



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA INDUSTRIAL
MODALIDAD DUAL

**DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA AUTOMATIZADA PARA DISPENSAR PALLETS DE
MADERA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Tecnólogo Superior en Mecánica Industrial

AUTOR: CARLOS LUIS MOROCHO CÁRDENAS

TUTOR: ING. CHRISTIAN MAURICIO COBOS MALDONADO, PH.D.

Cuenca - Ecuador

2025

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Carlos Luis Morocho Cárdenas con documento de identificación N° 0705856193 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 23 de febrero del 2025

Atentamente,



Carlos Luis Morocho Cárdenas

0705856193

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

Yo, Carlos Luis Morocho Cárdenas con documento de identificación N° 0705856193, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto técnico: “Diseño de una estructura automatizada para dispensar pallets de madera”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Tecnólogo Superior en Mecánica Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Cuenca, 23 de febrero del 2025

Atentamente,



Carlos Luis Morocho Cárdenas

0705856193

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Christian Mauricio Cobos Maldonado con documento de identificación N° 0104015938, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA AUTOMATIZADA PARA DISPENSAR PALLETS DE MADERA, realizado por Carlos Luis Morocho Cárdenas con documento de identificación N° 0705856193, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 23 de febrero del 2025

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, reading "Christian Cobos", is written over a horizontal line.

Ing. Christian Mauricio Cobos Maldonado, Ph.D.

0104015938

DEDICATORIA

Con toda mi alma a mi compañera de vida Ing. Priscila Banegas gracias a su amor incondicional y apoyo constante que me impulso a alcanzar mis metas y a ser un mejor ser humano, mejor padre, mejor amigo y profesional.

A mis hijos Carlos Samuel y Sofia Emilia por ser el motor en mi vida y la inspiración en cada decisión que doy.

Carlos Luis Morocho Cárdenas

AGRADECIMIENTO

A dios, por las bendiciones derramadas en mi vida y por permitirme alcanzar esta meta guiando siempre mi camino con su amor infinito.

A mi compañera de vida y a mis hijos por el sacrificio, el esfuerzo y las alegrías que ahora las compartimos juntos, nada de esto hubiera sido tan posible sin ustedes.

A la Universidad Politécnica Salesiana por brindarme la oportunidad de aprender y mejorar mis conocimientos.

A mi tutor Ing. Christian Cobos Maldonado Ph,D por su apoyo y su tiempo en beneficio de llevar adelante el desarrollo de este proyecto.

A mis familiares y amigos que me han motivado a alcanzar esta meta.

Carlos Luis Morocho Cárdenas

RESUMEN.

La presente tesis se centra en el desarrollo del diseño de una estructura automatizada destinada a dispensar pallets de madera en la industria de producción de cartón corrugado. El propósito principal de este diseño es incrementar la seguridad, eficacia y la ergonomía en el manejo de pallets durante las etapas de producción, reduciendo los riesgos laborales y mejorando los tiempos de operación.

En la fase inicial del proyecto, se llevó a cabo un análisis de las condiciones iniciales en el manejo de pallets dentro de la empresa, con el fin de distinguir los riesgos ergonómicos y de seguridad vinculados a la manipulación manual. Se utilizaron métodos de observación directa y se realizaron entrevistas con los operarios para comprender a fondo los retos y necesidades del proceso actual.

A partir de los resultados obtenidos del estudio preliminar, se realizó el diseño técnico de la estructura automatizada. Este diseño contempla consideraciones de ergonomía y seguridad, con el objetivo de minimizar la intervención humana en las actividades relacionadas con el manejo de pallets. Los materiales y componentes fueron seleccionados cuidadosamente, tomando en cuenta los factores como la capacidad de carga, la distribución del peso la estabilidad operativa y la prevención de deformaciones.

La estructura propuesta integra un sistema de elevación electromecánica, un sistema de dispensado con uñetas parecida a la de los montacargas y un sistema de operación que posibilita el control tanto semiautomático como automática.

Se espera que la futura implementación de este diseño aportara numerosos beneficios a la empresa, como la disminución de riesgos de lesiones laborales en este punto de trabajo, el aumento de la eficiencia operativa y la optimización de los tiempos de producción.

ABSTRA.

This thesis focuses on developing the design of an automated structure intended for dispensing wooden pallets in the corrugated cardboard production industry. The primary purpose of this design is to enhance safety, efficiency, and ergonomics in pallet handling during the production stages, reducing workplace hazards and improving operational timelines.

In the initial phase of the project, an analysis of the initial conditions in pallet handling within the company was conducted to identify ergonomic and safety risks associated with manual handling. Direct observation methods were employed, and interviews were conducted with operators to fully understand the challenges and needs of the current process.

Based on the results obtained from the preliminary study, the technical design of the automated structure was carried out. This design incorporates considerations of ergonomics and safety, aiming to minimize human intervention in activities related to pallet handling. The materials and components were carefully selected, taking into account factors such as load capacity, weight distribution, operational stability, and deformation prevention.

The proposed structure integrates an electromechanical lifting system, a dispensing system with forklift-like tines, and an operating system that enables both semi-automatic and automatic control.

It is anticipated that the future implementation of this design will provide numerous benefits to the company, such as reducing the risk of workplace injuries at this work point, increasing operational efficiency, and optimizing production times.

INDICE

DEDICATORIA.....	5
AGRADECIMIENTO.....	6
RESUMEN.....	7
ABSTRA.....	8
INDICE	9
INDICE DE FIGURAS Y TABLAS	11
1. INTRODUCCIÓN	13
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	14
2.1 Antecedentes.....	14
2.2 Justificación.....	16
2.3 Grupo objetivo.....	17
2.4 Delimitación del problema	17
2.4.1 Delimitación geográfica.....	17
2.4.2. Delimitación temporal.....	18
2.4.3 Delimitación sectorial.....	18
3. OBJETIVOS.....	19
3.1. Objetivo General	19
3.2. Objetivos Específicos.....	19
4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	20
Dispensador de pallets.....	20
Condiciones iniciales.....	20
Peso para elevar.....	20
Velocidad del ciclo.....	21
Dimensionamiento del dispensador	21
Diseño mecánico.....	21
Seguridad, Ergonomía.....	21
5. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES INICIALES DEL MANEJO DE PALLETS	
23	
5.1 INTRODUCCION.....	23
5.2 ANTECEDENTES.....	23
5.3 EVALUACION DEL MANEJO DE PALLETS	24
5.3.1. OBSERVACION DIRECTA	25

5.3.2.	ENTREVISTA A LOS OPERARIOS.....	28
5.3.3.	RECOLECCION DE DATOS	29
5.3.3.1.	Volumen de pallet manipulados.....	30
5.3.3.2.	Peso promedio.....	30
5.3.3.3.	Frecuencia de uso.....	31
5.4	REQUERIMIENTO DE LOS OPERARIOS.....	31
6.	DEFINICIÓN DE REQUISITOS	32
6.2	TIPOS DE DISPENSADOR.....	35
6.2.1	Manual.....	35
6.2.2	Automático.....	36
6.2.2.1	Dispensadores Fijos.....	36
6.2.2.2	Dispensadores Móviles.....	38
6.2.2.3	Dispensadores Trilaterales.....	38
	Características Ergonómicas.....	39
6.2.2.4	Dispensadores de plataforma.....	40
	Características ergonómicas:.....	41
6.2.2.5	Transpaletas.....	41
	Características ergonómicas:.....	42
6.3	SOLUCION ADOPTADA.....	43
6.4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	44
6.4.1	Capacidad de carga.....	44
6.4.1.1	Carga máxima.....	45
6.4.1.2	Distribución de peso.....	46
	• Prevención de Deformaciones.....	46
	• Estabilidad Operativa.....	46
	• Mejora de la Eficiencia.....	46
	• Seguridad a los operarios.....	47
6.5	SELECCIÓN DE MATERIALES.....	47
6.5.1	Material de construcción.....	47
6.5.1.1	Acero al Carbono	48
6.5.1.2	Acero Inoxidable	50
	Comparación General.....	51
6.6	Mecanismo de dispensado.....	52

6.6.1	Estructura de soporte	53
6.6.2	Sistema de elevación	54
6.6.3	Sistema de carga y descarga	56
6.7	TEORÍA DE FUNCIONAMIENTO.....	57
6.8	LUBRICACIÓN.....	58
6.8.1	Unidad de motorreductor.....	58
6.8.2	<i>Cadenas de rodillos</i>	59
6.8.3	Chumaceras.....	59
7	DISEÑO MECANICO	61
•	<i>Resistencia</i>	61
•	Estabilidad.....	61
•	Rigidez.....	61
•	Funcionalidad.....	62
7.1.	resoluciones tomadas.....	62
7.2	AUTOMATIZACION	64
7.2.1	Programación del PLC	65
	CONCLUSIONES	67
	RECOMENDACIONES	68
	REFERENCIAS	69
	ANEXO	73

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1	<i>Apilamiento de pallets entrada Load Former</i>	15
Figura 2	<i>Distribución de pallets Load Former</i>	16
Figura 3	<i>Ubicación Universidad Politécnica Salesiana</i>	17
Figura 4	<i>Manipulación de Pallets con Montacarga</i>	25
Figura 5	<i>Almacenamiento de pallets</i>	26
Figura 6	<i>Taller de Pallets</i>	27
Figura 7	<i>Movilización de los pallets</i>	27
Figura 8	<i>Aplastamiento de un miembro por pallet</i>	28
Figura 9	<i>Pallet</i>	34
Figura 10	<i>Dispensador hidráulico manual</i>	35
Figura 11	<i>Dispensador fijo</i>	37

Figura 12 <i>Dispensador Trilateral</i>	39
Figura 13 <i>Dispensador de Plataforma</i>	40
Figura 14 <i>Dispensador de Transpaletas</i>	42
Figura 15 <i>Dispensador de Almacenaje</i>	45
Figura 16 <i>Pared Lateral</i>	53
Figura 17 <i>Bastidor móvil</i>	55
Figura 18 <i>Sensor Electromagnético</i>	55
Figura 19 <i>Sensor Fotoeléctrico</i>	55
Figura 20 <i>Uñas del Dispensador</i>	56
Figura 21 <i>Motor SEW de Ejes Paralelos</i>	59
Figura 22 <i>Graseros Rectos</i>	60
Figura 23 <i>Chumacera FYTB 35 FT</i>	60
Figura 24 <i>Dispensador de Pallets</i>	62
Figura 25 <i>Vista Frontal</i>	63
Figura 26 <i>Vista Lateral Derecha</i>	63
Figura 27 <i>Dispensador con fila de Pallets</i>	64
Figura 28 <i>configuración PLC 1</i>	65
Figura 29 <i>configuración PLC 2</i>	66
Figura 30 <i>Configuración PLC 3</i>	66
 Tabla 1 <i>Peso de Pallet</i>	 30
Tabla 2 <i>comparación Aceros</i>	52
Tabla 3 <i>composición química</i> [35].	54
Tabla 4 <i>Propiedades mecánicas</i> [35].	54
Tabla 5 <i>Variables entrada y salida</i>	64

1. INTRODUCCIÓN

En una planta industrial dedicada a la producción de láminas y cajas de cartón requiere dentro de su proceso un sistema de dispensado de palets para pasar de un sistema manual a un sistema semiautomático que permita mejorar el desempeño de los operarios y evitar riesgos ergonómicos a los mismo permitiendo mejorar el proceso de paletizado y distribución de pallets completamente cargado con paquetes de cajas de cartón corrugado.

Para cumplir con el proceso de distribución de carga dentro de las líneas de rodillos transportadores y evitar riesgos ergonómico y posibles accidentes por atrapamientos a los operarios surge la necesidad de diseñar una estructura que permita el arrumado y dispensado semiautomático de pallets y a la vez estaría ubicada en la entrada de un formador de carga paletizador.

Se realizará levantamiento de información de las condiciones iniciales, espacio físico y condiciones técnica para generar una solución que se ajuste a la necesidad de los operarios y requerimiento de la empresa. Se propone el diseño de una estructura automatizada para dispensar pallets de madera, la estructura va a estar diseñada de una parte fija que será su bastidor principal y dos partes móviles, una que se moverá sobre unas guías verticales para subir y bajar y la otra parte será de deslizamiento horizontal de las uñetas tipo montacarga para entrar y salir por los espacios de los pallets, a estas dos partes móviles se propondrá el uso de motorreductores a través de un sistema piñón y cadena. La estructura se diseña utilizando materiales de acuerdo con la disponibilidad local y se evaluara factores de seguridad para garantizar su funcionamiento.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la industria de fabricación de cartón corrugado, la manipulación manual de pallets es un proceso común pero deficiente que involucra riesgos significativos tanto para la eficiencia operativa como para la seguridad de los trabajadores. En la empresa, los pallets de madera son manejados manualmente para transportar y organizar productos en las líneas de producción, exponiendo a los operarios a altos niveles de esfuerzo físico y repetitividad en las tareas, lo cual eleva el riesgo de desarrollar trastornos musculoesqueléticos y otros problemas ergonómicos [1].

Actualmente, el sistema de transporte de pallets utiliza un "conveyor" o cinta transportadora, que permanece activa durante la manipulación de pallets. Esta situación incrementa la probabilidad de incidentes laborales, ya que el movimiento ininterrumpido del transportador puede provocar atrapamientos, caídas y otros accidentes al quedar los operarios en contacto directo con la maquinaria en operación [2]. Estos riesgos están asociados a un entorno de trabajo donde predominan factores de sobrecarga física y posturas repetitivas, que incrementan la exposición a enfermedades ocupacionales y posibles responsabilidades legales para la empresa [3].

La gestión ineficiente del manejo de pallets impacta directamente en la productividad y en los costos operativos de la empresa. Se ha identificado que la introducción de un sistema de dispensado automático de pallets podría mitigar estos riesgos y mejorar el flujo de trabajo, reduciendo así los accidentes y promoviendo un ambiente laboral más seguro y ergonómicamente adecuado [4].

2.1 Antecedentes.

En la actualidad, en la empresa fabricante de cajas de cartón corrugado, se observa una manipulación ineficiente de los pallets, donde la intervención humana en las distintas líneas de producción es considerable. Los pallets son elementos clave para el almacenamiento y distribución de la carga, ya que su alta demanda y uso constante afectan directamente la productividad, seguridad y los costos operativos de la empresa.

La manipulación manual de los pallets (ver Figura 1) requiere un esfuerzo físico significativo y presenta riesgos ergonómicos para los operarios debido a las tareas repetitivas, así como el riesgo de atrapamiento. Esto se debe a que el transportador, encargado de la distribución de los pallets, permanezca encendido, lo cual podría ocasionar incidentes o accidentes laborales en caso de un contacto accidental con el operario.



Figura 1 *Apilamiento de pallets entrada Load Former.*

Las tareas repetitivas y los movimientos constantes durante la manipulación de los pallets también incrementan el riesgo de enfermedades ocupacionales, lo que podría derivar en costos adicionales para la empresa en concepto de compensaciones económicas para los trabajadores afectados (ver Figura 2).



Figura 2 Distribución de pallets Load Former.

2.2 Justificación.

El presente proyecto de titulación surge de la necesidad de mejorar la seguridad y eficiencia en la manipulación de pallets dentro de la empresa fabricante de cajas de cartón corrugado. Actualmente, el manejo manual de estos pallets incrementa significativamente el riesgo ergonómico y atrapamiento para los operarios, lo cual, además de afectar su salud, disminuye la productividad y genera costos adicionales para la empresa debido a las posibles compensaciones y reparaciones.

Implementar una estructura automática para el dispensado de pallets proporcionará múltiples beneficios:

1. Reducirá la dependencia del esfuerzo humano,
2. Minimizará los riesgos de lesiones laborales y,
3. Contribuirá a optimizar los tiempos de producción.

Esta solución no solo promueve un ambiente de trabajo más seguro, sino que también aumenta la eficiencia operativa, lo que puede traducirse en una reducción de costos a largo plazo y una mejora en la competitividad de la empresa.

Por lo tanto, el diseño de un sistema automatizado para el dispensado de pallets no solo responde a la necesidad de cumplir con los estándares de seguridad industrial y ergonomía, sino que también refuerza la sostenibilidad y rentabilidad operativa de la empresa en un mercado competitivo.

2.3 Grupo objetivo.

El grupo objeto de este estudio está compuesto por los operarios y trabajadores involucrados en el manejo de pallets en la línea de producción de la empresa fabricante de cartón corrugado.

2.4 Delimitación del problema

2.4.1 Delimitación geográfica.

Esta investigación se desarrollará en una empresa cartonera ubicada en la región andina de Sudamérica en la primera etapa donde se levantará la información;

En una segunda etapa se lo desarrollara en la Universidad Politécnica Salesiana ubicada en la ciudad de cuenca en la calle Vieja 12-30 y Elia Liut2, (ver Figura 3) [5].

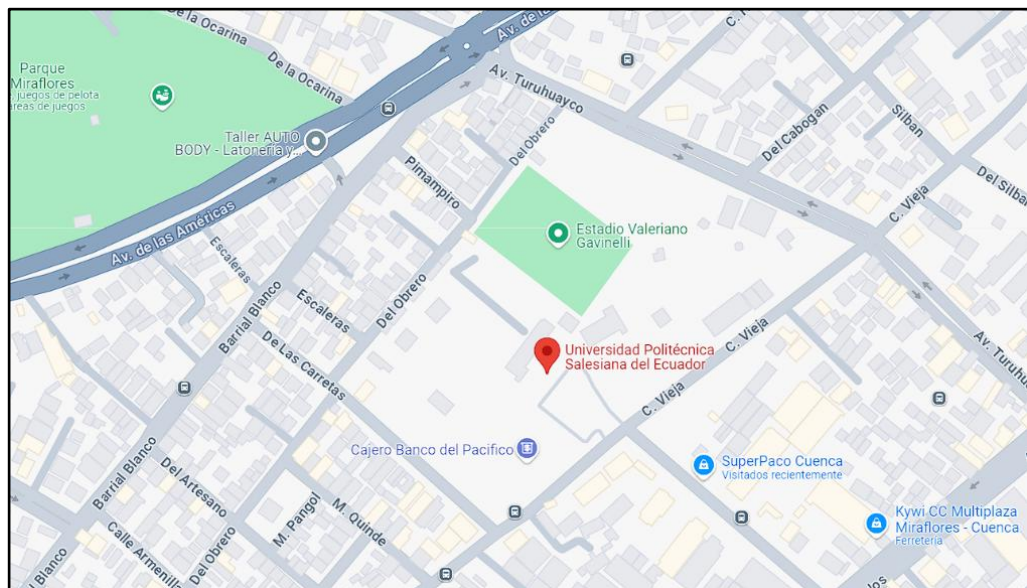


Figura 3 Ubicación Universidad Politécnica Salesiana.

2.4.2. Delimitación temporal.

Este trabajo de titulación se desarrollará entre los meses de octubre 2024 a enero del 2025.

2.4.3 Delimitación sectorial.

Este trabajo de titulación se desarrollará en un sector industrial de la manufactura.

3. OBJETIVOS.

3.1. Objetivo General

- Diseñar una estructura automatizada para el dispensado de pallets de madera en la industria de fabricación de cartón corrugado, con el fin de mejorar la seguridad, eficiencia y ergonomía en el manejo de estos elementos en las líneas de producción.

3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar las condiciones iniciales del manejo de pallets en la empresa para identificar los riesgos ergonómicos y de seguridad asociados con la manipulación manual.
- Desarrollar un diseño técnico de un sistema automatizado para el dispensado de pallets de madera que contemplan aspectos de ergonomía y seguridad, minimizando la intervención humana en las tareas de manejo.

4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

Para el desarrollo de este proyecto de titulación, es fundamental contar con los fundamentos teóricos que respaldarán su avance. Estos fundamentos deben incluir descripciones de los elementos mecánicos, así como su funcionalidad y posibilidades de fabricación. A continuación, se presenta esta información.

Dispensador de pallets.

El dispensador de pallets es un sistema diseñado para almacenar y despachar pallets de manera eficiente y segura. Su función principal es optimizar la manipulación de pallets en las líneas de producción, reduciendo la intervención manual y minimizando los riesgos asociados a la carga y descarga de estos elementos. Estos sistemas pueden ser automáticos o semiautomáticos y están equipados con mecanismos que facilitan el transporte y colocación de pallets, mejorando así la eficiencia operativa [6].

Condiciones iniciales

Para el diseño de un dispensador de pallets, es fundamental considerar ciertas condiciones iniciales que influirán en su funcionamiento y eficiencia:

Peso para elevar.

El peso que el dispensador deberá elevar es un factor determinante en su diseño. La carga máxima de pallets varía según los materiales transportados y el tipo de pallets utilizados. Se debe realizar un análisis detallado para establecer el peso promedio de los pallets y determinar la capacidad de elevación necesaria del dispensador [7].

Velocidad del ciclo.

La velocidad del ciclo se refiere al tiempo requerido para que el dispensador complete una operación de carga y descarga. Una velocidad adecuada es esencial para mantener un flujo de trabajo eficiente en la línea de producción. La velocidad del dispensador debe ser compatible con el ritmo de trabajo de los operarios y otros equipos de la planta [8].

Dimensionamiento del dispensador

El dimensionamiento del dispensador se basa en las dimensiones de los pallets, el espacio disponible en la planta y la capacidad de almacenamiento requerida. Un correcto dimensionamiento no solo asegura un uso eficiente del espacio, sino que también contribuye a la seguridad y facilidad de uso del sistema [9].

Diseño mecánico.

El diseño mecánico del dispensador debe considerar la selección de materiales adecuados, así como los mecanismos de operación que facilitan la manipulación de pallets. Los componentes mecánicos, como motores, sistemas de transmisión y mecanismos de elevación, deben ser diseñados para soportar las cargas y condiciones operativas específicas [10]. Además, el diseño debe contemplar aspectos de mantenimiento para asegurar una operación continua y confiable.

Seguridad, Ergonomía

La seguridad y ergonomía son elementos clave en el diseño del dispensador de palets. Es esencial que el sistema minimice los riesgos de lesiones para los operarios, implementando características como protecciones mecánicas, sensores de seguridad y controles intuitivos. Además, se debe considerar la ergonomía en la interacción de los operarios con el sistema, asegurando que las tareas de carga y descarga se realicen de

manera cómoda y sin esfuerzos excesivos [11]. La incorporación de principios ergonómicos en el diseño contribuye a un entorno de trabajo más seguro y eficiente [11].

5. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES INICIALES DEL MANEJO DE PALLETS

5.1 INTRODUCCION.

El manejo manual de pallets en una empresa de manufactura es fundamental para muchas de sus operaciones. No obstante, este procedimiento puede conllevar riesgos ergonómicos y de seguridad si no se lleva a cabo en condiciones adecuadas [12] [13].

En este capítulo, se lleva a cabo una evaluación de las condiciones iniciales relacionadas con la manipulación de pallets, con el objetivo de identificar los factores de riesgo involucrados y sugerir medidas correctivas adecuadas [13].

Un manejo incorrecto de pallets puede provocar lesiones laborales y afectar negativamente la productividad. Este análisis servirá como fundamento para implementar estrategias que fomenten un entorno de trabajo más seguro y eficiente, permitiendo identificar los riesgos ergonómicos y de seguridad asociados con la manipulación manual de pallets [14].

5.2 ANTECEDENTES.

La manipulación manual de pallets es una práctica común en diversos sectores, incluyendo logística, manufactura y comercio minorista, debido a la necesidad de almacenar, organizar y transportar mercancías de manera eficiente. Los pallets, generalmente fabricados con madera, plástico o metal, están diseñados para facilitar el movimiento de cargas utilizando montacargas u otros equipos especializados. Sin embargo, en situaciones donde no se cuenta con la maquinaria adecuada o el espacio es reducido, los trabajadores a menudo deben manipularlos directamente, realizando tareas como levantarlos, moverlos, girarlos o apilarlos. Estas actividades pueden exigir un esfuerzo físico significativo y llevar a adoptar posturas poco ergonómicas. [15] [16].

A pesar de ser una actividad común, la manipulación manual de pallets puede presentar riesgos considerables para la salud de los trabajadores. Entre los problemas más frecuentes se encuentran las lesiones musculoesqueléticas, que suelen afectar partes del cuerpo como la espalda, los hombros y las extremidades superiores [17]. Estas lesiones pueden ser causadas por movimientos repetitivos, el manejo de cargas demasiado pesadas o la adopción de posturas inadecuadas. Además, un manejo inadecuado de pallets aumenta la probabilidad de accidentes laborales, incluidos golpes, caídas de objetos pesados o atrapamientos [17], [18]. Por esta razón, es esencial establecer estrategias de prevención que incluyan capacitaciones sobre técnicas seguras de levantamiento, el uso de herramientas auxiliares como carros de transporte o elevadores manuales, y la revisión continua de las condiciones laborales para reducir al mínimo estos riesgos [18].

5.3 EVALUACION DEL MANEJO DE PALLETS

Con el fin de garantizar la seguridad y el bienestar de los trabajadores involucrados en el manejo de pallets, se realizó un análisis profundo de las operaciones, a través de una observación directa en el lugar de trabajo, entrevistas a los operarios, se identificaron y evaluaron los riesgos existentes, como los relacionados con posturas forzadas, movimientos repetitivos y cargas pesadas, con el objetivo de implementar medidas preventivas para minimizar la ocurrencia de accidentes y enfermedades laborales, promoviendo así un ambiente de trabajo seguro y saludable

5.3.1. OBSERVACION DIRECTA

La observación directa se llevó a cabo en distintos momentos y turnos para capturar la variabilidad de las tareas y las condiciones. Se centró en los siguientes aspectos, enriqueciendo la información previamente recopilada:

- **Condiciones de los pallets:** Se realizó una clasificación de los tipos de pallets utilizados, se puede evidenciar que se utilizan pallets de madera y se observa con detalle la naturaleza y frecuencia de los defectos que causan el mal estado de estos tantos como las astillas, grietas, deformaciones, clavos sueltos, tablas rotas y todo esto se debe a la mala operación tanto con los montacarguistas y personal, que le da un mal trato a los pallets, los hacen caer y la caída hace que estos tomen las deformaciones mencionadas.
- **Técnicas utilizadas:** Se indagó acerca de las técnicas empleadas para el manejo de pallets, con el fin de identificar buenas prácticas y posibles mejoras en términos de ergonomía y prevención de riesgos, la utilización de montacargas hace que la manipulación de los palets sea más fácil hasta las maquinas hasta donde los montacargas pueden llegar (ver figura 4),

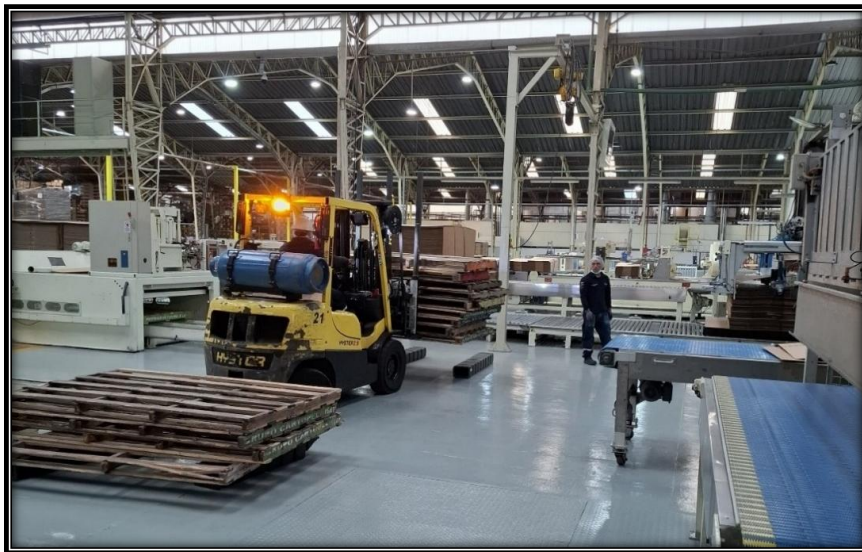


Figura 4 Manipulación de Pallets con Montacarga

a partir de ahí la manipulación se realiza de forma manual para poder dispensar los pallets a la máquina.

- **Almacenamiento de pallets:** Se analizaron los métodos de apilamiento de pallets, verificando la altura máxima, la estabilidad de las pilas y el cumplimiento de las normas de seguridad. Se observa que el suelo está muy bien estructurado para resistir el peso de toda la columna de pallets y esta alcanza una altura que sobrepasa los 4m, existe la presencia de sistemas de contención para la parte posterior de los pallets (ver figura 5).



Figura 5 Almacenamiento de pallets

Se observó la gestión de los pallets dañados y su reparación, la empresa cuenta con taller de carpintería el cual es el encargado de reparar y realizar nuevos pallets (ver figura 6).



Figura 6 Taller de Pallets

El traslado de los pallets hasta la parte interna donde se encuentran las impresoras es realizado por medio de un montacargas, en el cual se observa una ineficiencia e inseguridad al movilizarlos el cual puede causar un accidente ya que la visibilidad del operador montacarguista es nula. (ver figura7)



Figura 7 Movilización de los pallets

5.3.2. ENTREVISTA A LOS OPERARIOS

Se entrevista al personal responsable que trabaja en el paletizador o Load Former para recopilar información directa sobre sus experiencias, dificultades y su percepción de los riesgos. Los aspectos clave abordados en las entrevistas fueron:

- **Problemas y Molestias:** Los operarios indicaron que, al principio, el manejo de pallets les generaba incomodidad, incluyendo dolor en la parte baja de la espalda y lesiones en los dedos debido a astillas, a pesar de usar guantes de protección estos no dan la debida protección que se necesita al manipular los pallets. Esto se alinea con los riesgos habituales de esta actividad, que incluyen esguinces, torceduras, fracturas, heridas punzantes y desgarros muscular (ver figura8) [19].



Figura 8 Aplastamiento de un miembro por pallet.

- **Adaptación al Trabajo:** Los operarios señalaron que se han adaptado al trabajo repetitivo, lo que ha reducido las molestias iniciales. No obstante, la ausencia de registros formales sobre lesiones o molestias indica que no se están

reportando todos los incidentes, lo que complica una adecuada gestión de la seguridad y la salud laboral [19].

- **Bajo registro de incidentes:** La falta de registros de lesiones, a pesar de las molestias mencionadas, indica que se reportan menos incidentes de los que realmente suceden. Esto podría ser resultado de la normalización del dolor, el temor a represalias o la inexistencia de un sistema de reporte efectivo. Es crucial establecer un sistema de reporte de incidentes y lesiones que sea claro y accesible, que motive a los trabajadores a participar y que facilite una mejor gestión de la seguridad y salud laboral.
- **Necesidad de formación continua:** La información recolectada señala la necesidad de mejorar la capacitación de los operarios en ergonomía, manejo seguro de cargas y el uso correcto de equipos de protección personal (EPP) [20], incluyendo la selección apropiada de guantes para prevenir las astillas.

Este análisis exhaustivo, que integra la observación directa con las experiencias de los operarios, ofrece una base firme para identificar áreas de mejora y desarrollar medidas preventivas que garanticen un entorno laboral más seguro y saludable para quienes manejan pallets.

5.3.3. RECOLECCION DE DATOS

Se recolectan datos sobre el volumen de pallets manipulados, el peso promedio, la frecuencia de uso.

5.3.3.1. Volumen de pallet manipulados

El volumen de pallets manipulados depende de la producción, de la velocidad de la impresora y el tamaño de la caja que sale de ella.

Cuando la velocidad de impresión es de 100 cajas/min, los trabajadores también tienen que acelerar en la producción y la manipulación de los pallets es más rápida.

Lo mismo pasa cuando las cajas son grandes, ocupan más espacio en el pallet y el paletizado es más rápido por lo que la manipulación del pallet y el volumen aumenta.

El volumen diario de pallet siempre es de unos 35 a 45 pallets diario, este volumen puede variar un poco, por las paradas inesperada.

5.3.3.2. Peso promedio.

Se saca un estimado ya que el peso puede variar por el material, el espesor o la cantidad de madera que puede contener cada pallet.

Tomando la densidad de la madera eucalipto de unos 500kg/m^3 y sacando el volumen de la estructura del pallet nos da un peso de 38kg . (ver tabla 1)

PESO DEL PALLET				
DENSIDAD EUCALIPTO		500kg/m ³		
DATOS	VOLUMEN (m ³)	CANTIDAD	VOLU. TOTAL (m ³)	PESO (kg)
Mad. Soporte	0,004m ³	12	0,048	24
Mad. Inferior y superior	0,00684	4	0,02736	13,68
			PESO TOTAL	37,68

Tabla 1 *Peso de Pallet*

5.3.3.3. Frecuencia de uso.

El uso de pallet se lo realiza con una frecuencia aproximada de cada 12 minutos, pero en la manipulación los operarios para no estar manipulando los pallets a cada momento, ellos colocan 2 o 3 pallet en los transportadores de cadena (conveyor) para su distribución a la maquina paletizadora o Load Former. Esta técnica la emplean todos para evitar tiempo en su manipulación.

5.4 REQUERIMIENTO DE LOS OPERARIOS.

Al realizar un análisis exhaustivo conversando con los implicados se llega a una propuesta de un diseño que permita mejorar la manipulación reduciendo la intervención humana, permitiendo así minimizar los riesgos por lesiones leves y ergonómicos por realizar levantamiento inadecuado de los pallets y así contribuir a optimizar los tiempos de producción. Se propone un diseño capaz de almacenar una cantidad específica de pallets y estos a la vez puedan ser dispensados de acuerdo con la necesidad de la producción.

Se propone un diseño de Dispensador de pallets capaz de almacenar un número específico de unidades, se realiza una investigación sobre tipos de dispensadores y se logra obtener resultados combinados teniendo así un sistema fijo que es capaz de levantar, almacenar y dispensar pallets y que la intervención humana sea mínima o nula.

6. DEFINICIÓN DE REQUISITOS

En esta etapa se analizarán los requisitos necesarios para el diseño, pero primero realizaremos una reseña sobre los diferentes sistemas de dispensado con distintos sistemas de funcionamientos y con estos datos poder obtener una visión más clara sobre nuestro diseño, dependiendo de la necesidad de almacenaje de cada empresa [9].

En el mercado actual, hay una gran competitividad que ofrece diversos diseños y opciones para el dispensado de pallets. Esto significa que se pueden encontrar diferentes sistemas de apilado, aunque no todos cumplen con la función específica que se requiere. Existen múltiples diseños y modos de operación que varían según las necesidades de apilado y dispensado de cada empresa. Es fundamental evaluar cuidadosamente estas alternativas para seleccionar el sistema más adecuado que se adapte a las operaciones logísticas y al flujo de trabajo de la empresa.

Además, la elección de un dispensador de pallets adecuado no solo impacta en la eficiencia operativa, sino que también puede influir en la reducción de costos y en la mejora de la seguridad en el entorno de trabajo. Al optar por un sistema que se alinee con las necesidades específicas operarios y de la empresa en general, se lograra optimizar la manipulación y maximizar el rendimiento en la cadena de suministro. Por lo tanto, es esencial realizar un análisis detallado de las opciones disponibles y considerar factores como la escalabilidad, el mantenimiento y la facilidad de uso antes de tomar una decisión.

Los dispensadores se distinguen por las siguientes características:

- Por su sistema de elevación: hidráulico, neumático, eléctrico.
- Por su disposición en funcionamiento: fijos o móviles.
- Por su capacidad de almacenaje: carga máxima y número de palets.

El sistema de elevación no se limita a ser únicamente eléctrico, neumático o hidráulico; en realidad, puede integrar distintas tecnologías. Por ejemplo, existen sistemas que funcionan de manera electromecánica, electrohidráulica o electroneumática, entre otros. Esta versatilidad

permite a los diseñadores ajustar el sistema según las necesidades particulares de cada aplicación, lo que optimiza su rendimiento y eficacia.

La combinación de diversas tecnologías en un sistema de elevación presenta múltiples beneficios. En primer lugar, se pueden aprovechar las características específicas de cada tipo de elevación para mejorar tanto la capacidad de carga como la velocidad de operación. En segundo lugar, la fusión de diferentes sistemas puede ofrecer una mayor fiabilidad y adaptabilidad, permitiendo que el equipo se ajuste a variados entornos de trabajo y tipos de materiales.

Así mismo, optar por un sistema de elevación que combine tecnologías puede optimizar la eficiencia energética y disminuir el desgaste del equipo, lo que resulta en costos operativos más bajos y un impacto ambiental reducido. Por lo tanto, adoptar un enfoque híbrido en el diseño de sistemas de elevación puede ser una estrategia efectiva para cumplir con las exigencias actuales de la industria.

Generalmente, los apiladores fijos se emplean en grandes almacenes que presentan un flujo alto y constante de manipulación de pallets. Estos apiladores suelen ser completamente automáticos y solo requieren intervención manual para su inicio o en situaciones de emergencia.

Por otro lado, los apiladores móviles son más comunes en almacenes más pequeños, donde el volumen de carga que se manipula simultáneamente es notablemente menor. Este tipo de apiladores necesita una operación manual continua para funcionar. Además, existe una mayor variedad dentro de los apiladores móviles, ya que son más comerciales.

Es importante que el apilador esté dimensionado de acuerdo con el número máximo de pallets que se desea almacenar en la pila, considerando tanto su peso como sus dimensiones. Con base en lo mencionado, el apilador diseñado para este proyecto se caracteriza por lo siguiente:

- **Elevación electromecánica:** contiene un sistema de moto reductor con electro freno su transmisión se hace por medio de piñón y cadena controlados mediante sensores electromagnéticos y fotovoltaico.
- **Fijación:** se debe colocar anclado sobre el suelo y con un transportador de cadenas que es el encargado de transportar cada pallet hacia el Paletizador o Load Former
- **Gran capacidad de almacenaje:** Este diseños permitirá dispensar un máximo de 12 palets de 38Kg/unidad con estas dimensiones como máximas de 2000 x 1500 x 130 mm.(ver figura 9)

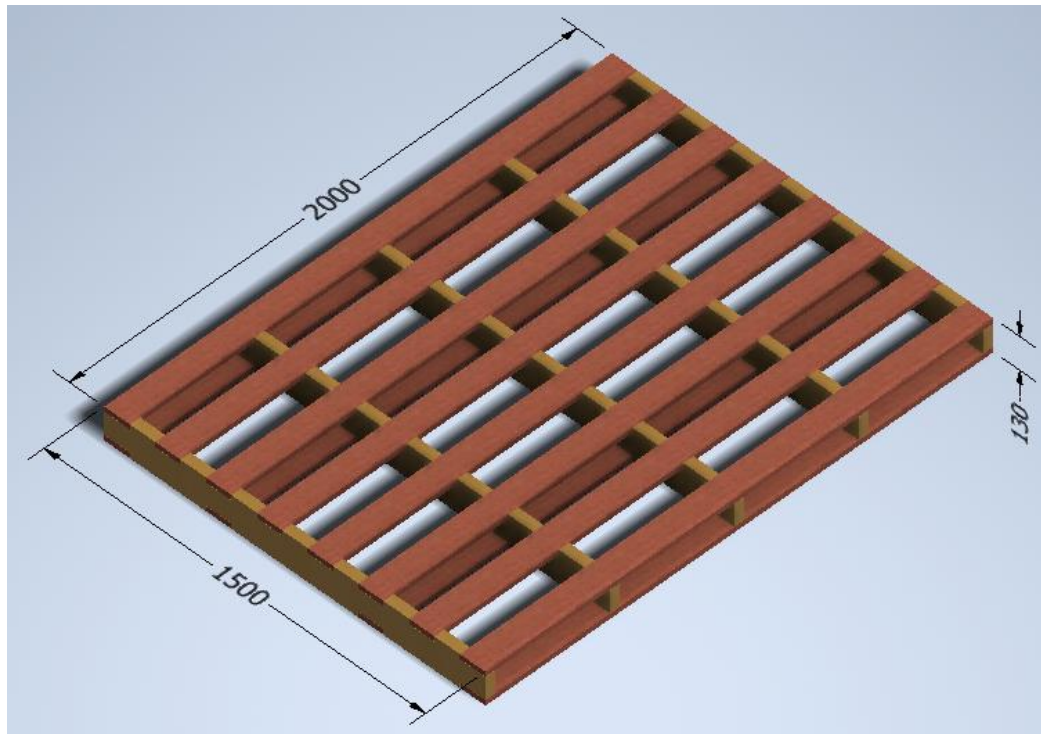


Figura 9 Pallet.

A continuación, se presentarán diferentes tipos de apiladores, resaltando sus características más relevantes. Esto permitirá realizar una comparación entre las ventajas y desventajas de la estructura paletizadora a diseñar y las que están disponibles en el mercado. Al explorar diversas opciones, se podrán identificar aspectos como la capacidad de carga, la eficiencia operativa y la facilidad de uso, así como cualquier limitación que cada modelo pueda presentar. Además, esta comparación no solo servirá para evaluar el rendimiento de la máquina a diseñar, sino que también proporcionará una visión más amplia de las tendencias actuales en tecnología de apiladores. Al considerar factores como la automatización, la adaptabilidad a diferentes entornos de trabajo y la sostenibilidad, se podrá tomar una decisión informada sobre cuál es el apilador más adecuado para satisfacer las necesidades específicas de las operaciones logísticas. Así, se busca no solo mejorar la eficiencia, sino también contribuir a un entorno de trabajo más seguro y productivo.

6.2 TIPOS DE DISPENSADOR

Por su tipo se pueden clasificar en manual y automático

6.2.1 Manual.

Requiere de la intervención de un operario para poder trasladar y elevar los pallets, la elevación se realiza por medio de una bomba hidráulica se la acciona de forma manual (figura 10) [21].

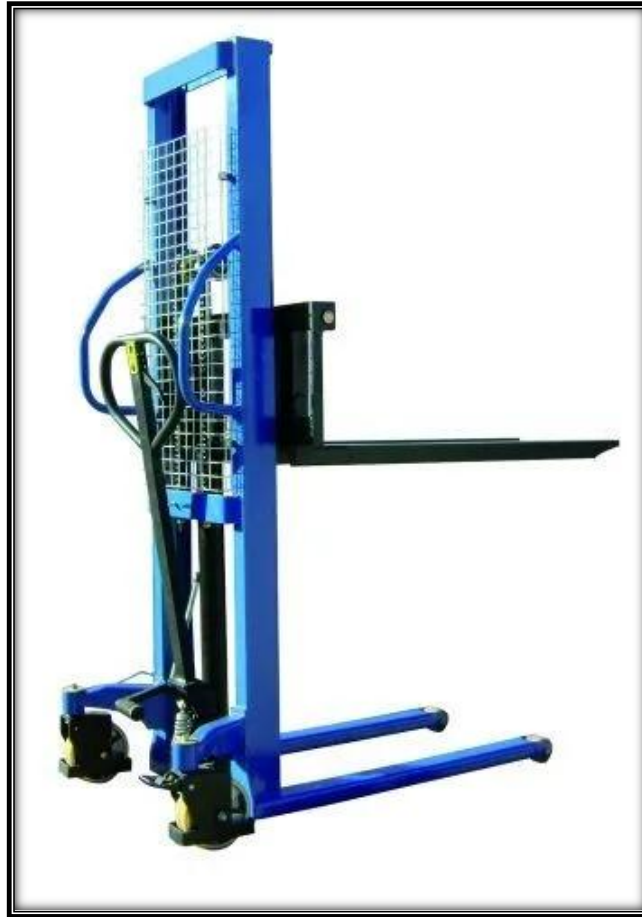


Figura 10 *Dispensador hidráulico manual*

6.2.2 Automático.

Su dispensación se realiza de forma automática, mediante sistemas Mecánicos, Eléctrico e Hidráulicos, se encuentran en dos modelos como pueden ser fijos y móviles:

6.2.2.1 Dispensadores Fijos.

Este dispensador de palets es un apilador muy diferente al diseñado en este proyecto, tanto en la forma de su estructura, como en el mecanismo de apilado que utiliza. A diferencia del apilador diseñado que posee una elevación electromecánica, este apilador también utiliza el mismo sistema.

Este apilador está diseñado para ser capaz de levantar hasta 750 kg de peso, es un poco más de lo que levanta el dispensador diseñado en este proyecto.

Si se observa su sistema de apilado, se puede decir que se diferencia en que en lugar de llevar 2 uñas tipo a las de un montacarga que se despliegan y se recogen, este dispone de dos brazos con 2 uñas soldadas en cada brazo que se aproximan al pallet, con un movimiento lineal de traslación.

La disposición de los elementos en este dispensador es bastante ingeniosa parecido al diseño planteado en este proyecto, porque sobre lo que se podría llamar el bastidor fijo se desplaza verticalmente el bastidor móvil (ver figura11) [22].

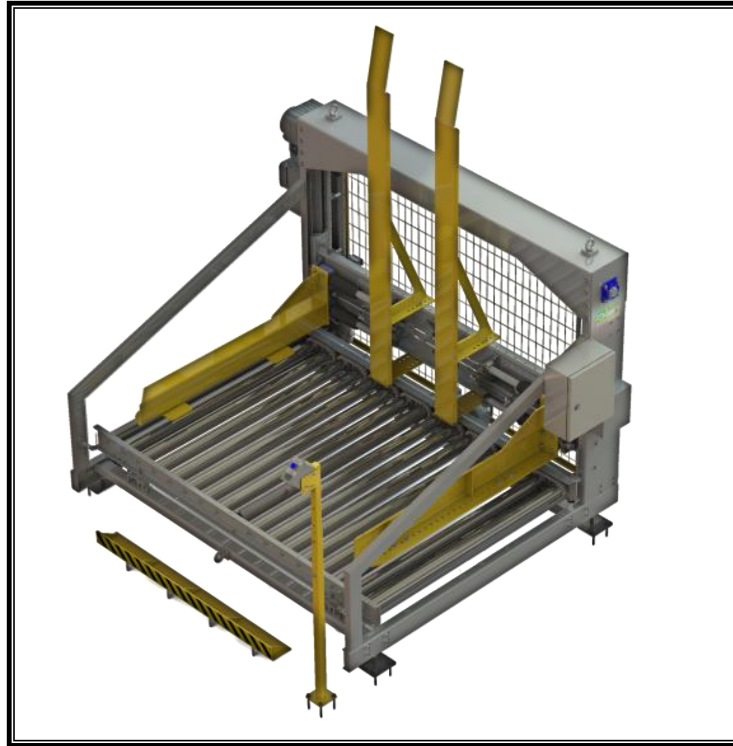


Figura 11 *Dispensador fijo*

Este dispensador tiene algo innovador que lo hace especial, es que tiene incluido su transportador por rodillos, pero tiene el inconveniente que solo puede apilar pallets de una sola medida y a su vez el transportador también tendría la misma dimensión lo cual no lo hace apto para colocarlo en el lugar de trabajo en la empresa.

Este apilador puede almacenar hasta 15 piezas y su control puede ser manual o automático. El Dispensador diseñado en este proyecto no ofrece la posibilidad de ser controlado manual y automáticamente que se puede conectar con la secuencia de la maquina paletizadora; en cuanto al número máximo de palets almacenados, cuanta más alta sea la columna, más inestable será.

Como observación se puede decir que este apilador no necesita ser anclado al suelo, debido a que tiene un peso bastante considerable y su punto de gravedad está muy cerca del suelo, pero el anclaje tiene que ser esencial para evitar que se mueva por la acción inadecuada del montacarga.

6.2.2.2 Dispensadores Móviles.

Este tipo de elevadores son una gran ayuda para reducir la fatiga ergonómica del operador, siendo fácil de usar y aplicar, pero tiene inconveniente ya que por su forma ocupa mucho espacio y se tendrá tiempos perdidos por manipulación de este tipo de elevadores.

A continuación, se mencionan algunos de los dispensadores móviles más conocidos:

- Dispensadores trilaterales.
- Dispensadores de plataformas.
- Transpaletas.

6.2.2.3 Dispensadores Trilaterales.

Se trata de una solución que mejora el almacenamiento y la recuperación de pallets en alturas elevadas y en pasillos angostos. Este tipo de dispensadores es ideal para aplicaciones que buscan maximizar el uso del espacio disponible en el almacén. Al operar en pasillos estrechos, facilita un aumento en la densidad de almacenamiento, lo que también permite optimizar al máximo la capacidad de selección y movimiento de grandes volúmenes de manera rápida y segura.

Capaz de llegar a una elevación de hasta 17 m, esta serie de máquinas asegura la utilización de todo el espacio susceptible de utilización. Al elevar al carretillero, éste dispone de una visibilidad excepcional de la paleta en todo momento y le proporciona también la capacidad de realizar la recogida de piezas cuando sea necesario (ver figura 12) [23].



Figura 12 Dispensador Trilateral

Características Ergonómicas.

- El amplio espacio amortiguado y diseñado en el piso ayuda a absorber las vibraciones y oculta de manera discreta los pedales de presencia del operador, eliminando cualquier riesgo de activación accidental.
- Los pedales se activan fácilmente con los pies del operador, lo que permite una total libertad para encontrar una posición de trabajo cómoda en todo momento.
- El asiento es ajustable en altura y se pliega para ofrecer soporte adicional cuando el operador está de pie. Además, el asiento puede girar hasta 20° hacia la izquierda o la derecha, facilitando el movimiento hacia atrás.
- El operador tiene la opción de sentarse o estar de pie en un entorno de trabajo ergonómico, con controles montados hacia adelante que se pueden ajustar de tres maneras, o con controles de joystick ubicados al lado del asiento que pueden orientarse vertical u horizontalmente.

6.2.2.4 Dispensadores de plataforma

Se trata de máquinas de almacén multifuncionales con una plataforma plegable que permiten su manejo tanto por un conductor a pie como a bordo. Este diseño combina la agilidad de un apilador operado a pie con la rapidez de un transpaleta con conductor a bordo. Ofrecen potencia, precisión y fiabilidad para llevar a cabo una amplia gama de operaciones exigentes, y están disponibles con opciones de elevación inicial o patas de apoyo tipo pórtico, lo que las hace ideales para apilar y recuperar mercancías en pallets.

Esta serie de carretillas destaca por su excelente ergonomía para el operador y su alta productividad. Equipadas con mástiles de alta visibilidad, controles dobles para el elevador y el descenso, dirección asistida de bajo esfuerzo y reducción de velocidad en las curvas, estas máquinas son perfectas para trabajar en aplicaciones de transferencia, ya sea a corta o larga distancia, así como en rampas o terrenos inclinados (ver figura 13) [24].



Figura 13 Dispensador de Plataforma.

Este tipo de apilador/dispensador es perfecto para:

- Realizar transporte horizontal a lo largo de distancias prolongadas.
- Llevar a cabo ciclos de trabajo con operaciones prolongadas y turnos múltiples.
- Reponer inventarios en estanterías de altura baja a media-alta.
-

Características ergonómicas:

- Configuración de 5 puntos para las ruedas, con ruedas estabilizadoras fijas, que mejora la estabilidad y brinda mayor confianza al operador al realizar giros.
- Cabezal de timón ergonómico con empuñaduras en ángulo y controles tipo "mariposa" que requieren poco esfuerzo y ofrecen una alta capacidad de respuesta, reduciendo así la tensión y la fatiga en la muñeca, el pulgar y los demás dedos del conductor.
- Controles dobles para elevación y descenso proporcional, diseñados para ser utilizados con la mano izquierda o derecha.
- Todos los controles pueden ser operados sin necesidad de soltar el timón, lo que facilita un manejo más eficiente.
- El mástil panorámico, protegido con una robusta rejilla, proporciona una mejor visibilidad para manejar las cargas de forma eficiente y segura.

6.2.2.5 Transpaletas.

Transpaletas motorizados operadas por un conductor a pie, que son fáciles y cómodas de manejar. Este diseño de transpaletas, altamente maniobrable, ha sido creado para facilitar un manejo cómodo y maximizar la productividad. Están específicamente diseñadas para su uso en distancias cortas a medias y para la carga y descarga de vehículos en las siguientes aplicaciones:

- Manejo intensivo de cargas en espacios cerrados
- Carga y descarga de camiones
- Transporte horizontal en distancias cortas y largas

- Uso en rampas y terrenos inclinados

Los modelos con capacidades de 2,500 kg y 3,000 kg están equipados con motores SEW, que ofrecen un rendimiento eficiente en términos de energía y requieren poco mantenimiento, con intervalos de servicio de 1,000 horas. Los componentes de alta calidad garantizan un funcionamiento fiable y un máximo tiempo de actividad continuo. Además, el fácil acceso a partes clave facilita el mantenimiento rutinario, y la pantalla de diagnóstico a bordo brinda una rápida indicación de las necesidades de mantenimiento (ver figura 14) [25].



Figura 14 Dispensador de Transpaletas.

Características ergonómicas:

- El cabezal de timón cuenta con un diseño ergonómico, incluyendo empuñaduras en ángulo y controles tipo "mariposa" que demandan muy poco esfuerzo y ofrecen una alta capacidad de respuesta, lo que ayuda a disminuir el estrés y la fatiga en la muñeca, el pulgar y los demás dedos del operador.

- Hay controles dobles para elevación y descenso, colocados para su uso tanto con la mano izquierda como con la derecha.
- Todos los controles se pueden operar sin necesidad de soltar el timón, lo que facilita un manejo más eficiente.
- El brazo del timón, que se monta en una posición baja, requiere un mínimo esfuerzo para la dirección y permite un mayor espacio libre para trabajar.

6.3 SOLUCION ADOPTADA

Luego de analizar la variedad existente y disponibles en el mercado, se puede identificar que no es posible establecer un modelo optimo. Sin embargo, un estudio detallado de la empresa y del lugar donde va a ser instalado el diseño, considerando las dimensiones del espacio, la altura de elevación de acuerdo con los transportadores que se tiene en sitio, la frecuencia de uso y la dimensión de los pallets, nos permite elegir y fusionar un diseño adecuado para sus requerimientos específicos.

Cada dispensador está diseñado para llevar acabo un propósito específico según las necesidades de la empresa donde se va a utilizar. Tal como se ha venido mencionando en todo el proyecto al momento de diseñar el dispensador es necesario considerar los factores de ergonomía y seguridad para los operarios y de el mismo modo si el accionamiento se realizara de forma semiautomática o será de forma automática. Como se ha venido hablando para la elección del dispensador, se basa en el conocimiento detallado de los distintos tipos de dispensadores o apiladores que existen en el mercado y determinar cual de ellos se ajusta mejor a las necesidades específicas de la empresa.

Al realizar un análisis sobre la estructura diseñada en este proyecto de titulación se puede afirmar lo siguiente: que es una estructura fija, con un diseño muy simple, pero con un desempeño de gran potencial, por su robusta estructura está pensada para ser operada en la empresa de forma permanente.

El dispensador será colocado al final de la línea de producción donde se realiza el paletizado de las cajas de cartón corrugado y al inicio de la línea de paletización, por su diseño se ahorra

bastante espacio, aunque en esta empresa no es mucho problema el espacio de trabajo, pero si vamos a mitigar los problemas ergonómicos con este tipo de dispensador.

6.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

Las especificaciones técnicas son un elemento esencial en el diseño y funcionamiento del dispensador de pallets. No solo orientan el desarrollo del equipo, sino que también garantizan que se adhiera a los estándares de rendimiento y seguridad requeridos. A continuación, se presentan los aspectos clave que deben considerarse:

6.4.1 Capacidad de carga.

El sistema debe ser capaz de almacenar y dispensar un número de 8 a 12 pallets, lo que mejora la eficiencia operativa. Esta capacidad no solo facilita el manejo de las cargas, sino que también optimiza el espacio disponible, permitiendo un flujo de trabajo más eficiente. Al disponer de una capacidad de carga adecuada, se asegura que las actividades de carga y descarga se lleven a cabo de forma efectiva, reduciendo el tiempo de inactividad y aumentando la productividad del proceso logístico en general. Además, un diseño que maximice la capacidad de carga puede adaptarse a diversos tipos de pallets y mercancías, lo que es esencial para mantener una operación flexible y eficiente (ver figura 15) [26].



Figura 15 *Dispensador de Almacenaje.*

6.4.1.1 Carga máxima.

La carga máxima permitida es un elemento clave en el diseño del dispensador de pallets, ya que define su capacidad operativa y su adecuación para el entorno en el que se va a utilizar. En este caso, el dispensador estará diseñado para soportar un peso máximo de hasta 1500 kg. Este límite ha sido establecido tras un análisis exhaustivo de las necesidades del mercado y de las características de los pallets comúnmente empleados en la industria [9].

Este peso máximo no solo garantiza que el equipo pueda manejar pallets de tamaño y peso estándar, como los usados en logística y almacenamiento, sino que también ofrece un margen de seguridad. Al incorporar un diseño que puede soportar cargas superiores a las habituales, se reduce el riesgo de fallos estructurales durante su operación, lo que a su vez disminuye la posibilidad de accidentes laborales [9].

Además, este diseño resistente permite que el dispensador sea versátil, haciéndolo adecuado para diversas aplicaciones en varios sectores, como manufactura, distribución y transporte. La capacidad de carga también afecta la elección de materiales y la ingeniería estructural del

dispensador, asegurando que cada componente esté optimizado para soportar las tensiones y fuerzas generadas por la carga.

Finalmente, es fundamental que la carga máxima permitida esté claramente indicada en el equipo, junto con información sobre los procedimientos de carga y descarga. Esto asegura que los operadores sean conscientes de las limitaciones del dispensador, fomentando prácticas de trabajo seguras y eficientes.

6.4.1.2 Distribución de peso.

La distribución del peso es un factor crucial en el diseño del dispensador de pallets, ya que afecta directamente su rendimiento operativo y la seguridad en el entorno laboral. Un diseño que permita una distribución equilibrada del peso es fundamental por varias razones:

- **Prevención de Deformaciones.**

Si el peso no se distribuye de manera uniforme o la carga es demasiado excesiva, pueden generarse tensiones excesivas en puntos específicos del dispensador, lo que puede resultar en deformaciones estructurales, lo que con el tiempo comprometen la integridad del equipo. Una estructura deformada no solo puede fallar en su función principal, sino que también puede representar un riesgo para los operadores y otros trabajadores cercanos.

- **Estabilidad Operativa.**

Una distribución equitativa del peso contribuye a la estabilidad del dispensador durante su funcionamiento. Si el peso se concentra de manera desproporcionada en una zona, puede ocasionar un desbalance que afecte el desempeño del equipo. Esto es especialmente relevante durante las maniobras de carga y descarga, donde un mal equilibrio podría llevar al dispensador a volcarse o desplazarse de manera incontrolada.

- **Mejora de la Eficiencia.**

Un dispensador que opera con un balance adecuado en la distribución del peso permite realizar

tareas de manera más eficiente. La reducción de oscilaciones y movimientos indeseados durante la operación facilita un flujo de trabajo más fluido, lo que se traduce en un aumento de la productividad. Los operadores pueden realizar maniobras con mayor confianza, sabiendo que el equipo es estable.

- **Seguridad a los operarios.**

Desde una perspectiva ergonómica y de seguridad, un diseño que garantice una buena distribución del peso ayuda a prevenir accidentes laborales. La inestabilidad del equipo puede dar lugar a situaciones peligrosas, como caídas de pallets o lesiones a los operadores. Al minimizar estos riesgos, se favorece un entorno de trabajo más seguro.

6.5 SELECCIÓN DE MATERIALES.

La distribución del peso también impacta en la elección de materiales y en el diseño estructural del dispensador. Es fundamental seleccionar materiales que no solo sean robustos, sino que también colaboren en lograr un equilibrio adecuado. Análisis de ingeniería, como simulaciones computacionales, pueden ser útiles para anticipar cómo se comportará el dispensador bajo diversas cargas y configuraciones.

6.5.1 Material de construcción.

La selección del material para los dispensadores de pallets es clave para que no afecte su durabilidad y funcionalidad. Estos dispensadores se usan en ambientes industriales difíciles, donde deben manejar cargas pesadas y resistir impactos por los montacargas. Por eso, es vital elegir materiales que sean fuertes y duraderos, además de cumplir con los requisitos específicos de la empresa [27][2].

6.5.1.1 Acero al Carbono

El acero al carbono es una aleación compuesta de hierro y carbono, con un contenido de carbono que varía entre el 0.05% y el 2.0% [28]. Esta variación en el porcentaje de carbono influye en sus propiedades mecánicas y su uso en diversas industrias.

Clasificación

El acero al carbono se divide en tres categorías principales según su contenido de carbono:

Bajo Carbono (0.05% - 0.25%):

- Más maleable y dúctil.
- Utilizado en la fabricación de estructuras, láminas y piezas que requieren alta formabilidad [29] [28].

Carbono Medio (0.25% - 0.60%):

- Ofrece un equilibrio entre dureza y ductilidad.
- Comúnmente empleado en la fabricación de herramientas, ejes y componentes mecánicos [30][29].

Alto Carbono (0.60% - 2.0%):

- Muy duro y resistente al desgaste, pero menos dúctil.
- Ideal para herramientas de corte y aplicaciones que requieren una alta resistencia [30] [29].

Propiedades

Resistencia:

- El acero al carbono se caracteriza por su alta resistencia a la tracción, lo que lo hace ideal para soportar cargas pesadas [31][32].

Dureza:

- La dureza del acero aumenta con el contenido de carbono, lo que lo hace apto para fabricar herramientas y componentes que deben resistir el desgaste [31][32].

Ductilidad y Maleabilidad:

- Cuando el contenido de carbono es bajo, el acero es fácil de moldear y trabajar [31][32].

Soldabilidad:

- En general, el acero al carbono se suelda con facilidad, aunque la soldadura de aceros de alto carbono puede requerir ciertas precauciones [31][32].

Ventajas**Costo:**

- El acero al carbono es más asequible en comparación con otros tipos de acero, como el acero inoxidable [29] [31][32].

Versatilidad:

- Se utiliza en diversas aplicaciones, que van desde la construcción hasta la fabricación de herramientas [29] [31][32].

Facilidad de tratamiento:

- Puede ser calentado y enfriado para mejorar sus propiedades mecánicas [29] [31][32].

Desventajas

Corrosión:

- Es propenso a la oxidación y la corrosión, especialmente en ambientes húmedos o agresivos, lo que a menudo requiere recubrimientos o tratamientos para aumentar su resistencia a la corrosión [29] [31][32].

Limitaciones de temperatura:

- Puede perder sus propiedades a altas temperaturas, lo que restringe su uso en aplicaciones que requieren resistencia al calor extremo [29] [31][32].

El acero al carbono es un material clave en múltiples industrias debido a su resistencia, versatilidad y costo relativamente bajo. Aunque tiene limitaciones en cuanto a la resistencia a la corrosión, puede ser tratado para mejorar sus propiedades y ajustarse a diversas aplicaciones. La elección del acero al carbono depende del balance requerido entre resistencia, durabilidad y costo para cada proyecto particular.

6.5.1.2 Acero Inoxidable

Composición:

- Contiene al menos un 10.5% de cromo, lo que le confiere su resistencia a la corrosión [33]. También puede incluir níquel y otros elementos que mejoran sus propiedades.

Propiedades Anticorrosivas:

- La formación de una capa pasiva de óxido de cromo en su superficie protege el metal del daño por corrosión, incluso en ambientes agresivos [33][34].

Higiene:

- Su facilidad de limpieza y desinfección lo convierte en la opción preferida en la industria alimentaria y farmacéutica, donde la higiene es crucial [34].

Durabilidad:

- Aunque es menos resistente a la tracción que el acero al carbono, su resistencia a la corrosión le permite tener una vida útil más prolongada en entornos hostiles [33].

Costo:

- Por lo general, es más costoso debido a su composición y a los procesos de fabricación necesarios [33].

El acero inoxidable es un material vital en diversas industrias por su resistencia a la corrosión, durabilidad y fácil mantenimiento. Su versatilidad y atractivo estético lo convierten en una opción adecuada para una amplia variedad de aplicaciones. Aunque su precio puede ser superior al del acero al carbono, los beneficios a largo plazo generalmente justifican la inversión.

Comparación General

Propiedad	Acero al Carbono	Acero Inoxidable
Durabilidad	Alta resistencia	Buena, pero depende del tipo
Resistencia a la Corrosión	Baja, necesita recubrimiento	Alta, naturalmente resistente
Higiene	Difícil de limpiar	Muy fácil de limpiar
Costo	Más económico	Más caro

Aplicaciones	Construcción, maquinaria	Alimentación, farmacéutica
---------------------	--------------------------	----------------------------

Tabla 2 comparación Aceros

Al comparar algunas de las propiedades de cada material, se puede llegar a una conclusión sobre qué tipo de acero a utilizar, según las necesidades y requisitos de la empresa. En este caso, optaremos por el acero al carbono debido a su durabilidad, bajo costo y aplicación específica. Dado que no se expondrá a condiciones climáticas adversas, no es necesario que tenga una alta resistencia a la corrosión, y aunque la higiene si es importante en la empresa no se requiere un nivel de limpieza quirúrgico, por ese motivo también se omite el uso de acero inoxidable.

6.6 Mecanismo de dispensado

Los dispensadores de pallets son herramientas esenciales en la logística y en la gestión de inventarios en entornos industriales y comerciales. Su función principal es facilitar movimiento y la manipulación de pallets, lo que optimiza el flujo de este a lo largo de la línea de suministro [9].

Los mecanismos del dispensador que incluye el sistema permiten liberar y mover los pallets de forma semi automática o automática de acuerdo con la manera como se configure el mismo para garantizar la eficacia y seguridad de este proceso. Además, la implementación de dispensadores de pallets puede reducir el riesgo de lesiones laborales y mejorar la eficiencia operativa, ya que minimizan el tiempo y el esfuerzo requeridos para mover cargas pesadas. Esto contribuye a un entorno de trabajo más seguro y productivo [9] [10].

Los componentes principales que deseamos emplear en esté diseño para dispensar pallets de madera serán:

6.6.1 Estructura de soporte

Este bastidor tiene que ser capaz de soportar las fuerzas que van a actuar sobre ella tanto horizontal como vertical, dicha estructura está diseñada con una plancha de acero estructural como es la ASTM A572, esta es una plancha de acero al carbono laminada en caliente obtenida a partir de acero estructural de alta resistencia mecánica industrial. Este acero tiene una soldabilidad y buena resistencia, ductilidad y maquinabilidad, son aceros de alta y baja resistencia [35]. (ver figura 16)

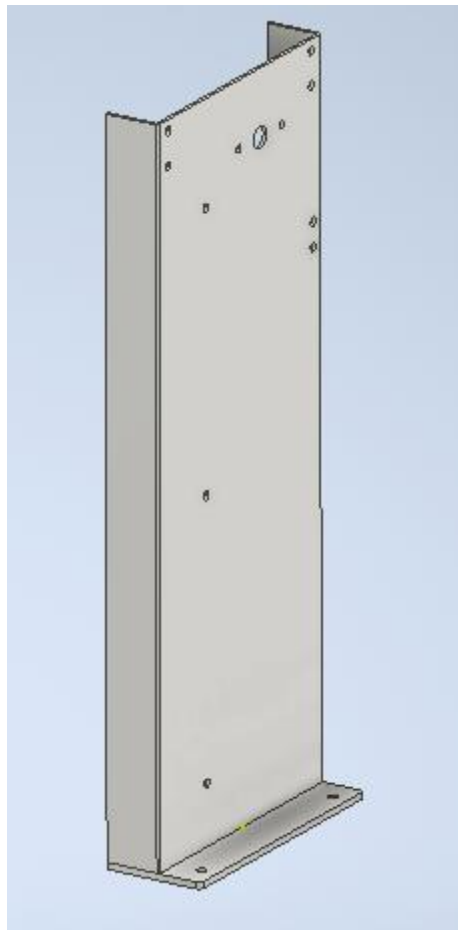


Figura 16 Pared Lateral

- Composición química del ASTM A572.

C	Mn	Si	S	P
Máx. 0.23	Máx. 1.35	Máx. 0.40	Máx. 0.05	Máx. 0.04

Tabla 3 composición química [35].

- Propiedades mecánicas ASTM A572.

Propiedades Mecánicas			
Resistencia a la tracción	Límite Elástico, min	Alargamiento %, min	
		200 mm	50 mm
46 Kg /mm ²	35 Kg / mm ²	18	21
450 Mpa	345 Mpa		
65 ksi	50 ksi		

Tabla 4 Propiedades mecánicas [35].

6.6.2 Sistema de elevación

Es otro tipo de bastidor con la diferencia que este es bastidor móvil (ver figura 14) y está diseñado con el mismo material del bastidor fijo, este bastidor se desplaza verticalmente sobre unas guías cuadradas que se fijan en el bastidor fijo y con la ayuda de unos rodillos que permiten que el deslizamiento sea de manera suave y para evitar el rozamiento. Este bastidor móvil o de elevación es el que se encarga de subir y bajar los pallets a los diferentes niveles, este es accionado por medio de un motor reductor que es accionado por medio de sensores fotoeléctrico tipo U, este controla la posición de subida y bajada, como un contador de paso y también por medio de sensores electromagnéticos que van a dar la señal de fin de carrera (ver figura 17, 18, 19)

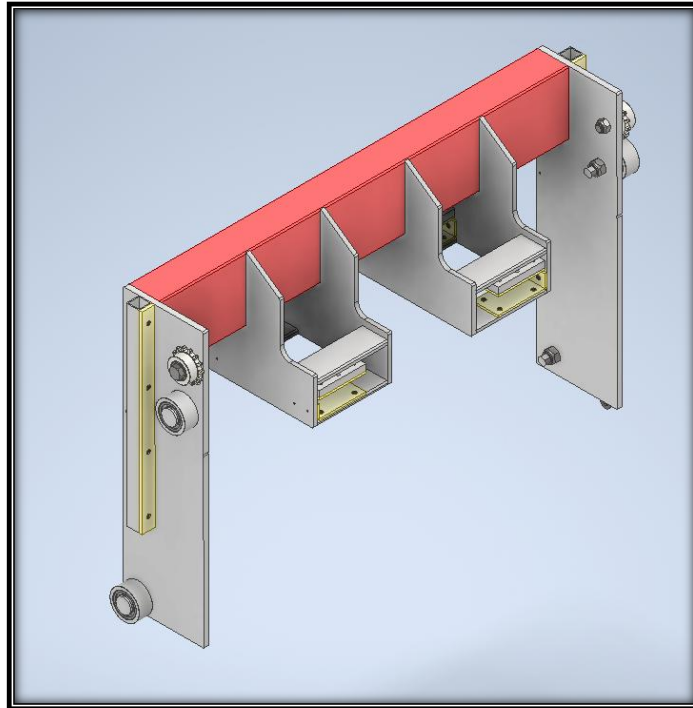


Figura 17 Bastidor móvil.



Figura 19 Sensor Electromagnético.

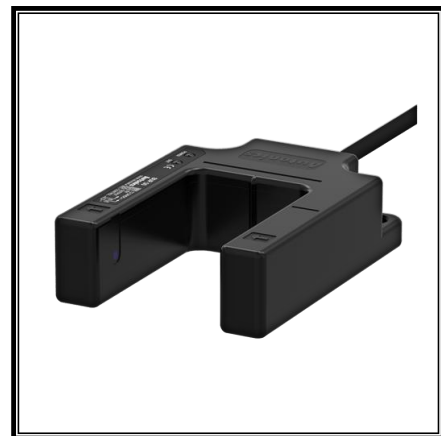


Figura 18 Sensor Fotoeléctrico.

6.6.3 Sistema de carga y descarga

Este sistema consta de dos uñetas tipo montacargas que se deslizan sobre un bastidor móvil, utilizando un polímero llamado Grillon, conocido por su resistencia a la fricción. El mecanismo que permite extender y contraer las uñetas está compuesto por un motor reductor, mientras que los sensores fotoeléctricos funcionan como dispositivos de entrada. (ver figura 20)

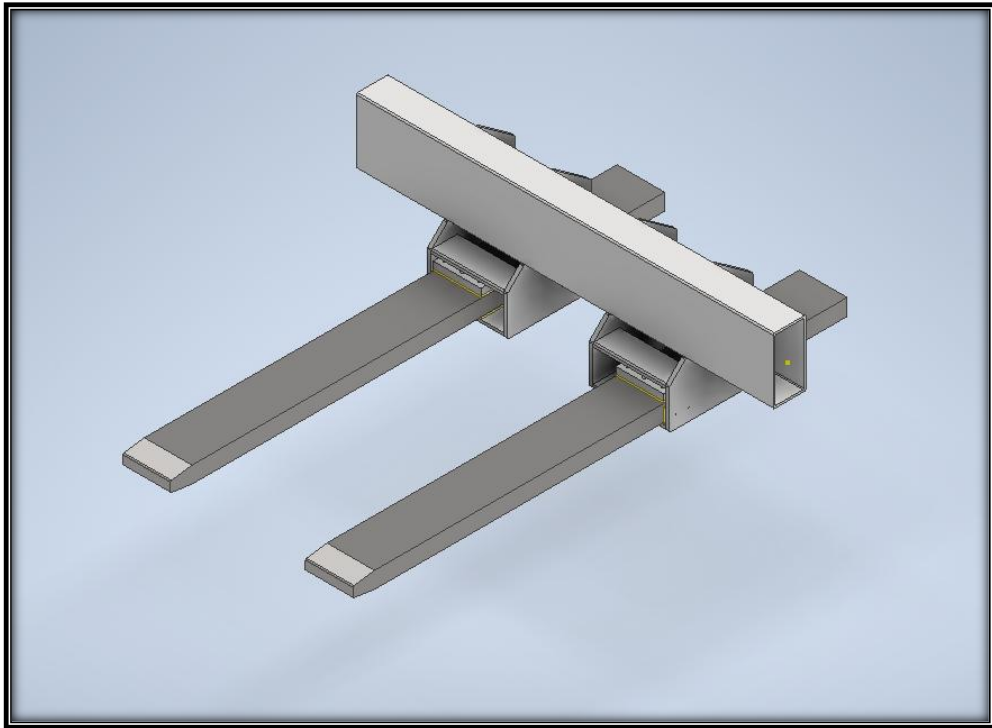


Figura 20 Uñas del Dispensador.

6.7 TEORÍA DE FUNCIONAMIENTO.

- 1 Para cargar la columna de pallets que van a entrar al Load Former, se coloca el dispensador en modo manual. El operador debe extraer las uñas del dispensador y colocar el bastidor móvil en la posición central. Esto prepara al dispensador para trabajar con la primera columna de pallets.

Una vez realizada la operación se procede a colocar una columna de pallets en el transportador de cadena que esta frente al dispensador mediante un montacarga que se coloca delante de él. En ese momento el operador pulsa el botón de Empezar ciclo.

- 2 Una vez colocada la columna de pallets y pulsado el botón se pone en marcha el dispensador para dispensar el primer pallet. En ese momento las uñas se extenderán hacia afuera introduciéndose en el segundo pallet. A continuación, este elevara toda la columna a la posición superior, dejando el primer pallet encima del transportador de cadena, el dispensador permanecerá con la columna de pallet elevados hasta que se transporte el pallet que esta abajo.

Hay un retardo de tiempo para que el dispensador no permita que la columna se baje, hasta que haya pasado un tiempo específico. Esto se puede configurar en un relé de control a un tiempo de hasta 30 segundo, esto asegura que el pallet que está en el transportador de cadena tenga tiempo suficiente y que pueda salir de la zona.

- 3 Una vez que el pallet se haya transportado y haya pasado el tiempo adecuado el dispensador completara su ciclo descendiendo la columna a la posición baja después de estar ahí las uñas se retraen y bastidor móvil se eleva a su posición media y el dispensador espera la señal del sensor que está a la entrada del Load Former.
- 4 Con una señal del sensor el paletizador empieza otra vez su ciclo extendiendo las uñas hacia el interior del segundo pallet y elevando nuevamente la columna de pallets, para ser transportado nuevamente el pallet que quedo encima del transportador de cadena.

Y así la dispensación del segundo pallet no es diferente de la primera. El dispenador llega hasta su posición superior hasta que la parte inferior este libre y así siguen los

ciclos hasta que se termine la columna de pallets y el operario pida nueva columna de pallets.

6.8 LUBRICACIÓN

La lubricación es un proceso o técnica empleada para reducir la fricción entre dos superficies que se encuentran cercanas y en movimiento. Esto se consigue introduciendo una sustancia entre ellas llamada lubricante, la cual ayuda a soportar la presión generada entre las superficies en contacto. Este lubricante puede ser sólido, líquido o en ciertas circunstancias un gas.

Entre otras palabras, la lubricación actúa como una capa deslizante entre dos objetos en movimiento, minimizando el roce entre ellos. La lubricación es esencial porque disminuye el desgaste y el calor producido por la fricción, contribuyendo así a la longevidad y mejor funcionamiento de máquinas y objetos, a continuación, enumeraremos las partes que contienen una mayor concentración al desgaste por fricción.

6.8.1 Unidad de motorreductor

En este dispensador existe dos motorreductores, todos los reductores SEW requieren solo un mínimo de mantenimiento que se limita a la verificación mensual de los niveles de aceite, hay que tomar medidas inmediatas si se produce una medida superior de aceite, si se detecta manchas de lubricante en el exterior del reductor ya se por medio de los retenedores o por la purga. Los cambios de aceite se deben realizar con un intervalo de 10000 horas de trabajo o cada dos años, sin embargo, si se utiliza un lubricante sintético, entonces este periodo puede extenderse a un lapso de 20000 horas de trabajo o cada cuatro años en aplicaciones donde existen condiciones de trabajo constante o arduas, con alta humedad o grandes cambios de temperatura, el lubricante debe cambiarse o intervalos más frecuentes [36].

Para rellenar los niveles de lubricante, el reductor debe de estar estacionario y se debe retirar el tapón de llenado, el tapón de ventilación y el tapón de nivel de aceite. Llenar con el lubricante

hasta que el aceite sea visible o se sobresalga de la abertura de nivel de aceite [36], (ver figura 21 [37]).

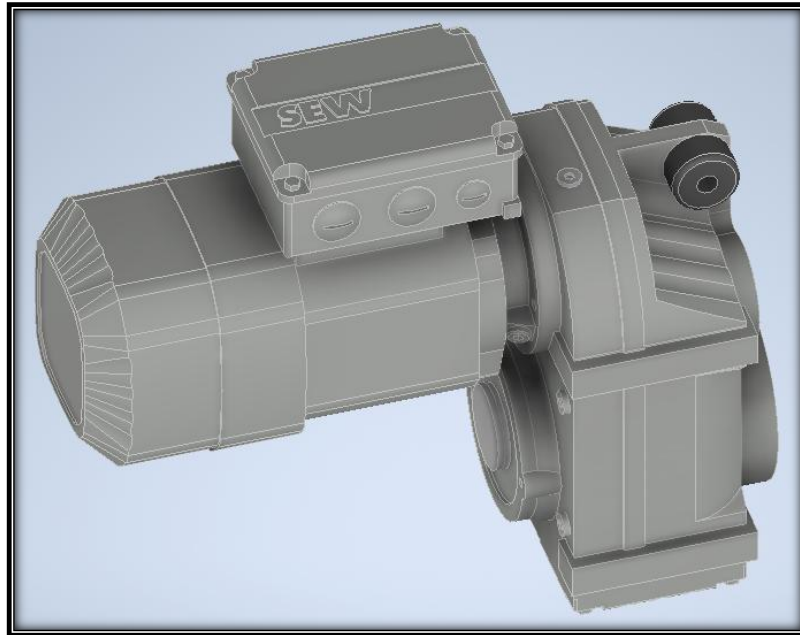


Figura 21 Motor SEW de Ejes Paralelos

6.8.2 Cadenas de rodillos.

La lubricación se la debe realizar mensualmente este sería un tiempo apropiado para condiciones normales de servicio, lubricar las cadenas con aceite especial que viene en presentación de spray y se debe limpiar el exceso de este para evitar la contaminación a la materia prima.

6.8.3 Chumaceras.

Hay que lubricar mensualmente las chumaceras de elevación y las de salida de las uñas, hay que aplicar con una bomba de grasa en cada graseo de las chumaceras, permitiendo así llenar

los rodamientos con lubricante, para evitar el desgaste y prolongar la vida de funcionamiento de esta (ver figura 22) [38] (ver figura 23) [39].



Figura 22 *Graseros Rectos.*

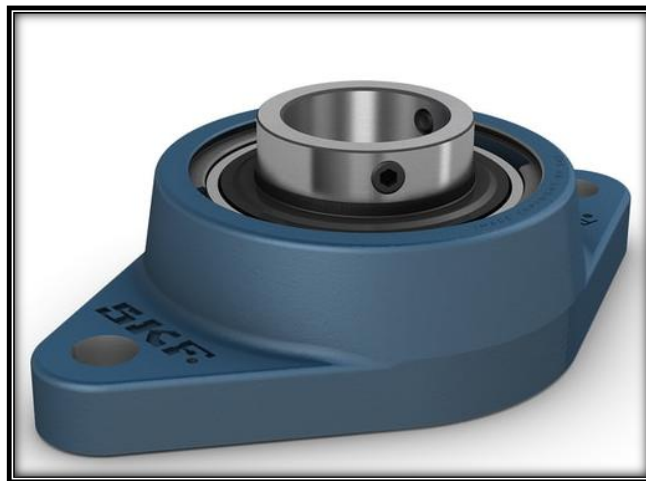


Figura 23 *Chumacera FYTB 35 FT*

7 DISEÑO MECANICO

Este diseño será realizado con los estándares de calidad que se basan específicamente en la resistencia, estabilidad, la rigidez estructural, su funcionalidad. También se deben cumplir con las normativas de construcción.

- **Resistencia.**

Esta estructura debe de soportar las cargas que tendrá, tanto como el peso propio, el peso de los componentes que estarán incluido en el mismo, el peso que se va a levantar [40].

Las normativas de construcción exigen que las estructuras deben diseñarse para soportar diversas cargas incluyendo eventos provocados y naturales tales como terremotos y en este caso las provocadas por colisiones con los montacarguistas [41].

- **Estabilidad.**

La seguridad de la estructura depende de su capacidad para mantener el equilibrio bajo cualquier condición adversas, garantizando una transferencia adecuada de cargas y previniendo o evitando desplazamiento o movimientos que puedan comprometer a la carga y la estructura [40].

- **Rigidez.**

La rigidez estructural se define como la relación entre la fuerza aplicada a una estructura y la deformación resultante. Una mayor rigidez implica una menor deformación ante una misma fuerza [42].

La rigidez es un factor muy esencial para seguridad de cualquier estructura. Sin ella, las construcciones pueden sufrir deformaciones excesivas, poniendo en riesgo su estabilidad y potencialmente el cual puede conducir a un colapso [42] [40].

- **Funcionalidad.**

La estructura no solo debe ser rígida y estable, sino que también debe cumplir con su función a la cual va a ser prevista y tiene que satisfacer las necesidades de quienes van a utilizar, respondiendo así al trabajo que se le encomienda garantizando la seguridad de los operadores y preestableciendo su Ergonomía, priorizando las expectativas y necesidades de los operadores [40].

7.1. resoluciones tomadas.

A continuación, se pone en evidencia imágenes que representan la forma final de la estructura del dispensador diseñado en este trabajo de titulación. El resto de los elementos se presentarán en los planos de este trabajo de titulación.

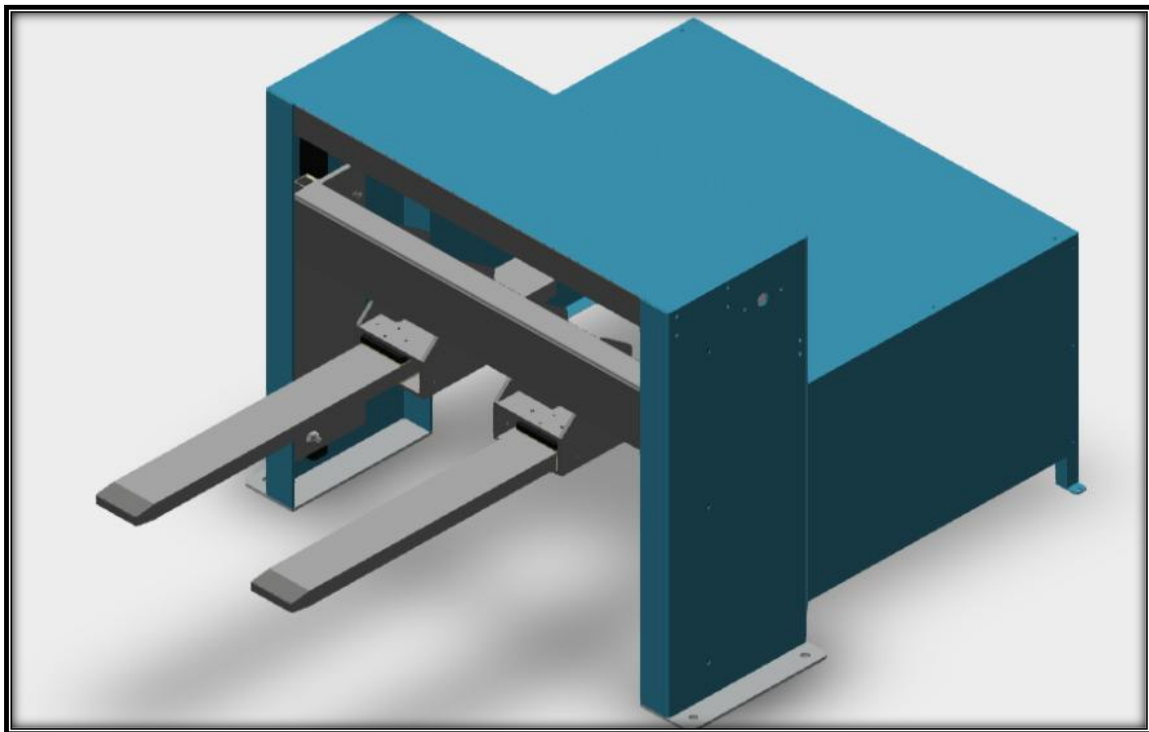


Figura 24 Dispensador de Pallets

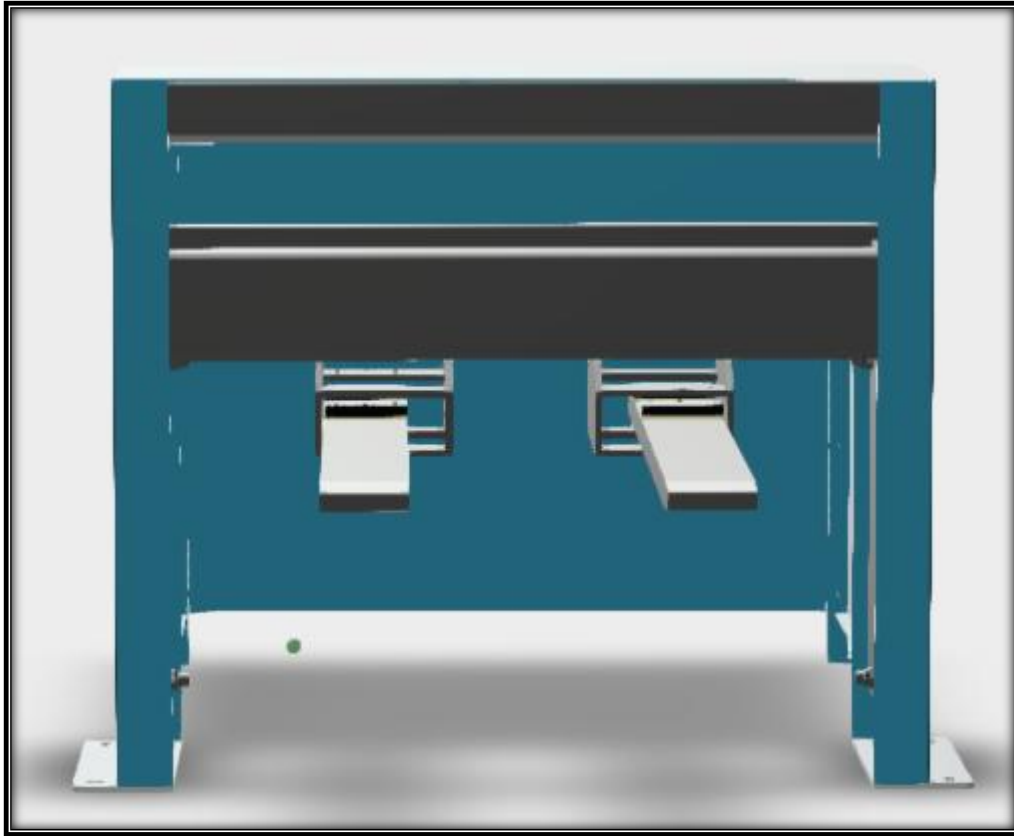


Figura 25 Vista Frontal

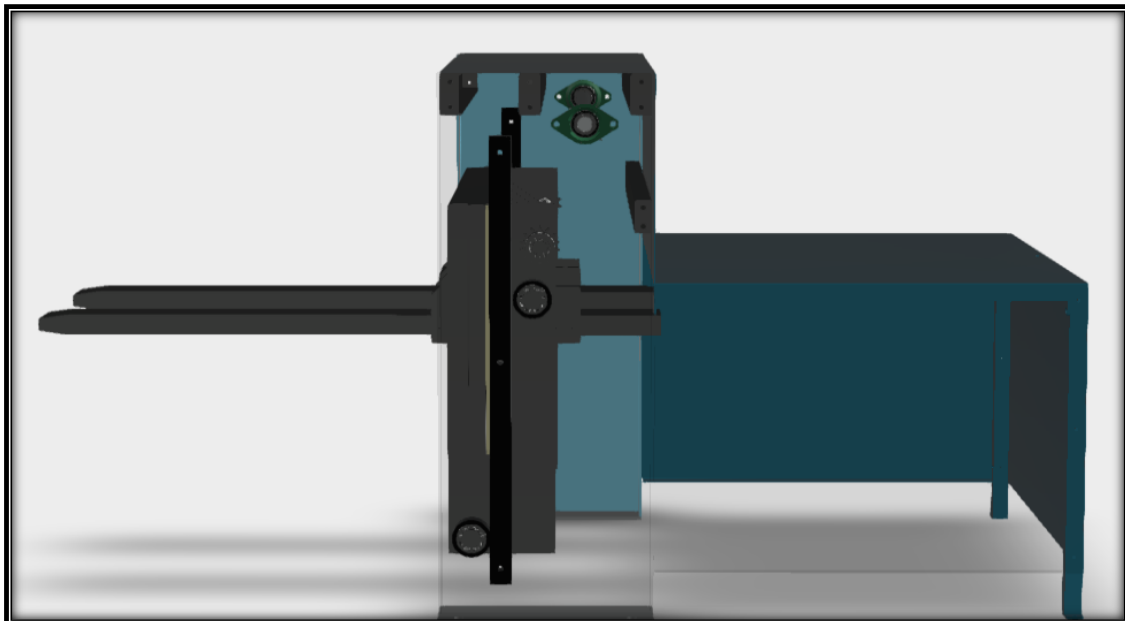


Figura 26 Vista Lateral Derecha

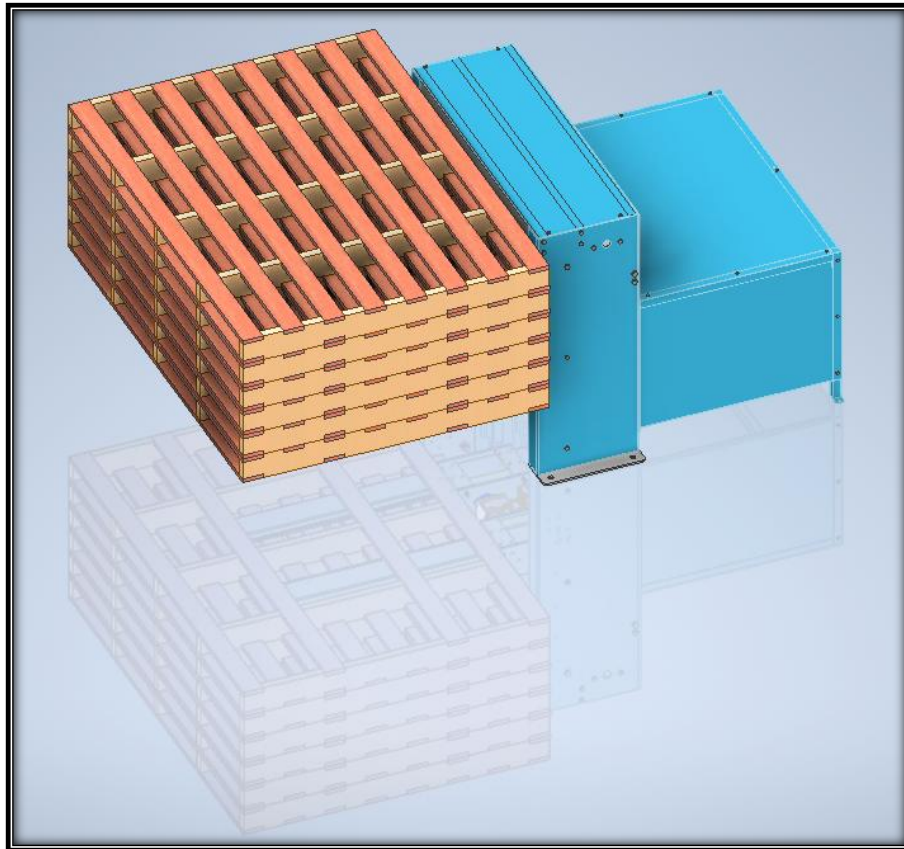


Figura 27 Dispensador con fila de Pallets

7.2 AUTOMATIZACION

A continuación, se muestra una de las tantas configuraciones de automatización que se le puede dar al dispensador de pallets con sus distintas variables de entrada y salida.

Este cuenta con 4 variables de salida y 8 variables de entrada:

PLC	
VARIABLES DE ENTRADA	VARIABLES DE SALIDA
I 1/00 = ENCENDIDO	Q 0/00 ENCENDIDO
I 1/01 = AUTOMATICO	Q 0/01 = SUBIDA ELEVADOR
I 1/02 = S1 NIVEL 1	Q 0/02 M1 BAJADA ELEVADOR
I 1/03 = S2 NIVEL 2	Q 0/03 M2 SALIDA DE UÑAS
I 1/04 = S3 NIVEL 3	Q 0/04 M2 ENTRADA DE UÑAS
I 1/05 = UÑAS EXTENDIDAS	
I 1/06 = UÑAS RECOGIDAS	

Tabla 5 Variables entrada y salida

7.2.1 Programación del PLC

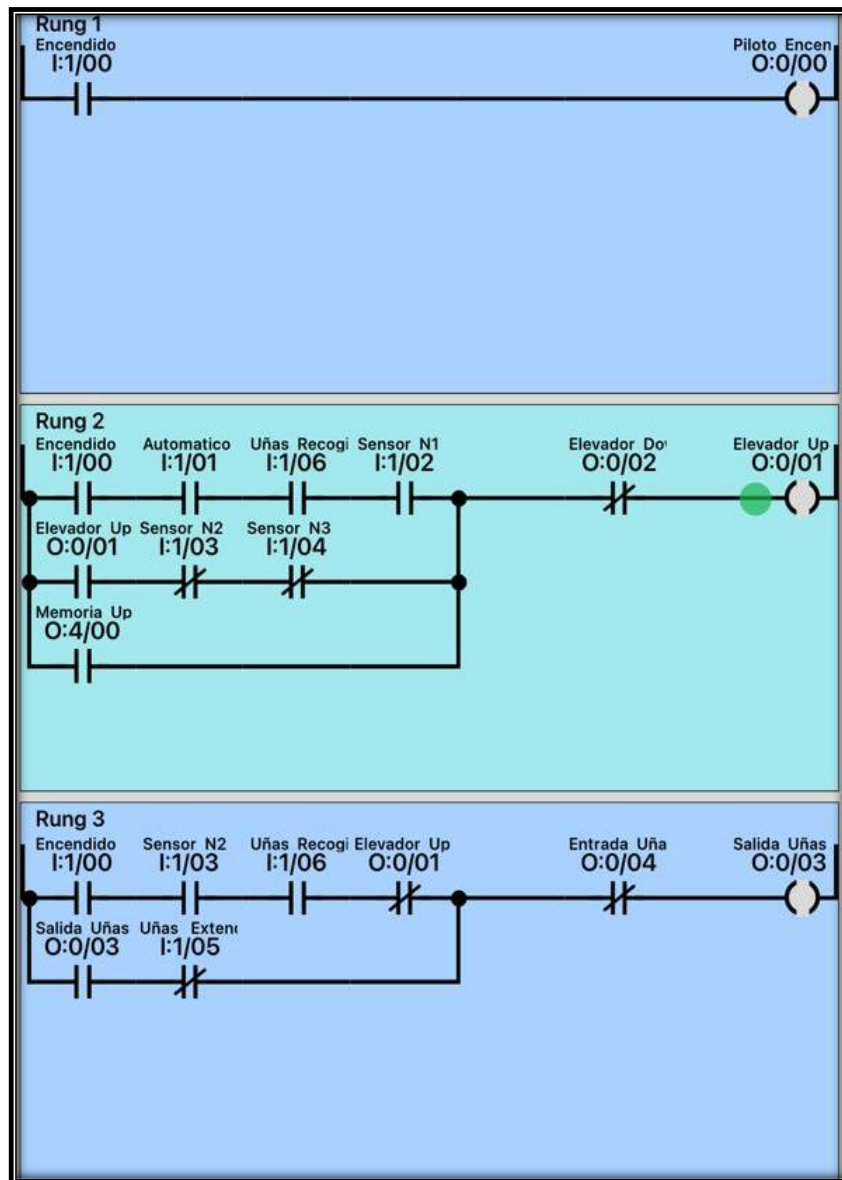


Figura 28 configuración PLC 1

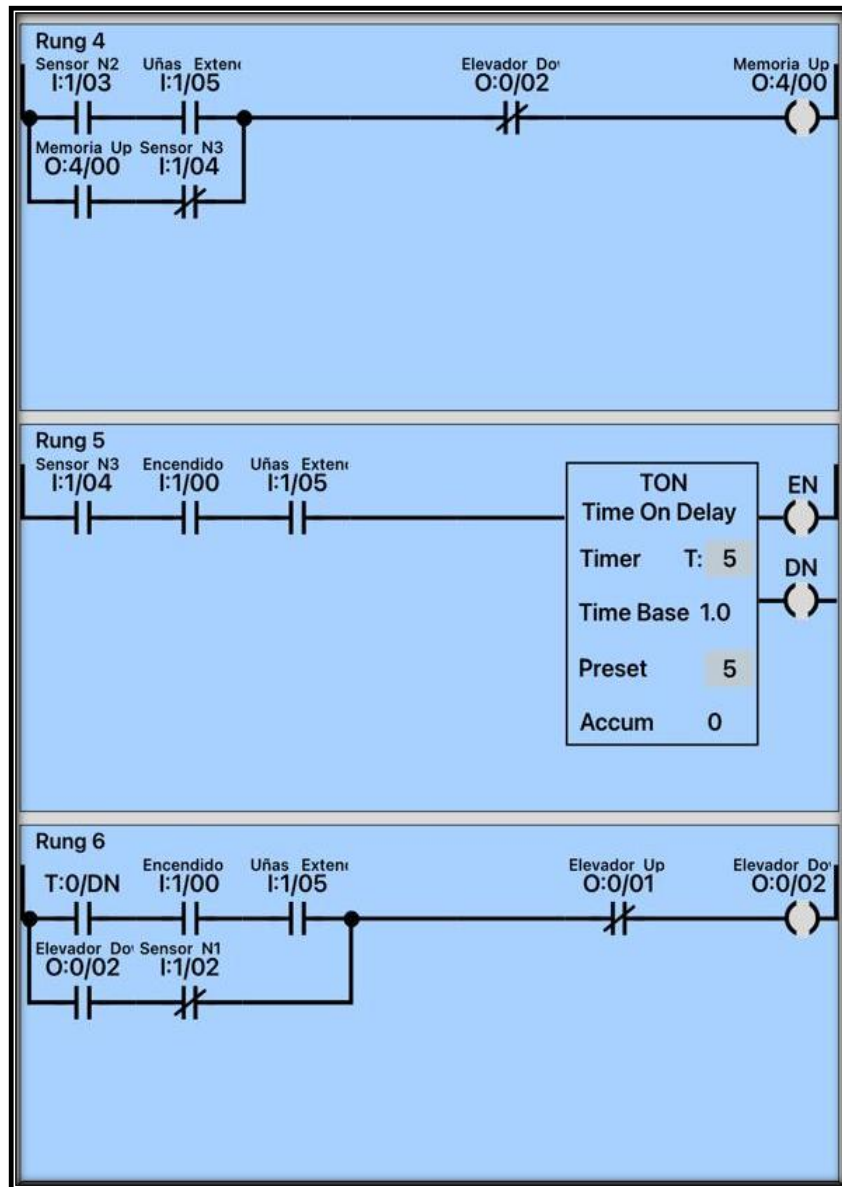


Figura 29 configuración PLC 2

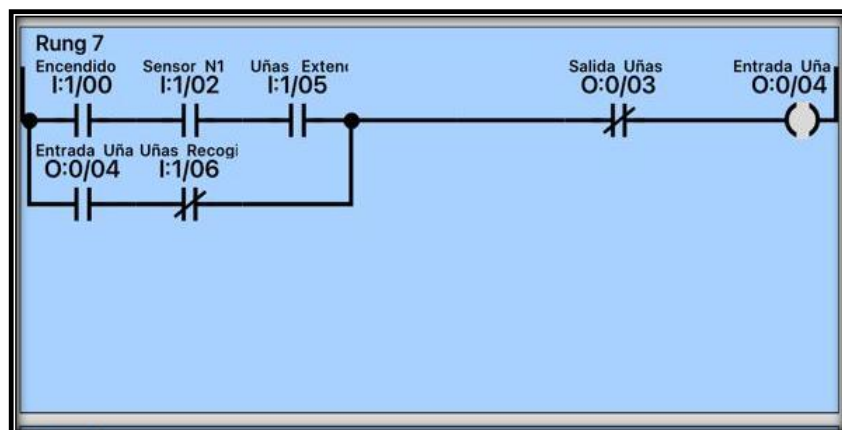


Figura 30 Configuración PLC 3

CONCLUSIONES

Después de haber diseñado la estructura automatizada para dispensar pallets de madera, se puede decir que este proyecto representa un avance significativo en cuanto a la seguridad, eficiencia y ergonomía de los trabajadores en el manejo de pallets en empresa de cartón corrugado. La implementación de esta estructura reducirá los riesgos por lesiones laborales optimizando los tiempos de producción y mejorando la calidad de vida de los trabajadores.

La automatización del proceso de dispensado de pallets disminuye la necesidad de la manipulación manual, reduciendo así la exposición de los trabajadores a riesgos ergonómicos y de seguridad. La estructura diseñada cumple con los estándares de seguridad y ergonomía, garantizando un entorno de trabajo más seguro y saludable.

Este proyecto se alinea con las tendencias actuales de la industria hacia la automatización y la mejora de las condiciones laborales. La implementación de tecnologías aumenta la seguridad y la eficiencia en los procesos productivos es esencial para mantener la competitividad en un mercado globalizado.

RECOMENDACIONES

- Es importante llevar a cabo evaluaciones ergonómicas regulares de los diferentes puestos de trabajo no solo en las salidas de las impresoras si no en todas las líneas de las maquinas impresoras, para identificar y corregir posibles riesgos, esto también puede incluir a los ajustes en las alturas de las superficies de trabajo, la disposición de los objetos y la implementación de herramientas que faciliten el manejo de materiales.
- Se sugiera la implementación de un sistema para inspeccionar y de la manera más oportuna poder realizar las reparaciones de los pallets dañados. Esto ayudar a la prevención de accidentes y lesiones causadas por pallets en mal estado.
- En necesario promover una cultura de seguridad en la empresa, donde los trabajadores se sientan cómodos para reportar los riesgos y participar en las mejoras de las condiciones laborales

REFERENCIAS

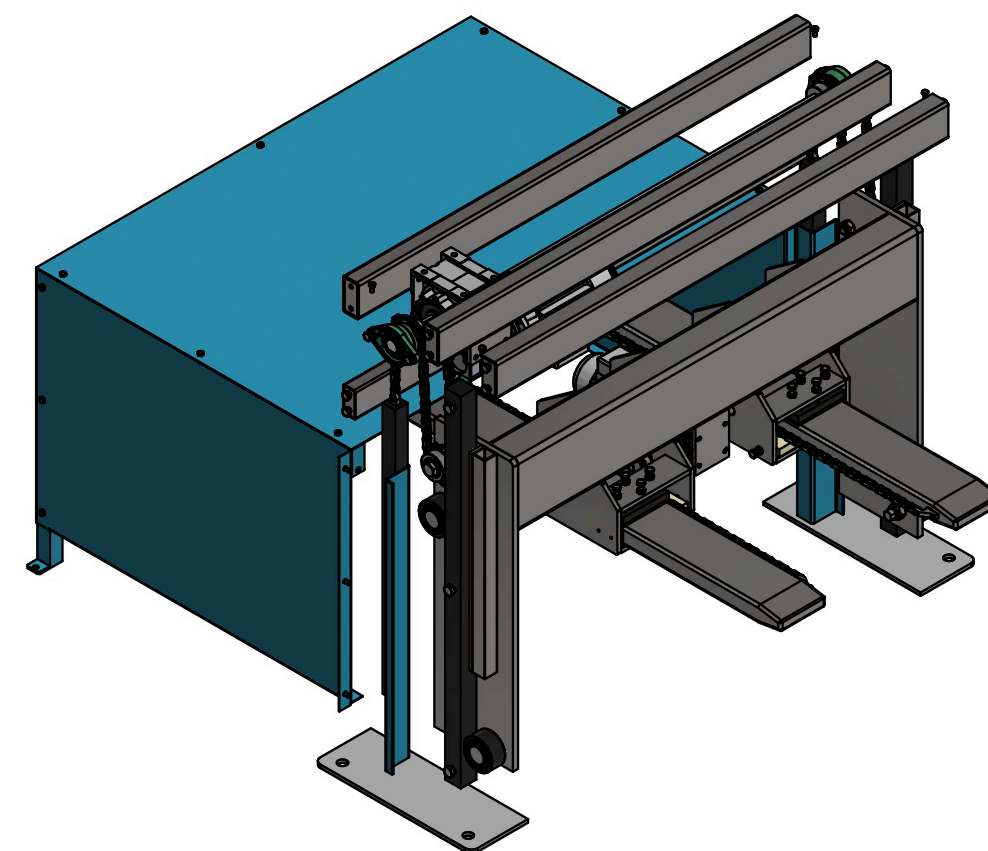
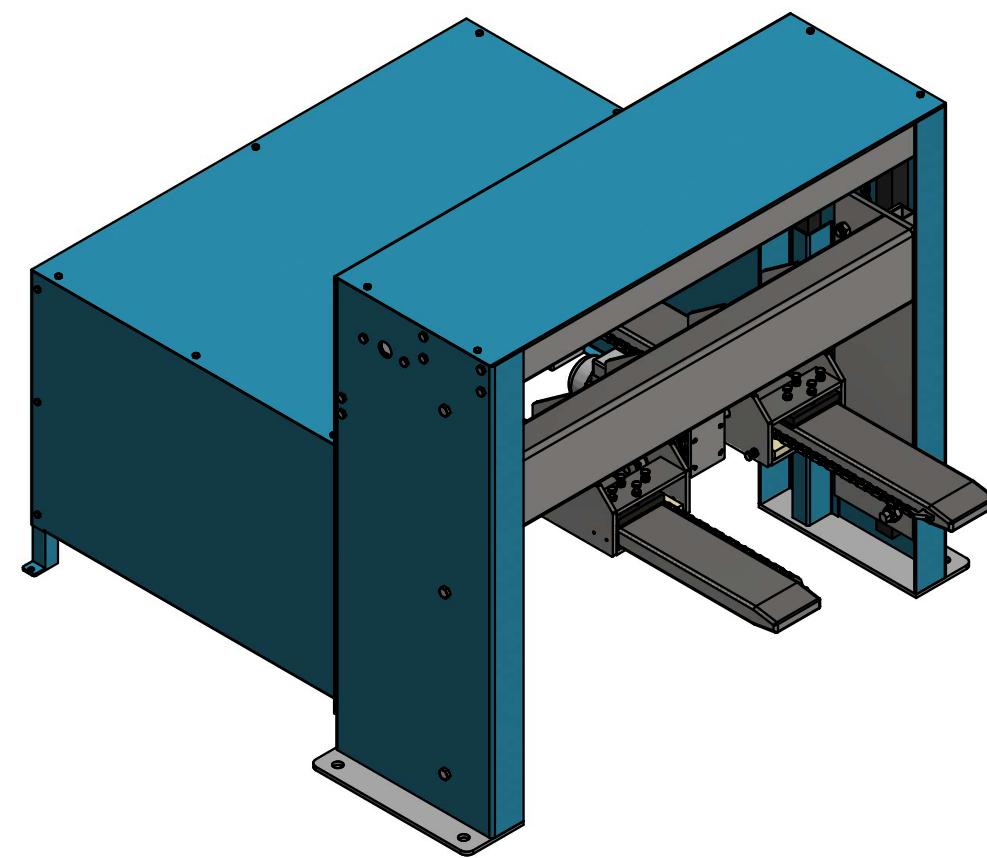
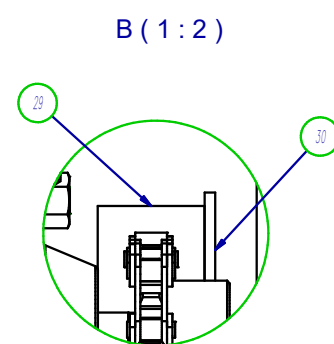
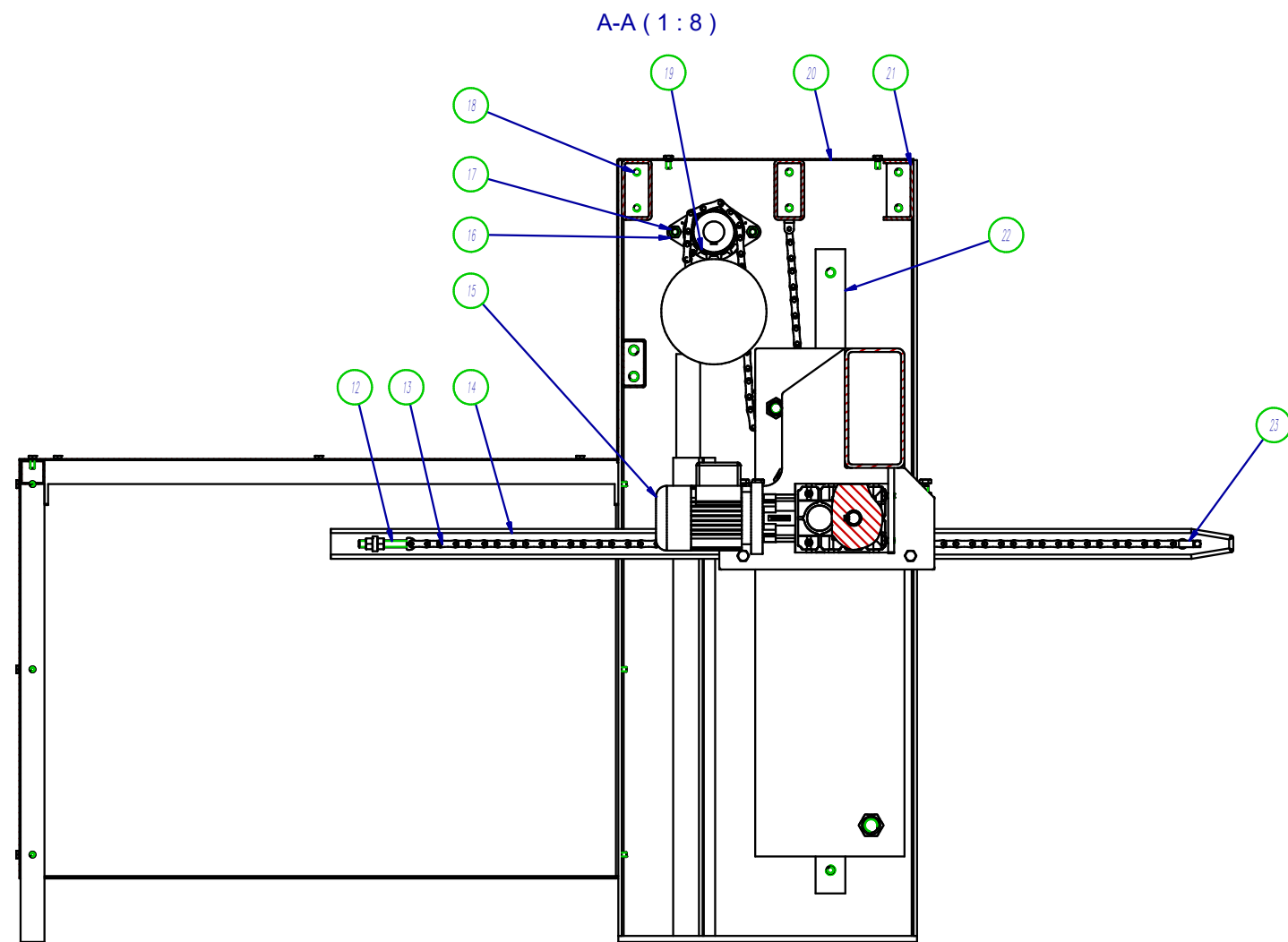
- [1] «*Products for Corrugated Industry | Alliance Machine Systems*», Alliance Machine.. [En línea]. Disponible en: <https://www.alliancellc.com/products-usa>
- [2] C. H. P. FAJARDO y H. D. SÁNCHEZ, «*DISEÑO, MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN DE MÁQUINA DOSIFICADORA DE*», [En línea]. Disponible en: <https://www.academia.edu/download/42914294/00781358.pdf>
- [3] J. Martinez, «*Segurida y Ergonomia en Procesos Industriales*», Revista Técnica de Seguridad y Salud Ocupacional, vol. 10, n.º 2, pp. 34-50, 2023.
- [4] D. A. Gutiérrez Díaz, «*Construcción de un banco de automatización basado en una cinta transportadora horizontal*», PhD Thesis, Universidad de Talca. Facultad de Ingeniería, 2019.
- [5] «Google Maps», Google Maps. [En línea]. Disponible en: https://www.google.com/maps/place/Universidad+Polit%C3%A9cnica+Salesiana+del+Ecuador/@-2.8870641,-78.9902998,17.75z/data=!4m6!3m5!1s0x91cd1826d90c7e47:0x8eb47b6b0138cb74!8m2!3d-2.8865291!4d-78.9898791!16s%2Fm%2F0cpdx8q?authuser=0&entry=tту&g_ep=EgoyMDI1MDIwNS4xIKXMDSOASAFQAw%3D%3D
- [6] J. Smith y A. Johnson, «*Dispensadores automáticos de paletts: mejorando la eficiencia en las lineas de produccion*», Journal of Industrial Engineering, vol. 45, n.º 3, pp. 234-240, 2022.
- [7] J. Gonzales, «*análisis de peso en sistema automatizados para el manejo de pallets*», Internacional Journal of Manufacturing, vol. 29, n.º 4, pp. 145-150, 2021.
- [8] R. Miller, «*Optimizacion del tiempo de ciclo en sistemas de manejo de materiales*», Logistics and Transformation Review, vol. 15, n.º 2, pp. 101-110, 2023.
- [9] p Davis y S. Green, «*Consideraciones de diseño para dispensadores de paletas*», Manufacturing Technology Journal, vol. 38, n.º 5, pp. 56-62, 2020.
- [10] T. Brown, «*Diseño mecánico de sistemas automatizados para manipulación de materiales*», Engineering Design Journal, vol. 21, n.º 6, pp. 98-105, 2022.
- [11] E. White, «*Ergonomía en el diseño industrial: una clave para la seguridad del trabajador*», Human Factors and Ergonomics Journal, vol. 12, n.º 1, pp. 78-84, 2023.

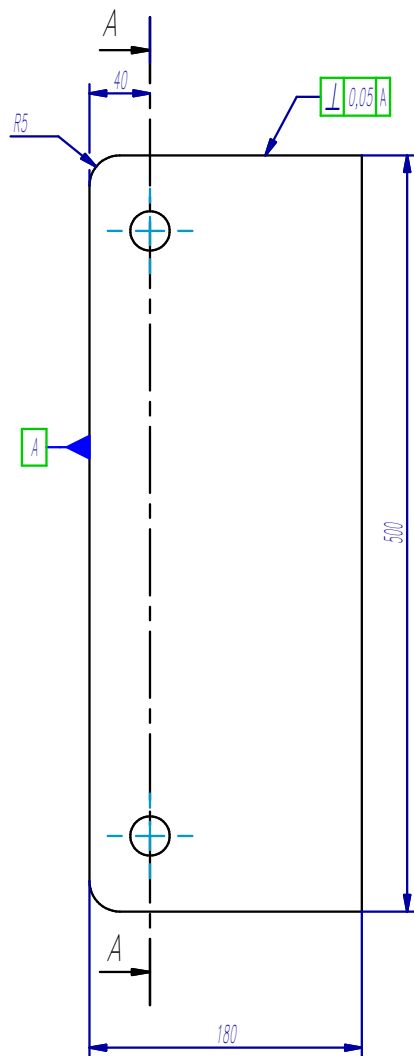
- [12] J. A. J. Quiroga, «Implementación de procedimientos de trabajo seguro y recomendaciones para reducción de riesgos en “Z PALLETS”», B.S. thesis, 2022.
- [13] H. A. Soloneski Díaz, «Riesgos Ergonómicos asociados a la manipulación de herramientas manuales y medidas preventivas», B.S. thesis, 2022.
- [14] V. González Garzón, L. V. Pedraza Patarroyo, y M. F. Rocha Torres, «Desarrollo de un sistema de embalaje alternativo de palets para mejorar la eficiencia logística y la salud ocupacional», 2024.
- [15] C. Ascencio Carlaní, «Optimización en el proceso de almacenamiento de materias primas en los servicios prestados por el operador logístico Mercocargo», 2016.
- [16] D. Mier Simental, «Aplicaciones de la madera en ingeniería y métodos de su preservación.», 2013.
- [17] M. Paredes Rizo y M. Vázquez Ubago, «Estudio descriptivo sobre las condiciones de trabajo y los trastornos musculo esqueléticos en el personal de enfermería (enfermeras y AAEE) de la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos y Neonatales en el Hospital Clínico Universitario de Valladolid», *Med. Secur. Trab.*, vol. 64, n.º 251, pp. 161-199, 2018.
- [18] R. Fernández García, «Manual de prevención de riesgos laborales para no iniciados: Conceptos para la formación de técnicos de prevención de nivel básico y los recursos preventivos», 2012.
- [19] J. A. Solís-Méndez, «Propuesta de un programa de prevención de lesiones musculoesqueléticas generadas por las condiciones ergonómicas de las tareas de manejo manual de materiales realizadas en los cuartos de refrigerado y congelado del centro de distribución de la cadena de supermercados Auto Mercado SA», 2020.
- [20] S. M. Alcocer Villegas, R. A. Centeno Varela, y G. Miranda Villalobos, «Propuesta de estrategias que mejoren las condiciones ergonómicas laborales y la calidad del producto final, a partir del diagnóstico operacional de los procesos internos de la Empacadora de melón en la Planta de Cangelito, de la empresa Pafru Internacional SA, durante el tercer cuatrimestre de 2021.», 2023.
- [21] «Apilador Manual de 1.000Kg a 1.600mm», AbonirGrupo Equipamiento Industrial. [En línea]. Disponible en: <https://www.abonirgrupo.com/producto/apilador-manual-1-000-kg-a-1-600-mm/>

- [22] «DISPENSADOR DE PALLETS», Indumak - Líder en Empaque Vertical. [En línea]. Disponible en: <https://www.indumak.com.br/es/produto/dispensador-de-pallets/>
- [23] «Jungheinrich presenta una carretilla trilateral perfecta para pasillos estrechos», Interempresas. [En línea]. Disponible en: <https://www.interempresas.net/Logistica/Articulos/108984-Jungheinrich-presenta-una-carretilla-trilateral-perfecta-para-pasillos-estrechos.html>
- [24] «Carretilla retráctil eléctrica Walkie», Toyota Forklifts. [En línea]. Disponible en: <https://www.toyotaforklift.com/es/lifts/electric-pallet-stackers/walkie-reach-truck>
- [25] «Royal America – Expertos en Maquinaria». [En línea]. Disponible en: <https://royalamerica.com/ec/inicio-ecuador/>
- [26] «Apilador de Paletas», Toppy®. [En línea]. Disponible en: <https://toppy.it/es/products/apilador-de-paletas/>
- [27] M. López, «Selección de materiales para dispensadores de pallets en entornos industriales», Revista de Ingeniería y Tecnología, vol. 15, n.º 4, pp. 101-110, 2023.
- [28] D. D. E. DE LA TEMPERATURA, E. L. P. M. DE ENFRIAMIENTO, y A. D. M. CARBONO, «FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA», [En línea]. Disponible en: <https://www.academia.edu/download/112089518/CD-3962.pdf>
- [29] J. L. Maldonado Flores, «Aceros y sus aplicaciones», PhD Thesis, Universidad Autónoma de Nuevo León, 1996.
- [30] A. G. O. IBÁÑEZ, «MANUAL DE TRATAMIENTOS TERMICOS PARA ACERO AL CARBONO», PhD Thesis, Universidad Austral de Chile, 2005.
- [31] J. P. Maldonado Iñiguez y J. A. Sarmiento Rojas, «Análisis de la reparación de aceros para herramientas AISI H13, D2 y O1 utilizando el proceso de soldadura SMAW», B.S. thesis, Quito, 2012., 2012.
- [32] E. P. De Garmo, J. T. Black, y R. A. Kohser, «Materiales y procesos de fabricación». Vol. 1. Reverté, 2019.
- [33] S. A. Leal Alanís, «Caracterización de aceros inoxidables y estudio de su resistencia mecánica y conformabilidad», PhD Thesis, Universidad Autónoma de Nuevo León, 2011.
- [34] M. G. Fontana, *Corrosion Engineering*, 3era ed. New York: Indian, 2005.
- [35] «Ficha-Tecnica-Acero_Grado-Estructural_A572_Gr50.pdf».
- [36] «Lubricantes | SEW EURODRIVE». Accedido: 16 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.sew->

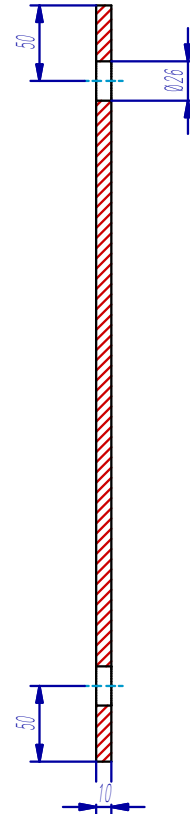
eurodrive.com.co/products/gear_units/standard_gear_units/accessories_and_options/lubricants/lubricants.html

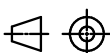
- [37] Sew Eurodrive [En línea]. Disponible en: https://www.sew-eurodrive.com.co/os/dud/?tab=cad&country=BR&language=es_es&search=FA47/GDRS71S4BE05&2D_output_format=AutoCAD%20R2004%20DWG&2D_view=Front,Cube,Back,Bottom,Top,Left,Right&3D_output_format=DXF3D
- [38] «GRASERO RECTO PULGADAS», La Casa del Perno RMGR Cia Ltda. [En línea]. Disponible en: <https://casadelperno.com/es/automotriz/12197-grasero-recto-pulgadas.html>
- [39] «FYTB 35 TF - Unidades de rodamientos de bolas | SKF». [En línea]. Disponible en: <https://www.skf.com/cl/products/mounted-bearings/ball-bearing-units/flanged-ball-bearing-units/productid-FYTB%2035%20TF>
- [40] Carlos, «Diseño estructural: Optimizando la seguridad y eficiencia», Design Modeling Academy. [En línea]. Disponible en: <https://dgdesignmodeling.com/sin-categoria/dise-no-estructural/>
- [41] «Diseño estructural y de seguridad para una construcción». [En línea]. Disponible en: <https://www.themple.com/blog/consultoria-de-construccion-para-empresas/como-se-realiza-un-diseno-estructural-y-de-seguridad-para-una-construccion>
- [42] F. M. Olbrich y V. B. Páez, «Estudio de modelos de rigidez lateral equivalente para estructuras de mampostería confinada», PhD Thesis, 2010.

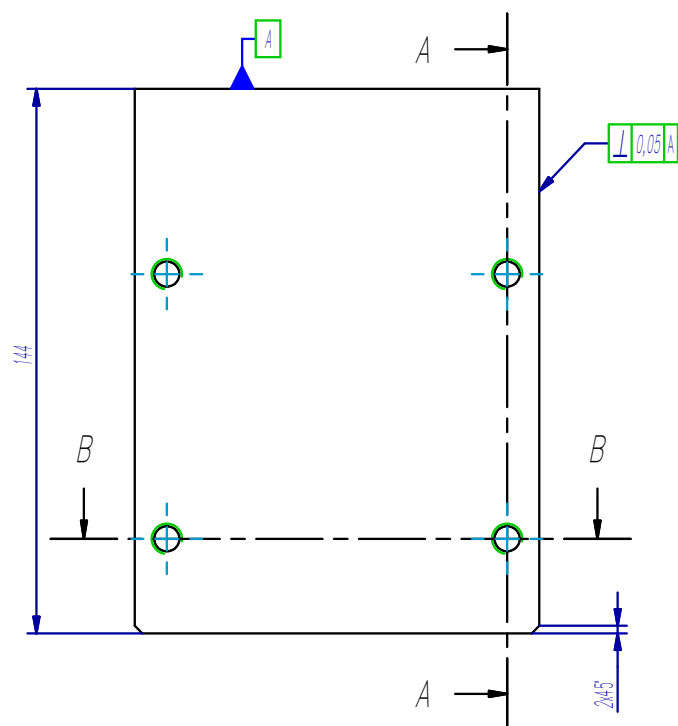




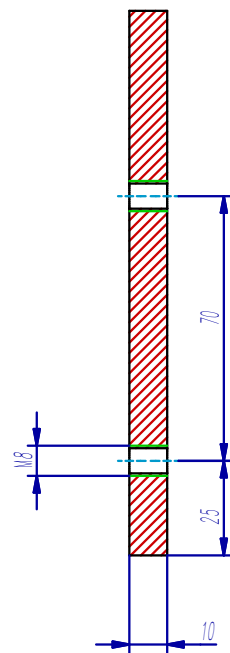
A-A (1 : 5)



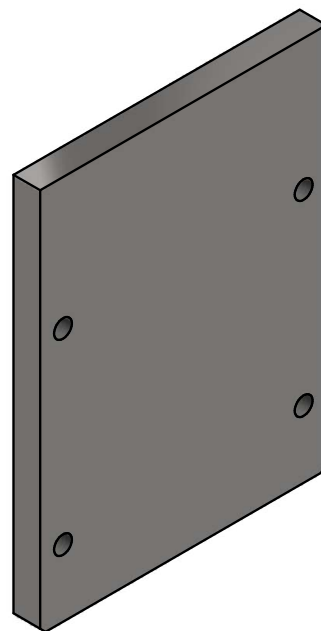
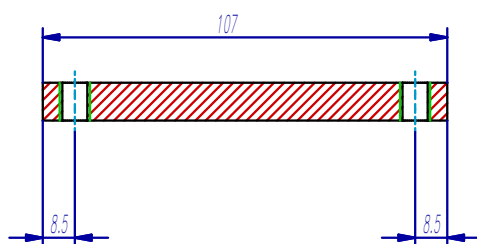
1	2	PLACA BASE			ST 37	
Pos.	CANT.	DENOMINACIÓN		NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO
		NOMBRE	FECHA	TECNOLOGIA MECÁNICA SEDE MATRIZ CUENCA		UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
DIBUJADO		Morocho C.	14/02/2025			
COMPROBADO		Ing. Cobos C.				
PROYECCIÓN	DISPENSADOR DE PALLET					ESCALA: 1:5
						LÁMINA N° 02/14

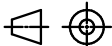


A-A (1 : 2)

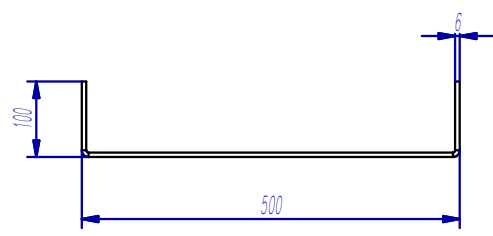
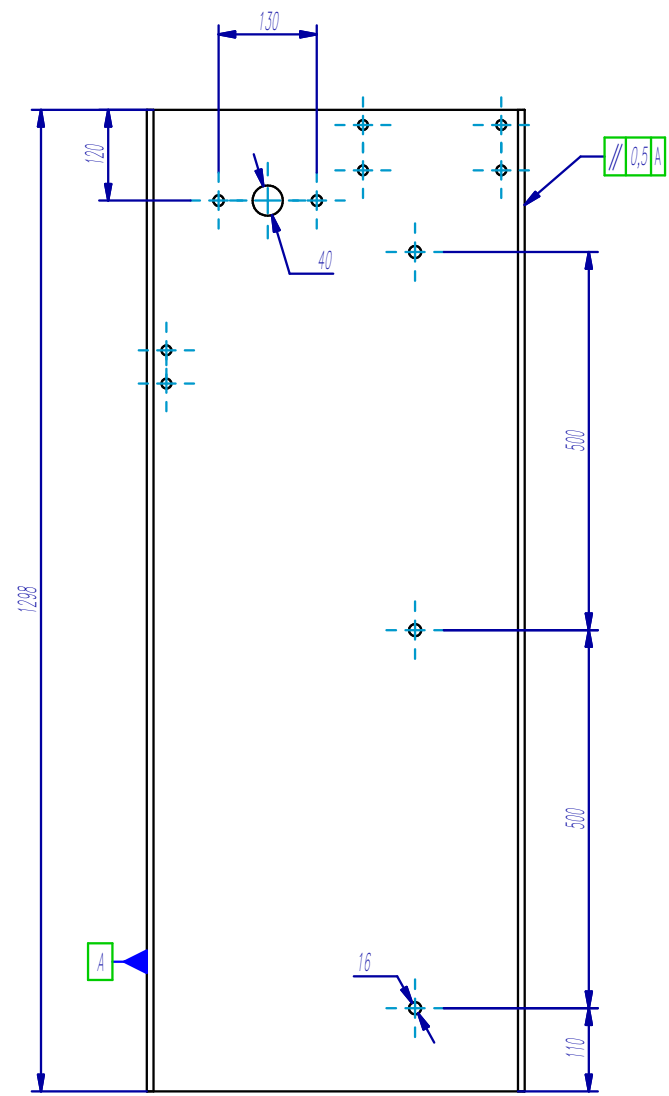


B-B (1 : 2)

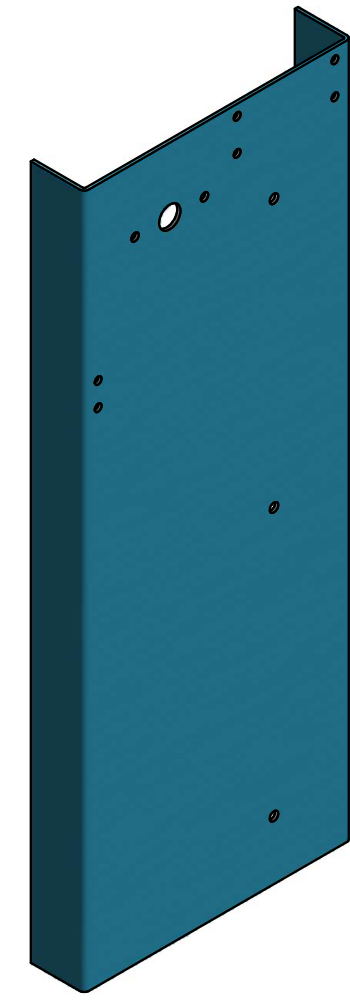
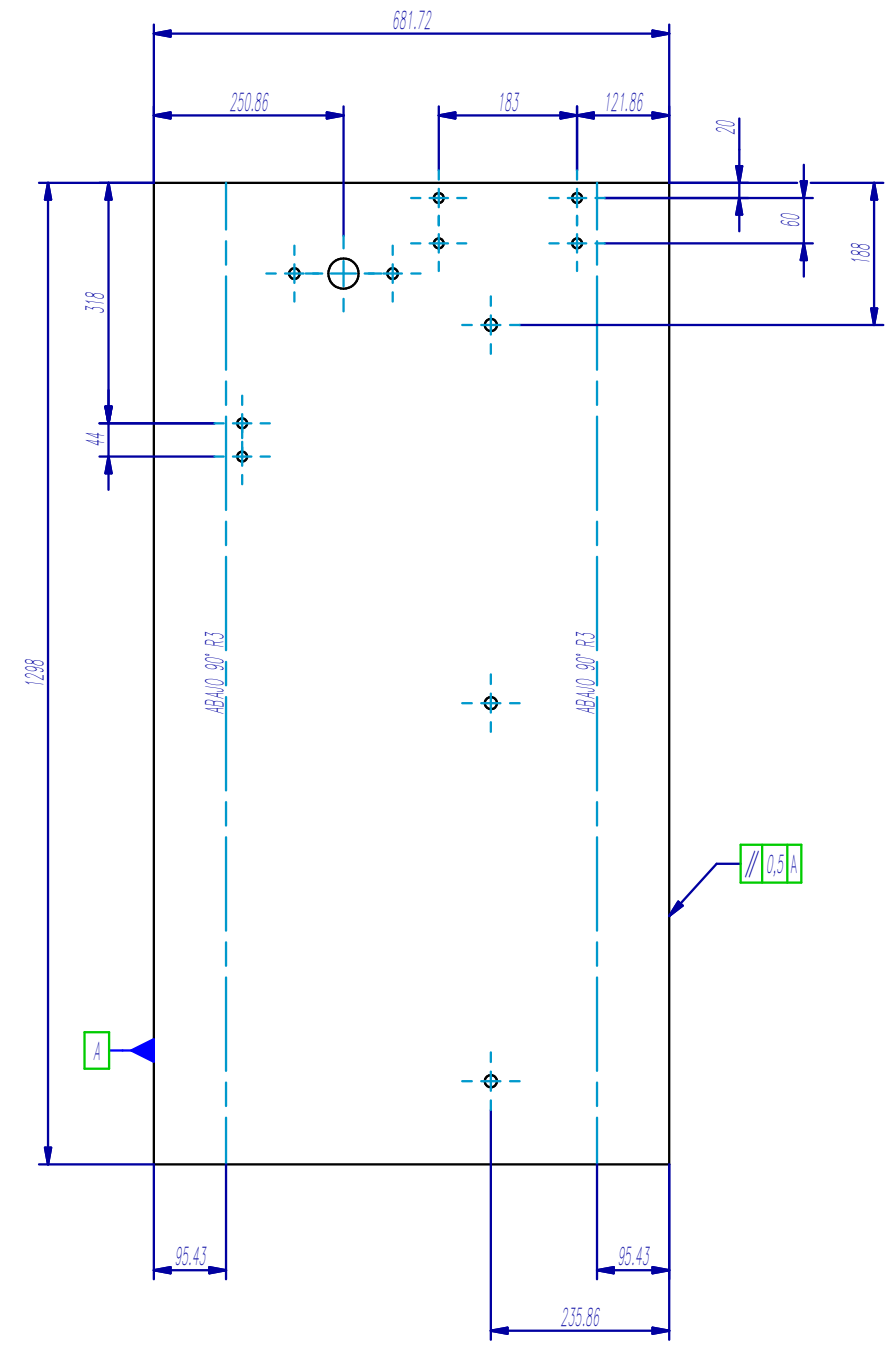


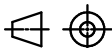
3	I	PLACA SOPORTE MOTOR INFERIOR			ST 37		
Pos.	CANT.	DENOMINACIÓN			NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO
		NOMBRE	FECHA	TECNOLOGIA MECÁNICA SEDE MATRIZ CUENCA		UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA	
DIBUJADO		Morocho C.	14/02/2025				
COMPROBADO		Ing. Cobos C.					
PROYECCIÓN	DISPENSADOR DE PALLET						ESCALA: 1:2
							LÁMINA N° 03/14

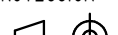
VISTA FRONTAL (1 : 10)



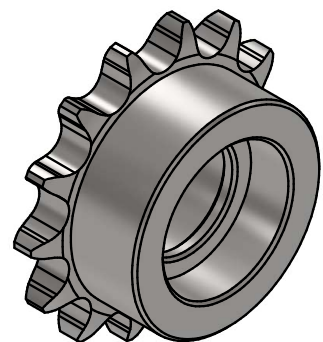
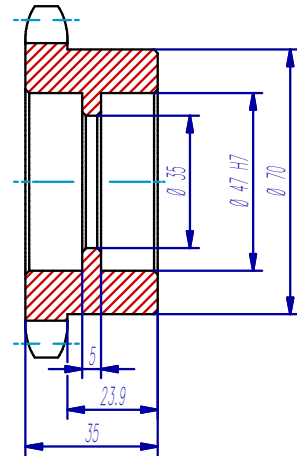
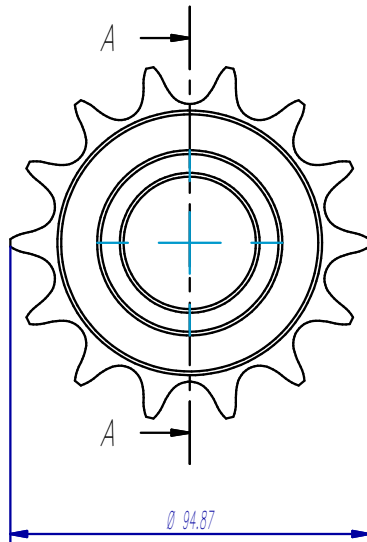
DESARROLLO

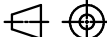


4	I	PARED IZQUIERDA				ST 37			
Pos.	CANT.	DENOMINACIÓN			NORMA		MATERIAL	DIM. EN BRUTO	
		NOMBRE	FECHA	TECNOLOGIA MECÁNICA SEDE MATRIZ CUENCA		UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA			
DIBUJADO		Morocho C.	14/02/2025						
COMPROBADO		Ing. Cobos C.							
PROYECCIÓN	DISSPENSADOR DE PALLET							ESCALA:	1:10
								LÁMINA N°	04/14

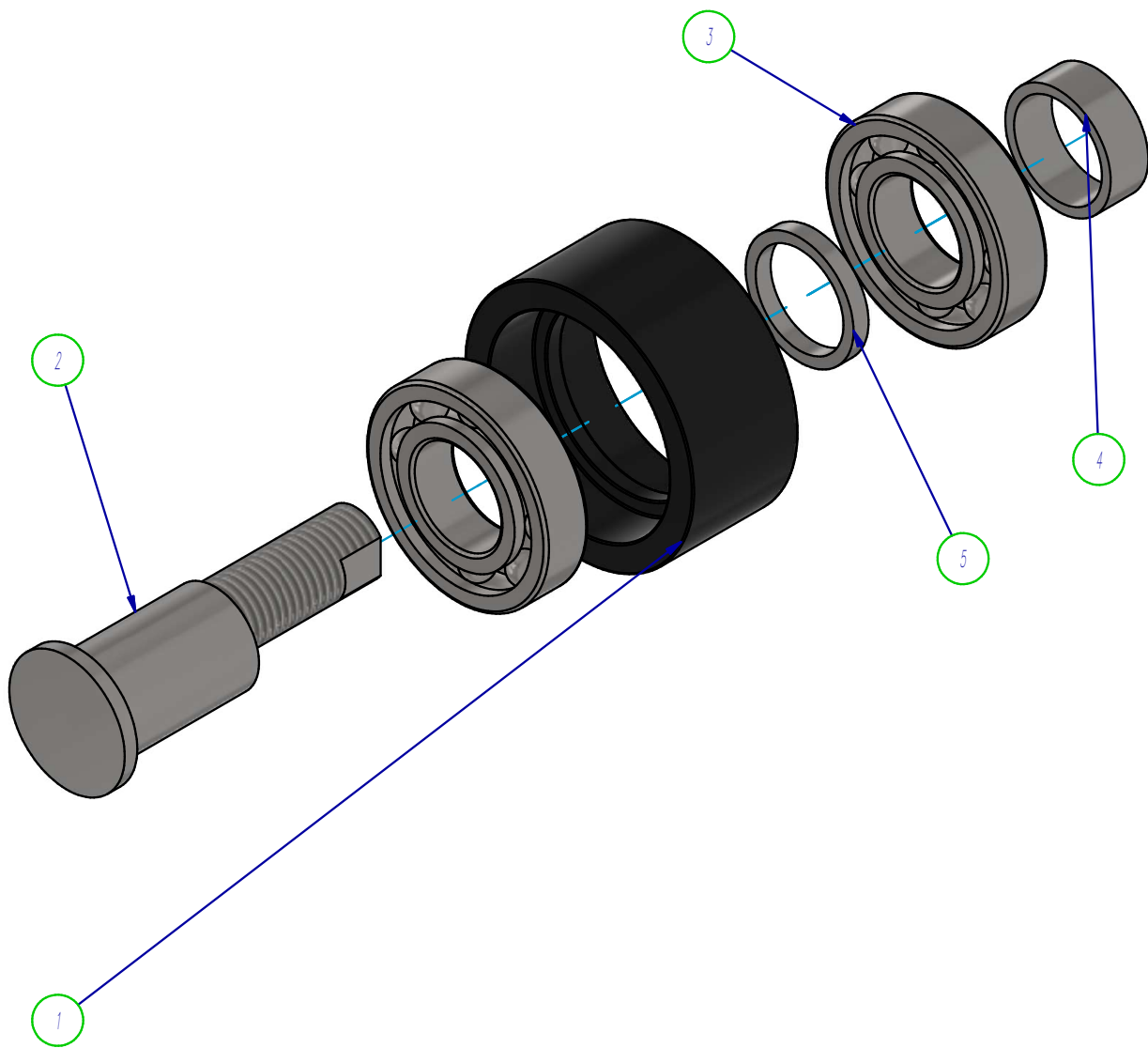
3	I	PLACA BASE MOTOR INFERIOR		ST 37		
Pos.	CANT.	DENOMINACIÓN		NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO
		NOMBRE	FECHA	TECNOLOGIA MECÁNICA SEDE MATRIZ CUENCA		UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
DIBUJADO		Morocho C.	14/02/2025			
COMPROBADO		Ing. Cobos C.				
PROYECCIÓN	DISPENSADOR DE PALLET					ESCALA: 1:2
						LÁMINA N° 05/14

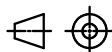
A-A (1 : 2)



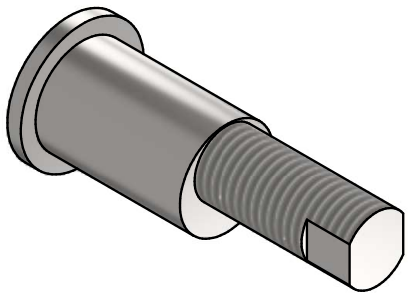
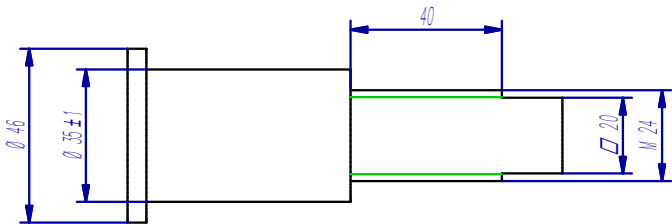
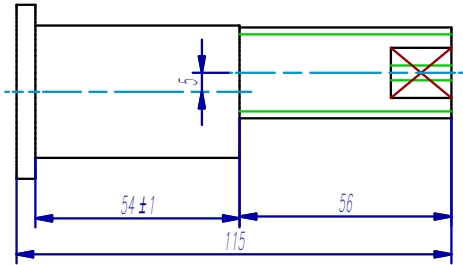
1	2	PIÑON ELEVACION BASTIDOR MOVIL			ST 37	
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN		NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO
		NOMBRE	FECHA	TECNOLOGIA MECÁNICA SEDE MATRIZ CUENCA	 UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA	
DIBUJADO		Morocho C.	14/02/2025			
COMPROBADO		Ing. Cobos C.				
PROYECCIÓN		DISPENSADOR DE PALLETS				ESCALA: 1:2
						LÁMINA N° 06/14

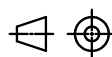
RODILLO DE CARGA (1 : 2)

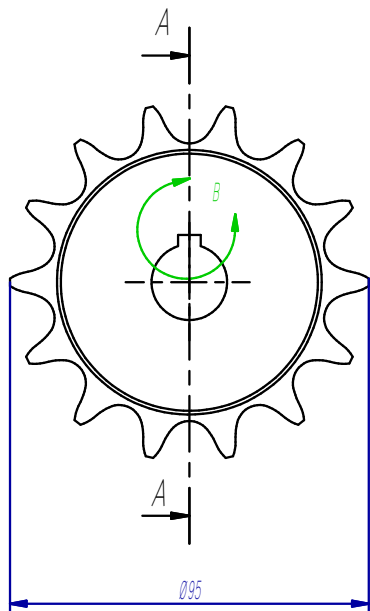


5	1	Arandela separadora eje de rodillo de carga				
4	1	Arandela separadora placa para rodillo carga				
3	2	DIN 625 SKF - SKF 6207		Rodamientos de bolas de una hilera SKF		
2	1	Eje del rodillo de carga				
1	1	Rodillo de carga				
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN		NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO
		NOMBRE	FECHA	TECNOLOGIA MECÁNICA SEDE MATRIZ CUENCA		UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
DIBUJADO		Morocho C.	14/02/2025			
COMPROBADO		Ing. Cobos C.				
PROYECCIÓN		DISPENSADOR DE PALLETS SUBCONJUNTO RODILLO DE CARGA				ESCALA: 1:2
						LÁMINA N° 07/14

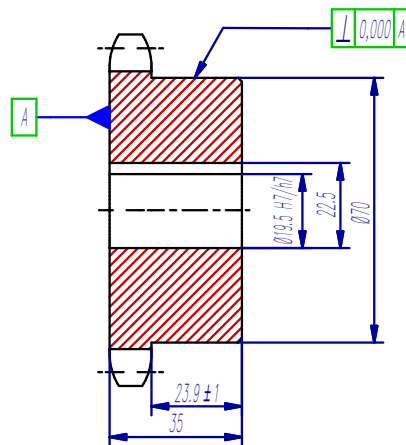
VISTA FRONTAL (1 : 2)



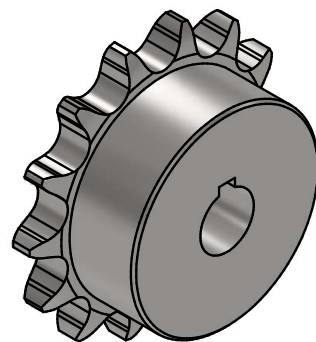
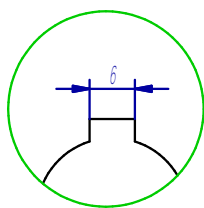
8.4.2	4	EJE DE RODILLO DE CARGA			AC 705	
Pos.	CANT.	DENOMINACIÓN		NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO
		NOMBRE	FECHA	TECNOLOGIA MECÁNICA SEDE MATRIZ CUENCA		UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
DIBUJADO		Morocho C.	14/02/2025			
COMPROBADO		Ing. Cobos C.				
PROYECCIÓN		DISPENSADOR DE PALLET				ESCALA: 1:2
						LÁMINA N° 08/14



A-A (1 : 2)

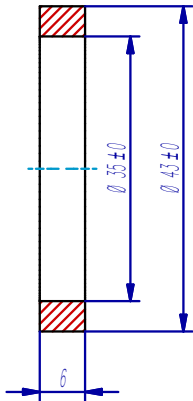
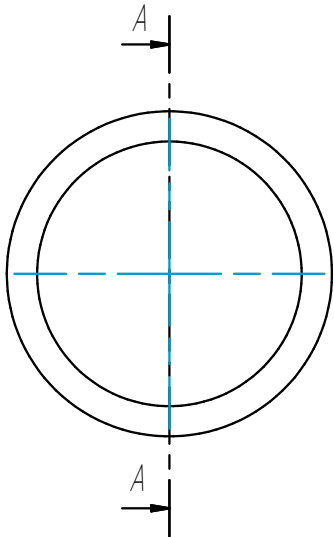


B (1 : 1)



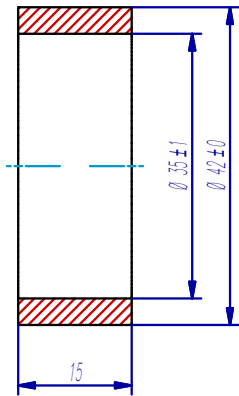
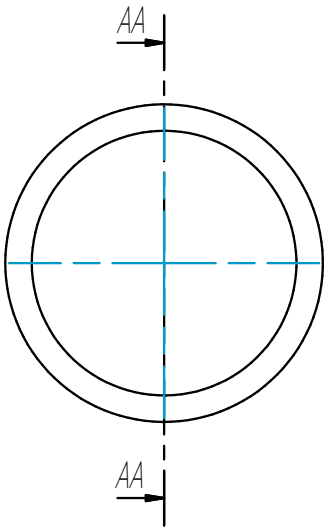
5	2	PIÑON CONDUCTOR ENTRADA - SALIDA UÑAS		AC 705	
Pos.	CANT.	DENOMINACIÓN		NORMA	DIM. EN BRUTO
		NOMBRE	FECHA		
DIBUJADO		Morocho C.	14/02/2025		
COMPROBADO		Ing. Cobos C.			
PROYECCIÓN		DISPENSADOR DE PALLET			ESCALA: 1:2
					LÁMINA N° 09/14

A-A (1 : 1)



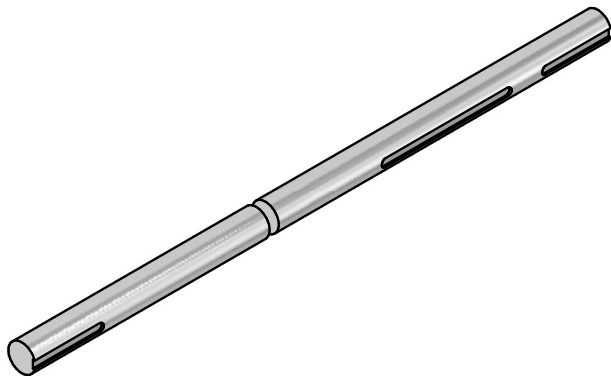
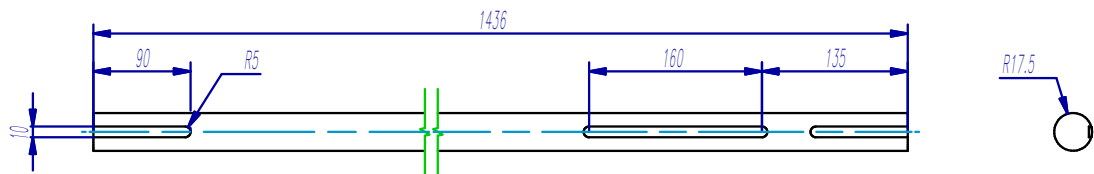
5	4	ARANDELA SEPARADORA DE RODAMIENTOS		Ac 705	
Pos.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO

AA-AA (1 : 1)



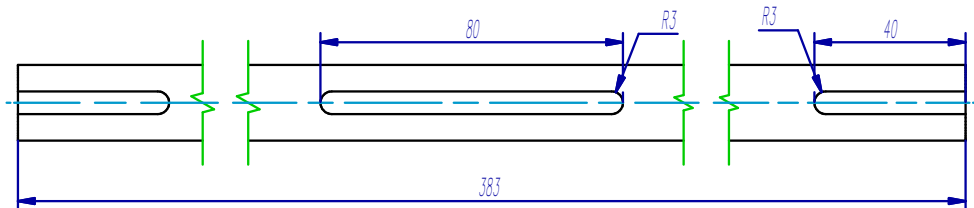
4	4	ARANDELA SEPARADORA DEL RODILLO			AC 705	
Pos.	CANT.	DENOMINACIÓN		NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO
		NOMBRE	FECHA	TECNOLOGIA MECÁNICA SEDE MATRIZ CUENCA		UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
DIBUJADO		Morocho C.	14/02/2025			
COMPROBADO		Ing. Cobos C.				
PROYECCIÓN		DISPENSADOR DE PALLET				ESCALA: 1:2
						LÁMINA N° 10/14

VISTA (1 : 7)

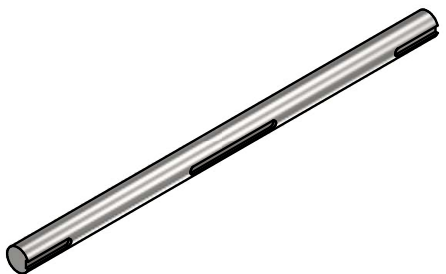
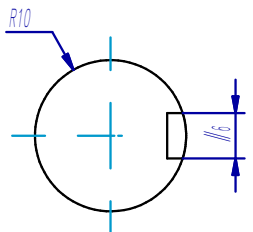


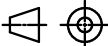
27	I	EJE DE ELEVACIÓN		Ac 705	
Pos.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO

FRONTAL (1 : 2)



VISTA L I (1 : 1)



II	4	EJE MOVIMIENTO UÑAS			AC 705	
Pos.	CANT.	DENOMINACIÓN		NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO
		NOMBRE	FECHA	TECNOLOGIA MECÁNICA SEDE MATRIZ CUENCA		UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
DIBUJADO		Morocho C.	14/02/2025			
COMPROBADO		Ing. Cobos C.				
PROYECCIÓN 		DISPENSADOR DE PALLET				ESCALA: 1:2
						LÁMINA N° 11/14

Technical drawing of a mechanical assembly, likely a pump or motor component, showing a cross-section. The drawing includes a main assembly view and a detail view of a bolted joint.

Main Assembly View:

- 1:** Points to the top cover or housing.
- 2:** Points to the internal shaft or rotor assembly.
- 3:** Points to the internal shaft or rotor assembly.
- 4:** Points to the internal shaft or rotor assembly.
- 5:** Points to the internal shaft or rotor assembly.

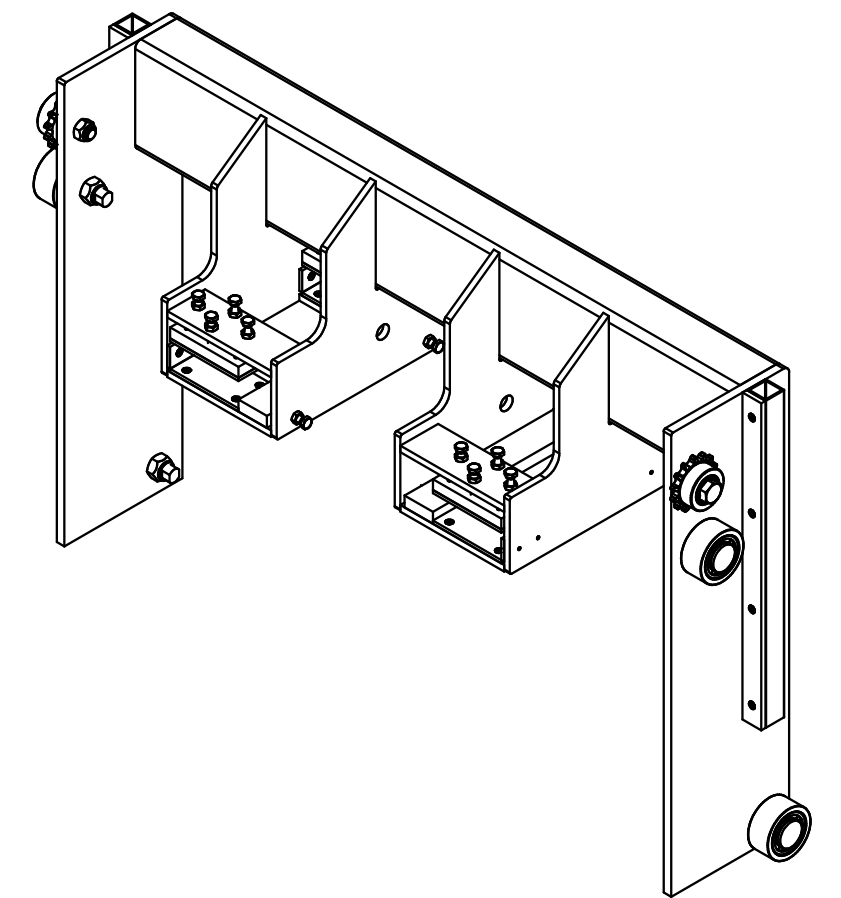
Detail View:

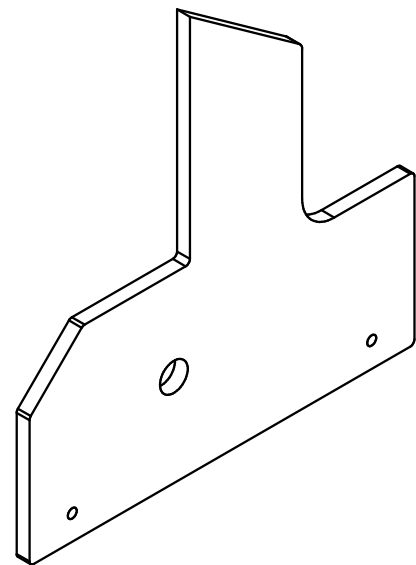
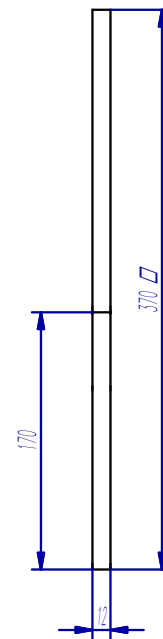
- Shows a cross-section of a bolted joint with a hatched area indicating a specific material or condition.

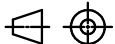
Annotations:

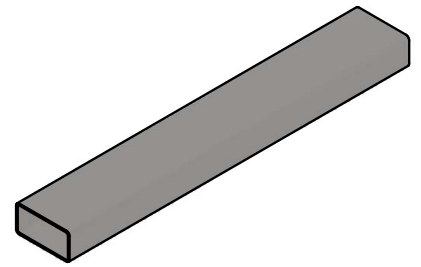
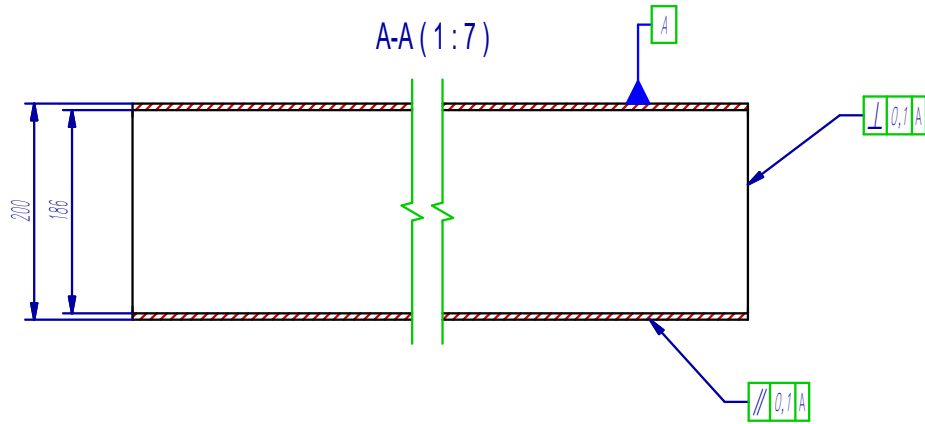
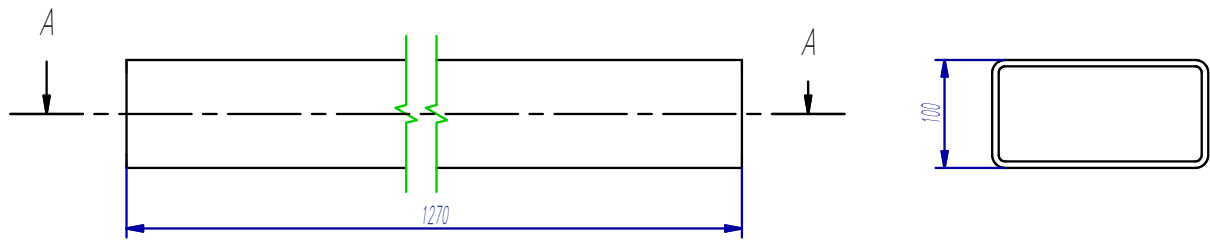
- AD (1 : 4):** A label indicating a specific part or assembly.
- AB:** A label indicating a specific part or assembly.

A technical drawing of a vertical assembly, possibly a ladder or a rack. It features a central vertical shaft with several horizontal components attached. At the top and bottom, there are complex mechanical assemblies labeled 'AC' with arrows pointing to them. A green circle is drawn on the left side, and a blue line extends from it to a point on the central shaft.

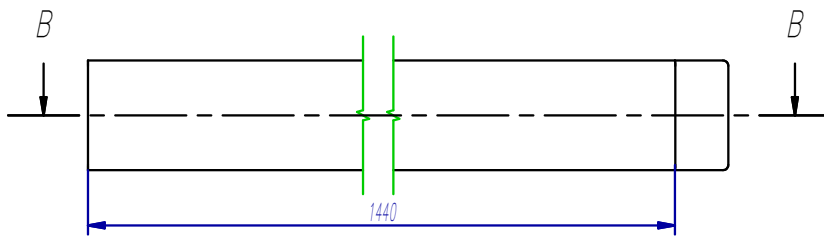
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA



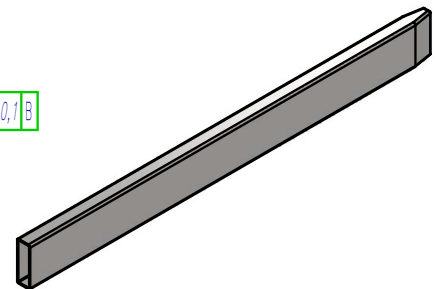
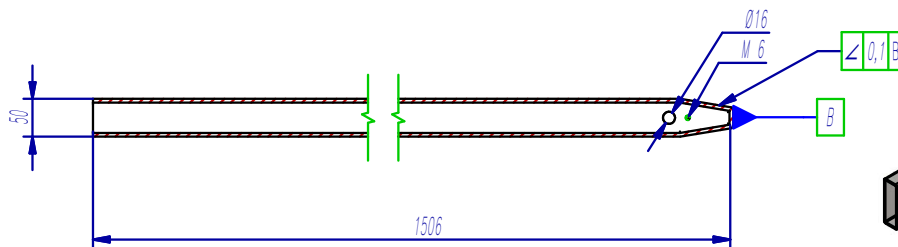
8.II	2	PLACA SOPORTE INTERNA			ST 37	
Pos.	CANT.	DENOMINACIÓN		NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO
		NOMBRE	FECHA	TECNOLOGIA MECÁNICA SEDE MATRIZ CUENCA	 UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA	
DIBUJADO		Morocho C.	14/02/2025			
COMPROBADO		Ing. Cobos C.				
PROYECCIÓN	 DISPENSADOR DE PALLET				ESCALA:	1:5
					LÁMINA N°	13/14



8.1	I	PUENTE PRINCIPAL		ST 37	
Pos.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO

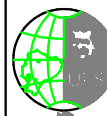


B-B (1 : 10)



14	2	UÑAS		ST 37	
Pos.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO

	NOMBRE	FECHA	TECNOLOGIA MECÁNICA		
DIBUJADO	Morocho C.	14/02/2025	SEDE		
COMPROBADO	Ing. Cobos C.		MATRIZ CUENCA		
PROYECCIÓN	DISPENSADOR DE PALLET				ESCALA:
					LÁMINA N° 14/14



UNIVERSIDAD POLITECNICA
SALESIANA