para los riesgos relacionados a la tarea de operación anormal Atascamiento de cadena torre. ....	80
Tabla 24. Plan de mitigación para los riesgos relacionados a la tarea de operación anormal Atascamiento de cadena de tornamesa.....	81
Tabla 25. Plan de mitigación para los riesgos relacionados a la tarea de mantenimiento de ejes conducidos.....	83
Tabla 26. Plan de mitigación para los riesgos relacionados a la tarea de mantenimiento de ejes conducidos, revisión de aceite.....	84
Tabla 27. Plan de mitigación para los riesgos relacionados a la tarea de mantenimiento de cadena de transmisión tornamesa.....	85
Tabla 28. Plan de mitigación para los riesgos relacionados a la tarea de mantenimiento de cadena de transmisión de torre. ....	86
Tabla 29. Plan de mitigación para los riesgos relacionados a las tareas de limpieza .....	88
Tabla 30. Identificación función de la guarda fija perimetral .....	91
Tabla 31. Identificación función de la guarda fija de torre .....	92
Tabla 32. Identificación función de la guarda móvil porta bobina.....	94
Tabla 33. Identificación función de control del reset de seguridad.....	96
Tabla 34. Identificación función de control de parada de emergencia en tablero ..	97
Tabla 35. Identificación función de control de parada de emergencia interno .....	98
Tabla 36. Identificación función de control Laser de seguridad .....	99
Tabla 37. Identificación función de control Llave atrapada eléctrica .....	100
Tabla 38. Identificación función de control Llave atrapada mecánica .....	101

## INTRODUCCIÓN

El proyecto final que se describe a continuación corresponde a la propuesta de un plan de mejoramiento de seguridad en maquinaria aplicado al equipo industrial envolvente de pallets “PALETIZADORA FG-2000BX”, de aquí en adelante envolvente de pallets, para que cumpla con las condiciones de seguridad en el trabajo y seguridad funcional en maquinaria basados en la Guía Técnica Colombiana GTC 45 y la norma ISO 13849-1:2015.

Además, en la elaboración de este proyecto y la propuesta de un plan de mejoramiento de seguridad en maquinaria, se contó con la disposición de una empresa del sector farmacéutico dedicada a la fabricación de productos en presentaciones líquidas, sólidas y semisólidas. En medio de las tareas que realizan se manifiestan una considerable cuantía y variedad de riesgos laborales asociados al uso de la envolvente de pallets que se encuentra implicada en su proceso productivo y que sobresalen a corto, mediano y largo plazo en la salud de los trabajadores.

La guía técnica colombiana GTC45:2010 se elige por ser un sistema para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud en el trabajo, la cual detalla - “Esta guía proporciona directrices para identificar los peligros y valorar los riesgos en seguridad y salud ocupacional. Las organizaciones podrán ajustar estos lineamientos a sus necesidades, tomando en cuenta su naturaleza, el alcance de sus actividades y los recursos establecidos” (ICONTEC, 2012)

La ISO 13849-1:2015 es la norma encargada de la gestión de los riesgos identificados y valorados, la cual detalla - “proporciona requisitos de seguridad y orientaciones sobre los principios para el diseño e integración de las partes de los sistemas de mando relativos a la seguridad, incluyendo el diseño del soporte lógico. Para estas partes especifica las características, incluyendo el nivel de prestaciones

requerido para desempeñar las funciones de seguridad” (Comité Técnico AEN/CTN 81 Prevención y medios de protección personal y colectiva en el trabajo, 2016)

Por lo tanto este trabajo tiene como objetivo el desarrollo de un plan de mejoramiento de seguridad en maquinaria aplicado a la envolvente de pallets de la empresa objeto de estudio, con el propósito de ofrecer una metodología apropiada para que dicha máquina cumpla con las condiciones de seguridad funcional y seguridad en el trabajo, lo que permitirá a la empresa detectar el error humano creando mejoras en la utilización y en la eficiencia operacional de la máquina, además de aportar una mejora en el ámbito de la prevención de accidentes laborales y por lo tanto una credibilidad hacia las partes interesadas (empleadores, empleados y clientes).

Para su comprensión y desarrollo se ha aplicado una metodología de dos fases, descriptiva y mejoramiento, la cual permite la construcción de un diagnóstico inicial, donde se identifican y valoran los riesgos detectados en la envolvente de pallets y posteriormente se realiza un análisis de los datos obtenidos definiendo planes de mitigación para cada uno de los riesgos identificados. Se dispuso con anticipación de fundamentos y conceptos teóricos que favorecen el correcto desarrollo del presente trabajo para la elaboración de la propuesta de un plan de mejoramiento de seguridad en maquinaria aplicado a la envolvente de pallets, basados en la GTC45 y la norma ISO 13849-1:2015.

Se realizan las especificaciones de los requerimientos de las funciones de seguridad de acuerdo con la norma ISO 13849-1:2015 mediante la cual se establecen el alcance y las características de los sistemas que deben ser implementados en la máquina, partiendo del análisis de riesgos esto con el fin de cumplir con la mitigación de los mismos, para que pueda dar solución a la problemática identificada y posteriormente sean aplicados por la empresa si esta así lo decide.

Finalmente se realiza una valoración de los planes de mitigación definidos, obteniéndose una calificación que permitirá inferir si el plan de mejoramiento de

seguridad es efectivo y aportará a la reducción del riesgo de manera general en la envolvente de pallets.

## 1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa objeto de estudio es un laboratorio farmacéutico con 15 años de experiencia en el mercado, ubicado en la zona industrial del norte de la ciudad, dedicada a la maquila de productos en presentaciones líquidas (soluciones, emulsiones y suspensiones), semisólidas (cremas, ungüentos y geles) y sólidas (tabletas con y sin cubierta, polvos, granulados no efervescentes y cápsulas de gelatina dura); sus principales clientes son laboratorios farmacéuticos pequeños y medianos de la región con marcas de medicamentos de uso institucional para los gestores farmacéuticos de las entidades promotoras de salud en Colombia. La empresa cuenta con cinco (5) procesos que son Producción y Acondicionamiento de producto, Laboratorio de Calidad, Logística, Mantenimiento y el área administrativa.

Como industria manufacturera es indispensable la manipulación de carga, por lo tanto, en el área de bodega se requiere el uso de una máquina que facilite la manipulación, el transporte (minimizar tiempos de carga y descarga) y almacenamiento (ahorro de espacio) en el producto final.

Para contextualizar el proyecto se presenta una descripción básica de la máquina evaluada, PALETIZADORA FG-2000BX. Ver figura 1. La envolvedora de pallets tiene como función principal envolver el producto final en plástico o papel film para fijarlos a un pallet y agruparlos de manera temporal. Es una máquina semiautomática para la aplicación de polystretch con pre-estiramiento motorizado y control independiente de las velocidades de ejecución del tornamesa y el carro porta-bobina, sus componentes: torre o mástil, panel de control, carro porta-bobina, y tornamesa o disco giratorio.

Figura 1. Máquina paletizadora fg-2000bx de Cintandina



Fuente: Foto obtenida de la empresa objeto de estudio.

El desarrollo de la ingeniería aplicado a maquinaria ha mostrado que ésta conlleva una peligrosidad inherente. El origen de esta peligrosidad se basa simplemente en la intención con la que se han diseñado máquinas desde los principios de la civilización para realizar las tareas que requieren un esfuerzo considerado, una cierta celeridad o que son monótonas para el ser humano, las características funcionales de las máquinas como: fuerza, velocidad, masas en movimiento, piezas cortantes, altas temperaturas, entre otras son las que conllevan un peligro, por consiguiente se puede generalizar que no existe máquina sin peligro. La operación de la envolvente de pallets presenta peligros como atrapamiento o arrastre y golpe, que pueden ocasionar accidentes de carácter grave, muy grave e incluso en algunos casos la muerte, es por ello que resulta relevante tomar acciones sobre el diseño y el correcto uso de la misma con el fin de mitigar los accidentes laborales.

Uno de los principales pilares de la empresa en cuestión de seguridad industrial es garantizarle al trabajador todas las medidas para el desarrollo de sus actividades de manera tal que no se ponga en riesgo su integridad. Lo anterior, reglamentado por el Decreto 1072 de 2015 en el que se indica que todas las empresas sin importar su actividad económica o tamaño deben establecer actividades enfocadas a minimizar los peligros y controlar los riesgos aplicando controles en la fuente, medio e individuo. (Ministerio del Trabajo, 2015). Actualmente, la empresa tiene como control de ingeniería en la operación de la envolvente de pallets el uso de algunos elementos de protección personal, además de tener en sus procedimientos la directriz de realizar pausas activas periódicas como mecanismo para la mejora de la condición física en cuanto a fuerza, flexibilidad, control neuromotor y composición corporal.

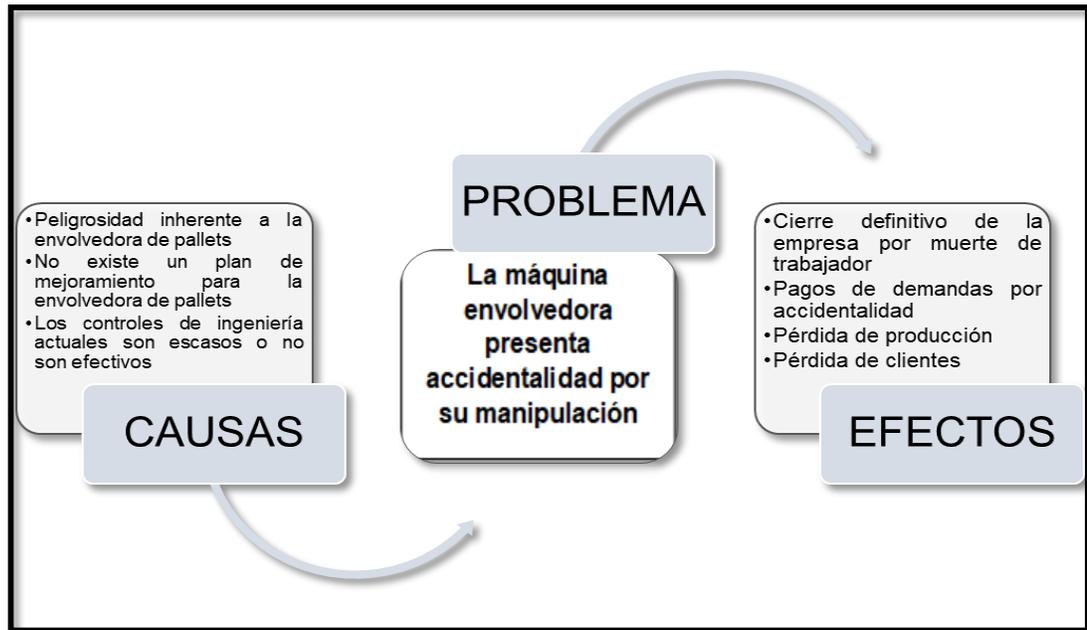
Dentro de su Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, la empresa cuenta con una matriz de accidentalidad (Anexo 1) en la que se registran los accidentes e incidentes ocurridos durante el año 2019. De la matriz se concluye que todos los accidentes son debidos a actividades propias del trabajo y que, de los 15 casos presentados en el año, 11 son eventos que no suceden de manera continua

y regular, que ocurren en equipos, áreas, situaciones y/o máquinas diferentes a la envolvente de pallets, contrario a lo que ocurre con 4 casos donde se evidencia que son inherentes a la operación de la máquina objeto de este proyecto. En consecuencia, es de gran importancia llevar a cabo un análisis que tenga como resultado asegurar que la máquina se use bajo estándares mínimos de seguridad.

La resolución 2400 en el artículo 273 establece que cualquier parte de las máquinas o equipos que debido a su movimiento o funcionamiento mecánico ofrezca riesgo al personal, tales como tuberías de conducción de vapor u otras sustancias calientes, conductores o cables eléctricos desnudos, equipos, materiales o piezas afiladas o salientes, deberán estar resguardadas adecuadamente. Los resguardos deberán ser diseñados, construidos y utilizados de tal manera que suministren protección efectiva y prevengan todo acceso a la zona de peligro. Los resguardos no deberán interferir con el funcionamiento de la máquina, ni ocasionar un riesgo para el personal. (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1979)

La protección debe evitar que las personas entren en contacto con los peligros, o bien reducir los peligros a un nivel seguro, antes de que la persona pueda entrar en contacto con ellos de lo contrario se pueden desencadenar en accidentes laborales e incluso la muerte del trabajador y este último implica el cierre definitivo de la empresa, además de los pagos salariales (lo que el empresario paga, pero no se trabaja), pagos por demandas de responsabilidad civil, pérdida de producción, pérdida de clientes; es por eso que se dispone hacer uso de los conocimientos en salud y seguridad en el trabajo y se plantea desarrollar un plan de mejoramiento de seguridad en maquinaria aplicado a la envolvente de pallets basados en la guía GTC45 y la norma ISO 13849-1: 2015. (Ministerio del Trabajo, 2015)

Figura 2. Esquema general del planteamiento del problema relacionado a la máquina envolvente de pallets



Fuente: Los autores

## 1.2 FORMULACIÓN DEL PROYECTO

¿Cuál es el plan de mejora de seguridad en maquinaria, aplicado a la envolvente de pallets PALETIZADORA FG-2000BX, bajo GTC45 y la norma ISO 13849:2015 en una empresa del sector farmacéutico?

## 1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROYECTO

¿Cuáles son los requerimientos de seguridad de la envolvente de pallets de acuerdo con la normatividad vigente?

¿Cuál es el plan de mitigación de los riesgos identificados que son requeridos por la guía GTC45 y la norma ISO 13849-1:2015, que permitirán la elaboración de un plan de mejoramiento de seguridad en maquinaria aplicado a la envolvente de pallets PALETIZADORA FG-2000BX?

¿Cuál es la valoración e impacto que tienen las propuestas de mejoramiento de seguridad en maquinaria en una empresa del sector farmacéutico que cuenta con una envolvente de pallets PALETIZADORA FG-2000BX?

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar un plan de mejoramiento de seguridad en maquinaria aplicado a la envolvedora de pallets PALETIZADORA FG-2000BX, para que cumpla con las condiciones de seguridad en maquinaria, basados en la guía GTC45 y la norma ISO 13849-1:2015.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar los requerimientos de seguridad de la envolvedora de pallets teniendo en cuenta los requisitos de la GTC 45 y los conceptos de la ISO 13849-1:2015.

Elaborar el plan de mitigación de los riesgos identificados basado en la norma ISO 13849-1:2015, para el mejoramiento de seguridad en la envolvedora de pallets PALETIZADORA FG-2000BX.

Evaluar el posible impacto generado en la empresa por el plan de mejoramiento de seguridad planteado para la envolvedora de pallets PALETIZADORA FG-2000BX.

### 3 JUSTIFICACIÓN

#### 3.1 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

La empresa objeto de estudio, tiene un compromiso con sus clientes y colaboradores, por lo que día a día contribuye a una mejora en sentido social, razón por la cual está concientizada de la importancia de que sus actividades deben prevenir situaciones que afecten la seguridad y salud de los trabajadores; brindando un ambiente de confianza y seguridad, tanto para el cliente externo quien recibe el producto terminado, como para el cliente interno, creando una cultura para prevenir lesiones y enfermedades relacionadas con las actividades en el trabajo, fortaleciendo la competitividad y la productividad de la compañía.

Esta mejora ayudará a la compañía a continuar cumpliendo su compromiso social, generando un impacto positivo al interior de la compañía que en el tiempo se verá reflejado en el mercado y en la percepción de los clientes del servicio que se presta, debido a que la compañía contará con una metodología clara de cómo identificar los peligros y valorar riesgos generados por el uso de una máquina en su proceso productivo hasta su eliminación o reducción utilizando medidas de protección.

La teoría de Maslow habla de las necesidades que debería satisfacer todo ser humano para llegar a la autorrealización personal; dentro de esas necesidades se encuentra la seguridad en el segundo escalafón de una pirámide donde lo más básico se encuentra en la parte inferior y las necesidades más elaboradas se encuentran en la parte superior, y solo cuando se suplen las necesidades más básicas se puede ir escalando a las siguientes para poder alcanzar la autorrealización. Esto conduce a decir que la seguridad es algo que debemos encontrar en todos los aspectos de la vida diaria, incluidas las condiciones laborales para poder aportar, en cierta medida, a lograr el éxito, para efectos de este proyecto, desde el punto de vista laboral. Es por eso que este plan de mejoramiento impactará de manera positiva la forma en la que los trabajadores se van a sentir realizando sus tareas diarias y manipulando la envolvedora de pallets con unas mejoras que la llevarán a cumplir estándares de seguridad mínimos lo que va a reducir

considerablemente los riesgos a los que están expuestos actualmente y que pueden generar miedo e inseguridad en sus labores. (Arias P. S., 2020)

### 3.2 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

Este proyecto tiene como objetivo plantear una mejora en la seguridad de la envolvedora de pallets, algo que puede beneficiar a la empresa en el aspecto económico al reducir el riesgo de accidentes que conllevan a paradas de actividades, demandas, mala imagen de la empresa frente a las partes interesadas y en general situaciones que hacen la empresa menos competitiva y que podría causar pérdidas económicas por retiro de clientes, pagos por accidentalidad o incapacidades, cierre temporal o definitivo.

### 3.3 ALCANCE

Se elaboró un plan de mejoramiento de seguridad en maquinaria aplicado a la envolvedora de pallets de una empresa del sector farmacéutico, con el propósito de ofrecer una metodología apropiada para que dicha máquina cumpla con las condiciones de seguridad funcional y seguridad en el trabajo bajo la guía técnica colombiana GTC45 y la norma ISO 13849-1:2015, que le permitirá a la empresa detectar el error humano creando mejoras en la utilización y en la eficiencia operacional de la máquina.

Este plan de mejoramiento servirá de herramienta para empresarios, ingenieros, operarios, personas involucradas en el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo y en general para cualquier persona sobre los procedimientos y consideraciones que se deben realizar aplicados a la envolvedora de pallets con el fin de preservar, garantizar y asegurar la salud y la vida de las personas que realizan la operación de estas máquinas sin afectar su funcionamiento o generar reducciones en la producción; contribuyendo a la mejora continua del sistema de gestión en seguridad y salud en el trabajo de la compañía.

El propósito de este proyecto es establecer un plan de mejoramiento que en su etapa final tiene como resultado el establecimiento de un plan de mitigación en los que se encuentra la recomendación de la instalación de algunos controles de

ingeniería que pueden estar sujetos a cambios de marcas, modelos y/o referencias. Esta selección de marcas o referencias no hace parte del alcance de este proyecto, por lo que no se lleva a cabo un análisis de costos del plan.

La implementación del plan de mejoramiento de seguridad aplicado a la envolvente de pallets no hace parte del alcance de este proyecto dado que su propósito es presentar un plan de mitigación basado en los riesgos evaluados y la valoración del impacto que podría causar si se llega a implementar.

#### 3.4 LIMITACIONES

Una de las limitaciones y de las más importantes es la percepción que tienen los empresarios de que implementar sistemas de seguridad integrados a las máquinas implica un costo muy alto razón para no adquirir tecnología en la materia. La seguridad será costosa en la medida que no se realice previamente un análisis de peligros y evaluación de riesgos o reciban asesorías que les ofrezcan lo que no necesitan, en consecuencia, es muy importante que tanto empresarios como colaboradores estén enterados de las normativas tanto nacionales como extranjeras y de las tecnologías que existen en el mercado para este tipo de necesidades.

## 4 ANTECEDENTES

### **Elaboración de un manual de seguridad para la operación de equipo y maquinaria pesada en la construcción de vías; caso de estudio: proyecto prolongación de la Simón Bolívar**

La existencia de una adecuada red vial y por lo tanto la constante mejora, construcción y actualización de la misma promueve el comercio, transporte y comunicación de una nación aumentando su desarrollo y competencia internacional razón por la cual es primordial su consideración.

La operación de maquinaria y equipo de obra en la construcción de vías es esencial permitiendo la automatización y realización a gran escala de estos proyectos viales, sobre todo en las actividades de excavación, relleno entre otras. Sin embargo, la utilización de la maquinaria genera muchos riesgos en la obra que deben ser tomados en cuenta con el afán de preservar la seguridad de todo el personal (operadores y ayudantes de maquinaria) que intervienen en los procesos de construcción de vías.

Estos riesgos muchas veces son pasados por alto pero su presencia es constante y su nivel de afección en el caso de presentarse como accidentes depende directamente de las deficiencias que tenga el proyecto en el manejo o cuidado de los mismos durante la ejecución de los trabajos en los que participa la maquinaria.

En el estudio se muestran los resultados de la evaluación de riesgos observados en un proyecto real de construcción de vías con los procesos constructivos relacionados a la maquinaria y equipo de obra, además de proponer una guía de las normas o medidas de seguridad a seguir a fin de evitar accidentes fatales o pérdidas irrecuperables. La construcción siempre ha sido una industria que ha tomado la posta en el desarrollo del ser humano, sin embargo, tristemente ha causado muchas pérdidas humanas durante su ejecución debido a la falta de conocimiento, atención o interés en los procesos de seguridad que deben ser llevados a cabo conjuntamente con las actividades constructivas. Además, el

presente estudio muestra que en el Ecuador pese a la normativa laboral existente que indica pautas y procedimientos correctos de seguridad laboral durante la construcción y sobre todo operación de maquinaria, muchos de estos son poco considerados en la ejecución práctica de los proyectos (Rivera, 2017)

### **Diseño de celda robótica bajo normativa de seguridad en maquinaria**

El proyecto “Diseño de celda robótica bajo normativa de seguridad en maquinaria” es un proyecto de desarrollo y aplicación de normativas y dispositivos relacionados con la seguridad. Este proyecto de desarrollo consta de tres partes diferenciadas. En la primera de ellas se aplica la normativa de directiva de máquinas de la UE para realizar un análisis funcional de una instalación robótica. En la segunda, a partir del análisis realizado, se realiza una propuesta sobre dispositivos especializados en seguridad para conseguir reducir los riesgos encontrados en la instalación. Por último, en la tercera parte, se genera un diseño virtual 3D de la instalación robótica final propuesta. En la primera parte se puede encontrar información sobre normativa como la EN ISO 13849 y el Real Decreto 1215, la evaluación de riesgos de la instalación y el uso del software SISTEMA. En la segunda, se habla detalladamente sobre los dispositivos de seguridad, la programación del autómatas de seguridad que se encuentra en la instalación, el conexionado eléctrico entre los dispositivos y la oferta de los dispositivos del proyecto. En la tercera se incluyen los planos de la celda robótica diseñada en tres dimensiones desde las diferentes perspectivas en formato realista e incluyendo el dimensionado de la misma.

La finalidad del proyecto es informar sobre normativa aplicable en seguridad de maquinaria a la vez que se desarrolla un proyecto real de una celda robótica que cumpla con los mínimos de seguridad para su uso. (Expósito, 2018)

### **Seguridad e higiene en el diseño de máquinas. Una revisión del estado del arte y aplicación al desarrollo de una cortadora de capullos de seda.**

La disminución y prevención de accidentes, es un factor relevante en la industria. Para esto se cuenta con legislación nacional, como la Ley de Higiene y Seguridad

en el Trabajo, que enmarca obligaciones que asumen las partes en distintos estamentos, incluyendo el diseño de máquinas. De todos modos, debemos contar con conocimientos más amplios, para planificar un diseño seguro. Por lo tanto, hemos realizado una revisión en la normativa vigente para observar cuales son las cuestiones más importantes para considerar en el diseño de máquinas y generar un proceso de diseño que contemple la minimización de riesgos.

Con el objeto de observar la aplicación práctica de las normativas existentes, se las han empleado en el desarrollo de un equipo realizado en el Instituto Nacional de Tecnología Industrial para la industria sericícola. La máquina tiene como objetivo principal facilitar y agilizar el trabajo de corte de los capullos de seda y la separación de la pupa, proceso que actualmente se realiza de a uno por vez y en forma manual. El corte en el dispositivo se efectúa mediante una cuchilla circular ubicada entre dos platos giratorios concéntricos. Luego la maquina separa el capullo del gusano.

En el desarrollo se tuvo en cuenta un plan de trabajo que aportó herramientas para un “Diseño Seguro”, y junto con el equipo técnico se pudieron plantear las características de la máquina evaluando los riesgos emergentes en cada etapa y considerando el mal uso previsible de la misma. También durante la actividad, y gracias a la evaluación de los riesgos, se observó que algunos no estaban presentes y en aquellos que sí, se buscó mitigarlos con medidas correctivas o preventivas.

Para finalizar, se diseñó y construyó la máquina en cuestión, se determinaron seis riesgos posibles, y para cada uno de ellos se proveyó una solución particular. (Meza, 2016)

#### 4.1 ANÁLISIS DE LOS ANTECEDENTES

De la investigación realizada de los trabajos que se han desarrollado con relación a la seguridad en maquinaria se confirma que la mayoría de las máquinas presentan situaciones de peligros inherentes a su uso y sus funciones, que pueden desencadenarse en riesgos de carácter alto, medio o bajo y que estos deben ser evaluados para poder determinar las medidas de intervención que permitan

mitigarlos o volverlos aceptables bajo los estándares mínimos de seguridad siguiendo los requerimientos de la normatividad vigente disponible.

## 5 MARCO REFERENCIAL

### 5.1 MARCO TEÓRICO

#### 5.1.1 Historia de la salud y seguridad en el trabajo en el mundo y en Colombia

Desde la edad antigua en diferentes sociedades del mundo, se ha trabajado la Salud ocupacional, tomando como ejemplo las culturas de Egipto, Mesopotamia, Grecia y Roma.

Durante la época de las civilizaciones mediterráneas se destaca en Egipto (400 a de JC), una especial consideración por los guerreros, embalsamadores y fabricantes de armas, los cuales tenían leyes especiales para realizar su trabajo y evitar accidentes de trabajo por medidas que daba el faraón que se implementaron en las grandes ciudades.

Luego en el 2000 AC el rey Hammurabi de Mesopotamia, grabo en piedra un código con derechos y deberes de los babilonios, con aspectos de seguridad social para los ciudadanos, posteriormente este fue reemplazado por la ley del Tailón, donde se empezó a hablar de prevención de accidentes, indemnizaciones y contratos de trabajo con salarios fijos y tres días de descanso al mes para los artesanos. (Henaó, 2014)

En el año 460 AC Hipócrates describió la primera enfermedad en reconocerse como una enfermedad laboral, la intoxicación por plomo.

Bernardino Ramazzini es considerado el padre de la salud ocupacional en el mundo, ya que el realizó la primera investigación sobre las actividades laborales, determinando que algunas enfermedades presentaban mayor frecuencia en determinadas profesiones. Para lo cual, realizó visitas a lugares de trabajo. En 1700 realizó estudios sobre diferentes oficios y profesiones (mineros, alfareros, boticarios etc.) y propone el término de higiene y describe los riesgos de algunas profesiones. (Henaó, 2014)

Con la revolución industrial los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales se multiplicaron, las jornadas laborales eran de hasta 18 horas, al no

existir programas formales de salud ocupacional, no tenían una buena alimentación y también explotaban a mujeres y niños. Es así como se adoptaron precauciones tendientes a prevenir los accidentes ocasionados por motores, engranajes, poleas y cuchillas. (Henao, 2014)

Años más tarde en 1918 La Universidad de Harvard concede los primeros títulos de licenciado en Seguridad e Higiene en el trabajo (Guerrero, 2015)

En 1919 se crea Organización Internacional del Trabajo OIT (Arias, 2015)

A mediados del siglo XX, más exactamente, en 1949, se crea en Estados Unidos con el apoyo de la Asociación Inglesa de Ingenieros un nuevo campo de estudio: la ergonomía (Arias, 2015)

Con respecto a la higiene industrial, el 29 de diciembre de 1970 el congreso norteamericano aprobó una Ley propuesta por William Steiger sobre la Seguridad e Higiene Laboral que condujo a la creación de la OHSAS (Arias, 2015)

En Colombia, la Salud Ocupacional se demoró en establecerse, a comienzos del siglo XX se presentaron propuestas para este fin. En 1904, el General Rafael Uribe Uribe fue el primero en plantear una política orientada hacia la seguridad de los trabajadores. (Henao, 2014)

Luego en 1914, Uribe Uribe habla acerca del bienestar del trabajador, accidentes de trabajo y las labores del campo. A él se le considera como el padre de la seguridad y la salud ocupacional en Colombia por sus múltiples planteamientos que hizo en torno a la seguridad de los trabajadores. (Henao, 2014)

Hacia 1934 la oficina de medicina laboral organizó sus sedes operativas en las principales ciudades del país, para posteriormente en la oficina nacional de medicina e higiene industrial incorporarse al ministerio de trabajo.

En 1943, el entonces ministro Adán Arriaga, presentó al congreso el proyecto de ley, que posteriormente se convirtió en la ley 90 de 1946, con la cual se creó el desaparecido Instituto de Seguro Social (ISS), el cual empezó prestando servicios de enfermedad general y maternidad.

Con la puesta en marcha del decreto 614 de 1984 se determinan las bases para organizar y administrar la salud ocupacional en Colombia.

A pesar de que en Colombia se expidieron varias leyes desde 1950, en cuanto a salud ocupacional se refiere; es a partir del año 1986, cuando los temas generales de salud ocupacional en Colombia han tomado especial relevancia en los sectores industriales, sociales, culturales, económicos y legales. Prueba de esto es la aprobación de la Resolución 2013 De 1986 Emanada del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social que reglamenta la organización y funcionamiento de los Comités Paritarios de Salud Ocupacional: elección, funciones y obligaciones, entre otros aspectos.

Luego con la resolución 1016 de 1989 los ministros de trabajo y seguridad social y salud reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los Programas de Salud Ocupacional (PSO) que deben desarrollar los empleadores en el país.

La ley 100 de 1993: habla de la obligatoriedad de la afiliación de los trabajadores al Sistema de Seguridad Social y establece amparos para la enfermedad general y la maternidad, cobertura para la pensión de vejez y de invalidez derivada de enfermedad y riesgo común, así como cobertura para las consecuencias derivadas de accidentes de trabajo (AT) y enfermedades laborales (EL).

Dicha ley, se disponía de un sistema enfocado hacia la reparación de daños más que en la prevención, de forma que se hacía énfasis en los modelos de atención médica (es decir, diagnóstico y tratamiento), pensiones por incapacidad, e indemnizaciones, entre otras. Estas funciones eran prestadas por el Instituto de Seguros Sociales (ISS), una entidad estatal, único organismo autorizado para estos servicios. Bajo el nuevo sistema, nacen las Administradoras de Riesgos Laborales (ARL), las cuales deben promocionar el Sistema de Riesgos Laborales entre los empleadores, brindando la asesoría necesaria para que el empleador seleccione la administradora correspondiente. Así como también brindar atención a los trabajadores que se accidenten o enfermen por causa de su trabajo (Guerrero, 2015).

Los decretos 1832 y 1835 de 1994 reglamentaron las actividades de alto riesgo y se creó la tabla de riesgos laborales, cuyo fin es entre otras cosas facilitar la prevención de las enfermedades laborales, así como también determinar el diagnóstico médico de los trabajadores afectados, en incidentes y accidentes de trabajo.

Por medio del decreto 1295 de 1995 se determina la organización y administración del sistema general de riesgos Profesionales (SGRP), hoy por hoy, Sistema General de Riesgos Laborales (SGRL) con el fin de prevenir, proteger y atender a los trabajadores de los efectos de las enfermedades profesionales y los accidentes de trabajo.

Con las resoluciones 1401 y 2436 de 2007, se reglamentaron la investigación de incidentes y accidentes de trabajo, las evaluaciones médicas ocupacionales y el manejo de las historias clínicas ocupacionales.

Con la aprobación de la ley 1429 de 2010, se suprimió la inscripción del Comité Paritario en Salud Ocupacional (COPASO) ante el Ministerio de Protección Social (Arias, 2015)

Pero fue hasta el año 2012 cuando por medio de la ley 1562 se estableció que los programas de salud ocupacional debían ser reemplazados por el Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST), para luego dar paso a los decretos 1443 de 2014 y 1072 de 2015 expedidos por el ministerio de trabajo, donde se establecen unos reglamentos claros que deben cumplir los empleadores para velar por la salud de sus trabajadores.

Lo anterior es una recopilación de diferentes cambios que se han realizado al sistema general del sector trabajo, donde cada vez se espera tener mayor eficacia y evitar así enfermedades, incapacidades permanentes, accidentes graves y mortales, convirtiéndose en una motivación para el ministerio de trabajo y el Gobierno de Colombia, de que las empresas reflejen una imagen no solo comercial sino de seguridad bajo ambientes sanos y seguro para los trabajadores

colombianos, los cuales a la hora de adquirir un empleo estos deben ser debidamente cubiertos por una EPS y ARL, para que en caso de accidentes laborales puedan ser atendidos oportunamente.

## 5.1.2 Normas ISO

### 5.1.2.1 Historia de la ISO

La ISO (siglas para Organización Internacional de Normalización en castellano), se creó en el año 1946 con la presencia de 64 representantes delegados provenientes de 25 países. Esta reunión tuvo cita en Londres, Inglaterra en la sede del Instituto de Ingenieros Civiles. Estas personas decidieron adentrarse en el proyecto de creación de una organización cuya finalidad sería facilitar una unificación en normas de industrialización y una mejora en la coordinación internacional de empresas. (Blog Calidad ISO, 2014)

Al año siguiente, en el mes de febrero, se hizo oficial la creación de la ISO y empezó sus operaciones. La fecha oficial de inicio de actividades fue el 27 de febrero de 1947.

Desde aquel año, se han creado más de 19.500 normas para todos los sectores de producción, incluidos por supuesto, la industria, el sector salud, el sector alimentario, tecnológico, etc.) La organización tiene sede en Ginebra (Suiza) y desde allí, donde se encuentra la Secretaría General de ISO, se controlan al resto de países. En esta oficina actualmente trabajan cerca de 150 personas a tiempo completo.

En el año 1951 fue publicada la primera norma ISO que en aquel momento se llamó simplemente una “recomendación”. Esta primera, la ISO/R 1:1951, fue una norma que abarcaba la temperatura estándar de referencia para medir la longitud industrial. Dicha primera norma fue actualizada en varias ocasiones hasta llegar a la más actual que es la del año 2002 sobre especificaciones del producto genérico – temperatura de referencia estándar para especificación geométrica de los productos.

Actualmente la organización internacional de normalización acoge a 165 países miembros y lo conforman alrededor de 3368 órganos técnicos encargados de cuidar la elaboración de dichas normas. La palabra ISO, significa según su raíz griega “igual”, de ahí el nombre de la organización, que, además, coincide con las siglas de la misma. Se trata de un juego de palabras muy adecuado para la finalidad de la organización. Esta es una federación internacional independiente que intenta aportar mayor seguridad, calidad y eficiencia a los sistemas de trabajo para hacer más simple el intercambio entre países y regiones de bienes y servicios producidos. Cada país tiene su propio organismo nacional de normalización de tipo no gubernamental que se puede ver como un puente de contacto entre el sector público y el sector privado. En el caso de Colombia, por ejemplo, sería el ICONTEC. Los miembros son parte de la estructura de gobierno de cada país al que pertenecen, pero también existen miembros que tienen raíces no gubernamentales ya que provienen del sector privado únicamente. Por ello, las normas de la ISO permiten llegar a consensos sobre las posibles soluciones de cara a los negocios como para el beneficio general de la sociedad, en un ámbito más amplio. (Blog Calidad ISO, 2014)

#### 5.1.2.2 Historia de la ISO 13849

En el año 1996 se publicó la norma europea armonizada EN 954-1:1996 “Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño” (después adoptada como norma nacional UNE-EN 954-1:1997 e internacional ISO 13849-1:1999), en apoyo de la Directiva Máquinas 98/37/CE, para orientar a los fabricantes de maquinaria durante el diseño de las partes del sistema de mando que desempeñan funciones de seguridad. La creciente complejidad de los diseños de los sistemas de mando relativos a la seguridad obligó a revisar dicha norma, cuyos contenidos empezaban a ser insuficientes, y como resultado se publicó la versión EN ISO 13849-1:2006. Posteriormente la norma ha sufrido una serie de ligeras modificaciones para adaptarla a la nueva Directiva Máquinas 2006/42/CE y corregir algunos errores,

plasmadas en la versión EN ISO 13849-1:2008 y su corrigendum AC 2009. La norma EN 954-1:1996 ha coexistido con la versión EN ISO 13849-1:2006 hasta finales de 2011. A partir de 2012, se encuentra en vigor, únicamente, la versión EN ISO 13849-1:2008 (adoptada como norma nacional UNEEN ISO 13849-1:2008). La parte 1 de esta norma fue completada con una segunda parte EN ISO 13849-2:2003 “Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 2: Validación” (adoptada como norma nacional UNE-EN ISO 13849-2:2004), actualizada posteriormente como EN ISO 13849-2:2008 (adoptada como norma nacional UNE-EN ISO 13849-2:2008), que se refiere exclusivamente, como su propio nombre indica, a la etapa de validación del proceso de diseño esbozado en la parte 1. (Badiola, 2012)

#### 5.1.2.3 Historia y generalidades de la GTC 45

La Guía Técnica Colombiana GTC 45 es una metodología diseñada para identificar los peligros y valorar los riesgos de seguridad y de salud en el trabajo. La primera versión de este documento apareció en 1997 y era una herramienta destinada, básicamente, a elaborar un diagnóstico de las condiciones laborales. Su propósito era construir un panorama global de los factores de riesgo. (SafetYA, 2019)

Con el tiempo y, principalmente, con el avance de la legislación, la GTC 45 se ha convertido en un método minucioso y profundo para identificar los peligros y valorar los riesgos. Esto, gracias a las sucesivas actualizaciones que ha tenido el documento.

#### **La estructura de la GTC 45**

Los componentes más relevantes de la Guía Técnica Colombia GTC 45 son los siguientes:

- Contiene todo un capítulo destinado a las definiciones. Este es un elemento de suma importancia, ya que permite precisar el alcance que tiene cada concepto. Las definiciones son completamente acordes con las que plantea el Decreto 1072 de 2015 Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo.

- En el apartado 3.1.1 “Aspectos para tener en cuenta para desarrollar la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos”, aparece un listado de acciones para llevar a cabo el proceso en forma eficaz.
- En la sección 3.2 “ACTIVIDADES PARA IDENTIFICAR LOS PELIGROS Y VALORAR LOS RIESGOS” se muestran puntualmente los pasos necesarios para adelantar el proceso. Los numerales subsiguientes, del capítulo 3, muestran, punto por punto, qué acciones se deben realizar para llegar a una identificación precisa de los peligros y a una valoración profesional de los riesgos.
- En los anexos aparecen ejemplos prácticos, que resultan ser una valiosa guía para cada una de las acciones del proceso.

### **La GTC 45 y el Decreto 1072 de 2015**

La Guía Técnica Colombiana GTC 45 resulta ser muy coherente con lo establecido en el Decreto 1072 de 2015, que consagra el nuevo Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST). Veamos los puntos en donde la ley y la guía se articulan:

- En el Artículo 2.2.4.6.7 del Decreto 1072 de 2015 se establece que los objetivos de la Política de SST deben incluir, al menos, estos aspectos: identificar los peligros, evaluar y valorar los riesgos y establecer los respectivos controles.
- En el Artículo 2.2.4.6.8, numeral 6 del mismo Decreto, se especifica que es obligación de los empleadores la Gestión de los Peligros y Riesgos. Con base en esto, deben adoptar medidas puntuales para identificar peligros, evaluar y valorar los riesgos y establecer controles destinados a prevenir daños en la salud de los trabajadores y/o contratistas, en los equipos y en las instalaciones.
- En el numeral 9 del mismo Artículo 2.2.4.6.8, se establece que se debe garantizar la capacitación a los trabajadores, con base en los peligros identificados y los riesgos valorados.
- En el Artículo 2.2.4.6.11 se ordena el desarrollo de un programa de capacitación que aporte el conocimiento necesario para identificar peligros y controlar los

riesgos, destinado a todos los niveles de la organización. En el párrafo 2 del mismo artículo, se consagra la obligación de realizar una inducción a los nuevos trabajadores, que incluya estos aspectos.

- En el Artículo 2.2.4.6.12, numeral 3, se indica que los empleadores deben documentar y mantener disponible y actualizada la información relacionada con la identificación anual de peligros y la evaluación y valoración de riesgos.
- Finalmente, en los Artículos 2.2.4.6.15 y 2.2.4.6.23, se establece que el empleador o contratante debe implementar una metodología que cumpla con las siguientes especificaciones: 1) Que sea sistemática; 2) Que tenga alcance sobre todos los procesos y actividades rutinarias y no rutinarias, tanto internas como externas, y sobre las máquinas y equipos, en todos los centros de trabajo y para todos los trabajadores, independientemente de su forma de contratación y vinculación; 3) Que permita identificar los peligros y evaluar los riesgos en seguridad y salud en el trabajo, con el fin de que sea posible priorizarlos y establecer los controles necesarios.

Todos estos requerimientos del Decreto 1072 de 2015 son plenamente abordados por la Guía Técnica Colombiana GTC 45. Por lo tanto, este documento es una herramienta completa y eficaz para dar cumplimiento a la ley. (SafetYA, 2019)

## 5.2 MARCO CONCEPTUAL

Accidente de trabajo. Suceso repentino que sobreviene por causa o con ocasión del trabajo, y que produce en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte. Es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador, o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, incluso fuera del lugar y horas de trabajo (Decisión 584 de la Comunidad Andina de Naciones). (ICONTEC, 2012)

Elemento de Protección Personal (EPP): Dispositivo que sirve como barrera entre un peligro y alguna parte del cuerpo de una persona. (ICONTEC, 2012)

Dispositivo de enclavamiento, enclavamiento: Dispositivo de protección mecánico, eléctrico o de cualquier otra tecnología, destinado a impedir el funcionamiento de las funciones peligrosas de una máquina bajo determinadas condiciones (generalmente mientras un resguardo no esté cerrado) (AEN/CTN Prevención y medios de protección personal y colectiva en el trabajo, 2012)

Dispositivo disuasivo: Cualquier obstáculo material (una barrera baja, un raíl, etc) que no impide totalmente el acceso a una zona peligrosa, pero reduce la probabilidad de acceder a ella, por restricción del libre acceso. (AEN/CTN Prevención y medios de protección personal y colectiva en el trabajo, 2012)

Función de seguridad: Función de una máquina cuyo fallo podría dar lugar a un aumento inmediato del (de los) riesgo(s). (AEN/CTN Prevención y medios de protección personal y colectiva en el trabajo, 2012)

Maquinaria; máquina: Conjunto de partes o componentes vinculados entre sí, de los cuales al menos uno es móvil, asociados para una aplicación determinada, provisto o destinado a estar provisto de un sistema de accionamiento. (AEN/CTN Prevención y medios de protección personal y colectiva en el trabajo, 2012)

Matriz de riesgos: Herramienta para consignar de forma sistemática la información proveniente del proceso de la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos, la cual debería ser actualizada periódicamente. (ICONTEC, 2012)

Parada de emergencia; función de parada de emergencia: Función destinada a:

- Evitar la aparición de peligros o reducir los riesgos existentes que puedan perjudicar a las personas, a la máquina o al trabajo en curso; y
- Ser iniciada por una sola acción humana. (AEN/CTN Prevención y medios de protección personal y colectiva en el trabajo, 2012)

Peligro: Fuente, situación o acto con potencial de daño en términos de enfermedad o lesión a las personas, o una combinación de estos (NTC-OHSAS 18001). (ICONTEC, 2012)

Resguardo: Barrera material, diseñada como parte de una máquina, para proporcionar protección. (AEN/CTN Prevención y medios de protección personal y colectiva en el trabajo, 2012)

Riesgo: Combinación de la probabilidad de que ocurra un(os) evento(s) o exposición(es) peligroso(s), y la severidad de lesión o enfermedad, que puede ser causado por el (los) evento(s) o la(s) exposición(es) (NTC-OHSAS 18001). (ICONTEC, 2012)

Seguridad en el trabajo: es la disciplina encuadrada en la prevención de riesgos laborales cuyo objetivo es la aplicación de medidas y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo. Se trata de un conjunto de técnicas y procedimientos que tienen como resultado eliminar o disminuir el riesgo de que se produzcan accidentes. (¿Qué es la seguridad en el trabajo? , 2017)

Laser de seguridad: dispositivo cuya función de detección se realiza mediante elementos optoelectrónicos transmisores y receptores, que detectan la interrupción de la luz provocada por un objeto opaco dentro del campo de protección (o, en el caso de una barrera de fotoeléctrica, en el eje del haz de luz).

Reset de seguridad: dispositivo de mando para reiniciar la función de seguridad después de haberse presentado un evento.

Llave atrapada mecánica: dispositivo de enclavamiento que utiliza cerraduras y llaves para el control secuencial de equipos y maquinaria para garantizar un funcionamiento seguro.

Llave atrapada eléctrica: dispositivo de enclavamiento que utiliza cerraduras con bobinas eléctricas y llaves para el control secuencial de equipos y maquinaria para garantizar un funcionamiento seguro.

### 5.3 MARCO CONTEXTUAL

Con el objetivo de contextualizar al lector acerca del tipo de empresas en donde se puede aplicar el proyecto, se realiza una breve reseña histórica de la empresa de

acuerdo a la información otorgada por el director general, además, se mostrará la estructura organizacional, misión y visión.

### 5.3.1 Reseña histórica

La empresa objeto de estudio, ubicada en una zona industrial del norte de Cali, nació hace 15 años como empresa maquiladora de pequeñas y medianas industrias de la zona suroccidente del país.

Fue creada por 3 personas que tenían relación estrecha con diferentes ramas de la industria farmacéutica.

Nació con el objetivo de satisfacer la necesidad que tiene la ciudad de Cali en la fabricación de productos farmacéuticos. Además de llenar el vacío que dejó un antiguo laboratorio que se encontraba ubicado en las actuales instalaciones de la compañía, quienes eran muy conocidos en el sector, pero por diferentes circunstancias cerraron sus operaciones de fabricación.

Esta empresa fue adquirida por sus actuales dueños como necesidad para la fabricación de los productos farmacéuticos de la marca de uno de ellos y como oportunidad de negocio para la maquila de otros clientes con marcas posicionadas. Sus principales clientes hacen parte de marcas de medicamentos de uso institucional para los gestores farmacéuticos de las Entidades Promotoras de Salud en Colombia.

La empresa objeto de estudio desarrolla actividades de manufactura y empaque de productos para uso humano, estos productos incluyen sólidos no estériles (tabletas, cápsulas, polvos), líquidos no estériles (jarabes, suspensiones, soluciones, lociones de uso tópico) y semisólidos (cremas, ungüentos). También cuenta con un laboratorio de control de calidad en el que se elaboran análisis de materiales, producto terminado y estudios de estabilidad acelerada y natural para el desarrollo de nuevos productos.

### 5.3.2 Misión

La empresa objeto de estudio es una organización creada para satisfacer la fabricación de productos farmacéuticos y servicios de análisis fisicoquímicos y microbiológicos para la industria farmacéutica, comprometida con sus clientes y con sus trabajadores, la comunidad, el ambiente, las entidades de control y partes interesadas, en términos de Calidad, Seguridad, Eficiencia, Honestidad, Igualdad y Economía.

### 5.3.3 Visión

La empresa objeto de estudio planea, organiza y dirige todos sus recursos para ser el principal laboratorio farmacéutico en el Sur Occidente del país, mediante el mejoramiento continuo de sus procesos, garantizando una producción y servicios bajo los estándares de calidad y seguridad que requieran nuestros clientes, como la comunidad y los organismos de control.

### 5.3.4 Estructura Organizacional

El organigrama de la empresa se encuentra en el Anexo 2. A continuación se describen de manera general la función de los cargos de los procesos estratégicos:

**Dirección general:** Encargado de tomar las decisiones generales de la empresa.

**Gerencia técnica:** Encargado de gestionar los recursos para el área de producción laboratorio de control de calidad y aseguramiento de calidad.

**Jefe Administrativo:** Encargado de administrar los recursos financieros de la empresa y de gestionarlos a los demás departamentos.

**Jefe de Aseguramiento de calidad:** Es el encargado de ejecutar el programa de auditorías internas, dar solución a quejas y reclamos y gestionar los controles de cambio y desviaciones planificadas en los procesos. Coordinar la ejecución de validaciones de métodos analíticos y procesos de limpieza y la ejecución de los estudios de estabilidad.

**Jefe de Control de Calidad:** Encargado de aprobar las materias primas, los productos en proceso y los productos terminados.

**Jefe de Logística:** Encargado de recibir las materias primas para su ingreso a la bodega, entregarlas al área de producción una vez aprobadas por Control de Calidad y despachar el producto terminado a los distribuidores una vez aprobado por Control de Calidad.

**Jefe de Mantenimiento:** Coordinar las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos e instalaciones. Coordinar la ejecución de las calibraciones de instrumentos y equipos críticos.

**Jefe de Recursos Humanos y SST:** Ejecutar las actividades relacionadas con las condiciones laborales de los trabajadores. Llevar las estadísticas de accidentalidad, ausentismo, incapacidades. Llevar a cabo actividades que favorezcan las condiciones de trabajo.

#### 5.4 MARCO LEGAL

Para este proyecto de grado se tuvo en cuenta las siguientes normativas:

RESOLUCIÓN 2400 DE 1979 (MAYO 22) MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL. Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1979)

ARTÍCULO 267. Los órganos móviles de las máquinas, motores, transmisiones, las piezas salientes y cualquier otro elemento o dispositivo mecánico que presente peligro para los trabajadores, deberán ser provistos de la adecuada protección por medio de guardas metálicas o resguardos de tela metálica que encierre estas partes expuestas a riesgos de accidente. (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1979)

ARTÍCULO 268. La limpieza y engrasado de las máquinas, motores, transmisiones, no podrá hacerse sino por el personal experimentado y durante la parada de estos, o en marcha muy lenta, salvo que existan garantías de seguridad para los trabajadores. Los trabajos de reparación, recambio de piezas u otros similares se

harán análogamente cuando las máquinas, motores, transmisiones se encuentren en reposo y bajo la acción del dispositivo de seguridad contra arranques accidentales. (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1979)

ARTÍCULO 270. Ningún trabajador quitará o anulará los resguardos, aparatos o dispositivos de seguridad que protejan una máquina o una parte de la misma que sea peligrosa, excepto cuando la máquina esté parada con el fin de arreglar o reparar dichos resguardos, accesorios o dispositivos. (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1979)

ARTÍCULO 271. Todo trabajador está en la obligación de informar inmediatamente de los defectos o deficiencias que descubra en una máquina, resguardo, aparato o dispositivo. (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1979)

ARTÍCULO 273. Cualquier parte de las máquinas o equipos que debido a su movimiento o funcionamiento mecánico ofrezca riesgo al personal, tales como tuberías de conducción de vapor u otras sustancias calientes, conductores o cables eléctricos desnudos, equipos, materiales o piezas afiladas o salientes, deberán estar resguardadas adecuadamente. Los resguardos deberán ser diseñados, contruidos y utilizados de tal manera que suministren protección efectiva y prevengan todo acceso a la zona de peligro. Los resguardos no deberán interferir con el funcionamiento de la máquina, ni ocasionar un riesgo para el personal. (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1979)

ARTÍCULO 274. ...Toda máquina de tipo antiguo que no posea la protección debida será objeto de estudio para adaptar un resguardo adecuado en el punto de operación. Los funcionarios de la División de Salud Ocupacional podrán dictar otras medidas necesarias para la construcción e instalación de los resguardos de maquinarias. (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1979)

DECRETO NÚMERO 1072 DE 2015 MINISTERIO DEL TRABAJO. REPUBLICA DE COLOMBIA (26 MAYO 2015) (Ministerio del Trabajo, 2015)

Capítulo 6 Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo

Artículo 2.2.4.6.2. Definiciones. Para los efectos del presente capítulo se aplican las siguientes definiciones:

12. Condiciones y medio ambiente de trabajo: Aquellos elementos, agentes o factores que tienen influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores quedan específicamente incluidos en esta definición, entre otros: a) Las características generales de los locales, instalaciones, máquinas, equipos, herramientas, materias primas, productos y demás útiles existentes en el lugar de trabajo; b) Los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo y sus correspondientes intensidades, concentraciones o niveles de presencia; c) Los procedimientos para la utilización de los agentes citados en el apartado anterior, que influyan en la generación de riesgos para los trabajadores y; d) La organización y ordenamiento de las labores, incluidos los factores ergonómicos o biomecánicos y psicosociales. (Ministerio del Trabajo, 2015)

Artículo 2.2.4.6.15. Identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos. El empleador o contratante debe aplicar una metodología que sea sistemática, que tenga alcance sobre todos los procesos y actividades rutinarias y no rutinarias internas o externas, máquinas y equipos, todos los centros de trabajo y todos los trabajadores independientemente de su forma de contratación y vinculación, que le permita identificar los peligros y evaluar los riesgos en seguridad y salud en el trabajo, con el fin que pueda priorizarlos y establecer los controles necesarios, realizando mediciones ambientales cuando se requiera.

Los panoramas de factores de riesgo se entenderán como identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos. (Ministerio del Trabajo, 2015)

Artículo 2.2.4.6.16. Evaluación inicial del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo SG-SST. La evaluación inicial deberá realizarse con el fin de identificar las prioridades en seguridad y salud en el trabajo para establecer el plan de trabajo anual o para la actualización del existente. El Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo existente al 31 de julio de 2014 deberá examinarse teniendo en

cuenta lo establecido en el presente artículo. Esta autoevaluación debe ser realizada por personal idóneo de conformidad con la normatividad vigente, incluyendo los estándares mínimos que se reglamenten.

La evaluación inicial permitirá mantener vigentes las prioridades en seguridad y salud en el trabajo acorde con los cambios en las condiciones y procesos de trabajo de la empresa y su entorno, y acorde con las modificaciones en la normatividad del Sistema General de Riesgos Laborales en Colombia.

La evaluación inicial debe incluir, entre otros, los siguientes aspectos:

La descripción sociodemográfica de los trabajadores y la caracterización de sus condiciones de salud, así como la evaluación y análisis de las estadísticas sobre la enfermedad y la accidentalidad; y (Ministerio del Trabajo, 2015)

## 6 METODOLOGÍA

Para la elaboración de un plan de mejoramiento de seguridad en maquinaria aplicado a la envolvedora de pallets con el fin de que cumpla con las condiciones de seguridad, se aplicó inicialmente una metodología de investigación aplicada ya que partimos de la teoría (GTC 45 y Norma ISO 13849-1:2015) para generar un aporte a la industria manufacturera que pueda mejorar las condiciones de seguridad en la envolvedora de pallets y en los operarios de la misma. Desde el punto de vista de la profundización, para la realización de este proyecto, se lleva a cabo una investigación exploratoria ya que para la empresa objeto de estudio, la mejora en la seguridad de alguna de sus máquinas es un tema totalmente nuevo por lo que servirá como base para mejoras a futuro aplicadas a diferentes tipos de máquinas. El proyecto se lleva a cabo usando una metodología dividida en varias fases:

### **Fase 1 Caracterización del proceso de operación de la envolvedora de pallets**

En esta etapa se desarrolló una caracterización detallada del proceso de operación de la envolvedora de pallets, a partir del levantamiento de información, se elaboró un diagrama de flujo y la identificación general de los peligros inherentes a las actividades de operación y mantenimiento evaluando elementos de la máquina que impliquen o que se relacionen directamente con aspectos de salud y seguridad sobre las diferentes personas que la operen, respondiendo a preguntas como: ¿qué aspectos de la máquina podrían causar daños a las personas? En esta etapa deberá tenerse en cuenta la posibilidad de atrapamientos, aplastamientos, cortes de herramientas, bordes afilados en la máquina o en el material que se procese. También deberán tenerse en cuenta otros factores como la estabilidad de la máquina, el ruido, la vibración y la emisión de sustancias o las radiaciones, así como las quemaduras de superficies calientes, sustancias químicas o fricción debido a altas velocidades.

Es importante mencionar algunas de las herramientas empleadas que hacen parte de una investigación cualitativa como, revisiones documentales, visitas, entrevistas informales y asistencias a seminarios de seguridad y salud en el trabajo; estas herramientas permiten el entendimiento, claridad, explicación del tema y el desarrollo del plan de mejoramiento propuesto en este documento.

## **Fase 2. Identificación de controles actuales aplicados a la máquina**

Previo a la realización del plan de mejoramiento de seguridad en maquinaria aplicado a la envolvente de pallets, se realizó un diagnóstico inicial de la máquina para establecer si cuenta con elementos de seguridad como contactores de seguridad, paradas de emergencia, relés de seguridad, interlock de seguridad asociado a guardas entre otros.

## **Fase 3. Valoración del riesgo**

Una vez determinados los peligros a los que se encuentran expuestos los operarios se da una calificación a cada uno de los riesgos de acuerdo a los lineamientos de la Guía Técnica Colombiana 45 realizando una matriz, en donde se especifica la tarea analizada, el nivel de probabilidad del riesgo, el nivel de exposición al riesgo, el nivel de consecuencia, número de personas expuestas y, finalmente se obtiene como resultado un valor que nos indica si el riesgo es aceptable o no.

## **Fase 4. Definición del plan de mitigación**

Se procede a realizar el plan de mitigación donde se describen los planes de mejora para la reducción de estos sobre el mecanismo de la máquina y luego utilizando medidas de protección, en estas medidas pueden incluir, por ejemplo, protecciones fijas, protecciones de enclavamiento, detección de presencia para evitar arranques inesperados, entre otros.

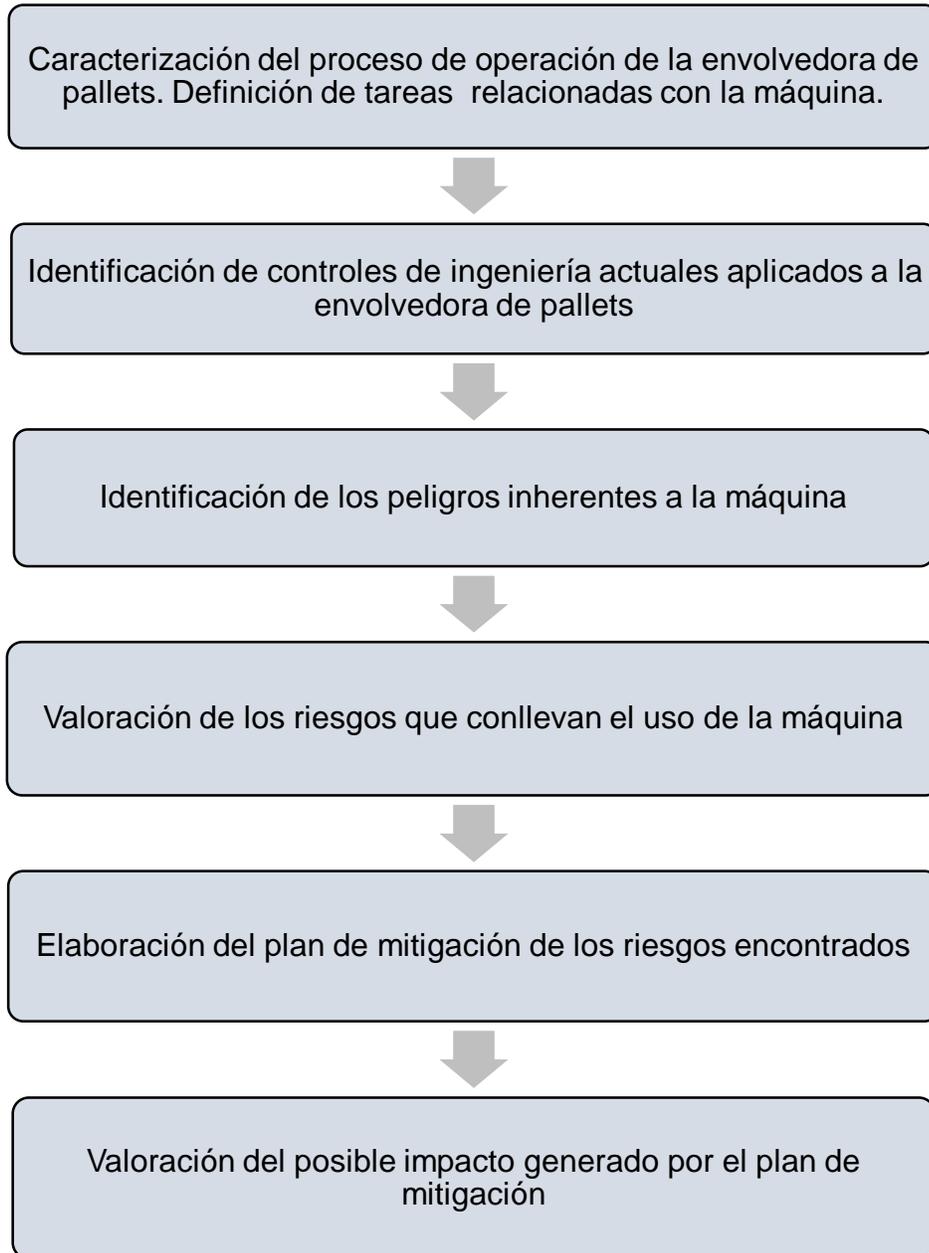
En esta etapa también se realizó las especificaciones de los requerimientos de las funciones de seguridad de acuerdo con la norma ISO 13849-1:2015 donde se establece el alcance y las características de los sistemas que deben ser

implementados en la máquina; partiendo del análisis de riesgos esto con el fin de cumplir con la mitigación de estos.

#### **Fase 5. Valoración del posible impacto generado por el plan de mitigación**

En esta etapa se hace uso de una investigación cuantitativa en la que se califican cada una de las mejoras por un grupo de expertos y que al final nos indican que tan eficientes serán estas medidas correctivas definidas en el plan de mitigación.

Figura 3. Diagrama de flujo de fases de la metodología



Fuente: Elaboración propia.

## 7 RESULTADOS

### 7.1 REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD DE LA ENVOLVEDORA DE PALLETS

#### 7.1.1 Descripción del proceso de operación

La empresa objeto de estudio cuenta con una máquina envolvedora de pallets para la manipulación del producto terminado en el área de bodega, esta máquina les permite envolver varias cajas en papel film llamado polystretch, para fijarlos a un pallet de madera de 1200 x 800 x 145 mm con cargas que van desde 800 a 1000 kg máximo y agruparlos de manera temporal facilitando la manipulación, el transporte (minimizando tiempos de carga y descarga) y almacenamiento (ahorro de espacio).

El proceso de operación de la envolvedora de pallets inicia con la verificación de la conexión eléctrica de la máquina por parte del operario, una vez este confirme que la máquina está conectada a la toma eléctrica debe encenderla con la perilla ON/OFF ubicada en el tablero de control análogo que se encuentra en la torre, luego debe girar la perilla 2 y posicionarla en la opción AUTO. El operario se dirige al carro- porta-bobina lo abre para ubicar el rollo de polystretch, luego lo enhebra a un carrete que es accionado por una cadena de transmisión, debe halar el extremo del rollo ejerciendo presión sobre el rodillo danzarín motorizado.

Pasa por un costado del tornamesa para verificar que el sensor final de carrera que cuenta las vueltas este bien posicionado, una vez se verifique su posición ingresa otro operario con un montacargas para ubicar el pallet sobre la plataforma, al ubicar el pallet se retira con el montacargas. El operario toma el extremo del rollo de polystretch que quedó suelto y lo amarra a la estiba del pallet. Se dirige al tablero de control análogo ubicado en la torre para girar las perillas 4-5-6 de acuerdo a las características del pallet que se va a trabajar, la perilla 4 para la velocidad 6 – 9 – 12 rev./min, la perilla 5 para la velocidad de subida y bajada del carro porta-bobina, la perilla 6 para el nivel de pre-estiramiento del rollo de polystretch, giro a la derecha disminuye la tensión, giro a la izquierda aumenta la tensión, este último depende del polystretch a utilizar.

Luego el operario debe realizar la parametrización del pallet en caso de que se requiera se debe elegir las siguientes opciones:

- Configuración de altura del pallet, su valor predeterminado es 1, el operario debe oprimir el botón G, puede elegir del 1 al 9, dependiendo del peso de la carga.
- Aumentar el número de vueltas en la parte inferior y superior del pallet el operario debe oprimir el botón H e I respectivamente, la primera opción es para mejorar la unión entre el pallet y la estiba y la segunda para mejorar su estabilidad.
- Aumentar el número de veces de subida y bajada del carro porta-bobina su valor predeterminado es 1, el operario debe utilizar el botón J, puede elegir del 1 al 9, dependiendo del número de vueltas que se requiera para mejorar la retención de la carga con rollos de polystretch de bajo calibre.

Una vez se termina la parametrización del pallet y la carga a envolver se realiza el inicio del ciclo automático presionando el botón 1, permitiendo que la plataforma empiece a girar para que el pallet sea cubierto por el polystretch, cuando se termine el proceso de envoltura del pallet el operario debe cortar el polystretch y solicitar el retiro del pallet de la plataforma por medio de montacarga para que sea almacenado.

El Anexo 3 representa el diagrama de flujo del proceso de operación de la envolvedora de pallets.

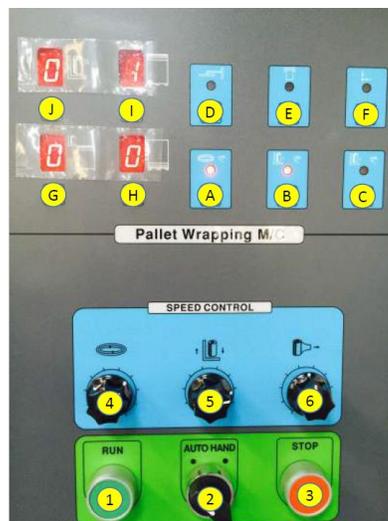
La tabla 1 y figura 4 describen las funciones del panel de control de la envolvedora de pallets.

Tabla 1. Funciones panel de control Envolvedora de Pallets

Mando	Código	Función/ Operación
Botón RUN	1	Inicia ciclo de acuerdo con la posición de la perilla 2 AUTO/HAND
Perilla AUTO/HAND	2	Operación de la máquina en forma manual o automática
Botón STOP	3	Parada de la máquina en cualquier punto del proceso de aplicación del polystretch
Perilla de control 4	4	Velocidad de giro de la plataforma
Perilla de control 5	5	Velocidad de subida y bajada del carro-portabobina
Perilla de control 6	6	Nivel de pre-estiramiento de rollo polystretch
Botón G	G	Determina la altura del pallet por medio de fotocelda
Botón H	H	Aumenta el número de vueltas en la parte inferior del pallet
Botón I	I	Aumenta el número de vueltas en la parte superior del pallet
Botón J	J	Determina el número de "veces" adicionales de la subida y bajada del carro-portabobina

Fuente: Obtenido de ficha técnica de la "PALETIZADORA FG-2000 BX" de Cintandina

Figura 4. Panel de control Envolvedora de Pallets



Fuente: Obtenida de la empresa objeto de estudio "PALETIZADORA FG-2000 BX" de Cintandina

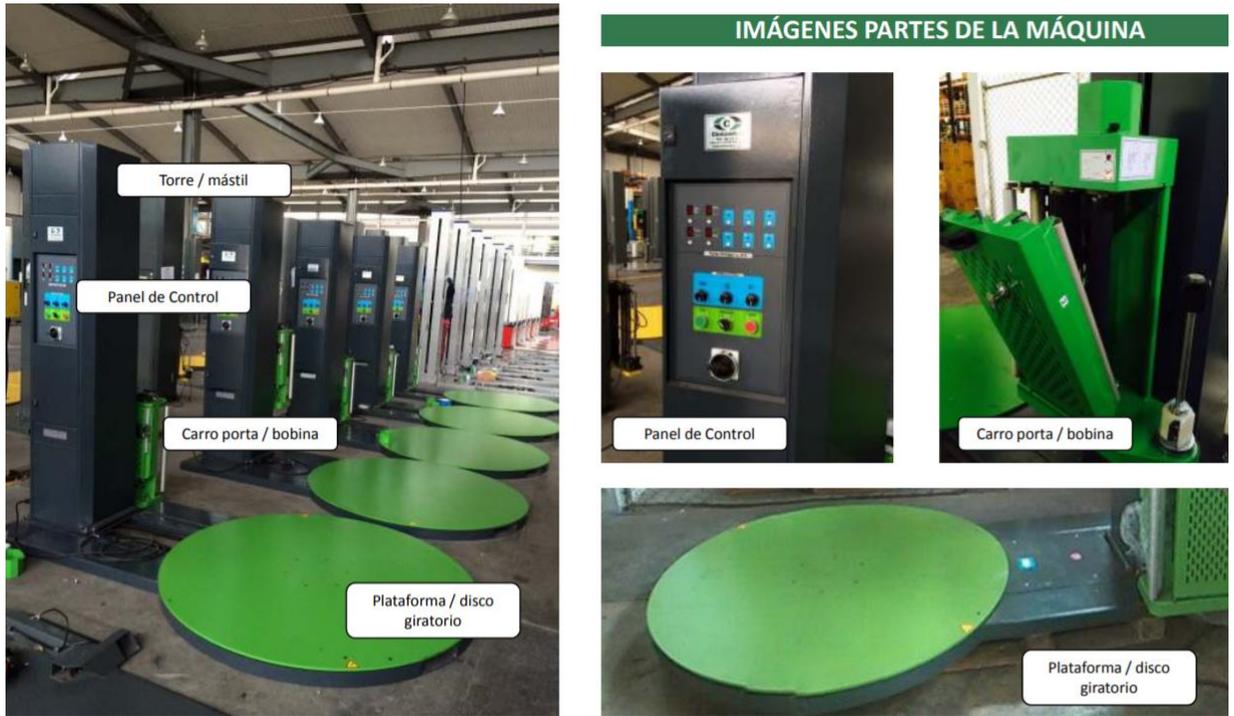
### 7.1.2 Descripción de la Envolvedora de Pallets

La envolvedora de pallets cuenta con un sistema automático de paletizado basado en la aplicación de variadores de velocidad de la marca Schneider de 0,75 Kw, que controlan dos movimientos: rotación de tornamesa y carro porta-bobina, el sistema de transmisión del tornamesa está basado en disco-cadena cubierta por una plataforma, el sistema de transmisión del carro porta- bobina se realiza mediante piñón cadena, este eleva verticalmente el sistema que porta la bobina de polystretch, todo el mecanismo se acciona mediante un tablero totalmente análogo con mando rotatorio y control de velocidad que permite la programación de secuencias, opera a 220 VAC, tiene sensores finales de carrera, un sensor que detecta el pallet para definir la altura máxima del movimiento vertical y un pulsador de stop; presenta 3 movimientos:

- Movimiento del tornamesa, el cual gira permitiendo que el polystretch se envuelva alrededor del pallet.
- Movimiento vertical que permite la distribución del polyestretch en el pallet.
- Movimiento de rodillos porta bobina, el cual entrega el polyestrech para ser distribuido.

En la figura 5 se detallan las partes de la PALETIZADORA FG-2000BX

Figura 5. Partes de la máquina "Paletizadora FG-2000 BX"



Fuente: Foto obtenida de Cintandina

En el anexo 4 se encuentra la ficha técnica de la máquina evaluada, PALETIZADORA FG-2000BX.

### 7.1.3 Requerimientos de Seguridad de la Envolvedora de Pallets

La seguridad tiene la responsabilidad de evitar daños a las personas, la seguridad funcional lo hace posible a través de sistemas que reducen la probabilidad de que se produzcan situaciones indeseadas.

En el caso de las máquinas, la seguridad funcional corresponde a sistemas fiables que monitorizan las aplicaciones de una máquina, llegando a asumir el control si el funcionamiento seguro se viera comprometido. Por lo tanto, un sistema de este tipo implementa las funciones de seguridad necesarias para detectar situaciones de peligro y para que el funcionamiento tenga lugar dentro de los límites de seguridad.

De acuerdo con lo anterior se revisó el sistema de seguridad de la envolvente de pallets cuyo objetivo es verificar si cumple con la lógica que establece la ISO 13849-1:2015 Ver figura 6 y Tabla 2.

Figura 6. Circuito de seguridad según ISO 13849-1:2015



Fuente: Obtenida de la Norma ISO 13849-1:2015

La arquitectura de un circuito de seguridad debe contar con tres elementos específicos: entradas de seguridad, lógica de seguridad, salida de seguridad.

Las entradas de seguridad son generadas por dispositivos de accionamiento mecánico u optoelectrónicos que permiten detectar el error humano, estos equipos generan unas salidas que son ejecutadas por una unidad lógica que realiza una acción de paro o reducción sobre un elemento motor o de mando de la máquina.

Tabla 2. Sistema de Seguridad Actual Envolvedora de Pallets

Función de Seguridad	Imágenes
Entradas	No tiene
Lógica	No tiene
Salidas (Varidores de velocidad)	

Fuente: Elaboración propia con datos de la envolvedora de pallets

De acuerdo con la tabla 2, se valida que la envolvedora de pallets solo dispone de los elementos de salida como lo son los variadores de velocidad, pero estos no tienen una función de seguridad asociada, concluyendo que no cumple con la arquitectura del circuito de seguridad establecido por la ISO 13849-1:2015.

Después de analizar la operación (Anexo 3) y las acciones ejecutadas por la envolvedora de pallets se evidencian peligros como: los movimientos de rotación del tornamesa basado en un sistema de transmisión disco-cadena que presenta velocidades de 6 – 9 – 12 rev/min, el movimiento vertical del carro porta bobina basado en sistema de transmisión piñón cadena y el movimiento rotacional generado por un motor para el arrastre del polystretch a través de los rodillos, dado el caso de que el operario realice un movimiento peligroso frente a estos mecanismos, la probabilidad de que sufra un daño en su manos, dedos o el cuerpo es alta y sumado a que la máquina no tiene dispositivos de seguridad la probabilidad de evitarlos es nula.

En consecuencia de lo anterior, es necesario realizar un análisis de riesgos conforme a la Guía Técnica Colombiana 45 (GTC 45), sobre la envolvedora de pallets teniendo presente las tareas de ajuste, operación normal, operación anormal, mantenimiento y limpieza que nos permiten tener un amplio panorama

ante todas las situaciones que se puedan generar alrededor de su uso, sin dejar por fuera aquellas actividades que no se deberían de realizar pero que por condiciones inseguras (como ausencia de dispositivos de seguridad a pesar de su necesidad, tareas de mantenimientos peligrosas) y actos inseguros (como movimientos peligrosos del trabajador trepar, arrojar, correr, etc.) se hacen. Este análisis de riesgos se lleva a cabo mediante la identificación de peligros y valoración de riesgos.

La identificación de los peligros y valoración de riesgos nos permiten conocer y entender los riesgos asociados a las funciones y operación de la envolvente de pallets, además de orientarnos en la definición de las intervenciones de control y acciones propias para su gestión; en esto radica su importancia, porque sobre la coherencia y validez de los resultados obtenidos se determinará la calidad de los cimientos para desarrollar y mantener la gestión de los riesgos hallados.

Para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos se define la matriz de riesgos como instrumento para la recolección de la información y se toma como base la presentada en la Guía Técnica Colombiana 45.

Para la realización de la matriz de peligros se llevan a cabo las siguientes actividades: (ICONTEC, 2012)

#### 7.1.4 Clasificar los procesos, actividades y las tareas

Se identifican las tareas que se deben ejecutar normalmente para el uso de la máquina basándose en la información del diagrama de flujo de operación de la envolvente de pallets (Anexo 3) y se define si estas actividades son rutinarias o no. Estas tareas son:

- ✓ Tareas de ajustes/cambios: Consisten principalmente en acondicionar la máquina para el proceso requerido como, por ejemplo, calibrar los mecanismos para mejorar el producto, por lo que en algunos casos requieren de uso de energías para generar un movimiento necesario, herramienta de mano y dependen mucho del circuito de seguridad para no generar accidentes y en

algunos casos específicos se requiere de aplicar procedimientos de bloqueo rotulado y prueba.

- ✓ Tareas de operación normal: Se pueden tener en cuenta los arranques de la máquina, enhebrado de papel, inspecciones de calidad de bobina, entre otros; en este tipo de actividades, requieren de ingresar mucho a la máquina y se exponen a los peligros con los que esta cuenta internamente y se hace necesario depender de las funciones de seguridad tales como dispositivo de enclavamiento en puertas de acceso, paros de emergencia tipo hongos, entre otros.
- ✓ Tareas de operación anormal: incluyen retiro de atoramiento de bobinas, correas de Spull starter salidas de posición, rotura de papel entre otros; en este tipo de actividades requieren de ingresar mucho a la máquina y se exponen a los peligros con los que cuenta internamente y se hace necesario depender de las funciones de seguridad tales como dispositivo de enclavamiento en puertas de acceso, paros de emergencia, entre otros.
- ✓ Tareas de mantenimiento: Los mantenimientos contemplan, reparaciones, verificación del correcto funcionamiento de cada uno de los mecanismos de la máquina, lubricación o engrase y cambios de piezas en caso de ser necesario.
- ✓ Tareas de limpieza: Se realizan cuando el equipo se encuentra sucio.

En la tabla 3 se describen las tareas relacionadas con la manipulación de la envolvente de pallets y se indica si son o no tareas rutinarias.

Tabla 3. Descripción de las tareas y clasificación de acuerdo con la frecuencia de ejecución

No.	Zona	Tipo de Tarea	Tarea	Rutinaria	
				Si	No
1	1	Ajuste	Ajuste de rodillos bobina	x	
2	1	Ajuste	Cambio de bobina polystretch	x	
3	1	Ajuste	Parametrización Pallet	x	
4	1	Ajuste	Posicionamiento sensor de pallet	x	
5	2	Ajuste	Posicionamiento final de carrera cuenta vueltas	x	
6	1	Operación normal	Enhebrado de Polystretch	x	
7	1	Operación normal	Puesta en marcha del mecanismo	x	
8	1	Operación anormal	Enredo de Polystretch en carro porta bobina	x	
9	1	Operación anormal	Atascamiento de cadena torre	x	
10	2	Operación anormal	Atascamiento de cadena tornamesa	x	
11	1	Mantenimiento	Mantenimiento de ejes conducidos	x	
12	1	Mantenimiento	Mantenimiento de ejes conducidos, revisión de aceite	x	
13	1	Mantenimiento	Mantenimiento de cadena de transmisión tornamesa	x	
14	1	Mantenimiento	Mantenimiento de cadena de transmisión torre	x	
15	1 y 2	Limpieza	Limpieza estructura enfardadora	x	

Fuente: Elaboración propia

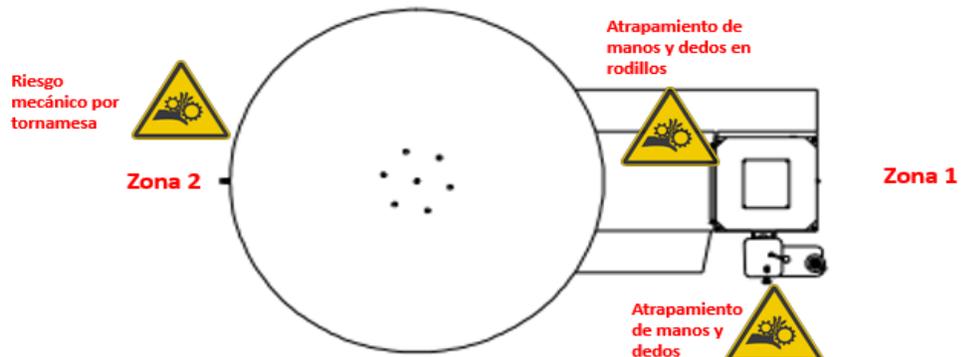
## 7.1.5 Identificación de los peligros y valoración de los riesgos

### 7.1.5.1 Descripción y clasificación de peligros

La identificación de los peligros se lleva a cabo mediante observación de la operación de la máquina y mediante entrevistas a los operadores y personal de mantenimiento. Los peligros se clasifican de acuerdo a lo establecido en la GTC 45 que indica incluir todos aquellos relacionados con cada actividad laboral y considerar quién, cuándo y cómo puede resultar afectado. (ICONTEC, 2012)

Se realiza un mapa de peligros específico para la máquina envolvente, donde se divide la máquina en dos partes y se ubican los peligros inherentes a la tarea que realiza. La zona 1 está compuesta por el panel de control, torre o mástil y el carro portabobina, la zona 2 está compuesta por la plataforma o disco giratorio. Ver figura 7.

Figura 7. Mapa de peligros de la envolvente de pallets



Fuente: Elaboración propia

### 7.1.5.2 Efectos posibles

De acuerdo con los peligros identificados se realiza un análisis de los efectos que pueden acarrear tanto a corto como a largo plazo accidentes y enfermedades profesionales.

En la tabla 4 se muestran los peligros para cada tarea, clasificación y los efectos que pueden acarrear.

Tabla 4. Identificación de los peligros y efectos posibles involucrados en la operación de la envolvente de pallets

Numero	Peligro		Efectos posibles
	Descripción	Clasificación	
1	Posicionamiento de rodillos y enhebrado de bobina de polystretch.	Mecánico	Golpes, caídas, atrapamiento, fractura de falanges de manos.
2	Cambio de core vacío de polystretch por una bobina nueva.	Mecánico	Golpes, caídas, atrapamiento, fractura de falanges de manos.
3	Parametrización de pallet a ingresar mediante el tablero de control.	Mecánico	Golpes, caídas, atrapamiento, fractura de pies y falanges de manos.
4	Posicionamiento de sensor de pallet para hacer cambios de referencia de altura dependiendo de pallet	Mecánico	Caídas, atrapamiento.
5	Posicionamiento de sensor final de carrera para identificar número de vueltas del tornamesa.	Mecánico	Atrapamiento, cortes profundos, fracturas de falanges de manos.
6	Posicionamiento de cola de polystretch entre cajas del pallet para que este al rotar se envuelva en el pallet	Mecánico	Caídas, atrapamiento, fractura de pies y falanges de manos.
7	Desde el tablero de control se da inicio a la operación de la máquina	Mecánico	Golpes, caídas, atrapamiento, fractura de falanges de manos.
8	Operario debe ingresar para desenredar el polystretch	Mecánico	Golpes, caídas, atrapamiento, fractura de falanges de manos.
9	Operario debe ingresar al área de la enfardadora para desatascar la cadena de la torre	Mecánico	Golpes, caídas, atrapamiento de falanges de manos.
10	Operario debe ingresar al área de la enfardadora para desatascar la cadena del tornamesa	Mecánico	Golpes, caídas, atrapamiento, corte profundo de falanges de manos.
11	Inyección de grasa lubricante en chumaceras de ejes motrices	Mecánico	Golpes, caídas, atrapamiento, corte profundo de falanges de manos.
12	Revisión de nivel de aceite de moto-reductores	Mecánico	Golpes, caídas, atrapamiento.
13	Limpieza y engrase de cadena y sistema de transmisión tornamesa	Mecánico	Caídas, atrapamiento, cortes profundos con posibilidad de fractura en manos y pies.
14	Limpieza y engrase de cadena y sistema de transmisión torre	Mecánico	Caídas, atrapamiento, cortes profundos con posibilidad de fractura en manos y pies.
15	Limpieza de estructura externa con waypall o trapo húmedo	Mecánico	Caídas, atrapamiento, fractura en brazos manos y pies.

Fuente: Los autores

#### 7.1.5.3 Identificación de los controles existentes

Se identifican los controles con los que cuenta la empresa actualmente para contrarrestar el peligro y se clasifican según la fuente, el medio y el individuo.

En la tabla 5 se muestran los controles que existen actualmente en la empresa objeto de estudio y que tienen como objetivo mitigar los riesgos existentes en la envolvente de pallets. (ver tabla en la página siguiente)

Tabla 5. Controles existentes actuales para contrarrestar los riesgos existentes en la envolvente de pallets.

No.	Efectos posibles	Controles existentes		
		Fuente	Medio	Individuo
1	Golpes, caídas, atrapamiento, fractura de falanges de manos.	Ninguno	Ninguno	Pausas activas, Guantes de carnaza
2	Golpes, caídas, atrapamiento, fractura de falanges de manos.	Ninguno	Ninguno	Pausas activas, Guantes de carnaza
3	Golpes, caídas, atrapamiento, fractura de pies y falanges de manos.	Ninguno	Ninguno	Pausas activas, Guantes de carnaza
4	Caídas, atrapamiento.	Ninguno	Ninguno	Pausas activas
5	Atrapamiento, cortes profundos, fracturas de falanges de manos.	Ninguno	Ninguno	Pausas activas, Guantes de carnaza
6	Caídas, atrapamiento, fractura de pies y falanges de manos.	Ninguno	Ninguno	Pausas activas
7	Golpes, caídas, atrapamiento, fractura de falanges de manos.	Ninguno	Ninguno	Pausas activas
8	Golpes, caídas, atrapamiento, fractura de falanges de manos.	Ninguno	Ninguno	Pausas activas, Guantes de carnaza
9	Golpes, caídas, atrapamiento de falanges de manos.	Ninguno	Ninguno	Pausas activas, Guantes de carnaza
10	Golpes, caídas, atrapamiento, corte profundo de falanges de manos.	Ninguno	Ninguno	Pausas activas, Guantes de carnaza
11	Golpes, caídas, atrapamiento, corte profundo de falanges de manos.	Ninguno	Ninguno	Pausas activas
12	Golpes, caídas, atrapamiento.	Ninguno	Ninguno	Pausas activas
13	Caídas, atrapamiento, cortes profundos con posibilidad de fractura en manos y pies.	Ninguno	Ninguno	Pausas activas, Guantes de carnaza
14	Caídas, atrapamiento, cortes profundos con posibilidad de fractura en manos y pies.	Ninguno	Ninguno	Pausas activas, Guantes de carnaza
15	Caídas, atrapamiento, fractura en brazos manos y pies.	Ninguno	Ninguno	Pausas activas, Guantes de carnaza

Fuente: Los autores

#### 7.1.5.4 Valorar el riesgo

Se tiene en cuenta:

- El nivel de deficiencia es el impacto en posibles accidentes teniendo en cuenta las medidas de control existentes. Los valores asignados se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Determinación del nivel de deficiencia

<b>Nivel de Deficiencia</b>	<b>Valor de ND</b>	<b>Significado</b>
Muy Alto (MA)	10	Se ha(n) detectado peligro(s) que determina(n) como posible la generación de incidentes o consecuencias muy significativas, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo es nula o no existe, o ambos.
Alto (A)	6	Se ha(n) detectado algún(os) peligro(s) que pueden dar lugar a consecuencias significativa(s), o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es baja, o ambos.
Medio (M)	2	Se han detectado peligros que pueden dar lugar a consecuencias poco significativas (s) o de menor importancia, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es moderada, o ambos.
Bajo (B)	No se Asigna Valor	No se ha detectado consecuencia alguna, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es alta, o ambos. El riesgo está controlado.

Fuente: Guía Técnica Colombiana 45

- El nivel de exposición es la cantidad de tiempo que el individuo se encuentra expuesto al riesgo. Los valores asignados se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Determinación del nivel de exposición

Nivel de exposición	Valor de NE	Significado
Continua (EC)	4	La situación de exposición se presenta sin interrupción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral.
Frecuente (EF)	3	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	La situación de exposición se presenta alguna vez durante la jornada laboral y por un periodo de tiempo corto.
Esporádica (EE)	1	La situación de exposición se presenta de manera eventual.

Fuente: Guía Técnica Colombiana 45

Nivel de probabilidad es el producto del nivel de deficiencia por el nivel de exposición. En la tabla 8 se muestran los productos posibles de nivel de deficiencia por nivel de exposición. En la tabla 9 se muestran los significados de los valores encontrados en la tabla 8.

Tabla 8. Determinación del nivel de probabilidad

Niveles de Probabilidad		Nivel de Exposición (NE)			
		4	3	2	1
Nivel de deficiencia (ND)	10	MA – 40	MA – 30	A – 20	A - 10
	6	MA – 24	A – 18	A – 12	M - 6
	2	M – 8	M – 6	B – 4	B – 2

Fuente: Guía Técnica Colombiana 45

Tabla 9. Significado de los diferentes niveles de probabilidad

Nivel de probabilidad	Valor de NP	Significado
Muy Alto (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continua, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alto (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del Riesgo es posible que suceda varias veces en la vida laboral
Medio (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Bajo (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica, o situación sin anomalía destacable con cualquier nivel de exposición. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

Fuente: Guía Técnica Colombiana 45

- Nivel de consecuencia es la medida de la severidad de las consecuencias del riesgo. Los valores que se asignan se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Determinación del nivel de consecuencias

Nivel de Consecuencias	NC	Significado
		Daños Personales
Mortal o Catastrófico (M)	100	Muerte (s)
Muy grave (MG)	60	Lesiones o enfermedades graves irreparables (Incapacidad permanente parcial o invalidez)
Grave (G)	25	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT)
Leve (L)	10	Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad

Fuente: Guía Técnica Colombiana 45

- Nivel de riesgo es el producto del nivel de consecuencia por el nivel de probabilidad. Los resultados de las tablas 9 y 10 se combinan en la tabla 11 para obtener el nivel de riesgo.

Tabla 11. Determinación del nivel de riesgo

Nivel de riesgo NR = NP x NC		Nivel de probabilidad (NP)			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de consecuencias (NC)	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 240 III 120
	25	I 1000-600	II 500 – 250	II 200-150	III 100- 50
	10	II 400-240	II 200 III 100	III 80-60	III 40 IV 20

Fuente: Guía Técnica Colombiana 45

Por medio de la interpretación del nivel del riesgo se obtiene una calificación que permite decidir si el riesgo es aceptable o no, el significado de la interpretación se observa en la tabla 12.

Tabla 12. Significado del nivel de riesgo

Nivel de Riesgo y de intervención	Valor de NR	Significado
I	4000-600	Situación crítica. Suspender actividades hasta que el riesgo esté bajo control. Intervención urgente.
II	500 – 150	Corregir y adoptar medidas de control de inmediato.
III	120 – 40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad
IV	20	Mantener las medidas de control existentes, pero se deberían considerar soluciones o mejoras y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo aún es aceptable.

Fuente: Guía Técnica Colombiana 45

Como resultado final de lo expuesto anteriormente se elaboró la valoración de los riesgos encontrados en la envolvente de pallets que se muestra en la tabla 13.

Tabla 13. Valoración de los riesgos de la máquina envolvente de pallets

No.	Evaluación del riesgo							Valoración del riesgo
	Nivel de deficiencia (ND)	Nivel de exposición (NE)	Nivel de probabilidad NP (ND x NE)	Interpretación del nivel de probabilidad	Nivel de consecuencia NC	Nivel de riesgo e intervención (NP x NC)	Interpretación del nivel de riesgo	Aceptabilidad del riesgo (Si, No)
1	2	4	8	Medio	25	200	II	No
2	2	4	8	Medio	25	200	II	No
3	10	4	40	Muy alto	25	1000	I	No
4	6	4	24	Muy alto	25	600	I	No
5	10	3	30	Muy alto	60	1800	I	No
6	10	3	30	Muy alto	25	750	I	No
7	6	3	18	Alto	25	450	II	No
8	2	4	8	Medio	25	200	II	No
9	6	2	12	Alto	25	300	II	No
10	10	2	20	Alto	60	1200	I	No
11	10	1	10	Alto	25	250	II	No
12	6	1	6	Medio	25	150	II	No
13	10	1	10	Alto	60	600	I	No
14	10	1	10	Alto	60	600	I	No
15	10	3	30	Muy alto	25	750	I	No

Fuente: Elaboración propia

*En el Anexo 5 se aprecia la matriz de riesgos completa.*

Luego de obtener el resultado de la valoración, donde se decide si el riesgo es aceptable o no, se debe determinar si los controles existentes se pueden mejorar o si se deben establecer nuevos. Los riesgos encontrados son de nivel I y II lo cual indica que estos no son aceptables por lo que se hace necesario tomar decisiones que conlleven a mejorar la seguridad en la máquina y permita que sea manipulada evitando o reduciendo la probabilidad de que se generen accidentes. Según la GTC 45, se debería priorizar en eliminar los riesgos pero en el caso de la envolvedora de pallets esto no es posible ya que el peligro es inminente en ella por sus propios mecanismos, por lo que se debe proceder a reducir los mismos y sugerir el uso de elementos de protección personal según el peligro identificado. Esto se logra mediante un plan de acción en el que se mitiguen los riesgos que se pueden presentar en la máquina. (ICONTEC, 2012)

## 7.2 PLAN DE MITIGACIÓN DE LOS RIESGOS IDENTIFICADOS EN LA ENVOLVEDORA DE PALLETS

De acuerdo a la matriz (Anexo 5), se encontró que el significado de la interpretación del nivel de riesgo y de intervención indica que para un nivel I se requiere suspender actividades hasta que el riesgo esté bajo control por lo que se requiere realizar una intervención urgente y para el nivel de riesgo II se deben corregir y adoptar medidas de control de inmediato, esto con el fin de mitigarlos como base para las especificaciones de los requerimientos de las funciones de seguridad que permitan desempeñar de una forma más segura el trabajo en la máquina envolvedora. (ICONTEC, 2012)

Según la resolución 2400 artículo 274 se deberán tomar todas las medidas para resguardar adecuadamente el punto de operación de las máquinas, cuando esta condición pueda crear un riesgo para el operador, al complementar esta condición con la guía técnica GTC 45, que determina que al realizar un análisis de riesgos o peligros se hace con el fin de establecer y evaluar elementos de maquinaria que impliquen o que se relacionen directamente con aspectos de salud y seguridad

sobre las diferentes personas que interactúan con la máquina. (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1979) (ICONTEC, 2012)

El plan de mitigación resulta del análisis de cada una de las tareas realizadas en el contexto de la envolvente de pallets, que busca reducir la probabilidad de ocurrencia de los riesgos o reducir el impacto que puedan causar con la intención de llevarlos a los estándares mínimos de seguridad.

El plan de mitigación consiste en definir medidas correctivas en los controles de ingeniería y en el uso de elementos de protección personal, debido a que la eliminación, sustitución o los controles administrativos no aplican o no son suficientes para mitigar el riesgo como si lo hicieran los controles que se indican a continuación y que contemplan la instalación de dispositivos de seguridad basados en la norma 13849-1:2015.

De acuerdo con lo anterior estos son los resultados de los planes de mitigación por tarea.

### 7.2.1 Tareas de ajuste

En las tareas de ajuste tenemos:

- Ajuste de rodillos bobina.
- Cambio de bobina polystretch.
- Parametrización Pallet.
- Posicionamiento sensor pallet.
- Posicionamientos finales de carrera.
- Posicionamiento final de carrera cuenta vueltas.

En general cada una de estas tareas implica que el operario debe utilizar sus manos para acceder al mecanismo de la máquina y poder ejecutar la tarea asignada.

En las tablas 14 a 19, se recopilan cada una de las medidas correctivas que se deben implementar para reducir los riesgos debidos a las tareas de ajuste. Para una mejor visualización de las medidas correctivas se realizaron unas fichas técnicas que contienen la información de las tablas 14 a 19 más detallada (Anexo 6).

Tabla 14. Plan de mitigación para los riesgos relacionados al ajuste de rodillos de bobina

Tarea No.	PLAN DE MITIGACIÓN PARA LOS RIESGOS HALLADOS				
	Eliminación	Sustitución	Controles de Ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos/Elementos de protección personal
1	N/A	N/A	<p><b>Medida Correctiva 1:</b> Marcha inesperada, debido a que no aplica el proceso de bloqueo y etiquetado, a causa de que es una medida rutinaria</p> <p><b>Plan de mejora:</b> Implementar un circuito de seguridad de maquinaria categoría 3 PId según ISO 13849-1, de tal manera que el operario al ingresar dentro del área de la envolvente este respaldado por el circuito y mantenga desenergizado los motores que mueven los rodillos, la tornamesa y transmisiones de la máquina mientras realiza esta tarea, de esta forma asegura el no tener arranques inesperados.</p>	N/A	<p><b>Medida correctiva 3:</b> Uso de guantes de vaqueta, gafas de protección y botas de seguridad</p>
			<p><b>Medida Correctiva 2:</b> Selección de resguardo teniendo en cuenta cero accesos, relación de dispositivo de enclavamientos de seguridad para evitar arranques inesperados, para este caso el acceso posible de manos y dedos. Accesos menores de 10 mm.</p> <p><b>Plan de mejora:</b> Diseñar resguardos teniendo en cuenta las distancias mínimas de seguridad ISO 13849-1 de tal manera que se proteja al operario de los rodillos, transmisiones y tornamesa, debido a que es una tarea rutinaria, esta guarda debe estar asociada a un dispositivo de enclavamiento de seguridad.</p>		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15 Plan de mitigación para los riesgos relacionados al ajuste cambio de bobina polystretch

Tarea No.	PLAN DE MITIGACIÓN PARA LOS RIESGOS HALLADOS				
	Eliminación	Sustitución	Controles de Ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos/Elementos de protección personal
2	N/A	N/A	<p>Medida Correctiva 1: Marcha inesperada, debido a que no aplica el proceso de bloqueo y etiquetado a causa de que es una medida rutinaria.</p> <p>Plan de mejora: Implementar un circuito de seguridad de maquinaria categoría 3 Pld según ISO 13849-1, de tal manera que el operario al ingresar dentro del área de la envolvente este respaldado por el circuito y mantenga desenergizado los motores que mueven los rodillos, la tornamesa y transmisiones de la máquina mientras realiza esta tarea, de esta forma asegura el no tener arranques inesperados.</p>	N/A	<p>Medida correctiva 3: Uso de guantes de vaqueta, gafas de protección y botas de seguridad</p>
			<p>Medida Correctiva 2: Selección de resguardo teniendo en cuenta cero accesos en el área de piñón cadena, para este caso el acceso es posible de cuerpo completo, manos y dedos. Accesos menores a 10 mm.</p> <p>Plan de mejora: Diseñar resguardos teniendo en cuenta las distancias mínimas de seguridad ISO 13849-1. de tal manera que se proteja al operario del acceso al área de piñón de cadena, debido a que es una tarea rutinaria, esta guarda debe estar asociada a un dispositivo de enclavamiento de seguridad.</p>		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Plan de mitigación para los riesgos relacionados al ajuste parametrización Pallet.

Tarea No.	PLAN DE MITIGACIÓN PARA LOS RIESGOS HALLADOS			
	Eliminación	Sustitución	Controles de Ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia Equipos/Elementos de protección personal
3	N/A	N/A	<p>Medida Correctiva 1: Marcha inesperada, debido a que no aplica el proceso de bloqueo y etiquetado, a causa de que es una medida rutinaria.</p> <p>Plan de mejora: Revisar la posibilidad de ubicar el tablero de control de la máquina por fuera del área de enfardado o en su defecto Implementar un circuito de seguridad de maquinaria categoría 3 Pld según ISO 13849-1, de tal manera que el operario al ingresar dentro del área de la enfardadora este respaldado por el circuito y mantenga desenergizado los motores que mueven los rodillos y transmisiones de la máquina mientras realiza esta tarea, de esta forma asegura el no tener arranques inesperados.</p>	N/A
			<p>Medida Correctiva 2: Selección de resguardo teniendo en cuenta cero accesos, relación de dispositivo de enclavamientos de seguridad para evitar arranques intempestivos. Accesos controlados según distancias seguras, con barreras fijas u optoelectrónicas.</p> <p>Plan de mejora: Diseñar resguardos teniendo en cuenta las distancias mínimas de seguridad ISO 13849-1 de tal manera que se proteja al operario de los rodillos, transmisiones y tornamesa, debido a que es una tarea rutinaria, necesariamente debe estar esta guarda asociada con un dispositivo de enclavamiento de seguridad.</p>	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Plan de mitigación para los riesgos relacionados al ajuste Posicionamiento sensor pallet.

Tarea No.	PLAN DE MITIGACIÓN PARA LOS RIESGOS HALLADOS				
	Eliminación	Sustitución	Controles de Ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos/Elementos de protección personal
4	N/A	N/A	<p>Medida Correctiva 1: Marcha inesperada, debido a que no aplica el proceso de bloqueo y etiquetado, a causa de que es una medida rutinaria.</p> <p>Plan de mejora: Implementar un circuito de seguridad de maquinaria categoría 3 Pld según ISO 13849-1, de tal manera que el operario al ingresar dentro del área de la enfardadora este respaldado por el circuito y mantenga des energizado los motores que mueven los rodillos y transmisiones de la máquina mientras realiza esta tarea, de esta forma asegura el no tener arranques inesperados.</p>	N/A	<p>Medida correctiva 3: Uso de guantes de vaqueta, gafas de protección y botas de seguridad</p>
			<p>Medida Correctiva 2: Selección de resguardo teniendo en cuenta cero accesos, relación de dispositivo de enclavamientos de seguridad para evitar arranques inesperados, para este caso el acceso posible de manos y dedos. Accesos menores de 10 mm.</p> <p>Plan de mejora: Diseñar resguardos teniendo en cuenta las distancias mínimas de seguridad ISO 13849-1 de tal manera que se proteja al operario de los rodillos y transmisiones, debido a que es una tarea rutinaria, esta guarda debe estar asociada a un dispositivo de enclavamiento de seguridad.</p>		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Plan de mitigación para los riesgos relacionados al ajuste Posicionamiento finales de carrera.

Tarea No.	PLAN DE MITIGACIÓN PARA LOS RIESGOS HALLADOS			
	Eliminación	Sustitución	Controles de Ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia Equipos/Elementos de protección personal
5	N/A	N/A	<p>Medida Correctiva 1: Marcha inesperada, debido a que no aplica el proceso de bloqueo y etiquetado a causa de que es una medida rutinaria.</p> <p>Plan de mejora: Implementar un circuito de seguridad de maquinaria categoría 3 PId según ISO 13849-1, de tal manera que el operario al ingresar dentro del área de la enfardadora este respaldado por el circuito y mantenga des energizado los motores que mueven los rodillos y transmisiones de la máquina mientras realiza esta tarea, de esta forma asegura el no tener arranques inesperados.</p>	N/A
			<p>Medida Correctiva 2: Selección de resguardo teniendo en cuenta cero accesos, relación de dispositivo de enclavamientos de seguridad para evitar arranques inesperados, para este caso el acceso posible de manos y dedos. Accesos menores de 10 mm.</p> <p>Sugerencia: Diseñar resguardos teniendo en cuenta las distancias mínimas de seguridad ISO 13849-1 de tal manera que se proteja al operario de las partes mecánicas en este caso el sistema de cadena, debido a que es una tarea rutinaria, esta guarda debe estar asociada a un dispositivo de enclavamiento de seguridad.</p>	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Plan de mitigación para los riesgos relacionados al ajuste Posicionamiento final de carrera cuenta vueltas.

Tarea No.	PLAN DE MITIGACIÓN PARA LOS RIESGOS HALLADOS				
	Eliminación	Sustitución	Controles de Ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos/Elementos de protección personal
6	N/A	N/A	<p>Medida Correctiva 1: Marcha inesperada, debido a que no aplica el proceso de bloqueo y etiquetado, a causa de que es una medida rutinaria.</p> <p>Plan de mejora: Implementar un circuito de seguridad de maquinaria categoría 3 PId según ISO 13849-1, de tal manera que el operario al ingresar dentro del área de la enfardadora este respaldado por el circuito y mantenga desenergizado los motores que mueven las transmisiones del tornamesa mientras se realiza esta tarea, de esta forma asegura el no tener arranques inesperados.</p>	N/A	<p>Medida correctiva 2: Uso de guantes de vaqueta, gafas de protección y botas de seguridad</p>

Fuente: Elaboración propia

### 7.2.2 Tareas de operación normal

En las tareas de operación normal tenemos:

- Enhebrado de polystretch.
- Puesta en marcha del mecanismo.

En general cada una de estas tareas implica que el operario debe utilizar sus manos para acceder al mecanismo de la máquina y poder ejecutar la tarea asignada.

En las tablas 20 y 21, se recopilan cada una de las medidas correctivas que se deben implementar para reducir los riesgos debidos a las tareas de operación normal. Para una mejor visualización de las medidas correctivas se realizaron fichas técnicas que contienen la información de las tablas 20 y 21 más detallada (Anexo 7).

Tabla 20. Plan de mitigación para los riesgos relacionados a la tarea de operación normal Enhebrado de polystretch.

Tarea No.	PLAN DE MITIGACIÓN PARA LOS RIESGOS HALLADOS				
	Eliminación	Sustitución	Controles de Ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos/Elementos de protección personal
7	N/A	N/A	Medida Correctiva 1: Marcha inesperada, debido a que no aplica el proceso de bloqueo y etiquetado, a causa de que es una medida rutinaria. Plan de mejora: Implementar un circuito de seguridad de maquinaria categoría 3 Pld según ISO 13849-1, de tal manera que el operario al ingresar dentro del área de la enfardadora este respaldado por el circuito y mantenga des energizado los motores que mueven los rodillos y transmisiones de la máquina mientras realiza esta tarea, de esta forma asegura el no tener arranques inesperados y golpes de severos del pallet en movimiento.	N/A	Medida correctiva 2: Uso de guantes de vaqueta, gafas de protección y botas de seguridad

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Plan de mitigación para los riesgos relacionados a la tarea de operación normal Puesta en marcha del mecanismo.

Tarea No.	PLAN DE MITIGACIÓN PARA LOS RIESGOS HALLADOS				
	Eliminación	Sustitución	Controles de Ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos/Elementos de protección personal
8	N/A	N/A	<p>Medida Correctiva 1: Marcha inesperada, debido a que no aplica el proceso de bloqueo y etiquetado, a causa de que es una medida rutinaria.</p> <p>Plan de mejora: Implementar un circuito de seguridad de maquinaria categoría 3 PId según ISO 13849-1, de tal manera que el operario al ingresar dentro del área de la enfardadora este respaldado por el circuito y mantenga des energizado los motores que mueven los rodillos y transmisiones de la máquina mientras realiza esta tarea, de esta forma asegura el no tener arranques inesperados.</p>	N/A	<p>Medida correctiva 2: Uso de guantes de vaqueta, gafas de protección y botas de seguridad</p>

Fuente: Elaboración propia

### 7.2.3 Tareas de operación anormal

En las tareas de operación anormal tenemos:

- Enredo de polystretch en carro portabobina.
- Atascamiento de cadena torre.
- Atascamiento de cadena de tornamesa.

En general cada una de estas tareas implica que el operario debe utilizar sus manos para acceder al mecanismo de la máquina y poder ejecutar la tarea asignada, además de que este debe ingresar al área de peligro.

En las tablas 22, 23 y 24, se ilustra en resumen cada una de las medidas correctivas que se deben implementar para reducir los riesgos debidos a las tareas de operación anormal. Para una mejor visualización de las medidas correctivas se realizaron fichas técnicas que contiene la información de las tablas 22, 23 y 24 más detallada (Anexo 8).

Tabla 22. Plan de mitigación para los riesgos relacionados a la tarea de operación anormal Enredo de polystretch en carro porta bobina.

Tarea No.	PLAN DE MITIGACIÓN PARA LOS RIESGOS HALLADOS				
	Eliminación	Sustitución	Controles de Ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos/Elementos de protección personal
9	N/A	N/A	<p>Medida Correctiva 1: Marcha inesperada, debido a que no aplica el proceso de bloqueo y etiquetado a causa de que es una medida rutinaria.</p> <p>Plan de mejora: Implementar un circuito de seguridad de maquinaria categoría 3 PId según ISO 13849-1, de tal manera que el operario al ingresar dentro del área de los rodillos este respaldado por el circuito y mantenga des energizado los motores que mueven los rodillos y transmisiones de la máquina mientras realiza esta tarea, de esta forma asegura el no tener arranques inesperados.</p> <p>Medida Correctiva 2: Selección de resguardo teniendo en cuenta cero accesos, relación de dispositivo de enclavamientos de seguridad para evitar arranques inesperados, para este caso el acceso posible de manos y dedos. Accesos menores de 10 mm.</p> <p>Plan de mejora: Diseñar resguardos teniendo en cuenta las distancias mínimas de seguridad ISO 13849-1 de tal manera que se proteja al operario de los rodillos y pallet, debido a que es una tarea rutinaria, esta guarda debe estar asociada a un dispositivo de enclavamiento de seguridad.</p>	N/A	<p>Medida correctiva 3:</p> <p>Uso de guantes de vaqueta, gafas de protección y botas de seguridad</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Plan de mitigación para los riesgos relacionados a la tarea de operación anormal Atascamiento de cadena torre.

<b>PLAN DE MITIGACIÓN PARA LOS RIESGOS HALLADOS</b>					
<b>Tarea No.</b>	<b>Eliminación</b>	<b>Sustitución</b>	<b>Controles de Ingeniería</b>	<b>Controles administrativos, señalización, advertencia</b>	<b>Equipos/Elementos de protección personal</b>
10	N/A	N/A	<p>Medida Correctiva 1: Marcha inesperada, debido a que no aplica el proceso de bloqueo y etiquetado, a causa de que es una medida rutinaria.</p> <p>Plan de mejora: Implementar un circuito de seguridad de maquinaria categoría 3 PId según ISO 13849-1, de tal manera que el operario al ingresar dentro del área de los rodillos este respaldado por el circuito y mantenga desenergizado los motores que mueven los rodillos y transmisiones de la máquina mientras realiza esta tarea, de esta forma asegura el no tener arranques inesperados.</p> <p>Medida Correctiva 2: Selección de resguardo teniendo en cuenta cero accesos, relación de dispositivo de enclavamientos de seguridad para evitar arranques inesperados, para este caso el acceso posible de manos y dedos. Accesos menores de 10 mm.</p> <p>Plan de mejora: Diseñar resguardos teniendo en cuenta las distancias mínimas de seguridad ISO 13849-1 de tal manera que se proteja al operario de los rodillos y pallet, debido a que es una tarea rutinaria, esta guarda debe estar asociada a un dispositivo de enclavamiento de seguridad.</p>	N/A	Medida correctiva 3: Uso de guantes de vaqueta, gafas de protección y botas de seguridad

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Plan de mitigación para los riesgos relacionados a la tarea de operación anormal Atascamiento de cadena de tornamesa.

PLAN DE MITIGACIÓN PARA LOS RIESGOS HALLADOS					
Tarea No.	Eliminación	Sustitución	Controles de Ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos/Elementos de protección personal
11	N/A	N/A	<p>Medida Correctiva 1: Marcha inesperada, debido a que no aplica el proceso de bloqueo y etiquetado, a causa de que es una medida rutinaria.</p> <p>Plan de mejora: Implementar un circuito de seguridad de maquinaria categoría 3 Pld según ISO 13849-1, de tal manera que el operario al ingresar dentro del área de los rodillos este respaldado por el circuito y mantenga desenergizado los motores que mueven los rodillos y transmisiones de la máquina mientras realiza esta tarea, de esta forma asegura el no tener arranques inesperados.</p> <p>Medida Correctiva 2: Selección de resguardo teniendo en cuenta cero accesos, relación de dispositivo de enclavamientos de seguridad para evitar arranques inesperados, para este caso el acceso posible de manos y dedos. Accesos menores de 10 mm.</p> <p>Plan de mejora: Diseñar resguardos teniendo en cuenta las distancias mínimas de seguridad ISO 13849-1 de tal manera que se proteja al operario de los rodillos y pallet, debido a que es una tarea rutinaria, esta guarda debe estar asociada a un dispositivo de enclavamiento de seguridad.</p>	N/A	Medida correctiva 3: Uso de guantes de vaqueta, gafas de protección y botas de seguridad

Fuente: Elaboración propia

#### 7.2.4 Tareas de mantenimiento

En las tareas de mantenimiento tenemos:

Mantenimiento de ejes conducidos.

Mantenimiento de ejes conducidos, revisión de aceite.

Mantenimiento de cadena de transmisión tornamesa.

Mantenimiento de cadena de transmisión de torre.

En general cada una de estas tareas implica que el operario debe utilizar sus manos para acceder al mecanismo de la máquina y poder ejecutar la tarea asignada.

En las tablas 25 a 28, se ilustra en resumen cada una de las medidas correctivas que se deben implementar para reducir los riesgos debidos a las tareas de mantenimiento. Para una mejor visualización de las medidas correctivas se realizaron fichas técnicas que contienen la información de las tablas 25 a 28 más detallada (Anexo 9).

Tabla 25. Plan de mitigación para los riesgos relacionados a la tarea de mantenimiento de ejes conducidos.

Tarea No.	PLAN DE MITIGACIÓN PARA LOS RIESGOS HALLADOS				
	Eliminación	Sustitución	Controles de Ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos/Elementos de protección personal
12	N/A	N/A	<p>Medida Correctiva 1: Marcha inesperada, debido a que no aplica el proceso de bloqueo y etiquetado, a causa de que es una medida rutinaria.</p> <p>Plan de mejora: Implementar un circuito de seguridad de maquinaria categoría 3 Pld según ISO 13849-1, de tal manera que el operario al ingresar dentro del área de los rodillos este respaldado por el circuito y mantenga desenergizado los motores que mueven los rodillos y transmisiones de la máquina mientras realiza esta tarea, de esta forma asegura el no tener arranques inesperados.</p>	N/A	<p>Medida correctiva 4: Uso de guantes de vaqueta, gafas de protección y botas de seguridad</p>
			<p>Medida Correctiva 2: Selección de resguardo teniendo en cuenta cero accesos, relación de dispositivo de enclavamientos de seguridad para evitar arranques inesperados, para este caso el acceso posible de manos y dedos. Accesos menores de 10 mm. Plan de mejora: Diseñar resguardos teniendo en cuenta las distancias mínimas de seguridad ISO 13849-1 de tal manera que se proteja al operario de los rodillos y pallet.</p>		
			<p>Medida Correctiva 3: Bloqueo y Etiquetado Loto, marcha inesperada. Plan de mejora: Aplicar bloqueo de fuentes de energía principales para realizar actividades de mantenimiento, se deben establecer todos los procedimientos corporativos para aplicar este bloqueo. Dispositivos a separar fuente de energía: Eléctricos y disyuntor principal, seccionador lateral de tablero.</p>		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Plan de mitigación para los riesgos relacionados a la tarea de mantenimiento de ejes conducidos, revisión de aceite.

Tarea No.	PLAN DE MITIGACIÓN PARA LOS RIESGOS HALLADOS				
	Eliminación	Sustitución	Controles de Ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos/Elementos de protección personal
13	N/A	N/A	<p>Medida Correctiva 1: Marcha inesperada, debido a que no aplica el proceso de bloqueo y etiquetado, a causa de es una medida rutinaria.</p> <p>Plan de mejora: Implementar un circuito de seguridad de maquinaria categoría 3 Pld según ISO 13849-1, de tal manera que el operario al ingresar dentro del área de los rodillos este respaldado por el circuito y mantenga des energizado los motores que mueven los rodillos y transmisiones de la máquina mientras realiza esta tarea, de esta forma asegura el no tener arranques inesperados.</p> <p>Medida Correctiva 2: Selección de resguardo teniendo en cuenta cero accesos, relación de dispositivo de enclavamientos de seguridad para evitar arranques inesperados, para este caso el acceso posible de manos y dedos. Accesos menores de 10 mm.</p> <p>Plan de mejora: Diseñar resguardos teniendo en cuenta las distancias mínimas de seguridad ISO 13849-1. de tal manera que se proteja al operario de los rodillos y pallet.</p> <p>Medida Correctiva 3: Bloqueo y Etiquetado Loto, marcha inesperada. Plan de mejora: Aplicar bloqueo de fuentes de energía principales para realizar actividades de mantenimiento, se deben establecer todos los procedimientos corporativos para aplicar este bloqueo. Dispositivos a separar fuente de energía: Eléctricos y disyuntor principal, seccionador lateral de tablero.</p>	N/A	<p>Medida correctiva 4: Uso de guantes de vaqueta, gafas de protección y botas de seguridad</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Plan de mitigación para los riesgos relacionados a la tarea de mantenimiento de cadena de transmisión tornamesa.

PLAN DE MITIGACIÓN PARA LOS RIESGOS HALLADOS						
Tarea No.	Eliminación	Sustitución	Controles de Ingeniería		Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos/Elementos de protección personal
			14	N/A		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Plan de mitigación para los riesgos relacionados a la tarea de mantenimiento de cadena de transmisión de torre.

Tarea No.	PLAN DE MITIGACIÓN PARA LOS RIESGOS HALLADOS				
	Eliminación	Sustitución	Controles de Ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos/Elementos de protección personal
15	N/A	N/A	<p>Medida Correctiva 1: Marcha inesperada, en caso de no aplicar procedimiento de bloqueo.</p> <p>Plan de mejora: Implementar un circuito de seguridad de maquinaria categoría 3 PId según ISO 13849-1, de tal manera que el operario al ingresar dentro del área de los ejes motrices este respaldado por el circuito y mantenga desenergizado los motores que mueven los ejes y transmisiones de la máquina mientras realiza esta tarea, de esta forma asegura el no tener arranques inesperados.</p> <p>Medida Correctiva 2: Selección de resguardo teniendo en cuenta cero accesos, relación de dispositivo de enclavamientos de seguridad para evitar arranques inesperados, para este caso el acceso posible de manos y dedos. Accesos menores de 10 mm.</p> <p>Plan de mejora: Diseñar resguardos teniendo en cuenta las distancias mínimas de seguridad ISO 13849-1 de tal manera que se proteja al operario de los rodillos y pallet.</p> <p>Medida Correctiva 3: Bloqueo y Etiquetado Loto, marcha inesperada. Plan de mejora: Aplicar bloqueo de fuentes de energía principales para realizar actividades de mantenimiento, se deben establecer todos los procedimientos corporativos para aplicar este bloqueo. Dispositivos a separar fuente de energía: Eléctricos y disyuntor principal, seccionador lateral de tablero.</p>	N/A	Medida correctiva 4: Uso de guantes de vaqueta, gafas de protección y botas de seguridad

Fuente: Elaboración propia

### 7.2.5 Tarea de limpieza

En la tarea de limpieza tenemos:

#### 1. Limpieza estructura paletizadora

En general cada una de estas tareas implica que el operario debe utilizar sus manos accediendo a la zona de peligro para ejecutar la tarea asignada.

En la tabla 29, se ilustra en resumen cada una de las medidas correctivas que se deben implementar para reducir el riesgo. Para una mejor visualización de las medidas correctivas se realizó una ficha técnica que contiene la información de la tabla 29 más detallada (Anexo 10).

Tabla 29. Plan de mitigación para los riesgos relacionados a las tareas de limpieza

PLAN DE MITIGACIÓN PARA LOS RIESGOS HALLADOS						
Tarea No.	Eliminación	Sustitución	Controles de Ingeniería		Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos/Elementos de protección personal
16	N/A	N/A	Medida Correctiva 1: Marcha inesperada, en caso de no aplicar procedimiento de bloqueo. Plan de mejora: Implementar un circuito de seguridad de maquinaria categoría 3 Pld según ISO 13849-1, de tal manera que el operario al ingresar dentro del área de los ejes motrices este respaldado por el circuito y mantenga desenergizado los motores que mueven los ejes y transmisiones de la máquina mientras realiza esta tarea, de esta forma asegura el no tener arranques inesperados.		N/A	<b>Medida correctiva 4:</b> Uso de guantes de vaqueta, gafas de protección y botas de seguridad
			Medida Correctiva 2: Selección de resguardo teniendo en cuenta cero accesos, relación de dispositivo de enclavamientos de seguridad para evitar arranques inesperados, para este caso el acceso posible de manos y dedos. Accesos menores de 10 mm. Sugerencia: Diseñar resguardos teniendo en cuenta las distancias mínimas de seguridad ISO 13849-1 de tal manera que se proteja al operario de los rodillos y pallet.			
			<b>Medida Correctiva 3:</b> Bloqueo y Etiquetado Loto, marcha inesperada. Plan de mejora: Aplicar bloqueo de fuentes de energía principales para realizar actividades de mantenimiento, se deben establecer todos los procedimientos corporativos para aplicar este bloqueo. Dispositivos a separar fuente de energía: Eléctricos y disyuntor principal, seccionador lateral de tablero.			

Fuente: Elaboración propia

Como resultado del plan de mitigación se tiene que en general cada una de las tareas realizadas implica que el operario debe utilizar sus manos para ejecutarlas, ingresando al área de peligro donde se encuentran los mecanismos del tornamesa, carro-portabobina o torre, para ello se definen medidas correctivas que implican el uso de elementos de protección personal, la instalación de resguardos fijos o móviles según sea el caso y dispositivos de seguridad que eviten o impidan que las personas entren en contacto con los peligros o bien reducir los peligros a un nivel seguro. Los resguardos y dispositivos de seguridad planteados deben tener unas características de las funciones de seguridad que cumplan con la Resolución 2400 de 1979 y que deben ser acordes con la norma ISO 13849-1:2015.

#### 7.2.6 Definición de las Especificaciones de requerimientos de funciones de seguridad

A continuación, se presentan las especificaciones de los requerimientos de las funciones de seguridad de acuerdo con la norma ISO 13849-1:2015 mediante la cual establece el alcance y las características de los sistemas que deben ser implementados en la máquina, partiendo de la matriz de riesgos (Anexo 5) y de las medidas correctivas para la mitigación de los mismos. (Comité Técnico AEN/CTN 81 Prevención y medios de protección personal y colectiva en el trabajo, 2016)

El propósito de las especificaciones de los requerimientos de las funciones de seguridad es cumplir con:

Proveer los requerimientos de las partes básicas del sistema de seguridad a implementar.

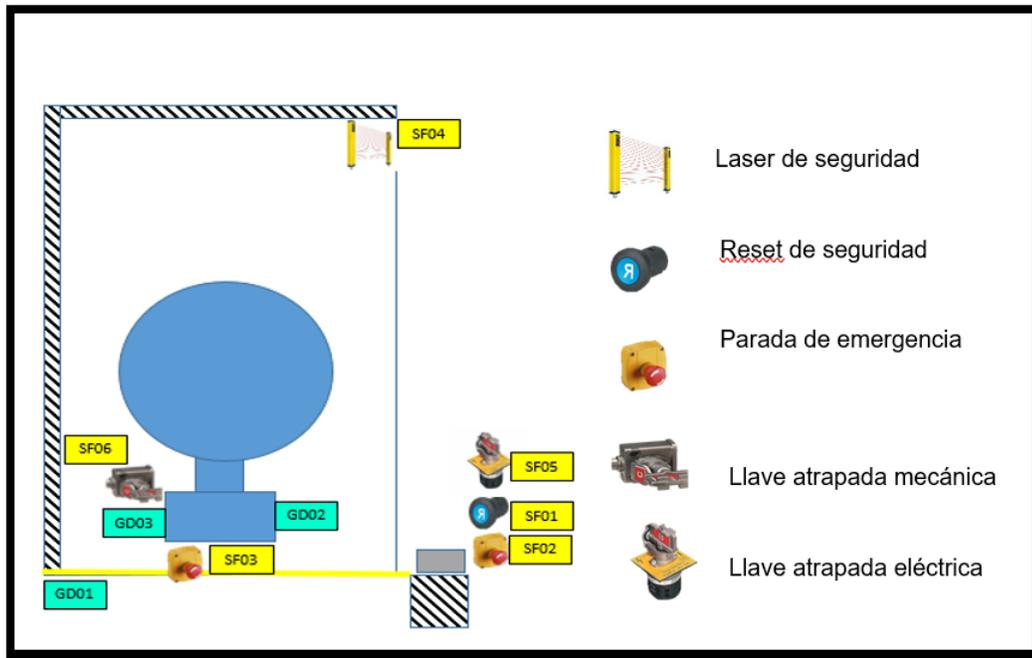
Documentar el alcance y características de los sistemas a ser implementados en el mejoramiento de la máquina.

Proveer las pautas generales de cómo debe responder la máquina cuando una función de seguridad es puesta en demanda.

Para las especificaciones de los requerimientos de las funciones de seguridad se realiza un mapa de las funciones de seguridad (Figura 8) como una representación

gráfica de los equipos que deben ser implementados y su respectiva ubicación en la máquina.

Figura 8. Mapa de funciones de seguridad



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la Norma ISO 13849:2015

Listado de guardas y equipos de seguridad:

GD01 Guarda fija perimetral

GD02 Guarda fija de torre

GD03 Guarda móvil porta bobina

SF01 Reset de seguridad

SF02 Parada de emergencia (tablero)

SF03 Parada de emergencia (interno)

SF04 Laser de seguridad

SF05 Llave atrapada eléctrica (tablero)

SF06 Llave atrapada mecánica (porta bobina)

#### 6.4.1 Identificación funciones de la guarda

En esta etapa se documenta las características de las guardas fijas o móviles a ser implementadas (Figura 8).

Guarda fija perimetral para delimitar área de acceso a la máquina. Ver tabla 30.

Tabla 30. Identificación función de la guarda fija perimetral

<b>Función de Control de Seguridad</b>	
<b>GD01: Guarda Fija Perimetral</b>	
Gráfico de Referencia/Localización:	Mapa de funciones de seguridad/ Guarda de acceso
Estándar de Seguridad Aplicado:	ISO 13849-1
Función de Seguridad Asociado:	Ninguna
Técnica(s) de Mitigación:	La guarda debe ser sujeta con elementos de sujeción no convencionales para que ésta no pueda ser desinstalada por personal no autorizado y asegurando que el operario no pueda acceder al área de la envolvente de pallets.
Características Mecánicas de la Guarda:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La guarda debe ser construida para que realice la función de barrera de tal manera que no permita el acceso por arriba, por debajo, por los lados, y no dejar que alguna persona acceda con sus extremidades al área de movimiento de la envolvente de pallets.</li> <li>• La guarda debe ser completamente sólida para evitar una posible proyección de partículas al exterior o acceso de alguna extremidad del operador al interior del encerramiento.</li> </ul>
Observaciones/Notas:	N/A

Fuente: Elaboración propia

Guarda fija para evitar el acceso a mecanismo de torre. Ver tabla 31.

Tabla 31. Identificación función de la guarda fija de torre

<b>Función de Control de Seguridad</b>	
<b>GD02: Guarda Fija Torre</b>	
Gráfico de Referencia/Localización:	<b>Ver Figura 9/</b> Guarda de acceso
Estándar de Seguridad Aplicado:	ISO 13849-1
Función de Seguridad Asociado:	Ninguna
Técnica(s) de Mitigación:	La guarda debe ser sujeta con elementos de sujeción no convencionales para que ésta no pueda ser desinstalada por personal no autorizado y asegurando que el operario no pueda acceder al área de la envolvente de pallets.
Características Mecánicas de la Guarda:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La guarda debe ser construida para que realice la función de barrera de tal manera que no permita el acceso por arriba, por debajo, por los lados, y no dejar que alguna persona acceda con sus extremidades al área de movimiento de la envolvente de pallets.</li> <li>• La guarda debe ser completamente sólida para evitar una posible proyección de partículas al exterior o acceso de alguna extremidad del operador al interior del encerramiento.</li> </ul>
Observaciones/Notas:	N/A

Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Mecanismo de torre



Fuente: Foto obtenida de la empresa objeto de estudio.

Guarda móvil para el cambio de bobina. Ver tabla 32.

Tabla 32. Identificación función de la guarda móvil porta bobina

<b>Función de Control de Seguridad</b>	
<b>GD03: Guarda móvil porta bobina</b>	
Gráfico de Referencia/Localización:	<b>Ver Figura 10</b> / Guarda de acceso
Estándar de Seguridad Aplicado:	ISO 13849-1
Función de Seguridad Asociado:	Ninguna
Técnica(s) de Mitigación:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando la guarda esté abierta el sistema de seguridad estará deshabilitado.</li> <li>• Esta guarda debe ser movable pero también debe contar con una llave atrapada mecánica para permitir el acceso de manera segura al área interna.</li> <li>• El operador para ingresar a la parte interna debe girar la llave atrapada del tablero de seguridad para ingresar de manera segura, luego meter esta llave en el juego de llave atrapada mecánica que tiene esta guarda para poder realizar el cambio de bobina.</li> </ul>
Características Mecánicas de la Guarda:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La guarda debe estar construida para que realice la función de barrera de tal manera que no permita el acceso por arriba, por debajo, por los lados o a través de ella cuando ésta se encuentra cerrada.</li> <li>• La guarda debe ser completamente sólida para evitar una posible proyección de partículas al exterior.</li> </ul>
Observaciones/Notas:	N/A

Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Porta bobina para cambio de bobina



Fuente: Foto obtenida de la empresa objeto de estudio

#### **6.4.2 Identificación de funciones de control de seguridad**

En esta etapa se documenta las características de los equipos de control de seguridad a ser implementados (Figura 8) y las pautas generales de cómo debe responder la máquina envolvedora de pallets cuando una función de seguridad es puesta en demanda.

Reset de seguridad para rearme de la máquina. Ver tabla 31.

Tabla 33. Identificación función de control del reset de seguridad

<b>Función de Control de Seguridad</b>	
<b>SF01: Reset de seguridad para rearme de la máquina</b>	
Gráfico de Referencia/Localización:	Mapa de funciones de seguridad / Tablero de seguridad
Estándar de Seguridad Aplicado:	ISO 13849-1
Función de Seguridad Asociado:	SF02 - Parada de Emergencia (Tablero). SF03 - Parada de Emergencia (Interno). SF04 - Laser de Seguridad SF05- Llave atrapada eléctrica (Tablero).
Dispositivo de entrada de seguridad:	Pulsador de reset
Dispositivo lógico de seguridad:	Relé de seguridad
Dispositivo de salida de seguridad:	Contactador de seguridad o variador con función de seguridad
Evento de disparo:	Acción manual y deliberada del operador al activar el botón de reset.
Respuesta de la máquina:	Después de que un comando de parada sea activado por un paro de emergencia, la condición de parada se debe mantener hasta que la condición de seguridad sea alcanzada para reiniciar el sistema; antes de iniciar la máquina se debe presionar o activar el botón de reset.
Estado seguro:	Mientras no se oprima el reset, el sistema de seguridad mantendrá los motores deshabilitados para asegurar las condiciones de seguridad a las personas que ingresen al área para limpieza o ajustes menores.

Fuente: Elaboración propia

Parada de emergencia en tablero de seguridad. Ver tabla 34.

Tabla 34. Identificación función de control de parada de emergencia en tablero

<b>Función de Control de Seguridad</b>	
<b>SF02: Parada de emergencia (tablero)</b>	
Gráfico de Referencia/Localización:	Mapa de funciones de seguridad / Tablero de seguridad
Estándar de Seguridad Aplicado:	ISO 13849-1
Función de Seguridad Asociado:	SF01 - Reset de seguridad (Tablero)
Dispositivo de entrada de seguridad:	Parada de emergencia tipo hongo
Dispositivo de salida de seguridad:	Contactores de seguridad, o variadores con función de seguridad.
Dispositivo lógico de seguridad:	Relé de seguridad
Evento de disparo:	Acción manual y deliberado
Respuesta de la máquina:	Detener todos los motores asociados a la máquina.
Estado seguro:	Cuando ha sido accionado el paro de emergencia, los motores estarán deshabilitados para asegurar las condiciones de seguridad a las personas que ingresen al área.

Fuente: Elaboración propia

Parada de emergencia interno en guarda fija perimetral. Ver tabla 35.

Tabla 35. Identificación función de control de parada de emergencia interno

<b>Función de Control de Seguridad</b>	
<b>SF03: Parada de emergencia (interno)</b>	
Gráfico de Referencia/Localización:	Mapa de funciones de seguridad / Lateral guarda fija
Estándar de Seguridad Aplicado:	ISO 13849-1
Función de Seguridad Asociado:	SF01 - Reset de seguridad (Tablero)
Dispositivo de entrada de seguridad:	Parada de emergencia tipo hongo
Dispositivo lógico de seguridad:	Relé de seguridad
Dispositivo de salida de seguridad:	Contactores de seguridad, o variadores con función de seguridad.
Evento de disparo:	Acción manual y deliberado
Respuesta de la máquina:	Detener todos los motores asociados a la máquina.
Estado seguro:	Cuando ha sido accionado el paro de emergencia, los motores estarán deshabilitados para asegurar las condiciones de seguridad a las personas que ingresen al área.

Fuente: Elaboración propia

Laser de seguridad para acceso a área de máquina envolvente. Ver tabla 36.

Tabla 36. Identificación función de control Laser de seguridad

<b>Función de Control de Seguridad</b>	
<b>SF04: Laser de seguridad</b>	
Gráfico de Referencia/Localización:	Mapa de funciones de seguridad / Acceso al área de la máquina
Estándar de Seguridad Aplicado:	ISO 13849-1
Función de Seguridad Asociado:	SF01 - Reset de seguridad (Tablero)
Dispositivo de entrada de seguridad:	Laser de seguridad
Dispositivo lógico de seguridad:	Contactores de seguridad, o variadores con función de seguridad.
Dispositivo de salida de seguridad:	Contactores de seguridad.
Evento de disparo:	Accionamiento manual y deliberado
Respuesta de la máquina:	Detener todos los motores asociados a la máquina.
Estado seguro:	Cuando ha sido accionado el láser de seguridad, los motores estarán deshabilitados para asegurar las condiciones de seguridad a las personas que ingresen al área.

Fuente: Elaboración propia

Llave atrapada eléctrica en tablero para acceso a área de máquina envolvente ver tabla 37.

Tabla 37. Identificación función de control Llave atrapada eléctrica

<b>Función de Control de Seguridad</b>	
<b>SF05: Llave atrapada eléctrica (tablero)</b>	
Gráfico de Referencia/Localización:	Mapa de funciones de seguridad / Tablero
Estándar de Seguridad Aplicado:	ISO 13849-1
Función de Seguridad Asociado:	SF01 - Reset de seguridad (Tablero)
Dispositivo de entrada de seguridad:	Llave atrapada
Dispositivo lógico de seguridad:	Contactores de seguridad, o variadores con función de seguridad.
Dispositivo de salida de seguridad:	Contactores de seguridad.
Evento de disparo:	Accionamiento manual y deliberado
Respuesta de la máquina:	Deshabilitar motores y válvulas para asegurar las condiciones de seguridad a las personas que ingresen al área.
Estado seguro:	Cuando ha sido accionado el sistema de llaves atrapadas los motores y válvulas estarán deshabilitados para asegurar las condiciones de seguridad a las personas que ingresen al área.

Fuente: Elaboración propia

Llave atrapada mecánica en guarda móvil para acceso a porta bobina ver tabla 38.

Tabla 38. Identificación función de control Llave atrapada mecánica

<b>Función de Control de Seguridad</b>	
<b>SF06: Llave atrapada mecánica (porta bobina)</b>	
Gráfico de Referencia/Localización:	Mapa de funciones de seguridad / Guarda porta bobina
Estándar de Seguridad Aplicado:	ISO 13849-1
Función de Seguridad Asociado:	SF05 - Llave atrapada eléctrica (Tablero)
Dispositivo de entrada de seguridad:	Llave atrapada
Dispositivo lógico de seguridad:	NA
Dispositivo de salida de seguridad:	NA
Evento de disparo:	Accionamiento manual y deliberado
Respuesta de parada de la máquina:	Para poder ingresar primero se debe de girar la llave atrapada del tablero para ingresar de manera segura. Liberar guarda móvil de porta bobina para que el operario pueda realizar el cambio de material.
Estado seguro:	Cuando ha sido accionado el sistema de llaves atrapadas del tablero, los motores y válvulas estarán deshabilitados para asegurar las condiciones de seguridad a las personas que ingresen al área, de esta manera la persona puede ingresar al área y realizar el cambio de porta bobina, para esto debe de utilizar la llave y girarla para que pueda realizar la apertura de la guarda, al finalizar el cambio debe de cerrar la guarda y llevar la llave al tablero para poder rearmar el circuito de seguridad.

Fuente: Elaboración propia

### 7.3 VALORACIÓN DEL PLAN DE MITIGACIÓN DE LOS RIESGOS IDENTIFICADOS EN LA ENVOLVEDORA DE PALLETS

Posterior a la realización de los planes de mitigación, se debe realizar una valoración para definir si éstos serán efectivos y si se requiere un análisis adicional u otros planes para el mejoramiento de la seguridad de la envolvedora de pallets.

Para la valoración de los planes de mejora se decidió hacer el uso de la opinión de 4 expertos: operario, jefe de bodega, coordinador de seguridad y salud en el trabajo y un evaluador externo, de forma anónima para garantizar que su opinión sea libre y sin restricciones.

Para el desarrollo de la valoración se realizó una tabla consolidando las medidas correctivas asociadas a cada riesgo posible según la tarea realizada en la máquina envolvedora, en donde cada experto calificó el plan de mejora del 1 al 3 donde 1 es una mejora nula, 2 una mejora aceptable y 3 una mejora eficiente. También se ubicó la valoración obtenida de cada riesgo que se muestra en la tabla 13, se realizó el cálculo del promedio de los resultados de los 4 expertos, se dio la calificación final y se incluyó una valoración según la efectividad de cada tarea después de su posible implementación. Ver tabla 39.

La valoración consiste en saber si están de acuerdo o no con las medidas correctivas planteadas como mejoramiento en la seguridad de la envolvedora de pallets cuyo objetivo principal es evitar que las personas entren en contacto con los peligros, o reducir los peligros a un nivel seguro, antes de que la persona pueda entrar en contacto con ellos.

Se realizó un promedio con la valoración de cada experto para llegar a un resultado que nos permite entender si el plan de mejora en seguridad de maquinaria es aceptado.

La valoración de los planes de mitigación se encuentra en el Anexo 9.

**Tabla 39. Esquema general de la valoración de expertos**

Tarea	Plan de mitigación	Interpretación del nivel de riesgo y de Intervención inicial	Experto 1			Experto 2			Experto 3			Experto 4			Promedio Numérico	Valoración Total	Interpretación del nivel de riesgo y de Intervención final
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			

Fuente: Elaboración propia

## 8 CONCLUSIONES

La Guía Técnica Colombiana 45 y la Norma Europea 13849-1:2015 enfocada en seguridad en maquinaria son herramientas para la identificación y valoración de los riesgos, y la forma de tratarlos, respectivamente, para plantear mejoras aplicadas a la envolvedora de pallets que presenta diversos peligros que ha causado y puede seguir causando accidentes por su manipulación.

Mediante el diagrama de flujo de operación de la envolvedora de pallets, las funciones de seguridad y herramientas como entrevistas informales y observación de la manipulación, se identificaron peligros por movimientos de rotación del tornamesa, y los movimientos vertical y rotacional del carro porta bobina, en consecuencia, se realizó un análisis de riesgo conforme a la Guía Técnica Colombiana GTC 45.

Por medio de la Guía Técnica Colombiana 45 se realizó la identificación y valoración de los riesgos que nos permitió definir cuantitativamente el nivel de riesgo presente en las tareas realizadas en la envolvedora de pallets, obteniéndose riesgos de nivel I y II, interpretados como situación crítica y de corrección inmediata por lo que se consideró importante su intervención para adoptar medidas de control.

Para mitigar los riesgos hallados se hizo uso de la investigación realizada a partir de la Norma Europea 13849-1:2015 que sirvió como apoyo para definir planes de acción que hicieran la máquina más segura por medio de diversos controles de ingeniería como dispositivos de seguridad que adviertan que la persona está entrando a la zona de peligro y resguardos que impidan o restrinjan el acceso de la persona o alguna parte de su cuerpo a la zona de peligro.

Como resultado de los planes de mitigación de los riesgos se definieron las especificaciones de las guardas fijas o móviles, de los equipos de control de seguridad a ser implementados y las pautas generales de cómo debe responder la envolvedora de pallets cuando una función de seguridad es puesta en demanda permitiendo desempeñar de una forma más segura el trabajo.

Del resultado de la valoración del plan de mejoramiento, obtenido de la opinión de expertos se pudo concluir que en el plan de mitigación las medidas correctivas son aceptables y efectivas aportando significativamente a una mejora en la seguridad de la envolvente de pallets en la empresa objeto de estudio, en caso de que decidan implementarlo.

Con el proyecto realizado se puede aportar en empresas manufactureras en el mejoramiento de la seguridad en maquinaria lo que impacta directamente de forma positiva en la seguridad de los trabajadores y así mismo en la productividad y reducción de costos por incapacidades, accidentes, pagos por demandas por responsabilidad civil, paradas de trabajo y pérdida de clientes.

El mejoramiento de la seguridad en una máquina de la empresa objeto de estudio es una actividad que no se ha realizado antes y que podrá servir de modelo para otras máquinas que puedan presentar o estén presentando actualmente incidentes e incluso accidentes y que potencialmente puedan ser minimizados por el efecto de la implementación de medidas de mitigación incluidas en este plan de mejora.

## 9 RECOMENDACIONES

El departamento de Seguridad y Salud en el Trabajo apoyados en la ARL debería capacitar al personal operativo, de mantenimiento en temas de operabilidad, de seguridad de maquinaria y aplicación adecuada de bloqueo y etiquetado.

El departamento de Recursos Humanos debería crear un programa de incentivos para todos los trabajadores de la empresa en materia de seguridad y salud, a fin de promover el compromiso y participación de todos en la prevención de riesgos.

Si la empresa objeto de estudio decide implementar los equipos y resguardos de los planes de mejora en seguridad en maquinaria se deben crear procedimientos para el uso adecuado de la máquina, estos deben estar asociados a las soluciones de seguridad sobre los mecanismos de la envolvente de pallets y el departamento de seguridad y salud en el trabajo debe complementar dicha documentación, apoyando el proceso de creación, definición y estructura de estos.

Si la empresa objeto de estudio decide implementar los equipos y resguardos sugeridos de los planes de mejora en seguridad en maquinaria que se plantean en este proyecto se recomienda realizar una nueva evaluación de riesgos con el fin de cuantificar que tanto se redujeron respecto a la valoración inicial y mejorar aquellos que resulten en caso de que así sea, de esta forma se pueden tomar acciones correctivas y evitar que se presente algún accidente relacionado al uso de la máquina.

Se deben incluir en el programa de mantenimiento los dispositivos en la envolvente de pallets instalados para la reducción de los riesgos y que serán de gran importancia para mantener el estado de seguridad en la máquina.

Mejorar el contenido de la asignatura Metodología de Investigación y unificar la información dada al estudiante sobre la estructura de la presentación de un proyecto o trabajo de grado. Complementar este espacio reforzando conocimientos en herramientas que permitan a los estudiantes adquirir competencias para la realización de trabajos de grado, en temas de redacción, herramientas como

softwares y programas para la presentación de trabajos de grado que cumplan con la normatividad nacional exigida.

## REFERENCIAS

- ¿Qué es la seguridad en el trabajo?* . (04 de abril de 2017). Obtenido de <https://www.quironprevencion.com/blogs/es/prevenidos/seguridad-trabajo>
- AEN/CTN Prevención y medios de protección personal y colectiva en el trabajo. (Mayo de 2012). *Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo ISO 12100:2010. ISO 12100: 2010.* España.
- Arias, P. S. (17 de mayo de 2020). *Pirámide de Maslow dentro del Marketing.* Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/piramide-de-maslow.html>
- Arias, W. L. (26 de marzo de 2015). <http://360saludocupacional.blogspot.com/>. Obtenido de <http://360saludocupacional.blogspot.com/2015/03/revision-historica-de-la-salud.html>
- Badiola, F. U. (2012). Nota Técnica de Prevención 946. *Máquinas: diseño de las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad.* . España: Instituto de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Blog Calidad ISO.* (30 de 12 de 2014). Obtenido de <http://blogdecalidadiso.es/historia-de-la-iso/>
- Comité Técnico AEN/CTN 81 Prevención y medios de protección personal y colectiva en el trabajo. (septiembre de 2016). *Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño. ISO 13849-1: 2015.* Madrid, España: AENOR.
- Elcacho, M. G. (s.f.). *AEPSAL Asociación de especialistas en prevención y salud laboral.* Obtenido de Guía de seguridad para máquinas. Sector metal. Asociación de especialistas en prevención y salud laboral.: <https://www.aepsal.com/wp-content/uploads/2016/04>

- Expósito, E. (2018). Diseño de una celda robótica bajo normativa de seguridad en maquinaria. *Trabajo de grado en Ingeniería de las Tecnologías Industriales*. Sevilla, Universidad de Sevilla, España.
- Guerrero, A. (24 de agosto de 2015). *Prezi*. Obtenido de <https://prezi.com/jela7lmaq1iq/antecedentes-de-la-higiene-y-seguridad-industrial/>
- Henao, F. (2014). *Seguridad y Salud en el TRabajo. Conceptos básicos*. . Bogotá: ECOE Ediciones.
- ICONTEC. (20 de 06 de 2012). Guía Técnica Colombiana 45. *Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional*. Bogotá D.C, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC.
- Meza, S. F. (2016). Seguridad e higiene en el diseño de máquinas. . *Una revisión del estado del arte y aplicación al desarrollo de una cortadora de capullos de seda*. . Buenos Aires, Universidad Nacional Lomas de Zamora, Argentina.
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (22 de mayo de 1979). Resolución 2400 de 1979. *Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo*. Bogotá, Colombia.
- Ministerio del Trabajo. (26 de mayo de 2015). Decreto 1072. *Por lo cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo*. Bogotá, Colombia.
- Rivera, L. (2017). Disertación previa a la obtención del título de Ingeniero Civil . *Elaboración de un manual de seguridad para la operación de equipo y maquinaria pesada en la construcción de vías; caso de estudio: proyecto prolongación de la Simón Bolívar*. . Quito, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador.
- SafetYA. (30 de 06 de 2019). Obtenido de GTC 45, guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos: <https://safetya.co/gtc-45-guia-identificacion-peligros/>



## ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de accidentalidad

ANEXO 2. Organigrama de la empresa

ANEXO 3. Diagrama de flujo operación de envolvedora de pallets

ANEXO 4. Ficha técnica de la envolvedora de pallets “PALETIZADORA FG-2000 BX”

ANEXO 5. Matriz de riesgos de la máquina envolvedora

ANEXO 6. Ficha Técnica: Plan de mitigación para riesgos en tareas de ajuste

ANEXO 7. Ficha Técnica: Plan de mitigación para riesgos en tareas de operación normal

ANEXO 8. Ficha Técnica: Plan de mitigación para riesgos en tareas de operación anormal

ANEXO 9. Ficha Técnica: Plan de mitigación para riesgos en tareas de mantenimiento

ANEXO 10. Ficha Técnica: Plan de mitigación para riesgos en tareas de limpieza

ANEXO 11. Valoración del plan de mitigación. Opinión de expertos