

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Tesis

**Diseño de estructura de mesa hidráulica para la
medición de neumáticos reencauchados OTR de 4
toneladas**

Arturo Javier Cahuapaza Ccopa

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico

Arequipa, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Frank William Zárate Peña
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 15 de julio de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

DISEÑO DE ESTRUCTURA DE MESA HIDRÁULICA PARA LA MEDICIÓN DE NEUMÁTICOS REENCAUCHADOS OTR de 4 TONELADAS

Autores:

1. Arturo Javier Cahuapaza Ccopa – EAP. Ingeniería Mecánica

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 20 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (**en caso de elegir "SI"**): SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

ASESOR

Frank Willian Zarate Peña

DEDICATORIA

Para mi familia porque siempre estuvieron apoyándome en el ojo de la tormenta, además de todo el apoyo moral que fue fundamental para poder superarme profesionalmente. También, dedico este proyecto a todos mis profesores, no me alcanzará la vida para agradecerles tanto. Asimismo, para mis compañeros de la mina, que son como mi segunda familia, gracias.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme salud y fuerzas para salir adelante profesionalmente. A la Universidad Continental por abrirme las puertas para seguir cumpliendo mis metas profesionales.

Al Dr. Franz Zarate por el asesoramiento y sobre todo el apoyo desinteresado para poder sacar adelante este proyecto. Gracias a todas esas personas que me apoyaron con el soporte metodológico y moral.

RESUMEN

En la actualidad, son miles de unidades de neumáticos que se desechan y contribuyen negativamente con el medio ambiente, puesto que suponen fuentes directas de contaminación. El aprovechamiento de estas unidades, a través de la técnica de reencauchado de neumáticos, está enfocada en alargar su vida útil, lo que hace que se disminuya en un tanto por ciento los índices de contaminación derivados con esta actividad. Estos procesos suelen ser rudimentarios e involucrar el peso de la fuerza bruta del personal operario en ciertas etapas de dicho proceso, tal y como ocurre en el proceso de medición de neumáticos, para el cual se debe elevar el neumático a una mesa, aperturar su interior y realizar una serie de mediciones y reparaciones propias de esta fase. Por tal motivo se plantea una estructura de mesa hidráulica que facilita la ejecución de dicha actividad, tomando en cuenta tres tipos de movimientos vitales relacionados con las actividades desarrolladas en esta actividad, tales como movimiento vertical para subir o bajar los neumáticos, movimientos de rotación para girar el neumáticos y movimientos de apertura de la parte interna del neumático. Para ello se analiza el proceso a detalle, para determinar las variables y se plantea un diseño con una capacidad de 100 toneladas, ergonómicamente funcional, diseñada y sometida a esfuerzos en el *software* de diseño SolidWorks.

Palabras claves: neumático, reencauchado, optimización de procesos, diseño mecánico

ABSTRACT

Currently, thousands of tire units are discarded, contributing negatively to the environment since they are direct sources of pollution. The use of these units, through the tire retreading technique, is focused on extending their useful life, which reduces by a certain percentage the contamination derived from this activity. These processes are usually rudimentary and involve the weight of the brute force of the operating personnel in certain stages of the process, as occurs in the process of measuring tires, for which the tire must be lifted onto a table, opening its interior and performing a series of measurements and repairs typical of this phase. Therefore, a hydraulic table structure is proposed to facilitate the execution of this activity, taking into account three types of vital movements related to the activities developed in this activity such as vertical movement to raise or lower the tires, rotational movements to rotate the tire and opening movements of the inner part of the tire. For this purpose, the process is analyzed in detail to determine the variables and a design is proposed with a capacity of 100 tons, ergonomically functional, designed and subjected to efforts in the design *software* SolidWorks.

Keywords: tire, retreading, process optimization, mechanical design.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
INDICE	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE ECUACIONES	xvi
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
3.1 Planteamiento y Formulación del Problema	1
3.1.1 Problema general	2
3.1.2 Problemas específicos	2
3.2 Objetivos	3
3.2.1 Objetivo general.....	3
3.2.2 Objetivo específicos	3
3.3 Justificación e Importancia	3
3.3.1 Teórica	3
3.3.2 Metodológica	4
3.3.3 Social.....	4
3.3.4 Ambiental	4
3.4 Delimitación del Proyecto.....	4
3.5 Variables de la Investigación	5

3.5.1	Variable dependiente.....	5
3.5.2	Variable independiente.....	5
4	CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	7
4.1	Antecedentes del Problema	7
4.2	Bases Teóricas.....	11
4.3	Definición de Términos Básicos	17
5	CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....	18
5.1	Método y Alcance de la Investigación.....	18
5.1.1	Método de la investigación.....	18
5.1.2	Modalidad de la investigación	19
5.1.3	Tipo de investigación	19
5.1.4	Nivel de investigación.....	20
5.2	Materiales y Métodos	20
5.2.1	Diseño de la Estructura Hidráulica	20
5.2.2	Simulación de esfuerzos y deformaciones	21
5.2.3	Conclusiones.....	23
5.3	Identificación del requerimiento.....	23
5.3.1	Aspectos generales de diseño	24
5.3.2	Metodología de diseño	26
5.3.3	Listado de exigencias	29
5.4	Análisis de la Solución	30
5.4.1	Caja negra (<i>black box</i>)	30
5.5	Estructura de Funciones (Caja Blanca).....	32

5.5.1	Secuencia de operaciones	32
5.5.2	Principios tecnológicos: secuencia de operaciones (proceso)	32
5.5.3	Aplicación de los sistemas técnicos y sus limitaciones	32
5.5.4	Agrupación de las funciones.....	33
a)	<i>Preparación + regulación</i> = regulaciones iniciales.	33
b)	<i>Regulaciones iniciales</i> : manual, automática, programado.	33
c)	Toma de datos + anotaciones = resultados.....	33
d)	<i>Resultados</i> : registro manual, base de datos, gráficos de control	33
5.5.5	Operaciones finales	33
5.6	Matriz morfológica	34
6	CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE DESARROLLO	40
6.1	Análisis de la alternativa de solución	40
i.	Preparación: manual.	41
ii.	Regulación: manual.	41
iii.	Posicionar y fijar: elevador, opción 2 manual	41
iv.	Accionamiento y control: manual.....	41
v.	Energía: hidráulica.....	41
vi.	Transformación de la energía: hidráulica.....	41
vii.	Toma de datos: registro manual, base de datos.	41
viii.	Desmontaje: elevador, opción 2 manual.	41
6.2	Diseño (elaboración del proyecto).....	41
6.2.1	Proyecto definitivo.....	41
6.3	Cálculos para el Diseño de la prensa hidráulica	42

6.3.1	Vigas	42
6.3.2	Cálculo de componente Hidráulico.	54
7	CAPÍTULO V RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
7.1	Presentación de los Resultados.....	61
7.2	Discusión de resultados.....	63
	CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
8	RECOMENDACIONES.....	70
9	BIBLIOGRAFÍA.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	27
Tabla 2.....	27
Tabla 3	29
Tabla 4.....	35
Tabla 5	38
Tabla 6	39
Tabla 7.....	41
Tabla 8.....	48
Tabla 9	56
Tabla 10.....	59
Tabla 11.....	61
Tabla 12.....	61
Tabla 13.....	63
Tabla 14	67
Tabla 15.....	68
Tabla 16.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	11
Figura 2.	12
Figura 3	13
Figura 4.	13
Figura 5..	15
Figura 6	21
Figura 7.	22
Figura 8.	22
Figura 9..	31
Figura 10.	34
Figura 11.	35
Figura 12.	36
Figura 13.	37
Figura 14.	37
Figura 15.	44
Figura 16..	45
Figura 17.	46
Figura 18.	46
Figura 19.	47
Figura 20..	47
Figura 21.	49
Figura 22..	50
Figura 23.	51
Figura 24..	51
Figura 25.	53
Figura 26.	53

Figura 27..	54
Figura 28 ..	57
Figura 29.	59
Figura 30..	60
Figura 31.	60
Figura 32 ..	63
Figura 33 ..	63
Figura 34..	65

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación (1)	16
Ecuación (2)	43
Ecuación (3)	45
Ecuación (4)	50
Ecuación (5)	50

INTRODUCCIÓN

El proceso de reencauchado de neumáticos OTR es una práctica común en la industria minera, de construcción y agrícola. Este proceso consiste en reemplazar la banda de rodadura de un neumático viejo por una nueva. La medición de los neumáticos OTR reencauchados es un paso importante en este proceso, ya que ayuda a garantizar que los neumáticos cumplan con los requisitos de seguridad y rendimiento.

En la actualidad, el proceso de medición de neumáticos OTR reencauchados se realiza de manera manual. Esto implica que los operarios deben levantar y girar los neumáticos manualmente, lo que puede provocar lesiones. Además, el proceso manual es lento y poco eficiente.

Por lo que el objetivo de esta investigación es diseñar una estructura de mesa hidráulica para la medición de neumáticos OTR reencauchados. Esta estructura permitirá girar los neumáticos de manera automática, lo que reducirá el riesgo de lesiones para los operarios y mejorará la eficiencia del proceso.

Asimismo, la motivación para realizar esta investigación surge de la necesidad de mejorar la seguridad y la eficiencia del proceso de medición de neumáticos OTR reencauchados. El uso de una estructura de mesa hidráulica puede ayudar a reducir el riesgo de lesiones para los operarios y mejorar la eficiencia del proceso, ya que permitirá girar los neumáticos de manera automática.

De esta manera, la importancia de esta investigación radica en que puede contribuir a mejorar la seguridad y la eficiencia del proceso de reencauchado de neumáticos OTR. Esto se traducirá en beneficios para las empresas que operan en la industria minera, de construcción y agrícola, ya que reducirá los riesgos para los operarios y mejorará la productividad.

Los capítulos se detallan a continuación: El capítulo I trata del planteamiento del problema, formulación del problema, objetivos y justificación del tema. A su vez, en el capítulo II se muestra del marco teórico, bases teóricas, conceptos. Por su parte, el capítulo III trata de la metodología, Identificación del requerimiento, aspectos generales de diseño, métodos de diseño, listado de exigencias de diseño, análisis de la solución.

Asimismo, el capítulo IV trata del análisis de la alternativa de solución, cálculos para el diseño de la prensa hidráulica. Mientras que el capítulo V muestra trata de los resultados obtenidos de la investigación, así como de la discusión de otras posibles alternativas. Finalmente, el capítulo VI, expone conclusiones y recomendaciones, sobre la base del análisis y diseño de cada una de las partes.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

3.1 Planteamiento y Formulación del Problema

La industria petrolera y sus productos derivados ocupan una gran porción de la economía a nivel mundial. Respecto del caucho, es sabido que la producción de este en su versión sintética proveniente del petróleo se va visto en aumento, debido a diversos factores que poco a poco han apuntado día a día al uso de dicho material.

Se subraya que es sabido que, con el caucho, se producen un gran número de neumáticos a nivel mundial, aproximadamente 1000 millones de unidades al año y, a su vez, existen un total de 4000 millones de vertederos, datos suministrados por el Consejo Empresaria Mundial para el desarrollo sostenible (1).

Para países desarrollados de América y Europa, la tasa de recuperación de dichos neumáticos se estima en 85 %, utilizándolos como materia prima para la fabricación de productos tales como impermeabilizantes, pisos y sustitos del diésel (2).

Para países emergentes, específicamente de Latinoamérica, la situación no es la misma. Analizando el caso de México, se producen y consumen alrededor de 40 millones de toneladas de llantas al año, con una tasa de recuperación del 10 %, y terminan las unidades en vertederos, rellenos sanitarios y en el peor de los casos, en ríos y calles de dicho país (2).

Esta situación se repite como patrón a nivel latinoamericano. Solamente en el Perú, se producen alrededor de 45 mil toneladas de neumáticos en desuso, los cuales tiene como destino final ser parte de desechos mineros, dispuestos a la intemperie y en el mejor de los casos en botaderos de material estéril o reencauchados (3).

La industria de reencauchado ha tomado un cierto auge en el mercado local, ya que permite reutilizar un neumático que ha cumplido cierto valor de su vida útil y darle un segundo uso. Diversos temas de investigación se han generado respecto al diseño de plantas reencauchadoras, enfocadas desde un punto de vista ecológico, pues la premisa del reencauchado encaja perfectamente con el tema anticontaminante, ya sea por la forma en la que se desechan o

por evitar la producción y comercialización de nuevas unidades que en un futuro serán desechadas (4).

Las ventajas, en temas de reencauchado, son múltiples, ya que permite reutilizar un neumático hasta cinco veces para uso común y una vez para uso minero debido a las condiciones propias del terreno.

En la actualidad, se han diseñado y fabricado diversas máquinas enfocadas en el proceso del reencauchado, específicamente en la producción y calidad de este.

Asimismo, algunas de las tareas en el proceso del reencauchado implican para los operarios esfuerzos físicos y tareas repetitivas con pesos considerables, que pueden incurrir en accidentes, tales como como aprisionamiento de manos o generar enfermedades como lumbalgias y hernias (4).

Con base a ello, se ha generado la necesidad de proponer un diseño de una estructura de mesa hidráulica para reencauchar neumáticos OTR, la cual, con ayuda de un eje, permita girar el neumático a 360 grados.

3.1.1 Problema general

¿Cómo será el diseño de estructura de mesa hidráulica para la medición de neumáticos reencauchados OTR de 4 toneladas?

3.1.2 Problemas específicos

- ¿Cómo se pueden analizar los procesos involucrados en el reencauche de neumáticos, específicamente, los derivados del proceso de medición de neumáticos OTR de 4 toneladas?
- ¿Cuáles serán las variables de funcionamiento más importantes del proceso de medición de neumáticos OTR de 4 toneladas?
- ¿Cómo será el diseño de los componentes relacionados con la estructura de la mesa hidráulica para que cumplan con los requerimientos técnicos del proceso de medición de neumáticos OTR reencauchados de 4 toneladas?

3.2 Objetivos

3.2.1 Objetivo general

Diseñar una estructura de mesa hidráulica para el proceso de medición de neumáticos reencauchados OTR de 4 toneladas.

3.2.2 Objetivo específicos

- Analizar el proceso involucrado en el reencauche de neumáticos, específicamente, los derivados del proceso de medición de neumáticos OTR de 4 toneladas
- Determinar las variables de funcionamiento del proceso de medición de neumáticos OTR de 4 toneladas
- Diseñar los componentes relacionados con la estructura de la mesa hidráulica que cumpla con los requerimientos técnicos del proceso de medición de neumáticos OTR reencauchados de 4 toneladas.
- Validar el diseño de la mesa hidráulica mediante pruebas y simulaciones que demuestren su capacidad para cumplir con los objetivos de precisión, eficiencia y seguridad.

3.3 Justificación e Importancia

3.3.1 Teórica

La investigación se basa en teorías y metodologías de estudios previos, enfocadas en el diseño de reencauchadoras de neumáticos, esto ayudará a reunir información valiosa que puede ser utilizada por futuros proyectos de investigación e incluso para llevar a cabo propuestas de proyectos en otras aplicaciones.

Desde la perspectiva práctica con la propuesta de una estructura de mesa hidráulica para el proceso de medición de neumáticos OTR de 4 toneladas en las reencauchadoras, se pretende proporcionar una alternativa de solución que brinde confort a los usuarios y no los someta a actividades repetitivas y con gran peso, que pueda perjudicar su bienestar. Asimismo, se busca generar un nuevo conocimiento sobre el diseño de una máquina que integre técnicas de automatización y diseño estructural

3.3.2 Metodológica

La investigación se apoya en el método científico, para lo cual se plantearán objetivos, se desarrollará una metodología y se comprobará la viabilidad en el desarrollo del estudio en cuestión. Asimismo, se describe un método proponiendo un procedimiento para el diseño en ingeniería mecánica. Además, este enfoque se validó mediante la implementación de simulaciones de *software* de diseño asistido por computadora.

3.3.3 Social

Esta investigación ayudará a los operarios de las maquinarias de reencauchado, específicamente en el proceso de la medición de neumáticos ORT de 4 toneladas, con el fin de salvaguardar su integridad física durante el desarrollo de sus actividades laborales haciendo que el proceso de reencauchado sea más seguro para los técnicos y operarios que realicen la actividad de medición de neumáticos OTR, a su vez, mejora la calidad de medición.

3.3.4 Ambiental

Posee una gran importancia, ya que promueve el reencauchado, que evita que los neumáticos sean depositados en vertederos, ríos o calles, contaminando el medio ambiente.

3.4 Delimitación del Proyecto

Una vez analizado el problema y planteados los objetivos, se presentan una serie de limitaciones que delimitan el alcance de la investigación. La primera sería que la investigación está enfocada al diseño, mas no a la fabricación de partes y prueba funcionales del prototipo. De igual manera, se estudiará el proceso de medición de neumáticos reencauchados OTR de 4 toneladas como máximo, los procesos anteriores y posteriores a dicha actividad solo serán expresados. El efecto directo en la salud de los operadores será determinando por las experiencias propias de los mismos, ya que no se cuenta con un historial de este.

3.5 Variables de la Investigación

3.5.1 Variable dependiente

Proceso de medición de neumático reencauchado

Definido como la actividad que se realiza para medir el grosor de la banda de rodamiento de un neumático, a fin de determinar si la misma cumple o no con las condiciones técnicas para soportar la carga y fricción para la cual ha sido diseñada.

Para su estudio, la variable cuenta con las siguientes dimensiones e indicadores:

- a. *Grosor de la banda.* Se entiende como la dimensión real que tiene la banda de rodaje antes o después del proceso de reencauchado, su condición física determinará si es viable o no reencauchar un neumático. Cuyos indicadores serían la medición de la banda, calidad del acabado final y porcentaje de antecedentes buenos.
- b. *Resistencia a la carga.* Cada neumático, dependiendo de su medida, tiene un cierto valor de resistencia a la carga, el cual consiste en la cantidad de peso que soporta dicho neumático en condiciones de operatividad, cuyos indicadores son la uniformidad de la banda, la capacidad de resistencia a la presión del aire y la comparación con la tabla de tolerancias de presión
- c. *Dimensión del neumático.* Se entiende como el diámetro bajo el cual está diseñado dicho neumático. Este dimensionamiento también es considerado por el ancho de dicho equipo, por lo que cada llanta posee medidas o dimensiones diferentes para cada tipo de carga o modelo de vehículo. Sus dimensiones están relacionadas con el tamaño del neumático, la medición de la altura del flanco y el peso del neumático

3.5.2 Variable independiente

Diseño de la estructura de la mesa hidráulica

Definido como el procedimiento a través del cual se dimensiona una estructura que tenga la capacidad de levantar un peso de 100 T, utilizando tecnología electrohidráulica para la articulación de sus partes móviles.

Para su estudio, la variable cuenta con las siguientes dimensiones e indicadores:

- a. *Materiales de la estructura.* Se definen como la adecuada selección y dimensionamiento de los elementos que componen la estructura, partiendo de criterios tales como peso, rigidez, estabilidad, compatibilidad, entorno, ergonomía entre los más importantes; siendo sus indicadores principales para estudiar la dureza del material, cantidad de carbono del material, espesor del metal, peso del neumático y su porcentaje de resistencia a la corrosión.
- b. *Sistema hidráulico.* Se define como el conjunto de elementos de están diseñados para hacer una determinada acción para la cual utilizan fluidos como medio de generación de energía, transformado esta energía en trabajo utilizable para el sistema al cual pertenece. Sus dimensiones son la longitud del pistón hidráulico, capacidad de caudal de la bomba hidráulica, longitud del vástago del pistón, presión de trabajo, fuerza de empuje.
- c. *Sistema eléctrico.* Conjunto de elementos que permiten generar, transformar, proteger y distribuir la energía eléctrica en los niveles de diseño deseados para la activación de elementos tales como electroválvulas, motores, etc.; sus dimensiones vienen dadas por la capacidad de potencia del motor eléctrico, arranque del motor, consumo de corriente y niveles de tensión

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

4.1 Antecedentes del Problema

A nivel nacional, una investigación realizó un estudio para la Universidad Privada del Norte, enfocado en el diseño de reingeniería en el proceso de reencauchado de neumáticos, esto con el fin de optimizar los procesos y brindar una mayor satisfacción al cliente. Para ello se enfocó en realizar un análisis detallado de la situación actual, con el fin de aplicar herramientas como mejora del tiempo, implementación de metodología 9 'S, que sirvieron de punto de análisis y detección de fallas. Una vez detectadas dichas debilidades en el proceso, se procede al proceso de reingeniería, se replanteo el *layout* y se implementó manuales de procedimientos y estrategias. Se concluye que, al aplicar estas metodologías, se detectó un gran número de debilidades en el proceso y que al implementar estas mejoras, se aumentó el nivel de satisfacción que iba de 37.14 % a un 77.14 % para clientes. Desde el punto de vista económico, se realizó un estudio de retorno de la inversión con un VAN de S/.364.532.01, un TIR de 93 %, un IR de S/.2.35 y un COK de 30 %, números que apoyan la viabilidad del proyecto (5).

Se realizaron un plan de negocios con el fin de implementar una unidad de reciclaje de llantas defectuosas a través de pirólisis, para la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Su objetivo principal es obtener diésel comercial de los neumáticos recolectados de las diferentes unidades mineras del Perú. Concluyen que el modelo de negocio propuesto les permite generar un margen de ganancia aceptable y a su vez, disminuir los índices de contaminación provenientes de los neumáticos en desuso de las empresas mineras del Perú, recolectando 2280 toneladas de neumáticos las cuales serán transformadas a diésel (3).

Asimismo, se diseñó un elevador hidráulico con la finalidad de mejorar las operaciones de mantenimiento en el sembradío de espárragos de la empresa Camposol. Para ello se implementó una metodología basada en el diseño mecánico, con la finalidad de plantear la lista de exigencias, estructuras funcionales y diseñar la alternativa general óptima para las

características propias del proceso, todo ello respaldado en las teorías del diseño mecánico para las estructuras del elevador. Sobre la base de ello, se obtuvo como resultado un elevador hidráulico de capacidad de media tonelada a una altura máxima de 4 metros, constituido por el cilindro hidráulico de 250 bares de presión, con una carrera de 380 mm y una potencia de 6HP para el sistema hidráulico eléctrico. Se concluyó que el diseño realizado cumple con los requerimientos técnicos descritos en el proceso, y que el diseño se basa en la norma de construcción UNE-280 y norma técnica G.050 de seguridad ocupacional (2).

Además, se realizó un estudio para la Universidad Señor del Sipán, enfocado en plantear una alternativa de solución al diseño de una planta que procesara neumáticos fuera de servicio con la finalidad de generar polvo de caucho, proceso realizado en la reencauchadora americana Relino, ubicado en la ciudad de Chiclayo. Su estudio se enfocó en el alto número de neumáticos fuera de servicios dispuestos como residuos en diferentes partes de la ciudad de Chiclayo, que genera un problema medioambiental y, con base a ello, aprovechando esta situación crítica, se generó la necesidad de emplear de alguna manera estos productos contaminantes. Para ello se diseñó y dimensionó una máquina trituradora, con el apoyo del *software* SolidWorks, a fin de evaluar los diferentes comportamientos mecánicos. La empresa reencauchadora recibe un total de 400 neumáticos de los cuales entre 50 y 60 unidades son desechadas, con destino de apilamiento o hacinamiento, lo que genera una problemática ambiental. Se concluyó que la propuesta es viable, que el modelado ha sido revisado y aprobado y que la implementación de dicha planta tiene un costo de \$149733.80 (6).

Se realizó un estudio para la Universidad Continental, enfocado en brindar una alternativa de solución a la problemática que presentó el taller de mecánica de motocicletas de la Policía regional de Arequipa, a fin de reducir el tiempo de mantenimiento preventivo y, a su vez, evitar accidentes y daños físicos a los mecánicos. El proyecto tuvo como resultado el diseño de un elevador manual de 1000 kg, con rangos de altura desde los 250 mm hasta elevar a 700 mm de altura, cuyo diseño sea versátil y trasladable fácilmente, ya sea montado en montacargas o camiones. De igual manera, se realizaron pruebas de fuerzas y momentos de la estructura con el

software Cad Inventor, registró mínimas interferencias entre los materiales de montaje y soldadura del elevador (7).

A nivel internacional, se realizó un diseño de una prensa vulcanizadora para la reparación de neumáticos de la empresa vulcanizadora con nombre el milenio, realizando un estudio conceptual basado en el análisis de los parámetros de los neumáticos dañado y su factibilidad en la reparación del mismo. Se definió una metodología adecuada para el proyecto, se calcula cada uno de los elementos que conformarían el diseño, se procede a la ingeniería de detalle y se realiza el prototipo de la maquinaria diseñada. Se concluyó que la temperatura, la presión y el tiempo son los parámetros fundamentales en el diseño elaborado con el fin de realizar una reparación del neumático de manera correcta, teniendo en cuenta las cargas aplicadas propias de cada neumático. De igual manera se concluyó que la propuesta evidenció un beneficio económico para los propietarios de los neumáticos dañados, ya que los mismos podrán ser reparados y terminar la vida útil para la cual han sido diseñados (8).

Asimismo, se realizó un estudio para la Universidad Politécnica de Valencia enfocado en el diseño de un prototipo de un elevador de vehículos del tipo hidráulico. Su objetivo principal se centró en realizar un estudio estructural del sistema, para proponer la posterior fabricación, de un elevador del tipo electrohidráulico modelo doble tijera, el cual es capaz de levantar diferentes tipos de vehículos comerciales. Para ello se estudiaron todas las características de varios vehículos con la finalidad de diseñar la estructura. Todo esto basado en la normativa europea de seguridad vigente. Concluyen que ese proyecto supone una alternativa de solución a la problemática en estudio y vehículos que, a su vez, sirve de guía para la fabricación del prototipo del elevado (9).

Además, se realizó un diseño de un elevador de neumáticos para una empresa del sector automotriz. La problemática surgió a partir de que la empresa comercializa neumáticos, los cuales incluyen la instalación y desinstalación de neumáticos a una gran cantidad de vehículos, trasladando los mismos desde los almacenes ubicados en el sótano de la empresa, lo que conlleva un esfuerzo físico que puede generar lesiones en los colaboradores que realizan la actividad de

traslado de dichas unidades neumáticas. Para ello, se planteó una alternativa de solución basado en un elevador neumático, que sirva para trasladar los neumáticos desde la bodega de almacenaje hasta el taller de instalación, de manera segura y en un tiempo más corto. La investigación concluyó que el diseño del elevador neumático optimizó en un 91.6 % los tiempos de ejecución de las actividades en la empresa, de igual manea el elevador fue diseñado con un factor de seguridad 3, con un peso máximo de elevación permitido de 223kg (10).

También, se realizó una investigación para la Universidad Tecnológica de Pereira, enfocado en diseñar una mesa elevadora para un sistema de transporte terrestre para las líneas de ensamblaje aeronáutico, con el fin de generar una alternativa de elevación que se adapte a los requerimientos técnicos de la línea de ensamblaje y garantice una adecuada disposición dentro de los componentes aeronáuticos. Para ello seleccionó un sistema de elevación hidráulico que se adaptó a las características del sistema, se determinaron los parámetros de funcionamiento del sistema y se diseñó el sistema teniendo en cuenta los requerimientos técnicos del proceso. Se concluyó que el análisis citostático realizado permitió determinar las reacciones, la fuerza compensadora y el lugar donde ésta debe actuar, lo cual conllevó a seleccionar un cilindro hidráulico que realizará el accionamiento de la mesa elevadora (11).

Igualmente, se detectó una necesidad de diseño de una plataforma elevadora para la empresa Constructora de Equipos Guzmán, de la ciudad de Bogotá, Colombia, con la finalidad de transportar carga pesada y que la misma no sea trasladada por su personal, sino por maquinarias diseñadas para dicha labor, enfocadas en brindar un diseño que incluya maniobrabilidad, manipulación, buena relación costo beneficio y seguridad para sus empleados. Se aplicó una metodología QFD, se determinó que el mercado local no contaba con una maquinaria que cumpliera con los requerimientos técnicos detectados, por lo que se diseñó una máquina basada en análisis estáticos, cálculos y gráficas a fin de cumplir dichas características. Se concluyó que el diseño cumple con los requerimientos técnicos elaborando manuales de seguridad y de operación de la máquina (12).

4.2 Bases Teóricas

Se define como neumático a un elemento de caucho que por lo general posee un contenedor o cámara de aire comprimido, el cual es capaz de soportar ciertos niveles de carga para el cual fue diseñado. En conjunto su función principal es sostener el peso del vehículo e impulsarlo.

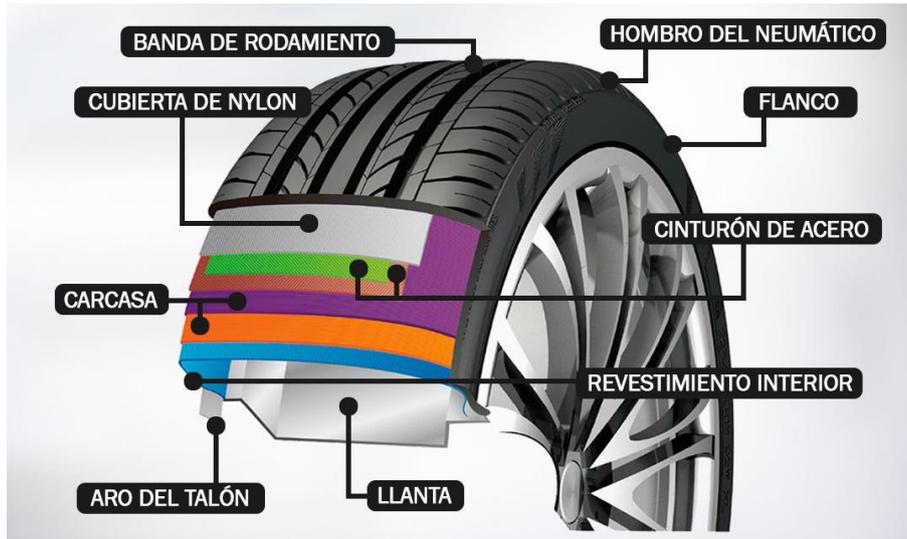


Figura 1. Partes de un neumático. Tomado de “Diseño y desarrollo de nuevo sistema de llantas de materiales compuestos para vehículo de bajo consumo” por S. Mollá, 2020.

Un **neumático** está conformado por las siguientes partes (13):

- Talón, que se entiende por la zona que se encuentra en contacto con la llanta, la cual es la parte metálica que va conectada al eje del auto, y su función es sujetarlo de una forma segura.
- Carcasa, la cual se considera como parte fundamental, es el armazón del mismo y es la parte que le da la robustez al neumático
- Aislamiento interior, cuya función es la de aislar el aire contenido dentro del neumático.
- Protector, diseñado para proteger la carcasa, absorbiendo todos los impactos externos encontrados en el terreno de circulación del neumático

- Banda de rodadura es la zona que se encuentra en contacto directo con el suelo. Está conformada por una capa gruesa de caucho y es la que suele desgastarse por la fricción con el terreno. Su condición determinará la vida útil del neumático.
- Flanco, es la parte lateral del neumático, cuya función es proteger la carcasa y gracias a su flexibilidad absorbe las imperfecciones de la superficie, aumentando la estabilidad.
- Hombro, la cual contiene la capa de caucho más gruesa, está encargada de disipar el calor acumulado en el neumático durante la conducción.

En resumen, el neumático es un elemento diseñado para optimizar el contacto entre la rueda y la superficie, generando fricción y a su vez adherencia, lo cual hace posible girar, frenar y acelerar a un vehículo. Existen varios tipos de neumáticos, los cuales se pueden clasificar, según su construcción como diagonales, radiales y autoportantes (14).

Se mencionan que los neumáticos **diagonales**, reciben su nombre por la colocación de varias capas de manera diagonal, las cuales están conformadas por un tejido entrecruzado de manera alterna a razón de un ángulo de 45° los cuales se acoplan unos sobre otros. Como resultado, se obtiene un neumático con alta rigidez, pero inestable en los costados (15).

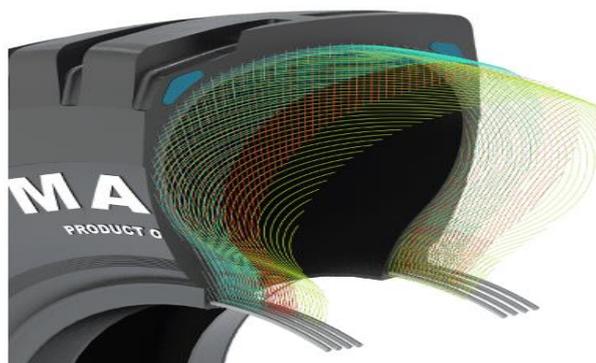


Figura 2. Neumático diagonal. Tomado de “Diseño y desarrollo de nuevo sistema de llantas de materiales compuestos para vehículo de bajo consumo” por S. Mollá, 2020.

Los neumáticos radiales, a diferencia de los diagonales, se componen de capas dispuestas en línea recta, sin generar ningún tipo de ángulo o inclinación, para formar una especie de túnel recubierto con tejidos metálicos cruzados, lo cual hace que el flanco goce de mayor flexibilidad

y ligereza, esto permite separar las funciones de la cima y el flanco de manera definitiva, brindando mayor rigidez y estabilidad (15).



Figura 3. Neumático radial. Tomado de “Diseño y desarrollo de nuevo sistema de llantas de materiales compuestos para vehículo de bajo consumo” por S. Mollá, 2020.

Por otro lado, los neumáticos autoportantes, en su composición, presentan capas dispuestas de manera similar a la radial, pero haciendo lo mismo en los flancos, lo que dará mayor resistencia a la cubierta al igual que aumenta su rigidez. Este tipo de llantas se usan predominantemente en vehículos de tipo deportivos, para los cuales ofrece la posibilidad de girar sin ejercer presión de aire en cierto rango de velocidad sin presentar deformidades (14).



Figura 4. Neumático autoportante o *runflat*. Tomado de “Diseño y desarrollo de nuevo sistema de llantas de materiales compuestos para vehículo de bajo consumo” por S. Mollá, 2020.

El reencauche se entiende como un proceso técnico a través del cual una llanta usada se selecciona e inspecciona a fin de recibir una nueva banda de rodamiento. En la actualidad existen diferentes métodos para realizar dicha actividad, pero todos apuntando al mismo objetivo, el cual se resume en recuperar el neumático, con la colocación de una banda de rodamiento nueva (5).

El proceso de reencauchado está compuesto por una serie de pasos, a fin de que a misma sea efectuada de manera eficiente, como paso inicial está la fase del decepcionado, en donde se recolectan y seleccionan los neumáticos a fin de realizar una inspección inicial y determinar el estado real del equipo (5).

Inmediatamente, se procede a inspeccionar minuciosamente las condiciones físicas en las que se encuentra las partes del neumático, específicamente en las zonas consideradas como críticas, observando las aberturas y resaltando las áreas con mayores daños encontrados (5).

Posteriormente, en la etapa del raspado, se retira banda de rodamiento defectuosa, a fin de liberarla de la carcasa, para que la misma sea tratada y se consiga la textura correcta y proceder a la instalación de la nueva banda de rodamiento. Esta metodología se realiza a fin de que la superficie quede limpia y con la textura adecuada a fin de brindar una adherencia adecuada a la nueva banda de rodamiento (5).

Prontamente, en la fase del cementado y relleno, se procede a la aplicación de una fina capa de cemento, de manera uniforme en la superficie previamente raspada de la carcasa, esto con la finalidad de generar mayor adherencia a la nueva banda de rodamiento y, a su vez corregir las averías no preparadas, nivelándolas con la superficie de la carcasa (16).

Luego, el embonado consiste en la colocación de la nueva banda de rodamiento a la carcasa, para ello se debe fijar y centrar la nueva banda de rodamiento en la superficie de la carcasa y luego, con la ayuda de un instrumento con nombre rodillos neumáticos, se ejerce una presión desde el centro hacia los bordes, eliminando cualquier elemento de aire contenido bajo la banda de rodamiento (16).

La vulcanización es el proceso a través del cual se establece de adherencia entre la carcasa y la banda de rodamiento, proceso que se logra a través de la vulcanización del cojín, para lo cual se debe verificar que no exista algún tipo de fuga o infiltración (5).

Un **sistema hidráulico** es aquel a través del cual se utiliza un fluido sometido a presión con el fin de accionar un dispositivo o mover componentes mecánicos (17)

Se entiende como fluidos encerrados a todos los líquidos o gases, que pueden ser utilizados como elementos motrices que generen movimiento y, a su vez, fuerza controlada a determinados objetos, derivando de esta fuerza aplicada movimientos tanto lineales como rotativos (18).

Dicho esto, se denominan sistemas hidráulicos a todo sistema de fluidos cerrados, en los que se utilicen elementos presurizados como medios de transmisión y generación de fuerza (18).

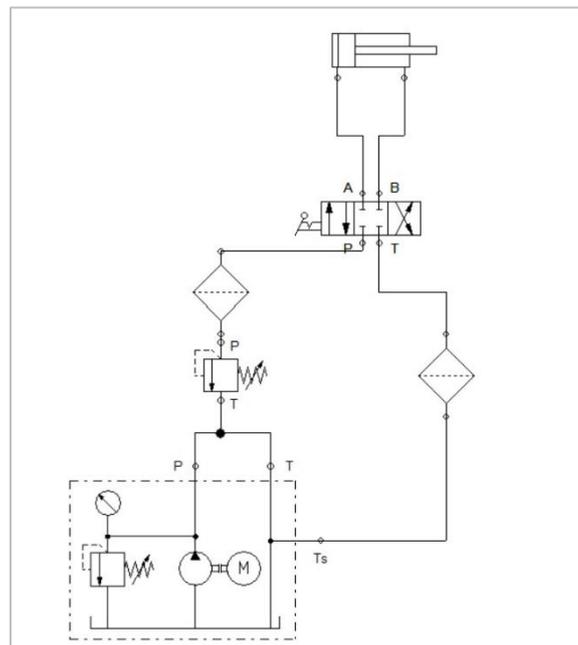


Figura 5. Esquema del sistema hidráulico. Elaboración propia

Este tipo de sistema funciona según la ley de Pascal, la cual menciona que la presión en un fluido encerrado es uniforme en todas las direcciones. De igual manera, la **presión hidráulica** se basa en este principio, el cual establece que la presión ejercida en un punto tiene una dirección

infinita, por lo cual la presión varía en dicho punto en el fluido incompresible que se encuentra presurizado, de tal forma que el mismo cambio ocurre en todas partes (18).

$$\Delta P = \rho g \times (\Delta h) \quad (1)$$

Donde

ΔP es la **presión hidrostática**

ρ es la densidad del fluido en kilogramos por metro cúbico.

Δh es la altura del fluido y mide en metros.

Se expresa que los principales elementos que conforman un sistema hidráulico son (19):

El depósito hidráulico tienen la función de contener y almacenar el volumen de un fluido, así como transferir calor, y permitir que cualquier tipo de partícula contaminante se asienten y pueda ser filtrada, de igual manera permite facilitar la liberación de aire y humedad del fluido

La **bomba hidráulica** es el elemento encargado de darle movimiento al fluido, transformando la energía mecánica en energía hidráulica, generando un caudal y una presión en la bomba.

Por su parte, las **válvulas hidráulicas** son elementos que se utilizan para controlar el flujo del fluido, se componen por una serie de elementos tales como paletas o carretes, cuya función es regular el paso del fluido. Estas pueden ser accionadas ya sea a través de medios manuales, mecánicos, eléctricos, neumáticos, hidráulicos, o la mezcla de estas tecnologías.

Asimismo, los **actuadores hidráulicos** son los elementos finales encargados de transformar la energía en desplazamiento o fuerza, según sea su diseño. Esto se logra a través de un cilindro hidráulico el cual es el encargado de convertir toda la energía hidráulica en trabajo mecánico, traducido en movimiento.

4.3 Definición de Términos Básicos

Caucho. Se define como una sustancia con propiedades impermeables y elásticas, que se obtiene a partir del néctar definido como lechoso proveniente de algunas plantas tropicales o de manera sintética; este material se emplea para la fabricación de tuberías aislantes y neumáticos, entre otros (2).

Caucho natural. Elemento que se obtiene del látex, es un hidrocarburo de gran importancia, el cual es producido por varias plantas tropicales (16).

Caucho sintético. Elemento que se obtiene de manera artificial que posee propiedades físicas y químicas similares a las del caucho natural. Adicionalmente, presenta cualidades y características particulares que lo hacen superior en comparación al caucho natural (3).

Neumático. Se trata de un componente de forma circular que en su parte externa tiene caucho el cual tiene contacto con el suelo (20).

Llanta. Pieza metálica circular en la que se sostiene el neumático (20).

Actuador. Dispositivo que transforma cualquier energía en movimiento y como su nombre lo dice activa otro elemento (5).

Gato hidráulico. Elemento de acero diseñado para levantar grandes pesos, el cual puede ser accionado manualmente a través de una palanca (8).

Vástago. En cargado de transmitir la fuerza de un punto a otro generalmente fuerza hidráulica esta hecho de acero inoxidable y en la parte externa esta bañado de en cromo (18).

Émbolo. Anillo que aloja a los *oring* del pistón y junto con el vástago forman una pared hermética y móvil (8).

Oring. Sello que asegurar la estanqueidad de fluidos (18).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Para realizar el diseño de la estructura de mesa hidráulica para el proceso de medición de neumáticos reencauchados, es necesario seguir una serie de pasos con la finalidad de recopilar la mayor cantidad de información, a fin de realizar un diagnóstico de las condiciones actuales y con base a la información obtenida, plantear una solución al problema en estudio.

5.1 Método y Alcance de la Investigación

5.1.1 Método de la investigación

El método de investigación elegido para abordar la problemática planteada se basa en un enfoque científico, el cual se caracteriza por la recopilación de datos, el análisis de datos, la formulación y verificación de hipótesis y la búsqueda de generalizaciones. Este enfoque se considera el más adecuado para esta investigación porque permite formular hipótesis sobre las causas del problema, probarlas mediante la recopilación y análisis de datos y generalizar los resultados a otros contextos similares (21).

Sin embargo, se reconoce que la realidad social es compleja y que el enfoque científico no siempre es suficiente para comprenderla en su totalidad. Por ello, se incorporarán algunos elementos sistémicos al método de investigación, como la consideración del contexto, la identificación de las interacciones entre las variables y la búsqueda de soluciones holísticas. Estos elementos sistémicos, como la consideración del contexto, la identificación de las interacciones entre las variables y la búsqueda de soluciones holísticas, se pueden utilizar como herramientas para analizar datos de una investigación determinada. La elección del método para utilizar está enfocada en el problema por resolver y por los tipos de datos que se pueden obtener; lo que da origen a método de investigación cualitativa, cuantitativa o mixta (14).

En este caso, se ha elegido el método cuantitativo para analizar la problemática en estudio, ya que se usa la recolección de datos con el propósito de conseguir el establecimiento de pautas de comportamiento y probar teorías (22).

5.1.2 Modalidad de la investigación

La presente investigación se enmarca en el tipo de investigación tecnológica. Este tipo de investigación se caracteriza por buscar soluciones a problemas prácticos mediante la aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos (21).

En este caso, la investigación se basa en el desarrollo de una propuesta, la cual aportará una solución a la problemática planteada. Para ello, se utilizarán conocimientos y técnicas propias del campo tecnológico.

Adicionalmente, se utilizarán estrategias de investigación documental y de campo. La investigación documental permitirá obtener información teórica sobre el problema y la investigación de campo permitirá recopilar datos específicos sobre la realidad en la que se presenta el problema.

5.1.3 Tipo de investigación

Al definir la investigación como proyecto factible, la investigación se apoyará en la recolección de los datos necesarios para estar en contexto de la realidad problemática en cuestión y determinar de qué manera puede ayudar a mejorarla o en su defecto a minimizar su gravedad (20).

Investigación de campo. Recolección de la información desde el lugar en donde se desarrolla el problema, con el fin de explicar sus causas y efectos o predecir su ocurrencia; utilizando para ello, métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo (20).

Investigación documental. Recolección de los fundamentos teóricos de la investigación, con la finalidad de ampliar y ahondar en el conocimiento de su naturaleza principal, a través de trabajos previos, así como de información y datos publicados por medios impresos (16).

Dicho esto, se considera la investigación en un diseño de campo y documental. Puesto que los datos para su realización serán obtenidos directamente del lugar donde se va a basar la investigación y del material teórico ya existente.

5.1.4 Nivel de investigación

Esta investigación será de tipo descriptivo, puesto que se debe analizar y comprender el funcionamiento del sistema de reencauchado y la manera en que se realiza la medición del neumático reencauchado, para determinar de qué manera se puede plantear una alternativa de solución (22).

Asimismo, un estudio de nivel descriptivo se entiende como una investigación que se basa en la realidad de los hechos mostrados es una interpretación de los hechos. para demostración de ello, se requiere revelar sus características principales de los fenómenos que se quiere estudiar, con el fin de comprender su comportamiento. Todo ello, para saber las caracterización del fenómeno que vamos estudiado (22).

5.2 Materiales y Métodos

En esta sección, se presenta el desarrollo de la metodología planificada en el apartado de metodología de diseño. Se incluyen los gráficos de simulación de esfuerzos y deformaciones, así como el análisis respectivo y las conclusiones derivadas de estas simulaciones.

5.2.1 Diseño de la Estructura Hidráulica

Para el diseño de la estructura hidráulica, se utilizó el *software* SolidWorks versión 2023. Se creó un modelo tridimensional de la mesa hidráulica siguiendo las especificaciones técnicas requeridas para el proceso de medición de neumáticos reencauchados.

Se implementaron los siguientes pasos:

Creación de la base de la máquina

- Se diseñó una base robusta utilizando acero estructural con dimensiones de 120 cm x 80 cm x 10 cm.
- Se emplearon técnicas de soldadura para garantizar la integridad estructural de la base.

Diseño de columnas de soporte

- Se diseñaron cuatro columnas de soporte con una altura de 150 cm cada una.
- Se consideraron los cálculos de carga y resistencia para asegurar la estabilidad de la estructura.

Construcción de la plataforma giratoria

- Se diseñó una plataforma circular con un diámetro de 100 cm.
- Se integró un sistema hidráulico para permitir el giro controlado de la plataforma.

5.2.2 Simulación de esfuerzos y deformaciones

Una vez completado el diseño de la estructura, se procedió a realizar simulaciones de esfuerzos y deformaciones utilizando el módulo de análisis estructural de SolidWorks. Se aplicaron cargas estáticas y dinámicas para evaluar el comportamiento bajo diferentes condiciones de carga.

Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

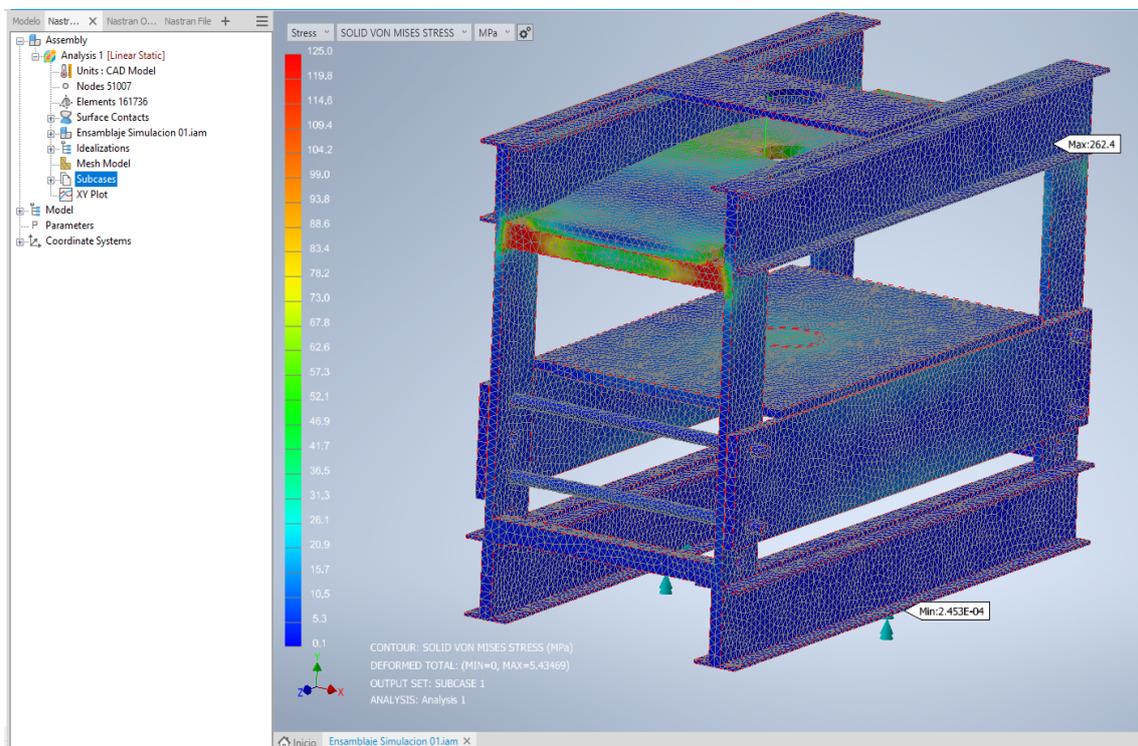


Figura 6. Resultado tensiones = 125 Mpa. Elaboración propia .

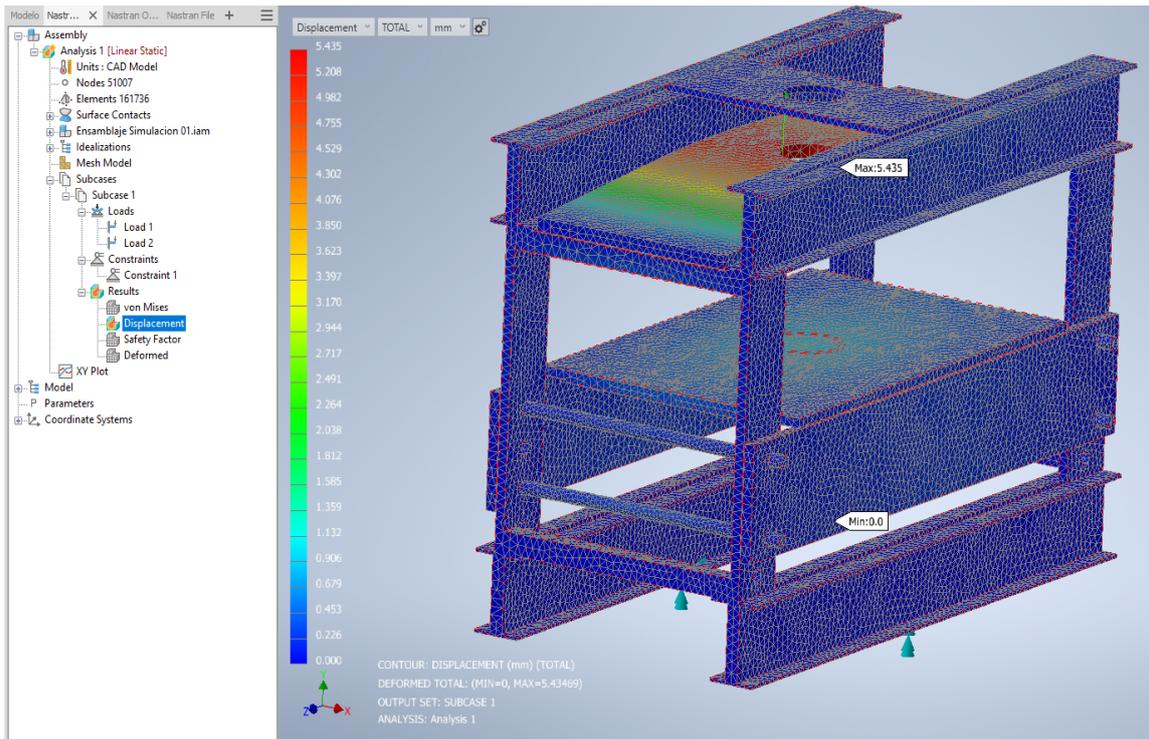


Figura 7. Resultado Deformaciones= 5.4 mm. Elaboración propia.

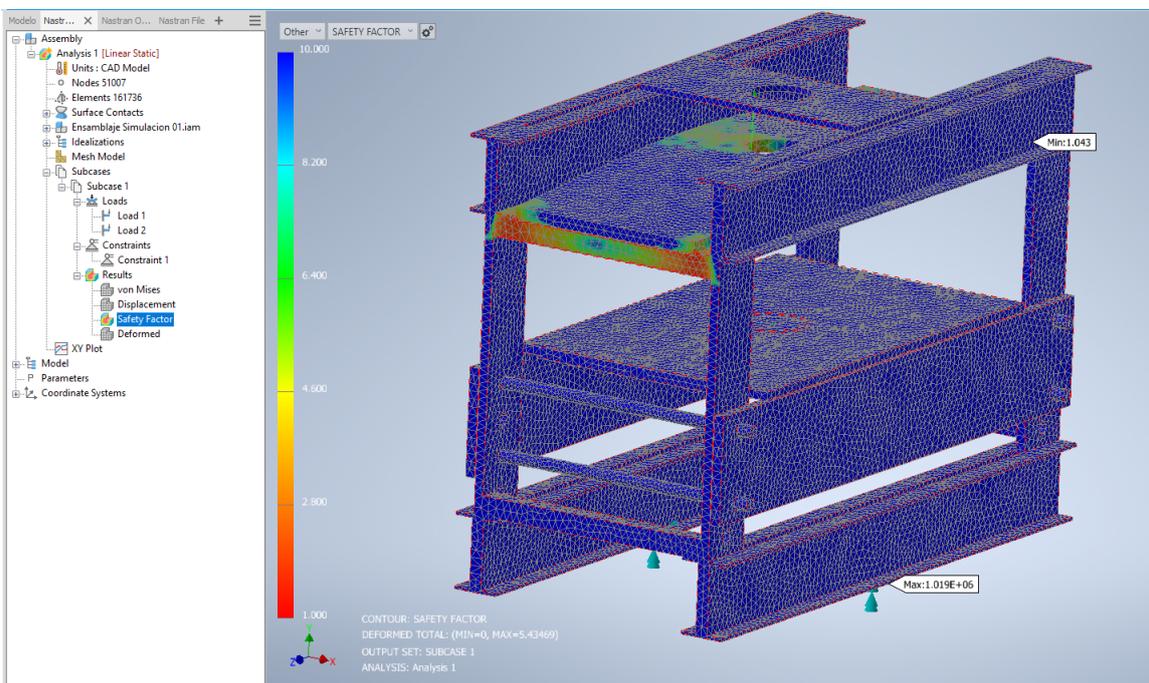


Figura 8. Resultado Factor de Seguridad= 2. Elaboración propia.

Análisis de esfuerzos

- Se observó que las áreas de mayor concentración de esfuerzos se encuentran en las juntas soldadas de la base de la máquina.
- Se identificaron zonas de posible fatiga debido a cargas repetitivas en la plataforma giratoria.

Análisis de deformaciones

- Las deformaciones máximas se registraron en las columnas de soporte durante la aplicación de cargas máximas.
- Se verificó que las deformaciones no superan los límites permisibles según las normativas de seguridad.

5.2.3 Conclusiones

Basándonos en los resultados de las simulaciones de esfuerzos y deformaciones, se llega a las siguientes conclusiones:

- La estructura diseñada cumple con los requisitos de resistencia y estabilidad para el proceso de medición de neumáticos reencauchados.
- Se recomienda reforzar las juntas soldadas en la base de la máquina para mejorar la distribución de esfuerzos y prolongar la vida útil de la estructura.
- El sistema hidráulico integrado permite un control preciso del giro de la plataforma, facilitando el proceso de medición.

Estos hallazgos respaldan la viabilidad y eficacia del diseño propuesto para la mesa hidráulica en el contexto del proyecto de medición de neumáticos reencauchados.

5.3 Identificación del requerimiento

El proceso de reencauchado de neumáticos OTR es una técnica que permite alargar la vida útil del neumático, previa inspección de las condiciones reales de dicho equipo e implementando una metodología que consiste en el cambio de la banda de rodaje del neumático defectuoso, la cual se puede hacer hasta 5 veces en vehículos livianos y solo una vez en vehículos que se usan en minería por las condiciones del terreno.

Este proceso suele ser rudimentario y los operarios o técnicos involucrados suelen hacer sobreesfuerzos para la manipulación de dichos neumáticos, careciendo de equipos adecuados.

Asimismo, en el mercado actual, existen maquinarias enfocadas netamente en el diseño y eficiencia operativa de las máquinas, mas no están enfocados en la operatividad y seguridad en la manipulación de dichas maquinarias.

A manera general, el proceso típico de reencauchado consta en montar el neumático en la maquinaria alineadora, generalmente con un puente grúa el cual izará el neumático hacia dicha maquinaria.

En este punto, el alineamiento se debe realizar en ocho puntos diferentes, para el cual una vez finalizado dicho lineamiento, se debe desmonta en neumático, girarlo 180° y volverlo a montar en la máquina alineadora.

Este proceso se hace actualmente de manera manual, sin ayuda de maquinarias o elementos que contrarresten el peso de los neumáticos, los cuales tienen un peso entre 500 kg a 600 kg, con la ayuda de varillas para la manipulación de dichos neumáticos. Las maniobras suelen agregar ciertos niveles de dificultad, lo que ha generado accidentes como aprisionamiento de las manos, con resultados catastróficos para los operarios.

De igual manera, el levantar de manera repetitiva ese peso por parte de los operarios, puede generar enfermedades tales como lumbalgias y hernias.

El diseño de un sistema de elevación hidráulico permite manipular cierta cantidad de peso de manera controlada y eficiente, brindando confiabilidad y confort en la ejecución de tareas repetitivas tales como la descrita anteriormente, significando una alternativa de solución a la problemática en estudio.

5.3.1 Aspectos generales de diseño

El objetivo del proyecto es el diseño una máquina para facilitar la medición de los neumáticos reencauchados. El dispositivo diseñado se relaciona con el proceso de medición, el cual involucra la inspección de llantas de automóviles a fin de obtener los datos de a) grosor de la banda de rodamiento, b) resistencia a la carga y c) dimensiones finales del neumático, factores determinantes en el proceso final del reencauchado del mismo. Dicha inspección incluye un

examen cuidadoso de la superficie interior del neumático, lo cual se hace complicado debido a su forma cilíndrica, a su naturaleza rígida y a la resistencia del material del que está hecho el neumático.

La idea general es proporcionar una máquina que permita una mejor inspección a las paredes del neumático, la cuales puedan extenderse y mantenerse separadas, presentando la superficie interna para que el trabajador la controle y realice las inspecciones.

De igual manera, esta mesa debe ser capaz de disminuir los impactos relacionados con el uso de fuerza por parte de los operarios relacionados con el movimiento de rotación y vertical del neumático para la realización de las actividades de medición.

Lo que se busca con la solución planteada es que este proceso de medición esté destinado a proporcionar una inspección en la que no es necesario que el operario asignado al proceso de medición de neumáticos reencauchados use la fuerza, es decir, que la máquina hace que su trabajo sea más fácil, eficiente y seguro.

Como aspectos generales de diseño se necesita tener en consideración lo siguiente: como fase inicial, se necesita recoger el neumático hasta la línea de los brazos del controlador, para evitar que el impacto del peso de dicho elemento pueda lesionarlo o poner en riesgo su salud, haciendo que su trabajo sea más fácil, seguro y cómodo. El siguiente paso es extender las paredes del neumático y mantenerlo en esa posición durante el movimiento de rotación para presentar toda la superficie interior al operario.

En la actualidad, el problema está centrado con las mencionadas funciones del árbol que la máquina debe garantizar. Por ejemplo, uno de los mayores problemas relacionados con el movimiento vertical era cómo guiar la plataforma sobre la que se apoya el neumático durante la subida y bajada de la plataforma y qué solución utilizar para realizar este movimiento.

Es importante destacar que se han resuelto desafíos similares durante la proyección de los dos movimientos restantes. En todos los niveles del trabajo se han enfrentado desafíos menores o mayores y se han resuelto problemas que requieren mejores soluciones. Es importante recalcar que se utilizará SolidWorks como herramienta de diseño al igual que de simulación de esfuerzo computacional, mediante el método de elementos finitos.

Las dimensiones generales diámetro exterior (D): aproximadamente 1,800 mm a 2,500 mm. Ancho (W): alrededor de 600 mm a 1,000 mm. Peso por neumático: los neumáticos OTR para cargas de 4 toneladas suelen pesar entre 400 kg y 800 kg cada uno.

Una capacidad de carga segura podría ser al menos el doble del peso total de los neumáticos para proporcionar un margen de seguridad adecuado.

En términos matemáticos, si la suma de los pesos de los neumáticos es $W_{\text{neumaticos}}$, la capacidad de carga W_{carga} de la mesa hidráulica podría calcularse:

$$W_{\text{carga}} \geq 2 \times W_{\text{neumaticos}}$$

Lo que significa que la mesa puede soportar el doble del peso total esperado, considerando no solo el peso estático de los neumáticos sino también posibles cargas dinámicas o variaciones en la distribución del peso.

Un rango de altura de 500 mm a 1,000 mm permite que la mesa pueda bajar lo suficiente para facilitar la carga y descarga de los neumáticos, y al mismo tiempo, puede elevarse lo necesario para que los técnicos tengan un fácil acceso a la parte inferior y lateral de los neumáticos para realizar mediciones e inspecciones siendo un diseño ergonómico.

5.3.2 Metodología de diseño

Para el proceso de diseño de la estructura mesa hidráulica para el proceso de medición de neumáticos reencauchados, se hizo necesario realizar un análisis profundo a cada uno de los procesos involucrados en su árbol de tareas.

Una vez identificados, se procede a determinar las tareas y priorizarlas según la importancia en el desarrollo de la solución. La tabla 1 muestra el cronograma de tareas, ordenadas por nivel de importancia en el desarrollo de la investigación

Tabla 1. Diagrama de GANTT con el Cronograma.

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Tarea 1	X	X	X	X	X	X																
Tarea 2	X	X	X																			
Tarea 3				X	X																	
Tarea 4						X																
Tarea 5							X	X	X	X	X											
Tarea 6												X	X	X	X							
Tarea 7																X	X	X	X	X	X	X

Nota: Elaboración propia, 2022.

Tabla 2. Nombre de las tareas

Tarea 1	Aprendizaje de SolidWorks
Tarea 2	Familiarización con el tema del proyecto.
Tarea 3	Creación de la base de la máquina
Tarea 4	Creando columnas que sostienen la plataforma
Tarea 5	Creación de la plataforma sobre la que gira el neumático
Tarea 6	Creando de los Sistemas.
Tarea 7	Examen de diseño y realización de mejoras.

Nota: Elaboración propia, 2022.

Sobre la base de toda la información previamente analizada, se establecen las tareas a desarrollar en la investigación, encontrado como fase inicial, la familiarización con el *software* SolidWorks, la cual permite diseñar las piezas y ensamblajes, ya sea en planos 2d y 3d, con la finalidad de tener una mejor percepción del diseño a realizar.

Es importante destacar que la segunda tarea se ha desarrollado de manera paralela, ya que se debe entender el tema propuesto y poder ser críticos, analíticos asertivos en la información que se va obteniendo, para clasificarla y tomar lo que realmente sea neCésario.

Las siguientes tareas están relacionadas con el diseño propio de la maquinaria, para lo cual se ha generados unos niveles de diseño que permiten ir desde lo más simple, a lo más complejo, diseñando una fase que será complemento de la siguiente.

Para establecer las fases y actividades desde el planteamiento del problema hasta la solución en el diseño de la estructura mesa hidráulica para el proceso de medición de neumáticos reencauchados, se puede seguir un enfoque estructurado como el siguiente:

Fase 1: planteamiento del problema

- Definir el problema específico a abordar.
- Realizar una revisión de literatura para comprender el contexto y las soluciones existentes.
- Identificar las limitaciones y desafíos asociados con el problema.

Fase 2: análisis y requisitos

- Identificar los requisitos técnicos y funcionales de la solución.
- Realizar un análisis de viabilidad técnica y económica.
- Establecer los criterios de evaluación y éxito del proyecto.

Fase 3: diseño y desarrollo

- Desarrollar un diseño conceptual basado en los requisitos identificados.
- Crear prototipos o modelos preliminares para evaluar el diseño.
- Refinar el diseño con retroalimentación de pruebas y análisis.

Fase 4: implementación y pruebas

- Construir la solución final según el diseño refinado.
- Realizar pruebas de funcionamiento y rendimiento.
- Ajustar y optimizar la solución según los resultados de las pruebas.

Fase 5: evaluación y validación

- Evaluar la solución final en condiciones reales o simuladas.
- Comparar los resultados con los criterios de éxito establecidos.
- Validar la eficacia y eficiencia de la solución en relación con el problema inicial.

Fase 6: documentación y presentación

- Documentar todos los procesos favorables del desarrollo, resultados obtenidos.
- Preparar un informe con todas las consecuencias y resultados favorables o desfavorables para que haya un registro de esta investigación y sirva a futuros investigadores.

5.3.3 Listado de exigencias

Tabla 3. *Listado de exigencias del diseño*

Categorías	E/D	Exigencias	Responsable
Funciones	E	El sistema debe realizar determinados movimientos	A.C.
Funciones	E	El sistema debe cumplir ciertos criterios de calidad y seguridad	A.C.
Funciones	E	El sistema debe realizar sus funciones con componentes y/o partes validadas en diseño	A.C.
Funciones	D	El sistema debe controlarse de manera totalmente automatizada.	A.C.
Funciones	E	Se debe diseñar un sistema hidráulico que sea el responsable de soportar la carga de diseño	A.C.
Fuerza	E	El sistema debe de resistir las cargas para las cuales fue diseñada	A.C.
Fuerza	D	El sistema debe tener una tolerancia deformaciones en sus componentes para poder resistir cargas a las cuales será expuesto.	A.C.
Geometría	E	Se deben diseñar sus partes teniendo en cuenta que estructura debe ser robusta y soporte cierto peso	A.C.
Geometría	E	Se deben dimensionar las partes para que cada una se ensamble en un conjunto final	A.C.
Geometría	E	La dimensión de la maquina deben ser adecuadas	A.C.
Geometría	E	Los elementos internos deben cumplir con las dimensiones de diseño y ensamblar en las partes para las cuales han sido diseñadas	A.C.
Energía	D	El sistema debe operar en su totalidad con energía eléctrica de la red.	A.C.
Energía	E	El sistema no debe exceder los valores de temperatura de diseño para lo cual está diseñado,	A.C.
Energía	D	Las pérdidas deben ser menores al 10 %.	A.C.

Control	D	Debe contar con un sistema de control automatizado	A.C.
Control	E	Debe contar con sistema de control hidráulico	A.C.
Control	E	Debe contar con sistema de protección de equipos eléctricos	A.C.
Mando	D	Debe contar con equipos de señalización y mando	A.C.
Seguridad	E	El sistema debe estar protegido contra descargas eléctricas.	A.C.
Seguridad	E	No debe existir elementos o partes punzocortantes expuestas	A.C.
Ergonomía	E	El diseño del sistema debe colaborar a la manipulación de los neumáticos	A.C.
Ergonomía	D	La colocación de los neumáticos debe ser sencillo e intuitivo	A.C.

Nota: E: exigencia; D: deseo; AC: Arturo Cahuapaza. Elaboración propia.

5.4 Análisis de la Solución

5.4.1 Caja negra (*black box*)

La caja negra de la máquina *black box* define los recursos específico que van a participar en la mesa hidráulica, y también las transformaciones de estos recursos en forma tangible que salen. Para el proyecto de la mencionada mesa, el diagrama de “caja negra” se diagrama en la figura abajo indicada.

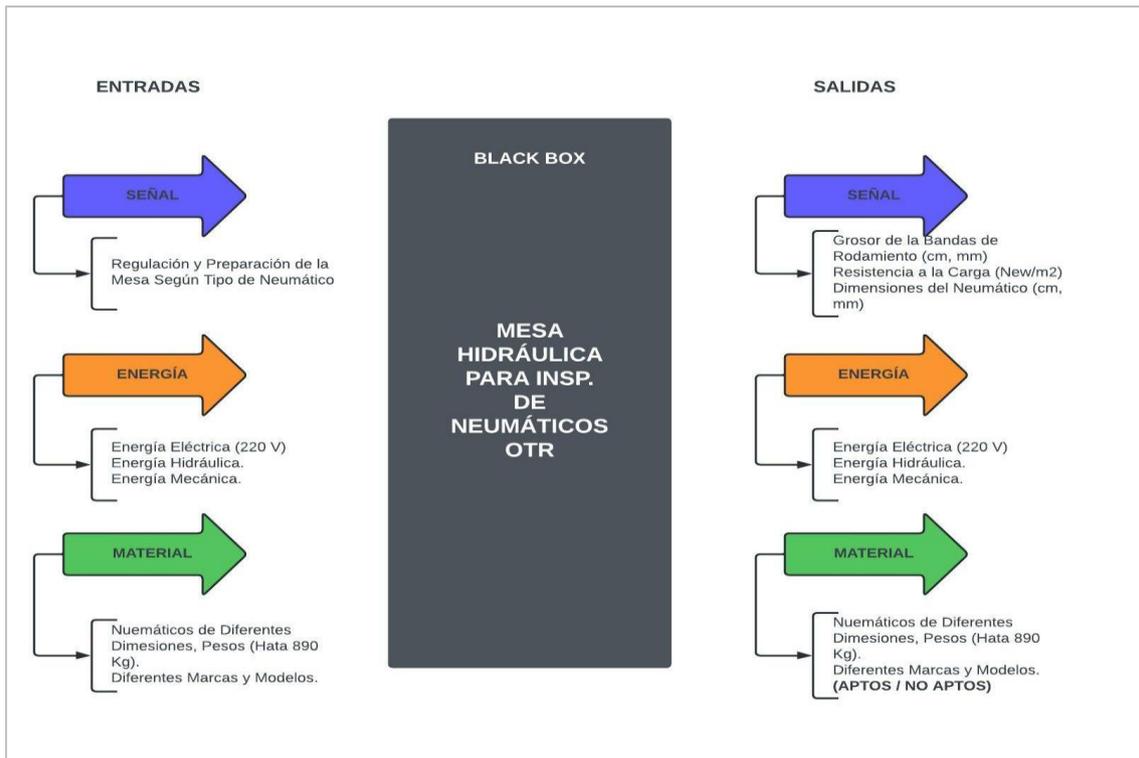


Figura 9. Diagrama “Black Box”. Elaboración propia, 2022.

5.4.1.1 Entradas

Señales. Comprenden la regulación y preparación del neumático en su fase final de reencauchado, de acuerdo con su marca, modelo, peso y dimensiones correspondientes.

Energía. Corriente eléctrica monofásica 220 V y energía hidráulica transmitida por la bomba electromecánica y energía eléctrica para accionar la mencionada bomba.

Material. El principal insumo de este proceso son los neumáticos de hasta 890 kg de diferentes marcas y modelos, durante la última fase del proceso.

5.4.1.2 Salidas

Señales. Están representadas por los siguientes parámetros: a) grosor de la banda de rodamiento, b) resistencia a la carga y c) dimensiones finales del neumático.

Energía. Corriente eléctrica monofásica 220 V y energía hidráulica transmitida por la bomba electromecánica y energía eléctrica para accionar la mencionada bomba.

Material. Neumáticos de diferentes marcas y modelos (aptos y no aptos para su posterior uso).

5.5 Estructura de Funciones (Caja Blanca)

5.5.1 Secuencia de operaciones

En esta etapa de proceso lo primero que se tiene que hacer es inspeccionar el estado de la mesa hidráulica, verificar que los componentes del sistema y todos los sistemas y mecanismos que se encuentren operativos para funcionar y en perfecto estado, después de haber inspeccionada se procede a hacerla trabajar para colocar el producto para medir e inspeccionar dentro de la misma.

5.5.2 Principios tecnológicos: secuencia de operaciones (proceso)

- a) *Preparación*: preparar los diversos accesorios para las mediciones.
- b) *Regulación*: regular la presión máxima y tiempo de la inspección e instrumentos de toma de datos.
- c) *Posicionar y fijar*: forma de colocar y sujetar el neumático.
- d) *Accionamiento y control*: forma de iniciar, controlar y terminar la inspección y mediciones.
- e) *Energía*: fuente de energía utilizada.
- f) *Transformación de la energía*: forma de transformar y transmitir la energía hacia el neumático.
- g) *Toma de datos*: forma de registrar los datos de a) grosor de la banda de rodamiento, b) resistencia a la carga y c) dimensiones finales del neumático.
- h) *Hoja de anotaciones*: forma de presentar el resultado esperado para cada neumático.
- i) *Desmontaje*: retirar el neumático de la máquina.

5.5.3 Aplicación de los sistemas técnicos y sus limitaciones

- i. *Preparación*: manual, automática, programado.
- ii. *Regulación*: manual, automática, programado.
- iii. *Posicionar y fijar*: manual, elevador y montacarga.

- iv. *Accionamiento y control*: manual, automático, *software*.
- v. *Energía*: hidráulica, eléctrica e hidráulica.
- vi. *Transformación de la energía*: hidráulica, eléctrica e hidráulica.
- vii. *Toma de datos*: registro manual, base de datos, gráficos de control.
- viii. *Desmontaje*: manual, elevador y montacarga.

5.5.4 Agrupación de las funciones

- a) *Preparación + regulación* = regulaciones iniciales.
- b) *Regulaciones iniciales*: manual, automática, programado.
- c) Toma de datos + anotaciones = resultados
- d) *Resultados*: registro manual, base de datos, gráficos de control

5.5.5 Operaciones finales

- i. Ajustes.
- ii. Posicionar y fijar.
- iii. Accionamiento y control.
- iv. Energía.
- v. Transformación de la energía.
- vi. Resultados.
- vii. Desmontaje.

Lo anterior se puede representar en el diagrama mostrado a continuación:

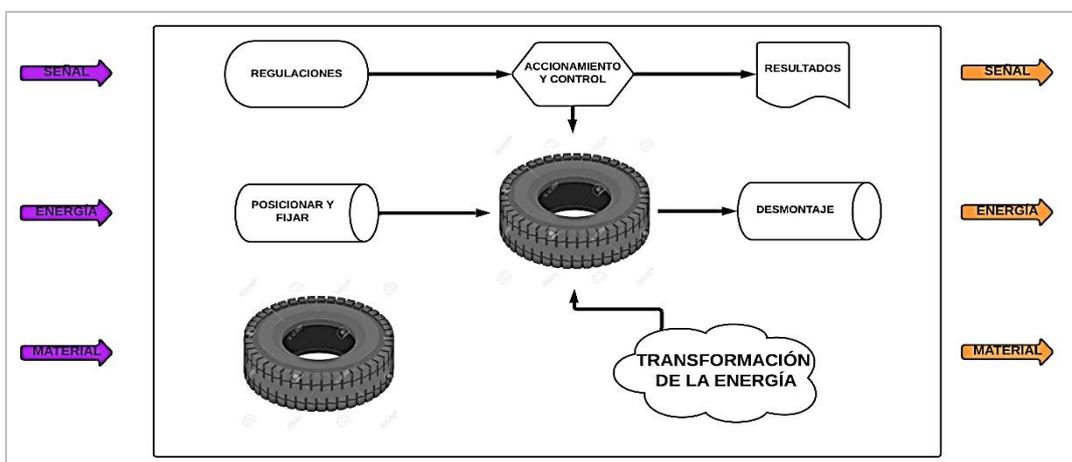


Figura 10. Representación de la estructura de funciones o caja blanca. Elaboración propia, 2022.

5.6 Matriz morfológica

Elaboración de la matriz morfológica con las funciones parciales detallados, lo cual se evidencia en la figura de abajo indicada.

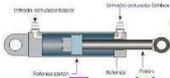
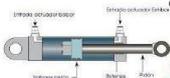
FUNCIONES	ALT. SOL. NRO 1.	ALT. SOL. NRO 2.	ALT. SOL. NRO 3.
PREPARACIÓN Y REGULACIÓN	MANUAL 	AUTOMÁTICO 	PROGRAMADO 
MONTAJE (POSICIONAMIENTO Y FIJACIÓN)	MANUAL 	ELEVADOR 	MONTACARGA 
ACCIONAMIENTO Y CONTROL	MANUAL 	AUTOMÁTICO 	SOFTWARE 
ENERGÍA	HIDRÁULICA 	ELÉCTRICA 	NEUMÁTICA 
TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA	HIDRÁULICA 	NEUMÁTICA 	MECÁNICA 
RESULTADOS	REGISTRO MANUAL 	BASE DE DATOS 	GRÁFICOS DE CONTROL 



Figura 11. Matriz morfológica. Elaboración propia, 2022.

3.5.1. Descripción de las alternativas de solución

Tabla 4. Descripción de las alternativas de solución.

Funciones	Alternativa N.º 1	Alternativa N.º 2	Alternativa N.º 3
Preparación y regulación	Manual Consiste en el manejo por parte del operador del neumático, así como de todos los ajustes y mediciones.	Automático La preparación y mediciones se realizan en forma autónoma por medio de tecnologías relacionadas. Mediciones laser o con dispositivos especiales.	Programado La preparación y regulación de realiza en una línea de producción con sistemas de control automático.
	Manual	Elevador	Montacarga
cumpliendoMontaje (posicionamiento y fijación)	Consiste en el manejo por parte del operador del neumático, así como de todos los ajustes neCésarios.	El montaje se realiza por medio de un sistema de suspensión automático o semiautomático.	El montaje de los componentes y sistema se realizara con un equipo especial para la tarea
	Manual	Automático	Software
Accionamiento y control	Consiste en el manejo por parte del operador del dispositivo.	El accionamiento se realiza accionando algún dispositivo en la máquina que efectué la presión neCésaria y/o efectos de la máquina sobre el neumático.	El accionamiento se realiza desde un terminal de pc o tarjeta controlada (PLC), para que la máquina realice todo en forma autónoma.
	Hidráulica	Eléctrica	Neumática
Energía	Se obtiene a partir del aprovechamiento de la energía cinética y potencial de los corrientes movimientos de un fluido, como el aceite hidráulico en este caso.	Encargada de dar el primer impulso para poder formar la energía que se manifiesta con el movimiento de los electrones	Uso de aire a presión para realizar un trabajo
	Hidráulica	Eléctrica	Neumática
Transformación de la energía	Los actuadores hidráulicos son dispositivos que son accionados por una energía los hay para baja presión (250-500 psi) y alta presión (600-5000 psi), en caso de la hidráulica utilizan aceite hidráulico industrial y aceite biodegradable, los cuales son los encargados de transmitir el movimiento	Los actuadores eléctricos son un instrumento que realizan una acción y estos son controlados mediante una señal eléctrica Los cuales realizan una acción	Los actuadores neumáticos son los encargados de realizar una acción los cuales son controlados por el aire comprimido este es el que trasmite el movimiento
	Registro manual	Base de datos	Gráfico de control
Resultados	Lo realiza el operador en un cuaderno de operaciones.	Recopilación organizada de información o datos estructurados, estos se almacenan en una base de datos para poder tener un registro normalmente el programa se llama (DBMS).	Diagramas que sirven para examinar si un proceso se encuentra en una condición estable, el cual te muestra gráficamente el estado en el que se encuentra para poder evaluar una mejora rápido

Nota: Elaboración propia, 2022.

3.5.2 Análisis comparativo técnico

3.5.2.1 Análisis de la alternativa 1

Es un diseño basado en un sistema hidráulico, el cual produce bastante torque con una presión muy baja. La seguridad de este sistema es muy segura porque si el sistema falla por tema externo como la energía que alimenta al motor eléctrico, los actuadores se quedan dónde están. Su accionamiento es simple y fácil de comprender donde el operador tiene el control total del equipo no es un sistema limpio, para el propósito del proceso no necesita serlo.

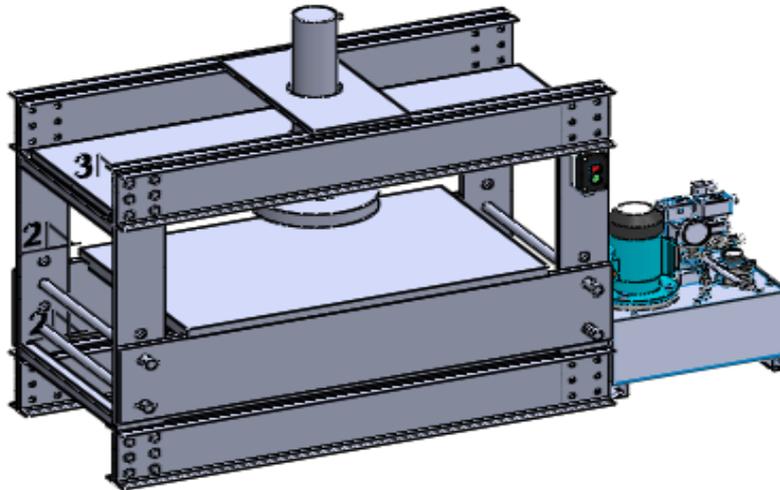


Figura 12. Diseño de mesa con sistema hidráulico. Elaboración propia, 2022.

3.5.2.2 Análisis de la alternativa 2

Es un diseño basado en un sistema eléctrico, el cual para producir torque necesita una fuente de energía confiable, y por consecuencia el consumo de energía es bastante. Este sistema no está seguro porque es dependiente de la energía eléctrica puesto si se deja de energizar el actuador puede regresar a su punto muerto inferior. El control total del equipo lo tiene el operador. es un sistema muy limpio.

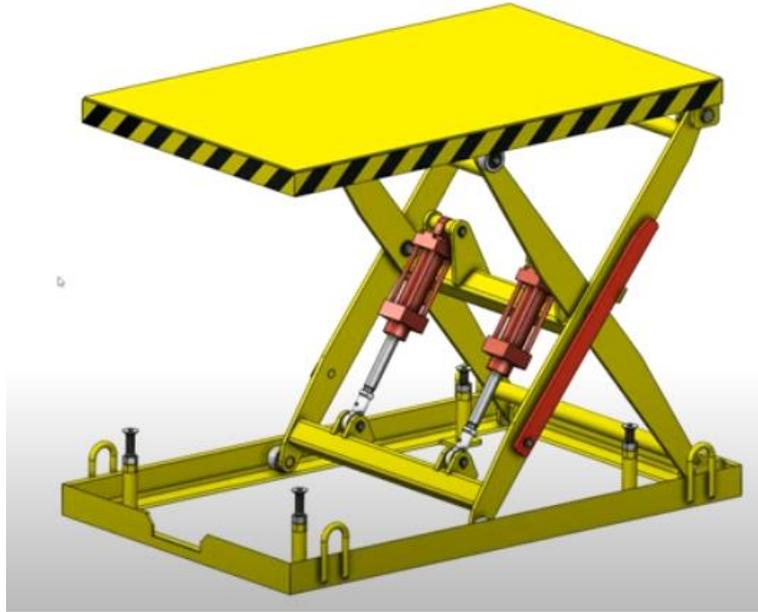


Figura 13. Diseño de mesa con sistema eléctrico. Elaboración propia, 2022.

3.5.2.3 Análisis de la alternativa 3

Es un diseño basado en un sistema neumático, el cual produce torque con una presión muy alta. La seguridad de este sistema es muy segura porque si el sistema falla por tema externo como la energía que alimenta al motor eléctrico, los actuadores se quedan dónde están. Su accionamiento es simple y fácil de comprender donde el operador tiene el control total del equipo, es un sistema limpio.



Figura 14. Diseño de mesa con sistema neumático. Elaboración propia, 2022.

Tabla 5. Análisis comparativo técnico de las tres alternativas

Forma de evaluación de criterios económicos escala de valores (puntaje “p” entre 0.3) 0 = no satisface 1 = tolerancia 2 = suficiente 3 = bien

N	Criterios económicos	Importancia	Solución 1	Solución 2	Solución 3
	Función	8	3	2	2
	Energía	12	3	2	2
	Geometría	15	2	1	2
	Operatividad	10	3	2	3
	Fabricación	20	2	2	1
	Ensamblaje	20	3	2	3
	Seguridad	8	2	2	2
	Transportabilidad	7	2	1	2
	Robustes	8	3	2	2
	Mantenimiento	12	3	2	3
Puntaje total PT		100.0 %	1.82	1.27	1.55
Puntaje unitario			60.6 %	42.4 %	51.5 %

Nota: Elaboración propia, 2022.

Tabla 6: Tabla de análisis comparativo económico de las tres alternativas

Forma de evaluación de criterios económicos escala de valores (puntaje “p” entre 0.3) 0 = no satisface 1 = tolerancia 2 = suficiente 3 = bien

N	Criterios económicos	Importancia	Solución 1	Solución 2	Solución 3
	Costo de montaje	10 %	3	2	2
	Costo de ensamblado	15 %	3	2	2
	Costo de material de elementos de sistema	15 %	2	2	2
	Costo de microcontroladores	15 %	3	3	2
	Costo de actuadores	5 %	2	1	2
	Costo de sensores	13 %	3	2	2
	Costo de mantenimiento	10 %	2	2	2
	Costo de instalación	7 %	2	2	2
	Costo de alimentación	10 %	3	2	3
	Puntaje total PT	100.0 %	2.30	1.80	1.90
	Puntaje unitario		76.7 %	60.0 %	63.3 %

Nota: Elaboración propia, 2022.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE DESARROLLO

6.1 Análisis de la alternativa de solución

Tabla 8: Análisis de la alternativa de solución

Aspectos evaluados	Alternativa N.º 1	Alternativa N.º 2	Alternativa N.º 3
Aspectos técnicos	Equipamiento sencillo y de poca tecnología.	Equipamiento de mediano a semiavanzado uso de la tecnología. Uso de informática y manejo de bases de datos.	Equipamiento de mediano a semiavanzado uso de la tecnología. Uso de informática y manejo de bases de datos. Empleo de personal especialista o con capacitación en el sistema informático de control de la máquina y los procesos.
Aspectos de Funcionamiento	Accionamiento manual y semiautomáticos	Accionamiento automático en el 85 % de los procesos de tratamiento del neumático.	Accionamiento automático en el 90 % de los procesos de tratamiento del neumático.
Aspectos Económicos	Bajo costo por el uso manual de la mayoría de las operaciones, además del uso de actuadores con tecnología hidráulica de fácil operación.	Mediano costo por el uso semiautomático de la mayoría de las operaciones.	Mediano a alto costo por el uso semiautomático de la mayoría de las operaciones.

Nota: Elaboración propia, 2022).

De lo anterior se puede concluir que se elige la opción de solución N.º 1, la cual cuenta con las siguientes funcionalidades:

- i. Preparación: manual.
- ii. Regulación: manual.
- iii. Posicionar y fijar: elevador, opción 2 manual
- iv. Accionamiento y control: manual.
- v. Energía: hidráulica.
- vi. Transformación de la energía: hidráulica.
- vii. Toma de datos: registro manual, base de datos.
- viii. Desmontaje: elevador, opción 2 manual.

6.2 Diseño (elaboración del proyecto)

6.2.1 Proyecto definitivo

Se representa el proyecto de construcción con la lista de piezas de la mesa (ver planos anexos).

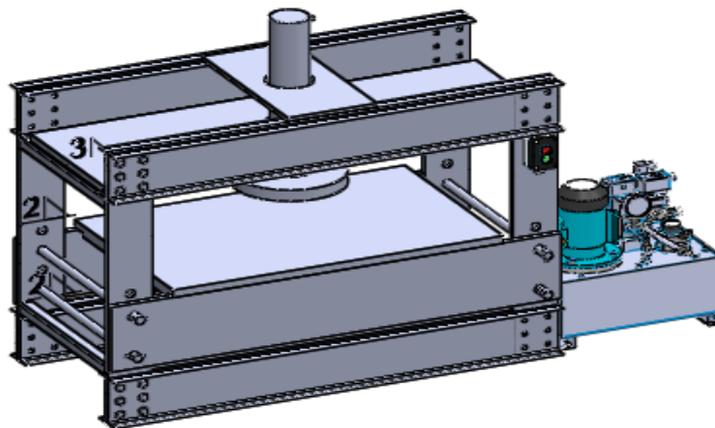


Figura 11. Diseño preliminar del ensamble completo de la prensa hidráulica. Elaboración propia 2022.

Tabla 7. Lista de Planos.

Ítem	Nombre	Cant.
01	Estructura principal (ensamble)	02
02	Deposito hidráulico	01
03	Estructuras fijas (vigas perfil C, tubo estructural cuadrado)	01
04	Estructuras fijas (soporte de trabajo, muros superior y soporte de actuador)	01
05	Estructura móvil (cilindro macizo, soporte lateral soporte de trabajo)	01

Nota: Elaboración propia, 2022.

6.3 Cálculos para el Diseño de la prensa hidráulica

La prensa hidráulica será cerrada, del tipo H y constará de una estructura metálica conformada por (02) pórticos, cada pórtico a su vez estará armado por 02 vigas perfil C de forma paralela de soporte y (02) vigas tipo C de forma paralela en la parte superior, así mismo estas vigas estarán unidas por pernos y 02 muros que posicionadas verticalmente le darán rigidez a la prensa. De la misma manera tendrán un conjunto móvil lateral para posicionar el soporte de trabajo que será sujeta por 04 tubos redondo macizo. En la parte superior tendrá una estructura fija superior y una estructura fija para posicionar el actuador. De la misma manera tendrá un sistema hidráulico que constará de actuador cilíndrico y depósito de hidráulico que será accionada eléctricamente por un motor previstas de una serie de componentes. Tendrá una capacidad de 10 TON (980 KN).

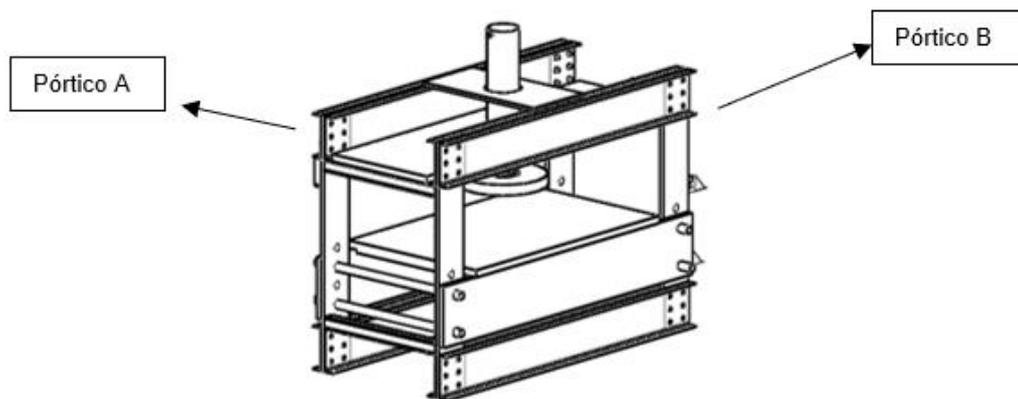


Figura 12. Estructura de la prensa Hidráulica con una capacidad total de 10 TON. Elaboración propia 2022.

6.3.1 Vigas

Cada pórtico estará formado por 04 vigas de acero, las vigas que se utilizarán son de perfil tipo C, estarán fijadas de forma paralela de manera tal que puedan dar estabilidad a la estructura, estarán ubicadas 02 abajo que servirán como soporte y 02 en la parte superior, puesto que la estructura deberá tener la capacidad de 980 KN cada viga soportara 122 KN.

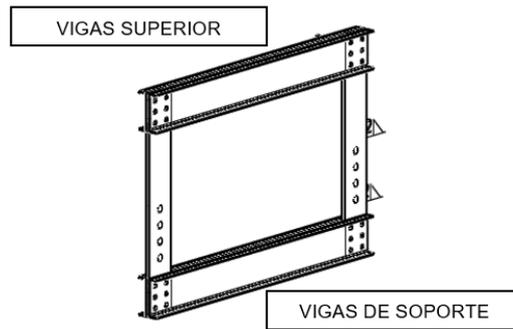


Figura 13. Disposición de vigas Elaboración propia 2022.

Con la finalidad de verificar el comportamiento de las vigas que estas tengan con respecto a fuerzas de flexión se realizara un análisis de esfuerzo teórico a partir de un estudio de resistencia de los materiales usando las siguientes ecuaciones:

$$\sigma = \frac{M * y}{I} \quad (2)$$

Donde:

σ = *esfuerzo normal*

M = *Momento*

Y = *distancia del centroide*

I = *Momento de inercia*

6.3.1.1 Cálculo y diseño de las Vigas

a. Consideraciones por tomar en cuenta

- El tipo de material que se ha seleccionado es el acero ASTM A36, puesto que es comercial, menos costoso y es comúnmente usado en puente estructural y fabricación de edificios, así mismo puede ser atornillado y es soldable, su límite a la fluencia es de 250 N/mm² (Mpa).

Tabla 10: Dimensiones y propiedades del perfil C

Perfil C	Dimensiones y propiedades para el diseño									
	Dimensiones						Propiedades elásticas			
	Altura		Ala		Area	Peso	EJEx-x		EJEy-y	
	h	s	b	d			lx	rx	ly	ry
mm	mm	mm	mm	cm ²	$\frac{kg}{m}$	cm ⁴	cm	cm ⁴	cm	
C 10 x 25	254	13,4	73,3	207	47,3	37,2	3775	8,93	142	1,73
C10 x 30	254	17,1	77	207	56,8	44,6	4287	8,69	167	1,71
C 12 x 20,7	304,8	7,1	74,7	252	38,9	30,8	5332	11,7	162	2,06
C 12 x 25	304,8	9,8	77,4	252	47,2	37,2	5970	11,3	187	2

Nota: Tomado del Estándar Americano.

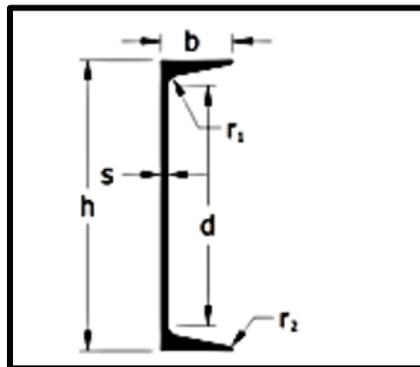


Figura 15. Perfil Americano. Tomado del Perfil C, Estándar Americano.

- La estructura está compuesta por 2 pórticos unidos por 2 tubos estructurales cuadrados Fijos y 4 tubos macizos estructurales redondos los cuales serán sometidas a 10 TON.

b. Masa total:

$$M_t: 10.000 \text{ kg} - 100 \text{ TON} = 980 \text{ KN} = 980.000 \text{ N}$$

$$g = 9.8 \text{ mts} / \text{seg}^2$$

$$F_{M_t} = M_t * g$$

- Como son 2 pórticos que soportarán todo el peso, entonces cada pórtico admite 490 KN.
- Cada pórtico tiene provisto 2 perfiles unidos por tornillos lo cual cada perfil soportara

122 KN.

c. Diagrama de cuerpo libre.

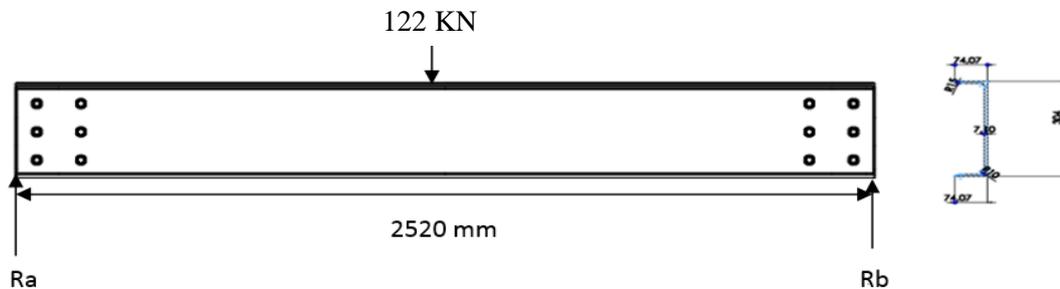


Figura 16. Diagrama de cuerpo libre. Elaboración propia, 2022.

Se asume la viga empotrada en ambos lados

$$M_a = M_b$$

Para garantizar la seguridad del sistema se usará un factor de seguridad de 1,5

$$FS: 1,5$$

a. Cálculo de esfuerzo máximo.

$$FS = \frac{S_y}{\sigma} \quad (3)$$

$$1.5 = \frac{250 \text{ mpa}}{\sigma} ; \sigma = \frac{250 \text{ mpa}}{1.5} ; \sigma = 167 \text{ Mpa}$$

b. Cálculo de inercia para viga perfil C

$$M = \frac{P * L}{8} ; M = \frac{(122 \text{ KN}) * (2.5 \text{ m})}{8} ; M = 38.12 \text{ KN.m}$$

Para la comprobación de lo anterior, se realizó un Análisis de Elemento Finito usando el software SolidWorks, resultado lo siguiente.

a. Factor de Seguridad (Fs.= 1,5)

b. tensión

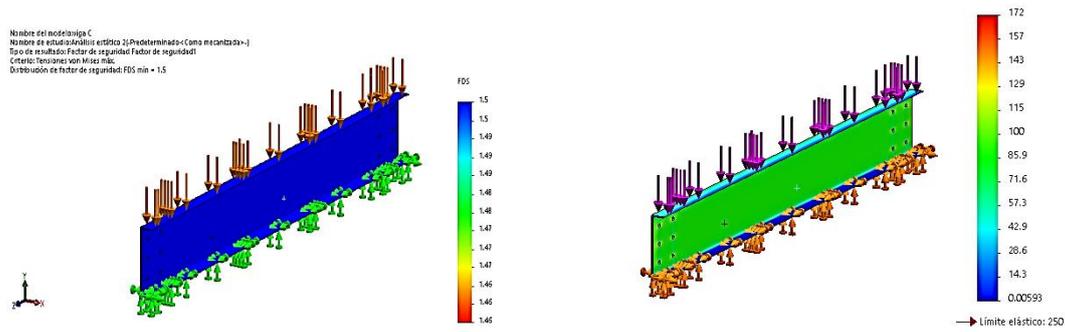


Figura 17. Análisis de elemento Finito de la viga perfil C. Elaboración propia, 2022.

c. Cálculo de columnas

El material con la cual estará hecho las estructuras será de acero ASTM A-36 con un espesor de 31 mm, se debe tomar en cuenta 2 columnas por pórtico en tal sentido cada columna estará sometida a 245 KN cada una.

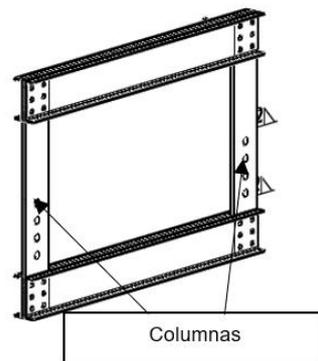


Figura 18. Disposición de las columnas. Elaboración propia, 2022.

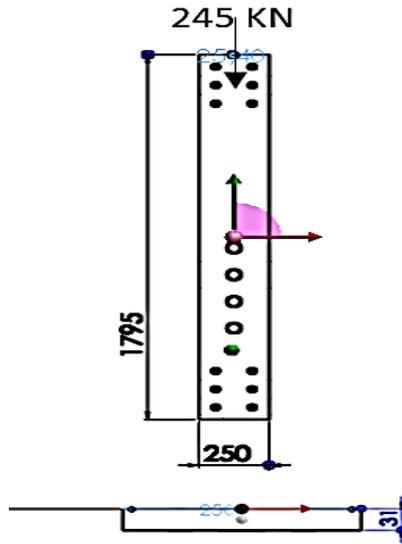


Figura 19. Dimensión de las columnas. Elaboración propia, 2022.

d. **Cálculo de área de la columna**

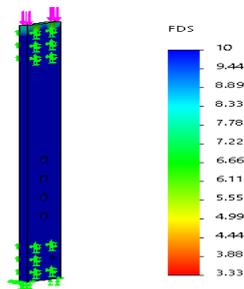
$$A = 7750 \text{ mm}^2$$

e. **Eje en la cual se pandeará la columna**

$$I_z = \frac{1}{12} (250 \text{ mm})(31 \text{ mm})^3$$

$$I_z = 620645,83 \text{ mm}^4$$

a. **Factor de Seguridad (Fs= 3.3)**



B. **tensión**

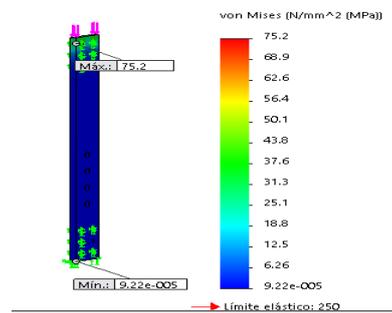


Figura 20. Análisis de Elemento finito en Columna Fuente: el autor, 2022.

f. **Eje en la cual se pandeará la columna**

$$I_z = \frac{1}{12} (250 \text{ mm})(31 \text{ mm})^3$$

$$I_z = 620645,83 \text{ mm}^4$$

g. **Cálculos de pernos**

- Se utilizarán 48 tornillos en total, 24 tonillos por pórtico, 12 por vigas.
- Los pernos serán utilizados para unir las columnas con las vigas de perfil C
- Los tornillos son grado 8 de acero
- La resistencia máxima a la tracción es 810 Mpa.

Tabla 8. *Propiedades Mecánicas de tornillos.*

Clase de propiedad	Intervalo de tamaños, inclusive	Resistencia de prueba mínima	Resistencia mínima a la tensión	Resistencia mínima a la fluencia	Material	Marca en la cabeza
4.6	M5 - M36	225	400	240	Acero de bajo o medio carbono.	4.6
4.8	M1.6 - M16	310	420	340	Acero de bajo o medio carbono.	4.8
5.8	M5 - M24	380	520	420	Acero de bajo o medio carbono.	5.8
8.8	M16 - M36	600	830	660	Acero de medio carbono, T y R.	8.8
9.8	M1.6 - M16	650	900	720	Acero de medio carbono, T y R.	9.8
10.9	M5 - M36	830	1 040	940	Acero martensítico de bajo carbono, T y R.	10.9
12.9	M1.6 - M36	970	1 220	1 100	Acero aleado, T y R.	12.9

Nota: Estándar Americano

$$F_{total} = 980000 \text{ N}$$

$$F_{tornillo} = \frac{98000 \text{ N}}{48} F_{tornillo} = 20416,66 \text{ N}$$

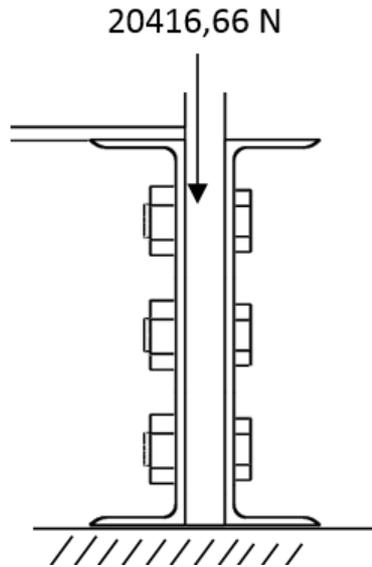


Figura 21. Fuerza del tornillo. Elaboración propia, 2022.

$$S_{y_s} = 0.557 \sigma$$

$$S_{y_s} = 0.557 (810 \text{ Mpa})$$

$$S_{y_s} = 451.17 \text{ Mpa}$$

Tomando en cuenta un factor de seguridad de 1,5

$$F_s = 1,5$$

Cálculo de esfuerzo total

$$\sigma_t = \frac{451.17 \text{ Mpa}}{1.5}$$

$$\sigma_t = 300,78 \text{ Mpa}$$

Área total del perno

$$A_t = \frac{F}{\sigma_t}$$

$$A_t = \frac{20416,66 \text{ N}}{300,78 \text{ Mpa}}$$

$$A_t = 67,78 \text{ mm}^2$$

$$A = \pi r^2$$

$$67,78 \text{ mm}^2 = \pi r^2$$

$$r = 4,64 \text{ mm}$$

$$D = 10 \text{ mm}$$

h. **Cálculo de tubo estructural**

El tubo estructural es del tipo cuadrado hueco de acero ASTM A36, será usado para dar balance, equilibrio y unir el pórtico A con el pórtico B.

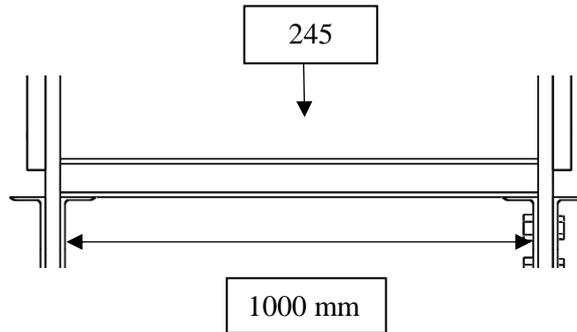


Figura 22. Diagrama de cuerpo libre barra estructural cuadrada. Tomada del autor, 2022.

$$\sigma = \frac{V * Q}{I * b} \quad (4)$$

Donde
 σ = *esfuerzo maximo permisible*
 V = *esfuerzo cortante*
 Q = *momento*
 I = *inerencia*
 b = *espesor*

$$b = 2 (5mm) ; b = 10 mm$$

$$I = \frac{bh^3}{12} - \frac{b_1h_1^3}{12}$$

$$I = \frac{(80mm)(80mm)^3}{12} - \frac{(70mm)(70mm)^3}{12}$$

$$I = 1412500mm^4$$

$$Q = \sum A * y \quad (5)$$

$$Q = 21125 mm^3$$

Esfuerzo cortante

$$V = \frac{\sigma * I * b}{Q}$$

$$V = 167.159,76 N$$

$$V = 167.15 KN$$

a. Factor de Seguridad (Fs= 3.3)

b. Tensión

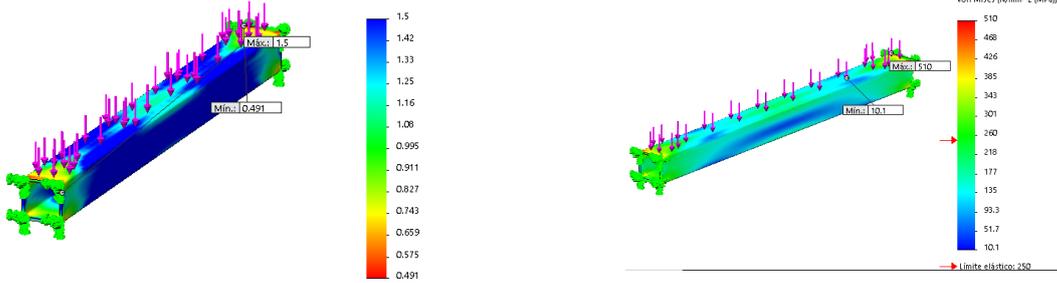
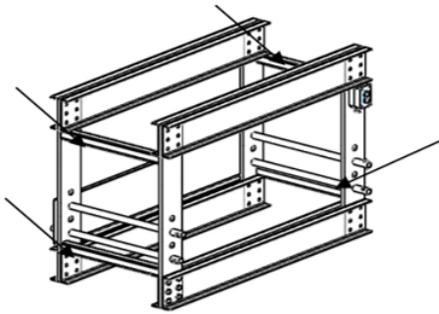


Figura 23. Análisis de Elemento Finito en Columna. Elaboración propia, 2022.

i. **Cálculo de soldadura**

- Se aplicará soldadura para unir los 2 pórticos mediante (04) tubos estructurales cuadrado 80 x80x 5

A. Tubos estructurales.



B. Soldadura tubular

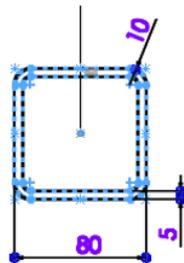
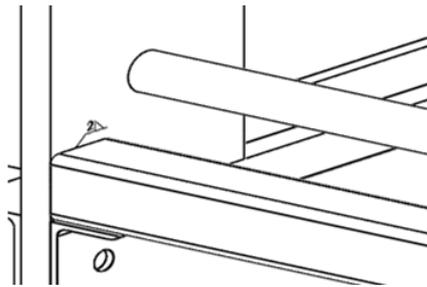


Figura 24. Mayor detalle de las tuberías empleadas. Elaboración propia, 2022.

Largo del cordón = 320 mm

Ancho del cordón = 2mm

$$L = 2 \cdot b + 2 \cdot d$$

$$L = 2 (80) + 2(80)$$

$$L = 320 \text{ mm}^2$$

Puesto que será soldado en cada extremo de cada tubo estructural y la estructura está prevista de 4 tubos entonces el área total de soldadura es el área

$$At = 320 \text{ mm}^2 * (2)(8)$$

$$At = 5120 \text{ mm}^2$$

Tabla 12: Especificaciones técnicas de la soldadura.

Normalización	ISO 9001-2008 AWS
Diámetro	3.2 mm
Composición química	Composición típica del metal depositado. C 0.09 % Mn 1.05 % Si 0.55 % P 0.020 % S 0.015 %
Propiedades mecánicas	Resistencia a la tracción: 520 Mpa (44.9 Kg/mm ²) Límite de fluencia: 440 Mpa Alargamiento em 50 mm: 32 %

$$F_t = 980 \text{ KN}$$

$$F_{columna} = 245 \text{ KN}$$

$$\sigma_{real} = \frac{245000}{5120}$$

$$\sigma_{real} = \frac{245000}{5120}$$

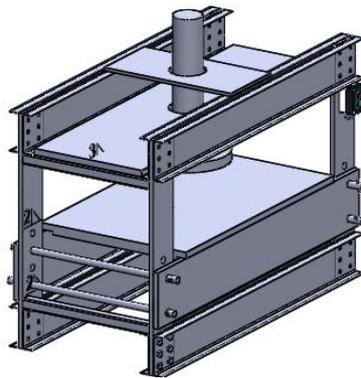
$$\sigma_{real} = 45,87 \text{ Mpa}$$

Cálculo de factor de seguridad.

$$FS = \frac{440 \text{ Mpa}}{45,87 \text{ Mpa}}$$

$$FS = 9.59$$

A. Tubos estructurales.



B. Soldadura tubular

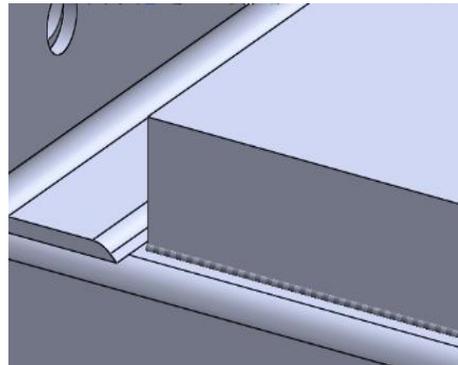


Figura 25. Factor de seguridad, ver detalle. Elaboración propia.

De igual manera se aplicará soldadura a la plancha superior para fijarla a la estructura apoyándose de los tubos estructurales cuadrados.

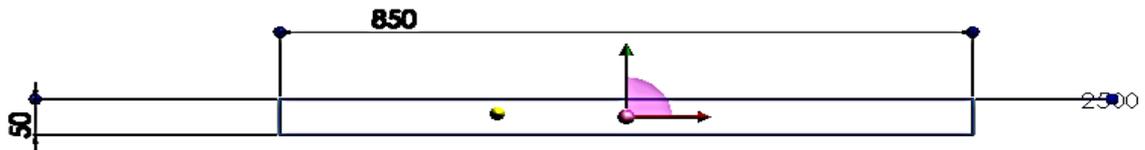


Figura 26. Dimensión de las columnas. Elaboración propia 2022.

Largo del cordón = 320 mm

Ancho del cordón = 2mm

$$At = 320 \text{ mm} * (2\text{mm})(2)$$

$$At = 1280 \text{ mm}^2$$

$$F_t = 980 \text{ KN}$$

$$F_{columna} = 245 \text{ KN}$$

$$\sigma_{real} = \frac{245000}{1280}$$

$$\sigma_{real} = \frac{245000}{1280}$$

$$\sigma_{real} = 191.40 \text{ Mpa}$$

Cálculo de factor de seguridad.

$$FS = \frac{440 \text{ Mpa}}{191.40 \text{ Mpa}}$$

$$FS = 2.30$$

6.3.2 Cálculo de componente Hidráulico.

Cálculo interior de la camisa del cilindro

$$F = 980000 \text{ N} \text{ ----- } 220000 \text{ lbf}$$

$$P = 2200 \text{ Psi}$$

Calcular el área

$$P = \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{F}{P}$$

$$A = \frac{220000}{2200}$$

$$A = 100 \text{ in}^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$D^2 = \frac{4A}{\pi}$$

$$D^2 = \frac{4 (100 \text{ in}^2)}{\pi}$$

$$D^2 = \frac{4 (100 \text{ in})}{\pi}$$

$$D = 11.29 \text{ in} = 279,4 \text{ mm}$$

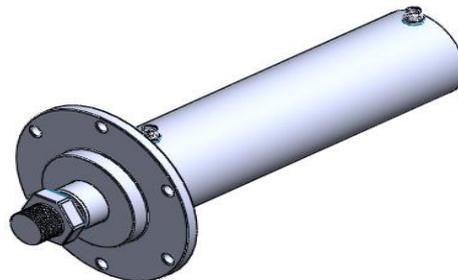


Figura 27. Diseño del cilindro hidráulico. Elaboración propia, 2022.

a. **Cálculo espesor del pistón**

El material del pistón es de un acero AISI 1020 con una resistencia a la fluencia de 210 Mpa, asumiendo un factor de seguridad de 2, el diámetro exterior del pistón es de 279.4 mm corresponde al diámetro interior de la camisa.

$$P = 15.16 \text{ Mpa}$$

$$R = 139.7 \text{ mm}$$

$$Fs. = 2$$

$$\sigma_{max} = \frac{3Pr^2(1+Y)}{t^2}$$

$$105 \text{ mpa} = \frac{3(15.16\text{Mpa})(139)^2(1+0.28)}{t^2}$$

$$105 \text{ mpa} = \frac{3(15.16\text{Mpa})(139)^2(1+0.28)}{t^2}$$

$$105 \text{ mpa} = \frac{1124760.42}{t^2}$$

$$t^2 = 10702,01$$

$$t = 103.45 \text{ mm}$$

Bajo estas características se requiere un cilindro hidráulico con las siguientes especificaciones:

- Diámetro de pistón 279.4 mm
- Diámetro de vástago 90 mm
- Carrera 150mm
- Material: acero 1020
- Capacidad :100 TON

Tabla 9. Catálogo de partes empresa Larzep.

	Capacidad	Carrera	Modelo	Volumen	Altura Cerrado	Peso
t	kN	mm	LARZEP	cm ²	mm	kg
		50	DDC05005	354	206	19
51	496	150	DDC05015	1.063	306	26
		300	DDC10030	2.126	461	38
		50	DDC10005	664	196	33
95	929	150	DDC10015	1991	296	46
		300	DDC10030	3.982	451	67

Nota: Tomado de la empresa Larzep, 2022.

b. Cálculo de bomba

• **Caudal**

Se estimará una velocidad de 4 mm /s²

$$A = 100 \text{ in}^2 = 64516 \text{ mm}^2 = 0.064 \text{ m}^2$$

$$v = 0.045 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Q = v * A$$

$$Q = 4.5 \times 10^{-3} \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0.064 \text{ m}^2$$

$$Q = 2,88 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q = 288 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$$

$$Q = 0.288 \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

$$Q = 0.288 \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

$$Q = 17.28 \frac{\text{lt}}{\text{min}}$$

• **Potencia del motor**

$$Hp = \frac{Q (\text{gal/min}) * P}{1714 n}$$

$$Hp = \frac{4.22(\text{gal/min}) * 2200 \text{ psi}}{1714 (0.9)}$$

$$H_p = 6.01 H_p$$

La potencia del motor requerida es de 6.01 HP

c. Selección de elemento hidráulico

Con el fin de garantizar el correcto funcionamiento de la prensa hidráulica es necesario contar con varios elementos que nos permita una alta eficiencia en el sistema, en tal sentido y luego de haber diseñado el pistón del actuador y la unidad de potencia se seleccionará los elementos hidráulicos.

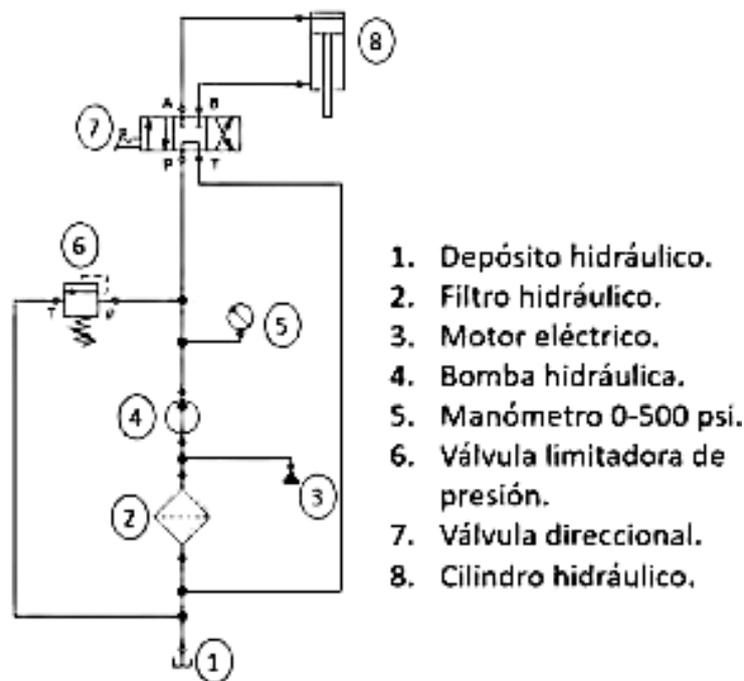


Figura 28. Esquemas hidráulicos. Elaboración propia, 2022.

d. Bomba hidráulica de engranajes

Las bombas hidráulicas son unos de los componentes más importantes en el sistema de una prensa hidráulica ya que son los que van a producir el caudal el cual va a permitir que un actuador realice una función

En tal sentido, se seleccionará una bomba de engranajes que tiene dos piñones cilíndricos rectos, uno de ellos conductor y el otro conducido por este que giran dentro de un cuerpo de bomba muy ajustado. Así mismo, el líquido que penetra la máquina por la aspiración es

succionado por los piñones, atrapado entre los dientes y el cuerpo de las bombas y obligado a circular periféricamente con los piñones hasta la descarga. En ese orden ideas y con los datos anteriormente calculados de la potencia del motor se selecciona bomba que a continuación se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 14: Características del motor seleccionado.

50-60 Hz				
Salida	Deposito(1)	Caudal a 700 bar	230 V	Potencia
N°	Litros	L/min	Simple	Hp
4	100	0.94	HFM44722	7

Nota: Tomado del catálogo de partes empresa Larzep.

Este tipo de bomba ya viene con la incorporación de una válvula de seguridad interna, válvula limitadora de presión externa ajustable por el usuario y una válvula manual de doble simple efecto y viceversa de la misma manera también tiene una electroválvula modelo HBE.

e. **Filtro de succión hidráulico**

Los filtros de succión hidráulica son instalados en la línea de bombeo para prevenir que las bombas o sistemas sufran daños por absorción de contaminantes en el fluido y para extender su vida útil.

También, se recomienda que todo el sistema oleo hidráulicos se encuentre limpio sin impurezas o contaminantes; teniendo en cuenta que los mecanismos internos de la boba son delicados y susceptibles a daños con suciedad.

Tabla 10. *Filtros de acero de malla de acero inoxidable, cabezal de plástico.*

140 μ m		A	B	C
TIPO	Lt/min	BSP		
FSS – 003	12	1/4"	62	70
FSS – 005	20	3/4"	62	70
FSS – 007	28	3/4"	97	70
FSS – 010	40	1"	112	70
FSS – 015	60	1 1/4"	137	100
FSS – 020	80	1 1/2"	162	100
FSS – 030	120	1 1/2"	192	100
FSS – 040	160	2"	212	100
FSS – 050	200	2"	237	100
FSS – 075	300	2 1/2"	195	140
FSS – 100	400	3"	240	140
FSS - 150	600	3"	320	140

Nota: Elaboración propia, 2022.

Basado en el caudal de la bomba entonces se selecciona un filtro tipo FSS-005 Norma ISO 9001, caudal de 8-100 lts/min, con una filtración estándar de 149 μ m con un rango de temperatura de funcionamiento de - 40 °C a 80 °C



Figura 29. Filtros hidráulicos. Elaboración propia, 2022.

f. Selección de válvula direccional

Estas válvulas cuentan con unos pasajes en su interior, los cuales permiten que el fluido que pasa por ella cambie su dirección en el circuito hidráulico, gracias a una parte móvil llamada carta,

la cual se puede accionar por actuadores mecánicos, eléctricos o hidráulicos.

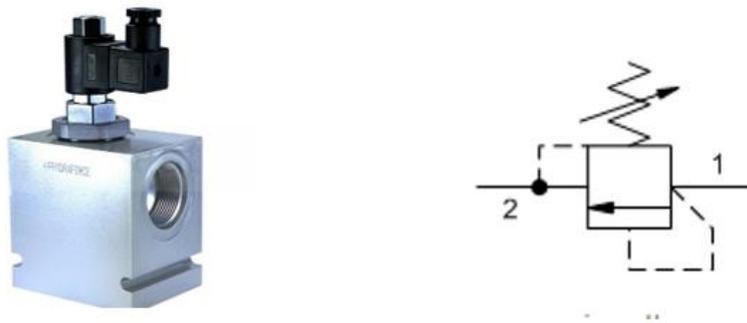


Figura 30. Válvula Direccional. Tomado de Sun Hydraulics, 2022.

Se sugiere la utilización de una Válvula del Fabricante Sun Hydraulics, modelo RDBA, con una presión de trabajo de 5000 psi, con un caudal máximo de 45.42.

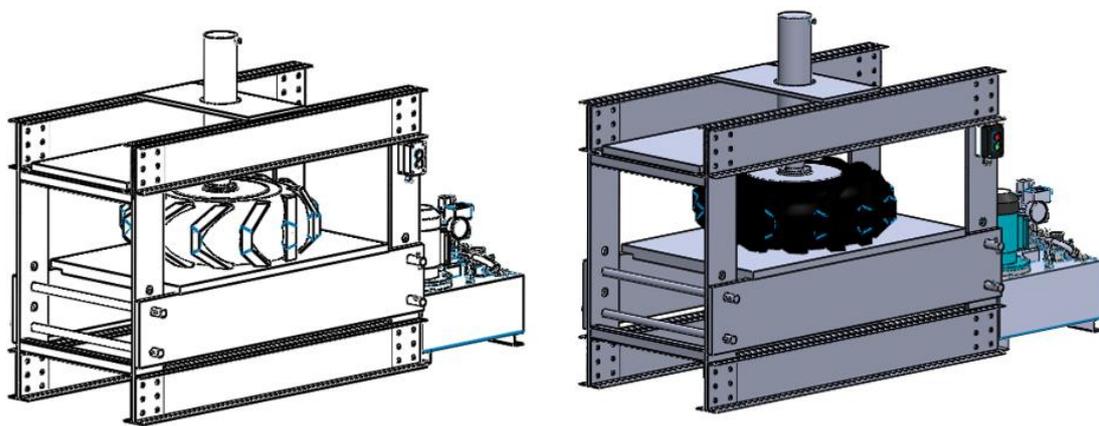


Figura 31. Diseño Final Estructura Mesa Hidráulica. Elaboración propia, 2022

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Presentación de los Resultados

Una vez analizada todas las variables de funcionamiento, y presentado los cálculos de cada una de las partes, se procede a analizar cada uno de ellos de manera detallada.

Como punto inicia, se entiende que el objetivo principal de la propuesta era el diseño de una estructura de mesa hidráulica para facilitar el proceso de medición de neumáticos en un sistema de reencauchado, esto con la finalidad de optimizar el proceso de medición y disminuir los efectos de carga pesada en los operarios de dicho proceso.

Tabla 11. *Porcentaje De Mejora Para El Hombre.*

Aspectos por mejorar en valor porcentual %	Antes de la mejora	Después de la mejora
Esfuerzo físico	100 %	30 %
Probabilidad de accidentes	40 %	2 %
Enfermedades ocupacionales	10 %	0 %
Seguridad	60 %	99 %

Nota: En la tabla se muestra la mejora en forma porcentual las mejoras reduciendo la probabilidad de riesgo y aumentando la seguridad para el hombre.

Tabla 12. *Porcentaje De Mejora Para La Máquina.*

Aspectos por mejorar en valor porcentual %	Antes de la mejora	Después de la mejora
Eficiencia	70 %	90 %
Calidad	75 %	95 %
Confiabilidad	80 %	95 %
Tiempos	90 %	60 %

Nota: En la tabla se muestra en forma porcentual la mejora aumentando la eficiencia, calidad, confiabilidad y reduciendo los tiempos.

En el desarrollo de la propuesta, la idea general fue proporcionar una máquina mediante la cual las paredes del neumático puedan extenderse y mantenerse separadas, presentando la superficie interna para que el operario la controle y pueda realizar las maniobras de medición. El dispositivo diseñado también es capaz de realizar movimientos de rotación y vertical del neumático.

Este diseño además está destinado a proporcionar una inspección en la que no es necesario que el operario use la fuerza, con el fin de proteger al personal de posibles lesiones derivadas por la actividad constante de levantar los neumáticos.

La solución planteada resuelve el problema planteado, enfocado en diseñar una máquina para la inspección de neumáticos, basado en la tecnología hidráulica. La idea general de desarrollo y basó en la selección de elementos disponibles en el mercado local, su funcionamiento cumple con lo requerido en el análisis inicial del problema, que era la realización de los tres movimientos fundamentales, tales como elevación, rotación y apertura de las paredes del neumático, todo esto concebido sobre una estructura que soporte la carga de los equipos más la carga del neumático a inspeccionar

Con respecto a los desafíos planteados, los cuales están relacionados con el movimiento vertical, específicamente en el movimiento guiado de la plataforma sobre la cual se apoya el neumático para subir y bajar dicho elemento, ha sido solucionado. De igual manera, se han resuelto desafíos similares durante la proyección de los dos movimientos restantes. En todos los niveles del trabajo se han enfrentado desafíos menores o mayores y se han resuelto problemas que requieren mejores soluciones. Es importante recalcar que la implementación del *software* SolidWorks ha sido de vital importancia para validar los esfuerzos relacionados con la tensión y analizar el factor de seguridad, mediante el método de elementos finitos.

Tabla 13. Factor de seguridad.

Factor de seguridad en viga perfil en C	F.S 1.5
Factor de seguridad en columna	F.S 3.3
Factor de seguridad en tornillo	F.S 1.5
Factor de seguridad en espesor del pistón	F.S 2

Nota: En la tabla se puede ver que todos los factores de seguridad superan el 1, por lo tanto, el proyecto es factible.

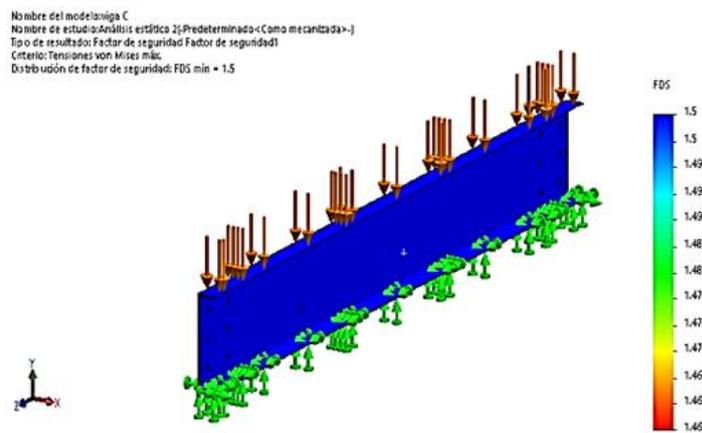


Figura 32. Análisis de elemento Finito de la viga perfil C. Factor de Seguridad (Fs.= 1,5).

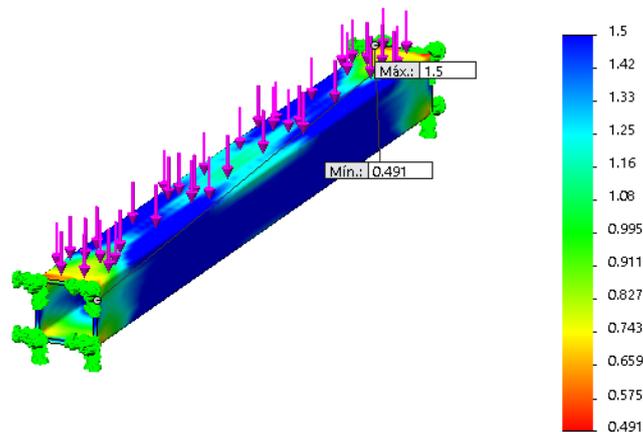


Figura 33. Análisis de elemento finito en columna. Factor de Seguridad (Fs.= 3.3).

7.2 Discusión de resultados

Como resumen, la mesa diseñada puede probar neumáticos con un tamaño mínimo de 750 mm de diámetro y un tamaño máximo de 1755 mm, las dimensiones de la máquina son los

siguientes: ancho de la mesa no mayor a 1000 mm la longitud de 2250 y la altura 1795 mm, el peso máximo del neumático debe ser de 3750 Kg, y la presión de trabajo de 2200PSI.

Respecto a la forma final y el ciclo de trabajo de la mesa, se sabía que este dispositivo debía realizar movimientos de árboles. Primero es necesario recoger la plataforma en la que se encuentra el neumático. A continuación, el sistema de extensión debe extender las paredes del neumático y sacudirlas así durante la rotación del neumático. Al final, la plataforma debe bajar con el neumático. El principal problema de este trabajo fue invitar y proyectar todas las piezas individuales y ensamblajes de esta mesa. Cada parte individual debe combinar no solo funcionalidad y confiabilidad, sino que la implementación de esta parte debe ser lo más económica posible.

Para este equipo, se podría plantear el siguiente árbol de procesos o pasos para la medición de neumáticos reencauchados, a saber:

- i. Coloque el neumático en el banco de la prensa posición dependiendo de lo que se vaya a hacer bien sea para desmontar o para montaje del neumático.
- ii. Coloque las herramientas adecuadas según el trabajo a realizar.
- iii. Encienda la máquina.
- iv. Chequee las presiones en el sistema.
- v. Para bajar el cilindro del actuador pulse el botón verde y para subir el cilindro del actuador pulse botón rojo

Con respecto a la selección de los equipos, los filtros de succión normalmente se deben ubicar en el taque de fluido hidráulico y su uso real es de mantener los elementos tales como tuercas, tornillos, inclusive insectos y otros agentes contaminantes que no excedan de 150 micrones de tamaño, fuera de la bomba.

Es importante destacar que el uso de los filtros es de vital importancia, ya que se podría considerar que el fluido hidráulico podría pasar por un proceso previo de filtrado, luego manteniendo el depósito sellado y utilizando una trampa, pero bajo estas características, cualquier mínimo elemento que se libere de este proceso previamente indicado, podría perjudicar cualquier

otro elemento del sistema hidráulico. En algunos casos, el filtro de succión también ayuda a evitar que entren burbujas de aire en el circuito hidráulico.

Con respecto a las válvulas, estos son elementos limitadores de presión, las cuales en estado de reposo se encuentra normalmente cerradas con el fin de proteger los componentes hidráulicos de los transitorios de presión. Cuando la presión en la entrada de la válvula supera el umbral de presión, la misma empieza a abrirse con dirección al puerto o salida 2, limitando el flujo y así el aumento de presión. Estos elementos son silenciosos, con un nivel de fuga muy bajo, prácticamente nulo, alta tolerancia a la suciedad, inmunes a la sedimentación y muy rápidas

Los sellos del tornillo de ajuste están expuestos a la presión del sistema, lo que significa que esta válvula solo se puede ajustar cuando se elimina la presión. El procedimiento de configuración es; verifique el ajuste, elimine la presión, ajuste la válvula, verifique el nuevo ajuste. La válvula es relativamente insensible a las variaciones de temperatura del aceite y a la contaminación transmitida por el aceite.



Figura 34. Filtros protectores del sistema hidráulico. Elaboración propia, 2022.

Con respecto al actuador hidráulico, el diseñado es doble efecto, eso quiere decir que no cambiará su estado si no recibe de la válvula la presión necesaria para efectuar el movimiento. Los cilindros pueden operar verticalmente hacia arriba, hacia abajo u horizontalmente. Es importante que, al momento de la instalación, se considere lo siguiente:

- i. Accionar la bomba para mover el cilindro, siguiendo sus instrucciones de funcionamiento.

- ii. Si el cilindro está equipado con un final de carrera mecánico capaz de soportar el dispositivo máximo presión, continúe bombeando hasta llegar al final de la carrera.
- iii. Si se dispone de algún elemento de control (manómetros), podrá ver cómo la presión aumenta junto con el esfuerzo requerido para mover la palanca.
- iv. Continuar bombeando hasta alcanzar la presión máxima. Cuando utilice una bomba manual, esta forma podrá comprobar el correcto funcionamiento de la válvula de seguridad interna y la ausencia de Fugas de aceite en la instalación.
- v. Mantener la presión del sistema durante unos minutos sin bombear, para comprobar el correcto funcionamiento de la válvula de retención de la bomba.
- vi. Abra suavemente la válvula de la bomba para proteger la aguja del manómetro. En bombas manuales, no fuerce el tornillo de accionamiento cuando está abierto, el cilindro no retrocederá más rápidamente si el tornillo está más flojo. un turno es suficiente.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez planteadas las alternativas de solución, enfocadas en el diseño de la estructura de mesa hidráulica para la medición de neumáticos OTR en el proceso de reencauchado, se ha planteado una alternativa de diseño que cumple con los parámetros previamente establecidos en los objetivos de la investigación

La investigación que era el diseño de una estructura de mesa hidráulica para el proceso de medición de neumáticos OTR reencauchados ha sido validado a través de los cálculos y simulaciones realizadas en la investigación, para lo cual se propuso y se diseñó una alternativa de solución basada en el análisis y desarrollo de los objetivos específicos de la investigación

La investigación se centró en el desarrollo de la solución, identificando los requerimientos, señalando los aspectos generales de diseño que se debían cumplir, así como la determinación de un listado de exigencias, esto con el fin de abarcar en lo posible todos los procesos involucrados en el reencauche de neumáticos, así como también determinar las variables de funcionamiento.

Tabla 14. *Exigencias y deseos alcanzados*

Funciones	E	El sistema debe realizar determinados movimientos	100 %
Fuerza	E	El sistema debe ser capaz de soportar la carga 100T	100 %
Geometría	E	La dimensión de la maquina deben ser adecuadas	80 %
Energía	D	Las pérdidas deben ser menores al 10 %.	90 %
Control	E	Debe contar con sistema de protección de equipos eléctricos	90 %
Mando	D	Debe contar con equipos de señalización y mando	100 %
Seguridad	E	No debe existir elementos o partes punzocortantes expuestas	100 %
Ergonomía	E	El diseño debe colaborar a la manipulación de los neumáticos	90 %

Se procedió a definir los diagramas de entradas y salidas a través del modelo de caja negra, con el fin de determinar los efectos externos que modificarían o perturbarían el diseño,

para luego plantear las secuencias operacionales y plantear alternativas de solución. Se podrá proCésar el 100 % de los neumáticos OTR.

Se diseñó la estructura de una mesa hidráulica, el cual se basó en cálculos matemáticos que apoyan el modelo final, y los mismos han sido corroborados a través del *software* SolidWorks, específicamente en el estudio de la tensión ejercida en las partes y el factor de seguridad.

Tabla 15. *Factor de seguridad.*

Factor de seguridad en viga perfil en C	F.S 1.5
Factor de seguridad en columna	F.S 3.3
Factor de seguridad en tornillo	F.S 1.5
Factor de seguridad en espesor del pistón	F.S 2

La selección de los componentes ha sido tal, que la disponibilidad de los mismos es de fácil acceso, y sus equivalencias se pueden conseguir en el mercado local. En cuando a su diseño, desde el punto de vista ergonómico, la máquina cumple con su cometido, librar del peso de los neumáticos a los operarios de las líneas de medición en el proceso de reencauchado, lo que beneficiará directamente a la salud y/o problemas físicos derivados de la gestión laboral como tal.

Tabla 16. *Comparativa porcentual.*

Aspectos por mejorar en valor porcentual %	Antes de la mejora	Después de la mejora
Esfuerzo físico	100 %	30 %
Probabilidad de accidentes	40 %	2 %
Enfermedades ocupacionales	10 %	0 %
Seguridad	60 %	99 %

Dicho todo esto, la investigación abarcó y trató todos los problemas de la investigación previamente planteados, enfocados en un dispositivo que optimiza el proceso de medición de neumáticos, brinda ergonomía y seguridad al operario, es versátil a la hora de seleccionar el tipo

de neumático a utilizar y, sobre todo, es viable e implementable desde todos los puntos de vista;
así como que la solución plantea que es viable plantear una mejora al proceso estudiado.

RECOMENDACIONES

Una vez analizado el problema, y luego de las conclusiones, solo queda señalar las posibles recomendaciones del diseño planteado, a saber:

Como primera recomendación, se sugiere que este proyecto sea implementado de manera física, ya que el mismo contribuye de manera positiva al proceso de reencauchado de neumáticos y sobre todo apoya al operario al momento de asumir el peso del neumático.

Se recomienda seguir todas las recomendaciones de diseño planteadas en la estructura del proyecto, así como todo lo mencionado referente a las capacidades de los equipos.

La ubicación de dicha maquinaria dentro de la línea productiva del proceso de reencauchado de neumáticos OTR debe ser tal que no interfiera con otras actividades de dicho proceso, debiéndose en lo posible replantear el *layout* de planta que favorezca el proceso con los resultados a obtener con la mejora del proceso.

Una vez implementada la solución, se recomienda medir en cuánto por ciento se optimiza el proceso, específicamente cuantas unidades se pueden medir por hora bajo estas características.

BIBLIOGRAFÍA

1. MEZA, E. En México se desechan 40 millones de toneladas de llantas, materia que ha sido utilizada por emprendedores para crear impermeabilizante, sustituto de diésel y material de construcción, y combatir la contaminación generada por los neumáticos. *El Economista*. [En línea] 03 de 12 de 2018.
<https://www.economista.com.mx/empresas/Crean-articulos-sustentables-con-llantas-usadas-20181203-0056.html>.
2. ALTAMIRANO, F. *Diseño de un elevador con capacidad de media tonelada y cuatro metros de altura, para mejorar las operaciones de mantenimiento de casas mallas en el sembrío de espárragos de la empresa Camposol S.A* [Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista] Universidad César Vallejo. Trujillo-Perú: s.n., 2017.
3. RAMÍREZ, J., GÓMEZ, C. y DONOSO, J. *Plan de negocio para la implementación de una planta de reciclaje de llantas usadas mediante el proceso de pirólisis*. [Tesis para optar el grado académico de Maestro en Administración de Empresas] Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú: s.n., 2018.
4. PULIDO, S., SILVA, C. y Ferreira, N. Análisis del caucho Natural en el mundo. S3, *Revista Española de Desarrollo Rural*, 3. 2012. ISSN: 2171-1216
5. BUSTAMANTE, J. y ELÍAS, F. *Diseño de reingeniería en el proceso de reencauche de neumáticos para mejorar la satisfacción del cliente* [Tesis de Pregrado para optar el grado de Ingeniero Industrial]. Universidad Privada del Norte. Cajamarca, Perú: s.n., 2019.
6. MEJÍA, J. y ALVARADO, C. *Diseño de una planta procesadora de neumáticos fuera de uso para la producción de polvo de caucho en la reencauchadora americana Relino - Chiclayo* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista] Universidad Señor de Sipán. Pimentel - Perú: s.n., 2021.
7. OPORTO, E. *Diseño y construcción de rampa para motocicletas, en taller de maestranza de la policía nacional del Perú* [Tesis para optar el grado académico de Bachiller en Ingeniería Mecánica] Universidad Continental. Arequipa - Perú: s.n., 2019.
8. COQUE, J. *Diseño y construcción de una prensa de vulcanización para la reparación de neumáticos en la vulcanizadora el milenio* [Proyecto técnico previo a la obtención del

- título de Ingeniero Mecánico] Universidad Técnica de Ambato. Ambato - Ecuador: s.n., 2017.
9. SANTAMARÍA, A. *Diseño y análisis de un elevador hidráulico de doble tijera para vehículos* [Tesis para optar el grado en Ingeniería Mecánica] Universidad Politécnica de Valencia. Valencia - España: s.n., 2021.
 10. PACHECO, D. *Diseño de un elevador de neumáticos automotrices para la empresa Moyabaca* [Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero en Mecatrónica] Universidad Nacional de Ecuador: s.n., 2020.
 11. MEDINA, M. *Diseño de una mesa elevadora para un sistema de transporte terrestre en las líneas de ensamble aeronáutico* [Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Ingeniera Mecánica] Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira - Colombia: s.n., 2018.
 12. GUZMÁN, G. y SANTANA, J. *Diseño de plataforma elevadora para la empresa Construequipos Guzmán* [Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico] Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá - Colombia: s.n., 2020.
 13. MOLLÁ, S. *Diseño y desarrollo de nuevo sistema de llantas de materiales compuestos para vehículo de bajo consumo*. Universidad de Valencia, España: s.n., 2020. Por favor, use este identificador para citar o enlazar este ítem: <http://hdl.handle.net/10251/149352>
 14. BAENA, G. *Metodología de la investigación*. Azcapotzalco: Grupo Editorial Patria, 2017. 978-607-744-748-1.
 15. GONZÁLEZ, M. y OCAMPO, V. *Diseño de una máquina para destalonar llantas* [Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico]. Fundación Universidad de Américas. Bogotá Colombia: s.n., 2018. [
 16. DELGADO, K. y BEDOYA, A. *Estudio de factibilidad para la implementación de una planta reencauchadora de neumáticos usados en la ciudad de Arequipa* [Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial]. Universidad Católica de San Pablo. Arequipa - Perú: s.n., 2018.
 17. CARRASCO, D. *Metodología de la investigación científica*. Lima: Editorial San Marcos, 2017. ISBN:978-9972-38-344-1
 18. CODECO. *Causas de fallas más comunes en sistemas hidráulicos*. [En línea] 2019. <https://blog.cadeco.com.mx/index.php/causas-de-fallas-mas-comunes-en-sistemas->
 19. JIMÉNEZ, Salvador. *Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas*. s.l.: Oficina de Publicaciones Académicas Digitales de la UPC, 2018. ISBN: 978-84-7653-893-7

20. COHEN, N. y Gómez, G. *Metodología de la investigación, ¿para qué?* Buenos Aires, Argentina: Teseo, 2019. ISBN: 9789877231908
21. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, M. y BATISTA, L. *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Education, 2018. ISBN 978-1-4562-5341-9.
22. OLADE. OLADE e IRENA ponen a las energías renovables en el corazón de la recuperación económica post-pandemia de América Latina y El Caribe. [En línea] 2020. [http://www.olade.org/noticias/olade-e-irena-ponen-a-las-energias-renovables-en-el-corazon-de-la-recuperacion-economica-post-pandemia-de-america-latina-y-el-caribe/#:~:text=Los %20pa %C3 %ADses %20de %20Am %C3 %A9rica %20Latina,inexplotado %20potencial %20de %20energ](http://www.olade.org/noticias/olade-e-irena-ponen-a-las-energias-renovables-en-el-corazon-de-la-recuperacion-economica-post-pandemia-de-america-latina-y-el-caribe/#:~:text=Los%20pa%C3%ADses%20de%20Am%C3%A9rica%20Latina,inexplotado%20potencial%20de%20energ).
23. TOSCANO, F. *Metodología de la Investigación*. Colombia: U. Externado de Colombia, 2018. ISBN 978-958-772-898-9
24. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, M. y BATISTA, L. *Metodología de la Investigación*. México: Interamericana de editores, S.A de C.V., 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0
25. OSSA, N. *Informe del mercado mundial Caucho y Cacao*. Empresa Fiduciaria Central, Bogotá, Colombia: s.n., 2018. ISBN 978-958-717-101-3
26. RENDÓN, Juan. *Automatización del proceso de vulcanizado para reencauche de llantas usando la técnica inner envelope para reencauchadora renovando sas* [Tesis para optar el título de Ingeniero Electrónico]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. s.n., 2016.
27. PLA, K. *Diseño, fabricación y validación de llantas de CFRP para un monoplaza de competición tipo Formula Student*. Universidad Politécnica de Valencia, España: s.n., 2021. <http://hdl.handle.net/10251/174308>
28. SILVA, M. *Diseño de un modelo de optimización de rutas (VRP), para el caso de una empresa de reencauche de neumáticos*. [Tesis para optar el título de Magíster en Control de Operaciones y Gestión Logística]. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Quito - Ecuador: s.n., 2017.
29. RUALES, A. *Introducción a los sistemas hidráulicos*. Universidad de las Fuerzas Armadas: s.n., 2021.
30. CERDÁ, L. *Automatismos neumáticos e hidráulicos*. Asturias, España: Ediciones Paraninfo, 2018. ISBN 13: 9788497324557
31. HERNÁNDEZ, R. y MENDOZA, C. *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill, 2018. ISBN: 978-1-4562-6096-5

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Metodología
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general			
¿Cómo sería el diseño de una estructura basada en una mesa hidráulica para el proceso de medición de neumáticos OTR reencauchados?	Proponer el diseño de una estructura basada en una mesa hidráulica para el proceso de medición de neumáticos OTR reencauchados	Es posible diseñar una Estructura de mesa hidráulica con la finalidad de medir los Neumáticos reencauchados, y reducir el tiempo en 1 hora y con ello mejorar la ergonomía y seguridad a los operarios.	Variable Dependiente Proceso de medición de Neumático Reencauchado Variable Independiente Diseño de la estructura de la mesa hidráulica	-Grosor de la banda. -resistencia a la carga. -dimensión del neumático reencauchado -material de la estructura. -sistema hidráulico. -sistema eléctrico.	Enfoque: Cuantitativo Tipo: Campo y Documental Nivel: Descriptivo
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas		Indicadores	Fuente de información
¿Cuáles son los procesos involucrados en el reencauche de neumáticos, específicamente, los derivados del proceso de medición de Neumáticos OTR?	Analizar los procesos involucrados en el reencauche de neumáticos, específicamente, los derivados del proceso de medición de Neumáticos OTR	Los procesos involucrados en el reencauchado de neumáticos OTR se pueden mejorar a fin de optimizar los procesos. Hasta en 1 hora	Variables Intervinientes ISO 45001	1.medicion de la banda 2. calidad de acabado final. 3. % de antecedentes buenos 1.Uniformidad en la banda 2. capAcidad de resistencia a la presión de aire. 3.tabla de tolerancia de presión 1.tamaño del neumático. 2.medicion de altura del flanco. 3.peso del neumático.	-Delgado, K., y Bedoya, A. (2018). <i>“Estudio de Factibilidad Para La Implementación De Una Planta Reencauchadora De Neumáticos Usados En La Ciudad De Arequipa.</i>

5. % de antecedentes

¿Cuáles son las variables de funcionamiento del proceso de medición de neumáticos OTR?

Determinar las variables de funcionamiento del proceso de medición de neumáticos OTR

Al analizar las variables de funcionamiento, se puede plantear una mejora de 1 hora en tiempo y garantizar la

¿Cuáles serían los componentes relacionados con la estructura de la mesa hidráulica?

Diseñar los componentes relacionados con la estructura de la mesa hidráulica que cumpla con los requerimientos técnicos del proceso de medición de neumáticos OTR reencauchados

seguridad en los procesos de Reencauchado

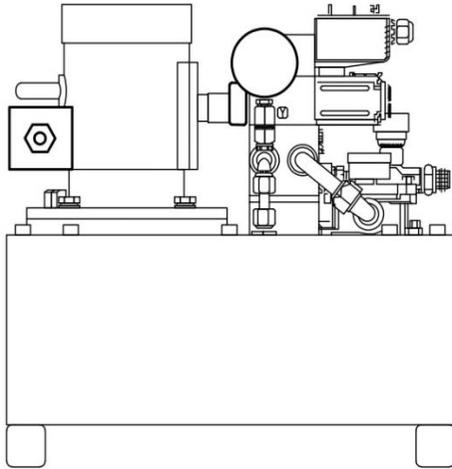
Al diseñar una estructura de mesa hidráulica para la medición de Neumáticos Reencauchados, se optimizarán los tiempos hasta en 1 hora de los procesos productivos y se salvaguardará la seguridad de los operarios.

- 1.dureza del metal.
- 2.cantidad de carbono del metal.
- 3.espesor del metal.
- 4.peso de neumático
5. %de resistencia a la corrosión

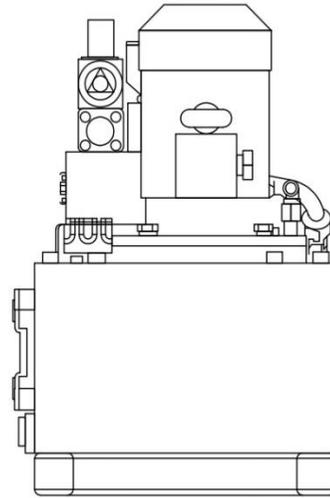
- 1.dimencion del pistón hidráulico.
- 2.capacidad de caudal de la bomba hidráulica
- 3.longitud del vástago del pistón

- 1.capacidad de potencia del motor eléctrico
 - 2.Arranque de motor
 - 3Consumo de corriente
-

VISTA LATERAL

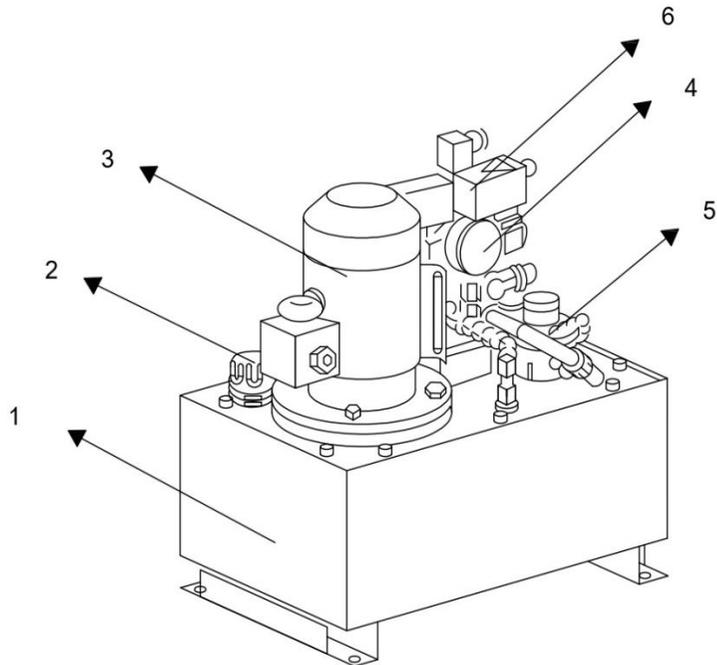
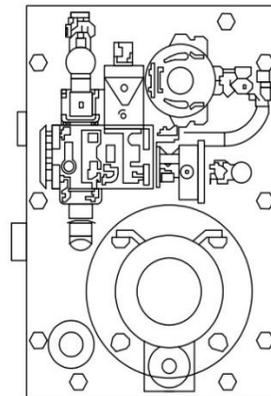


VISTA FRONTAL



Nº	DESCRIPCION
1	DEPOSITO HIDRAULICO
2	FILTRO
3	MOTOR - BOMBA
4	MANOMETRO
5	VALVULA DE ALIVIO
6	CUERPO DE VALVULA

VISTA DE PLANTA



MATERIAL:	ACERO INOXIDABLE 304
TIPO DE SOLDADURA:	SOLDADURA TIG
TIPO DE ACABADO:	PULIDO

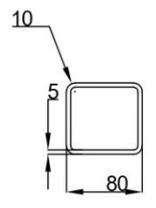
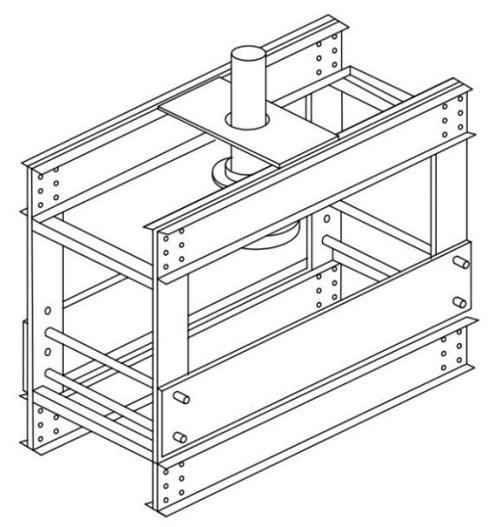
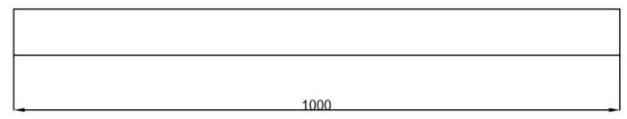
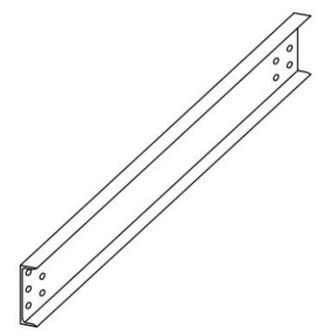
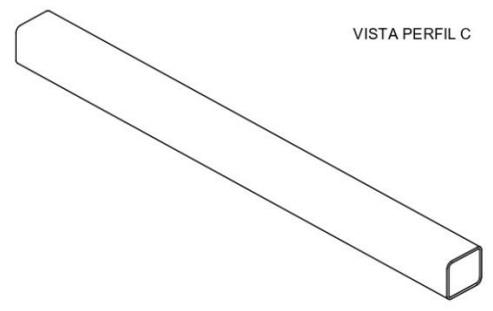
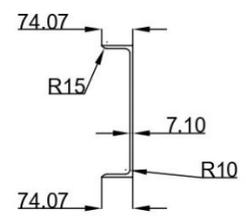
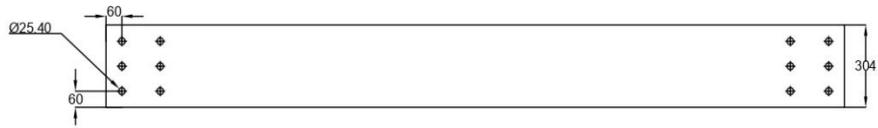
MODIFICACIONES		DESCRIPCION			
FECHA	Nº	DEPOSITO HIDRAULICO			
		NOMBRE	FECHA	FIRMA	
		DIBUJADO			
		VERIFICADO			
		APROBADO			
		PROYECTO:			
		Nº DE PLANO			
		NOMBRE DE LA PIEZA:			

01

A3

ESCALA 1:5

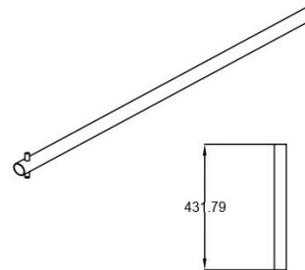
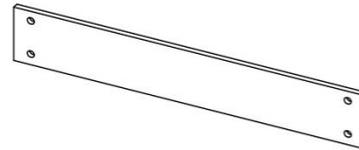
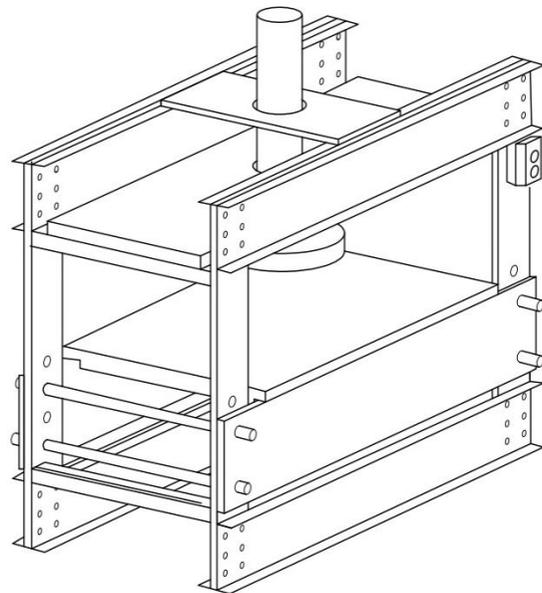
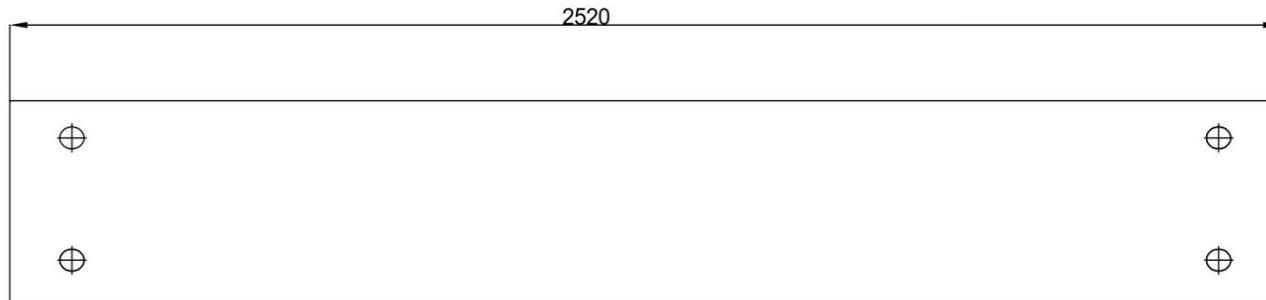
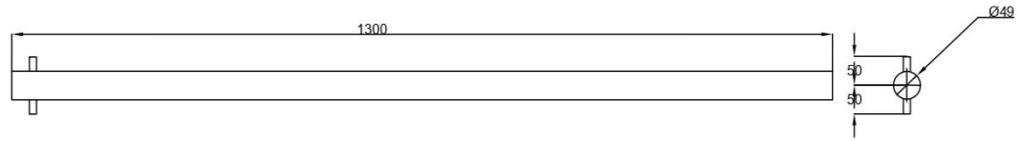
HOJA 1 DE 1



MATERIAL:	ACERO INOXIDABLE 304
TIPO DE SOLDADURA:	SOLDADURA TIG
TIPO DE ACABADO:	PULIDO

MODIFICACIONES		DESCRIPCION		
FECHA	N°	ESTRUCTURAS FIJAS		
		NOMBRE	FECHA	FIRMA
		DIBUJADO		
		VERIFICADO		
		APROBADO		
PRODUCTO:				
N° DE PLANO				
NOMBRE DE LA PIEZA				
		A3	ESCALA 1:5	HOJA 1 DE 1

02

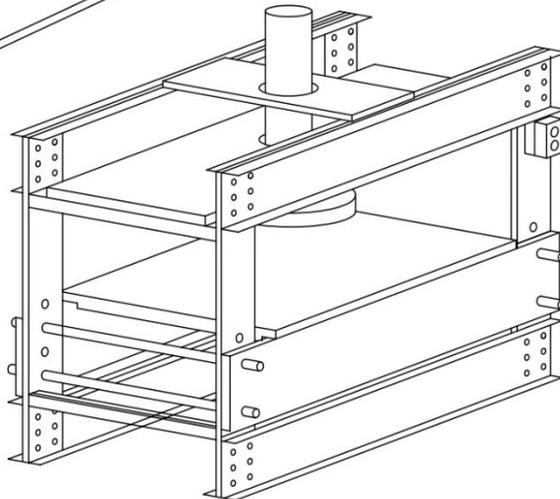
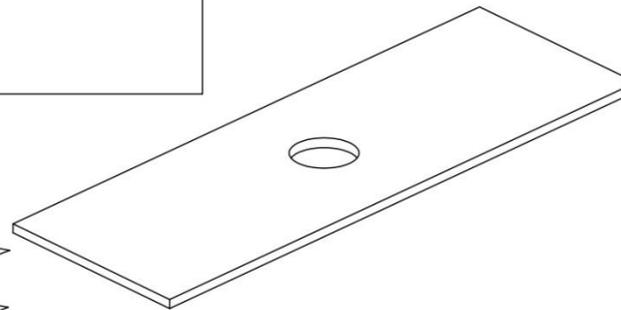
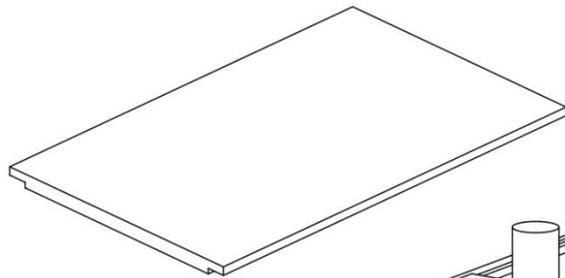
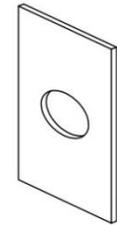
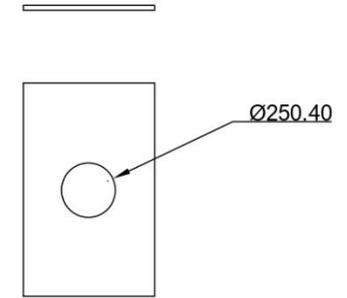
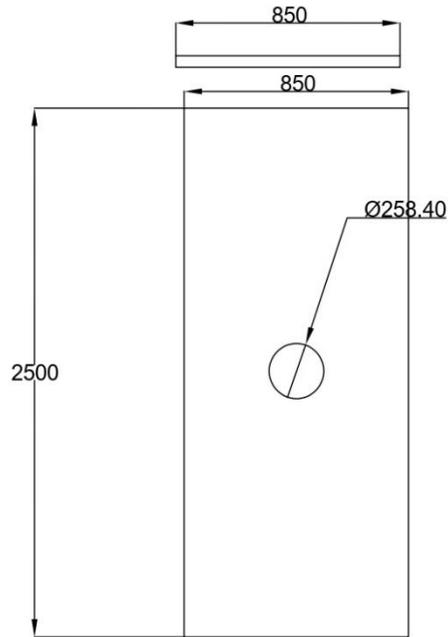
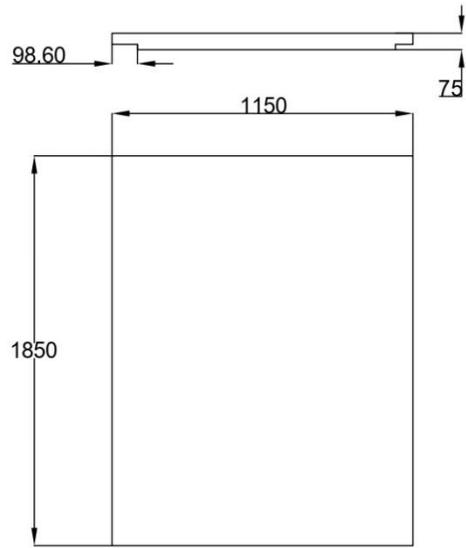


MATERIAL:	ACERO INOXIDABLE 304
TIPO DE SOLDADURA:	SOLDADURA TIG
TIPO DE ACABADO:	PULIDO

MODIFICACIONES		DESCRIPCION		
FECHA	N°	ESTRUCTURAS MOVILES		
		NOMBRE	FECHA	FIRMA
		DIBUJADO		
		VERIFICADO		
		APROBADO		
		PRODUCTO:		
		N° DE PLANO		
		NOMBRE DE LA PIEZA		

03

A3 ESCALA 1:5 HOJA 1 DE 1

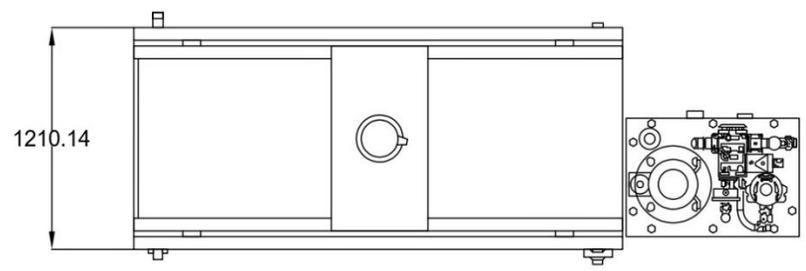
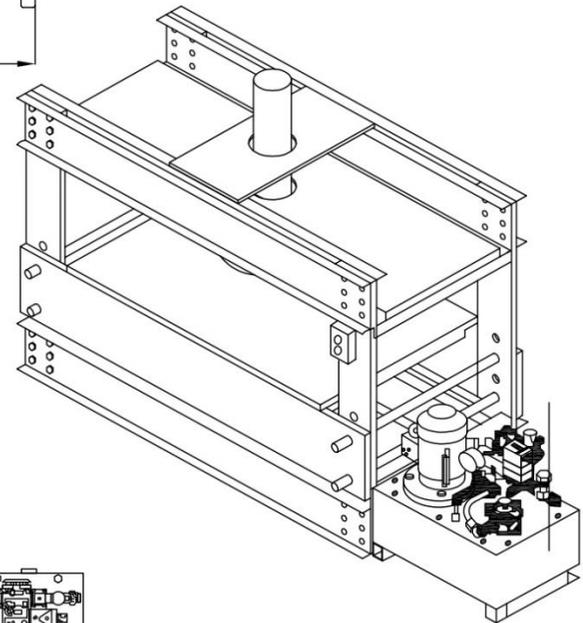
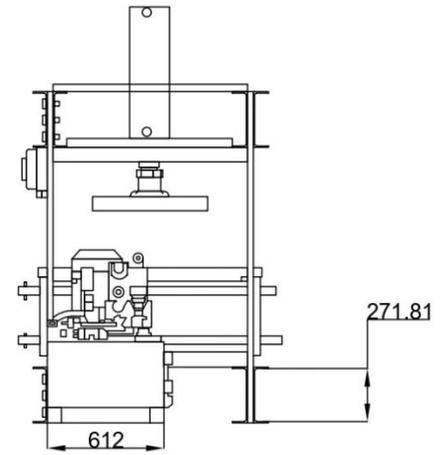
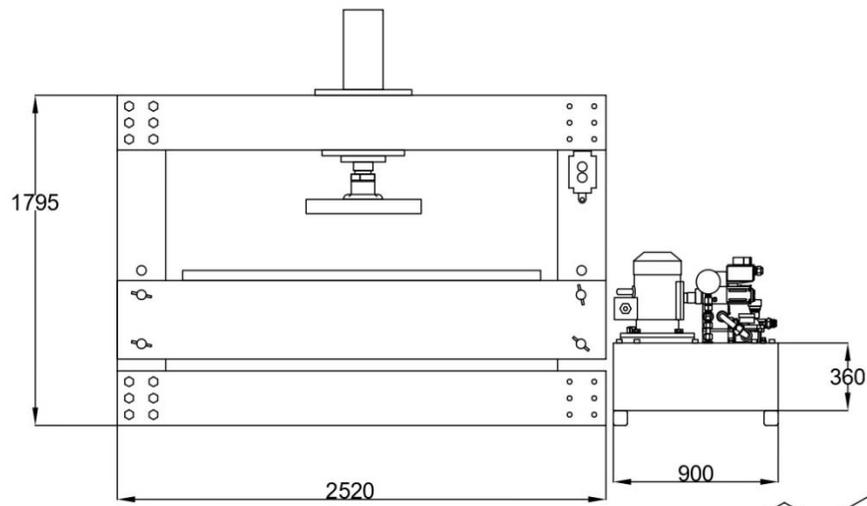


MATERIAL:	ACERO INOXIDABLE 304
TIPO DE SOLDADURA:	SOLDADURA TIG
TIPO DE ACABADO:	PULIDO

MODIFICACIONES		DESCRIPCION		
FECHA	N°	SOPORTES FIJOS		
		NOMBRE	FECHA	FIRMA
		DIBUJADO		
		VERIFICADO		
		APROBADO		
		PRODUCTO:		
		N° DE PLANO:		
		NOMBRE DE LA PIEZA:		

04

A3 ESCALA 1:5 HOJA 1 DE 1

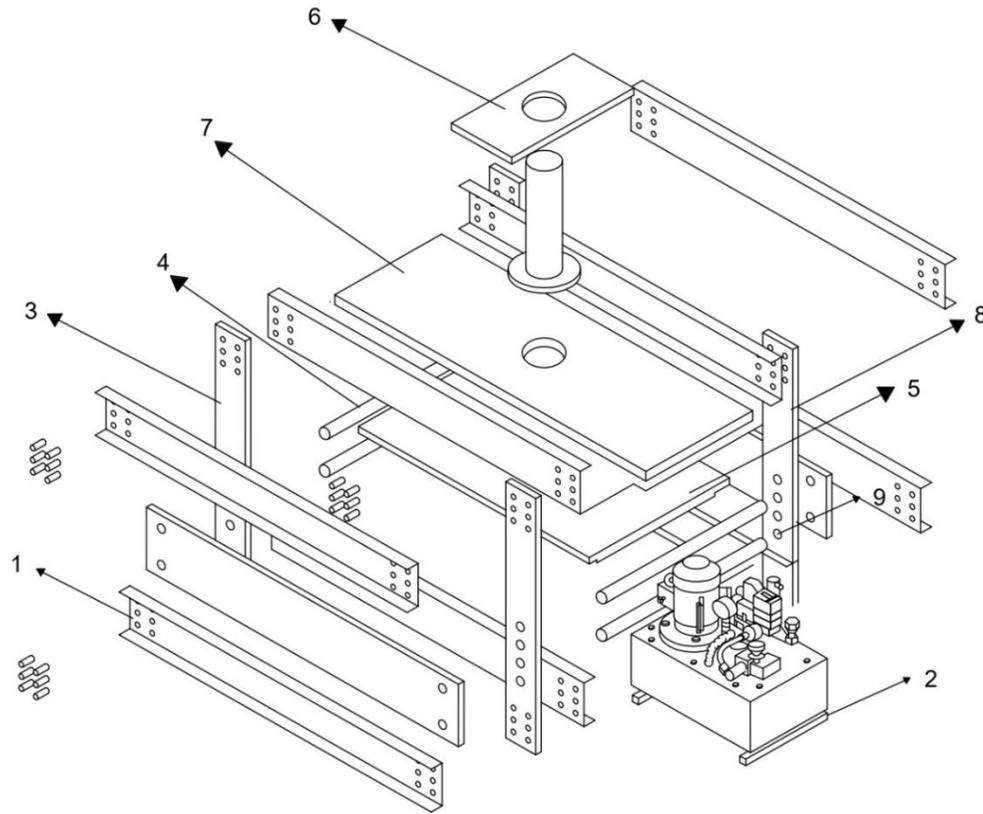


MATERIAL:	ACERO INOXIDABLE 304
TIPO DE SOLDADURA:	SOLDADURA TIG
TIPO DE ACABADO:	PULIDO

MODIFICACIONES		DESCRIPCION			
FECHA	N°	PLANO DE PIEZA TERMINADA			
		NOMBRE	FECHA	FIRMA	
		DIBUJADO			
		VERIFICADO			
		APROBADO			
		PRODUCTO:			
		N° DE PLANO			
		NOMBRE DE LA PIEZA:			

05

A3 ESCALA 1:5 HOJA 1 DE 1

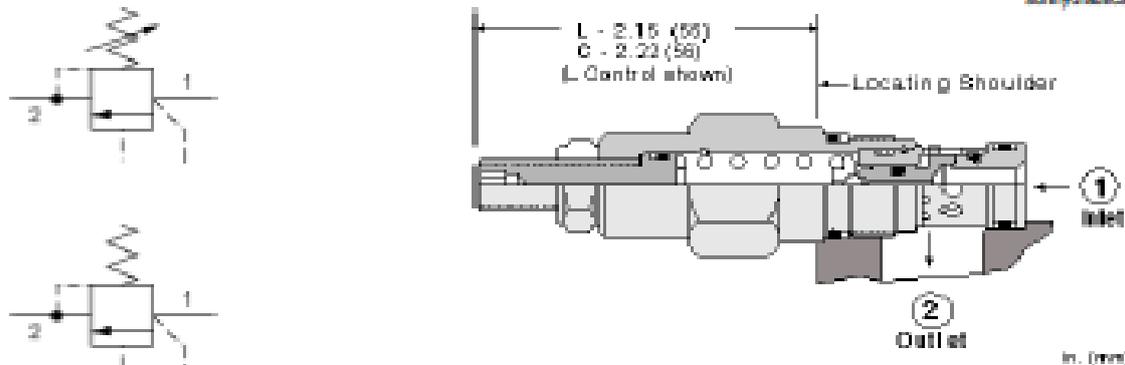


N°	DESCRIPCION	CANT
1	Viga Perfil tipo C.	08
2	Tubo estructural cuadrado . 80X80X50	04
3	Lamina estructural ASTM A36 1795X250	04
4	Tubo macizos 1mt x 1/2 acero ASTM A36	04
5	Lamina estructural ASTM A36 1150 X 1850 X 11/2	01
6	Lamina estructural ASTM A36 1000 X500 X 11/2"	01
7	Lamina estructural ASTM A36 2500 X850 X 2	01
8	Lamina estructural ASTM A36 1795 X250 X 2	01
9	Tornillos y tuercas M 16X70 grado 8	48

MATERIAL:	ACERO INOXIDABLE 304
TIPO DE SOLDADURA:	SOLDADURA TIG
TIPO DE ACABADO:	PULIDO

MODIFICACIONES		DESCRIPCION		
FECHA	N°	PLANO DE PIEZA TERMINADA		
		NOMBRE	FECHA	FIRMA
		DIBUJADO		
		VERIFICADO		
		APROBADO		
PRODUCTO:				
N° DE PLANO				
NOMBRE DE LA PIEZA:				
		A3	ESCALA 1:5	HOJA 1 DE 1

06



Direct-acting relief cartridges are normally closed, pressure-limiting valves used to protect hydraulic components from pressure transients. When the pressure at the inlet (port 1) reaches the valve setting, the valve starts to open to tank (port 2), throttling flow to limit the pressure rise. These valves are smooth and quiet, essentially zero leak, dirt tolerant, immune to stalling and are very fast.

TECHNICAL DATA

NOTE: DATA MAY VARY BY CONFIGURATION. SEE CONFIGURATION SECTION.

Factory Pressure Settings Established at	4 gpm
Maximum Operating Pressure	5000 psi
Maximum Valve Leakage at Reset	10 drops/min.
Response Time - Typical	2 ms
Reset	>65% of crack setting
Adjustment - No. of CW Turns from Min. to Max. setting	6
Locknut Hex Size	1/2 in.
Locknut Torque	80 - 90 lbf in.
Seal kit - Cartridge	Buna-N 990162007
Seal kit - Cartridge	EPDM 990162014
Seal kit - Cartridge	Polyurethane 990162002
Seal kit - Cartridge	Viton 990162006

CONFIGURATION OPTIONS

Model Code Example: RDBALAN

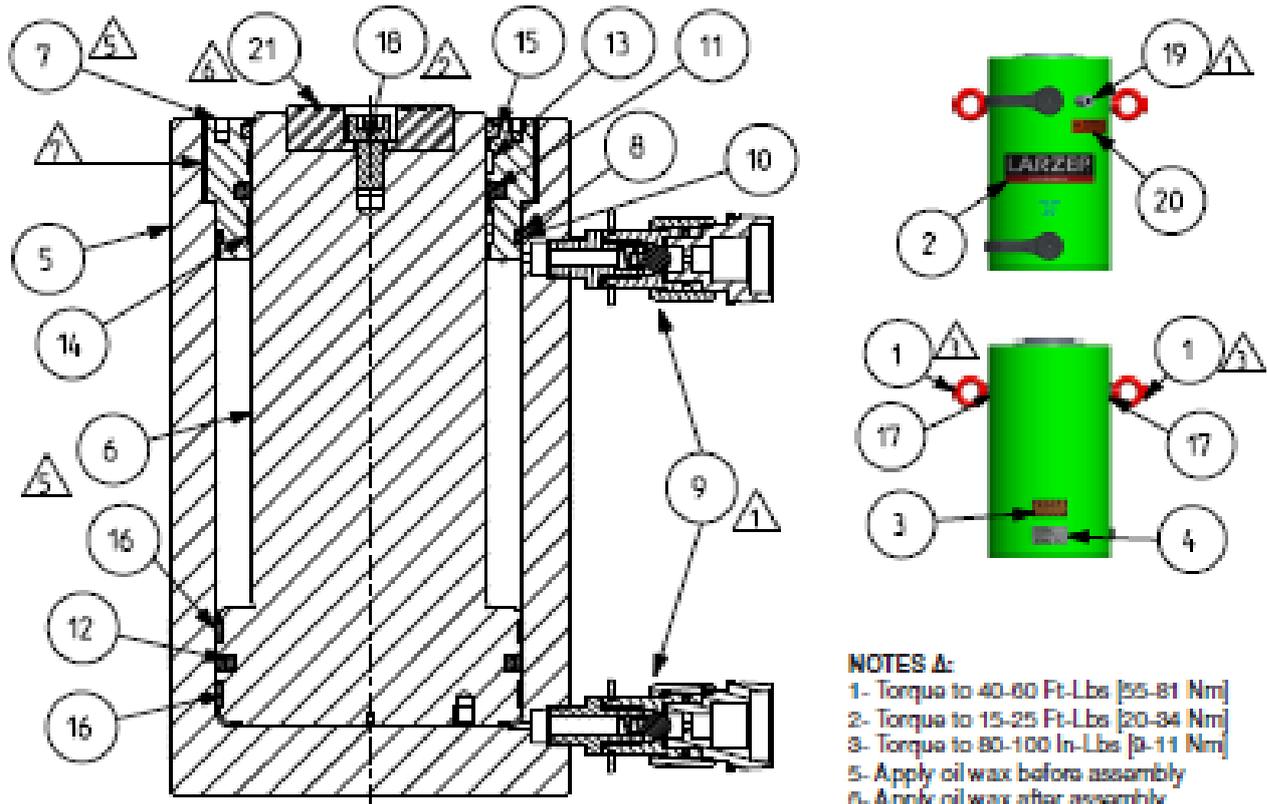
CONTROL	(L) ADJUSTMENT RANGE	(A) SEAL MATERIAL	(N) MATERIAL/COATING
L Standard Screw Adjustment	A 500 - 3000 psi (35 - 210 bar), 1000 psi (70 bar) Standard Setting	H Buna-N	Standard Material/Coating
C Tamper Resistant - Factory Set	W 800 - 4500 psi (55 - 315 bar), 1000 psi (70 bar) Standard Setting	E EPDM	316 Stainless Steel, Passivated
K Handcock	B 300 - 1500 psi (20 - 105 bar), 1000 psi (70 bar) Standard Setting	V Viton	1/4H Mild Steel, Zinc-Nickel
	C 1000 - 8000 psi (70 - 420 bar), 1000 psi (70 bar) Standard Setting		
	D 200 - 800 psi (14 - 55 bar), 400 psi (28 bar) Standard Setting		
	E 100 - 400 psi (7 - 28 bar), 200 psi (14 bar) Standard Setting		
	S 50 - 200 psi (3,5 - 14 bar), 100 psi (7 bar) Standard Setting		



Repair Parts Sheet

DDC CYLINDERS, 100 TON MODELS

Parts Sheet Number	Revision	Revision Date	Product version
RDDC100	Rev. B	07/2020	A



NOTES A:

- 1- Torque to 40-60 Ft-Lbs [55-81 Nm]
- 2- Torque to 15-25 Ft-Lbs [20-34 Nm]
- 3- Torque to 80-100 In-Lbs [9-11 Nm]
- 5- Apply oil wax before assembly
- 6- Apply oil wax after assembly
- 7- Apply molykote CU7439Plus to the Stop Rings Threads

▲ - Indicated parts only available in Seal Kit JR.DDC10005-15

● - Indicated parts only available in Seal Kit JR.DDC10030

Nr.	DESCRIPTION	QTY	DDC10005	DDC10015	DDC10030	Nr.	DESCRIPTION	QTY	DDC10005	DDC10015	DDC10030
1	Eyebolt Rotating	2	2400210	2400210	2400210	12	Platen Seal	1	▲	▲	●
2	Lamap Decal	1	▲	▲	●	13	Bearing Rod	1	▲	▲	●
3	Warning Decal	1	▲	▲	●	14	Bearing Rod	1	▲	▲	●
4	Characteristics Decal	1	30A115	30A115	30A115	15	Scraper	1	▲	▲	●
5	Base	1	52P1014	52P1012	52P1001	16	Bearing	2	▲	▲	●
6	Plunger	1	52P1153	52P1151	52P1140	17	Washer Flat	2	ONE100108-A	ONE100108-A	ONE100108-A
7	Stop Ring	1	55P0858	55P0858	55P0850	18	Screw SHCS	1	CSE100108-A	CSE100108-A	CSE100108-A
8	Backup Ring	1	▲	▲	●	19	Relief Valve Assy	1	GJ160900	GJ160900	GJ160900
9	Female Coupler	2	AZ3140	AZ3140	AZ3140	20	Warning Decal	1	▲	▲	●
10	O-Ring	1	▲	▲	●	21	Saddle	1	HCL100045	HCL100045	HCL100045
11	Rod Seal	1	▲	▲	●						

FILTROS



Filtros de succión

Elaborado
VERION

ISO 9001

Para montar en la succión de las bombas dentro de los depósitos.

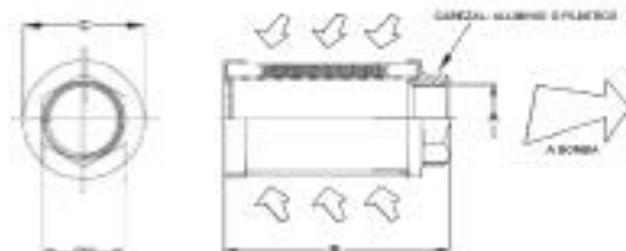
Caudal de 6 a 600 l/min.

Filtración estándar 140 µm.

Rango de temperatura de -40 a +80°C.

Puede ser utilizado con aceites minerales, sintéticos y líquidos refrigerantes.

A pedido con válvula by pass.



ST- Malla de bronce - Cabezal aluminio

SCS- Malla de acero inoxidable - Cabezal aluminio

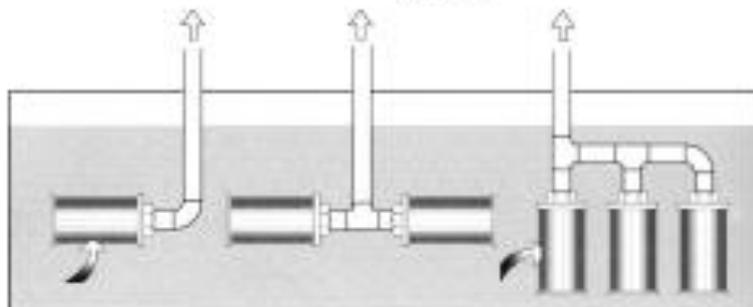
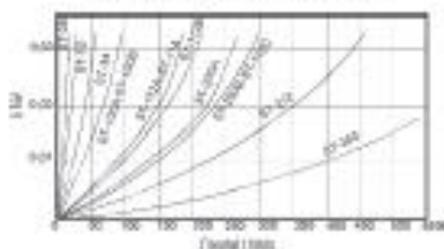
HYDROLINE	FILPRO	125 µm	Límite	A	B	C	A/B	AREA	KOS
SCS-002	-	8	1/4	40	45	24	107	0,10	
SCS-003	ST-38	12	3/8	40	45	24	107	0,10	
SCS-006	ST-12	20	1/2	105	45	30	220	0,10	
SCS-008	ST-34	25	3/4	105	64	38			
SCS-007	ST-34	25	3/4	105	64	35	405	0,20	
SCS-010	ST-100A	40	1	139	64	48	542	0,20	
SCS-015	ST-114	60	1 1/4	139	88	51	624	0,20	
SCS-020	-	80	1 1/2	168	88	60	1161	0,25	
SCS-030	ST-112B	120	1 1/2	200	88	60	1360	0,40	
SCS-040	-	180	2	235	100	70	1800	0,50	
SCS-050	-	200	2	280	100	70	2032	0,80	
SCS-075	ST-212	300	2 1/2	311	100	80	2787	0,85	
SCS-100	ST-300	400	3	372	100	100	3907	1,20	
SCS-150	-	600	3	345	100	100	4638	1,25	

FL

Malla de acero inoxidable - Cabezal plástico

TIPO	µm	A	B	C
FSS-003	12	1 1/4"	62	70
FSS-005	20	3/4"	62	70
FSS-007	28	3/4"	97	70
FSS-010	40	1"	112	70
FSS-015	60	1 1/8"	127	100
FSS-020	80	1 1/2"	162	100
FSS-030	120	1 1/2"	162	100
FSS-040	180	2"	212	100
FSS-050	200	2"	237	100
FSS-075	300	2 1/2"	185	140
FSS-100	400	3"	240	140
FSS-150	600	3"	320	140

Caída de presión con aceite 36



FLOW

DESIGNACIÓN PARA ORDENAR:

TIPO **SCS-...** **B** - **140**

TAMANO

ROSCA BSP

MICRONAJE

FLOW

DESIGNACIÓN PARA ORDENAR:

TIPO **FSS-...**

TAMANO

