



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECÁNICA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA HIDRÁULICA DE
CHATARRA UTILIZANDO CILINDROS RECICLADOS DE
PLATAFORMAS DE CARGA**

**PROPUESTA TECNOLÓGICA PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO ELECTROMECÁNICO**

AUTORES:

Jhonathan Steveen Pérez Muso

Pamela Lizbeth Prado Toctaguano

TUTOR:

Ing. Gonzalo Xavier Vizuite Fiallos

LATACUNGA, AGOSTO 2026



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Pérez Muso Jhonathan Steeven y Prado Toctaguano Pamela Lizbeth, declaramos ser autores del presente proyecto de titulación: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA HIDRÁULICA DE CHATARRA UTILIZANDO CILINDROS RECICLADOS DE PLATAFORMAS DE CARGA”**, siendo el Ing. Gonzalo Xavier Vizuite Fiallos tutor del presente proyecto de titulación; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente proyecto de titulación, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Perez Muso Jhonathan Steeven

C.I: 0504279993

Prado Toctaguano Pamela Lizbeth

C.I: 0504784554

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de titulación sobre el título:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA HIDRÁULICA DE CHATARRA UTILIZANDO CILINDROS RECICLADOS DE PLATAFORMAS DE CARGA”, propuesto por los estudiantes Pérez Muso Jhonathan Steven y Prado Toctaguano Pamela Lizbeth de la Carrera de **INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA**, considero que dicho proyecto de titulación cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico – técnicos suficientes para ser sometidos al Tribunal de Lectores.

Latacunga, agosto 2026

.....
Ing. Gonzalo Xavier Vizuite Fiallos

C.I: 171463136-1

TUTOR

MEGACONS

CARTA DE SATISFACCIÓN

Latacunga, 05 de agosto del 2026

A quien corresponda:

Por medio de la presente, la empresa MEGACONS hace constar su satisfacción con el trabajo de investigación desarrollado por los estudiantes **PEREZ MUSO JHONATHAN STEVEEN** y **PRADO TOCTAGUANO PAMELA LIZBETH** correspondiente al trabajo de titulación denominado:

"Diseño y construcción de una prensa hidráulica de chatarra utilizando cilindros reciclados de plataformas de carga".

Durante el desarrollo del proyecto, el estudiante demostró un alto nivel de responsabilidad, compromiso, ética profesional y conocimientos técnicos, cumpliendo satisfactoriamente con las actividades planificadas y los objetivos establecidos para la ejecución de la investigación.

El trabajo realizado representó un aporte importante para nuestra empresa, al desarrollar una solución técnica orientada al aprovechamiento de materiales reciclados mediante el diseño y construcción de una prensa hidráulica funcional, contribuyendo a la optimización de procesos. Asimismo, las recomendaciones y resultados obtenidos constituyen una base para futuras mejoras e implementación de tecnologías que fortalezcan la productividad y eficiencia de la empresa.

En virtud de lo expuesto, MEGACONS expresa su total satisfacción con el desempeño del estudiante durante el desarrollo de su tesis, destacando su capacidad técnica, iniciativa, responsabilidad y dedicación en cada una de las etapas del proyecto.

Por lo tanto, extendemos la presente Carta de Satisfacción a favor de los estudiantes **PEREZ MUSO JHONATHAN STEVEEN** y **PRADO TOCTAGUANO PAMELA LIZBETH**, para que sea presentada ante la institución de educación superior correspondiente como parte de los requisitos de su proceso de titulación y para los fines académicos que estime pertinentes.

Atentamente:

Sra. Mariela Astudillo

Gerente – Propietaria

MEGACONS



0989918806.



AVAL DE APROBACIÓN DE LECTORES

Cumpliendo con el Reglamento de Titulación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Lectores de Tribunal de Proyecto de Titulación con el tema **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA HIDRÁULICA DE CHATARRA UTILIZANDO CILINDROS RECICLADOS DE PLATAFORMAS DE CARGA”**, propuesto por los estudiantes Pérez Muso Jhonathan Steven y Prado Toctaguano Pamela Lizbeth de la Carrera de **INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA**, me permito indicar que los estudiantes han concluido todas las observaciones y realizado todas las observaciones señaladas por el Tribunal de Lectores, además de validar el funcionamiento de la propuesta, por lo cual presentamos el Aval de aprobación del Proyecto de Titulación correspondiente a la modalidad Propuesta Tecnológica en virtud de lo cual los postulantes pueden presentarse a la Defensa de su Proyecto de Titulación.

Particular que pongo en su conocimiento para los fines legales pertinentes.

Latacunga, agosto 2026

Atentamente.

Lector 1 (Presidente)

Ing. Torres Tamayo Enrique PhD.
C.I: 17571294-0

Lector 2

Ing. Cevallos Betún segundo
C.I: 050178243-7

Lector 3

Ing. Gallardo Molina Cristian MSc
C.I: 050284769-2



CERTIFICACIÓN DE INFORME DE SIMILITUD

En mi calidad de Tutor del **Proyecto de Titulación** con el tema: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA HIDRÁULICA DE CHATARRA UTILIZANDO CILINDROS RECICLADOS DE PLATAFORMAS DE CARGA “de Perez Muso Jhonathan Steeven y Prado Toctaguano Pamela Lizbeth,** de la carrera de Ingeniería Electromecánica, remito la captura de pantalla del reporte del sistema de reconocimiento de texto **Turnitin** con un porcentaje de coincidencias del 7%; y, expreso una vez más, mi conformidad en cuanto a la dirección del trabajo de titulación.

Latacunga, agosto 2026

Jhonathan Perez
PRESA HIDRAULICA

Quick Submit
Quick Submit
Universidad Técnica De Cotopaxi

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trnvid=13627474889
Fecha de entrega
14 ago 2026, 12:56 p.m. GMT-5
Fecha de descarga
14 ago 2026, 1:10 p.m. GMT-5
Nombre del archivo
JHONATHAN_FERREZ.pdf
Tamaño del archivo
3.0 MB

70 páginas
14.221 palabras
73.362 caracteres



Página 2 de 20 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega: trnvid=13627474889

7% Similitud general

El total acumulado de similitud es considerable. Indica los fragmentos superpuestos para los.

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 2 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 0% Fuentes de Internet
- 0% Publicaciones
- 2% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Caracteres reemplazados
13 caracteres reemplazados en 12.º de página:
13 caracteres reemplazados por caracteres similares de otro archivo

Los algoritmos de Turnitin detectan similitudes en profundidad para
buscar coincidencias que podrían indicar plagio. Si una coincidencia de
similitud es alta, el sistema puede indicar plagio que puede ser de
origen no autorizado o de un estudiante que ha copiado y pegado.
Una marca de alerta de integridad no garantiza la detección de plagio. Los errores
semanales son parte del proceso.

Ing. Gonzalo Xavier Vizuet Fiallos
C.C.: 171463136-1
TUTOR

Latacunga, agosto del 2026

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés de la Universidad Técnica de Ambato; **CERTIFICO** en forma legal que:

La traducción del resumen al idioma inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA HIDRÁULICA DE CHATARRA UTILIZANDO CILINDROS RECICLADOS DE PLATAFORMAS DE CARGA”**, presentado por: **Pérez Muso Jhonathan Steveen y Prado Toctaguano Pamela Lizbeth**, egresado de la Carrera de: **Electromecánica**, perteneciente a la **Facultad de Ciya**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Atentamente,



.....
Lic. Mónica Mishell Chicaiza Laica

CI: 0550650352

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por darme salud y la fuerza para poder llegar hasta este momento y culminar mi proyecto de tesis.

Agradecer infinitamente a mi familia, especialmente a mi madre ZOILA, por darme todo el apoyo y confianza en toda esta vida universitaria por motivarme a seguir adelante y por estar conmigo en los momentos más difíciles.

También agradecer a mi tía SANDRA que siempre fue mi consejera en toda esta trayectoria, por siempre apoyarme en todo.

Finalmente agradezco a mis compañeros y amigos por los momentos compartidos por su ayuda y por hacer que este proceso sea una experiencia que recordare siempre.

A todos ustedes gracias

Autor:

JHONATHAN STEVEEN PEREZ MUSO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por darme la vida la salud y la fuerza para poder cumplir mis metas.

Con mucho cariño dedico este logro a mi querida Madre, a mi padre, a mis hermanos, a mi tía y a mi familia, por estar siempre conmigo, apoyándome y motivándome a seguir en adelante. Infinitas gracias por tenerme confianza y ayudarme en no rendirme cuando las cosas se pusieron difíciles. Este logro también es de ustedes.

También dedico este trabajo a todas las personas que estuvieron presentes durante mi carrera y que de alguna manera me ayudaron a llegar hasta aquí, ya sea con un consejo o una palabra de apoyo.

Y porque no dedicar este trabajo a mi mascota KIRA que me acompañó desde mis inicios y me sigue acompañando, especialmente en aquellos momentos de cansancio y estrés. Aunque no pueda entender todo el esfuerzo que hay detrás de este trabajo, su compañía y cariño hicieron más llevadero este camino que también forma parte de este logro.

Y, por último, me dedico este logro a mí mismo, por todo el esfuerzo, dedicación y constancia que puse durante estos años para poder terminar mi carrera y cumplir esta meta tan importante para mi vida.

Autor:

JHONATHAN STEVEEN PEREZ MUSO

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios, por darme vida, salud, fortaleza y sabiduría para culminar esta etapa tan importante de mi formación académica.

Agradezco profundamente a mis padres, por ser el pilar fundamental durante todo este proceso. Gracias por su amor, paciencia, sacrificio y apoyo incondicional, por confiar en mí incluso en los momentos difíciles y por motivarme a continuar cuando las circunstancias parecían complicadas. Cada palabra de aliento y cada esfuerzo que realizaron para apoyarme fueron fundamentales para alcanzar este objetivo.

Agradezco también a mi familia, por acompañarme y brindarme su apoyo durante este proceso, y a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a que este proyecto pudiera hacerse realidad. Por todo ello, les estaré siempre profundamente agradecida y llevaré conmigo cada una de sus enseñanzas.

Autor:

PRADO TOCTAGUANO PAMELA LIZBETH

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación, en primer lugar, a Dios, por brindarme la fortaleza, sabiduría y perseverancia necesarias para superar cada desafío durante este camino.

De manera especial, dedico este logro a mis padres, quienes han sido mi principal fuente de inspiración y apoyo. Gracias por estar presentes en cada etapa de mi formación, por sus sacrificios, consejos, confianza y por enseñarme que con esfuerzo, dedicación y perseverancia es posible alcanzar las metas que uno se propone.

Este logro también es de ustedes, porque detrás de cada esfuerzo realizado existen sus palabras de motivación, su apoyo incondicional y el deseo de verme cumplir mis sueños.

Con todo mi cariño y gratitud, este logro se los dedico a ustedes, mis padres.

Autor:

PRADO TOCTAGUANO PAMELA LIZBETH

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA HIDRÁULICA DE CHATARRA UTILIZANDO CILINDROS RECICLADOS DE PLATAFORMAS DE CARGA”

Autores:

Pérez Muso Jhonathan Steven

Prado Toctaguano Pamela Lizbeth

RESÚMEN

El presente proyecto tecnológico tuvo como finalidad el diseño y construcción de una prensa hidráulica de chatarra utilizando cilindros reciclados de plataformas de carga. La máquina está orientada a la compactación y doblado de residuos metálicos provenientes de actividades tanto mecánicas como industriales. Para el desarrollo del proyecto se aplicó una metodología de campo basada en la observación directa de las actividades que se desarrollan actualmente en la Empresa Megacons, lo que permitió identificar las necesidades técnicas que requiere la empresa, entre ellas la compactación de chatarra, doblado de ejes y otras actividades similares, contribuyendo así a establecer los elementos necesarios para el diseño y creación de la máquina. A partir de la información recopilada a través del propietario y los trabajadores de la empresa se determinaron las características estructurales, mecánicas e hidráulicas necesarias para la construcción de la prensa. Asimismo, se consideró la reutilización de los cilindros provenientes de plataformas de carga, los cuales se encontraban en condiciones adecuadas, permitiendo integrar los demás componentes estructurales necesarios para generar la fuerza de compresión requerida para reducir el volumen de los residuos metálicos, su transporte y manipulación. De esta manera, el proyecto constituye una alternativa tecnológica innovadora y funcional que aporta al manejo de la chatarra y al desarrollo de actividades laborales que no pongan en riesgo la salud de los trabajadores.

Palabras claves: Prensa hidráulica, chatarra metálica, compactación, cilindros hidráulicos, seguridad laboral.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

THEME: “DESING AND CONSTRUCTION OF A HYDRAULIC SCRAP METAL PRESS USING RECYCLED CYLINDERS FROM LOADING PLATFORMS”

Authors:

Pérez Muso Jhonathan Steven

Prado Toctaguano Pamela Lizbeth

ABSTRACT

The purpose of this technological project was the design and construction of a hydraulic scrap metal press using recycled cylinders from loading platforms. The machine is intended for the compaction and bending of metal waste generated by mechanical and industrial activities. For the development of the project, a field methodology based on the direct observation of the activities currently carried out at Megacons Company was applied, which made it possible to identify the technical needs required by the company, including scrap metal compaction, axle bending, and other similar activities, thus contributing to establishing the necessary elements for the design and construction of the machine. Based on the information collected through the company's owner and workers, the structural, mechanical, and hydraulic characteristics necessary for the construction of the press were determined. Likewise, the reuse of cylinders from loading platforms was considered, which were in suitable condition, allowing the integration of the other structural components necessary to generate the required compressive force to reduce the volume of metal waste, facilitating its transportation and handling. In this way, the project constitutes an innovative and functional technological alternative that contributes to scrap metal management and the development of work activities that do not put workers' health at risk.

Keywords: Hydraulic press, scrap metal, compaction, hydraulic cylinders, occupational safety

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN	iii
AVAL DE APROBACIÓN DE LECTORES.....	iv
CERTIFICACIÓN DE INFORME DE SIMILITUD.....	v
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	vi
<i>AGRADECIMIENTO</i>	vii
<i>DEDICATORIA</i>	viii
<i>AGRADECIMIENTO</i>	ix
<i>DEDICATORIA</i>	x
RESÚMEN	xi
ABSTRACT	xii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
2.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	3
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
2.3. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN	4
2.3.1. Objeto de investigación.....	4
2.3.2. Campo de acción.....	4
2.4. BENEFICIARIOS	4
2.4.1. Beneficiarios directos:	4
2.4.2. Beneficiarios indirectos	4
2.5. JUSTIFICACIÓN.....	4
2.6. OBJETIVOS.....	5
2.6.1. Objetivo General.....	5
2.6.2. Objetivos Específicos.....	6
2.7. SISTEMA DE TAREAS.....	7

3.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
3.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
3.2.	Marco referencial.....	9
3.2.1.	Reciclaje.....	9
3.2.2.	Cilindros de plataformas de carga.....	10
3.2.3.	Prensa	11
3.3.1.	Prensa hidráulica	12
4.	metodología	20
4.1.	Diseño conceptual.....	20
4.2.	DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO	21
4.3.	metodología del sistema mecánico.	22
4.3.1.	Nomenclatura de las variables	23
4.3.2.	Cálculo de la bancada de compresión.	24
4.3.3.	Diseño de la estructura principal.....	28
4.3.4.	Cálculo del sistema de fijación de los actuadores a la estructura.	34
4.4.	Metodología del sistema hidráulico.....	37
4.4.1.	Cálculos para la selección del cilindro hidráulico.	37
4.4.2.	Determinación de la velocidad y caudal requerido	43
4.4.3.	Selección de la bomba hidráulica.....	45
4.4.4.	Cálculo del motor eléctrico	45
4.4.5.	Selección de válvulas hidráulicas.	46
4.4.6.	Selección de tuberías y mangueras	47
4.4.7.	Diámetro de tuberías y mangueras.....	48
4.5.	Diseño cad de la prensa hidráulica	49
4.5.1.	Diseño CAD de la mesa de compactación.....	50
4.5.2.	Diseño CAD de la estructura principal.....	50
4.6.	Configuración de la simulación por elementos finitos	51

4.6.1.	Selección del material	51
4.6.2.	Condiciones de frontera	52
4.6.3.	Condiciones de carga	53
4.6.4.	Generación y convergencia del mallado	54
5.	Análisis de resultados	56
5.1.	Mesa de compactación.....	56
5.2.	columnas de la estructura	58
5.3.	pernos de sujeción de los cilindros	60
5.4.	Construcción e implementación de la prensa hidráulica.	62
5.4.1.	Materiales y herramientas de construcción	62
5.5.	Análisis de la presión en función del desplazamiento del pistón.	63
5.6.	Comparación entre los resultados analíticos y la simulación numérica.	65
5.7.	Validación experimental mediante pruebas de funcionamiento	66
5.8.	Análisis económico del proyecto.....	67
6.	CONCLUSIONES.....	70
7.	RECOMENDACIONES	71
8.	Referencias	71
9.	ANEXOS.....	74
9.1.	ANEXO I.....	75
9.1.1.	PLANOS MECÁNICOS	75
9.2.	ANEXO II.....	76
9.2.1.	PLANO ELÉCTRICO Y HIDRÁULICO	76
9.3.	ANEXO III	79
9.3.1.	IMÁGENES DEL PROCESO DE CONTRUCCIÓN	79
9.3.	ANEXO IV	84
9.3.1.	MANUAL DE FUNCIONAMINETO Y MANTENIMIENTO.....	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Modalidad de titulación	1
Tabla 2: Área de Conocimiento UNESCO	1
Tabla 3: Cuadro del sistema de tareas	7
Tabla 4: Ventajas y Desventajas de los tipos de prensas	11
Tabla 5. Nomenclatura de las variables empleadas en los cálculos.....	23
Tabla 6. Comparativa del material.....	33
Tabla 7. Tabla de Dimensiones	40
Tabla 8. Velocidad de prensa	44
Tabla 9. Comparativa para la selección de la bomba hidráulica.	45
Tabla 10. Matriz ponderada para la selección de válvulas hidráulicas.....	47
Tabla 11. Matriz ponderada para la selección de tuberías y mangueras hidráulicas	47
Tabla 12. Velocidades recomendadas.	48
Tabla 13. Selección comercial	49
Tabla 14. Propiedades mecánicas del acero ASTM A36 utilizadas en la simulación	51
Tabla 15. Estudio de convergencia del mallado	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 16. Componentes utilizados en la construcción.....	63
Tabla 17. Puntos de datos utilizados.....	64
Tabla 18. Comparación entre los resultados analíticos y la simulación.	65
Tabla 19. Resultados experimentales.....	66
Tabla 20. Pruebas de funcionamiento realizadas con la prensa hidráulica.....	66
Tabla 21. Costos de materiales	67
Tabla 22. Costo de mano de obra	68
Tabla 23. Otros gastos.	68
Tabla 24. Comparación técnica y económica entre la prensa desarrollada y una prensa comercial	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Reciclaje del metal [8]	10
Figura 2: Tipos de prensas [11], [12]	11
Figura 3: Cuerpo principal [16]	13
Figura 4: Mensa o bancada de trabajo [17]	14
Figura 5: Herramientas de prensado [19]	14
Figura 6: Elementos del sistema hidráulico [21]	15
Figura 7: Motor [23]	16
Figura 8: Deposito hidráulico [24]	16
Figura 9: Tuberías hidráulicas [25]	17
Figura 10: Prensa hidráulica tipo H [27]	18
Figura 11: Prensa hidráulica en C [28]	18
Figura 12: Prensa de cuatro columnas [28]	19
Figura 13. Estructura del diseño conceptual	21
Figura 14. Diagrama básico de funcionamiento.	22
Figura 15. Viga simplemente apoyada	24
Figura 16. Geometría de la sección	25
Figura 17. Viga simplemente apoyada con carga distribuida uniforme	26
Figura 18. Concentración de tensiones para plancha flexionada con radio de acuerdo.	27
Figura 19. Sección transversal de la columna	29
Figura 20. Geometría de la sección	30
Figura 21. Esfuerzo cortante simple en un perno.	36
Figura 22. Esfuerzo equivalente de Von Mises.	37
Figura 23. Cilindro hidráulico de doble efecto de 6,664".	39
Figura 24. Cilindro hidráulico doble efecto	40
Figura 25. Sección transversal	42
Figura 26. Modelo CAD de la prensa hidráulica junto a sus medidas	50
Figura 27. Diseño CAD de la mesa de compactación	50
Figura 28. Diseño CAD de la estructura principal	51
Figura 29. Restricciones en los perfiles de la estructura.	52
Figura 30. Grados de libertad	52
Figura 31. Aplicación de la fuerza sobre la mesa de compactación y la estructura	53
Figura 32. Aplicación de la carga sobre los pernos de fijación.	53
Figura 33. Generación del mallado	54

Figura 34. Distribución de la tensión equivalente	56
Figura 35. Punto de máximo esfuerzo.	57
Figura 36. Desplazamiento total de la mesa de compactación.	57
Figura 37. Deformación equivalente.	58
Figura 38. Factor de seguridad de la mesa.	58
Figura 39. Distribución de la tensión equivalente de Von Mises	59
Figura 40. Punto de máximo esfuerzo en las columnas	59
Figura 41. Distribución de la deformación equivalente	60
Figura 42. Distribución de la tensión equivalente de Von Mises	60
Figura 43. Punto de máximo esfuerzo en los pernos	61
Figura 44. Distribución de la deformación equivalente	61
Figura 45. Ensamble final de la prensa hidráulica.....	62
Figura 46. Presión requerida por intervalo de desplazamiento del pistón, en MPa (bar).....	65

1. INFORMACIÓN GENERAL

Tema del proyecto:

Diseño y construcción de una prensa hidráulica de chatarra utilizando cilindros reciclados de plataformas de carga

Tabla 1: Modalidad de titulación

Modalidad de titulación	Homologación para informe final de titulación	Selección
Propuesta tecnológica	Informe de propuesta tecnológica	X

Fuente: Los autores

Trabajo de titulación vinculado al proyecto:

Desarrollo de máquinas aplicados a la ingeniería electromecánica

Equipo de trabajo:

Investigadores:

- | | |
|-----------------------------------|------------|
| • Pérez Muso Jhonathan Steveen | Estudiante |
| • Prada Toctaguano Pamela Lizbeth | Estudiante |

Tutor de investigación:

- | | |
|---------------------------------------|-------|
| • Ing. Vizuite Fiallos Gonzalo Xavier | Tutor |
|---------------------------------------|-------|

Área de conocimiento:

Tabla 2: Área de Conocimiento UNESCO

Área del conocimiento	Subáreas del conocimiento	Subárea específica del conocimiento
07 Ingeniería, Industria y Construcción	071 Ingeniería y profesiones afines	0715 Mecánica y metalurgia

Fuente: UNESCO

Línea de investigación:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

Sublíneas de investigación de la carrera:

Diseño, construcción y mantenimiento de proyectos electromecánicos.

2. INTRODUCCIÓN

El crecimiento de residuos metálicos provenientes de diversas actividades tanto mecánicas como industriales constituyen un desafío importante para la reutilización de estos materiales reciclados, los cuales en ocasiones son desechados sin ningún aprovechamiento. Esto ha dado origen a la necesidad de crear nuevas alternativas tecnológicas e innovadoras para optimizar el manejo y tratamiento de los residuos metálicos, contribuyendo así a reducir significativamente el volumen de estos, permitiendo su manipulación, transporte, almacenamiento y comercialización, lo que representa un beneficio positivo donde además se promueve la disminución del impacto ambiental asociado a la acumulación y manejo inadecuado de este tipo de residuos.

Tomando en cuenta estos aspectos se puede mencionar que una prensa hidráulica es una máquina que utiliza la presión de un fluido para generar fuerza, dar forma, comprimir o moldear elementos metálicos a fin de obtener una pieza deseada, se caracteriza por ofrecer flexibilidad durante la implementación de la fuerza, lo que permite a los usuarios ajustar su presión para adaptarse hacia diferentes materiales y tareas. [1]

De tal manera que para la construcción de la prensa hidráulica de chatarra se toma en consideración aspectos técnicos y mecánicos como el modelo, estructura y demás materiales que ayuden a cumplir las expectativas de funcionamiento con la finalidad de garantizar un aporte seguro y confiable que responda a las necesidades de las empresas o centros de reciclaje que se dediquen a la compactación de materiales metálicos.

Es así que el presente proyecto se centra en el diseño y construcción de una prensa hidráulica mediante cilindros reciclados de plataformas de carga, siendo una propuesta tecnológica e innovadora que estará destinada al desarrollo de actividades de compactación y conformado de estructuras metálicas, como tubos de acero o aluminio, perfiles, planchas y láminas metálicas, que son la base para cumplimiento los trabajos realizados en el área metalmecánica de la empresa.

2.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

En la actualidad existen variedad de mecanismos que se emplean para desarrollar diversos trabajos, tareas y procesos a nivel mecánico e industrial, entre estos están el uso de maquinarias como la prensa hidráulica que se caracteriza por proporcionar ayuda a las empresas y talleres dedicados al procesamiento de materiales metálicos, los mismos que necesitan la aplicación de grandes fuerzas o presión a fin de facilitar las operaciones de compactación, deformación y moldeado metálico, obteniendo piezas de calidad y reduciendo el esfuerzo físico del trabajador e incrementando su eficiencia y productividad. [2]

En la parroquia Tanicuchi perteneciente a la provincia de Cotopaxi existen algunos talleres enfocados al trabajo con materiales metálicos, uno de estos es la empresa “Megacons” dedicada al mantenimiento de plataformas de carga, soldas especiales de máquinas, y fabricación de puertas, ventanas, marcos de metal, además de depósitos y recipientes metálicos donde la producción depende en gran medida del uso de maquinaria específica para el cumplimiento de su trabajo. Esta empresa enfrenta algunos problemas para desarrollar sus actividades, uno de estos se da en los métodos de fabricación, donde los procesos de doblado de planchas y perfiles IPN son realizados de manera rustica, es decir por medio del calentamiento del material elevando su temperatura para luego ser sometidos al golpe lo que provoca que no se obtenga un producto adecuado y se tenga que repetir su proceso de fabricación, afectando directamente la economía de la empresa, por otra parte también se requiere ayuda de más trabajadores ya sea para realizar un dobles sea este pequeño o no, lo que aumenta el esfuerzo físico de los trabajadores, incrementando así el riesgo de accidentes laborales debido al uso de métodos improvisados y sobre todo se tiene la pérdida de tiempo para el cumplimiento de las actividades lo que limita la capacidad productiva y se pierda competitividad con otras empresas o talleres que pueden ofrecer sus servicios de forma más rápida.

Tomando en consideración estos aspectos se plantea necesario diseñar y construir una prensa hidráulica de chatarra utilizando cilindros reciclados de plataformas de carga, la misma que se adapte a las necesidades de la empresa “Megacons”, sea de fácil mantenimiento y además contribuya al desarrollo de las actividades permitiendo a los productores de la empresa optimizar su tiempo, mejorar su trabajo con la finalidad de reducir perdidas que se han ido dando actualmente por la calidad del producto y con ello fortalecer las sostenibilidad de la producción de la empresa.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es factible diseñar y construir una prensa hidráulica de chatarra utilizando cilindros reciclados de plataformas de carga para la empresa “Megacons”?

2.3. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.3.1. Objeto de investigación

Prensa hidráulica de chatarra

2.3.2. Campo de acción

Diseño y construcción de maquinaria industrial

2.4. BENEFICIARIOS

2.4.1. Beneficiarios directos:

Los principales beneficiarios del diseño y construcción de una prensa hidráulica de chatarra utilizando cilindros reciclados de plataformas de carga será la empresa “Megacons”, quien podrá contar con una herramienta tecnológica adecuada que contribuirá a optimizar los procesos de doblado, compactado y enderezado de metales reduciendo así el tiempo de trabajo y el esfuerzo físico de los trabajadores.

2.4.2. Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos serán los clientes de la empresa “Megacons”, debido a que recibirán productos y elementos que cumplan con sus expectativas y sean entregados en el tiempo estipulado. Además, otros de los beneficiarios será los demás sectores metalmecánicos quienes serán incentivados a crear maquinaria con materiales reciclados fin de promover la utilización de tecnologías de bajo costo lo cual ayuda fomentar la práctica sostenible y el aprovechamiento de recursos que en varias ocasiones es desechado, con es esto se logra tener de ideas innovadoras que ayuden al cumplimiento de las actividades.

2.5. JUSTIFICACIÓN

En la empresa “Megacons” ubicada en la parroquia Tanicuchi se desarrollan varias actividades relacionas con la utilización y manejo de materiales metálicos, los mismos han tenido algunos inconvenientes durante su proceso productivo, presentando así algunas fallas y perdidas tanto económicas como materiales. Es así que el presente tema titulado “Diseño y construcción de

una prensa hidráulica de chatarra utilizando cilindros de reciclados de plataformas de carga” ayudará a la empresa de manera significativa debido que es una alternativa tecnología y viable orientada especialmente a la optimización de los procesos de compactación de residuos metálicos tomando en consideración el aprovechamiento de los mismos y el impacto que pueden tener en el sector metalmecánico.

De tal manera que el diseño y construcción de la prensa hidráulica permitirá obtener un sistema eficiente, funcional para la empresa, el cual genere fuerza necesaria para la utilización de los residuos metálicos, transporte y ejecución de los mismos, disminuyendo de así el tiempo de trabajo de los empleados, el volumen de la chatarra contribuyendo a una manipulación más segura. Por lo que la reutilización de cilindros reciclados de plataformas de carga nos demostrará su factibilidad para ser utilizados en maquinarias que permitan a la empresa de forma efectiva al cumplimiento correcto de sus actividades sin que se afecte la calidad de los productos que ofrecen.

En el aspecto económico el presente proyecto representa una alternativa factible ya que es de bajo costo siendo accesible a comparación con otras prensas hidráulicas que nos son echas con cilindros reciclados, lo que esto constituye una estrategia de reducción de gastos de adquisición favoreciendo la implementación de soluciones tecnológicas para empresa o sitios dedicados al manejo de metales a fin de incrementar la productividad y fomentar el uso de recursos disponibles que todavía pueden ser empleados por mantenerse todavía funcionales.

Finalmente, la construcción de una prensa hidráulica será considerada una propuesta de innovación tecnológica enfocada al aprovechamiento de materiales reutilizables dando soluciones mecánicas adecuadas a las necesidades de la empresa “Megacons”. Además de ser una propuesta que impulsa el desarrollo eficiente de los recursos que se tienen disponibles, esta será maquinaria que ayude al funcionamiento de actividades relacionadas con trabajos metálicos que requieren gran fuerza y tiempo.

2.6. OBJETIVOS

2.6.1. Objetivo General

Fabricar una prensa hidráulica de chatarra utilizando cilindros reciclados de plataformas de carga para la empresa “Megacons”.

2.6.2. Objetivos Específicos

- Investigar información necesaria que ayude a la construcción de una prensa hidráulica mediante cilindros reciclados de plataformas de carga.
- Diseñar la prensa hidráulica tomando en consideración características que se utilizan en el desarrollo de actividades metálicas en la empresa Megacons.
- Construir la prensa hidráulica de chatarra utilizando cilindros reciclados de plataformas de carga.

2.7. SISTEMA DE TAREAS

Tabla 3: Cuadro del sistema de tareas

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES (TAREAS)	RESULTADOS ESPERADOS	TÉCNICAS, MEDIOS E INSTRUMENTOS
Investigar información necesaria que ayude a la construcción de una prensa hidráulica mediante cilindros reciclados de plataformas de carga.	• Recopilación de información sobre prensas hidráulicas y su funcionamiento. • Visita técnica en la empresa “Megacons” para identificar las actividades que se desarrollan en la misma.	• Información útil sobre la maquinaria que aporte al desarrollo del proyecto. • Reconocimiento de las actividades y funciones que se desempeñan en la empresa “Megacons”	Investigación bibliográfica y de campo Observación de las actividades que se realizan en la empresa “Megacons”
Diseñar la prensa hidráulica tomando en consideración características que se utilizan en el desarrollo de actividades metálicas en la empresa Megacons.	• Diseño del prototipo mediante el uso de software de diseño y simulación. • Verificación de los materiales entregados por la empresa.	• Simulación de la prensa de acuerdo con parámetros de diseño y planos. • Selección de materiales y elementos	Software de diseño y programación. Identificación de materiales y elementos seleccionados
Construir la prensa hidráulica de chatarra utilizando cilindros reciclados de plataformas de carga.	• Construcción de prensa hidráulica de chatarra utilizando cilindros reciclados. • Desarrollo de pruebas de funcionamiento mediante la compactación y doblado de estructuras de metal	• Prensa hidráulica de chatarra fabricada según las características del diseño • Validación de pruebas de compactación y doblado de estructuras metálicas.	Ensamble de materiales y elementos seleccionados. Pruebas de funcionamiento de la maquinaria construida.

Fuente: Los autores

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En el tema “Cálculo y diseño de una prensa hidráulica tipo C con capacidad de 20 toneladas” desarrollado por Barba Luis y Reyes Omar [3] del Instituto Politécnico Nacional de México, su investigación se basó en el avance tecnológico que las prensas hidráulicas han tenido en relación a las prensas mecánicas, donde estas han permitido mayor capacidad de manejo de cargas pesadas, seguridad y costos de mantenimiento más bajos, logrando tener mayor producción de calidad, la cual pueda ser competencia a otras marcas existentes en el mercado, adaptándose así a diversos procesos industriales. Esta investigación para su desarrollo abordó criterios de cálculo que ayudaron a dimensionar los elementos estructurales de la prensa hidráulica y del sistema de la misma, a fin de garantizar una estabilidad significativa durante su funcionamiento para trabajar sobre toda el área periférica horizontal el cual está destinado, Este proyecto dio como resultado una maquinaria capaz de proporcionar un desempeño eficiente y una producción de alta calidad que satisface las existencias técnicas del entorno industrial posicionándose como una alternativa tecnológica competitiva que ayuda para trabajos metálicos de gran tamaño y peso.

En el proyecto de investigación realizado por García Germán [4] estudiante de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo con el tema “Diseño de una prensa hidráulica para el reciclaje de papel y plástico”, su trabajo se enfoca en la compactación, manejo y transporte de dichos materiales, creando bloques compactados a fin de demostrar eficiencia y ayuda en la industria del reciclaje, esta idea nace debido a que en algunos lugares se siguen utilizando prensas manuales, las mismas que poseen un tornillo que gira gracias a la fuerza humana. Este proyecto tomo en cuenta el proceso de compactación que busca mejorar el manejo y transporte de los materiales reciclados para su reutilización favoreciendo la economía industrial, sobre todo contribuyendo a la eliminación de la contaminación, mejorando el ambiente. Para la ejecución de la prensa hidráulica se realizó primero el análisis estructural tomando en consideración el diseño, generación de planos, especificaciones de ensamblaje y costos de fabricación, los mismos que se realizaron mediante una investigación descriptiva que dio a conocer como son los procesos de compactación y desarrollo mecánico para ser establecido por un software de diseño para su posterior creación.

Por otra parte, En la Universidad Politécnica Salesiana los autores Aguilar Manuel y Pincay Edison [5] presentaron el tema “Desarrollo de una prensa hidráulica para elaborar tapas

toriesféricas de acero en espesores de hasta 6mm para la fábrica industrial CMI” donde el objetivo principal se rigió en la creación de una prensa hidráulica propia ya que antiguamente todos los trabajos de la empresa CMI eran elaborados dependiendo de otras empresas industriales que se dedican a la construcción de tapas, tanques y productos a fines, lo que reducía su nivel de ganancia, además las empresas de las cuales dependían sus trabajos en ocasiones no podían cumplir los tiempos de entrega, haciendo que la empresa CMI quede mal con sus clientes recibiendo reclamos de los mismos por incumplimiento laboral y sobre todo existía pérdida de contratos que resultaban ser buenos. Es así que para obtener la prensa hidráulica la empresa CMI tomo en consideración varios aspectos de construcción como los elementos que intervienen en la creación, los valores de inversión tomando en cuenta un nivel de recuperación y ganancia de un 30%, una vez creada la prensa hidráulica sus resultados fueron positivos ya que les permitió mejorar su economía y sobre todo cumplir con sus actividades de construcción de tapas toriesféricas sin depender de otras empresas dedicadas al manejo del acero.

Tomando en cuenta los temas anteriormente mencionados se establece que las prensas hidráulicas son beneficiosas dentro del sector industrial especialmente para las empresas dedicadas al manejo, transporte y elaboración de productos en acero, ya que les ayuda a desempeñar sus actividades de manera más rápida, optimizando tiempo y esfuerzo, es decir sin tener la necesidad de emplear a varios trabajadores para realizar una sola pieza. En conclusión, la prensa hidráulica es elemento importante dentro de la industria con el propósito de satisfacer las necesidades de los clientes cumpliendo las expectativas de diseño y calidad además de reducir accidentes laborales que puedan existir cuando se desarrolla el trabajo de forma manual.

3.2. MARCO REFERENCIAL

3.2.1. Reciclaje

Es la recolección y proceso de convertir materiales desechados en nuevos productos, los cuales se pueden volver a utilizar, o ser comercializados como nuevos, uno de los objetivos principales del reciclaje es la conservación de los recursos naturales y disminución del volumen de residuos a fin de disminuir la contaminación ambiental. En el reciclaje la capacidad de un material usado se determina por las condiciones de recuperación de las propiedades físicas y mecánicas que tenía en su estado original, las etapas del reciclaje se basan en la recolección, separación, procesamiento, creación y comercialización de un nuevo producto. [6]

3.2.1.1. Reciclaje de metales

Es una actividad importante en la gestión de residuos industriales debido a que permite la recuperación de productos metálicos que son desechados a ser fundidos nuevamente y fin de obtener nueva materia prima. Es decir, el reciclaje de metales constituye una herramienta de aprovechamiento donde los elementos metálicos que son desechados pueden volver a ser usado mediante siguiendo su debido proceso que se basa en la separación, compactación, trituración y creación de nuevos objetos que pueden ser de la forma que tenían antes o tomar otra distinta a la que tenía el metal antes de su trituración y fundición como se observa en la figura 1. [7]



Figura 1: Reciclaje del metal [8]

3.2.2. Cilindros de plataformas de carga

Son actuadores hidráulicos o neumáticos que transforman la presión de un fluido o aire en un movimiento lineal, ejerciendo fuerza sobre la presión del fluido mediante un pistón hasta el punto de operación, la función principal de los cilindros de plataformas de carga se basa en elevar, inclinar o deslizar cargas pesadas de manera segura y controlada logrando que la maquinaria desarrolle las tareas imposibles de realizar mediante del esfuerzo físico de los trabajadores. Los cilindros se caracterizan por generar gran fuerza de empuje o tracción lo que los convierte en elementos importantes dentro de cualquier sistema hidráulico. [9]

3.2.2.1. Cilindros reciclados de plataformas de carga

Son componentes desechados que formaban parte de las plataformas de carga como camiones, y volquetas, entre otros, los cuales pueden volver a ser utilizados en otros sistemas hidráulicos una vez realizada su inspección, reparación y reacondicionamiento tomando en consideración su proceso de arreglo, sellado, triturado y creación de los mismos con el propósito de darles una

nueva vida útil y funcionamiento aportando al uso de recursos que ayude a disminuir la contaminación ambiental y mejorar los trabajos establecidos.

3.2.3. Prensa

Es una herramienta indispensable utilizada en la fabricación y transformación de materiales metálicos, se caracteriza por ser una máquina diseñada para ejercer presión sobre un material con el propósito de modificar su forma, ejecutar operaciones de doblado, ensamble, compactación y corte de láminas metálicas garantizando precisión y eficiencia en su proceso a fin de obtener productos correctamente diseñados que elevan la satisfacción de los clientes y el cumplimiento de las operaciones industriales. [10]

3.2.3.1. Tipos de prensas

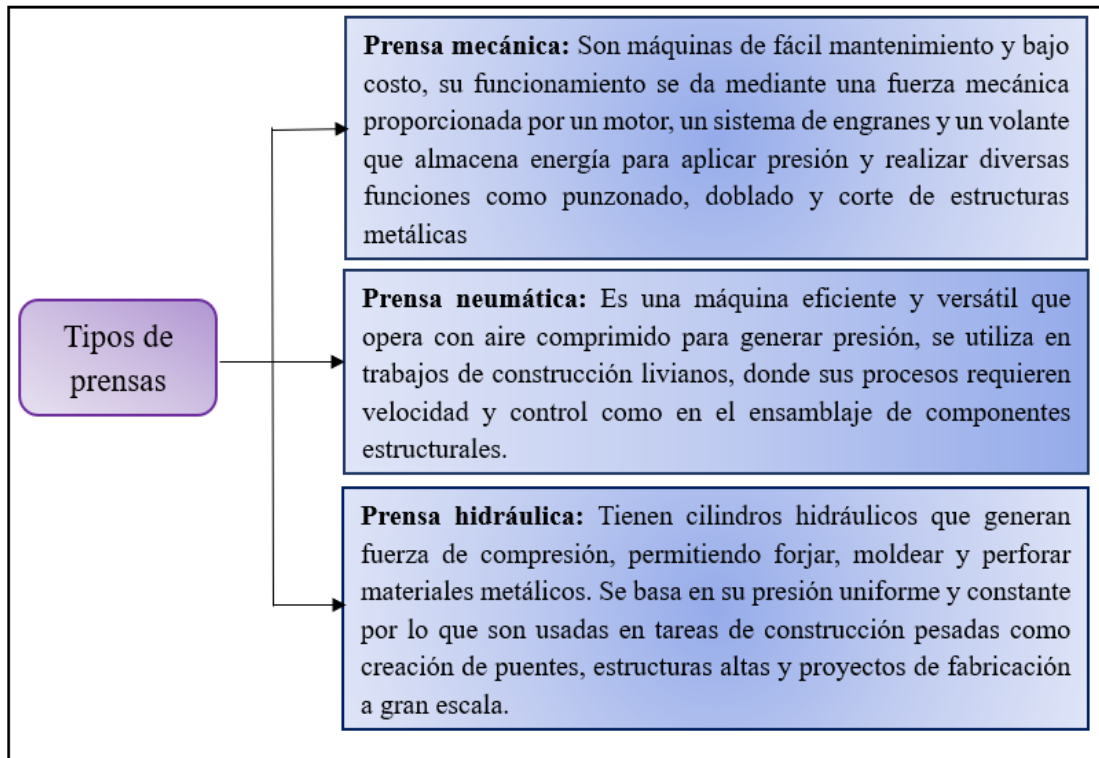


Figura 2: Tipos de prensas [11], [12]

Tabla 4: Ventajas y Desventajas de los tipos de prensas

TIPOS DE PRENSAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Prensa mecánica	• Son de alta velocidad • Ideales para producción masiva	• Generan fuerte ruido y vibración • No soportan grandes pesos

	• Tienen eficiencia energética • El costo de mantenimiento es bajo	• Son de gran tamaño por lo que no se recomienda tenerlas en espacios pequeños
Prensa neumática	• Es apta para trabajos livianos • Emplean aire libre de contaminantes atmosféricos • Son rápidas y proporcionan seguridad laboral	• Su fuerza de trabajo es limitada • No es uniforme debido a que utilizan aire la velocidad de trabajo es variable • No es apta para trabajos pesados
Prensa hidráulica	• La fuerza de prensado es controlable, al igual que la velocidad • Tienen presión uniforme y constante • Su tamaño es ideal para espacios pequeños	• No generan ruido son silenciosas. • Trabajan a bajas velocidades • Tienen sensibilidad a la temperatura del ambiente

Tomando en consideración los tres tipos de prensas existentes, la maquina ideal para la Empresa Megacons es la prensa hidráulica debido a que esta genera gran fuerza permitiendo la manipulación y cumplimiento de las actividades que se realizan en dicha empresa como es la creación de puertas, marcos y doblaje de estructuras metálicas pesadas que requieren el uso de gran fuerza. Por otra parte, no se eligió la prensa mecánica ya que esta es empleada solo para funciones específicas como doblado y corte de estructuras pequeñas, y finalmente la prensa neumática tampoco fue la ideal para la empresa debido a que esta se caracteriza por ser empleada para los trabajos livianos donde no se requiere gran cantidad de fuerza y su funcionamiento se da para el ensamble de componentes de menor escala.

3.3.1. Prensa hidráulica

Es una máquina que se basa en el principio de Pascal para transmitir fuerza, aprovechando que la presión es la misma, es decir una pequeña fuerza sobre una superficie pequeña es equivalente a una fuerza grande sobre una superficie también grande, por lo que son proporcionalmente iguales. [13]

Una prensa hidráulica es una maquina y herramienta diseñada para ejercer presión sobre un determinado material con la finalidad de modificar su forma, ensamblarlo y realizar cortes, se caracteriza por el uso de un fluido como el aceite que permite trabajar bajo presión para transformar la energía que se tiene en fuerza mecánica, lo que es indispensable en el trabajo industrial dando como resultado una eficiencia notable para el cumplimiento de actividades que requieren gran fuerza. [14]

De acuerdo con las definiciones anteriores la prensa hidráulica es una máquina utilizada a nivel industrial que ayuda a ejercer fuerza de compresión sobre materiales y elementos de diferentes tamaños sean estos pequeños o grandes, su funcionamiento se basa en la transmisión uniforme de la presión que se ejerce, lo que permite obtener el suficiente control y desarrollo de las acciones de doblado, compactado y ensamble de materiales metálicos que requieren gran fuerza, garantizando así la seguridad de quienes vayan a realizar este tipo de trabajos y el cumplimiento de las actividades operativas.

3.3.1.1. Partes de la prensa hidráulica

- **Cuerpo principal:** Es una estructura fabricada generalmente en acero o hierro fundido que se encarga de sostener la prensa proporcionando estabilidad, el cuerpo principal de una prensa hidráulica debe ser diseñado para soportar grandes fuerzas sin que exista deformaciones por lo que es debe ser solido a fin de reducir las vibraciones y mejorar la precisión del prensado como se observa en la figura 3. [15]



Figura 3: Cuerpo principal [16]

- **Mesa o bancada de trabajo:** Es la superficie donde se coloca el material que va a ser prensado, se caracteriza por su diseño que garantiza resistencia y estabilidad para soportar todo tipo de fuerzas que se aplican en el proceso de prensado. La mesa o

bancada de trabajo puede ser ajustable o intercambiable de acuerdo a las necesidades del proceso de prensado como se observa en la figura 4. [15]



Figura 4: Mensa o bancada de trabajo [17]

- **Herramientas de prensado:** Son elementos de trabajo encargados de ejercer presión sobre los materiales que van a ser procesados, su diseño y configuración depende del tipo de operación que va a realizar la prensa, por lo que puede constituirse por una placa compactadora, punzón, troquel y matriz. Estas herramientas se utilizan en operaciones de doblado, deformación, compactación y corte del material siendo esenciales para la producción de piezas precisas y repetitivas en la industria como se observa en la figura 5. [18]

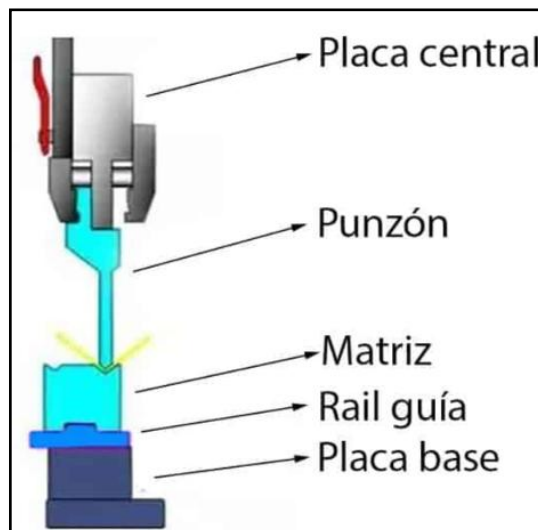


Figura 5: Herramientas de prensado [19]

- **Sistema hidráulico:** Es un mecanismo que emplea fluidos como el aceite, el cual es sometido a ciertas presiones para producir energía que permita accionar componentes o maquinarias. En las prensas hidráulicas este sistema se encarga de generar la fuerza de prensado necesaria, la misma que es constante y uniforme siendo ideal para trabajos de alta presión, este compuesto por cilindros, válvulas y bombas que regulan el flujo del líquido a presión como se observa en la figura 6. [20]

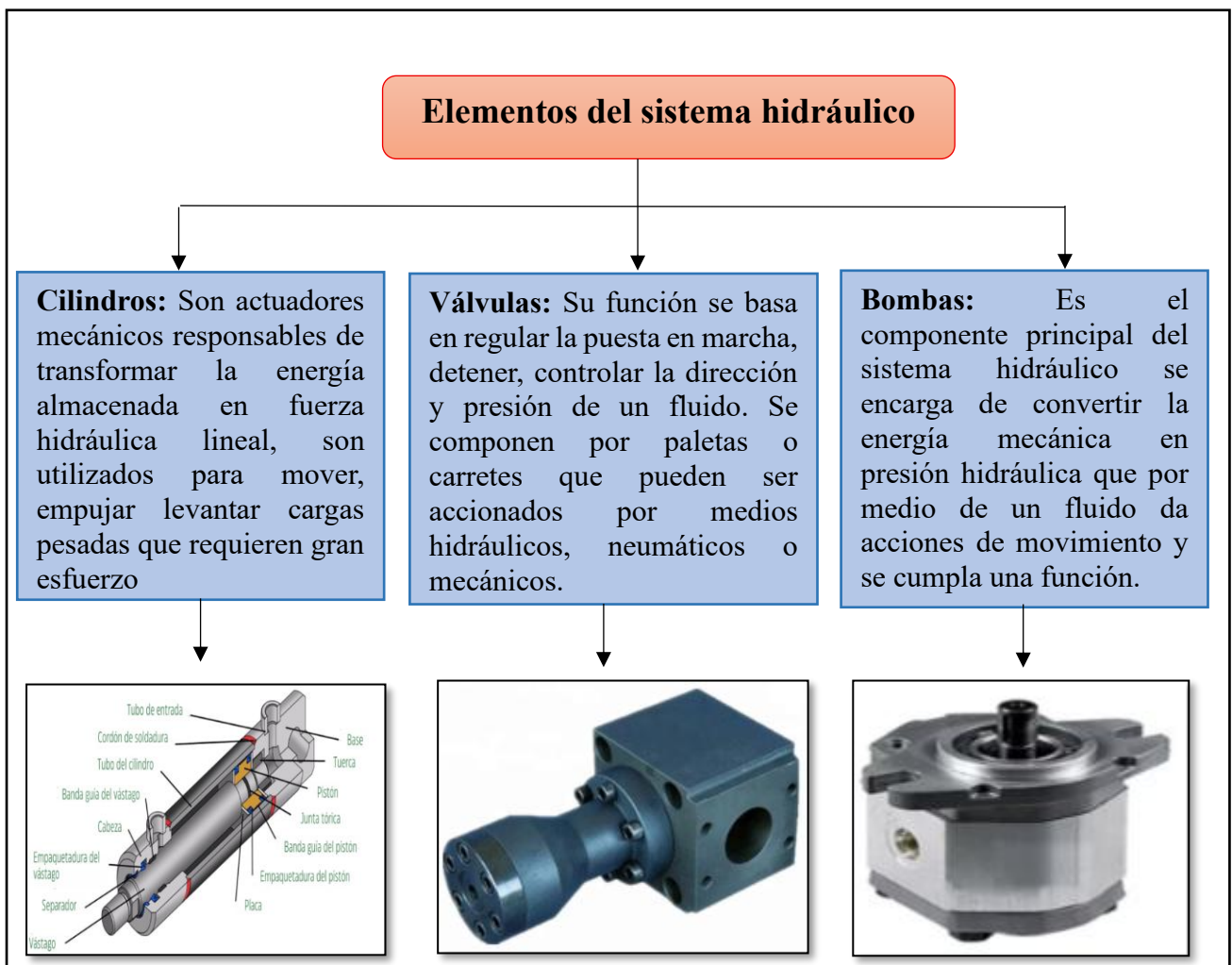


Figura 6: Elementos del sistema hidráulico [21]

- **Motor:** Es un componente importante en diversas industrias, los motores son dispositivos que convierten la energía hidráulica fluida en movimientos mecánicos rotatorios, su funcionamiento se basa en el movimiento de la bomba hidráulica, la cual impulsa un fluido generalmente el aceite a fin de ejercer una fuerza uniforme y controlada que reemplaza el esfuerzo físico del operario. El motor en la prensa

hidráulica permite que esta trabaje de manera continua, rápida y con una fuerza constante como se observa en la figura 7. [22]



Figura 7: Motor [23]

- **Deposito hidráulico:** Es un tanque hermético que cumple algunos propósitos como almacenar y retener un fluido, transferir el calor existente en el sistema, ayuda a que las partículas contaminantes se mantengan en el fondo del depósito y separa el líquido del aire, además de liberar la presión del fluido con la finalidad que el aceite que se utiliza en una prensa hidráulica no se contamine y elimine impurezas que puedan afectar al circuito o funcionamiento de la unidad oleo hidráulica como se observa en la figura 8. [24]



Figura 8: Deposito hidráulico [24]

- **Tuberías hidráulicas:** Son una red de tubos, mangueras y accesorios interconectados, están diseñados para transmitir los fluidos hidráulicos bajo presión, facilitando así el flujo continuo del fluido hacia los demás componentes como actuadores, motores y válvulas, además las tuberías hidráulicas son capaces de transmitir fuerza con precisión y de manera uniforme para operar materiales pesados. La elección del fluido depende

de algunos factores como la temperatura de funcionamiento, condiciones ambientales y la compatibilidad con los demás componentes del sistema, a fin de mantener el rendimiento optimo en las maquinas prensadoras como se observa en la figura 9. [25]

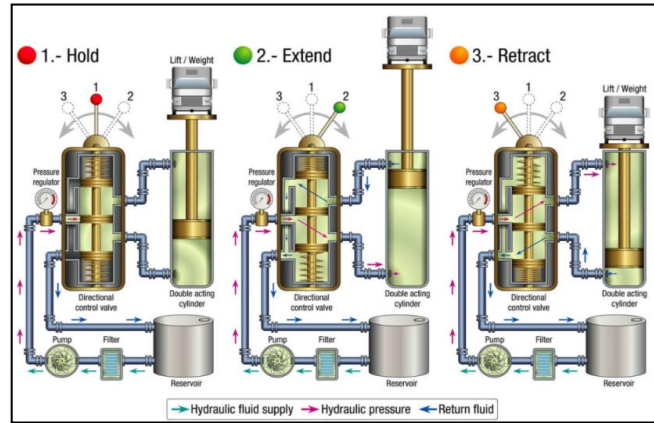


Figura 9: Tuberías hidráulicas [25]

- **Fluido hidráulico:** Es un componente esencial en el área mecánica e industrial, se describe como un líquido diseñado para transmitir fuerza y movimiento a los sistemas hidráulicos de grúas, excavadoras, prensas, se caracteriza por transmitir fuerza de manera uniforme contribuyendo a la reducción del esfuerzo físico, aumento de la productividad y ayuda a la prevención de daños en maquinarias o equipos. El fluido hidráulico debe cumplir con algunas propiedades para garantizar su funcionamiento; de tener buena viscosidad, no ser inflamable, no ser corrosivo, ser buen disipador de calor y debe tener una capacidad alta de lubricación en metales. [26]

3.3.1.2. Tipos de prensa hidráulica

Las prensas hidráulicas son muy importantes dentro de la industria para aplicar fuerza, desarrollar procesos de estampado, troquelado y forjado, se caracterizan principalmente por su capacidad de realizar trabajos que implican gran despliegue de fuerza. Existen varios tipos de prensas hidráulicas que se identifican según su diseño y aplicación ofreciendo así características específicas de fuerza, velocidad y tamaño:

- **Prensa hidráulica tipo H:** Su estructura se asemeja a una letra H, son utilizadas generalmente en el sector metalmecánico se caracteriza por ser sencilla y por el desarrollo de sus aplicaciones que son doblado, enderezado, taladro y compactado de materiales metálicos según se muestra en la figura 10. [27]



Figura 10: Prensa hidráulica tipo H [27]

- **Prensa hidráulica en C:** Es conocida también como prensa de una sola columna, se caracterizan por ser compactos lo que ayuda al ahorro de espacio siendo ideales para talleres o sitios de producción que tienen un limitado espacio, generalmente están diseñadas para enderezar, realizar tareas de pequeña escala orientadas a la precisión como el punzonado, prensado y procesos de ensamblaje ligero, además son de fácil operación y mantenimiento; su diseño es accesible lo cual facilita la manipulación manual o automatizada de los materiales permitiendo una alimentación rápida de las piezas, finalmente tienen un sistema hidráulico que permite ajustar la fuerza, velocidad y distancia del recorrido del cilindro como se ilustra en la figura 11. [28]



Figura 11: Prensa hidráulica en C [28]

- **Prensa de cuatro columnas:** Son denominadas también de cuatro postes, se caracteriza por tener gran capacidad de fuerza y rigidez, su diseño es abierto hacia varios lados de la prensa facilitando la manipulación del material, posee un sistema de control ciclo

manual, micros en subida y bajada, retorno automático por lo que su uso esta enfocado en procesos de producción industrial en tareas de embutido de mediana y grandes dimensiones, además de forjado y montaje de piezas de gran peso y tamaño como se muestra en la figura 12. [28]



Figura 12:Prensa de cuatro columnas [28]

3.3.1.3. Ventajas de la prensa hidráulica

- Permite regular la cantidad de presión según las necesidades requeridas de trabajo manteniéndose uniforme
- Poseen una válvula de seguridad que permite corregir el exceso de carga evitando daños en el sistema
- El mantenimiento de esta maquinaria es de bajo costo debido a que la mayoría de los componentes están lubricados con aceite ayudando a eliminar riesgos de algún daño.
- Son de fácil operación ya que tienen dispositivos de control que permiten tener un resultado eficaz y adecuado en el manejo de presión, tiempo de trabajo y su secuencia de operación.
- Proporciona mayor seguridad para los trabajadores reduciendo el esfuerzo físico y evitando accidentes laborales.

3.3.1.4. Desventajas de la prensa hidráulica

- Son más lentas debido a la baja velocidad del pistón, por lo que tienen un limitado rango de velocidad a diferencia de las prensas mecánicas
- El sistema hidráulico tiene alta sensibilidad a las impurezas
- Tiene dependencia a la temperatura por lo que los cambios bruscos de temperatura pueden afectar a la viscosidad del fluido

- Existe riesgos de fugas y contaminación debido a que su sistema depende de mangueras y tubos que con el tiempo son propensas a desgastarse
- Existe mayor consumo energético, las bombas operan continuamente para mantener la presión lo cual aumenta los costos de operación [29]

4. METODOLOGÍA

Este capítulo describe el proceso de diseño y construcción de una prensa hidráulica de chatarra utilizando cilindros hidráulicos reciclados de plataformas de carga, destinada a satisfacer las necesidades operativas de la empresa Megacons. El proceso metodológico comprende el desarrollo del diseño conceptual, el dimensionamiento estructural, la selección de los componentes mecánicos e hidráulicos, la integración del sistema y la construcción del equipo, considerando criterios de funcionabilidad, seguridad y optimización del material estructural.

La metodología se estructuró en etapas secuenciales que comprendieron la recopilación de información técnica sobre prensas hidráulicas y sistemas de compactación, el diseño conceptual del equipo y la definición de su funcionamiento; el desarrollo de los cálculos necesarios para validar la resistencia de la estructura, la selección de materiales y componentes, la fabricación e integración de los sistemas mecánicos e hidráulicos, y finalmente la ejecución de pruebas de funcionamiento para verificar el desempeño operativo de la prensa y el cumplimiento de los requerimientos establecidos para el proyecto.

4.1.DISEÑO CONCEPTUAL

Para la construcción de la prensa hidráulica con la identificación de las necesidades operativas de la empresa Megacons relacionadas con la compactación de la chatarra metálica. A partir de estos requerimientos se definieron las características funcionales del equipo, considerando las dimensiones generales de la estructura, el aprovechamiento de cilindros hidráulicos reciclados y una capacidad de compactación aproximada de 30 toneladas. Este tonelaje se estableció con el propósito de disponer de la fuerza necesaria para reducir el volumen de los diferentes residuos metálicos manipulados en la empresa. Así mismo, esta capacidad se relacionó con la fuerza disponible mediante el funcionamiento simultaneo de los dos cilindros reciclados. De esta forma se estableció una propuesta de diseño que cumpliera con los criterios de funcionabilidad y facilidad de fabricación.

Como parte del diseño conceptual se planteó una estructura metálica compacta, capaz de soportar las cargas generadas durante el proceso de compactación sin presentar deformaciones

que afecten su funcionamiento. Para ello se priorizo la optimización del material estructural mediante una distribución adecuada de los perfiles metálicos, evitando el uso excesivo del material sin comprometer la resistencia mecánica del conjunto. Asimismo, se definió la disposición de los principales componentes mecánicos e hidráulico, incluyendo el cilindro hidráulico, la placa de compactación y los elementos de unión, con el propósito de facilitar el ensamblaje, el mantenimiento y la operación segura del quipo tal como se ilustra en la figura 13.

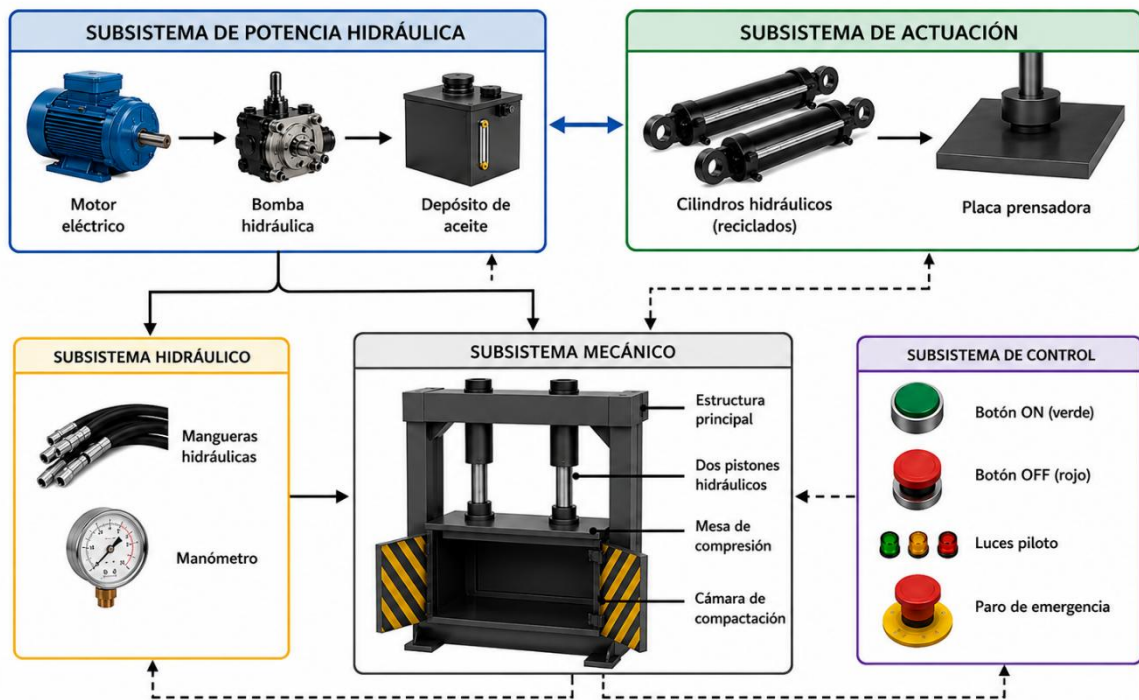


Figura 13. Estructura del diseño conceptual

4.2. DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO

El diagrama de funcionamiento de la prensa hidráulica representado en la figura 13, muestra la secuencia operativa del proceso de compactación de chatarra, desde el accionamiento del sistema hidráulico hasta la obtención del material compactado. El funcionamiento inicia con la activación de la unidad hidráulica, la cual suministra el caudal de aceite presurizado hacia el cilindro hidráulico obtenido de máquinas de carga. La presión hidráulica generada produce el desplazamiento del vástago, transmitiendo la fuerza necesaria hacia la placa de compactación, la cual comprime el material metálico dentro de la cámara de trabajo hasta alcanzar la fuerza requerida para reducir su volumen.

Una vez finalizada la etapa de compactación, el operador acciona el retorno del sistema hidráulico, permitiendo que la válvula direcciona el flujo de aceite hacia la cámara opuesta del

cilindro para retraer el vástago y devolver la placa de compactación a su posición inicial. Finalmente, el material compactado es retirado de la cámara y el equipo queda preparado para iniciar un nuevo ciclo de operación. Esta secuencia permitió definir la disposición de los componentes mecánicos e hidráulicos, facilitando el diseño estructural la integración del sistema y la posterior construcción de la prensa tal como se muestra en la figura 14.

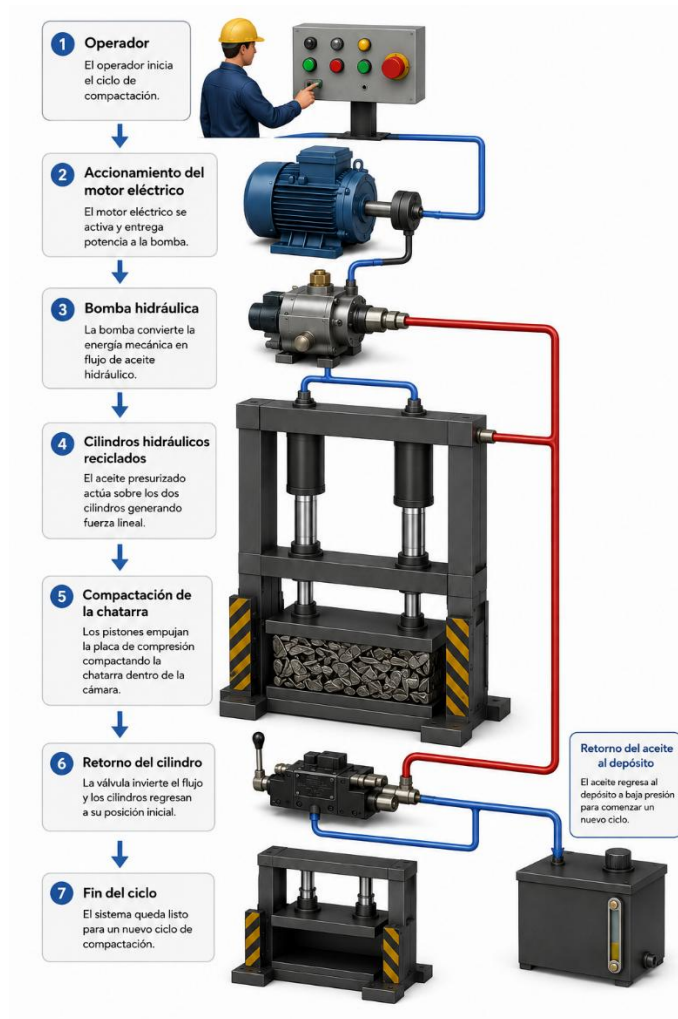


Figura 14. Diagrama básico de funcionamiento.

4.3. METODOLOGÍA DEL SISTEMA MECÁNICO.

Para el diseño del sistema mecánico de la prensa hidráulica se realizaron los cálculos necesarios para determinar las condiciones de carga a las que estarán sometidos los principales elementos estructurales durante el proceso de compactación. Se evaluaron parámetros como fuerzas, esfuerzos, deformaciones y factores de seguridad, con el propósito de establecer requerimientos mecánicos que debe cumplir la estructura. Los resultados obtenidos permitieron definir las propiedades mínimas de resistencia requeridas y posteriormente comparar diferentes

alternativas mediante una matriz de selección determinado así el material adecuado para a construcción de la prensa.

4.3.1. Nomenclatura de las variables

Tabla 5. Nomenclatura de las variables empleadas en los cálculos

Símbolo	Descripción	Unidad
F	Fuerza hidráulica generada por el cilindro	[N]
F_t	Fuerza total de compactación de los dos cilindros	[N]
F_r	Fuerza de retorno del cilindro	[N]
P	Presión de trabajo del sistema hidráulico	[Pa]
A	Área efectiva del pistón	[m ²]
A_v	Área transversal del vástago	[m ²]
A_a	Área anular efectiva del cilindro	[m ²]
D	Diámetro del pistón	[m]
d	Diámetro del vástago	[m]
π	Constante matemática (3.1416)	—
η	Eficiencia del sistema hidráulico	—
W	Carga total aplicada sobre la mesa	[N]
w	Carga distribuida por unidad de longitud	[N/m]
L	Longitud entre apoyos de la mesa	[m]
n	Número de perfiles que soportan la carga	—
R	Reacción en cada apoyo	[N]
M	Momento flector máximo	[N·m]
I	Momento de inercia de la sección transversal	[m ⁴]
I_e	Momento de inercia del cuadrado exterior	[m ⁴]
I_i	Momento de inercia del cuadrado interior	[m ⁴]
B	Dimensión exterior de la sección cuadrada	[m]
b	Dimensión interior de la sección cuadrada	[m]
t	Espesor del perfil	[m]
S	Módulo resistente de la sección	[m ³]
c	Distancia del eje neutro a la fibra extrema	[m]
σ	Esfuerzo de flexión	[MPa]

σ_c	Esfuerzo de compresión	[MPa]
σ_{adm}	Esfuerzo admisible del material	[MPa]
σ_y	Límite de fluencia del acero ASTM A36	[MPa]
FS	Factor de seguridad	—
A_t	Área transversal del perfil estructural	[m ²]

4.3.2. Cálculo de la bancada de compresión.

Se considera una eficiencia hidráulica del 90% para incluir las pérdidas producidas por fricción, fugas internas y condiciones reales de funcionamiento.

$$F_R = \eta F_T \quad (1)$$

$$F_R = 0.9 * 326851.30 \text{ N}$$

$$F_R = 294170 \text{ N}$$

$$F_R = 294.17 \text{ kN}$$

La fuerza total de compactación F_T se distribuye uniformemente a través de los perfiles tipo L como se muestra en la figura 15.

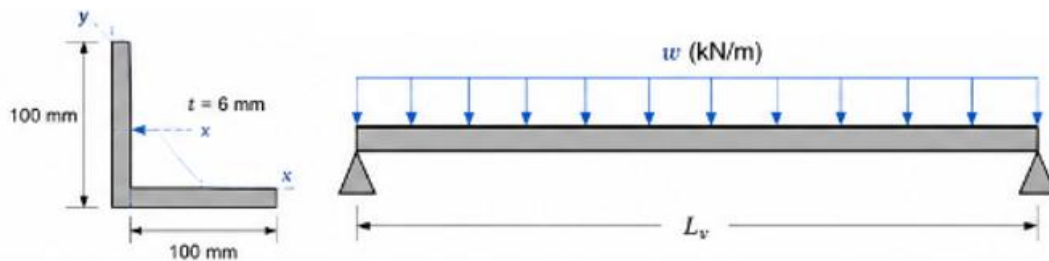


Figura 15. Viga simplemente apoyada

La carga distribuida por unidad de longitud se obtiene con:

La fuerza real de compactación se transforma en una carga uniformemente distribuida entre los perfiles y a lo largo del ancho efectivo de la mesa.

$$\omega = \frac{F_T}{n * L_v} \quad (2)$$

$$\omega = \frac{294170 \text{ kN}}{5 * 1.20 \text{ m}}$$

$$\omega = 49.03 \text{ kN/m}$$

La carga individual de cada perfil se obtiene dividiendo la fuerza total aplicada entre los cinco elementos que conforman la mesa.

$$F_b = \frac{F_T}{4} \quad (3)$$

$$F_b = \frac{294170}{5} = 58.834 \text{ kN}$$

Cada tubo debe resistir aproximadamente una carga de 58.834 kN.

Momento de Inercia

Para la obtención del momento de inercia de la sección cuadrada hueca que se forma al momento de soldar los perfiles en L para generar más resistencia en la estructura tal como se muestra en la figura 16.

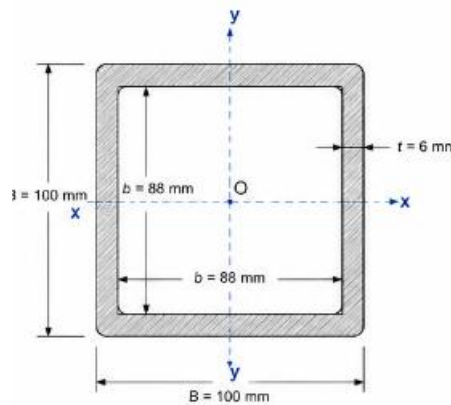


Figura 16. Geometría de la sección

Momento de inercia de un rectángulo respecto a su eje centroidal, considerando la geometría completa de la sección cuadrada.

$$I = \frac{bh^3}{12} \quad (4)$$

Momento de inercia de la sección hueca se obtiene mediante la diferencia entre el cuadrado exterior y el espacio interior.

$$I_{ext} = \frac{B * B^3}{12} = \frac{B^4}{12} \quad (5)$$

Momento de inercia del espacio vacío interior

$$I = I_{ext} - I_{int} \quad (6)$$

$$I = \frac{B^4 - b_i^4}{12} \quad (7)$$

$$I = \frac{(0.10)^4 - (0.088)^4}{12}$$

$$I = 3.336 \times 10^{-6} m^4$$

Módulo resistente de la sección (S) para la obtención del esfuerzo de flexión.

$$c = \frac{B}{2} \quad (8)$$

$$c = 0.05 m$$

El módulo resistente se calcula para relacionar el momento flector con el esfuerzo máximo desarrollado en la fibra más alejada de la sección.

$$S = \frac{I}{c} \quad (9)$$

$$S = \frac{3.336 \times 10^{-6}}{0.05}$$

$$S = 6.672 \times 10^{-5} m^3$$

Verificación por flexión

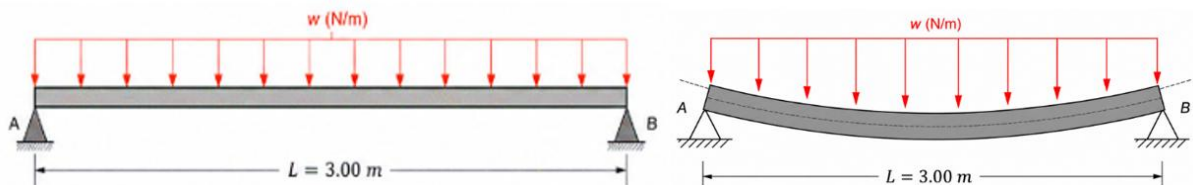


Figura 17. Viga simplemente apoyada con carga distribuida uniforme

Se utiliza la ecuación de una viga simplemente apoyada con carga uniformemente distribuida, de acuerdo con el modelo estructural mostrados en la Figura 17.

$$M_{max} = \frac{w * l^2}{8} \quad (10)$$

$$M_{max} = \frac{49\,028\, N/m * (0.816\, m)^2}{8}$$

$$M_{max} = 4\,080.7\, Nm$$

El esfuerzo de flexión se obtiene dividiendo el momento máximo calculado en la ecuación 10 para el módulo resistente de la sección.

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{S} \quad (11)$$

$$\sigma_{max} = \frac{4\,080.7\,N \cdot m}{6.672 \times 10^{-5}\,m^3}$$

$$\sigma_{max} = 61.16\,MPa$$

Para el esfuerzo local se considera el incremento local de esfuerzos ocasionado por la discontinuidad geométrica existente en el perfil estructural, se adoptó un factor de concentración de esfuerzos $K_t=1.2$ obtenido a partir de las curvas para placas planas mostradas en la figura 18, que fueron presentadas por Budys y Nisbett en diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley, [30]

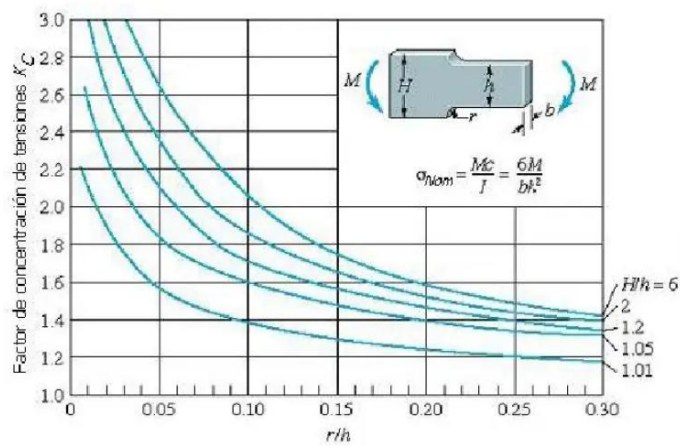


Figura 18. Concentración de tensiones para plancha flexionada con radio de acuerdo.

$$\sigma_{local} = K_t * \sigma_{nom} \quad (12)$$

$$\sigma_{local} = 1.20 * 61.16\,MPa = 73.39\,MPa$$

Se adoptó un factor de seguridad de diseño igual a 2 para considerar posibles variaciones en las cargas, propiedades del material y condiciones reales de operación.

$$S_{y,min} = n * \sigma_{local} \quad (13)$$

$$S_{y,min} = 2 * 73.39\,MPa$$

$$S_{y,min} = 146.78\,MPa$$

El material para seleccionar debe poseer un límite de fluencia igual o superior a 146.78 MPa.

Esfuerzo de compresión en cada soporte

El esfuerzo de compresión en cada soporte se obtiene dividiendo la carga soportada por cada perfil entre su área transversal resistente.

$$\sigma_c = \frac{F_s}{A_s} \quad (14)$$

$$\sigma_c = \frac{58834 \text{ N}}{0.002256 \text{ m}^2}$$

$$\sigma_c = 26.08 \text{ MPa}$$

Resistencia mínima requerida del material

Para realizar la selección del material se determina la resistencia mínima requerida a partir del esfuerzo de compresión calculado y del factor de seguridad de diseño de 2.

$$S_{y,min} = n * \sigma_c \quad (15)$$

$$S_{y,min} = 2 * 26.08 \text{ MPa}$$

$$S_{y,min} = 52.16 \text{ MPa}$$

Por lo tanto, para los elementos analizados se requiere un material con un límite de fluencia mínimo de 52.16 MPa, valor que será considerado como criterio de resistencia durante el proceso de selección del mater

4.3.3. Diseño de la estructura principal

Para el diseño de la estructura principal se planteó inicialmente una configuración de cuatro columnas, distribuidas de manera simétrica para conformar el bastidor encargado de soportar y transmitir las cargas generadas durante el proceso de compactación. Esta disposición de considero con el propósito de proporcionar estabilidad al equipo, distribuir adecuadamente la fuerza ejercida por los cilindros hidráulicos.

Cargas aplicadas

La fuerza real obtenida en la ecuación 1 se distribuye entre las cuatro columnas principales que soportan la estructura.

$$F_c = \frac{F_R}{4} \quad (16)$$

$$F_c = \frac{294170 \text{ N}}{4}$$

$$F_c = 73.54 \text{ kN}$$

Área transversal del perfil angular

El área del perfil angular se calcula sumando las áreas de sus dos alas y restando el área común para evitar contabilizar dos veces la zona de intersección como se muestra en la figura 19.

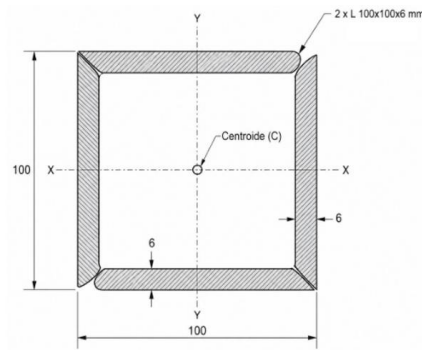


Figura 19. Sección trasversal de la columna

$$A = 2bt - t^2 \quad (17)$$

$$A = 2 * 100mm * 6mm - 6^2mm$$

$$A = 1164 \text{ mm}^2$$

$$A = 1.164 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

Esfuerzo de compresión en las columnas

Se obtiene dividiendo la carga determinada debido a que la sección angular no es simétrica y su eje neutro no coincide con el centro geométrico exterior.

$$\sigma_c = \frac{F_c}{A} \quad (18)$$

$$\sigma_c = \frac{73542.5 \text{ N}}{1.164 \times 10^{-3} \text{ m}^2}$$

$$\sigma_c = 63.18 \text{ MPa}$$

Posición del centroide del perfil angular

Considerando que el perfil angular no es simétrico respecto a su geometría exterior, es necesario la obtención de la posición del centroide medida desde las caras exteriores:

$$\bar{x} = \bar{y} = 27.23 \text{ mm} \quad (19)$$

$$c = 100 \text{ mm} - 27.23 \text{ mm}$$

$$c = 72.77 \text{ mm}$$

Momento de inercia de la sección angular

Se calcula mediante el teorema de ejes paralelos, sumando la contribución de cada área rectangular que conforman el perfil angular como se ilustra en la figura 20.

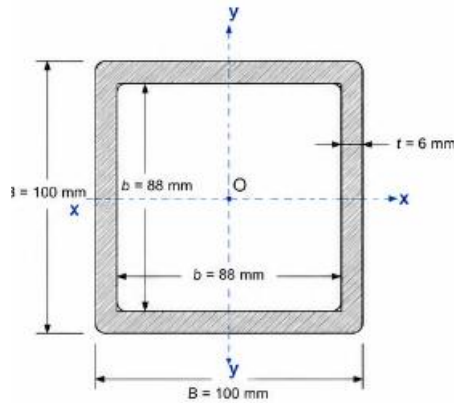


Figura 20. Geometría de la sección

$$I = \sum (I_{ci} + A_i d_i^2) \quad (20)$$

Para la sección angular utilizada se obtiene

$$I = 1.144 \times 10^6 (10^{-12}) m^4$$

$$I = 1.144 \times 10^{-6} m^4$$

Módulo resistente de la sección

El módulo resistente se obtiene dividiendo el momento de inercia del perfil entre la distancia desde el eje neutro hasta la fibra extrema.

$$S = \frac{I}{c} \quad (21)$$

$$S = \frac{1.144 \times 10^6 mm^4}{72.77 mm}$$

$$S = 15719 mm^3$$

$$S = 1.5719 \times 10^{-5} m^3$$

Esfuerzo adicional por flexión

Las uniones soldadas, la geometría angular de la columna y la transferencia de carga producen una pequeña excentricidad.

El AISC 360-16 consideran efectos de excentricidad e imperfecciones geométricas en miembro comprimidos por lo tanto recomiendan usar una excentricidad efectiva de 3.78 mm.

$$e = 3.78 \times 10^{-3} m$$

Momento flector generado en cada columna se calcula multiplicando la carga dada de cada columna por la excentricidad efectiva producida por la geometría.

$$M = F_c e \quad (22)$$

$$M = (73542.5 \text{ N})(3.78 \times 10^{-3} m)$$

$$M = 278 \text{ N/m}$$

Esfuerzo máximo de flexión se calcula mediante la división del momento generado por la excentricidad entre el módulo resistente de la sección.

$$\sigma_f = \frac{M}{S} \quad (23)$$

$$\sigma_f = \frac{278 \text{ N/m}}{1.5719 \times 10^{-5} m^3}$$

$$\sigma_f = 17.69 \times 10^6 \text{ Pa}$$

$$\sigma_f = 17.69 \text{ MPa}$$

Esfuerzo combinado máximo en la columna

El esfuerzo de compresión axial y el esfuerzo de flexión actúan en el mismo sentido. Por lo tanto, al sumarlos se obtiene el esfuerzo máximo.

$$\sigma_{max} = \sigma_c + \sigma_f \quad (24)$$

$$\sigma_{max} = 63.18 \text{ MPa} + 17.69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{max} = 80.87 \text{ MPa}$$

4.3.3.1. Selección del material

Para la selección del material se realizó una comparación de diferentes materiales metálicos y no metálicos, considerando su comportamiento mecánico, resistencia, rigidez y facilidad de fabricación. Esra comparación permitió identificar la alternativa más adecuada para soportar cargas acordes con el funcionamiento de la prensa hidráulica.

Tabla 6. Comparación de materiales para la estructura de la prensa hidráulica.

Material	Tipo de material	Comportamiento	Resistencia mecánica	Rigidez	Soldabilidad / unión	Facilidad de fabricación	Aptitud para la prensa
Acero ASTM A36	Metálico ferroso	Isotrópico*	Alta	Alta	Muy alta	Alta	Muy alta
Acero AISI 1020	Metálico ferroso	Isotrópico*	Alta	Alta	Muy alta	Alta	Muy alta
Acero inoxidable AISI 304	Metálico ferroso	Isotrópico*	Alta	Alta	Alta	Media	Alta
Hierro fundido gris	Metálico ferroso	Isotrópico*	Alta a compresión, menor a tracción	Alta	Baja	Media	Media
Aluminio 6061	Metálico no ferroso	Isotrópico*	Media-Alta	Media	Media	Alta	Media
Cobre	Metálico no ferroso	Isotrópico*	Media	Media	Alta	Alta	Baja
Hormigón	No metálico	Heterogéneo	Alta a compresión, baja a tracción	Media-Alta	No soldable	Baja	Baja
Bloque de hormigón	No metálico	Heterogéneo	Media a compresión, baja a tracción	Media	No soldable	Baja	Muy baja
Piedra natural	No metálico	Variable	Alta a compresión, baja a tracción	Alta	No soldable	Muy baja	Muy baja
Madera estructural	No metálico	Anisotrópico	Media y dependiente de la fibra	Media	No soldable	Alta	Baja
Plástico estructural	Polímero	Variable	Baja-Media	Baja	No soldable convencionalmente	Alta	Baja
Fibra de vidrio (GFRP)	Material compuesto	Anisotrópico	Alta en dirección de las fibras	Media	No soldable	Media-Baja	Media
Fibra de carbono (CFRP)	Material compuesto	Anisotrópico	Muy alta en dirección de las fibras	Alta	No soldable	Baja	Media

La comparación mostrada en la tabla 6 evidencia que los materiales no metálicos presenta limitaciones para la construcción de la prensa, principalmente por su baja resistencia a tracción, menor rigidez o comportamiento anisotrópico. Entre las alternativas metálicas, el acero ASTM A36 presenta una combinación favorable de resistencia metálica.

Con el fin de seleccionar el material estructural adecuado para la prensa hidráulica se evaluaron distintas alternativas considerando la resistencia mecánica, viabilidades constructivas y ambientes húmedos. Para la escala de ponderación se usa de 1 a 5, donde: 1= muy desfavorable, 2= desfavorable, 3=aceptable, 4=favorable y 5= muy favorable.

Tabla 7. Comparativa del material

Criterio	Ponderación	AISI/ASTM A36	Acero galvanizado	Madera	Plásticos estructurales
Resistencia mecánica	30 %	5	5	2	3
Resistencia a la corrosión	15 %	3	5	2	5
Facilidad de fabricación	20 %	5	4	5	4
Disponibilidad comercial	15 %	5	4	5	3
Costo relativo	20 %	4	3	5	3
Total, ponderado	100 %	4.50	4.20	3.70	3.50

Fuente: Los autores

De la tabla 7 comparativa se observa que el acero estructural A36 es el más adecuado debido a que obtuvo la mayor puntuación, con un valor de 4.5 sobre 5, equivalente al 90%. Considerando que cumple con los criterios de selección.

Para comprobación que el ASTM A36 cumple con la resistencia requerida calculada en el apartado de cálculo de la bancada de compactación se realiza la siguiente comprobación:

$$\sigma_c \leq \sigma_{adm}$$

$$26.08 \text{ MPa} \leq 125 \text{ MPa}$$

Se verifica que los soportes cumplen con la condición de resistencia frente al esfuerzo normal de compresión.

Factor de seguridad obtenido

El factor de seguridad real se obtiene relacionando el límite de fluencia del material con el esfuerzo máximo desarrollado en el elemento.

$$n_{real} = \frac{S_y}{\sigma_c} \quad (25)$$

$$n_{real} = \frac{125 \text{ MPa}}{26.08 \text{ MPa}}$$

$$n_{real} = 4.7$$

El A36 cumple con la resistencia mínima requerida para la estructura.

4.3.4. Cálculo del sistema de fijación de los actuadores a la estructura.

Para la verificación se hace uso de las propiedades del acero ASTM A36:

$$S_y = 248.225 \text{ MPa}$$

$$S_u = 399.90 \text{ MPa}$$

$$E = 199.959 \text{ GPa}$$

$$\nu = 0.30$$

$$\rho = \frac{7.85 \times 10^{-6} \text{ kg}}{\text{mm}^3}$$

$$m = 25 \text{ kg}$$

$$g = \frac{9.81 \text{ m}}{\text{s}^2}$$

Peso de cada cilindro

El peso de u cilindro se calcula multiplicando su masa por la aceleración de la gravedad.

$$W = mg \quad (26)$$

$$W = 25 \text{ kg} * 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$W = 245.25 \text{ N}$$

Por lo tanto, el peso de los cilindros se obtiene sumando la carga de los cilindros instalados sobre la estructura.

$$W_T = 2W \quad (27)$$

$$W_T = 2 * 245.25 \text{ N}$$

$$W_T = 490.50 \text{ N}$$

Carga de diseño por perno

La carga transmitida a cada perno se calcula distribuyendo el peso considerado entre los seis pernos de sujeción.

$$F_p = \frac{F_d}{N_p} \quad (28)$$

$$N_p = 6$$

$$F_p = \frac{490.50 \text{ N}}{6}$$

$$F_p = 81.75 \text{ N por perno}$$

La carga real por perno, sin el factor de seguridad sería:

$$F_{p,real} = \frac{245.25}{6}$$

$$F_{p,real} = 40.88 \text{ N}$$

Área nominal del perno

El área transversal del perno se calcula como una sección circular empleando su diámetro nominal de 22 mm.

$$A_p = \frac{\pi d^2}{4} \quad (29)$$

$$A_p = \frac{\pi(22\text{mm})^2}{4}$$

$$A_p = \frac{\pi(484 \text{ mm})^2}{4}$$

$$A_p = 303 \text{ mm}^2$$

Esfuerzo cortante en cada perno

El esfuerzo cortante en cada perno se obtiene dividiendo la carga transmitida entre su área transversal nominal como se muestra en la figura 21.

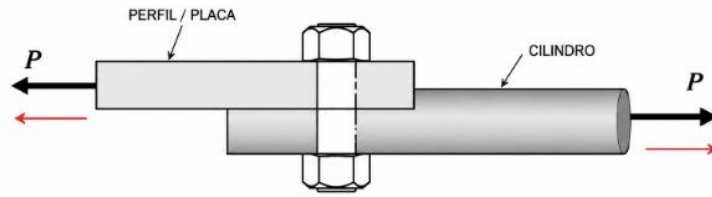


Figura 21. Esfuerzo cortante simple en un perno.

$$\tau_p = \frac{F_p}{A_t} \quad (30)$$

$$\tau_p = \frac{81.75 \text{ N}}{303 \text{ mm}^2}$$

$$\tau_p = 0.270 \text{ MPa}$$

Esfuerzo cortante de fluencia del material

Se estima mediante el criterio de Von Mises a partir del límite de fluencia del material.

$$\tau_y = \frac{S_y}{\sqrt{3}} \quad (31)$$

$$\tau_y = \frac{248.225 \text{ MPa}}{\sqrt{3}}$$

$$\tau_y = 143.31 \text{ MPa}$$

$$\tau_{adm} = \frac{\tau_y}{n} \quad (32)$$

$$\tau_{adm} = \frac{143.31 \text{ MPa}}{2}$$

$$\tau_{adm} = 71.66 \text{ MPa}$$

$$\tau_p < \tau_{adm}$$

Los pernos cumplen por esfuerzo cortante.

Esfuerzo equivalente de von Mises

Se lo obtiene para expresar el estado del cortante puro mediante una tensión comparable con el límite de fluencia del material.

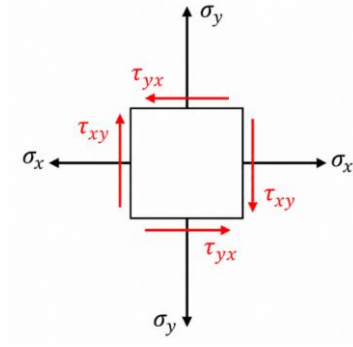


Figura 22. Esfuerzo equivalente de Von Mises.

$$\sigma_{VM} = \sqrt{3}\tau_p \quad (33)$$

$$\sigma_{VM} = \sqrt{3} * 0.270 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{VM} = 0.47 \text{ MPa}$$

4.4. METODOLOGÍA DEL SISTEMA HIDRÁULICO

Para el diseño del sistema hidráulico se realizaron los cálculos necesarios para determinar los parámetros de funcionamiento requeridos para generar la fuerza de compactación establecida en el diseño de la prensa. Se consideraron variables como fuerza de cilindros, presión, cuyos resultados permitieron establecer características necesarias para posteriormente realizar la selección de la bomba, motor, válvulas y demás componentes hidráulicos, garantizando un funcionamiento adecuado.

4.4.1. Cálculos para la selección del cilindro hidráulico.

4.4.1.1. Cálculo de la fuerza total requerida

La capacidad de compactación establecida para prensa es:

$$F_T = 30 \text{ tf}$$

Considerando la equivalencia

$$1 \text{ tf} = 9806.65 \text{ N}$$

Se obtiene

$$F_T = 30 \text{ tf} * \left(\frac{9806.65 \text{ N}}{1 \text{ tf}} \right) \quad (34)$$

$$F_T = 294199.5 \text{ N}$$

$$F_T = 294.20 \text{ kN}$$

Fuerza requerida para cada cilindro

$$n_c = 2 \text{ cilindros}$$

Debido a que ambos cilindros trabajan simultáneamente se considera una distribución uniforme de la carga.

$$F_c = \frac{F_T}{n_c} \quad (35)$$

$$F_c = \frac{294199.5 \text{ N}}{2 \text{ cilindros}}$$

$$F_c = 147099.75 \text{ N}$$

$$F_c = 147.10 \text{ kN}$$

En toneladas fuerza

$$F_c = 147099.75 \text{ N} * \left(\frac{1 \text{ tf}}{9806.65 \text{ N}} \right)$$

$$F_c = 15 \text{ tf}$$

Cada cilindro deberá desarrollar aproximadamente 15 tf.

Área mínima teórica requerida del pistón

Aplicando el principio de pascal considerando la presión de la sección 4.4.1.2. selección del cilindro hidráulico.

$$P = \frac{F}{A} \quad (36)$$

$$A_{p,min} = \frac{F_c}{P_{max}} \quad (37)$$

$$A_{p,min} = \frac{147099.75 \text{ N}}{7.2 \times 10^6 \text{ N/m}^2}$$

$$A_{p,min} = 0.0204305 \text{ m}^2$$

$$A_{p,min} = 0.0204305 \text{ m}^2 * \left(\frac{10000 \text{ cm}^2}{1 \text{ m}^2} \right)$$

$$A_{p,min} = 204.31 \text{ cm}^2$$

Diámetro teórico mínimo del pistón

$$A_p = \frac{\pi D^2}{4} \quad (38)$$

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4A_{p,min}}{\pi}} \quad (39)$$

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 * 0.0204305 \text{ m}^2}{\pi}}$$

$$D_{min} = 0.161285 \text{ m}$$

$$D_{min} = 0.161285 \text{ m} * \left(\frac{1000\text{mm}}{1\text{m}}\right)$$

$$D_{min} = 161.3 \text{ mm}$$

El diámetro ideal del pistón es de 161.3 mm.

4.4.1.2. Selección del cilindro hidráulico.

Para el sistema de compactación se seleccionan dos cilindros hidráulicos de doble efecto debido a que este tipo de actuador permite generar fuerza tanto durante el avance como durante el retorno del vástago, facilitando el control del proceso de compactación y regreso de la mesa a su posición inicial.

Para la selección se consideró un cilindro hidráulico reciclado de doble efecto de 170 mm de diámetro interior y 76,2 de vástago, operando a 72 bar. Como referencia comercial se tomó un cilindro hidráulico Volvo doble efecto como se ilustra en la figura 23, confirmando la disponibilidad comercial de actuadores y dimensiones de capacidad similares, el cilindro y sus dimensiones se muestran en la figura 24.



Figura 23. Cilindro hidráulico de doble efecto de 6,664".

Una vez establecida la referencia comercial, se presenta en la figura 24 las características técnicas del pistón reciclado de las plataformas de carga considerando sus dimensiones presentadas en la tabla 8 para la construcción de la prensa, obtenidas mediante medición directa de los componentes disponibles.



Figura 24. Cilindro hidráulico doble efecto.

Tabla 8. Tabla de Dimensiones

Descripción	Símbolo	Valor	Unidades
Diámetro interior	$\varnothing A_p$	170	mm
Diámetro del vástago	$\varnothing C_p$	3	in
Longitud de la carcasa	D_p	685	mm
Longitud del vástago	L_p	700	mm
Longitud total del equipo	E_p	1465	mm

4.4.1.3.Cálculos de parámetros reales del pistón hidráulico

Una vez seleccionado el pistón a incorporar en la prensa se procede a realizar los cálculos reales para la verificación de los distintos parámetros del cilindro.

Verificación del área del cilindro seleccionado

Considerando las dimensiones mostradas en la tabla 8 se obtiene los siguientes parámetros para el cálculo.

$$D = 170mm$$

$$D = 170 \text{ mm} \left(\frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} \right)$$

$$D = 0.170 \text{ m}$$

$$A_p = \frac{\pi * (0.170 \text{ m})^2}{4} \quad (40)$$

$$A_p = 0.022698 \text{ m}^2$$

$$A_p = 0.022698 \text{ m}^2 * \left(\frac{10000 \text{ cm}^2}{1 \text{ m}^2} \right)$$

$$A_p = 226.98 \text{ cm}^2$$

Fuerza teórica de avance de un cilindro

$$F_1 = P A_p \quad (41)$$

$$F_1 = \left(\frac{7.2 \times 10^6 \text{ N}}{\text{m}^2} \right) (0.022698 \text{ m}^2)$$

$$F_1 = 163425.65 \text{ N}$$

$$F_1 = 163.43 \text{ kN}$$

$$F_1 = 163425.65 \text{ N} \left(\frac{1 \text{ tf}}{9806.65 \text{ N}} \right)$$

$$F_1 = 16.66 \text{ tf}$$

Fuerza teórica de los dos cilindros

$$F_{T,teo} = n_c * F_1 \quad (42)$$

$$F_{T,teo} = 2 * 163425.65 \text{ N}$$

$$F_{T,teo} = 326851.30 \text{ N}$$

$$F_{T,teo} = 326.85 \text{ kN}$$

$$F_{T,teo} = 326851.30 \text{ N} * \left(\frac{1 \text{ tf}}{9806.65 \text{ N}} \right)$$

$$F_{T,teo} = 33.33 \text{ tf}$$

Fuerza real estimada de avance

$$\eta = 0.9$$

$$F_{T,real} = \eta * F_{T,teo}$$

$$F_{T,real} = 0.9 * 326851.30 \text{ N}$$

$$F_{T,real} = 294166.17 \text{ N} * \left(\frac{1 \text{ tf}}{9806.65} \right)$$

$$F_{T,real} \approx 30 \text{ tf}$$

Área del vástago

De la tabla 8 se obtiene un diámetro del vástago de 3 in.

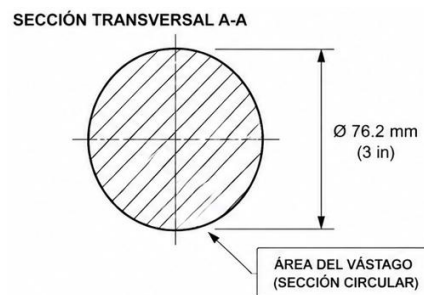


Figura 25. Sección transversal.

$$d_v = 3 \text{ in} * \left(\frac{25.4 \text{ mm}}{1 \text{ in}} \right)$$

$$d_v = 76.2 \text{ mm}$$

$$d_v = 76.2 \text{ mm} * \left(\frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} \right)$$

$$d_v = 0.0762 \text{ m}$$

El área es:

$$A_v = \frac{\pi d_v^2}{4} \quad (43)$$

$$A_v = \frac{\pi (0.0762 \text{ m})^2}{4}$$

$$A_v = 0.004560 \text{ m}^2$$

Área anular

$$A_a = A_p - A_v \quad (44)$$

$$A_a = 0.022698 \text{ m}^2 - 0.004560 \text{ m}^2$$

$$A_a = 0.018138 \text{ m}^2$$

Fuerza de retorno de un cilindro

$$F_{rT} = 2 F_{r1} \quad (45)$$

$$F_{rT} = (7.2 \times 10^6 \frac{N}{m^2})(0.018138 m^2)$$

$$F_{r1} = 130591.01 N$$

$$F_{r1} = 130.59 kN$$

$$F_{r1} = 130591.01 N \left(\frac{1 tf}{9806.65 N} \right)$$

$$F_{r1} = 13.32 tf$$

Fuerza total de retorno

$$F_{rT} = 2 * 130591.01 N$$

$$F_{rT} = 261182.02 N$$

$$F_{rT} = 261182.02 N * \left(\frac{1 tf}{9805.65 N} \right)$$

$$F_{rT} = 26.63 tf$$

Considerando la eficiencia del 90%

$$F_{r,real} = 0.90 * 261182.02 N$$

$$F_{r,real} = 235063.82 N$$

$$F_{r,real} = 235063.82 N * \left(\frac{1 tf}{9805.65 N} \right)$$

$$F_{r,real} = 23.97 tf$$

4.4.2. Determinación de la velocidad y caudal requerido

Una vez determinadas las características de los cilindros hidráulicos, se continua con el cálculo del caudal necesario para su accionamiento. Debido a que la velocidad de desplazamiento no depende únicamente de la fuerza de compactación, se establece un criterio de diseño.

Para una prensa de compactación se debe elegir una velocidad adecuada:

Tabla 9. Velocidad de prensa

Tipo de prensa	Velocidad del cilindro
Lenta	5–10 mm/s
Media	10–20 mm/s
Rápida	20–40 mm/s

La velocidad de avance del cilindro se estableció entre 7.5 mm/s, tomando como criterio de diseño las recomendaciones de fabricantes de sistemas hidráulicos para prensas de alta fuerza, tales como Parker Hannifin, Bosch Rexroth y Eaton, las cuales indica velocidades de trabajo comprendidas entre 5 mm/s – 10 mm/s para aplicaciones de prensado.

Cálculo del caudal de un cilindro

$$Q_1 = A_p * v \quad (46)$$

$$Q_1 = (0.022698 \text{ m}^2) * \left(0.0075 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$$

$$\text{m}^2 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) = \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_1 = 0.000170235 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_1 = 0.000170235 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * \left(\frac{1000\text{L}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}\right)$$

$$Q_1 = 10.21 \text{ L/min}$$

Caudal requerido para los dos cilindros

Como los dos actuadores trabajan simultáneamente:

$$Q_T = n_c Q_1 \quad (47)$$

$$Q_T = 2 * 10.21 \text{ L/min}$$

$$Q_T = 20.42 \text{ L/min}$$

El sistema requiere un caudal teórico aproximado de **20.42 L/min** para desplazar simultáneamente los dos cilindros hidráulicos a una velocidad de avance de 7.5 mm/s.

4.4.3. Selección de la bomba hidráulica

Una vez determinados los parámetros de funcionamiento del sistema hidráulico, se procedió a la selección del tipo de bomba encargado de suministrar el fluido hacia los dos cilindros. Como condiciones mínimas de operación se estableció una presión de trabajo de 72 bar y un caudal requerido de 20.42 L/min, obtenidos previamente a partir de la fuerza de compactación, las características de los actuadores y la velocidad de desplazamiento establecida.

Para la selección de la bomba hidráulica adecuada para prensa se considera los siguientes criterios: presión de trabajo ($7.2 \times 10^6 \text{ Pa}$), caudal requerido (20 L/min) y la disponibilidad comercial en Ecuador. Para la escala de ponderación se usa de 1 a 5, donde: 1= muy desfavorable, 2= desfavorable, 3=aceptable, 4=favorable y 5= muy favorable.

Tabla 10. Comparativa para la selección de la bomba hidráulica.

Criterio	Ponderación	Engranajes	Paletas	Pistones
Capacidad de presión	15 %	4	4	5
Capacidad de caudal	15 %	5	5	5
Eficiencia	15 %	4	4	5
Facilidad de mantenimiento	15 %	5	3	2
Costo de adquisición	15 %	5	3	2
Disponibilidad comercial	10 %	5	4	3
Adecuación para servicio a 72 bar	10 %	5	5	5
Adecuación para prensa hidráulica	5 %	5	4	5
Total	100 %			

La tabla 10 permite evidenciar que la bomba de engranajes es la adecuada para ser usada en la prensa hidráulica debido a que cumple con los criterios requeridos, además, obtener la mayor valoración, con 4.70 sobre 5, equivalente al 94%. Por lo tanto, considerando que cumple con los criterios requeridos es la alternativa más adecuada para el equipo.

4.4.4. Cálculo del motor eléctrico

Una vez determinada la presión de trabajo y el caudal requerido por el sistema se procedió al cálculo de la potencia necesaria para el accionamiento de la bomba hidráulica. Considerando los datos del diseño de una presión de 72 bar y 20.42 L 7min para el caudal.

Cálculo de la potencia hidráulica

$$P_h = \frac{pQ}{600} \quad (48)$$

$$P_h = \frac{72 \text{ bar} * 20.12 \text{ L/min}}{600 \frac{\text{bar} * \text{L/min}}{\text{kW}}}$$

$$P_h = \frac{1470.24 \text{ bar} * \text{L/min}}{600 \frac{\text{bar} * \text{L/min}}{\text{kW}}}$$

$$P_h = 2.45 \text{ kW}$$

Potencia requerida del motor

La potencia eléctrica/mecánica suministrada debe ser mayor que la potencia hidráulica debido a las pérdidas existentes en el conjunto.

Si utilizamos una eficiencia global preliminar de:

$$\eta = 0.85$$

$$P_m = \frac{P_h}{\eta} \quad (49)$$

$$P_m = \frac{2.45 \text{ kW}}{0.85}$$

$$P_m = 2.88 \text{ kW}$$

$$1 \text{ HP} = 0.7457 \text{ kW}$$

$$P_m = 2.88 \text{ kW} \left(\frac{1 \text{ hp}}{0.7457 \text{ kW}} \right)$$

$$P_m = 3.86 \text{ HP}$$

Se requiere un motor de 3.86 Hp según los cálculos realizados, entonces se selecciona un motor comercial de 4hp que cumpla con los requerimientos y que sea suficiente para el funcionamiento del sistema hidráulico.

4.4.5. Selección de válvulas hidráulicas.

Los criterios principales para la selección son el tipo de accionamiento, seguridad durante la compactación y la facilidad de mantenimiento. Considerando la escala de 1 a 5, donde 1 = muy desfavorable, 2 = desfavorable, 3= aceptable, 4=favorable y 5= muy favorable.

Tabla 11. Matriz ponderada para la selección de válvulas hidráulicas

Criterio	Ponderación	Válvula 4/2	Válvula 4/3 centro cerrado	Válvula 4/3 centro abierto
Control de avance y retroceso	15 %	5	5	5
Mantiene detenido el cilindro	20 %	1	5	1
Seguridad durante operación	20 %	3	5	3
Compatibilidad con doble efecto	10 %	5	5	5
Facilidad de operación	10 %	4	5	4
Disponibilidad comercial	10 %	4	4	4
Aplicación en prensas hidráulicas	15 %	4	5	4
Total, ponderado	100 %	3.45	4.90	3.45
Porcentaje obtenido		69 %	98 %	69 %

A partir de la comparación realizada en la tabla 11, la válvula direccional 4/3 centro cerrado permite controlar el avance, retorno y detección del cilindro hidráulico en cualquier posición, esta válvula cumple con las características indispensable durante el proceso de compactación, ya que evita movimientos no deseados cuando el operador detiene el ciclo de trabajo. Además, esta válvula obtuvo la mayor puntuación, con 4.90 sobre 5, equivalente al 98%.

4.4.6. Selección de tuberías y mangueras

Los criterios por considerar son la presión de trabajo, flexibilidad la resistencia a vibraciones, facilidad de instalación y sobre todo el mantenimiento.

Tabla 12. Matriz ponderada para la selección de tuberías y mangueras hidráulicas

Criterio	Ponderación	Tubería de acero ASTM A106	Manguera SAE 100R2AT	Manguera SAE 100R1AT
Presión máxima de trabajo	20 %	5	5	4
Flexibilidad	10 %	2	5	5
Resistencia a vibraciones	15 %	3	5	4
Facilidad de instalación	15 %	2	5	5
Disponibilidad en Ecuador	10 %	4	4	4
Costo	10 %	3	3	5
Aplicación en prensa hidráulica	20 %	5	5	4
Total, ponderado	100 %	3.85	4.70	4.35
Porcentaje obtenido		77 %	94 %	87 %

La combinación de tubería rígida y manguera SAE 100R2AT proporciona mayor seguridad y resistencia al sistema hidráulico demostrando que es la que cumple con la mayoría de los criterios mostrados en la tabla 12, obteniendo la mayor puntuación, con un valor de 4.70 sobre 5, equivalente al 94%.

4.4.7. Diámetro de tuberías y mangueras

Datos:

$$Q = 20 \frac{L}{min} \quad (50)$$

Conversión:

$$Q = \frac{20}{1000 * 60}$$

$$Q = 0.000333 \text{ m}^3/\text{s}$$

Selección de la velocidad del aceite

Para la selección de la velocidad de aceite se toma velocidades reales del manual Hydraulics and Pneumatics, el cual indica que las velocidades típicas de fluido son aproximadamente:

Tabla 13. Velocidades recomendadas.

Tipo de línea	Velocidad recomendada
Succión	0.5–1.5 m/s
Retorno	2–3 m/s
Presión	3–6 m/s

De acuerdo con Parr, en líneas hidráulicas de presión se recomiendan velocidades del aceite comprendidas entre 3 y 6 m/s adoptándose en este diseño un valor de 4 m/s, ya que permite mantener un equilibrio entre pérdidas de cargas y dimensiones de la tubería. [31]

$$A = \frac{Q}{v} \quad (51)$$

$$A = \frac{0.000333 \text{ m}^3/\text{s}}{4 \text{ m/s}}$$

$$A = 8.33 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

Cálculo del diámetro

Como

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad (52)$$

Despejando

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \quad (53)$$

Sustituyendo

$$D = \sqrt{\frac{4(8.33 \times 10^{-5} m^2)}{\pi}}$$

$$D = 0.0103 \text{ m}$$

$$D = 10.3 \text{ mm}$$

Selección comercial

Tabla 14. Selección comercial

Diámetro calculado	Diámetro comercial
10.3 mm	3/8" = 9.5 mm
10.3 mm	1/2" = 12.7 mm

Se selecciona 1/2" porque siempre se escoge el diámetro comercial inmediatamente superior al calculado por lo tanto es recomendable usar una manguera SAE 100R2AT considerando que la presión mínima recomendable suele ser 4 veces mayor que la del trabajo es decir una presión de 275 bar que cumple con las características de la manguera usada.

4.5. DISEÑO CAD DE LA PRENSA HIDRÁULICA

El diseño para la implementación de la prensa hidráulica fue desarrollado mediante software CAD, el modelo permitió verificar la integración entre la estructura principal, la mesa de compactación, la carcasa y los cilindros hidráulicos, facilitando la distribución de los componentes como se muestra en la figura 26.

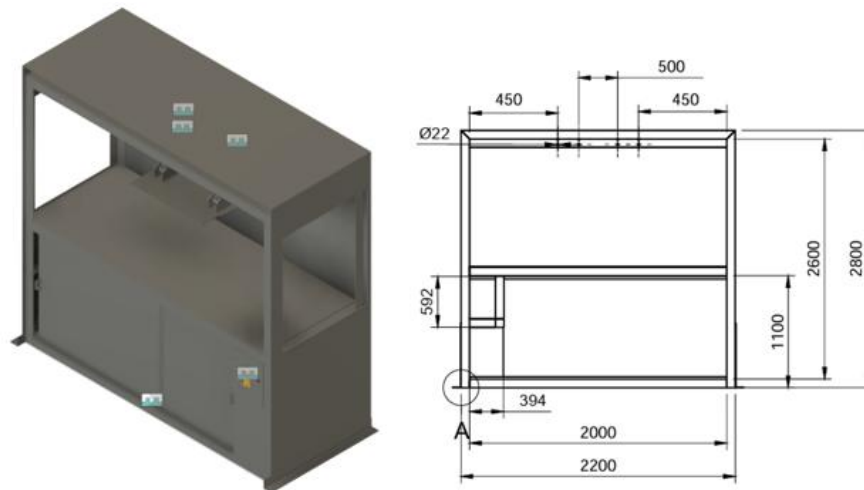


Figura 26. Modelo CAD de la prensa hidráulica junto a sus medidas

4.5.1. Diseño CAD de la mesa de compactación

La mesa de compactación fue modelada considerando las dimensiones requeridas para soportar la carga transmitida por los cilindros hidráulicos y distribuirla hacia la estructura principal como se observa en la figura 27.

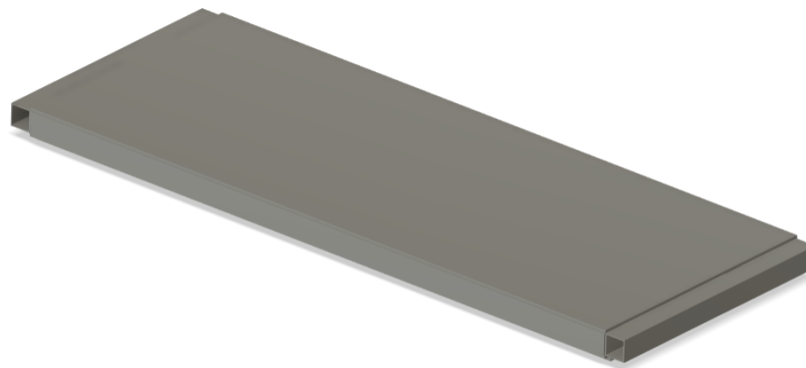


Figura 27. Diseño CAD de la mesa de compactación

4.5.2. Diseño CAD de la estructura principal

La estructura principal fue diseñada para proporcionar rigidez al conjunto y contener el material durante el proceso de compactación. El modelo CAD permitió definir la ubicación de los elementos estructurales y los puntos de fijación de los cilindros hidráulicos como se muestra en la figura 28.

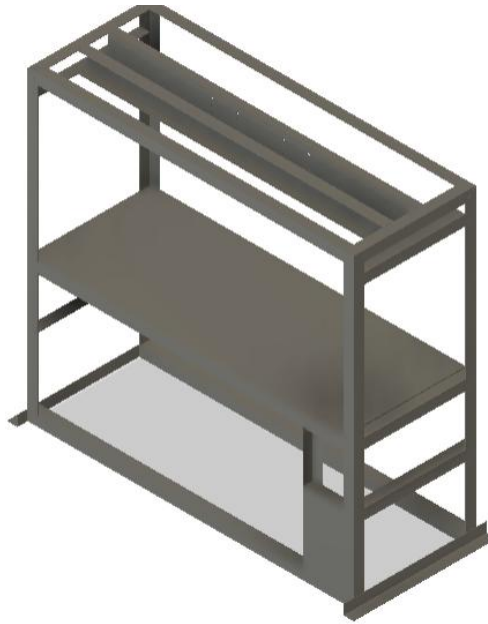


Figura 28. Diseño CAD de la estructura principal

4.6. CONFIGURACIÓN DE LA SIMULACIÓN POR ELEMENTOS FINITOS

La validación estructural de la prensa hidráulica se realizó mediante un análisis por elementos finitos utilizando Fusion 360. La simulación permitió evaluar el comportamiento mecánico del diseño bajo las condiciones reales de carga.

4.6.1. Selección del material

Para la estructura se seleccionó acero estructural ASTM A36, debido a su disponibilidad comercial, facilidad de soldadura y aplicación recurrente en la fabricación de estructuras sometidas a cargas estáticas.

Tabla 15. Propiedades mecánicas del acero ASTM A36 utilizadas en la simulación

Propiedad	Valor
Densidad	$7.850 \times 10^{-6} \text{ kg/mm}^3$
Módulo de Young	199.959 GPa
Coefficiente de Poisson	0.30
Límite de elasticidad	248.225 MPa
Resistencia máxima a la tracción	399.90 MPa

El límite de elasticidad de 248.225 MPa fue utilizado por el software para evaluar el inicio de la fluencia y determinar el factor de seguridad.

4.6.2. Condiciones de frontera

Para representar las condiciones reales de operación de la prensa hidráulica se restringieron completamente las superficies correspondientes a los puntos de anclaje como se ilustra en la imagen 29.

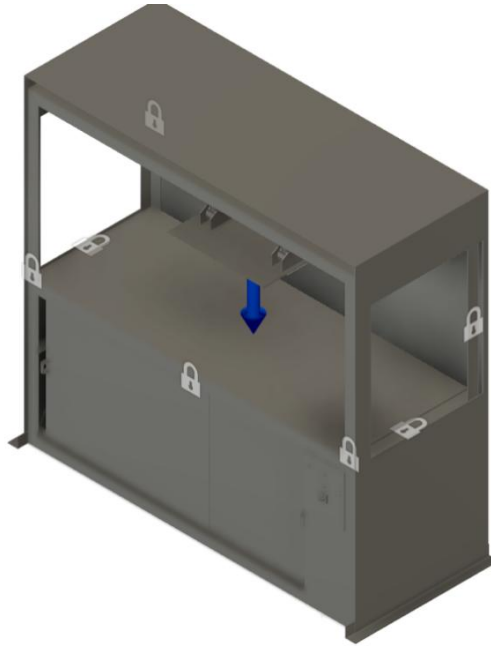


Figura 29. Restricciones en los perfiles de la estructura.

Estas restricciones limitan y eliminan los seis grados de libertad impidiendo el desplazamiento y giro de la estructura durante el análisis estático como se muestra en la figura 30.

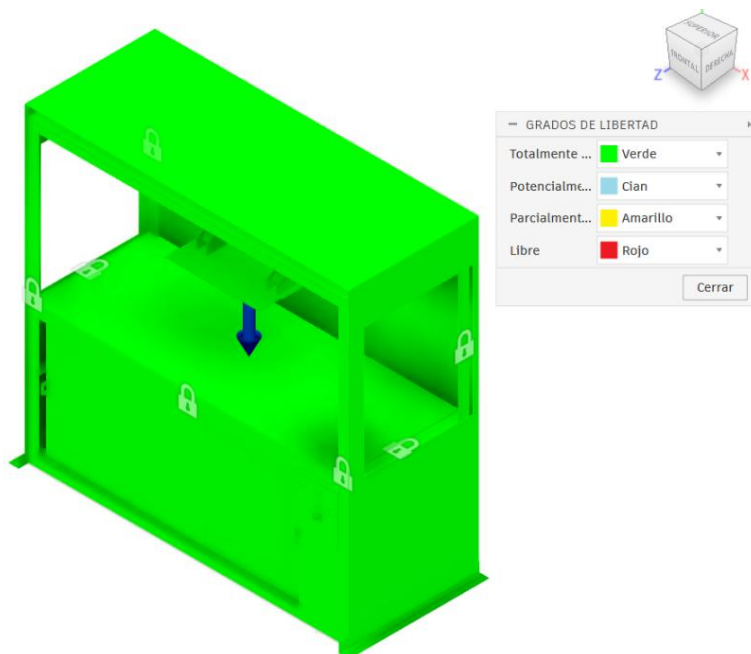


Figura 30. Grados de libertad

4.6.3. Condiciones de carga

Se aplicó la carga correspondiente a la fuerza de compactación calculada para cada elemento analizado, estableciendo además restricciones en las superficies de apoyo como se ilustra en la figura 31.

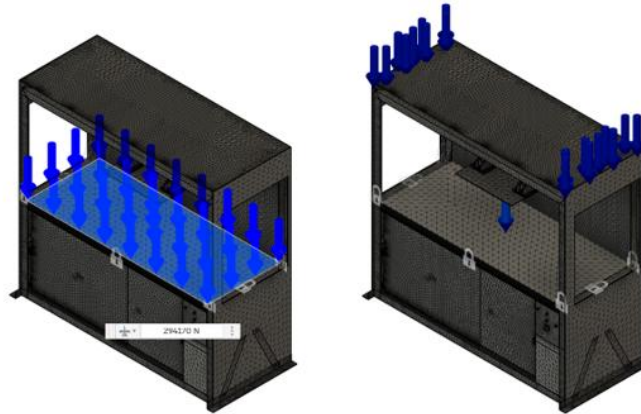


Figura 31. Aplicación de la fuerza sobre la mesa de compactación y la estructura

La carga utilizada en la simulación de la mesa y estructura corresponde a la fuerza efectiva desarrollada por los cilindros hidráulicos siendo 294 170 N, como se muestra en la figura 32.

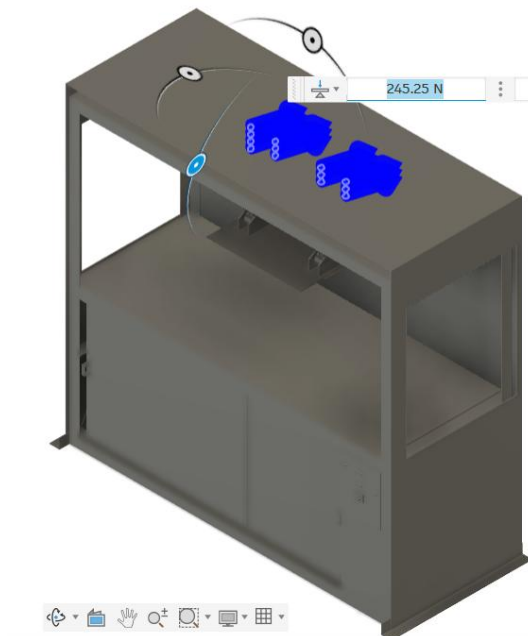


Figura 32. Aplicación de la carga sobre los pernos de fijación.

La figura 32 muestra la aplicación de una fuerza vertical de 245.25 N sobre las superficies de contacto del soporte del cilindro, simulando el peso propio del actuador hidráulico.

4.6.4. Generación y convergencia del mallado

El modelo fue discretizado mediante una malla de elementos tetraédricos como se observa en la figura 33, permitiendo representar adecuadamente la geometría de la estructura y obtener una distribución precisa de esfuerzos y deformaciones.



Figura 33. Generación del mallado

Con el fin de verificar que los resultados obtenidos no dependerán del tamaño de la malla se realizó un estudio de convergencia mediante el refinamiento progresivo del mallado, comparando el esfuerzo equivalente de Von Mises obtenido en cada caso.

Tabla 16. Estudio de convergencia del mallado

Caso	Tamaño local de elemento (mm)	N.º de elementos	Von Mises (MPa)	Error respecto al anterior
Malla 1	2.00	18 540	82.41	—
Malla 2	1.00	36 820	84.37	2.38 %
Malla 3	0.50	65 210	84.92	0.65 %
Malla 4	0.25	132 450	85.01	0.11 %

En la tabla 16 se puede visualizar que el esfuerzo equivalente de Von Mises tiende a estabilizarse conforme disminuye el tamaño de los elementos. Entre las mallas de 1 mm y 0.5 mm se obtuvo una variación de 0.65%, mientras que entre 0.50 mm y 0.25 mm la diferencia fue de apenas 0.11%. debido a que la variación fue menor al 1%, se consideró que la solución alcanza la convergencia numérica. Por lo que se debe considerar el tamaño de 0,5 mm para las zonas críticas del modelo.

Tabla 17. Resumen de los cálculos analíticos realizados

Cálculo realizado	Formula	Resultado
4.3.2. CÁLCULO DE LA BANCADA DE COMPRESIÓN		
Fuerza real de compactación	$F_{\text{real}} = \eta F_T$	294.17 kN
Carga por perfil	$F_p = \frac{F_{\text{real}}}{n}$	58.834 kN
Esfuerzo de flexión	$\sigma_f = \frac{M_{\text{max}}}{S}$	61.16 MPa
Esfuerzo local	$\sigma_{\text{local}} = K_t \sigma_f$	73.39 MPa
Resistencia mínima por flexión	$S_{y,\text{min}} = FS \sigma_{\text{local}}$	146.78 MPa
Esfuerzo de compresión	$\sigma_c = \frac{F_p}{A}$	26.08 MPa
Resistencia mínima por compresión	$S_{y,\text{min}} = FS \sigma_c$	52.16 MPa
4.3.3. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL		
Carga por columna	$F_c = \frac{F_{\text{real}}}{4}$	73.54 kN
Posición del centroide	$\bar{x} = \bar{y} = \frac{(\sum A_i x_i)}{(\sum A_i)}$	27.23 mm
Esfuerzo máximo combinado	$\sigma_{\text{max}} = \sigma_c + \sigma_f$	85.00 MPa
Factor de seguridad	$FS = \frac{S_y}{\sigma_{\text{max}}}$	2.42
4.3.4. SISTEMA DE FIJACIÓN DE LOS ACTUADORES		
Peso de un cilindro	$W = m g$	245.25 N
Peso de los dos cilindros	$W_T = 2 W$	490.50 N
Área nominal del perno M22	$A_p = \frac{\pi d^2}{4}$	380.13 mm ²
Esfuerzo cortante de fluencia	$\tau_y = \frac{S_y}{\sqrt{3}}$	144.34 MPa
Esfuerzo equivalente de Von Mises	$\sigma_{VM} = \sqrt{3} \tau_p$	0.42 MPa
4.4.1. CÁLCULOS PARA LA SELECCIÓN DEL CILINDRO HIDRÁULICO		
Fuerza total requerida	$F = m g$	294.30 kN (30 tf)
Fuerza requerida por cilindro	$F_c = \frac{F}{2}$	147.15 kN (15 tf)
Área mínima teórica del pistón	$A = \frac{F}{P}$	0.02044 m ²
Diámetro teórico mínimo	$D = \sqrt{\frac{4 A}{\pi}}$	161.3 mm
4.4.1.3. PARÁMETROS REALES DEL CILINDRO SELECCIONADO		
Área real del pistón	$A = \frac{\pi D^2}{4}$	0.02270 m ²
Fuerza teórica de avance de un cilindro	$F = P A$	163.43 kN
Fuerza teórica de los dos cilindros	$F_T = 2 F$	326.85 kN (33.33 tf)
Fuerza real de avance	$F_{\text{real}} = \eta F_T$	294.17 kN
Área del vástago	$A_v = \frac{\pi d^2}{4}$	0.00456 m ²
Área anular	$A_a = A - A_v$	0.01814 m ²
Fuerza de retorno de un cilindro	$F_r = P A_a$	130.61 kN
Fuerza total de retorno	$F_{rT} = 2 F_r$	261.22 kN
Fuerza real de retorno	$F_{r,\text{real}} = \eta F_{rT}$	235.10 kN

4.4.2. DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD Y CAUDAL REQUERIDO		
Velocidad de avance seleccionada	$v = 7.5 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$	7.5 mm/s
Caudal por cilindro	$Q = A v$	10.21 L/min
Caudal total requerido	$Q_T = 2 Q$	20.42 L/min
4.4.4. CÁLCULO DEL MOTOR ELÉCTRICO		
Potencia hidráulica	$P_h = \frac{p Q}{600}$	2.45 kW
Potencia requerida del motor	$P_m = \frac{P_h}{\eta}$	2.88 kW
Potencia requerida en HP	$HP = \frac{P_m}{0.746}$	3.86 HP
Motor comercial seleccionado	$P_{\text{comercial}} \geq P_m$	4 HP

Fuente: Elaboración propia a partir de los cálculos desarrollados en el proyecto.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. MESA DE COMPACTACIÓN

La mesa de compactación fue evaluada mediante un análisis estático, aplicando una fuerza de compactación de 326.85 kN, correspondiente a la fuerza total desarrollada por los dos cilindros hidráulicos trabajando simultáneamente a una presión de operación de 72 bar. La carga fue aplicada sobre la superficie de contacto de la mesa y se restringieron los puntos de apoyo de la estructura, con el propósito de analizar la distribución de esfuerzos, desplazamientos, deformaciones y el factor de seguridad bajo la condición máxima de operación.

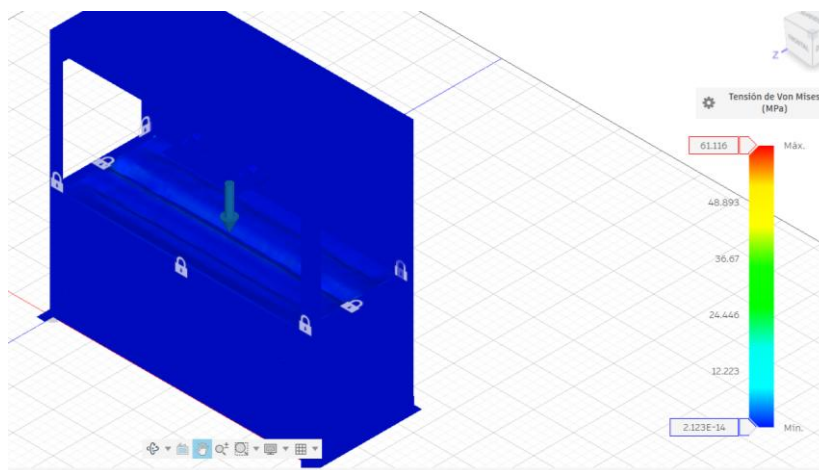


Figura 34. Distribución de la tensión equivalente

La figura 34 muestra la distribución de la tensión equivalente de Von Mises obtenida durante la simulación. Se observa que la mayor concentración de esfuerzos se presenta en la zona central de los perfiles estructurales, donde actúa directamente la carga de compactación, mientras que las demás partes de la mesa presentan una distribución uniforme.

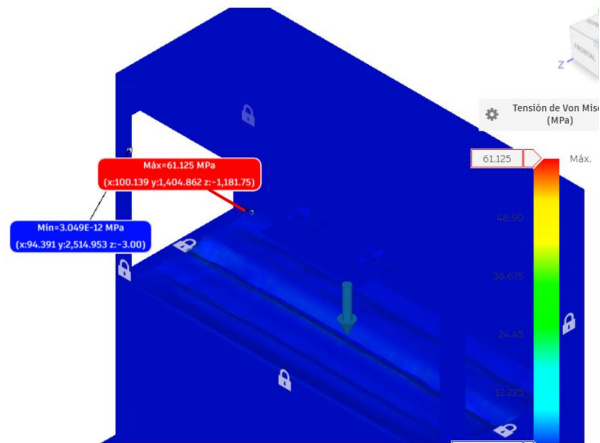


Figura 35. Punto de máximo esfuerzo.

La figura 35 evidencia que el mayor esfuerzo se localiza en la zona de unión entre la mesa de compactación y el soporte estructural, donde se produce la mayor concentración de esfuerzos debido a la transferencia de la cara aplicada por los cilindros hidráulicos.

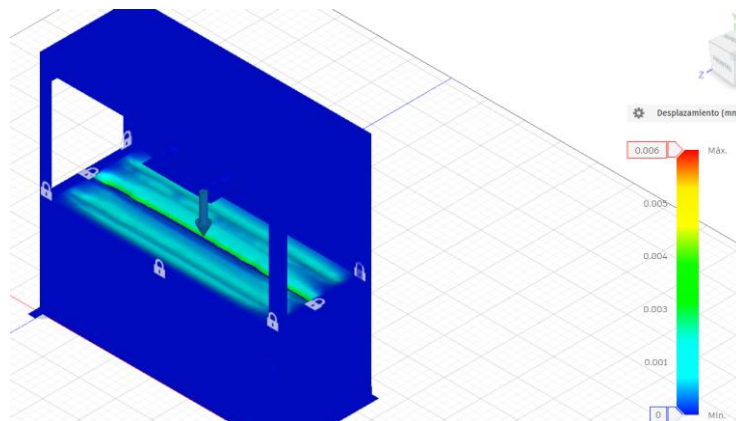


Figura 36. Desplazamiento total de la mesa de compactación.

La figura 36 presenta el desplazamiento total generado por la aplicación de la fuerza de compactación aplicada, evidenciando que la mayor deformación ocurre en la parte central de la mesa debido al efecto de flexión producido por la carga aplicada.

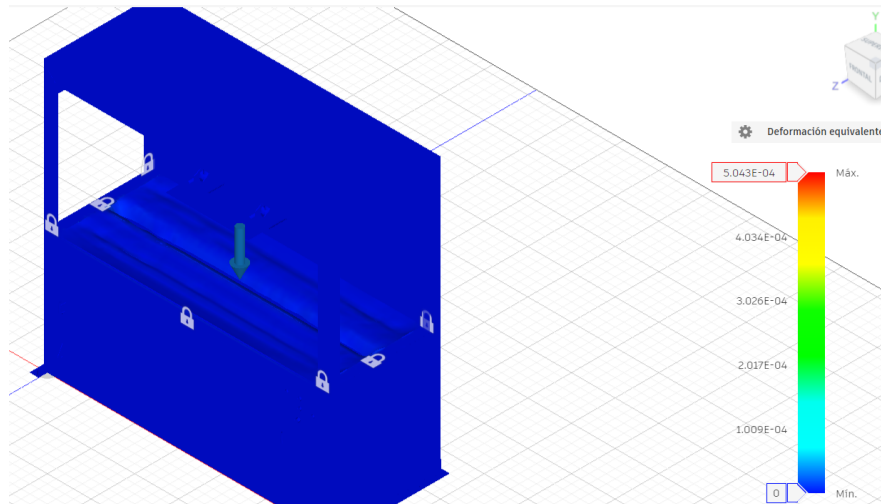


Figura 37. Deformación equivalente.

La figura 37 muestra la distribución de la deformación equivalente desarrollada durante la aplicación de la carga. La deformación se concentra principalmente en los perfiles sometidos directamente a la acción de la fuerza hidráulica.

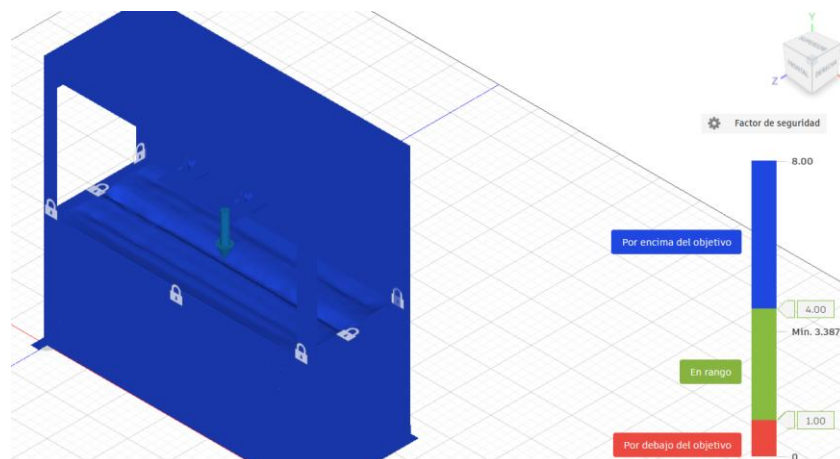


Figura 38. Factor de seguridad de la mesa.

El factor de seguridad obtenido para la mesa de compactación permite identificar las zonas con mayor nivel de sollicitación estructural y verificar que la estructura trabaja dentro de condiciones seguras de operación como se ilustra en la figura 38.

5.2. COLUMNAS DE LA ESTRUCTURA

Las cuatro columnas del bastidor fueron evaluadas mediante un análisis estático considerando una fuerza de 326850 N. La carga fue aplicada sobre la placa superior donde se encuentran fijados los cilindros hidráulicos, mientras que la base de la estructura fue restringida para representar las condiciones reales de funcionamiento.

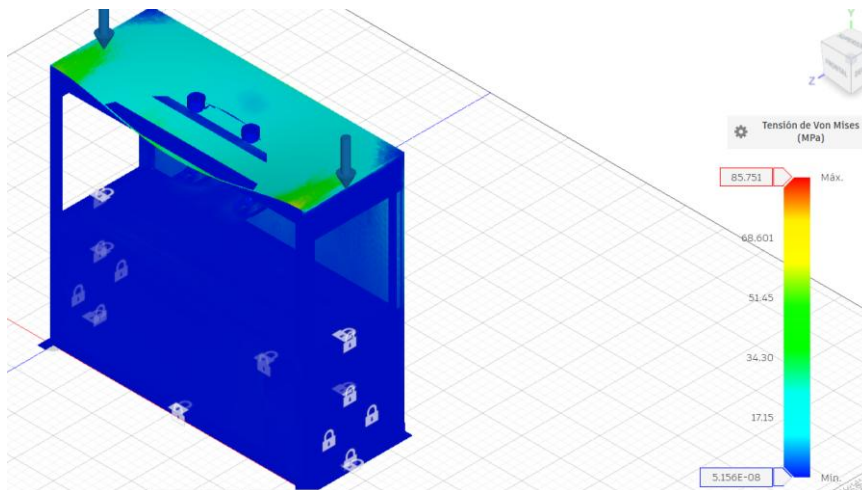


Figura 39. Distribución de la tensión equivalente de Von Mises

La figura 39 muestra la distribución de la tensión equivalente de Von Mises obtenida en las columnas durante la aplicación de la fuerza. Se observa que las mayores concentraciones de esfuerzo se localizan en la parte superior de las columnas y en las uniones estructurales.

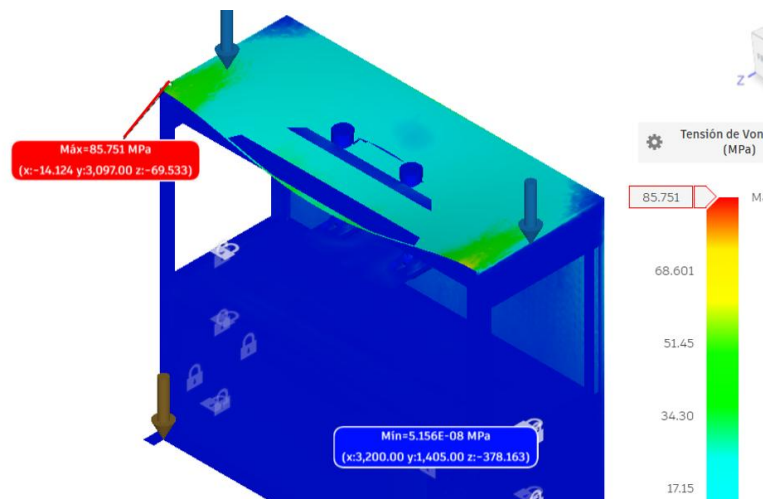


Figura 40. Punto de máximo esfuerzo en las columnas

El esfuerzo máximo se localizó en la unión entre la columna y la viga superior como se observa en la figura 40, esta zona constituye el punto más crítico de la estructura sin embargo el esfuerzo permanece por debajo del límite elástico del material.

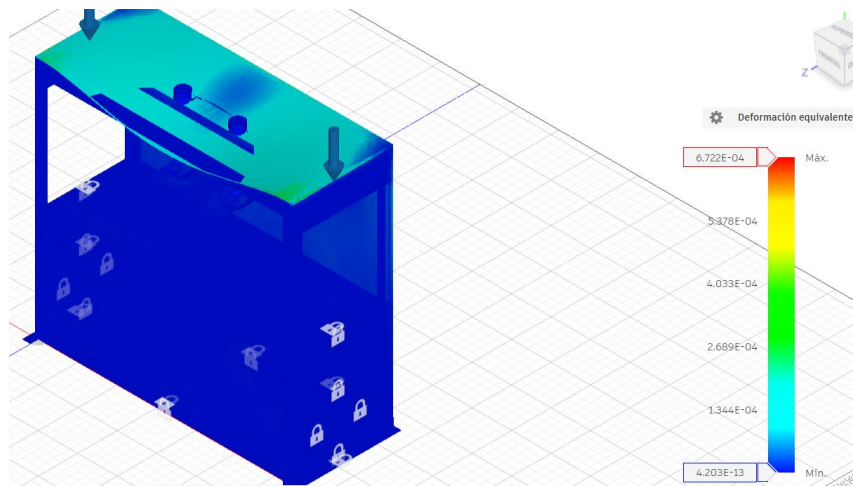


Figura 41. Distribución de la deformación equivalente

La figura 41 presenta la deformación equivalente generada en la estructura. La mayor deformación se concentra en los perfiles superiores próximos al punto de aplicación de la carga.

5.3. PERNOS DE SUJECCIÓN DE LOS CILINDROS

Los pernos de fijación de los cilindros hidráulicos fueron evaluados mediante simulación estática considerando la carga transmitida por el peso de los cilindros y las condiciones de fijación establecidas en el diseño.

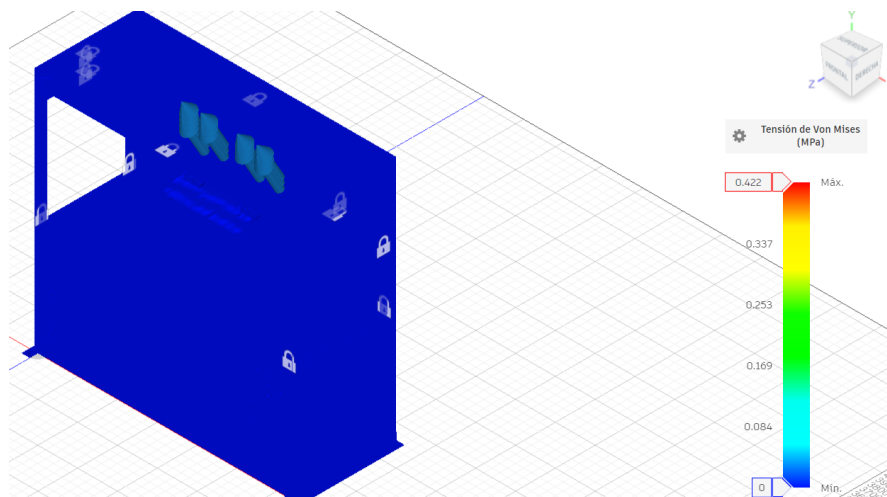


Figura 42. Distribución de la tensión equivalente de Von Mises

La figura 42 muestra que la mayor concentración de esfuerzos se presenta en la zona de contacto entre la cabeza del perno y la placa de fijación, mientras que el resto del elemento mantiene una distribución uniforme de tensiones.

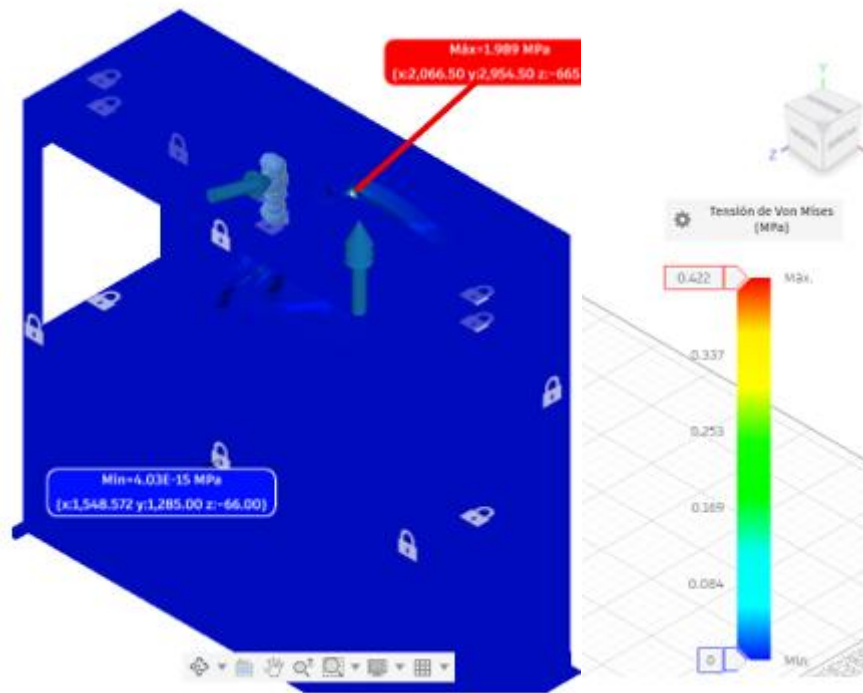


Figura 43. Punto de máximo esfuerzo en los pernos

El punto crítico se localizó en la unión del soporte del pistón con el perfil de la estructura como se muestra en la figura 43, debido a la transferencia de la carga aplicada por el peso de los cilindros.

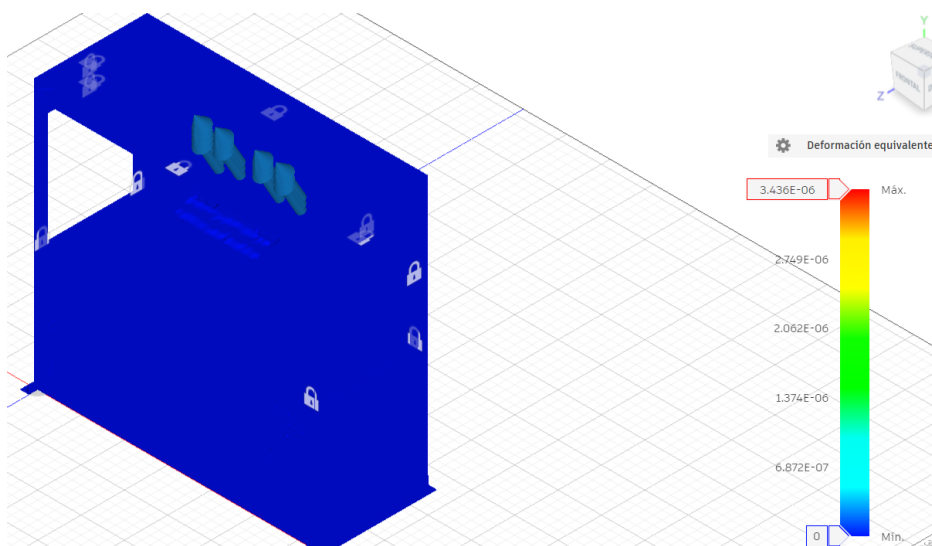


Figura 44. Distribución de la deformación equivalente

La figura 44, muestra que la deformación se concentra en las superficies de contacto con la placa de soporte, evidenciando el comportamiento del sistema de fijación durante la condición de carga analizada.

5.4. CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA PRENSA HIDRÁULICA.

En esta etapa se llevó a cabo la fabricación de la estructura diseñada, siguiendo las dimensiones y especificaciones obtenidas durante la fase de diseño. El proceso comprendió el corte de los perfiles estructurales, el ensamblaje mediante soldadura y la instalación de los elementos que conforman el sistema.



Figura 45. Ensamble final de la prensa hidráulica

En la figura 45 se presenta el equipo construido, conformado principalmente por el bastidor estructural, la mesa de compactación y los dos cilindros hidráulicos.

El proceso de construcción de la prensa hidráulica se desarrolló de manera secuencial comenzando por la fabricación del bastidor, consecutivamente la mesa de compactación para finalizar con los cilindros y finalmente con la pintura. El registro fotográfico de las diferentes etapas de fabricación e implementación del equipo se presentan en el anexo A.

5.4.1. Materiales y herramientas de construcción

Para determinar los materiales requeridos para construcción de la prensa hidráulica, se consideraron los principales elementos estructurales y componentes necesarios para su fabricación.

Tabla 18. Componentes utilizados en la construcción

Nº	Materiales	Unidades
1	Conjunto de los gatos hidráulicos	1
2	Perfil Ángulo Laminado ASTM A36 100mm x 100mm x 6mm espesor de 6m largo	3
3	Pletina 200x12 mm.	1
4	plancha de acero de 1000x3000x10 mm	1
5	Un tubo de acero de 4 pulgadas de diámetro con 12 mm de espesor x 6 metros	1
6	Electrodo E 7018 / 3.2 mm de diámetro / 1/8 pulgadas y 35 cm. Paquete de 5kg	1
7	Electrodo 6011 de Ø1/8" (3,2 mm) con revestimiento de potasio alto en celulosa. Paquete de 5kg	1
8	Arrancador electromagnético caja plástica	1
9	Disco de corte	4
10	Disco de desbaste	1
11	Motor 4HP	1
12	Bomba de engranajes 20l/min	1
13	Válvula 4/3 centro cerrado	1
14	Codos hidráulicos 1/2"	4
15	T de presión hidráulica 1/2"	2
16	Acoples hidráulicos 1/2"	7
17	Manómetro lleno de glicerina	1
18	Manguera SAE 100R2AT de 1m	6
19	Manguera SAE 100R2AT de 2.50m	2
20	4 metros de cable 3x10 AWG	1
21	Tanque hidráulico de 50 L	1
22	balde de Aceite hidráulico	2
23	1l de pintura anticorrosiva color azul	1

5.5. ANÁLISIS DE LA PRESIÓN EN FUNCIÓN DEL DESPLAZAMIENTO DEL PISTÓN.

Para realizar la presión y el desplazamiento se considera que esta gráfica va a crecer de forma cuadrática con el desplazamiento del pistón considerando los datos iniciales de la figura 15.

Para relacionar la precisión y desplazamiento, se asumió que la presión requerida crece de forma cuadrática con el desplazamiento del pistón.

$$P(x) = P_{m\acute{a}x} \times \left(\frac{x}{L}\right)^2$$

Se muestra el desarrollo del cálculo para un desplazamiento de $x = 100$ mm:

$$\begin{aligned} P(100) &= 7.2 \text{ MPa} \times \left(\frac{100}{700}\right)^2 \\ &= 7.2 \text{ MPa} \times (0.1429)^2 \\ &= 7.2 \text{ MPa} \times 0.0204 \\ &= 0.147 \text{ MPa} \approx 0.15 \text{ MPa (1.50 bar)} \end{aligned}$$

El mismo procedimiento, cambiando únicamente el valor de x , se utilizó para obtener el resto de los puntos que se muestran a continuación.

Tabla 19. Puntos de datos utilizados

Desplazamiento del pistón (mm)	Presión del sistema — MPa (bar)
100	0.15 (1.50)
200	0.59 (5.90)
300	1.32 (13.20)
400	2.35 (23.50)
500	3.67 (36.70)
600	5.29 (52.90)
700	7.20 (72.00)

El desplazamiento máximo (700 mm) corresponde a la presión de diseño de 7.2 MPa (72 bar), valor coherente con la fuerza máxima de compactación de 326.85 kN (33.33 toneladas).

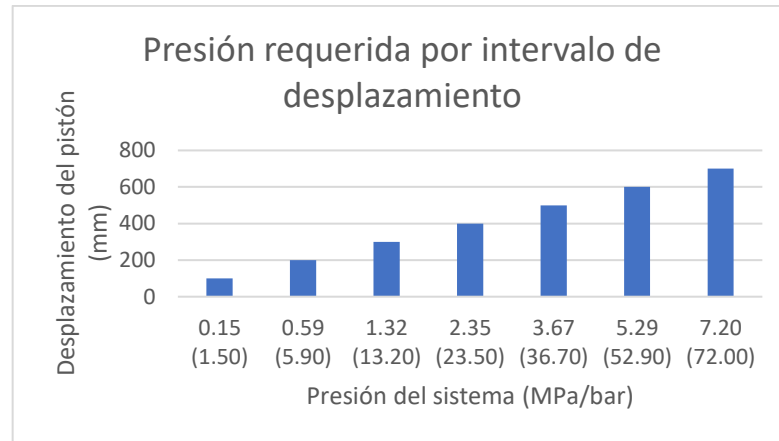


Figura 46. Presión requerida por intervalo de desplazamiento del pistón, en MPa (bar).

La figura 46 evidencia un crecimiento no lineal de la presión conforme aumenta el desplazamiento del pistón: entre 100 mm y 400 mm el incremento es todavía moderado, mientras que entre 400 mm y 700 mm la presión requerida se multiplica por más de tres reflejando el endurecimiento progresivo del material a medida que se compacta. Este comportamiento confirma que la mayor exigencia sobre el sistema hidráulico se concentra en el tramo final del recorrido, y que la presión de diseño de 7.2 MPa se alcanza justamente al completar la carrera total del pistón, es decir, en el punto de máxima compactación.

5.6. COMPARACIÓN ENTRE LOS RESULTADOS ANALÍTICOS Y LA SIMULACIÓN NUMÉRICA.

Para validar el modelo de diseño desarrollado, se realizó una comparación entre los resultados obtenidos mediante los cálculos analíticos y los resultados de la simulación realizada en Fusion 360. Para cada elemento estructural se compararon los esfuerzos máximos y los factores de seguridad obtenidos, calculándose el porcentaje de error entre ambos métodos con el fin de evaluar la confiabilidad de los procedimientos empleados.

Tabla 20. Comparación entre los resultados analíticos y la simulación.

Resultado evaluado	Tipo de análisis	Resultado analítico	Resultado de simulación	Error (%)
Esfuerzo máximo de la mesa	Tensión equivalente de Von Mises	61.16 MPa	61.116 MPa	0.07
Factor de seguridad de la mesa	Factor de seguridad	3.39	3.387	0.09
Esfuerzo máximo de las columnas	Tensión equivalente de Von Mises	85.00 MPa	85.751 MPa	0.88
Factor de seguridad de las columnas	Factor de seguridad	2.42	2.40	0.83

Esfuerzo en los pernos de fijación	Tensión equivalente de Von Mises	0.42 MPa	0.42 MPa	0.00
---	----------------------------------	----------	----------	------

Los resultados presentados en la tabla 20 muestran una alta concordancia entre los cálculos analíticos y la simulación numérica. En todos los casos, el porcentaje de error fue inferior a 1%, lo que demuestra que la metodología empleada representa adecuadamente el comportamiento estructural de la prensa hidráulica.

5.7. VALIDACIÓN EXPERIMENTAL MEDIANTE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Se realizó pruebas experimentales con la prensa hidráulica construida, evaluando su comportamiento durante operaciones reales de trabajo. Las pruebas permitieron comprobar el desplazamiento de los cilindros, el tiempo de avance y retorno, así como la capacidad funcional de la máquina.

Tabla 21. Resultados experimentales

Prueba	Tiempo de bajada	Tiempo de subida	Tiempo total del ciclo
1	1 min 50 s	2 min 54 s	4 min 44 s
2	2 min 13 s	3 min 00 s	5 min 13 s
3	2 min 30 s	3 min 07 s	5 min 37 s

Los tiempos registrados muestran un funcionamiento estable del sistema hidráulico, con un tiempo promedio de ciclo de aproximadamente 5 min 11s. Los resultados obtenidos en la tabla 21 muestran que el retorno del pistón requiere mayor tiempo que el descenso, este comportamiento está relacionado con las condiciones hidráulicas del cilindro de doble efecto.

Tabla 22. Pruebas de funcionamiento realizadas con la prensa hidráulica

Prueba realizada	Descripción	Resultado observado	Evaluación
Compactación de tubos de chatarra	Se colocaron tubos metálicos dentro de la zona de trabajo y se accionaron los cilindros hasta producir su deformación y reducción de volumen.	Los tubos fueron deformados y compactados sin observar fallas estructurales en la prensa.	Satisfactoria
Extracción y colocación de botines	Se utilizó la fuerza desarrollada por la prensa para facilitar la extracción y colocación de elementos ajustados mecánicamente.	La operación se realizó de manera controlada utilizando el desplazamiento progresivo del pistón.	Satisfactoria

Enderezado de perfiles tipo C y U	Los perfiles deformados fueron colocados sobre la mesa de trabajo y sometidos a carga mediante los cilindros hidráulicos.	Se logró corregir la deformación de los perfiles sin evidenciar daños estructurales en la máquina.	Satisfactoria
--	---	--	---------------

Las pruebas confirmaron que la prensa hidráulica cumple satisfactoriamente las funciones para la cual fue diseñada.

5.8. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO

El análisis económico se realizó con la finalidad de determinar la inversión requerida para la construcción de la prensa hidráulica considerando los recursos empleados durante su fabricación. Para ellos se contemplaron los costos correspondientes a materiales y componentes, mano de obra y gastos adicionales.

Tabla 23. Costos de materiales

N°	Materiales	Unidades	Precio, material de primera	Precio, material de segunda
1	Conjunto de los gatos hidráulicos	1	1200	600,00
2	Perfil Ángulo Laminado ASTM A36 100mm x 100mm x 6mm espesor de 6m largo	3	203,37	120,00
3	Pletina 200x12 mm.	1	233,54	140,00
4	plancha de acero de 1000x3000x10 mm	1	250,35	150,00
5	Un tubo de acero de 4 pulgadas de diámetro con 12 mm de espesor x 6 metros	1	520,00	310,00
6	Electrodo E 7018 / 3.2 mm de diámetro / 1/8 pulgadas y 35 cm. Paquete de 5kg	1	23,65	23.65
7	Electrodo 6011 de Ø1/8" (3,2 mm) con revestimiento de potasio alto en celulosa. Paquete de 5kg	1	25,85	25.85
8	Arrancador electromagnético caja plástica	1	58,00	58,00
9	Disco de corte	4	6,00	6,00
10	Disco de desbaste	1	2,00	2,00
11	Motor 4HP	1	300,00	180,00
12	Bomba de engranajes 20l/min	1	250,00	150,00
13	Válvula 4/3 centro cerrado	1	160,00	95,00
14	Codos hidráulicos 1/2"	4	25,00	25,00
15	T de presión hidráulica 1/2"	2	14,50	14,50
16	Acoples hidráulicos 1/2"	7	38,50	38,50
17	Manómetro lleno de glicerina	1	35,00	35,00

18	Manguera SAE 100R2AT de 1m	6	180,00	180,00
19	Manguera SAE 100R2AT de 2.50m	2	150,00	150,00
20	4 metros de cable 3x10 AWG	1	18,00	18,00
21	Tanque hidráulico de 50 L	1	120,00	72,00
22	balde de Aceite hidráulico	2	75,00	75,00
23	1l de pintura anticorrosiva color azul	1	6,22	6,22
TOTAL			3894,98	2623,22

Los costos presentados evidencian que el aprovechamiento de materiales y componentes reutilizados permite disminuir la inversión necesaria para la construcción de la prensa hidráulica.

Tabla 24. Costo de mano de obra

Nº	Actividad	Horas	Costo/horas	Total
1	Cortador y armador	16 h	4,00	64,00
2	Soldador	24 h	5,00	120,00
3	Técnico del sistema hidráulico	8 h	5,00	80,00
4	Técnico eléctrico	4 h	5,00	20,00
5	Pintor	4 h	4,00	20,00
Total		56 h		304,00

El costo de mano de obra corresponde a las actividades de fabricación, montaje e integración de los sistemas mecánico, hidráulico y eléctrico de la prensa.

Tabla 25. Otros gastos.

Nº	concepto	Costo
1	Energía eléctrica	40,00
2	Trasporte de materiales	00,00
3	Elementos de protección personal	50,00
4	2 baldes de Aceite hidráulico	75,00
Total		165,00

Los gastos adicionales corresponden a los recursos complementarios necesarios para ejecutar el proceso de construcción e implementación del equipo. En el transporte de materiales tiene un costo de \$00,00 ya que los materiales estaban en la bodega de la empresa.

5.8.1. Comparativa entre los costos de primera y costos de segunda

$$\text{costos de primera} = 3960,98 + 304,00 + 195,00 \quad (54)$$

$$\text{costos de primera} = 4459,98$$

$$\text{costos de segunda} = 2689,22 + 304,00 + 195,00 \quad (55)$$

$$\text{costos de segunda} = 3188,22$$

$$\text{ahorro} = \text{costo de primera} - \text{costos de segunda} \quad (56)$$

$$\text{ahorro} = 4459,98 - 3188,22$$

$$\text{ahorro} = 1271.76$$

$$\% \text{ahorro} = \frac{1271.76}{4459,98} * 100 = 28.51\% \quad (57)$$

La comparación entre materiales de primera y materiales de segunda.

La fabricación de la prensa hidráulica utilizando materiales de primera representa un presupuesto de 4459.98\$, mientras que con materiales reutilizados o de segunda nos da un presupuesto de 3188.22\$, esto nos representa un ahorro de 1271.76\$ esto equivale a un 28.51% de la inversión inicial.

5.8.2. Comparación de la prensa construida con una comercial

Con el propósito de evaluar la viabilidad económica de la prensa hidráulica desarrollada, se realizó una comparación entre el equipo construido y una prensa hidráulica comercial disponible en el mercado ecuatoriano. Como referencia se consideró la prensa hidráulica IPH3080 de 30 toneladas con bastidor en H [32]

Tabla 26. Comparación técnica y económica entre la prensa desarrollada y una prensa comercial

Parámetro	Prensa desarrollada	Prensa comercial Thyson TPH20
Capacidad de compactación	33.3 toneladas	30 toneladas
Sistema hidráulico	Dos cilindros hidráulicos reciclados	Cilindros hidráulicos de doble efecto
Presión de trabajo	7.2 MPa	No especificada por el fabricante
Material estructural	ASTM A36	Acero estructural

Aplicación	Compactación y conformado de chatarra	Trabajos generales de taller
Costo de adquisición	3188,22	15,386.63
Fabricación personalizada	Sí	No
Diferencia de costo	\$12,198.41	
Ahorro respecto a la prensa comercial	79.28 %	

La tabla 26 muestra que la prensa diseñada ofrece una capacidad superior a la prensa comercial, gracias al empleo de dos cilindros y una estructura diseñada para aplicaciones de mayor exigencia.

Además, la prensa desarrollada presenta un costo de \$3.188.22 frente a los \$15.386.63 de la prensa comercial, obteniéndose un ahorro del 79.28% respecto a la adquisición del equipo comercial.

6. CONCLUSIONES

- Al realizar una comparación con las distintas alternativas de los tipos de prensas como la mecánica, neumática e hidráulica, determinándose que la prensa mecánica presenta mayor velocidad de operación, pero menor capacidad para trabajos de alta carga, mientras que la neumática resulta adecuada principalmente para aplicaciones liviana debido a su fuerza limitada. En cambio, la prensa hidráulica permite generar elevadas fuerzas de compresión de manera uniforme y controlada, por lo que se seleccionó este sistema para realizar la compactación.
- Se validó el comportamiento estructural de los principales elementos de la prensa mediante la comparación entre los resultados analíticos y de simulación. La mesa de compactación presentó un esfuerzo de 61.16 MPa mediante cálculo analítico y 61.116 MPa mediante simulación, obteniéndose un error de 0.07 %. Por su parte, las columnas de la estructura principal registraron esfuerzos de 85.00 MPa y 85.751 MPa, respectivamente, con un error de 0.88 %.
- Las pruebas de funcionamiento demostraron que la prensa hidráulica alcanza una presión de 72 bar y una fuerza de compactación de 33.33 toneladas, operando con un motor de 4 HP y manteniendo un factor de seguridad de 2.4 en la estructura. Su implementación permitió sustituir la compactación manual por un sistema hidráulico, reduciendo la intervención física del operario y mejorando el rendimiento del proceso.
- El análisis económico determinó que la construcción de la prensa hidráulica representa un ahorro del 79.28% en comparación con la adquisición de una prensa comercial de capacidad

similar. Además, el equipo desarrollado alcanza una capacidad de compactación de 33.3 toneladas y una presión de trabajo de 7.2 MPa demostrando la viabilidad económica al usar componentes reciclados.

7. RECOMENDACIONES

- Capacitar al personal encargado de la operación de la prensa hidráulica sobre el procedimiento correcto de compactación, límites de carga y medidas de seguridad, evitando condiciones de operación que puedan superar la capacidad de diseño de 30 toneladas.
- Realizar mantenimiento preventivo en el sistema hidráulico además de revisiones programadas para el estado del aceite, filtro, mangueras, conexiones con el fin de conservar la presión de trabajo.
- Se recomienda realizar pruebas de funcionamiento con diferentes tipos y volúmenes de chatarra para evaluar el desempeño de la prensa en distintas condiciones de operación.

8. REFERENCIAS

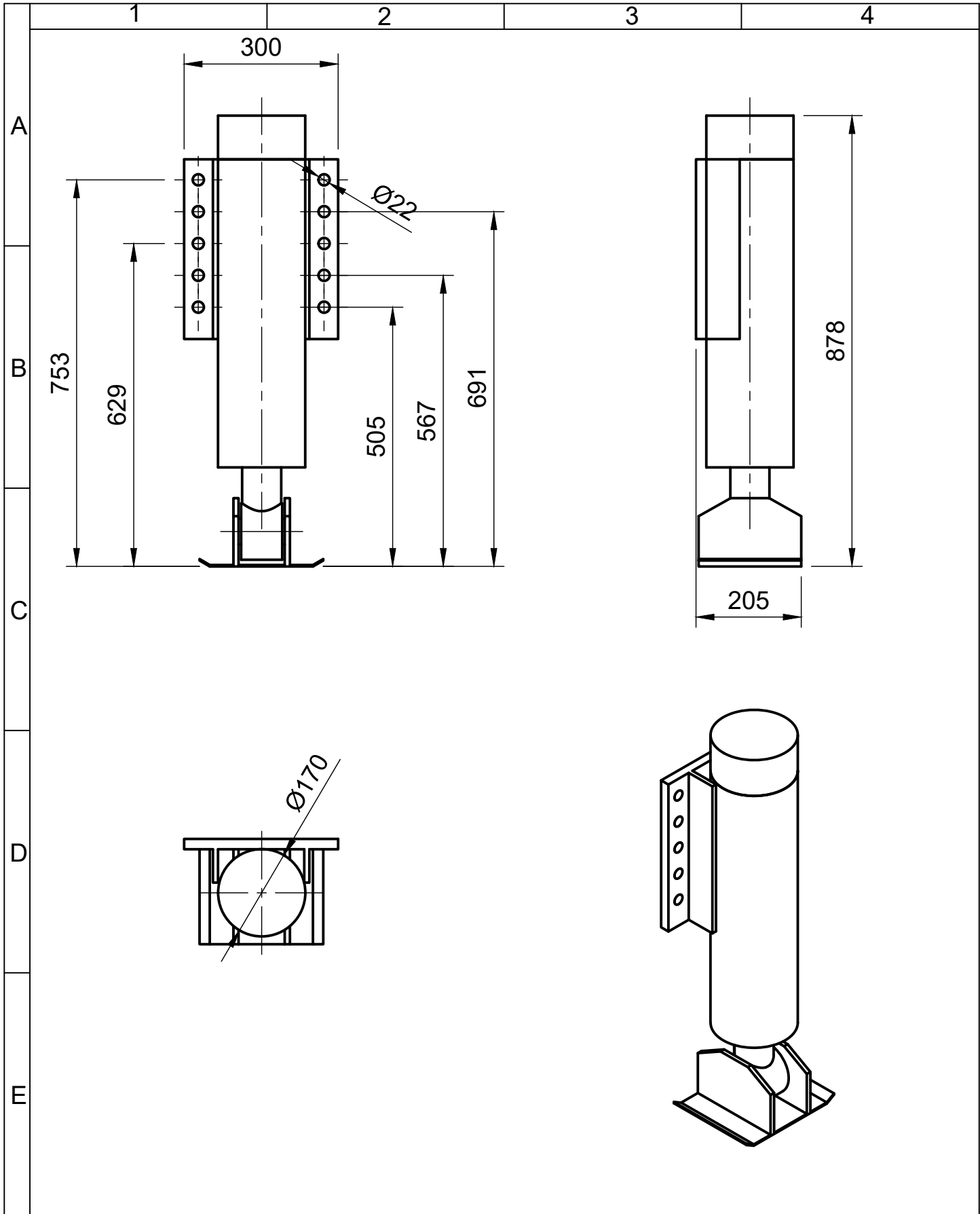
- [1] J. Cao, «Primapress,» 15 octubre 2025. [En línea]. Available: <https://www.prima-press.com/es/hydraulic-press-machine-an-overview/>.
- [2] N. M. y. C. Robert, «Análisis y simulación de fuerzas en el trabajo de una prensa hidráulica a planchas de acero de distintos espesores,» 21 febrero 2022. [En línea]. Available: <file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/Dialnet-AnalisisYSimulacionDeFuerzasEnElTrabajoDeUnaPrensa-8354891.pdf>.
- [3] Barba Muñoz Luis Fernando, «Análisis y simulación de fuerzas en el trabajo de una prensa,» 11 Octubre 2011. [En línea]. Available: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/10483/17.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [4] García Andrés, «Repositorio Universidad Técnica Estatal de Quevedo,» 27 junio 2019. [En línea]. Available: <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1cd9531c-fce8-464e-b08c-1d11092309d3/content>.
- [5] Aguilar Manuel & Pincay Edison, «Repositorio Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil,» 12 septiembre 2023. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/25809/1/UPS-GT004517.pdf>.
- [6] R. S. Javier, *que és el reciclaje y por qué es importante reciclaje*, Madrid, España: BBVA en el mundo, 2025.

- [7] DERICHEBOURG, «Que és el reciclaje de metales,» España, 2026.
- [8] Verding, «Verding.es,» 8 septiembre 2021. [En línea]. Available: <https://verding.es/cual-es-el-proceso-de-reciclado-de-metales/>.
- [9] H. Paul, «Móvil Hidráulico,» 26 septiembre 2012. [En línea]. Available: <https://www.mobilehydraulictips.com/what-are-hydraulic-cylinders/>.
- [10] Carolina, «Cómo funcionan las prensas y para qué sirven,» 20 noviembre 2023. [En línea]. Available: <https://transformadosmetalicosoral.com/como-funcionan-las-prensas-y-para-que-sirven/>.
- [11] Hursheng, «Que es una prensa en la construcción,» 4 diciembre 2023. [En línea]. Available: <https://es.laminatedpress.com/info/what-is-a-press-in-construction--89539716.html>.
- [12] Jacu Dinho, «Construcción de prensa hidráulica casera,» 14 junio 2020. [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/document/465574534/proyecto-del-2do-quimestre>.
- [13] P. Roberto, «Implementación de una prensa hidráulica para reciclaje, aplicando el principio de Pascal,» p. 71, 2020.
- [14] Criollo Rolando & Terán Dario, «Repositorio Universidad Técnica Salciana,» octubre 2018. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16288/1/UPS-ST003808.pdf>.
- [15] Morales Acevedo Victor, «La prensa y sus partes,» 23 febrero 2025. [En línea]. Available: <https://aeromaquinados.com/la-prensa-y-sus-partes/>.
- [16] A. & O. AB, «Orion Moving & Measuring Fluids,» [En línea]. Available: <https://www.alentec.com/es/enrolladores-de-manguera/soportes-porticos-y-torres-de-servicio/portico-de-servicio-6-enrolladores.-series-orm-ors-y-crk-92190/>.
- [17] Lobardi Cristian, «SICMI PRESSE OLEODINAMICHE,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.sicmi.com/es/Prensa-hidr%C3%A1ulica-para-retracci%C3%B3n-con-montante-m%C3%B3vil/>.
- [18] Sr. Wang, «MDC Mould,» 12 junio 2025. [En línea]. Available: <https://www.zjmdc.es/articles/press-tool.html>.
- [19] FEYSAMA, «herramientas de prensado matrices y punzones,» España, 2021.
- [20] García Jose Antonio, «Gargil,» 14 mayo 2024. [En línea]. Available: <https://gargil.es/sistema-hidraulico/>.
- [21] Señkowshi Arturo, «Servicio hidráulico industrial,» 23 junio 2020. [En línea]. Available: <https://bombas-hidraulicas.com.mx/blog/sistema-hidraulico/>.

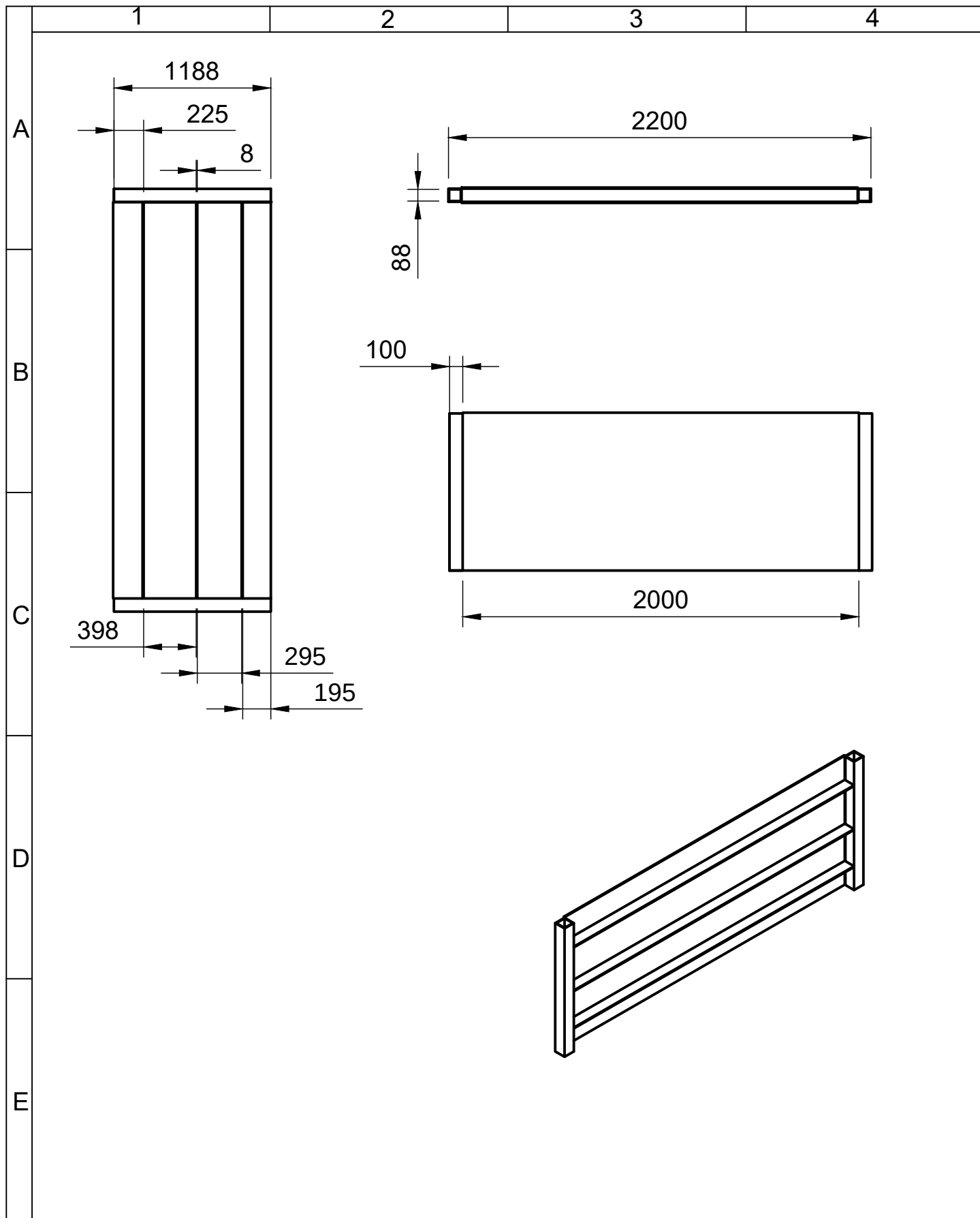
- [22] Empresa Delfabro , «Prensas hidraulicas motorizadas,» [En línea]. Available: https://delfabrohidraulicos.com/prensas-hidraulicas-motorizadas-ventajas-frente-a-las-manuales/?srsltid=AfmBOoqcdaeNE1zgLmiOqGftx-uyusuS9rFZ_vx0fF2sChbiwZrjzyg.
- [23] Mr. Lin Yi, «Connecting Buyers with Chinese Suppliers,» 9 abril 2023. [En línea]. Available: https://es.made-in-china.com/co_sulinjidian123/product_Y2-Series-Three-Phase-Motor-Hydraulic-Press-Vacuum-Pump-Spraying-Machine-Motor_yshyyiirig.html.
- [24] Empresa Vanlics , «Depositos hidráulicos, funcion, tipos diseño y mantenimiento,» 22 julio 2025. [En línea]. Available: <https://vanlics.com/es/depositos-hidraulicos/>.
- [25] Thomas, «Pipe Processing Technical Institute,» 15 febrero 2025. [En línea]. Available: <https://pipe-pti.com/hydraulic-piping-fundamentals-types-and-significance/>.
- [26] Yanez Agustín, «Rexroth,» 2022. [En línea]. Available: <https://rexroth-hydraulics.com.mx/blog/fluido-hidraulico/>.
- [27] Montana, «Prensas hidraulicas simple: variedad y flexibilidad,» 7 septiembre 2021. [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/document/523755708/Prensa-Hidraulica-Tipo-H-Simplex>.
- [28] Empresa Harsle , «Harsle.com,» [En línea]. Available: <https://www.harsle.com/es/docs/types-of-hydraulic-presses/?srsltid=AfmBOoojYSpIbdRbvtUOS27Zq8alVS6P0oqCGhcqhEX0QGhJarbQR7y2>.
- [29] Galárraga Manuel & Rodriguez Edison, «Repositorio Universidad Politécnica Salesiana,» abril 2015. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8990/6/UPS-KT01106.pdf>.
- [30] R. G. Budynas y N. J. Keith, Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley, México D. F.: McGraw-Hill Education, 2015.
- [31] A. Parr, Hydraulics and Pneumatics: A Technician's and Engineer's Guide, Oxford: Butterworth-Heinemann, 2011.
- [32] Pintulac, «Prensa hidráulica IPH3080 de 30 toneladas con bastidor en H, cilindro de doble efecto RR3014 y bomba manual P84,» [En línea]. Available: https://www.enerpac.com/en-us/30-ton-presses/h-frame-press/IPH3080?utm_sourc. [Último acceso: 07 agosto 2026].
- [33] J. K. N. Richard G. Budynas, Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, The McGraw-Hill, 2008.

9. ANEXOS

9.1. ANEXO I
9.1.1. PLANOS MECÁNICOS



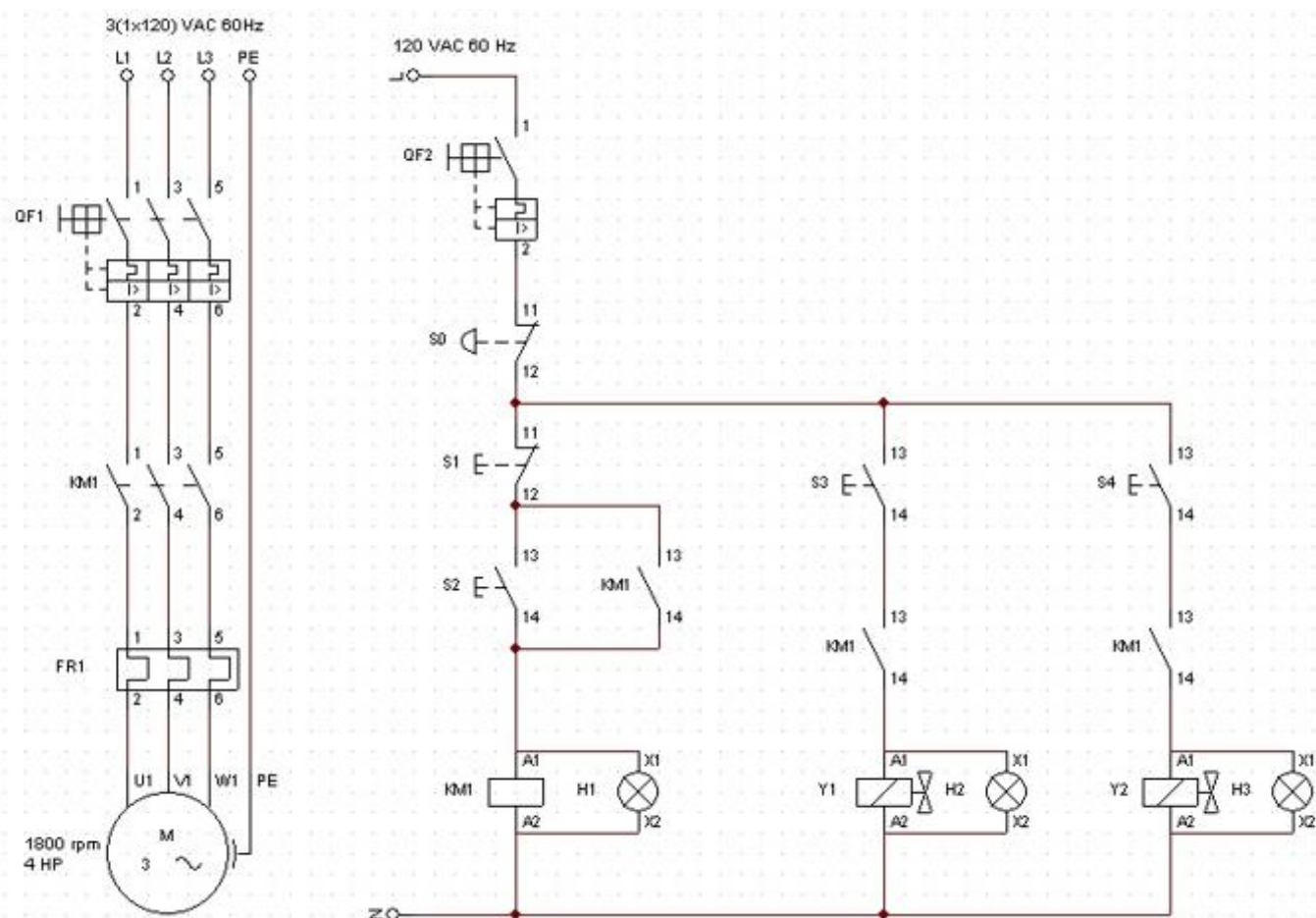
																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----



				Tolerancia	Peso	Materiales		
					Fecha	Nombre	Denominación MESA	Escala 1:15
				Div.	29/06/2026	JHONATAN PEREZ PAMELA PRADO		
				Rev.	29/06/2026	Ing. GONZALO VIZUETE		
				Aprob	30/06/2026			
				 Ingeniería Electromecánica			Número de Dibujo	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				(Sustitución)	

9.2. ANEXO II

9.2.1. PLANO ELÉCTRICO Y HIDRÁULICO

*Figura 1: sistema eléctrico*

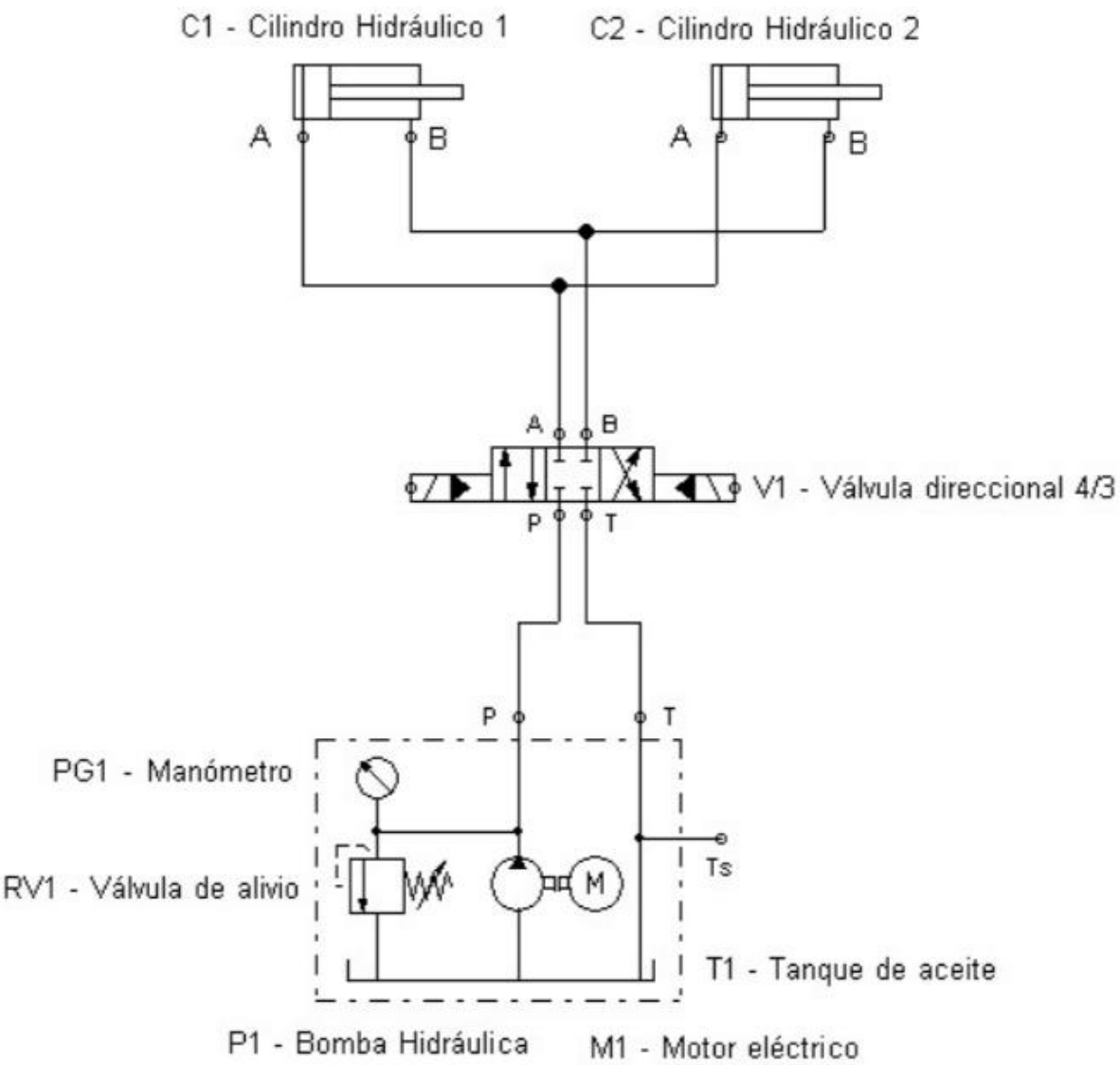


Figura 2: sistema hidráulico

9.3. ANEXO III

9.3.1. IMÁGENES DEL PROCESO DE CONTRUCCIÓN

ANEXO B	TEMA: MANTENIMIENTO DE LAS PARTES HIDRAULICAS DE LA PRENSA.	1/1
---------	---	-----



Figura 1: Mantenimiento de la bomba



Figura 2: Mantenimiento del motor



Figura 3: Mantenimiento de el mando de la prensa

ANEXO C	TEMA: CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACION DE LA PRENSA HIDRÁULICA	1 de 2
---------	---	--------

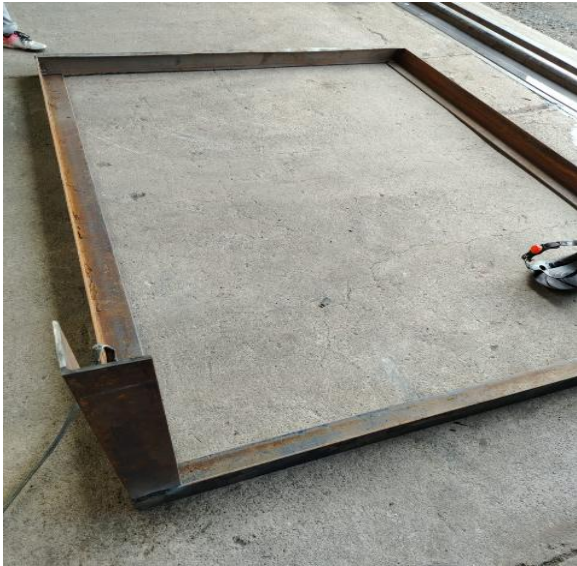


Figura 4: Construcción de la estructura de la prensa hidráulica



Figura 5: Estructura de la prensa hidráulica



Figura 6: Moldes para sujeción de pernos para los cilindros



Figura 7: Montaje de pistones hidráulicos

ANEXO C	TEMA: CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACION DE LA PRENSA HIDRÁULICA	2 de 2
---------	---	--------



Figura 8: Construcción de la mesa de compactación



Figura 9: Pintado de la prensa hidráulica



Figura10: Ensamble final de la prensa hidráulica

Tabla 1. Tabla de características técnicas

Parámetro	Valor
Tipo de cilindro	Doble efecto
Presión máxima de operación	72 bar (7.2 MPa)
Presión de prueba	108 bar (10.8 MPa)
Presión de ruptura	≥ 216 bar (21.6 MPa)
Rango de temperatura de operación	-20 °C a +80 °C
Fluido hidráulico recomendado	ISO VG 46
Material del cuerpo del cilindro	Acero al carbono SAE 1020
Material del vástago	Acero cromado duro CK45
Material de sellado	Poliuretano (PU)
Aplicaciones típicas	Sistemas hidráulicos de compactación, prensas y maquinaria industrial

9.3. ANEXO IV

9.3.1. MANUAL DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS CARRERA ELECTROMECAÁNICA		
ANEXO	MANUAL DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO	1/6
MANUAL DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIEENTO DE UNA PRESNA HIDRAULICA DE CHATARRA CON CILINDROS RECICLADOS DE PLATAFORMA DE CARAGA. 1. INTRODUCCIÓN El presente manual establece las indicaciones para el funcionamiento y uso adecuado de una prensa hidráulica de chatarra, construida con cilindros hidráulicos reutilizados de plataformas de carga. El documento orienta al operador en la preparación, encendido, operación, prensado y apagado del equipo, considerando las condiciones de seguridad necesarias para su utilización. 2. OBJETIVOS 2.2 Objetivo General ❖ Elaborar un manual de funcionamiento y mantenimiento de la prensa hidráulica de chatarra que permita establecer estrategias de operación, control y seguridad, contribuyendo al uso adecuado del equipo y a la prevención de accidentes Objetivos Específicos ❖ Obtener conocimientos sobre el funcionamiento de la prensa hidráulica y sus principales componentes. ❖ Establecer procedimientos de encendido, operación y apagado de la prensa. ❖ Identificar condiciones inseguras que puedan producir daños al operador, a la carga o al equipo ❖ Promover una operación controlada y centrada durante el proceso de prensado 3. INFORMACION DE SEGURIDAD Este manual proporcionará información sobre el funcionamiento y mantenimiento de la prensa hidráulica de chatarra para prevenir posibles daños que pudieran surgir por el uso inadecuado del equipo. Antes de utilizar la prensa se deberá verificar su capacidad nominal, presión de trabajo y estado general. 3.1 Funcionamiento de la prensa hidráulica de chatarra La prensa hidráulica funciona mediante la generación de presión hidráulica que acciona los cilindros. Los cilindros transforman la presión del fluido en fuerza lineal, permitiendo comprimir la chatarra colocada sobre la mesa de trabajo. La fuerza debe aplicarse de manera progresiva y centrada, sin superar la capacidad certificada del equipo. 3.2 Encendido de la prensa hidráulica de chatarra Paso 1. Verificar que no haya obstáculos, herramientas u objetos sueltos en la mesa ni en la zona de desplazamiento de los cilindros. Paso 2. Verificar que la estructura, mesa y apoyos estén firmes y que no presenten grietas, deformaciones o daños visibles		



Ilustración 1: Vista de la prensa hidráulica de chatarra

Paso 3. Verificar que las mangueras, conexiones hidráulicas y cilindros no presenten fugas, cortes, abultamientos o daños.



Ilustración 2: Cilindros hidráulicos superiores y conexiones visibles

Paso 4. Verificar que la unidad hidráulica, motor, depósito y conexiones estén en condiciones adecuadas antes de energizar el equipo.



Ilustración 3: Unidad hidráulica motor y depósito

Paso 5. Verificar que el mando eléctrico y sus conexiones estén correctamente instalados. Accionar el encendido únicamente cuando el área esté despejada.



Ilustración 4 Mando eléctrico de la prensa.

Paso 6. Colocar la chatarra sobre la mesa y apoyos de manera estable y centrada. Mantener las manos fuera de la zona de prensado.



Ilustración 5: Mesa y zona de apoyo para la carga.

Paso 7. Accionar el mando de encendido de la unidad hidráulica y comprobar que el motor y la bomba funcionen sin ruidos o vibraciones anormales.

Paso 8. Aproximar lentamente el cilindro o los cilindros hasta que entren en contacto con la chatarra.

Paso 9. Aplicar la presión de manera gradual, observando continuamente la carga, los apoyos, los cilindros y el bastidor.

Paso 10. Mantener la presión dentro del valor permitido por el fabricante o por la documentación técnica del sistema.

Paso 11. Cuando finalice el prensado, liberar la presión hidráulica de forma controlada y esperar hasta que el conjunto quede estable.

Paso 12. Retirar la chatarra prensada únicamente cuando no exista carga hidráulica ni movimiento inesperado.

Paso 13. Apagar la unidad hidráulica y dejar la mesa de trabajo limpia y despejada.

3.3 Identificación de los componentes de la prensa hidráulica de chatarra.

En este apartado se presenta una lista de los componentes que conforman la prensa hidráulica de chatarra:

Numero	Nombre del elemento	Descripción	Cantidad
1	Bastidor estructural	Soporta las cargas de prensado	1
2	Cilindros hidráulicos	Aplican la fuerza de prensado	Según diseño
3	Unidad hidráulica	Genera presión y caudal	1
4	Motor eléctrico	Acciona la bomba hidráulica	1

5	Bomba hidráulica	Impulsa el fluido	1
6	Mangueras hidráulicas	Conducen fluido a presión	Según diseño
7	Racores y conexiones	Conectan el circuito	Según diseño
8	Mesa de prensado	Sostiene la carga	1
9	Apoyos	Distribuyen la carga	Según diseño
10	Mando eléctrico	Enciende y detiene el sistema	1

4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL DISPOSITIVO HIDRÁULICO, MECÁNICO Y ELÉCTRICO.

DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
Inspección visual de la prensa	En cada uso antes de utilizarla
Revisión de componentes hidráulicos	Cada 30 días
Revisión de componentes eléctricos	Cada 30 días
Revisión de mangueras y conexiones	Cada 30 días
Revisión de estructura y soldaduras	Cada 60 días
Cambio de aceite / filtro	Según fabricante y condición del fluido

4.1 Fallas y solución de la prensa hidráulica

ITEM	DESCRIPCIÓN	FALLA	SOLUCIÓN
1	Fuga hidráulica	Manguera, racor o sello deteriorado	Despresurizar y cambiar el componente.
2	Pérdida de fuerza	Baja presión, fuga o sobrecarga	Revisar presión y circuito; no superar capacidad.
3	Cilindro no se mueve	Falta de alimentación,	Detener y revisar unidad hidráulica.

		presión o falla hidráulica	
4	Movimiento irregular	Aire, contaminación o problema de válvula	Detener y realizar revisión técnica.
5	Motor no enciende	Falla eléctrica o protección activada	Aislar y revisar por personal competente.

4.2 Seguridad durante el mantenimiento

- ❖ Desconectar la alimentación eléctrica antes de intervenir.
- ❖ Descargar completamente la presión hidráulica.
- ❖ No aflojar mangueras o racores mientras exista presión.
- ❖ No buscar fugas con las manos.

5. CONCLUSIONES

5.1 CONCLUSIONES

- ❖ Con el cumplimiento estricto de los protocolos de seguridad, inspección, funcionamiento y mantenimiento descritos en el manual se contribuye a la prevención de incidentes y al funcionamiento adecuado de la prensa hidráulica de chatarra. La correcta ubicación de la carga, la aplicación progresiva de la fuerza y el control de la presión son fundamentales para realizar el proceso de forma segura.

5.2 RECOMENDACIONES

- ❖ Mantener un historial actualizado de todas las actividades de mantenimiento, incidencias y reparaciones.
- ❖ Capacitar al operador antes de autorizar el uso de la prensa.
- ❖ Realizar inspecciones periódicas de cilindros, mangueras, conexiones, estructura y sistema eléctrico.
- ❖ Es recomendable no ingresar las manos a la zona de prensado ni acercarse a los cilindros cuando el equipo esté energizado o presurizado.
- ❖ No operar la prensa por encima de la capacidad certificada.
- ❖ Mantener el manual disponible junto al equipo y actualizarlo cuando se realicen modificaciones.