

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

TEMA

**“PROTOTIPO DE MÁQUINA PARA LA EXTRACCIÓN DEL ARO DE TALÓN EN
NEUMÁTICOS USADOS”.**

AUTOR

Elizabeth Margarita Flores Ruiz

DIRECTOR

Ing. Víctor Erazo Arteaga MSc.

Ibarra – Ecuador

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100467129-1		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Flores Ruiz Elizabeth Margarita		
DIRECCIÓN:	Otavalo – Barrio La Victoria		
EMAIL:	emfloresr@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	29033092	TELÉFONO MÓVIL:	0968664131

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	PROTOTIPO DE MÁQUINA PARA LA EXTRACCIÓN DEL ARO DE TALÓN EN NEUMÁTICOS USADOS
AUTOR (ES):	Elizabeth Margarita Flores Ruiz
FECHA: DD/MM/AAAA	07/12/2020
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mecatrónica
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Víctor Erazo

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 07 días del mes de diciembre del 2020

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: Elizabeth Flores

Agradecimientos

A Dios, por permitirme seguir mi camino y aprender cada día algo nuevo, poder cumplir los objetivos que me he planteado y finalmente completar esta etapa de mi formación personal. Agradezco a mis padres por el apoyo incondicional, que, con su amor, paciencia, fuerza y perseverancia, me han acompañado día a día en mis triunfos y fracasos.

Un agradecimiento sincero al Ing. Víctor Erazo MSc, tutor académico del presente proyecto, por su aporte profesional, paciencia, guía y tiempo que aportaron a la realización de este trabajo de titulación, de la misma manera agradecer a mis maestros, quienes a lo largo del ciclo académico aportaron una visión más real y humana de la profesión y la ética.

A aquellos amigos que he conocido a lo largo de esta etapa, supieron acompañarme en los momentos buenos y malos, me han enseñado que la vida tiene muchos matices y colores, solo resta arriesgarse y dar el primer paso, hacer lo que se desea con el corazón y no tener miedo a equivocarse.

Elizabeth Margarita Flores Ruiz

Certificación

En calidad de tutor del trabajo de grado titulado: “PROTOTIPO DE MÁQUINA PARA LA EXTRACCIÓN DEL ARO DE TALÓN EN NEUMÁTICOS USADOS”, certifico, que el presente trabajo fue desarrollado por la egresada Flores Ruiz Elizabeth Margarita, bajo mi supervisión.

Ing. Víctor Erazo. MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO

Dedicatoria

Este logro lo dedico a mis padres y mi hermana, quienes no dejaron de confiar en mí, han sido mi apoyo, mi guía, me han enseñado a no tomar el camino fácil, a aprender de los errores, la importancia de perseverar, que los problemas son solo una oportunidad para mejorar y que el tiempo demuestra que el sacrificio es por algo mejor.

Por el tiempo compartido, por el apoyo, por mostrarme que una buena persona se define no solo por sus capacidades sino por lo que lleva en el corazón, por acompañarme en este camino, desde los momentos más grises hasta los más luminosos.

Elizabeth Margarita Flores Ruiz

Resumen

En el presente proyecto se realiza el diseño y simulación de una máquina para extraer el aro de talón en neumáticos usados, con la finalidad de disminuir la resistencia del neumático a ser triturado, facilitando de esta manera los procesos posteriores.

La presencia de mayor cantidad de acero en la parte del talón dificulta el proceso de reciclaje, con la ejecución de este proyecto se promueve el tratamiento correcto de este tipo de desecho con el fin de evitar la contaminación y daño ambiental que provocan.

La información necesaria para la investigación y realización del proyecto se encuentra descrita en el marco teórico y la metodología, siendo en estos capítulos donde se determinan los requisitos de diseño a partir de las necesidades proceso y los otros subsistemas adyacentes y así establecer la mejor alternativa a realizar con la respectiva solución de cada sistema.

La fuerza requerida para extraer el aro de talón se la obtiene de investigaciones anteriores sobre características mecánicas de neumáticos, este valor está dentro del rango aplicado en máquinas similares, así mismo el valor de la velocidad de trabajo se determina a partir de los requerimientos de sistemas adyacentes sin afectar los procesos de reciclaje posteriores. Una vez realizado el diseño de las partes que constituyen la máquina se verifican sus características mediante cálculos manuales y verificando valores de simulación mediante elementos finitos.

Finalmente, se obtienen los planos de la máquina y el listado de materiales necesarios.

Abstract

In this project the design and simulation of a machine to extract the bead ring in used tires is carried out, with the aim of reducing the resistance of the tire to be crushed, this facilitating subsequent processes.

The presence of a greater quantity of steel in the heel part hinders the recycling process, with the execution of this project the correct treatment of this type of waste promoted in order to avoid the contamination and environmental damage that they cause.

The information necessary for the research and realization of the project described in the theoretical framework and the methodology, being in these chapters where the design requirements are determined from the needs of the process and the other adjacent subsystems and thus establish the best alternative to perform with the respective solution of each system.

The force required extracting the bead ring obtained from previous investigations on mechanical characteristics of tires, this value is within the range applied in similar machines, and the value of the working speed is determined from the requirements of systems adjacent without affecting subsequent recycling processes. Once the design of the parts that make up the machine has been carry out, its characteristics verified by manual calculations and by verifying simulation values using finite elements.

Finally, the machine plans and the list of necessary materials obtained.

Índice General

Introducción.....	1
Problema.....	1
Justificación.....	2
Contexto	3
Objetivos.....	4
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos	4
1. Capítulo I. Marco Teórico.....	5
1.1. Especificaciones Generales de los Neumáticos.....	5
1.2. Tipos de neumáticos en el mercado.....	5
1.3. Codificación de neumáticos.....	6
1.3.1. Simbología.....	7
1.4. Composición.....	8
1.5. Reciclaje de neumáticos	9
1.5.1. Métodos Químicos y Físicos.....	9
Termólisis	9
Pirólisis	9
Incineración	9
Trituración criogénica.....	10
Trituración mecánica	10
Conversión de neumáticos en energía eléctrica	10
1.6. Procesos de extracción de aro de talón.....	10
1.6.1. Destalonadora mecánica	10
1.6.2. Cortadora Lineal.....	11
1.6.3. Destalonadora Hidráulica.....	11
2. Capítulo II Marco Metodológico.....	12
2.1. Requisitos de diseño	12
2.1.1. Requerimientos del usuario	12
2.1.2. Análisis QFD	12
2.2. Diagramas funcionales	13
2.2.1. Análisis Modular.....	16
2.3. Ángulo de Corte del Gancho	39
2.4. Diseño de la Propuesta	39
Capítulo III. Diseño Mecánico de la Propuesta.....	42

3.1.	Fuerza Requerida para la Extracción.....	42
3.2.	Diseño de Elemento de Extracción.....	43
3.3.	Análisis de Factor de Seguridad	45
3.4.	Simulación del Elemento de Extracción.....	46
3.5.	Diseño de pasadores	48
3.6.	Análisis de Factor de Seguridad	49
3.7.	Simulación de Pasadores	51
3.8.	Simulación de Placa de Extracción	54
3.10.	Simulación Estructura.....	55
3.11.	Selección de Elementos Hidráulicos.....	56
3.12.	Selección de elementos de control.....	59
3.13.	Diseño final del Prototipo de Máquina para la Extracción del Aro de Talón..	60
4.	Capítulo IV. Conclusiones y Recomendaciones	61
	Conclusiones.....	61
	Recomendaciones	62
	Bibliografía.....	63
	Anexos.....	68

Índice de Figuras

Figura 1.	Partes de neumáticos	5
Figura 2.	Codificación neumáticos.....	6
Figura 3.	Destalonadora Mecánica	10
Figura 4.	Cortadora Lineal.....	11
Figura 5.	Destalonadora Hidráulica, (a) Simple y (b) Doble	11
Figura 6.	Análisis Funcional Nivel 0.....	13
Figura 7.	Análisis Funcional Nivel 1.....	14
Figura 8.	Análisis Funcional Nivel 2.....	15
Figura 9:	Peso teórico recomendado en función de la zona de manipulación.....	16
Figura 10:	Plancha para levantamiento de neumático	17
Figura 11.	Cremallera	17
Figura 12.	Guardamotor	21
Figura 13.	Magnetotérmico	21
Figura 14.	Sensor de Corriente	22
Figura 15.	Relé Térmico	22

Figura 16. Sensor de presión H	23
Figura 17. Motor Eléctrico	23
Figura 18. Motor Hidráulico.....	24
Figura 19. Motor neumático	24
Figura 20. Cadena	28
Figura 21. Engranés	29
Figura 22. Bomba Hidráulica	29
Figura 23. Cuchillas Circulares	30
Figura 24. Gancho y Placa.....	30
Figura 25. Cortadora 2 ejes	31
Figura 26. Cilindro Hidráulico	31
Figura 27. Recipiente Metálico	35
Figura 28. Contenedor Plástico	35
Figura 29. Resultado de Alternativas de Solución del Análisis Modular.....	38
Figura 30. Ángulo de corte del Gancho.....	39
Figura 31. Gancho de Extracción	40
Figura 32. Placa de extracción.....	40
Figura 33. Estructura de Soporte	41
Figura 34. Sistema de Extracción	41
Figura 35. Elementos de Vigas Curvas	43
Figura 36. Esfuerzo máximo	46
Figura 37. Factor de Seguridad del Gancho	46
Figura 38. Representación gráfica del Análisis de Convergencia.....	48
Figura 39. Fuerzas aplicadas a un pasador	48
Figura 40. DCL del pasador	49
Figura 41. Diagrama de Fuerza Cortante y Momento Flector pasador	49
Figura 42. Cortante máxima del pasador.....	51
Figura 43. Factor de seguridad pasador.....	52
Figura 44. Representación gráfica del Análisis de Convergencia.....	53
Figura 45. Factor de seguridad placa de Extracción.....	55
Figura 46. Factor de Seguridad Estructura	56
Figura 47. Flujograma del Control del Sistema.....	59
Figura 48. Diseño CAD del Prototipo de Máquina para la Extracción del Aro de Talón	60

Índice de Anexos

- Anexo 1. Encuesta
- Anexo 2. Resultados de Encuesta
- Anexo 3. Casa de la calidad
- Anexo 4. Ángulos de Corte.
- Anexo 5. Tamaño de Neumático
- Anexo 6. Viga IPE 160
- Anexo 7. Acero AISI 1045
- Anexo 8. Plancha Acero A36
- Anexo 9. Cilindro Hidráulico
- Anexo 10. Bomba Hidráulica
- Anexo 11. Planos Eléctricos - Hidráulico
- Anexo 12 Lista materiales Hidráulicos
- Anexo 13. Lista Materiales Eléctricos
- Anexo 14. Motor Eléctrico
- Anexo 15. Visor de Nivel Stauff 127mm SNA127BST12
- Anexo 16. Filtro tapa de llenado Stauff
- Anexo 17. Aceite Hidráulico
- Anexo 18. Bomba engranajes SAE
- Anexo 19. Válvula monoblock
- Anexo 20. Manómetro
- Anexo 21. Descripción técnica llanta 195/80/R14
- Anexo 22. Guardamotor
- Anexo 23. Selector pulsador
- Anexo 24. Luz piloto
- Anexo 25. Relé térmico
- Anexo 26. Contactador
- Anexo 27. Breaker
- Anexo 28. Paro de emergencia
- Anexo 29. Sensor Sobrepresión
- Anexo 30. Análisis de Costos
- Anexo 31. Planos mecánicos máquina Destalonadora

Introducción

Los neumáticos usados son un gran problema de contaminación que aumenta con el número de vehículos que circulan en las ciudades actualmente, de esta manera los neumáticos fuera de servicio siguen acumulándose en malas condiciones por falta de un adecuado manejo de los mismos.

En la actualidad existen diversas maneras de reciclar estos desechos, la manera más óptima de reciclar los neumáticos es separando los subproductos, ya que en gran parte contiene acero del alambre que podría volver a usarse como materia prima y caucho que dependiendo su tamaño puede usarse en diferentes procesos, el proyecto además satisface una necesidad ambiental además de generar un aporte tecnológico.

La presente investigación se refiere al diseño y simulación de una máquina para extraer el aro de talón, aprovechando los subproductos del neumático y evitando que estos desechos contaminen el ambiente, mediante la realización del diseño y simulación de la máquina se fortalecen conocimientos teóricos aprendidos a lo largo del ciclo universitario.

Problema

Los neumáticos que quedan fuera de servicio en el Ecuador, de acuerdo a datos del Ministerio del Ambiente llegan aproximadamente a 3'000.000 cada año. Debido a su acumulación en lugares al aire libre estos neumáticos acumulan agua lluvia que posteriormente contribuyen a la proliferación de enfermedades propias de épocas de invierno tales como el dengue, paludismo, zika, entre otras. La falta de un adecuado manejo de este tipo de residuos aumenta los niveles de contaminación ambiental puesto que los neumáticos entran en un proceso de degradación que termina luego de mil años, dentro de este proceso que no se lleva a cabo bajo un tratamiento acorde al material compuestos químicos como el ZnO (óxido de Zinc) se filtran directamente en el suelo, la incineración es una de las prácticas que también contribuyen a la contaminación ambiental al liberar gases efecto invernadero directamente al ambiente [1] [2] [3] [4].

La información referente al manejo de los neumáticos fuerza de servicio establece que “Los neumáticos usados son considerados desechos especiales según el Acuerdo Ministerial No. 142 de 11 de octubre del 2012, publicado en el Registro Oficial No. 856 de 21 de diciembre de 2012”. Además; se cita en el artículo 5 del instructivo para la

gestión integral de neumáticos que, un Plan de Gestión Integral de Neumáticos Usados, debe ser presentado por todos los distribuidores y fabricantes de neumáticos [5], contrariamente a lo que se espera a pesar de existir la legislación este acuerdo no se lleva a cabo en la práctica, los usuarios y distribuidores no toman conciencia de su responsabilidad al ser los involucrados directos del proceso [6], tal y como se puede evidenciar en la ciudad de Ibarra que anualmente se desechan alrededor de 2000 neumáticos [7].

En el año 2015 el Municipio de Ibarra en búsqueda de una alternativa para solucionar el problema, se llevó a cabo un convenio con la Asociación de Vulcanizadores de la Provincia de Imbabura, donde se establece que en el transcurso de 8 horas un vehículo recolecta una gran cantidad de neumáticos desechados que luego serán almacenados para su posterior traslado a una planta de tratamiento en la ciudad de Quito [8]. Los gastos que se invierten en esta solución representan un desperdicio considerable de recursos.

A pesar de los esfuerzos que se realizan en la ciudad de Ibarra para reutilizar los neumáticos, ya sea empleándolos en emprendimientos de artesanías o juegos infantiles la cantidad de desechos generados y su demanda es muy baja.

Los desechos de neumáticos ya procesados como el caucho pulverizado se emplea en pistas de atletismo, escenarios deportivos artificiales como canchas sintéticas, asfaltados modificados, elaboración de pavimentos y bujes automotrices [9] [7]. Mediante estudios se ha logrado demostrar si se procesan 0,6 toneladas por hora se lograría mitigar el problema de contaminación ambiental hasta un 55%, los gastos necesarios para procesar estos residuos alcanzan los 130.000 dólares [10], tomando en cuenta que entre los materiales que conforman los neumáticos se encuentran el caucho/elastómero (48-43%), negro de carbono (22-21%), metal (15-27%), textil (5-0%) y cada uno necesita un proceso diferente para separarlo [11]

Justificación

El inadecuado manejo de los neumáticos usados provoca que sean una fuente de contaminación ambiental y de enfermedades. En la ciudad de Ibarra, no existe un proceso que cumpla con las necesidades requeridas para un eficiente reciclaje de neumáticos, aunque existen varias opciones para emplear el resultado de este proceso, la inversión necesaria para la maquinaria representa una dificultad para su ejecución.

Para solucionar este problema se han creado varias máquinas que trituran el neumático, pero estas resultan ineficientes por la cantidad de energía y tiempo empleado para el proceso; por lo cual, para optimizar se ha dividido el proceso en varios recursos tecnológicos que permitan: retirar el aro de talón del neumático, fragmentarlo y tritararlo. El aro de talón al estar constituido por materiales rígidos, dificulta la etapa de trituración del neumático haciéndolo más resistente e incrementado potencia de trabajo en las máquinas trituradoras.

Este proyecto pretende diseñar un prototipo de máquina para la etapa de extracción del aro de talón en neumáticos hasta 355,6 mm, esta retirará el acero de esta zona y posteriormente realizar su reciclaje.

Contexto

El talón de los neumáticos es la parte más resistente que lo conforma, donde se pueden encontrar uno o más alambres de acero al carbono dentro del caucho y de las capas de nylon o lonas, su importancia se debe a que todas las fuerzas que se generan en el neumático pasan por el talón, además que estos alambres proporcionan integridad geocéntrica al neumático [12].

En el año 2013 se realiza el “Diseño de una máquina destalonadora de neumáticos”, que mediante un análisis con un modelo matemático se obtuvo una máquina para procesar neumáticos desde rin 12 hasta rin 22.5, un peso de 12,45 kN, capaz de procesar 30 neumáticos por hora, empleando un sistema de rodillos desbastadores, con la finalidad de dejar los alambres a la vista para ser retirados manualmente, que debe estar colocada sobre una superficie con buena cimentación para evitar daños por vibraciones excesivas, al ser un proceso por fricción, la disipación de energía en forma de calor afecta la eficiencia de la máquina. El funcionamiento de la máquina no es visible al ser un planteamiento teórico [13].

En el año 2016 se realiza el “diseño y simulación de una máquina para destalonar el alambre de las llantas en la industria del reciclaje”, a través de un análisis de tres módulos, entrada, sistema de destalonado y salida, con un sistema hidráulico con carga permisible de hasta 88,05 kN. La simulación para la comprobación de esfuerzos determinó que ninguna de las regiones involucradas supera el límite de fluencia de von Mises, obteniendo un factor de seguridad 2, comprobando la trazabilidad y coherencia en la simulación de elementos finitos. Aunque se realizó un análisis de costos con un precio

aproximado de 7000 dólares, además no se visualiza el funcionamiento al ser un diseño teórico [14].

En el 2018 se realiza el “diseño de una máquina para destalonar llantas”, mediante un análisis de alternativas, se realizó una destalonadora doble con un sistema de elevación por placas y sistema hidráulico para destalonar llantas, al realizar un análisis de costos se determinó que, aunque su rentabilidad económica es menor a la destalonadora sencilla, su característica a nivel de competitividad aumenta su productividad a un 50%. Este diseño teórico únicamente hace uso de procesos mecánicos. [15].

Objetivos

Objetivo General

- Diseñar una máquina para la extracción del aro de talón en neumáticos usados para un proceso de reciclaje.

Objetivos Específicos

- Determinar las variables del proceso de extracción del aro de talón y los diferentes sistemas que existen para este proceso.
- Diseñar una máquina para extraer el anillo de acero de los neumáticos.
- Simular el funcionamiento de la máquina para el destalonado.

Alcance

Se diseñará una máquina para la extracción del aro de talón de neumáticos hasta 355,6 mm (RIN 14), capaz de reducir la resistencia de los neumáticos facilitando su procesamiento en los siguientes sistemas, además de proporcionar la capacidad de recuperar el acero existente, que pudiera ser nuevamente empleado y comercializado.

El diseño será entregado con planos detallados, tanto de su constitución mecánica como ensamble, de igual manera contará con los resultados de los estudios de simulación y lista de materiales.

1. Capítulo I. Marco Teórico

1.1. Especificaciones Generales de los Neumáticos

Los neumáticos fueron creados en 1888 por John Boyd Dunlop, llegando a ser un elemento indispensable para la movilidad de un vehículo, el proceso de innovación al que ha sido sometido tiene como principal finalidad brindar la estabilidad adecuada del automóvil con el suelo pues los neumáticos son el punto de contacto en la conducción [16]. Al ser el único punto de contacto del vehículo con la carretera, de estos elementos depende el comportamiento dinámico del automóvil sobre determinada superficie [17].

1.2. Tipos de neumáticos en el mercado

1.2.1. Radiales

Son neumáticos de carretera o trail ligeros, para motos ligeras. Medidas anchas y perfiles bajos. su carcasa está formada por dos lonas superpuestas en línea recta de aro a aro formando un ángulo de 90 grados con la dirección de rodamiento, llevan cuatro cinturones. [18].

1.2.2. Diagonales

Se caracterizan porque sus lonas internas de nylon son instaladas de manera cruzada formando un ángulo entre 25 y 40 grados con respecto a la dirección de rodamiento, se incluye cinturones de refuerzo [18].

Las partes que conforman la estructura interna y externa de los neumáticos se pueden observar en la Figura 1 y Tabla 1.

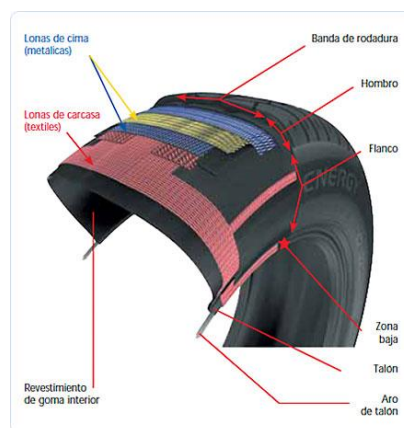


Figura 1. Partes de neumáticos [16] .

Tabla 1

Partes de un neumático [19]

Parte	Descripción
Banda de rodamiento	Facilita la acción de tracción y frenado
Flanco	Permite la protección de los neumáticos de golpes laterales
Hombro	Parte del neumático más expuesta a los bordes
Lonas de carcasa	Cables de fibras textiles en arcos colocados en ángulos rectos junto al caucho de las cubiertas
Lonas de cima	Cables de acero finos y resistentes, que se cruzan de forma oblicua
Talón	Proporciona integridad geocéntrica al neumático cuenta con uno o más alambres de acero al carbono rodeados de caucho y de las capas de nylon

1.3. Codificación de neumáticos

La codificación de neumáticos proporciona información indispensable sobre la fabricación, uso y características de estos, esta información se detalla en la Figura 2 con un ejemplo de codificación de neumáticos descrito en la Tabla 2.

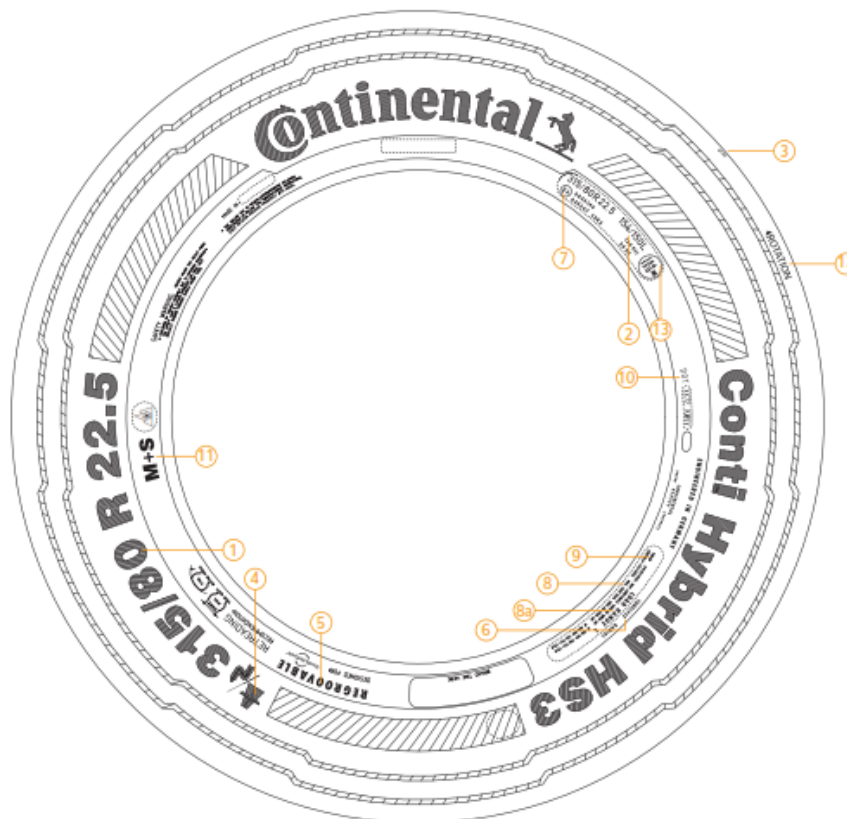


Figura 2. Codificación neumáticos [20].

Tabla 2

Descripción de codificación de neumáticos [20].

Numeración	Característica	Componentes	Descripción
1	Designación de tamaño	315	Ancho nominal (mm)
		80%	Relación de aspecto nominal
		R	Construcción radial
		22.5	Diámetro nominal
2	Descripción de servicio	154	Índice de carga individual
		150	Índice de carga doble
		L	Símbolo de velocidad
3	TWI	Indicador de desgaste de la banda de rodadura	
4	Uso recomendado	Solo neumáticos para camiones	
5	Regroovable	El fabricante ha diseñado el neumático para regrabar	
6	Sin cámara	Tipo de tubo	
7	Cumplimiento de norma	E	Registro de la ONU 54
8	Designación de la carga	Montaje simple/Doble indicación de presión	
		Pisada	Debajo de la pisada hay cinco aceros
9	Norma de seguridad	Capa lateral de cable de acero	
		Lado lateral	
10	DOT	Departamento de transporte EE.UU:	
11	M + S y 3PMSF	Designación de idoneidad para uso en invierno	
12	Rotación	Dirección de rotación recomendada	
13	Punto único	Carga alternativa y velocidad	

1.3.1. Simbología

La simbología usada en los neumáticos se describe en la Tabla 3.

Tabla 3

Simbología de neumáticos [20]

	Descripción
R	Velocidad máxima que puede soportar el neumático
B	País donde se ha fabricado el neumático
C	Marca comercial
D	Homologación DOT.we23
E	Semana y año de producción
F	Homologación ECE Europa
G	Certificación UTQG. Uniform Tire Quality Grading system. Especifica la calidad del neumático
Treadwear	Resistencia al desgaste del neumático
Tracción	Tracción de las ruedas motrices, AA, A, B o C
Temperatura	Resistencia a elevadas temperaturas, puede ser A, B o C
H	Tipo de estructura y construcción de la carcasa
I	Carga y presión de inflado máximas
J	Composición de la banda de rodadura y la carcasa
K	Posición de los indicadores de desgaste
L	Homologación para barro/nieve
M	Uso, dimensiones, construcción, velocidad e índice y capacidad
O	Estructura reforzada

1.4. Composición

La Tabla 4 presenta un listado de las sustancias que componen los neumáticos que se usan en diferentes automóviles de turismo y camión [11].

Tabla 4

Composición de neumáticos [11].

Material	Turismo %	Camión/autobús %
Caucho/Elastómero	48	43
Negro de carbono	22	21
Metal	15	27
Textil	5	-
Óxido de Zinc	1	2
Azufre	1	1
Aditivos	8	6

En la Tabla 5 se indican los porcentajes químicos contenido en los neumáticos.

Tabla 5

Composición química neumáticos [11].

Elemento/Compuesto	Contenido	Unidad
C	70	%
Fe	16	%
H	7	%
O	4	%
Óxido de Zinc	1	%
S	1	%
N ₂	0.5	%
ÁCIDO esteárico	0.3	%
Halógenos	0.1	%
Ligados cupríferos	200	mg/kg
Cd	10	mg/kg
Cr	90	mg/kg
Ni	80	mg/kg
Pb	50	mg/kg

1.5. Reciclaje de neumáticos

1.5.1. Métodos Químicos y Físicos

Termólisis

Se produce al someter a un compuesto separable en altas temperaturas produciendo que los enlaces químicos que forman en si los neumáticos se rompan. Los subproductos obtenidos de este proceso son metales, hidrocarburos sólidos y gaseosos que podrían volver a ser materia prima [21].

Pirólisis

La pirólisis aplicada a los neumáticos produce una degradación del caucho que forma la mayor parte del neumático, como resultado se genera un gas similar al propano, además de un aceite industrial que después de ser refinado puede volver a ser usado para procesos de combustión [21].

Incineración

Se la lleva a cabo en hornos con la presencia de abundante oxígeno. Se genera cantidades importantes de hidrocarburos con capacidad de intervenir en la cadena trófica y posteriormente ingresar al sistema biológico de los seres humanos [21].

Trituración criogénica

Este método hace uso de instalaciones altamente complejas lo que disminuye su rentabilidad y los costos mantenimiento de la maquinaria aumentan la complejidad del mismo [21].

Trituración mecánica

El proceso inicia al pasar el neumático por procesos de corte sucesivo para disminuir el volumen de los trozos del neumático, el volumen final depende de las necesidades y usos del producto [21].

Conversión de neumáticos en energía eléctrica

Los residuos del neumático son introducidos en una caldera para su posterior combustión, que debido a las elevadas temperaturas se convierte en vapor y presión que se conduce hasta una turbina, este vapor mueve la turbina y el generador acoplado finalmente produce electricidad [21].

1.6. Procesos de extracción de aro de talón

La extracción del aro de talón se realiza para disminuir la resistencia mecánica del neumático. Al separar los alambres de esta zona se facilita la separación de los subproductos, esta actividad puede realizarse de forma manual o automática.

1.6.1. Destalonadora mecánica

Estas máquinas cuentan con dos rodillos metálicos paralelos y rotatorios, mediante los cuales se realiza el desbaste de las caras laterales y banda de rodadura, obteniendo los alambres metálicos del talón y el resto de la cara lateral [13], el modelo se lo puede observar en la Figura 3.

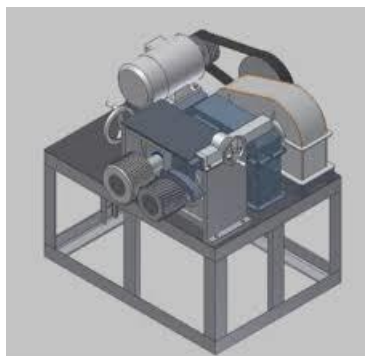


Figura 3. Destalonadora Mecánica [13].

1.6.2. Cortadora Lineal

Esta máquina realiza tiras largas de caucho con todo el neumático, el proceso se realiza por la presencia de dos discos de corte, como se muestra en la Figura 4.



Figura 4. Cortadora Lineal [22].

1.6.3. Destalonadora Hidráulica

Mediante este proceso se retiran los alambres, halándolos de forma directa del neumático, hasta que estos por la fuerza aplicada se desprendan del caucho. Las máquinas pueden ser simples o dobles como se muestra en la Figura 5.

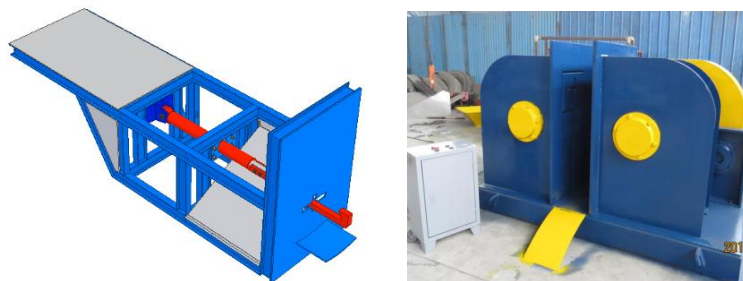


Figura 5. Destalonadora Hidráulica, (a) Simple y (b) Doble [14].

2. Capítulo II Marco Metodológico

En este capítulo se obtienen los requisitos de diseño, definidos por integrantes del grupo de investigación, se evalúa los diferentes criterios a través de la casa de la calidad, posteriormente se realiza un análisis modular para que cumpla con los requerimientos necesarios, finalmente se realiza el diseño asistido por computador (CAD), el cual toma en cuenta el proceso de fabricación y montaje.

2.1. Requisitos de diseño

2.1.1. Requerimientos del usuario

Las especificaciones de la máquina fueron propuestas por miembros del grupo de investigación y personas afines al tema, mediante una encuesta realizada ver Anexo 1 y los resultados obtenidos se definen como necesidades y requerimientos del cliente, tabulación de resultados ver Anexo 2. Los requerimientos para la primera fase del proyecto contemplan las siguientes características:

- La máquina debe procesar 1 neumático RIN 14'' a la vez
- El producto procesado debe tener salida lateral e independiente.
- La capacidad de producción debe ser aproximadamente de 100 kg/h.
- La máquina debe tener un sistema para evitar problemas de atascamientos al momento de procesar el neumático.
- Debe ser ergonómica y segura ante riesgos mecánicos.
- El costo de la máquina debe ser bajo.
- La máquina debe separar totalmente el alambre del caucho.
- La máquina debe ser de fácil mantenimiento y operación.

2.1.2. Análisis QFD

El análisis QFD es escuchar las necesidades del cliente para posteriormente jerarquizarlas mediante el grado de importancia [23].

- **La voz del Cliente y del Ingeniero**

Las necesidades del cliente se especifican en el apartado 2.1.1, estas necesidades se evalúan para determinar cuantitativamente la importancia de cada una, como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6

Resultados del análisis

Voz Cliente	Voz Ingeniero	Importancia
Capacidad 100 kg	8 neumáticos /h	9
Llantas RIN 14	Dimensiones llanta RIN 14	7
Separar el alambre del caucho	Carga requerida para desgarrar el alambre	13
Trabajo continuo y seguro	Evitar atascamientos	10
Costo bajo	Costo de los elementos	7
Fácil instalación	Implementación por sistemas	11
Fácil uso	Automatización	8
Mantenimiento	Materiales disponibles a nivel nacional	8
Ingreso una llanta a la vez	Extracción un talón a la vez	14
Subproductos con salida independiente	Separación de alambre y caucho	13

2.2. Diagramas funcionales

Este proceso de análisis permite describir de forma abstracta el proceso que se realiza en la máquina [23], este método establece las funciones involucradas en la obtención del producto, dividiendo las necesidades del cliente en funciones primarias, por las que se adquiere el producto; las funciones secundarias son aquellas que permiten que la función primaria se realice correctamente [24]. Una vez obtenidas las diferentes alternativas se las agrupa en módulos relacionados a las funciones secundarias, así se forma el diseño modular [7].

Nivel 0

En el nivel 0, se determina la función principal especificando el proceso que va a realizar la máquina. En la Figura 6, se indica el análisis funcional nivel 0.



Figura 6. Análisis Funcional Nivel 0

Nivel 1

En este nivel se detallan las funciones secundarias, mostrando las actividades complementarias para la ejecución de la función principal como se muestra en la Figura 7.

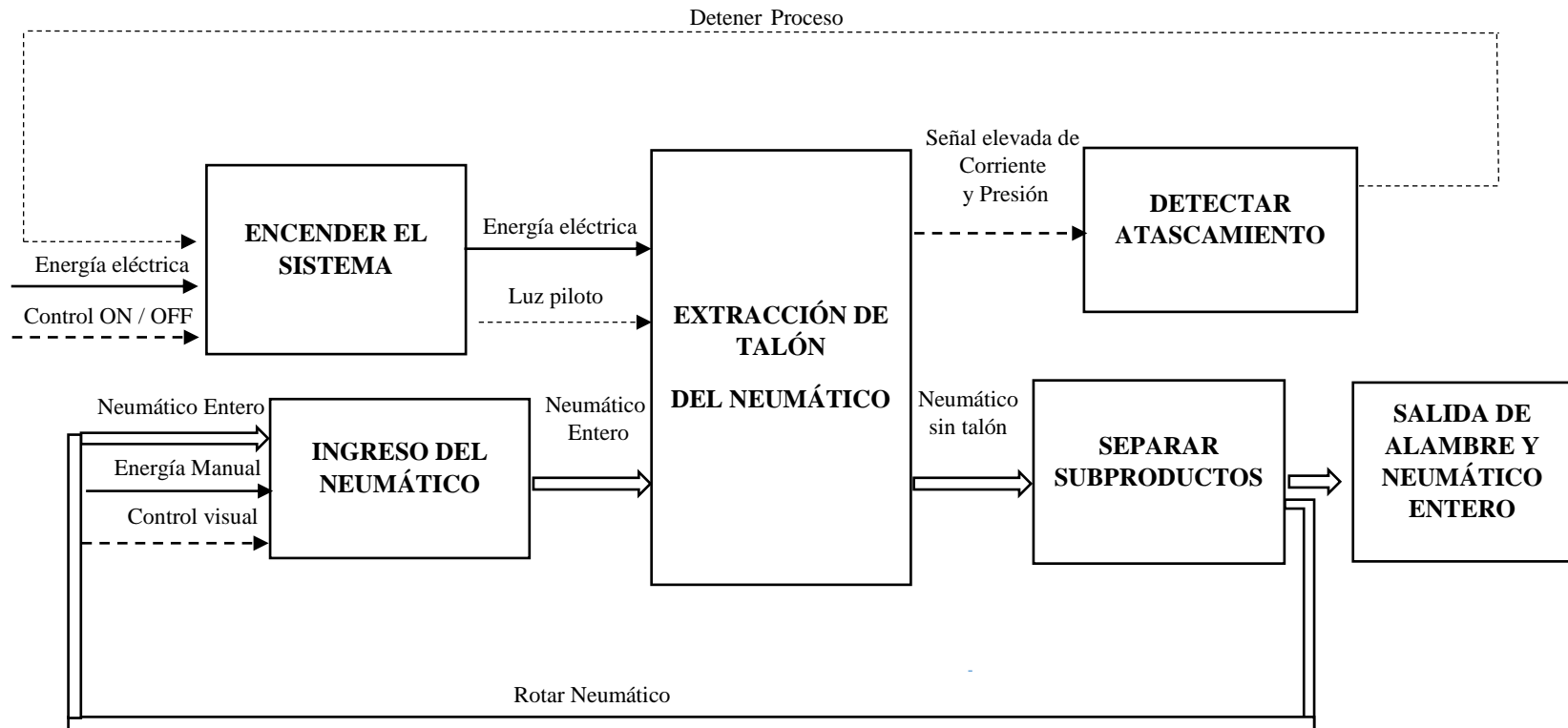


Figura 7. Análisis Funcional Nivel 1.

Nivel 2

En este nivel se detallan funciones del nivel 1 que no se hayan especificado, permitiendo un mejor entendimiento del funcionamiento de la máquina. En la Figura 8, se indica el análisis funcional de segundo nivel.

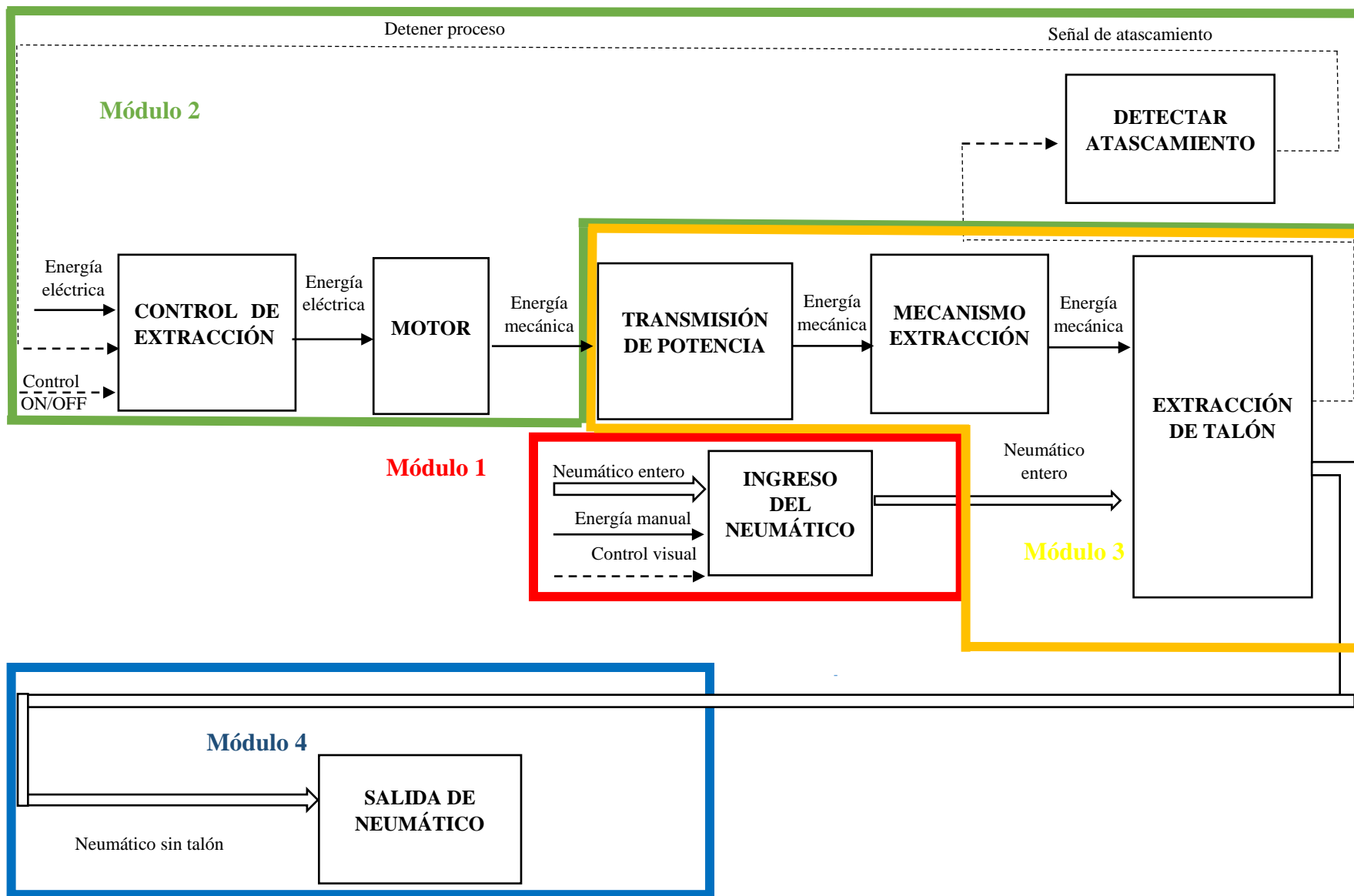


Figura 8. Análisis Funcional Nivel 2.

2.2.1. Análisis Modular

Para formar los módulos se toma la información de las funciones secundarias del nivel 2, cada módulo se obtiene al organizar la información y facilitar en análisis de las funciones descritas entre sí.

Módulo 1: Ingreso del neumático

Análisis de Funciones Módulo 1

El módulo detalla las funciones de “Ingreso del neumático”

Ingreso del Neumático

- Manual

Esta acción al ser realizada por un operario se debe tomar en cuenta la altura y peso recomendado, como se muestra en la Figura 9 con las ventajas y desventajas que posee en la Tabla 7.

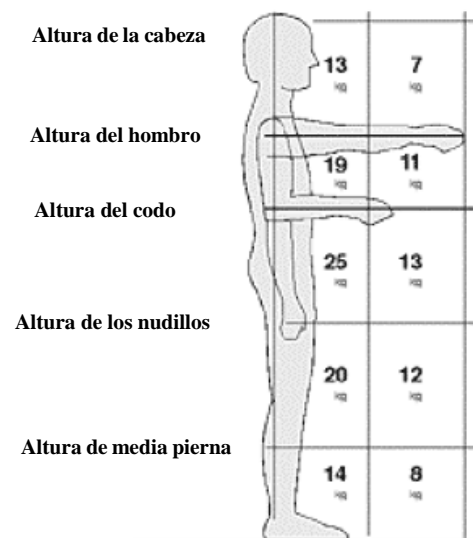


Figura 9: Peso teórico recomendado en función de la zona de manipulación [25].

Tabla 7

Ventajas y Desventajas Alternativa "Manual"

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Bajo costo	Riesgo ergonómico

- Elevador automático

El neumático se levanta mediante el uso de una plancha con acción hidráulica accionada por una bomba hidráulica, esta plancha se ubica en la parte inferior a la posición necesaria para la extracción del talón, como se muestra en la Figura 10 con sus ventajas y desventajas en la Tabla 8.

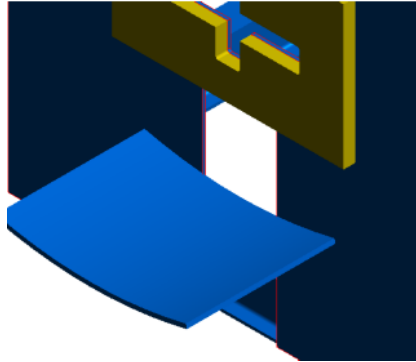


Figura 10: Plancha para levantamiento de neumático [14]

Tabla 8

Ventajas y Desventajas Alternativa "Elevador automático"

VENTAJAS	DESVANTAJAS
Seguridad ergonómica	Elevado Costo
Puede elevar cualquier tipo de neumático	-

- Cremallera automática

El neumático se eleva con el uso de una cremallera mecánica accionada de forma hidráulica, que se ubica en la parte inferior de la posición para extraer el talón, como se muestra en la Figura 11 y sus ventajas y desventajas en la Tabla 9.



Figura 11. Cremallera [26]

Tabla 9

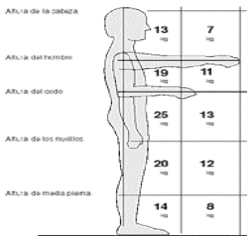





Ventajas y Desventajas Alternativa "Cremallera"

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Seguridad ergonómica Puede elevar cualquier tipo de neumático	Elevado Costo -

Análisis de Solución Módulo 1

Tabla 10

Alternativas de Solución Módulo 1

Función	Componente		
Ingreso del Neumático	Manual	Elevador automático	Cremallera automática
			
	 Alternativa 1	 Alternativa 2	 Alternativa 3

Evaluación y Selección de Alternativas Módulo 1

Los criterios más importantes para tomar en cuenta son: Ingreso, Seguridad, Instalación, Mantenimiento y Costo, tomados de la Tabla 6. En la Tabla 11 se evalúa los criterios seleccionados y los valores asignados para el módulo 1.

Tabla 11

Evaluación de Criterios Módulo 1

	Ingreso	Seguridad	Instalación	Mantenimiento	Costo	$\sum+1$	Ponderación
Ingreso		1	1	1	1	5	0,33
Seguridad	0		1	1	1	4	0,27
Instalación	0	0		1	1	3	0,20
Mant	0	0	0		1	2	0,13
Costo	0	0	0	0		1	0,07
					Suma	15	1
Ingreso > Seguridad > Instalación > Mantenimiento > Costo							

En las Tablas 12, 13, 14, 15 y 16 se muestran las soluciones de las alternativas para cada uno de los criterios relevantes para el módulo, ingreso, seguridad, instalación, mantenimiento y costo.

Tabla 12

Evaluación de criterio "Ingreso"

Separación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\sum+1$	Ponderación
Alternativa 1		1	1	2	0,50
Alternativa 2	0		0	2	0,17
Alternativa 3	0	1		3	0,33
			Suma	7	1
Alternativa 1 > Alternativa 3 > Alternativa 2					

Tabla 13

Evaluación Criterio "Seguridad"

Subproducto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\sum+1$	Ponderación
Alternativa 1		0,5	1	2,5	0,42
Alternativa 2	0,5		1	2,5	0,42
Alternativa 3	0	0		1	0,17
			Suma	6	1
Alternativa 1 = Alternativa 2 > Alternativa 3					

Tabla 14

Evaluación Criterio "Instalación"

Ingreso	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\sum+1$	Ponderación
Alternativa 1		0	1	2	0,33
Alternativa 2	1		1	3	0,50
Alternativa 3	0	0		1	0,17
			Suma	6	1
Alternativa 2 > Alternativa 1 > Alternativa 3					

Tabla 15

Evaluación Criterio "Mantenimiento"

Seguridad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\sum+1$	Ponderación
Alternativa 1		0	1	2,5	0,42
Alternativa 2	1		1	2	0,33
Alternativa 3	0	0		1,5	0,25
			Suma	6	1
Alternativa 1 > Alternativa 2 > Alternativa 3					

Tabla 16

Evaluación Criterio "Costo"

Instalación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		1	1	3	0,50
Alternativa 2	0		1	2	0,33
Alternativa 3	0	0		1	0,17
			Suma	6	1
Alternativa 2 > Alternativa 1 > Alternativa 3					

La Tabla 17 muestra las conclusiones y valoración final del módulo 1.

Tabla 17

Conclusiones para el Módulo 1.

Conclusión	Ingreso	Seg	Instalación	Mant	Costo	$\Sigma+1$	Prioridad
Altn 1	0,50*0,33	0,42*0,27	0,33*0,20	0,42*0,13	0,50*0,07	1,42	1
Altn 2	0,17*0,33	0,42*0,27	0,50*0,20	0,33*0,13	0,33*0,07	1,35	2
Altn 3	0,33*0,33	0,17*0,27	0,17*0,20	0,25*0,13	0,17*0,07	1,23	3

En conclusión, del análisis realizado, como muestra la Tabla 17, la solución del módulo 1 es la alternativa 1.

Módulo 2: Sistema de Control de Extracción de Talón*Análisis de Funciones Módulo 2*

El siguiente módulo contiene las funciones de control de extracción del aro de talón, detectar sobreintensidad, sobrepresión y motor.

Control de extracción

Las opciones para considerar son un Guardamotor y un Magnetotérmico.

- Guardamotor

Este es un dispositivo de uso específico de motores, ya que protegen a los motores ante sobrecargas y cortocircuitos. Estos dispositivos están conformados internamente por fusibles de protección, un relé térmico y un contactor [27]. El guardamotor se muestra en la Figura 12 y sus respectivas ventajas y desventajas en la Tabla 18.



Figura 12. Guardamotor [27]

Tabla 18

Ventajas y Desventajas Alternativa "Guardamotor"

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Protección en sobrecargas y corto circuito	Elevado Costo
Protección de motores	-
Permite un rango de regulación	-

- Magnetotérmico

Permiten proteger circuitos eléctricos antes sobrecargas y cortocircuitos, se usan con las características de tensión e intensidad nominal, además de contar con diferentes curvas de disparo [27], el Magnetotérmico se muestra en la Figura 13, con sus ventajas y desventajas en la Tabla 19.

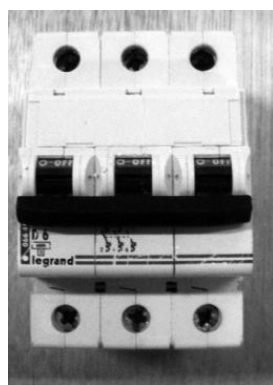


Figura 13. Magnetotérmico [27]

Tabla 19

Ventajas y Desventajas Alternativa "Magnetotérmico"

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Protección en sobrecargas y cortocircuitos	Bajo Costo
Protección de redes y circuitos eléctricos	-
Diferentes curvas de disparo	-

Detectar Atascamiento

Para la sobreintensidad en el proceso consideramos un sensor de corriente, un relé térmico y un sensor de presión.

- Sensor de Corriente

Al tener un funcionamiento que simula un transformador, este sensor mide la corriente alterna dando como resultados valores que varían de voltaje o la corriente proporcional ingresada en la bobina [28]. En la Figura 14 se muestra en sensor de corriente, con sus ventajas y desventajas en la Tabla 20.



Figura 14. Sensor de Corriente [29]

Tabla 20

Ventajas y Desventajas Alternativa "Sensor de Corriente"

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Costo Bajo	Compleja configuración
Fácil Instalación	-
Fácil Acceso	-

- Relé Térmico

Son elementos de protección ante sobrecargas, aunque se usan principalmente en motores eléctricos, se activan al alcanzar un determinado nivel de temperatura, debe estar conectado a un actuador para realizar la acción de desconexión del motor [27]. El relé térmico se muestra en la Figura 15, así como sus ventajas y desventajas en la Tabla 21.

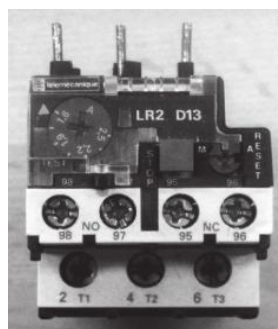


Figura 15. Relé Térmico [27]

Tabla 21

Ventajas y Desventajas Alternativa "Relé Térmico"

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Rango de regulación	No actúa directamente
Protección motores	No protege de cortocircuito
Fácil Acceso	-

- *Sensor de presión*

Estos dispositivos se usan para realizar el control de diferentes fluidos en distintas aplicaciones o ambientes [30]. En la Figura 16 se muestra un sensor de presión con sus ventajas y desventajas en la Tabla 22.



Figura 16. Sensor de presión H [30]

Tabla 22

Ventajas y Desventajas Alternativa "Sensor de Presión"

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Para sistemas hidráulicos	Fácil acceso
Diferentes rangos	-

Motor

- Motor Eléctrico

Se encarga de la transformación de energía eléctrica en mecánica mediante la acción de campos magnéticos para la rotación de un eje [31]. En la Figura 17 se muestra el motor eléctrico, así como sus ventajas y desventajas en la Tabla 23.



Figura 17. Motor Eléctrico [31]

Tabla 23

Ventajas y Desventajas Alternativa "Motor Eléctrico"

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Fácil Acceso	Conexión trifásica
Velocidad moderada	-
Variedad en gama	-
Fácil Acceso	-

- Motor Hidráulico

A través de la energía cinética de un fluido se transforma en energía mecánica que provoca la rotación de un eje [32]. En la Figura 18 se muestra un motor hidráulico con sus ventajas y desventajas en la Tabla 24.

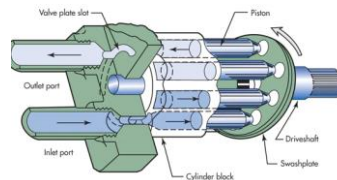


Figura 18. Motor Hidráulico [32]

Tabla 24

Ventajas y Desventajas Alternativa "Motor Hidráulico"

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Potencias Altas en comparación al motor neumático y eléctrico	Costo elevado
Velocidad moderada	Difícil adquisición

- Motor Neumático

Usa el aire comprimido para la generación de trabajo mecánico ya sea giratorio o lineal [33]. En la Figura 19 se muestra un motor neumático con sus ventajas y desventajas en la Tabla 25.



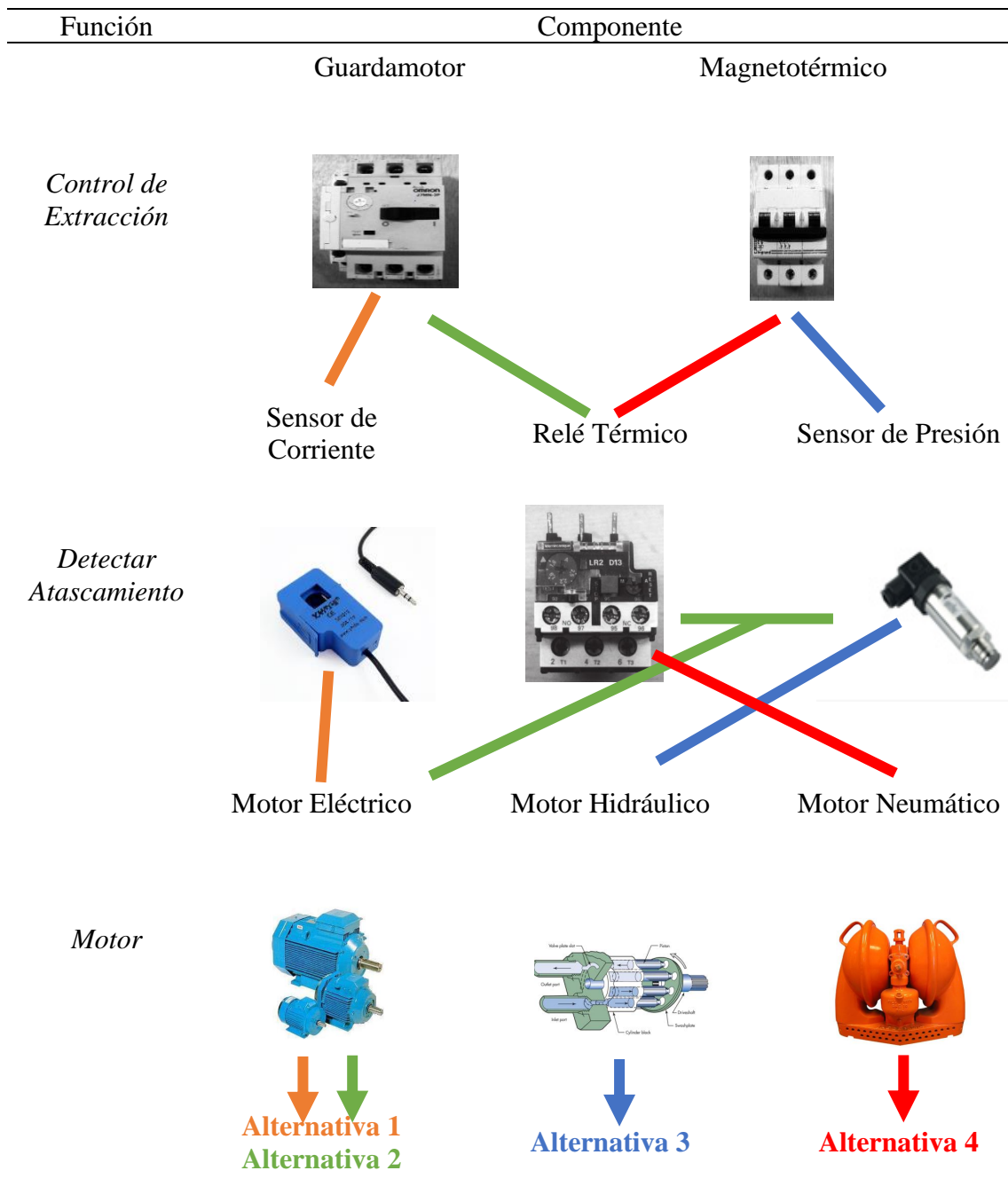
Figura 19. Motor neumático [34]

Tabla 25

Ventajas y Desventajas Alternativa "Motor Neumático"

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Diferentes potencias	Costo elevado
Velocidad alta	Necesita un sistema de alimentación
Par de arranque óptimo	-

Alternativas de Solución Módulo 2



Evaluación y Selección de Alternativas Módulo 2

Los criterios más importantes para tomar en cuenta son: Seguridad, Capacidad, Mantenimiento, Uso y Costo, tomados de la Tabla 6. La Tabla 26, muestra la evaluación y valoración de los criterios analizados para el módulo 2.

Tabla 26

Evaluación de criterios Módulo 2

	Seguridad	Capd	Mant	Uso	Costo	$\Sigma+1$	Ponderación
Seguridad		1	0,5	1	1	4,5	0,3
Capd	0		0,5	1	1	3,5	0,23
Mant	0,5	0,5		0,5	0,5	3	0,2
Uso	0	0	0,5		1	2,5	0,17
Costo	0	0	0,5	0		1,5	0,1
					Suma	15	1

Seguridad > Capacidad > Mantenimiento > Uso > Costo

En las tablas 27, 28, 29, 30 y 31 se muestra las alternativas de solución de los criterios más relevantes determinados para este módulo, analizando la seguridad, capacidad, mantenimiento, costo y uso.

Tabla 27

Evaluación de criterio "Seguridad"

Costo	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		1	0,5	1	3,5	0,35
Alternativa 2	0		1	1	3	0,30
Alternativa 3	0,5	0		0,5	2	0,20
Alternativa 4	0	0	0,5		1,5	0,15
				Suma	10	1

Alternativa 1 > Alternativa 2 > Alternativa 3 > Alternativa 4

Tabla 28

Evaluación de criterio "Capacidad"

Seguridad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0	0,5	1	2,5	0,25
Alternativa 2	1		0,5	1	3,5	0,35
Alternativa 3	0,5	0,5		0	2	0,20
Alternativa 4	0	0	1		2	0,20
				Suma	10	1

Alternativa 2 > Alternativa 1 > Alternativa 4 = Alternativa 3

Tabla 29

Evaluación de criterio "Mantenimiento"

Capacidad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		1	0,5	0	2,5	0,25
Alternativa 2	0		1	0,5	2,5	0,25
Alternativa 3	0,5	0		0,5	2	0,20
Alternativa 4	1	0,5	0,5		3	0,30
				Suma	10	1

Alternativa 2 = Alternativa 1 > Alternativa 4 > Alternativa 3

Tabla 30

Evaluación de criterio "Costo"

Capacidad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0	0,5	0	1,5	0,15
Alternativa 2	1		0,5	0,5	3	0,30
Alternativa 3	0,5	0,5		1	3	0,30
Alternativa 4	1	0,5	0		2,5	0,25
				Suma	10	1

Alternativa 3 = Alternativa 2 > Alternativa 4 > Alternativa 1

Tabla 31

Evaluación de criterio "Uso"

Uso	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0	0,5	0	1,5	0,15
Alternativa 2	1		1	0,5	3,5	0,35
Alternativa 3	0,5	0		0,5	2	0,20
Alternativa 4	1	0,5	0,5		3	0,30
				Suma	10	1

Alternativa 2 > Alternativa 4 > Alternativa 3 > Alternativa 1

La Tabla 32, muestra las conclusiones de las alternativas del módulo 2.

Tabla 32

Conclusiones Módulo 2

Conclusión	Seg	Capd	Mant	Costo	Uso	$\Sigma+1$	Prioridad
Altn 1	0,25*0,3	0,15*0,23	0,15*0,2	0,35*0,17	0,25*0,1	1,22	3
Altn 2	0,25*0,3	0,3*0,23	0,35*0,2	0,3*0,17	0,35*0,1	1,30	1
Altn 3	0,2*0,3	0,3*0,23	0,2*0,2	0,2*0,17	0,2*0,1	1,22	4
Altn 4	0,3*0,3	0,25*0,23	0,3*0,2	0,15*0,17	0,2*0,1	1,25	2

En la Tabla 32 se muestra la conclusión del módulo 2, dando como resultado la alternativa 2.

Módulo 3: Sistema de Destalonamiento.

Análisis de Funciones Módulo 3

El módulo 3 analiza funciones de transmisión de potencia, mecanismo de extracción y extracción de talón.

Transmisión de Potencia

Se considera opciones de: “Cadenas”, “Engranés” y “Bomba Hidráulica”.

- Cadenas

La potencia generada por el motor se transmite a través de ejes de transmisión que cuentan con cadena, piñón motriz y conducido, además de contar con diferentes rangos de velocidades [35]. En la Figura 20, se muestra una cadena de transmisión con sus ventajas y desventajas en la Tabla 33.



Figura 20. Cadena [33]

Tabla 33

Ventajas y Desventajas Alternativa "Cadena"

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Transmisión constante	Ruidoso
Grandes potencias	Requiere lubricación
Sin deslizamiento	Mantenimiento periódico

- Engranés

Se conforman por dos ruedas dentadas las cuales hacen contacto diente con diente, se nombran como piñón conducido y motriz. En la Figura 21 se muestran engranes, así como sus ventajas y desventajas en la Tabla 34.



Figura 21. Engranés [35]

Tabla 34

Ventajas y Desventajas Alternativa "Engranés"

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Limitado por tamaño de la patea	Elevado Costo
Grandes potencias	Ruidoso
Sin deslizamiento	Mantenimiento periódico

- Bomba Hidráulica

Hace uso de la energía mecánica y así aumentar la presión de un líquido con el movimiento de engranes o paletas [36]. En la Figura 22 se muestra una bomba hidráulica con sus ventajas y desventajas en la Tabla 35.



Figura 22. Bomba Hidráulica [37]

Tabla 35

Ventajas y Desventajas Alternativa "Bomba Hidráulica"

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Transformación a presión de líquidos	Elevado Costo
Grandes potencias	-
Sin deslizamiento	-

Mecanismo de Extracción

Las alternativas que se considera son: "Cuchillas Circulares" y "Gancho".

- Cuchillas Circulares

Las cuchillas realizan cortes de cizallamiento por su forma geométrica, como se muestra en la Figura 23, las ventajas y desventajas se detallan en la Tabla 36.



Figura 23. Cuchillas Circulares [38]

Tabla 36

Ventajas y Desventajas Alternativas "Cuchillas lineales"

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Realizan cortes de cizallamiento	Elevado Costo
Cortes hasta de 4m	-

- Gancho y Placa

Este elemento se usa generalmente para transmitir fuerza en la dirección en la que se coloca, esta acción se realiza con ayuda de una placa para separar los materiales. En la Figura 24, se muestra un gancho con sus ventajas y desventajas en la Tabla 37.

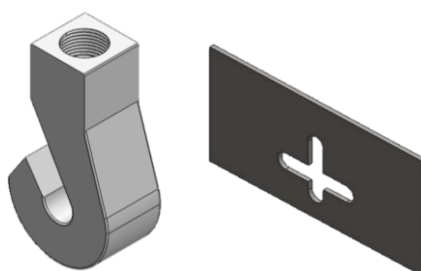


Figura 24. Gancho y Placa

Tabla 37

Ventajas y Desventajas Alternativa "Gancho"

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Cargas Elevadas	Elevado Costo
Fácil mantenimiento	-

Extracción de Talón

Las alternativas que se presentan son: “Dos ejes” y “Cilindro Hidráulico”.

- Dos ejes

Estos ejes giran cada uno en sentido contrario con respecto al otro para generar un corte entre ellos. En la Figura 25 se muestran estos ejes con sus ventajas y desventajas en la Tabla 38.



Figura 25. Cortadora 2 ejes [39]

Tabla 38

Ventajas y Desventajas Alternativa "Dos Ejes"

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Corte lineal	Bajo Costo
No separa materiales	-

- Cilindro Hidráulico

Son actuadores que se usan para dar fuerza en forma lineal en un recorrido determinado a través de un fluido presurizado [40]. En la Figura 26 se muestra el cilindro, con sus ventajas y desventajas en la Tabla 39.



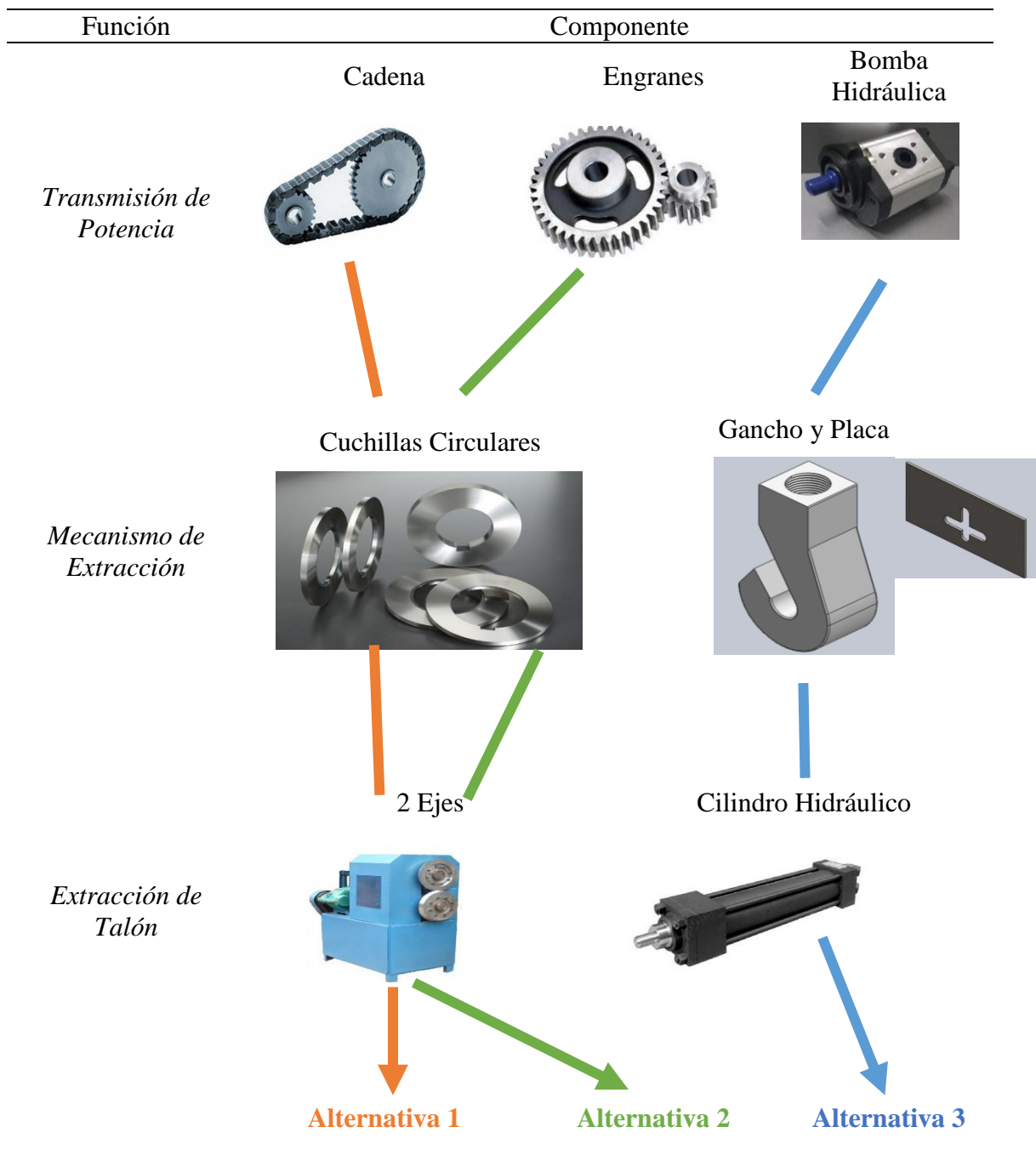
Figura 26. Cilindro Hidráulico [40]

Tabla 39

Ventajas y Desventajas Alternativa "Cilindro Hidráulico"

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Pueden alcanzar fuerzas Elevadas	Elevado Costo
Variedad de Longitud	-
Separa materiales	-

Alternativas solución Módulo 3



Evaluación y Selección de Alternativas Módulo 3

Los criterios más importantes a tomar en cuenta son: Separación, Subproductos, Seguridad y Uso, tomados de la Tabla 6. En la Tabla 40 se muestra la evaluación y valoración de los criterios seleccionados para el módulo 3.

Tabla 40

Evaluación de criterios módulo 3.

	Separación	SubP	Seguridad	Uso	$\Sigma+1$	Ponderación
Separación		1	0,5	0,5	3	0,3
SubP	0		1	1	3	0,3
Seguridad	0,5	0		1	2,5	0,25
Uso	0,5	0	0		1,5	0,15
				Suma	10	1
Separación = Subproducto > Seguridad > Uso						

Las Tablas 41, 42, 43 y 44 muestran el análisis de las alternativas de solución del módulo como: separación, subproducto, seguridad y uso.

Tabla 41

Evaluación de criterio "Separación"

Separación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		1	0	2	0,33
Alternativa 2	0		0	1	0,17
Alternativa 3	1	1		3	0,50
				6	1
Alternativa 3 > Alternativa 1 > Alternativa 2					

Tabla 42

Evaluación de criterio "Subproducto"

Seguridad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0	0	1	0,17
Alternativa 2	1		0,5	2,5	0,42
Alternativa 3	1	0,5		2,5	0,42
				6	1
Alternativa 2 = Alternativa 3 > Alternativa 1					

Tabla 43

Evaluación de criterio "Seguridad"

Implementación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0,5	0	1,5	0,25
Alternativa 2	0,5		0,5	2	0,33
Alternativa 3	1	0,5		2,5	0,42
				6	1

Alternativa 3 > Alternativa 2 > Alternativa 1

Tabla 44

Evaluación de criterio "Uso"

Uso	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		1	0	2	0,33
Alternativa 2	0		0,5	1,5	0,25
Alternativa 3	1	0,5		2,5	0,42
				6	1

Alternativa 3 > Alternativa 1 > Alternativa 2

La Tabla 45, muestra las conclusiones del análisis de criterios del módulo 3, la solución óptima es la alternativa 3.

Tabla 45

Conclusiones para el Módulo 3

Conclusión	Sep.	SubP	Seguridad	Uso	$\Sigma+1$	Prioridad
Altn 1	0,33*0,3	0,17*0,3	0,25*0,25	0,33*0,15	1,69	2
Altn 2	0,17*0,3	0,42*0,3	0,33*0,25	0,25*0,15	1,65	3
Altn 3	0,50*0,3	0,42*0,3	0,42*0,25	0,42*0,15	1,95	1

En la Tabla 45 se muestra la conclusión del módulo 2, dando como resultado la alternativa 3.

Módulo 4: Salida del neumático*Módulo 1: Análisis de Funciones Módulo 4*

Se analiza la función de salida del neumático después del proceso.

Salida del Neumático

Para este módulo se considera las opciones: "Recipiente metálico" y "Recipiente Plástico".

- Recipiente Metálico

Este recipiente metálico cuenta con ruedas facilitando su movimiento. En la Figura 27 se muestra este recipiente con sus ventajas y desventajas en la Tabla 46.



Figura 27. Recipiente Metálico [41]

Tabla 46

Ventajas y Desventajas Alternativa "Recipiente Metálico"

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Vida útil prolongada	Elevado Costo
Transportable	-

- Recipiente Plástico

Este recipiente plástico cuenta con ruedas en la parte inferior para su movimiento. En la Figura 28 se muestra este recipiente con sus ventajas y desventajas en la Tabla 47.







Figura 28. Contenedor Plástico [42]

Tabla 47

Ventajas y Desventajas Alternativa "Recipiente Plástico"

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Bajo Costo	Vida útil corta
Transportable	-

Alternativas de Solución Módulo 4

Función	Componente	
	Recipiente Metálico	Recipiente Plástico
<i>Salida del Neumático</i>		
	 Alternativa 1	 Alternativa 2

Evaluación y Selección de Alternativas Módulo 4.

Los criterios más importantes a tomar en cuenta son: Seguridad, Mantenimiento, Costo y Uso, tomados de la Tabla 6. En la Tabla 48, se muestra la evaluación de criterios para el módulo 4.

Tabla 48

Evaluación de Criterios Módulo 4

	Seguridad	Mantenimiento	Costo	Uso	$\Sigma+1$	Ponderación
Seguridad		0,5	1	1	3,5	0,35
Mantenimiento	0,5		0,5	0,5	2,5	0,25
Costo	0	0,5		0,5	2	0,2
Uso	0	0,5	0,5		2	0,2
				Suma	10	1

Seguridad > Mantenimiento > Costo = Uso

Las tablas 49, 50, 51 y 52, muestran el análisis de criterios relevantes para este módulo: mantenimiento, seguridad, costo y uso.

Tabla 49

Evaluación de criterio "Seguridad"

Mantenimiento	Alternativa 1	Alternativa 2	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		1	2	0,67
Alternativa 2	0		1	0,33
			3	1

Alternativa 1 > Alternativa 2

Tabla 50

Evaluación de criterio "Mantenimiento"

Seguridad	Alternativa 1	Alternativa 2	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0,5	1,5	0,50
Alternativa 2	0,5		1,5	0,50
			3	1
Alternativa 1 = Alternativa 2				

Tabla 51

Evaluación de criterio "Costo"

Costo	Alternativa 1	Alternativa 2	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0	1	0,33
Alternativa 2	1		2	0,67
			3	1
Alternativa 2 > Alternativa 1				

Tabla 52

Evaluación de criterio "Uso"

Uso	Alternativa 1	Alternativa 2	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0	1	0,33
Alternativa 2	1		2	0,67
			3	1
Alternativa 1 = Alternativa 2				

En la Tabla 53, se muestran las conclusiones del análisis del módulo 4.

Tabla 53

Conclusiones para el Módulo 4.

Conclusión	Mant	Seguridad	Costo	Uso	$\Sigma+1$	Prioridad
Altn 1	0,25*0,2	0,15*0,17	0,15*0,17	0,35*0,23	1,42	2
Altn 2	0,25*0,2	0,3*0,17	0,35*0,17	0,3*0,23	1,58	1

La tabla 53, muestra que la solución óptima para el módulo es la alternativa

2. La Figura 29 muestra la alternativa general con la solución de cada módulo.

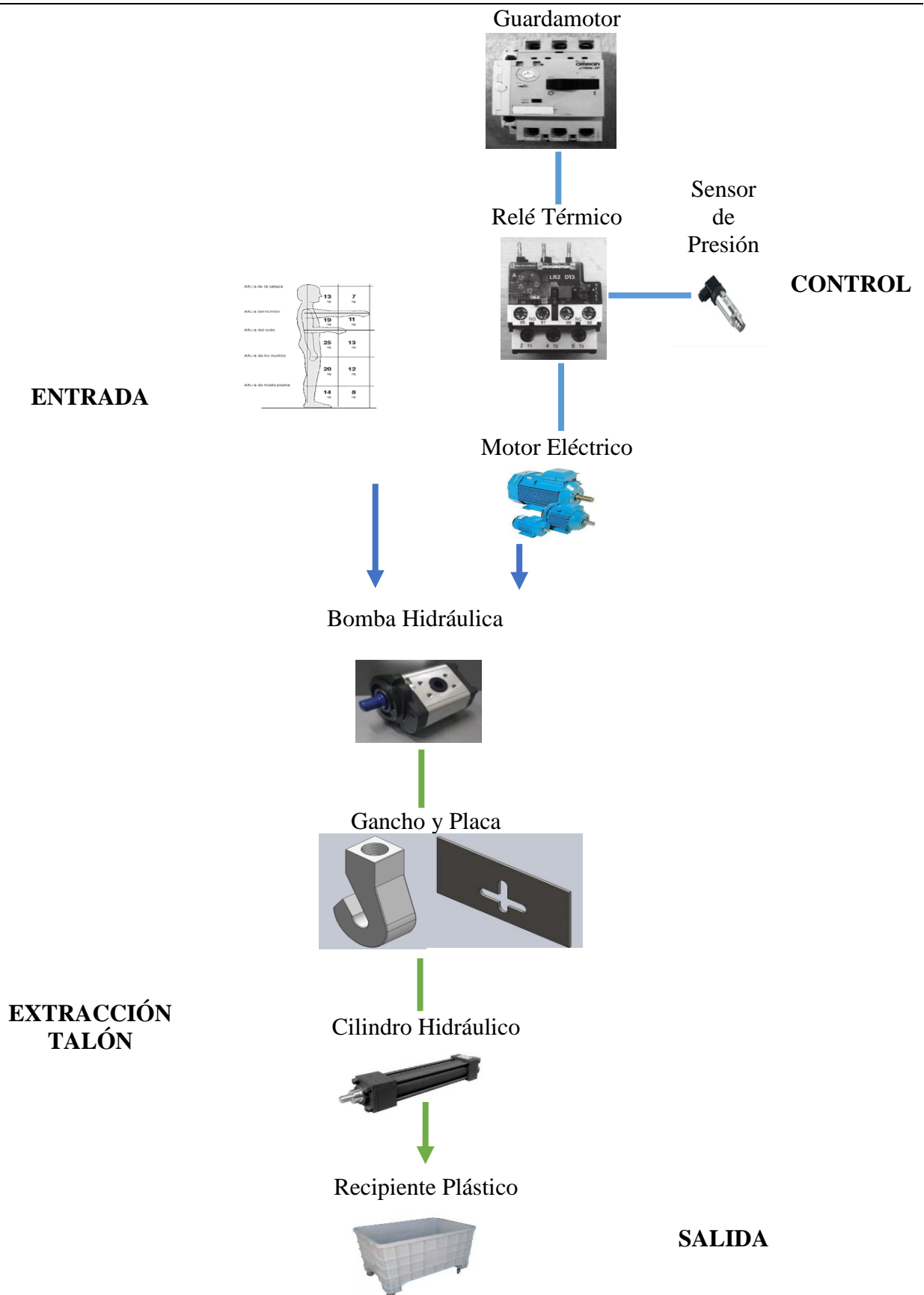


Figura 29. Resultado de Alternativas de Solución del Análisis Modular.

2.3. Ángulo de Corte del Gancho

El análisis modular determina que se usa un gancho para la extracción del aro de talón, el cual realizará la acción directa de contacto con el neumático. La acción del gancho inicia al realizar el corte en el neumático.

Al aplicar la herramienta en forma perpendicular a la superficie del neumático provoca que se divida la superficie del material [43]. El gancho debe tener un ángulo de corte acorde al material para facilitar el proceso.

El ángulo de corte generado por el gancho para atravesar el neumático se determina en el Anexo 4.

Para la selección de este ángulo de corte se considera el neumático como material de goma dura con sus respectivos ángulos de incidencia, ataque y desprendimiento, los cuales se muestran en la Figura 30.

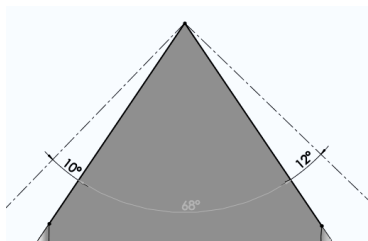


Figura 30. Ángulo de corte del Gancho

2.4. Diseño de la Propuesta

El diseño se realiza mediante la técnica DFMA (Diseño para la Fabricación y Montaje), el mismo debe definir aspectos de manufactura, ensamble y costos [44]. Las especificaciones técnicas se determinan de los resultados de la selección de alternativas y a partir de estas se realiza el Diseño Asistido por Computador (CAD) del sistema de extracción para neumáticos rin 14, las medidas aproximadas de un neumático de este tipo se toman del Anexo 5, con medidas aproximadas de 630 mm de largo y 205 mm de ancho.

Los valores de ancho y largo corresponden a las distancias mínimas que debe tener el sistema de extracción, de esta manera se determina que el diámetro interno del gancho de extracción es de 35 mm, en este espacio se alojarán los alambres del talón al momento de aplicar fuerza, en la Figura 31 se muestra el diseño del gancho.

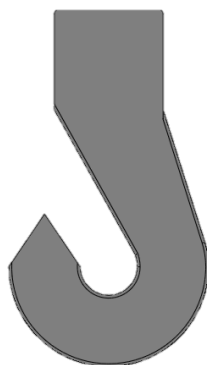


Figura 31. Gancho de Extracción

El espesor del gancho se determina en función de los esfuerzos aplicados y del diámetro del vástago del cilindro hidráulico seleccionado para la extracción del aro talón.

La extracción del talón también se realiza a través de la placa de separación, esta placa debe tener las dimensiones necesarias para que el gancho la atraviese y los alambres del neumático puedan desprenderse fácilmente, por lo tanto, se obtiene una placa de extracción con el gancho, como se muestra en la Figura 32.

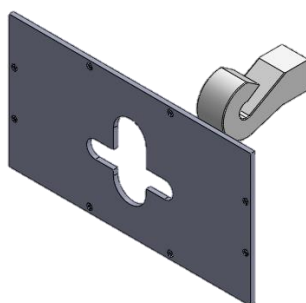


Figura 32. Placa de extracción

El diseño de la estructura según la metodología DFMA, analiza la facilidad de construcción, montaje y mantenimiento, en este caso debido a las altas cargas se selecciona un perfil estructural tipo IPE 140 Anexo 6,

Las dimensiones de la estructura corresponden al tamaño del cilindro hidráulico y la longitud de recorrido del pistón, además se debe tomar en cuenta que la altura no debe sobrepasar 1,75 m, que corresponde a la altura límite de carga de una persona [45].

La estructura se obtiene uniendo las partes con soldadura y las sujeciones con tornillos, Figura 33.

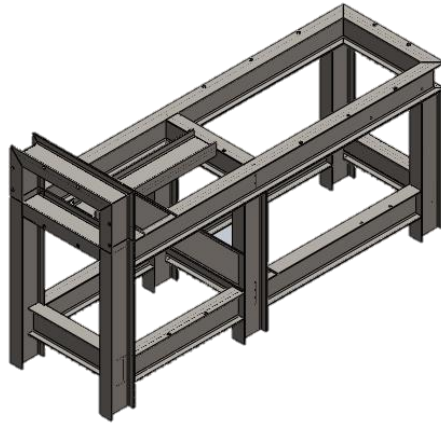


Figura 33. Estructura de Soporte

La placa de extracción se sujeta por medio de pernos a la estructura, así mismo la placa donde se colocará el cilindro hidráulico y la unidad hidráulica.

Se añade una placa en la parte frontal como soporte de la llanta para el momento de la extracción

Se coloca una plancha inferior a la carrera del cilindro para posible caída de material en el proceso y una cubierta metálica para protección del operador, Figura 34.

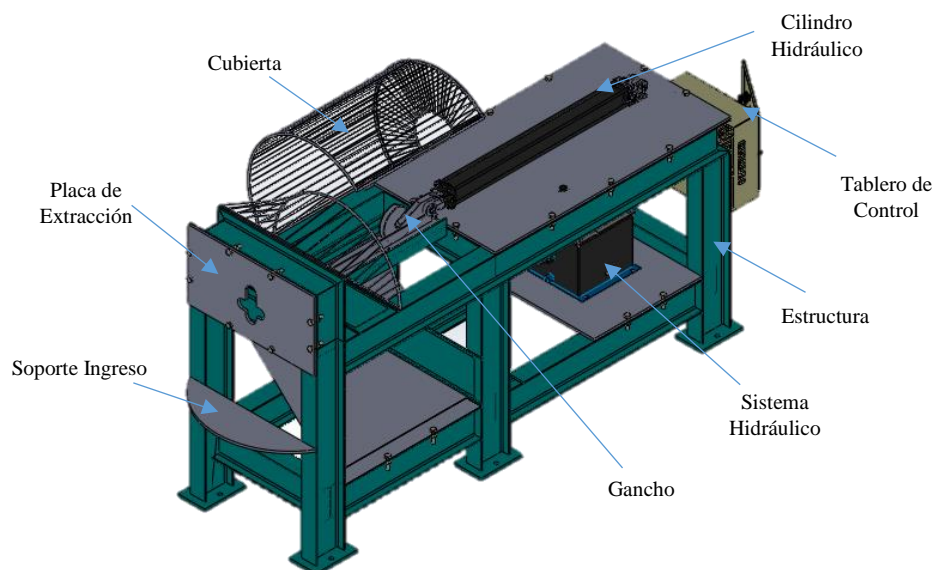


Figura 34. Sistema de Extracción

Este diseño CAD preliminar se ajusta a posibles cambios posteriores dependiendo de los cálculos y simulaciones de sus elementos.

3. Capítulo III. Diseño Mecánico de la Propuesta

Este capítulo detalla los resultados de los cálculos realizados y simulaciones de los elementos de máquina.

La verificación de los datos obtenidos se realiza con un análisis comparativo de los valores calculados y obtención del error porcentual.

Consecuentemente se realizan simulaciones de los elementos involucrados en el proceso de extracción y así obtener el diseño de prototipo de máquina para extracción del aro de talón, además, de su lista de materiales y planos mecánicos.

3.1. Fuerza Requerida para la Extracción

La fuerza necesaria para la extracción del aro de talón se determina a partir de datos obtenidos de la resistencia al desgarre (58,5 N/mm) [46], el espesor de los neumáticos que se puede encontrar en el mercado tiene un máximo de 6,5 mm [47].

La fuerza perpendicular aplicada se obtiene con la ecuación 1.

$$F = \text{resistencia desgarro} \cdot \text{espesor neumático} \quad (1)$$

$$F = 380,25 \text{ N}$$

El área de aplicación equivalente de esta fuerza se obtiene con dimensiones del espesor de 6,5 mm, por lo tanto, para determinar la resistencia del neumático se aplica la fuerza en el área aproximada del ancho del talón:

$$\text{Resistencia} = \frac{F}{A} \quad (2)$$

$$A = 84,5 \cdot 10^6 \text{ m}^2$$

$$\text{Resistencia} = 4,5 \cdot 10^6 \text{ MPa}$$

De acuerdo con el alcance establecido debe estar diseñado para un diámetro de 14 in (RIN 14), al cual se le aumenta un 10% aproximado al área donde se efectuará la extracción, debido a que la inserción del gancho no debe realizarse en la zona donde se ubican los alambres del talón, obteniendo un diámetro para el diseño de 406,4 mm.

El área de aplicación de la fuerza máxima se obtiene al inicio de la extracción cuando la fuerza se aplica en toda el área de la circunferencia que contiene el alambre, por lo tanto, el perímetro será de 1,28 m.

$$\text{Perímetro} = 1,28 \text{ m}$$

De este modo obtenemos el área de aplicación de la fuerza al multiplicar:

$$\text{Área de aplicación} = \text{Perímetro} \cdot \text{espesor neumático} \quad (3)$$

$$\text{Área de aplicación} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

La fuerza necesaria para extraer el aro de talón es la resistencia por el área de aplicación.

$$\text{Fuerza de Extracción} = \text{Resistencia} \cdot \text{Área de aplicación} \quad (4)$$

$$\text{Fuerza de Extracción} = 37,34 \text{ kN}$$

Estos resultados representan la fuerza requerida obtenida teóricamente.

3.2. Diseño de Elemento de Extracción

El elemento encargado de realizar el desgarro del alambre y el cual está en contacto directo con el neumático es el gancho, el cual deberá resistir la fuerza de tracción. Los elementos para el cálculo de estos esfuerzos se observan en la Figura 35. El gancho de extracción tiene una sección rectangular.

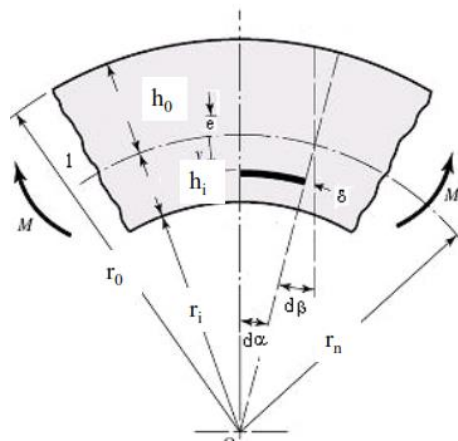


Figura 35. Elementos de Vigas Curvas [48]

Para calcular el esfuerzo de la superficie interior del gancho se utilizan las ecuaciones 5 a la 11.

$$A = b \cdot h \quad (5)$$

$$r_n = \frac{h}{\ln\left(\frac{r_e}{r_i}\right)} \quad (6)$$

$$R = r_i + \frac{h}{2} \quad (7)$$

$$e = \frac{h^2}{12R} \quad (8)$$

$$M_f = P \cdot R \quad (9)$$

$$h_i = r_n - r_i \quad (10)$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{M_f \cdot h_i}{A \cdot r_i} + \frac{P}{A} \quad (11)$$

Donde,

b es la base de la secci3n del gancho.

h es la altura de la secci3n del gancho.

A es el 3rea de la secci3n del gancho.

r_n es el eje neutro de la viga curva.

r_e es el radio externo de la viga curva.

r_i es el radio interno de la viga curva.

R es el radio del eje centroidal.

e es la distancia entre el eje centroidal y el eje neutro (excentricidad).

P es la carga aplicada en la viga curva.

M_f es el momento flector.

h_i es la distancia desde la fibra interna al eje neutro.

$\sigma_{m\acute{a}x}$ es el esfuerzo m3ximo a flexi3n.

Dimensiones del gancho:

$$h = 65 \text{ mm}$$

$$b = 25,4 \text{ mm}$$

$$r_e = 82,5 \text{ mm}$$

$$r_i = 17,5 \text{ mm}$$

Con la ecuaci3n 4 y los datos de las dimensiones del gancho se obtiene el 3rea de la secci3n $A = 1651 \text{ mm}^2$

Con la ecuaci3n 5 se calcula la distancia del eje neutro de la viga $r_n = 40,12 \text{ mm}$.

El radio del eje centroidal se calcula con la ecuación 6, $R = 50 \text{ mm}$ y con la ecuación 7 la excentricidad $e = 9,98 \text{ mm}$.

Tomando en cuenta que la fuerza requerida P es la aplicada en el cilindro y la ecuación 8 tenemos:

$$P = 37345 \text{ N}$$

$$M_f = 1867,25 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Con la ecuación 9 obtenemos:

$$h_i = 22,62 \text{ mm}$$

Por lo tanto, con la ecuación 10 el esfuerzo máximo será:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = 167,1 \text{ MPa}$$

3.3. Análisis de Factor de Seguridad

El material seleccionado para el gancho de extracción es el acero AISI 1045 (ver Anexo 7), que al ser un acero no aleado y contenido medio de carbono es el adecuado para esta aplicación, ya que la punta del gancho al realizar la fuerza para atravesar el neumático puede ser endurecida, su límite de fluencia es de 530 MPa (S_y), [49]. El cálculo del factor de seguridad se realiza con la ecuación 12.

$$N = \frac{S_y}{\sigma_{m\acute{a}x}} \quad (12)$$

Donde,

S_y es el límite de fluencia del material.

$\sigma_{m\acute{a}x}$ es el esfuerzo máximo a flexión.

N es el factor de seguridad.

Con el cálculo del factor de seguridad se obtiene un valor de $N = 3$.

3.4. Simulación del Elemento de Extracción

Condiciones de borde

Restricciones: El gancho al ser sujetado por un pasador al cilindro hidráulico se restringe el movimiento en los 3 ejes (X, Y, Z), sobre la superficie de la perforación para simular las condiciones del gancho.

Carga: La fuerza aplicada es la calculada para la extracción del aro de talón colocada en el eje Y, sobre la superficie interna del gancho. En la Figura 36 y 37, se muestra la simulación de esfuerzo máximo y el factor de seguridad para el gancho de extracción.

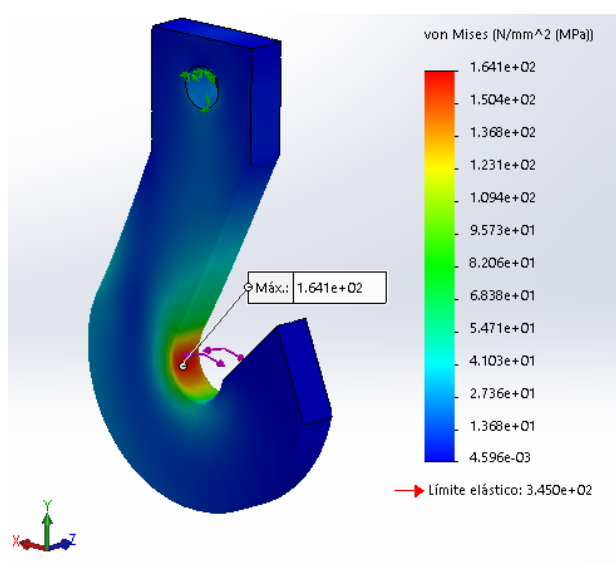


Figura 36. Esfuerzo máximo

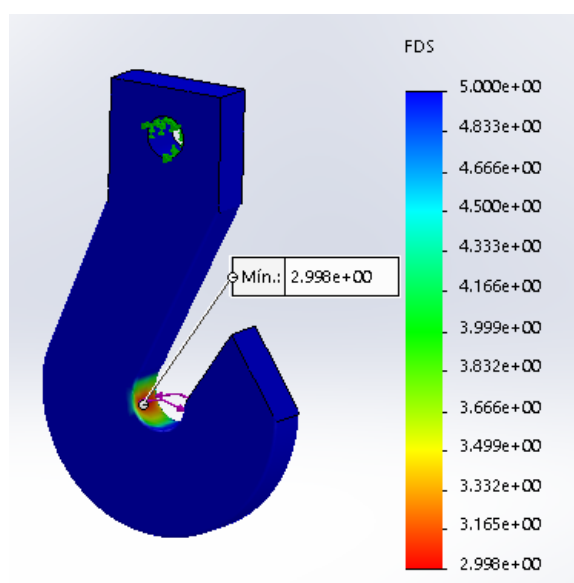


Figura 37. Factor de Seguridad del Gancho

Se realiza un análisis de convergencia de los resultados de la simulación, iniciando con una malla estándar y posteriormente refinar la malla al aumentar el número de elementos. El análisis de sensibilidad del modelo se determina con el error porcentual entre cada mallado aplicando la ecuación 13.

$$E = \frac{\sigma_n - \sigma_{n-1}}{\sigma_{n-1}} \cdot 100 \quad (13)$$

σ_n es el valor del esfuerzo del mallado actual

σ_{n-1} es el valor del esfuerzo del mallado anterior

Los resultados de la Tabla 54 del análisis de convergencia muestran un error máximo de 1,70 %.

Tabla 54

Análisis de Convergencia

Número de malla	Esfuerzo máximo de von Mises (MPa)	Número de elementos	Error porcentual (%)
1	164,1	9284	
2	166,8	9528	1,65
3	164,7	10266	-1,26
4	167,5	10510	1,70
5	165,7	10974	-0,48
6	164,8	11428	-0,54
7	165,8	11868	0,61
8	164,6	12041	-0,72
9	166,8	12478	1,34
10	165,4	13253	-0,84
11	165,2	13253	-0,12

La gráfica de la Figura 38 muestra la sensibilidad del modelo con una curva estable y esfuerzos máximos que se aproximan a 165 MPa.

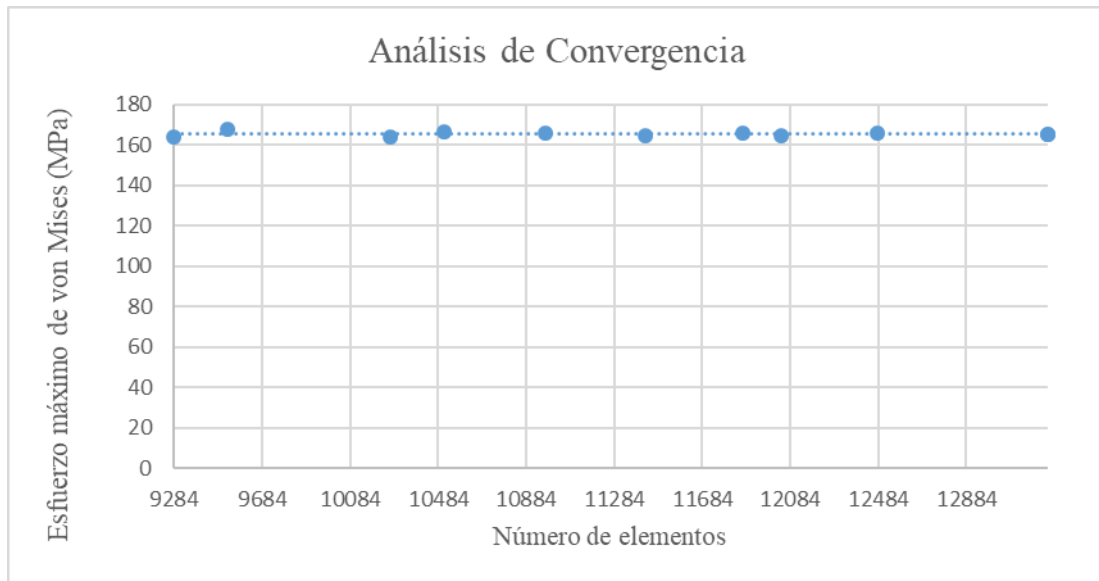


Figura 38. Representación gráfica del Análisis de Convergencia

Los resultados del análisis de convergencia y los cálculos se comparan para obtener el porcentaje de error, como se muestra en la Tabla 55.

Tabla 55

Resultados de análisis del gancho

Pieza	Dato	Simulación	Cálculo	% Error
Gancho	Esfuerzo máx.	165 MPa	167,1 MPa	1,25
	Factor S	2,99	3	0,33

3.5. Diseño de pasadores

Los pasadores usados para sujetar el gancho de extracción y el anclaje del cilindro se encuentran sometidos a la carga aplicada por igual en las dos direcciones, como se muestra en la Figura 39.

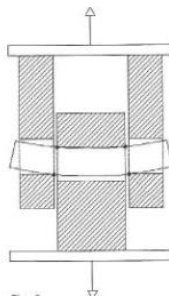


Figura 39. Fuerzas aplicadas a un pasador [50]

La fuerza aplicada en este pasador que será el contacto entre el gancho y el cilindro será la fuerza para la extracción del aro de talón. Las cargas distribuidas a lo largo del pasador se muestran en la Figura 40.

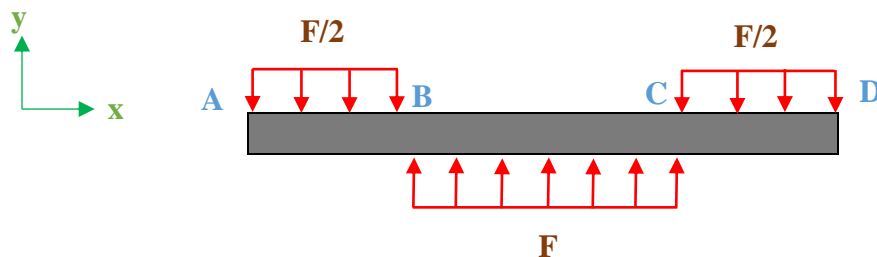


Figura 40. DCL del pasador

A partir del DCL se realiza el diagrama de fuerza cortante y momento flector de los pasadores como se muestra en la Figura 41.

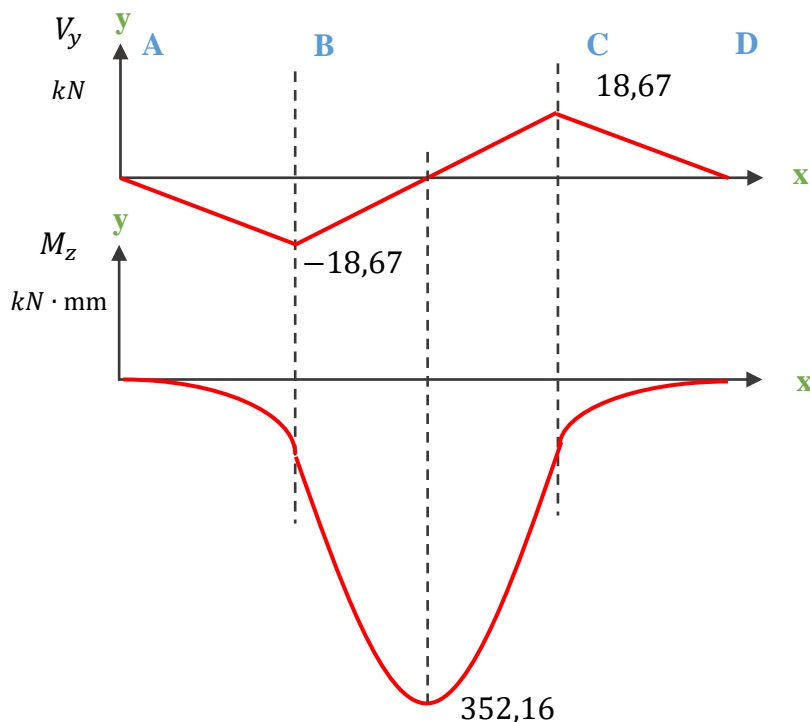


Figura 41. Diagrama de fuerza cortante y momento flector del pasador

Del diagrama de corte y momento se obtienen valores de $V_{m\acute{a}x} = 18,67 \text{ kN}$ y $M_{m\acute{a}x} = 352,16 \text{ kN}$.

3.6. Análisis de Factor de Seguridad

El material de los pasadores debido a sus propiedades mecánicas en el acero AISI 1045 con un límite elástico (S_y) de 530 MPa [49], el cálculo de τ , esfuerzo máximo y del factor de seguridad se realiza mediante las ecuaciones 14 a la 18.

$$\tau = \frac{V_{m\acute{a}x}}{A} \quad (14)$$

$$S_{ys} = \frac{S_y}{\sqrt{3}} \quad (15)$$

$$N = \frac{\tau}{S_{ys}} \quad (16)$$

$$I_o = \frac{\pi \cdot r^2}{4} \quad (17)$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{M \cdot C}{I_o} \quad (18)$$

Donde,

τ es el esfuerzo cortante

$V_{m\acute{a}x}$ es el cortante máximo

A es el área del pasador

S_{ys} es la resistencia a la fluencia de corte

S_y es la resistencia a la fluencia del material

r es el radio del pasador

I_o es la inercia para la forma circular

M es el momento máximo

C es la distancia desde el eje neutro a la fibra más alejada de la viga

Mediante la ecuación 14 se calcula el esfuerzo máximo al corte, con la ecuación 15 se calcula la resistencia al corte y con la ecuación 16 el factor de seguridad del esfuerzo cortante. Con la ecuación 17 se calcula la inercia del pasador y con la ecuación 18 se calcula el esfuerzo máximo para posteriormente obtener el factor de seguridad empleando la ecuación 12. Se obtienen los siguientes resultados, como se muestra en la Tabla 56.

Tabla 56

Resultado de cálculo de pasadores

Pasador	Cortante máxima	Factor de seguridad por cortante	Esfuerzo máximo	Factor de seguridad por esfuerzo máximo
A	36,85 MPa	8,30	218,9 MPa	2,42

3.7. Simulación de Pasadores

Condiciones de borde

Restricciones: El pasador al ser la conexión entre el cilindro y el gancho se restringe el movimiento en los ejes X y Z al ser el plano de acción de la fuerza, se considera como apoyos a las conexiones en los extremos del pasador, además se restringe el movimiento en los 3 ejes en uno de los extremos para evitar errores en la simulación.

Carga: La fuerza es la calculada para la extracción del aro de talón que se aplica sobre el eje X. La Figura 42 y 43 muestra las simulaciones de cortante y factor de seguridad.

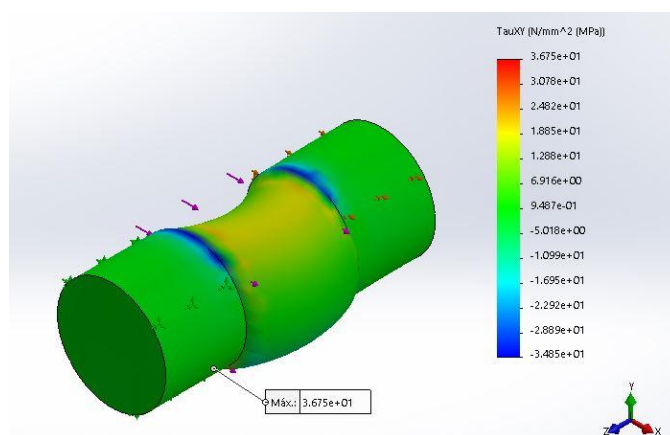


Figura 42. Cortante máximo del pasador.

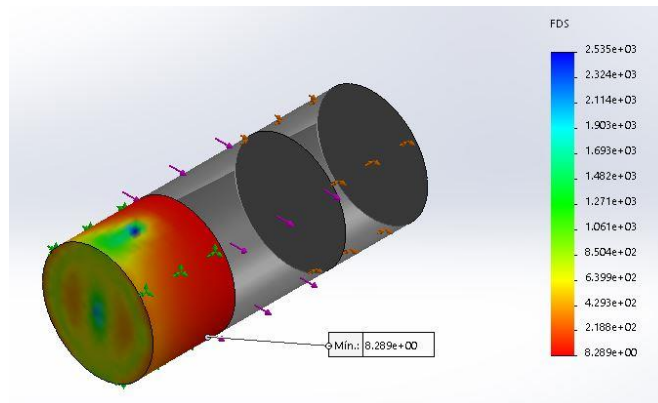


Figura 43. Factor de seguridad por cortante.

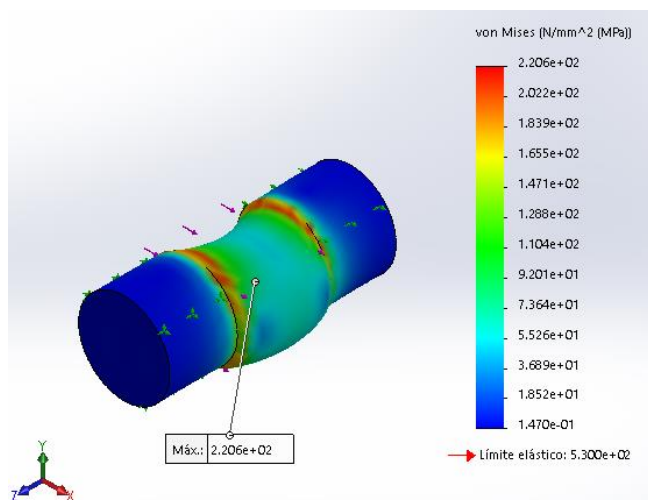


Figura 44. Esfuerzo máximo del pasador.

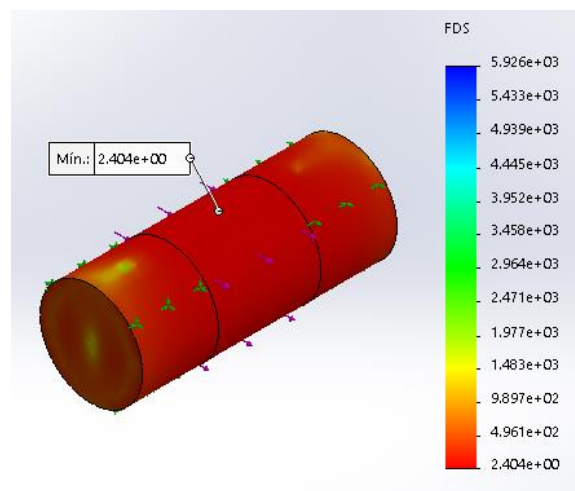


Figura 45. Factor de seguridad por esfuerzo máximo.

Se realiza un análisis de convergencia de los resultados de la simulación y obtener el error porcentual entre cada mallado aplicando la ecuación 19.

$$E = \frac{\tau_n - \tau_{n-1}}{\tau_{n-1}} \cdot 100 \quad (19)$$

τ_n es el valor del cortante del mallado actual

τ_{n-1} es el valor del cortante del mallado anterior

Los resultados de la Tabla 57 del análisis de convergencia muestran un error máximo de 2,70 %.

Tabla 57

Análisis de Convergencia

Número de malla	Cortante (MPa)	Número de elementos	Error porcentual (%)
1	36,75	7034	
2	36,56	7412	-0,52
3	35,98	7883	-1,59
4	35,17	8057	-2,25
5	36,12	8638	2,70
6	35,23	9226	-2,46
7	36,04	9721	2,30
8	35,68	10345	-1,00
9	36,59	10904	2,55
10	35,93	11393	-1,80
11	36,83	118579	2,50

La gráfica de la Figura 46 muestra la sensibilidad del modelo con una curva estable y cortantes máximos que se aproximan a 36 MPa.

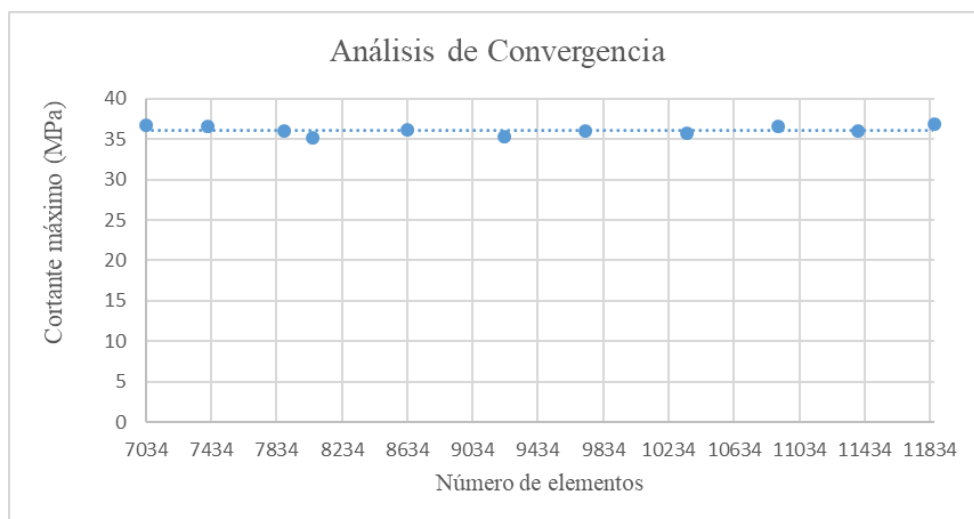


Figura 46. Representación gráfica del Análisis de Convergencia

Una vez obtenidos los resultados de la simulación se realiza la comparación de los resultados, como se muestra en la Tabla 58.

Tabla 58

Resultados de análisis del pasador

Pieza	Dato	Simulación	Cálculo	% Error
Pasador	Cortante máx.	36 MPa	36,85 MPa	2,3
	Factor S (cortante)	8,28	8,30	0,24
	Esfuerzo máx.	220,6 MPa	218,9 MPa	0,77
	Factor S (esfuerzo)	2,4	2,42	0,82

De los resultados obtenidos se selecciona el mínimo valor de 2,4 en el factor de seguridad.

3.8. Simulación de Placa de Extracción

Condiciones de borde

Restricciones: La placa se sujeta a la estructura mediante pernos por lo que se coloca geometría fija en los 8 puntos, además se restringe el movimiento perpendicular al plano que se aplica la fuerza en el eje Z, en la zona de contacto con la estructura.

Carga: La fuerza es la calculada para la extracción del aro de talón aplicada en el eje Z sobre la cara frontal de la placa, en una zona aproximada de contacto del neumático con un ancho de sección de 195 mm [51].

Material: El material para la placa de extracción es el acero ASTM A36 ver Anexo 8 y cuenta con un esfuerzo a la fluencia mínimo de 250 MPa [52]. En la Figura 47, se muestra el factor de seguridad de la placa.

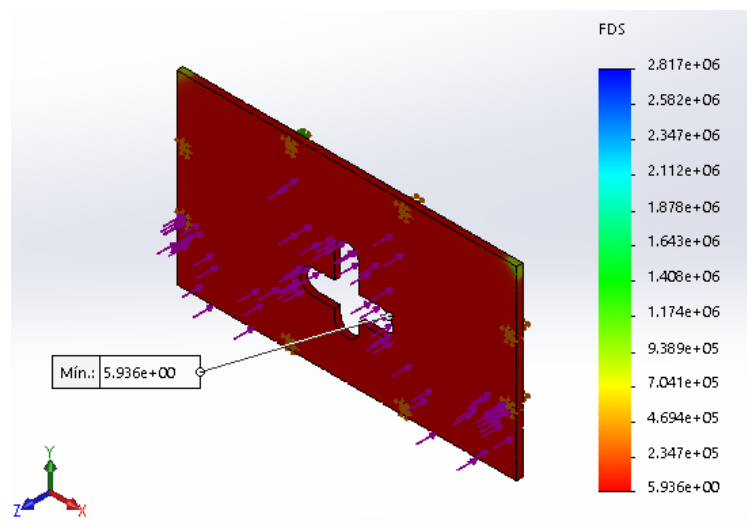


Figura 47. Factor de seguridad placa de Extracción

Los resultados del análisis de la placa de extracción muestran en la Tabla 59.

Tabla 59

Resultados análisis placa de extracción

Pieza	Dato	Simulación
Placa E	Esfuerzo máx.	42,11 MPa
	Factor S	5,9

3.10. Simulación de la Estructura

Condiciones de borde

Restricciones: El diseño de la estructura cuenta con perforaciones en los contactos con el piso por lo que se utiliza geometría fija.

Carga: La fuerza para la extracción del aro de talón se coloca en el eje Z, en la parte frontal de la estructura donde tiene contacto con la placa de ingreso, se agrega la carga ejercida por el peso aproximado del cilindro hidráulico de 422,2 N, en el eje Y sobre la parte superior que tiene contacto con la plancha de soporte del cilindro y la carga ejercida por el peso de los elementos hidráulicos de aproximadamente 372,4 N, en el eje Y sobre la parte inferior de la estructura que tiene contacto con la plancha de soporte de la unidad hidráulica.

Material: El material para la estructura es el acero ASTM A36, el cual tiene un esfuerzo a la fluencia mínimo de 250 MPa [52].

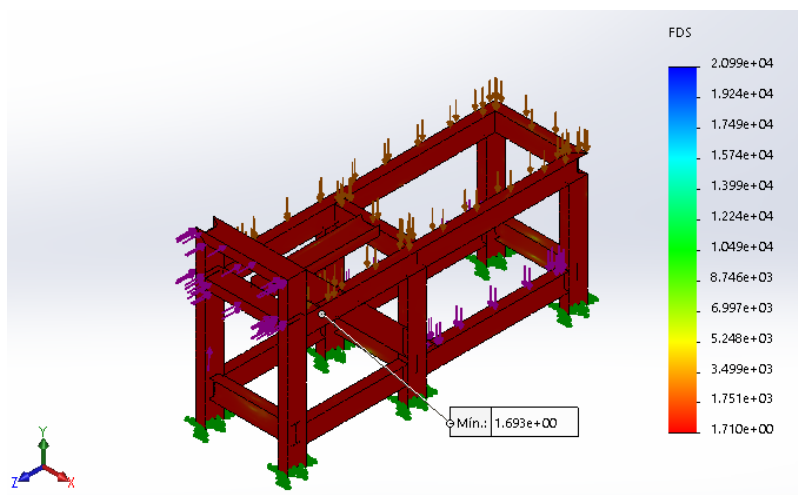


Figura 48. Factor de Seguridad Estructura

En la Figura 48, se observa la simulación de la viga IPE 140, de la estructura obteniendo un factor de seguridad de 1,7.

3.11. Selección de Elementos Hidráulicos

Los requerimientos del cliente determinan que se debe procesar 100 kg/h, lo que equivale a 8 neumáticos aproximadamente, para el proceso de extracción del aro de talón se tiene un margen de 3,5 min por neumático en tiempo muerto, además que cada neumático cumple 2 ciclos de extracción dando un total de 16 ciclos en una hora.

El total de tiempo muerto es de 28 min en los 16 ciclos, restando 32 min para tiempo de trabajo en los cuales el cilindro debe realizar el recorrido de la carrera 32 veces. Así obtenemos que la velocidad del cilindro debe ser recorrido/min.

El proceso de selección del cilindro hidráulico depende de la fuerza que se va a emplear en el proceso y del caudal, por lo tanto, se emplean las ecuaciones 20 y 21.

$$Q = V \cdot A \quad (20)$$

$$P = \frac{F}{A} \quad (21)$$

Donde,

Q Caudal

V Velocidad salida del pistón

A Área émbolo

P Presión de trabajo hidráulico

F Fuerza de extracción del talón

Con la igualdad de las ecuaciones 20 y 21, se obtiene el caudal mostrado en la ecuación 22, además se aumenta un 10% de seguridad a la fuerza ejercida por pérdidas a las que se somete durante el trabajo [53].

$$Q = \frac{1,1 \cdot F \cdot V}{P} \quad (22)$$

El diámetro promedio de un neumático RIN 14, se calcula de acuerdo con las medidas proporcionadas por la llanta más grande disponible en el mercado, 195/80R14 [51] cuyas medidas son:

Diámetro interno: 356 mm - Diámetro externo: 668 mm

De estas medidas máximas se obtiene un diámetro promedio de 512 mm con un perímetro de 1608,5 mm. El recorrido mínimo que realiza el alambre para ser extraído totalmente del neumático se obtiene, reduciendo a la mitad la longitud total del alambre (perímetro), con la ecuación 23 se obtiene la carrera mínima de 802,25 mm.

$$Carrera\ mínima = \frac{Perímetro}{2} \quad (23)$$

Los datos de velocidad se obtienen de la carrera mínima que debe realizar el pistón del cilindro y de las revoluciones aproximadas del motor, se toma un valor de 1500 rpm como valor promedio, de acuerdo a los rangos de trabajo de motores de alta potencia [54],

Para obtener la velocidad se multiplica el valor de las revoluciones por la carrera mínima realizada obteniendo un valor de $120,3 \times 10^2 \text{ mm}/\text{min}$, el valor de la presión se obtiene de catálogos de cilindros hidráulicos, tomando un valor promedio recomendado de trabajo de 13,79 MPa [55].

Con los datos de referencia en la ecuación 20 se tiene un valor referencial de caudal de $6,458 \times 10^6 \text{ mm}^3/\text{min}$ y con la ecuación 21 se obtiene un diámetro mínimo del émbolo de 64 mm.

Los cilindros disponibles en el mercado cuentan con dimensiones estándar por lo que la característica que se añade para seleccionar el cilindro es la carrera mínima, de esta manera se dispone de un cilindro hidráulico con una carrera de 914,4 mm,

diámetro de émbolo de 101,6 mm y una presión máxima de 20,68 MPa [56], ver Anexo 9.

La selección del motor eléctrico se realiza con el caudal dado con las dimensiones del cilindro hidráulico seleccionado, este dato se obtiene con las ecuaciones 24 y 25.

$$V = 0,7854 \frac{D^2 c}{1000000} \quad (24)$$

$$Q = 60 \frac{V}{t} \quad (25)$$

Donde,

D es el Diámetro del émbolo en mm

c es la carrera del cilindro en mm

V es el volumen del cilindro en mm^3

Q es el caudal del cilindro en mm^3/min

t es el tiempo en el que se mueve la carrera en min

Datos del cilindro:

$$D = 101,6 \text{ mm}$$

$$C = 914,4 \text{ mm}$$

Con los datos del cilindro y el modelo 21, obtenemos el volumen del cilindro $7,41 \cdot 10^{-1} \text{ m}^3$. Mediante la ecuación 25, se calcula el caudal dando como resultado $Q = 7,41 \cdot 10^8 \text{ mm}^3/\text{min}$.

Tabla 60

Selección de motor [57]

$\frac{\text{mm}^3}{\text{min}}$	3,45	5,2	6,9	8,6	10,3	12	14	17,2	21	24,1	28	34,5
	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
$1,13 \times 10^7$	1,03	1,5	2,1	2,6	3,09	3,6	4,12	5,15	6,2	7,21	8,2	10,3
$1,89 \times 10^7$	1,72	2,6	3,4	4,3	5,15	6	6,9	8,58	10	12	14	17,2
$2,83 \times 10^7$	2,57	3,9	5,2	6,4	7,72	9	10	12,9	15	18	21	25,7

El motor seleccionado de la Tabla 60 debe tener un mínimo de 4,12 Hp para el funcionamiento del cilindro hidráulico. La bomba hidráulica se selecciona a partir del caudal calculado obteniendo un valor de $3,7 \text{ cm}^3/\text{rev}$.

La capacidad del depósito del fluido hidráulico debe ser mínimo 3 veces el caudal necesario para el funcionamiento del circuito [58], por lo tanto, se necesita un depósito de aceite de $2 \cdot 10^7 \text{ mm}^3$. Los acoples y mangueras usadas para el sistema hidráulico se seleccionan a partir de las dimensiones de la bomba hidráulica como se muestra en los catálogos del Anexo 10.

3.12. Selección de elementos de control

Los elementos que intervienen en el proceso de extracción y controlan el mismo se muestra en la solución del módulo 2.

Descripción del procedimiento.

1. Se enciende el sistema.
2. Empieza el movimiento del pistón controlada por una válvula direccional y se enciende la luz verde de funcionamiento normal.
3. Se detecta sobrepresión, se enciende la luz roja y se mueve el pistón del cilindro con la válvula direccional.
4. Se detecta sobreintensidad y se apaga el sistema eléctrico.
5. Si no se detecta sobrepresión o sobreintensidad, la máquina continua su funcionamiento hasta que se apague.

Con la descripción del procedimiento se realiza un flujograma de proceso de extracción como se muestra en la Figura 49.

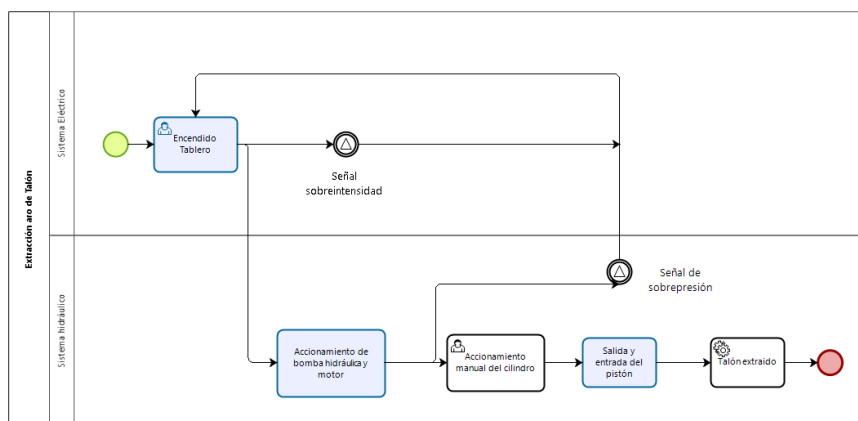


Figura 49. Flujograma del Control del Sistema

En función al flujograma se realiza el plano de fuerza y control que se muestra en el Anexo 11. La lista de materiales se realiza en base a los planos eléctricos e hidráulicos como se muestra en el Anexo 12 y 13. Los elementos eléctricos se seleccionan con datos de funcionamiento del motor como se muestra en el Anexo 14.

3.13. Diseño final del Prototipo de Máquina para la Extracción del Aro de Talón

El proceso de selección y diseño realizado da como resultado un modelo CAD que cumple con los requisitos previamente establecidos, además de la elaboración de planos mecánicos (Anexo 31), que consideran el proceso de fabricación. La convergencia de los cálculos matemáticos y las simulaciones confirma que los materiales seleccionados en el prototipo mostrado en la Figura 50 resiste las cargas a las que está sometida.

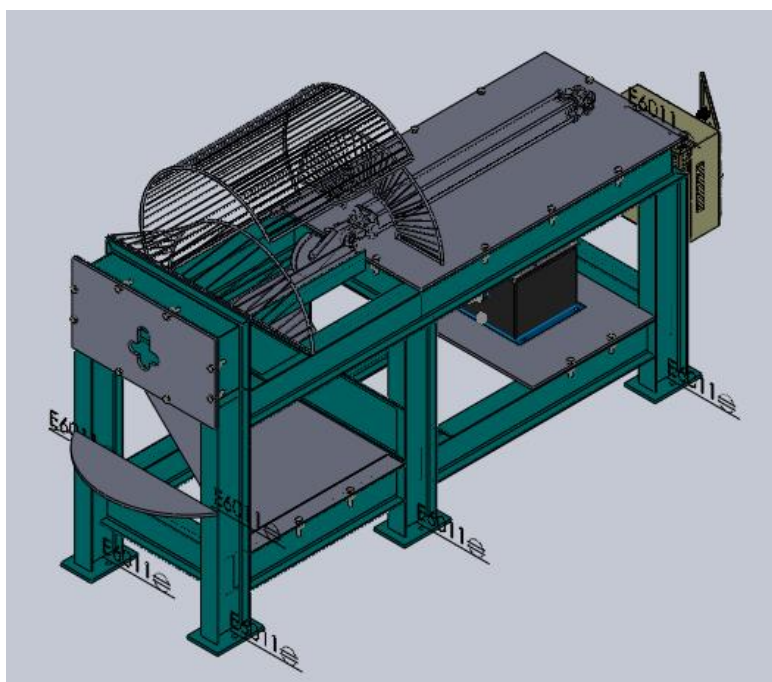


Figura 50. Diseño CAD del Prototipo de Máquina para la Extracción del Aro de Talón

4. Capítulo IV. Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

La investigación de las características, composición y propiedades mecánicas de los neumáticos, determinó la fuerza de $37,345 \times 10^3$ N, necesaria para la extracción del aro de talón, que produce un esfuerzo máximo en el gancho de extracción de aproximadamente 165 MPa, por lo cual el material adecuado para este proceso es el acero AISI 1045 por las características que posee y de fácil acceso en el mercado.

La metodología utilizada permitió el diseño y selección de componentes disponibles en el mercado local, que acorde con las necesidades del cliente se llega a obtener un costo total de 9000 dólares (ver Anexo 29) representando un ahorro del 25% si el usuario importaría dicha máquina (Anexo 30).

La simulación de los elementos críticos se comparó con los resultados de cálculos analíticos de esfuerzos y factor de seguridad obteniendo un error máximo de 1,79% en el gancho y 0,88% en los pasadores, concluyendo que el resto de las simulaciones realizadas son fiables.

Recomendaciones

Realizar ensayos para medir la fuerza necesaria para la extracción del aro de talón y analizar la fuerza máxima aplicada en diferentes neumáticos, para considerar otras alternativas del material del gancho de extracción.

Realizar un control de velocidad en la salida del gancho de extracción para aumentar la producción, ya que las condiciones de diseño son mayores a las mínimas requeridas, además de agregar un sistema de ingreso automático del neumático.

El costo de la máquina puede disminuir al investigar un sistema mecánico que pueda reemplazar el sistema hidráulico utilizado para transmitir la fuerza hacia el gancho y así poder disminuir los costos de la máquina.

Bibliografía

- [1] El telegrafo, «www.eltelegrafo.com.ec,» 31 OCTUBRE 2018. [En línea]. Available: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/llantasusadas-reciclaje-ecuador-llantaton2018>.
- [2] ECO Green Equipment , «ecogreenequipment.com,» 22 Enero 2018. [En línea]. Available: <http://ecogreenequipment.com/es/conoce-cuales-peligros-pueden-ocacionar-los-neumaticos-fuera-de-uso-nfu/>.
- [3] C. D. Poma Vélez y J. F. Ochoa Alfaro, ESTUDIO Y PROPUESTA PARA EL RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PROCEDENTES DE LOS VEHÍCULOS DE LA CIUDAD DE LOJA, Loja: UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA, 2019.
- [4] tnu, «www.tnu.es,» [En línea]. Available: <https://www.tnu.es/w/138/-como-es-un-neumatico-/lang/es>.
- [5] L. Tapia Núñez, «INSTRUCTIVO PARA LA GESTION INTEGRAL DE NEUMATICOS USADOS, Registro Oficial 937,» Ministerio del ambiente del Ecuador, Quito, 2013.
- [6] Diario el universo, «www.eluniverso.com,» 30 Junio 2018. [En línea]. Available: <https://www.eluniverso.com/vida/2018/06/03/nota/6790121/24-millones-neumaticos-se-desechan-cada-ano-pais>.
- [7] S. F. Mueses Flores, MÁQUINA TRITURADORA DE CAUCHO PARA LA OBTENCIÓN DE GRANULOMETRÍA FINA, Ibarra: Universidad Técnica del Norte, 2017.
- [8] Diario el norte, «www.elnorte.ec,» 4 Marzo 2015. [En línea]. Available: <https://www.elnorte.ec/ibarra/reciclaron-mas-de-mil-neumaticos-BDEN55056>.
- [9] Diario El comercio, «www.espol.edu.ec,» 2 Septiembre 2014. [En línea]. Available: http://www.espol.edu.ec/sites/default/files/docs_escribe/3525.pdf.
- [10] S. Vásquez Pozo , Estudio de factibilidad para la reutilización, reciclaje y procesamiento de neumáticos fuera de uso en la ciudad de Ibarra, Ibarra: Universidad Técnica del Norte, 2017.
- [11] L. C. G. M. U. F. Encarnación Cano Serrano, «Valorización material y energética de neumáticos fuera de uso,» 2017. [En línea]. Available: www.madrimasd.org.
- [12] F. A. N. Mesa, Operaciones auxiliares de servicios de la aeronave. TMVO0109, IC Editorial, 2014.
- [13] J. J. G. Bastidas, «[Dspace.espol](http://www.dspace.espol.edu.ec),» 2013. [En línea]. Available: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/99799/d-79766.pdf>.

- [14] S. D. M. CANIZALES, «Repository.udistrital,» 2016. [En línea]. Available: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/6873/1/Monta%C3%Bl aCanizalesSergioDavid2017.pdf>.
- [15] V. D. O. P. Maria Fernanda Gonzalez Lozada, «Repository.uamerica,» 2018. [En línea]. Available: <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6914/1/4131629-2018-2-IM.pdf>.
- [16] E. A. Y. SERVICIOS, 2019. [En línea]. Available: <https://www.euromaster-neumaticos.es/neumaticos/informacion/partes-de-un-neumatico>.
- [17] J. Camós, «CIRCULA SEGURO,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.circulaseguro.com/que-es-el-neumatico/>.
- [18] N. Continental, 22 Abril 2014. [En línea]. Available: <https://conti-moto-blog.es/que-es-un-neumatico-radial-y-un-diagonal-diferencias-entre-ellos/>.
- [19] N. M. C. S.L., «neumaticosmenorca,» [En línea]. Available: <http://www.neumaticosmenorca.com/es/neumaticos>.
- [20] Continental, «Commercial Vehicle Tyres - Technical Data Book,» Julio 2018. [En línea]. Available: <https://www.continental-tires.com/car/about-us/downloads>.
- [21] J. Esteve, «Reciclaje Verde,» 26 Junio 2012. [En línea]. Available: <https://reciclajeverde.wordpress.com/2012/06/26/reciclaje-de-neumaticos-procesos-y-usos/>.
- [22] maquinariadereciclaje., «maquinariadereciclaje.,» [En línea]. Available: <https://maquinariadereciclaje.com/reciclar-llantas/>.
- [23] C. Ribas, de *Diseño Concurrente*, 2002, p. 59.
- [24] L. Bedón, «Máquina de conformado en la producción de bujes,» Ibarra, 2017, p. 10.
- [25] S. I. d. P. y. S. Laboral, «sprl.up,» [En línea]. Available: https://www.sprl.upv.es/iop_ergo_01.htm. [Último acceso: 2020].
- [26] EuroPages, «europages.es,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.europages.es/Torno-con-cremallera-15-5-t-1659/HAACON-HEBETECHNIK-GMBH/cpid-5682195.html>.
- [27] R. S. i. Monzó, *Automatismos Industriales. Conceptos y procedimientos*, 2013.
- [28] HETPRO, «Herramientas tecnológicas profesionales,» [En línea]. Available: <https://hetpro-store.com/sensor-de-corriente-sct-013-000-100a>.
- [29] naylampmechatronics, «naylampmechatronics,» [En línea]. Available: <https://naylampmechatronics.com/sensores-corriente-voltaje/154-sensor-de-corriente-ac-30a.html>.

- [30] SRCSL. [En línea]. Available: <https://srcsl.com/catalogo/transductores-y-transmisores-de-presion/>.
- [31] ECURED, «ecured.cu,» [En línea]. Available: https://www.ecured.cu/Motor_el%C3%A9ctrico.
- [32] Hidraulics&Pneumatics. [En línea]. Available: <https://www.hydraulicspneumatics.com/hp-enespanol/article/21886595/principios-ingenieriles-bsicos-motores-hidrulicos>.
- [33] DirectIndustry. [En línea]. Available: <https://www.directindustry.es/prod/gast/product-7063-806457.html>.
- [34] fluideco. [En línea]. Available: <https://fluideco.com/bomba-neumatica-doble-membran>.
- [35] G. Sites. [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/mecanismosbeatrizvn3oc/3-tipos-de-transmisioncircular..>
- [36] C. Renedo, «Universidad de Cantabria,» [En línea]. Available: https://ocw.unican.es/pluginfile.php/319/course/section/272/bloque_3_tema_7.3.pdf.
- [37] NEUMAC. [En línea]. Available: <https://www.neumac.com/index.php/shop/hidraulica/bombas-hidraulicas/bombas-de-engranajes/ftz/bombas-1/2-5apf36f77s02ss-detail>.
- [38] ZORROTZ. [En línea]. Available: <http://www.zorrotz.com/wpcproduct/cuchillas-rectas-de-cizalla/>.
- [39] WASTETIREOIL. [En línea]. Available: https://es.wastetireoil.com/Pyrolysis_plant/Auxiliary_equipment/Cutting_Strips_Machine_118.html.
- [40] HNSA. [En línea]. Available: <http://www.hnsa.com.co/cilindros-hidraulicos/>.
- [41] ALQUIENVAS. [En línea]. Available: http://www.alquienvas.com/productos/18-1100_litros_tapa_plana_polietileno-943-179.html.
- [42] TYMBIA. [En línea]. Available: <https://www.tymbia.com/es/producto/1397-contenedor-de-plastico-con-ruedas-contenedores-y-cestones-a306020003-8427982150455>.
- [43] demaquinasyherramientas. [En línea]. Available: <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-manuales/cinzel-tipos-y-usos>.

- [44] Bayoumi, Design for manufacture and assembly (DFMA): Concepts, benefits and, Cairo, 2000.
- [45] U. d. Málaga, Manipulación manual de cargas 11228-2.
- [46] H. Z. Mohd Bijarimi y M. Beg, «Mechanical Properties of Industrial Tyre Rubber Compounds,» *Journal of Applied Sciences*, nº ISSN 1812-5654, 2010.
- [47] P. G. & C. KG, «Siemensstr. 14 - 41469 Neuss-Germany,» [En línea]. Available: <https://www.phynix.de/files/Downloads/PHYNIX%20thickness%20measurement%20on%20car%20tyres%20EN.pdf>. [Último acceso: Mayo 2019].
- [48] Shigley, Mecánica de Materiales.
- [49] Acerosespeciales, «ACES S.A.,» [En línea]. Available: <http://www.acerosespeciales.net/aisi1045.html>.
- [50] A. d. C. d'Estructures, «Construmática,» [En línea]. Available: <https://www.construmatica.com/construpedia/Pasadores>.
- [51] F. Vanhawk, «Amazon,» [En línea]. Available: <https://www.amazon.es/Firestone-Vanhawk-104R-Neum%C3%A1tico-verano/dp/B003HF9CRW>. [Último acceso: 2020].
- [52] I. S.L, «infaimon.com,» 15 enero 2018. [En línea]. Available: <https://blog.infaimon.com/vigas-ipn/>.
- [53] F. Pneumatics, Catálogo de neumática, Santa Fé de Bogotá.
- [54] SIEMENS, «SITASA,» 2020. [En línea]. Available: http://www.catalogo.sitasa.com/familias/motores_reductores/02_1.pdf.
- [55] PRINCE, «Cylinder TieRod,» [En línea]. Available: www.princehyd.com .
- [56] Hidromecanica, «Hidromecanica,» [En línea]. Available: <https://www.hidromecanica.com/>.
- [57] Womack, «Fluid Power Desing Data Sheet,» [En línea].
- [58] Hidraoil, «Hidraoil,» [En línea]. Available: [https://www.hidraoil.es/articulo/la-importancia-del-tamano-del-deposito-hidraulico/#:~:text=En%20el%20mundo%20de%20la,veces%20en%20seg%C3%BAn%20qu%C3%A9%20aplicaci%C3%B3n\)..](https://www.hidraoil.es/articulo/la-importancia-del-tamano-del-deposito-hidraulico/#:~:text=En%20el%20mundo%20de%20la,veces%20en%20seg%C3%BAn%20qu%C3%A9%20aplicaci%C3%B3n)..)
- [59] A. F. R. Q. y. R. B. J Pelizzoni, AVANCES DE DISEÑO DE PROTOTIPO DE EQUIPO DE TROZADO DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO PROVENIENTES DE LA EXPLOTACIÓN MINERA, 2016.
- [60] D. manta, «dipacmanta.,» [En línea]. Available: <http://www.dipacmanta.com/vigas-ipe>.

- [61] Importaceros, «importaceros.,» [En línea]. Available: <https://www.importaceros.com/>. [Último acceso: 2020].
- [62] Neumac, «Hydraulics Neumatics,» 2020. [En línea].
- [63] stauff, «stauff,» [En línea]. Available: <https://www.stauff.com/>.
- [64] hpfsas, «hpfsas,» [En línea]. Available: http://hpfsas.com/wp-content/uploads/2017/01/Fichas_tecnicas_HPO_Lubricantes_Hidraulic_AW68.pdf.
- [65] S. Electric, «Schneider Electric,» [En línea]. Available: <https://uk.rs-online.com/web/p/motor-protection-circuit-breakers/3950346/>.
- [66] laumayer, «laumayer,» [En línea]. Available: <https://laumayer.com/wp-content/uploads/lista2/02/19.-Lovato-catalogo-Pulsadores-y-selectores.pdf>.
- [67] Bekam, «Bekam,» [En línea]. Available: http://bekam.cl/wp-content/uploads/2017/08/Luces_Piloto_final.pdf.
- [68] Alibaba, «alibaba,» [En línea]. Available: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/hydraulic-0-5v-0-10v-4-20ma-200bar-oil-hvac-pressure-sensor-1-4-exproof-62336347201.html?s=p>.
- [69] P. Sun, «Bishredder,» Suzhou Hopias Machinery Co., Ltd, [En línea]. Available: <http://www.bishredder.com/es/Productos.html>. [Último acceso: 10 04 2019].
- [70] I. J. A. Pereyra, «Fundación el viento blanco,» 20 enero 2012. [En línea]. Available: <http://elvientoblanco.blogspot.com/2012/01/neumaticos.html>.
- [71] Sumitec, «sumiteccr,» [En línea]. Available: <http://www.sumiteccr.com/acero/estructural/AE04.pdf>. [Último acceso: 2020].
- [72] Multiaceros, «Multiaceros,» [En línea]. Available: <http://multiaceros.cl/acero/wp-content/uploads/2017/05/planchas2017.pdf>.

Anexos

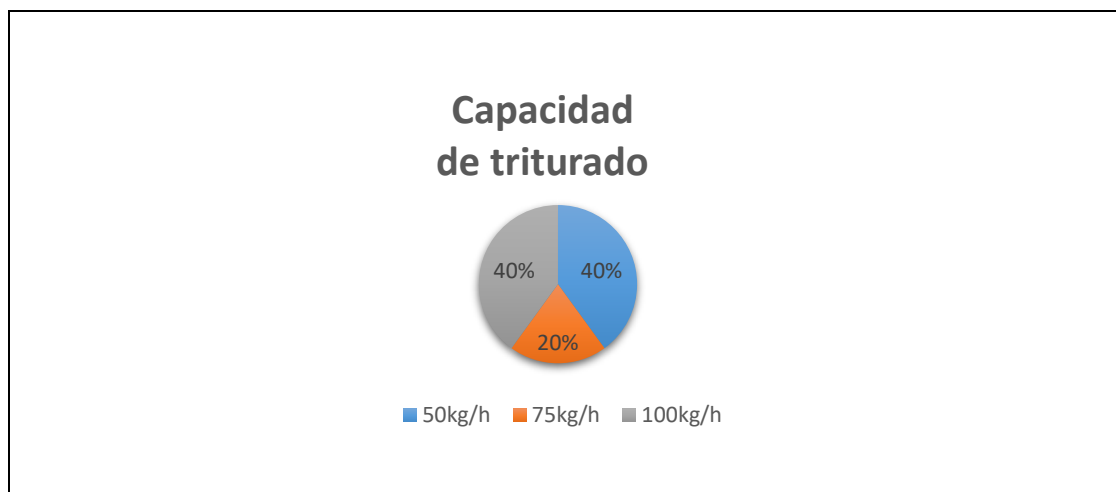
Anexo 1. Encuesta

La encuesta cuenta con los siguientes parámetros:

1. ¿Qué capacidad de triturado considera conveniente?
 50kg/h () 75kg/h () 100kg/h ()
2. ¿Está de acuerdo que ingrese una llanta a la vez en el sistema de trituración?
 SI () NO ()
3. ¿Cómo considera que debe ser la descarga del producto terminado, en la etapa de trituración primaria y secundaria?
 Salida vertical () Salida lateral ()
4. ¿Cuál es el destino del producto final, en la etapa de trituración secundaria?
 Astillas[10-50mm] () Granulado[5-10mm] () Polvo[1-5mm] ()
5. ¿Considera que el sistema de triturado tenga inversión de giro?
 SI () NO ()
6. ¿Considera que se deba separar totalmente el alambre del talón del caucho, en la etapa de Extracción de talón?
 SI () NO ()

Anexo 2. Resultados de Encuesta

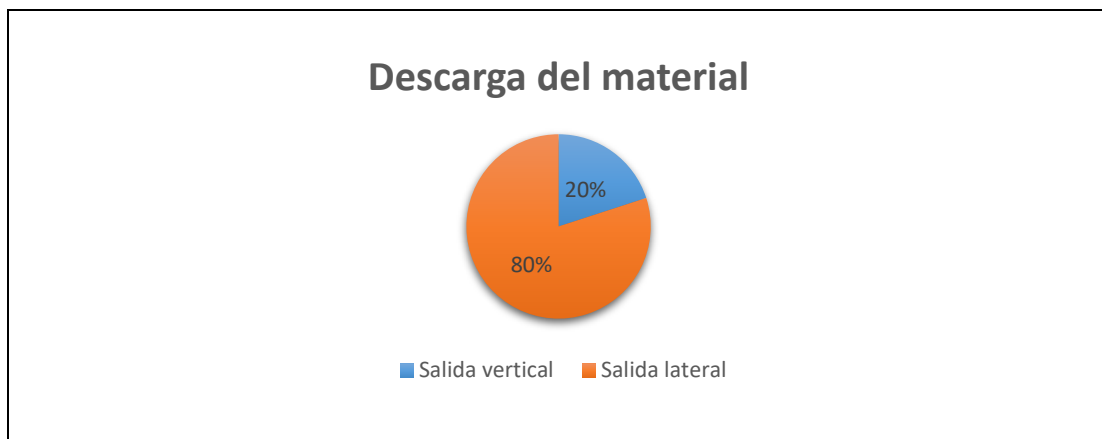
1.-	¿Qué capacidad de triturado considera conveniente?	
	Opciones	N° de respuestas
	50kg/h	2
	75kg/h	1
	100kg/h	2



2.	¿Está de acuerdo que ingrese una llanta a la vez en el sistema de trituración?	
	Opciones	N° de respuestas
	Si	4
	No	1

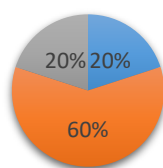


3.	¿Cómo considera que debe ser la descarga del producto terminado, en la etapa de trituración primaria y secundaria?	
	Opciones	N° de respuestas
	Salida vertical	1
	Salida lateral	4



4.	¿Cuál es el destino del producto final, en la etapa de trituración secundaria?	
	Opciones	N° de respuestas
	Astillas[10-50mm]	1
	Granulado[5-10mm]	3
	Polvo[1-5mm]	1

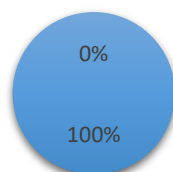
Tamaño del producto final



■ Astillas[10-50mm] ■ Granulado[5-10mm] ■ Polvo[1-5mm]

5.	¿Considera que el sistema de triturado tenga inversión de giro?	
	Opciones	N° de respuestas
	Si	5
	No	0

Inversión de giro



■ Si ■ No

6.	¿Considera que se deba separar totalmente el alambre del talón del caucho, en la etapa de Extracción de talón?	
	Opciones	N° de respuestas
	Si	5
	No	0

Anexo 4. Ángulos de Corte.

Tabla 1: Valores de ángulos correspondientes a la herramienta de corte.

Material de la Pieza	Resistencia o dureza Kg/ mm ² o HB	Material de la Cuchilla					
		HSS			MD		
		α	γ	β	α	γ	β
Acero suave	45	6	20	64	5	12	73
Acero semiduro	60	6	18	66	5	10	75
Acero duro	80	6	16	68	5	8	77
Acero duro	90-110	6	10	74	5	6	79
Acero aleado	150	6	8	76	5	0	85
Acero fundido	50	6	15	69	5	10	75
Acero fundido duro	50-80	6	8	76	5	0	85
Fundición gris	180 HB	6	10	74	5	6	79
Fundición dura	220 HB	6	6	78	5	2	83
Cobre	60-80 HB	8	30	52	8	20	62
Latón	80-120 HB	8	12	70	8	10	72
Bronce	100 HB	8	12	70	8	12	70
Aluminio	20	10	30	50	10	20	60
Aluminio aleado	20-25	10	20	60	10	18	62
Aleación de magnesio	20	8	20	62	8	18	64
Goma dura	-	12	10	68	10	10	70
Porcelana	-	-	-	-	5	0	85

Nota: HSS corresponden a cuchillas de acero rápido (High Speed Steel) y MD de metal duro cerámico.

Fuente [59]

Anexo 5. Tamaño de Neumático

Descripción técnica

Información sobre el producto

Marca	Firestone
Modelo	Vanhavk
Referencia del fabricante	77979
Referencia OEM	77979

Tallas y especificaciones

Ancho de sección	195 milímetros
Proporción	80
Construcción	Radial
Diámetro de la llanta	14 pulgadas
Clasificación del índice de carga	104
Clasificación de velocidad	R
Peso	13,6 kilogramos
Alto	20 centímetros
Largo	67 centímetros
Ancho	67 centímetros

Fuente [51]

Anexo 6. Viga IPE 140

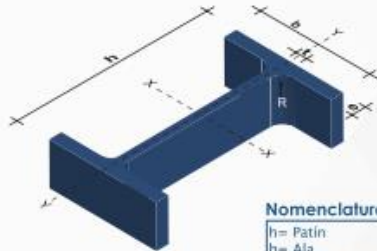
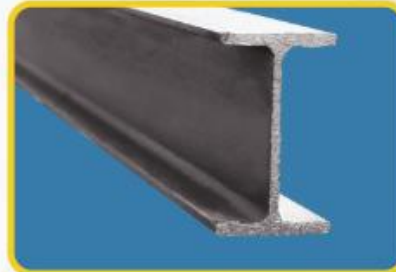
PERFILES LAMINADOS

IPE

Especificaciones Generales:

Norma:	RTE INEN 018
Calidad:	ASTM A36 / ENS 235 JR / EN10025 /ASTM A 572 GR 50 / ENS 355 J2
Largo Normal:	6.00mts y 12mts
Acabado:	Acero negro

*Otras calidades, otros largos y otros acabados
previa consulta



Nomenclatura

h= Pátin
b= Ala
t= Espesor Alma
e= Espesor Ala
R= Radio Giro Alma



DENOMINACIÓN	DIMENSIONES					ÁREA SECCIÓN cm ²	PESOS kg/mts	PROPIEDADES			
	h	b	t	e	R			INERCIAS (cm ⁴)		MÓDULO RESISTENCIA (cm ³)	
	mm	mm	mm	mm	mm			Eje x-x	Eje y-y	Eje x-x	Eje y-y
IPE 80	80	46	3,80	5,20	5	7,64	6,00	80	8,49	20,00	3,69
IPE 100	100	55	4,10	5,70	5	10,30	8,10	171	15,90	34,20	5,79
IPE 120	120	64	4,40	6,30	5	13,20	10,40	318	27,70	53,00	8,65
IPE 160	160	82	5,00	7,40	7	20,10	15,80	869	68,30	109,00	16,70
IPE 200	200	100	5,60	8,50	9	28,50	22,40	1940	142,00	194,00	28,50
IPE 220	220	110	5,90	9,20	9	33,40	26,20	2770	205,00	252,00	37,30
IPE 240	240	120	6,20	9,80	12	39,10	30,70	3890	284,00	324,00	47,30
IPE 300	300	150	7,10	10,70	15	53,80	42,20	8360	604,00	557,00	80,50
IPE 400	400	180	8,60	13,50	118	84,50	63,30	23130	1320,00	1160,00	146,00
IPE 450	450	190	9,40	14,60	21	98,80	77,70	33740	1680,00	1500,00	176,00
IPE 500	500	200	10,20	16,00	21	116,00	90,70	48200	2140,00	1930,00	214,00

Anexo 7. Acero AISI 1045

Estado	Resistencia a la Tensión (kg/mm2)	Límite elástico (kg/mm2)	Alargamiento (%)	Reducción de área (%)	Dureza	Dureza
					Brinell	HRB
Laminado en caliente	60	38	16	40	220 - 240	20 - 22
Calibrado	65	54	10	35	250 - 280	25 - 29

Fuente [49]

Anexo 8. Plancha Acero A36

Ancho	Largo	Espesor	Peso Aprox.
mm	mm	mm	kg.
1220	2440	1,50	35,05
1220	2440	2,00	46,74
1220	2440	3,00	70,10
1220	2440	4,00	93,47
1220	2440	5,00	116,84
1220	2440	6,00	140,21
1220	2440	8,00	186,94
1220	2440	9,00	210,31
1220	2440	10,00	233,68
1220	2440	12,00	280,41

Fuente. [61]

Anexo 9. Cilindro Hidráulico

4 INCH BORE CYLINDERS								Standard Dimensions of 4 Inch Bore Cylinders	
New Standard Model No.	Old Standard Model No. 2500 PSI / 3000 PSI	List Price	Stroke	Wt	Column Load (lbs)	Retract	Tare Dist. (H)		
A400080ABACA07B	SAE-9408 /SAE-34008	\$ 244.40	8"	48	37700 lbs	20 ¼	5 ½	* 1 ¾" rod diameter	
B400100ABACA07B	SAE-9410 /SAE-34010	\$ 255.00	10"	50	37700 lbs	20 ¼	3 ¼	A ¾" cylinder tube wall thickness	
B400120ABACA07B	SAE-9412 /SAE-34012	\$ 268.20	12"	54	37700 lbs	22 ¼	3 ¼	B, C SAE ¾" -16 extend & retract ports	
B400140ABACA07B	SAE-9414 /SAE-34014	\$ 281.30	14"	57	37700 lbs	24 ¼	3 ¼	D 1.015" clevis pin hole size	
A400160ABACA07B	SAE-9416 /SAE-34016	\$ 296.70	16"	64	37700 lbs	31 ½	8 ½	E, F 1 ¼" base clevis throat depth with 2 1/8" from pin center to port center	
B400180ABACA07B	SAE-9418 /SAE-34018	\$ 307.50	18"	64	37700 lbs	28 ¼	3 ¼	G 1 7/8" rod clevis throat depth	
B400200ABACA07B	SAE-9420 /SAE-34020	\$ 320.50	20"	68	37700 lbs	30 ½	3 ¼	J 1.06" min. distance between ears at pin center line	
B400240ABACA07B	SAE-9424 /SAE-34024	\$ 339.00	24"	75	33710 lbs	34 ¼	3 ¼	K 1 ¼" base clevis ear radius	
B400300ABACA07B	SAE-9430 /SAE-34030	\$ 378.20	30"	85	22990 lbs	40 ¼	3 ¼	L 1 ¼" rod clevis ear radius	
B400360ABACA07B	SAE-9436 /SAE-34036	\$ 417.50	36"	95	16680 lbs	46 ¼	3 ¼	M 1 ½" - 12 UNF-3 piston rod clevis thread size	
B400480ABACA07B	SAE-9448 /SAE-34048	\$ 496.00	48"	116	9920 lbs	58 ¼	3 ¼	N 1 ¼" piston width	
								O 1 13/16" gland width	

Fuente [55]

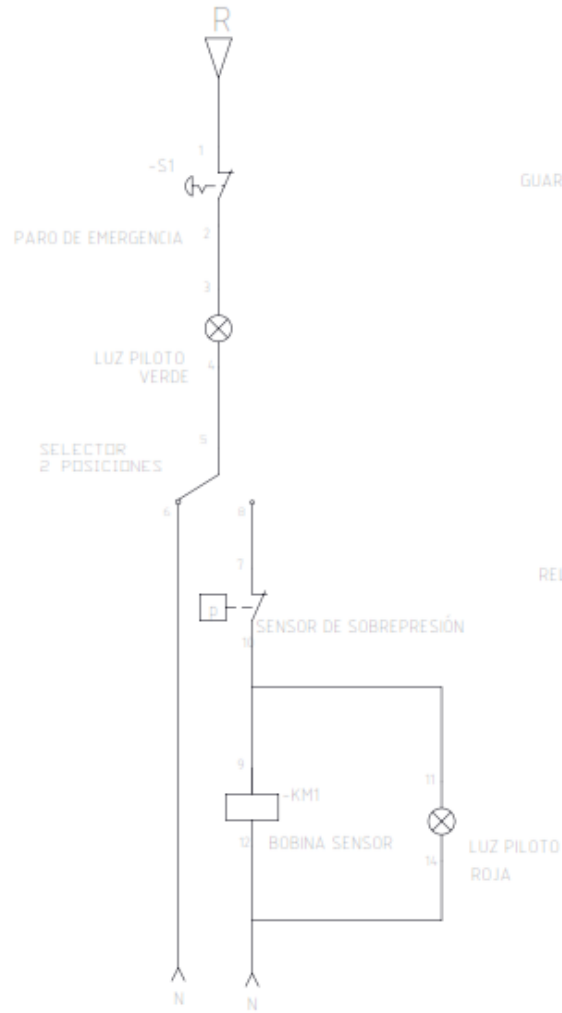
Anexo 10. Bomba Hidráulica

BOMBA DE ENGRANAJES										
CODIGO SIIGO	MODELO	DESPL. cm ³ /r	PRESION MPa		VELOCIDAD		MONTAJE	CONECCIONES		EJE
			MIN	MAX	RATED	MAX		INLET	OUTLET	
04.01.22	CBD2-F201.3ALS	1.3	20	25	2000	5000	DIAMOND FLANGE	3/4"-16-UNF-2B	9/16-18-UNF-2B	ESTRIADO
04.01.23	CBD2-F202.7ALS	2.7	20	25	2000	5000	DIAMOND FLANGE	3/4"-16-UNF-2B	9/16-18-UNF-2B	ESTRIADO
04.01.02	CBD2-F203.4ALS	3.4	20	25	2000	5100	DIAMOND FLANGE	3/4"-16-UNF-2B	9/16-18-UNF-2B	ESTRIADO
04.01.03	CBD2-F204.1ALS	4.1	20	25	2000	4000	DIAMOND FLANGE	3/4"-16-UNF-2B	9/16-18-UNF-2B	ESTRIADO
04.01.16	CBD2-F205.1ALS	5.1	20	25	2000	4000	DIAMOND FLANGE	3/4"-16-UNF-2B	9/16-18-UNF-2B	ESTRIADO
04.01.13	CBD2-F206.1ALS	6.1	20	25	2000	4000	DIAMOND FLANGE	3/4"-16-UNF-2B	9/16-18-UNF-2B	ESTRIADO

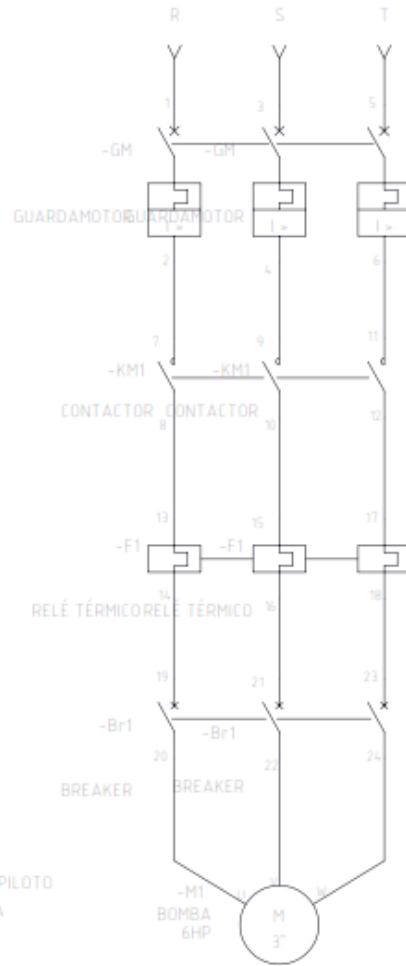
Fuente [62]

Anexo 11. Planos Eléctrico – Hidráulico

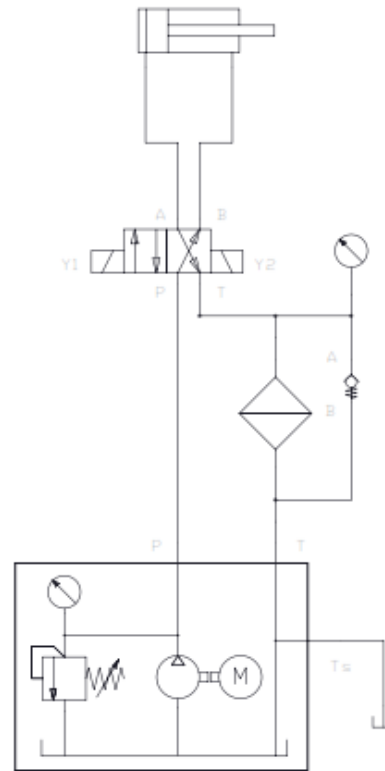
CONTROL BOMBA



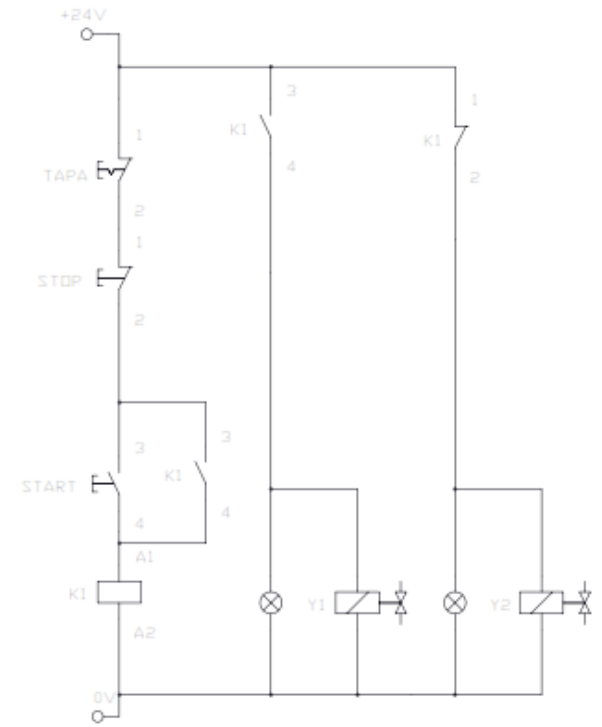
ESQUEMA DE FUERZA



CILINDRO HIDRAULICO



CONTROL DE CILINDRO



		PROYECTO: MÁQUINA DESTALONADORA DE LLANTAS RIN 14"- ETAPA I			Escala: 1:12
		PARTE:			
FICA		CÓDIGO:			Hoja: 3/3
		MATERIAL:			
CIME		TRATAMIENTO: NINGUNO			A3
		RECUBRIMIENTO: NINGUNO			
		CANTIDAD: 1			
		DISEÑO: Elizabeth Flores 14/9/2020			
		DIBUJO: Elizabeth Flores 14/9/2020			
		REVISÓ: Ing. Víctor Erazo 14/9/2020			
		APROBÓ: Ing. Víctor Erazo 14/9/2020			

Anexo 12 Lista materiales Hidráulicos

Tabla 61

Lista Materiales Hidráulicos

Descripción	Unidades	Cantidad
Perfil IPE140 140*82*5.0*7.4*12 MTS	metros	2
Plancha Acero A36 12 mm 1,22*2,44	metros	1
Plancha acero AISI 1045 150*305	metros	1
Motor	unid	1
Campana	unid	1
Tanque hidráulico Base T20	unid	1
Visor de Nivel Stauff 127mm SNA127BST12	unid	1
Filtro tapa de llenado Stauff SMBB- 80C-N-0-00-0-C-S080-0	unid	1
Válvula De Bola Bronce DIXON 1/2" 600 WOG 120° C Fabricada	unid	1
Aceite Hidráulico AW68 PUREGUARD. Caneca 5 Galones.	unid	1
Bomba engranajes SAE 10CC CHAVETA 2APF10LJ37P02	unid	1
150L 3B-60-140-Kit filtro de retorno 150 litros	unid	1
Válvula manual mono block 1 palancas MB51S3261LE1210M3	unid	1
B500360ACDDA07B Cilindro hidráulico DE 5" X 36 " de carrera	unid	1
Kit mangueras y acoples	unid	1
Arrancador motor	unid	1
SPG063050005PN04 Manómetro STAUFF 0-5000 PSI	unid	1

Anexo 13. Lista Materiales Eléctricos

Tabla 62

Lista Materiales Eléctricos

Descripción	Unidades	Cantidad
Guardamotor GV2ME01	unid	1
Selector pulsador	unid	1
Luz piloto	unid	2
Relé térmico	unid	1
Contactador 9A 220 Vac	unid	1
Breaker LRD35 de 30-38A	unid	1
Paro de emergencia	unid	1
Cable flexible 18 AWG	metros	7
Tablero eléctrico	unid	1
Sensor de presión hidráulica	unid	1
Sensor Magnético	unid	1

Anexo 14. Motor Eléctrico

Potencia en HP	Velocidad en RPM	Descripción		Modelo	
		Tensión a 60Hz en Volts	Tamaño Armazón NEMA	GP10 Uso General Catálogo Spiridon	SD10 Uso Severo Catálogo Spiridon
0.5	900	208-230/460	143T	A7B10000048458	no disponible
0.75	1800	208-230/460	143T	A7B10000048472	A7B10000048469
	1200	208-230/460	143T	A7B10000048459	A7B10000048474
	900	208-230/460	145T	A7B10000048490	A7B10000048475
1	3600	208-230/460	143T	A7B10000012670	A7B10000047493
	1800	208-230/460	143T	A7B10000012675	A7B10000047514
	1200	208-230/460	145T	A7B10000012678	A7B10000047515
	900	208-230/460	182T	A7B10000048088	A7B10000048042
1.5	3600	208-230/460	143T	A7B10000012671	A7B10000048041
	1800	208-230/460	145T	A7B10000012676	A7B10000047516
	1200	208-230/460	182T	A7B10000012683	A7B10000048043
	900	208-230/460	184T	A7B10000048499	A7B10000048044
2	3600	208-230/460	145T	A7B10000012672	A7B10000048045
	1800	208-230/460	145T	A7B10000012677	A7B10000047517
	1200	208-230/460	184T	A7B10000012684	A7B10000048046
	900	208-230/460	213T	A7B10000048089	A7B10000048047
3	3600	208-230/460	182T	A7B10000012679	A7B10000048048
	1800	208-230/460	182T	A7B10000012681	A7B10000047518
	1200	208-230/460	213T	A7B10000012689	A7B10000048049
	900	208-230/460	215T	A7B10000048090	A7B10000048050
5	3600	208-230/460	184T	A7B10000012680	A7B10000048051
	1800	208-230/460	184T	A7B10000012682	A7B10000047519
	1200	208-230/460	215T	A7B10000012690	A7B10000048052
	900	208-230/460	254T	A7B10000048091	A7B10000048054
7.5	3600	208-230/460	213T	A7B10000012685	A7B10000048055
	1800	208-230/460	213T	A7B10000012687	A7B10000047520
	1200	208-230/460	254T	A7B10000012697	A7B10000048066
	900	208-230/460	256T	A7B10000048092	A7B10000048067
10	3600	208-230/460	215T	A7B10000012686	A7B10000048068
	1800	208-230/460	215T	A7B10000012688	A7B10000048030
	1200	208-230/460	256T	A7B10000012699	A7B10000048069
15	3600	208-230/460	254T	A7B10000012692	A7B10000048071
	1800	208-230/460	254T	A7B10000012695	A7B10000048031
20	3600	208-230/460	256T	A7B10000012694	A7B10000048072
	1800	208-230/460	256T	A7B10000012696	A7B10000048032

Fuente [54]

Anexo 15. Visor de Nivel Stauff 127mm SNA127BST12

Fluid Level / Temperature Indicators

Level Gauge • Type SNA

Design of Scale Plates **Thermometer Options**

Capillary Tube Thermometer with a dual Celsius / Fahrenheit scale up to +80 °C / +180 °F

Characteristics

Visual fluid level indication in hydraulic reservoirs with maximum tank pressures not exceeding 2 bar / 29 PSI

Nominal Sizes and Designs

- 6 nominal sizes from 76 mm / 3.0 in to 305 mm / 12.00 in
- Display either undivided (SNA 076 ... 176) or subdivided by struts into 2 (SNA 254) or 3 sections (SNA 305)

Please see page E5 for alternative nominal sizes and designs.

Media Compatibility

- Suitable for use with Mineral and Petroleum based hydraulic fluids (HL and HLP)

Materials

- Housing made of Steel St 12, black epoxy-coated
- Sight tube and plugs made of Polyamide (PA)
- Sealings made of NBR (Buna-Nitril)
- Scale plate made of PVC

Special sight tube materials for improved UV or chemical resistance and use with special media (such as bio-degradable fluids, diesel oils, gasoline, etc.) as well as special sealing materials, e.g. Aluminum, are available on request.

Please see page E5 for alternative housing materials.

Technical Data

- IP 65 protection rating: Dust tight and protected against water jets (IP 67 on request)
- Operating temperature range: -30 °C ... +80 °C / -22 °F ... +176 °F
- Recommended tightening torque: 8 N·m / 5.9 ft·lb

Accessories / Options

- Red / blue capillary tube thermometers with a dual Celsius / Fahrenheit scale and a temperature display range of up to +80 °C / +180 °F
- Dial thermometers with probe and a Celsius or a dual Celsius / Fahrenheit scale with a temperature display range of up to +100 °C / +200 °F
- Thermo Switches
- Temperature Sensors

Please see pages E8 and E9 for details.

Dimensions Maximum admissible tolerance for the bolt center spacing (dimension L2) according to DIN ISO 2768-1 ±0.20mm / ASME for all nominal sizes

Nominal Size	Dimensions (mm)						Dimensions (in)			
	A	B	C (total)	D	E	F (with T1)	F (with T2)	L1	L2	L3
SNA 076	45	34.5	8	27	43.5	165.5	205.5	108	76	31
	1.77	1.36	.32	1.06	1.71	6.52	8.13	4.25	2.99	1.22
SNA 127	45	34.5	8	27	43.5	165.5	205.5	133	127	50
	1.77	1.36	.32	1.06	1.71	6.52	8.13	5.24	5.00	2.00
SNA 150	45	34.5	8	27	43.5	165.5	205.5	152	150	59
	1.77	1.36	.32	1.06	1.71	6.52	8.13	5.98	5.91	2.32
SNA 176	45	34.5	8	27	43.5	165.5	205.5	208	176	70
	1.77	1.36	.32	1.06	1.71	6.52	8.13	8.19	6.93	2.76
SNA 254	45	34.5	8	27	43.5	165.5	205.5	303	254	100
	1.77	1.36	.32	1.06	1.71	6.52	8.13	11.93	10.00	3.94
SNA 305	45	34.5	8	27	43.5	165.5	205.5	365	305	120
	1.77	1.36	.32	1.06	1.71	6.52	8.13	14.37	12.00	4.72

Order Codes

SNA 127 B - S - 0 - 12 - 0 - 60

① Type ② Nominal Size ③ Sealing Material ④ Design of Scale Plate ⑤ Thermometer Option ⑥ Banjo Bolt Size ⑦ Thermo Switch / Temperature Sensor Option ⑧ Switching Temperature

① Type: Level Gauge with visual fluid level indication **SNA**

② Nominal Size: SNA 076 (nominal size of 76 mm / 2.99 in) **076**, SNA 127 (nominal size of 127 mm / 5.00 in) **127**, SNA 150 (nominal size of 150 mm / 5.91 in) **150**, SNA 176 (nominal size of 176 mm / 6.93 in) **176**, SNA 254 (nominal size of 254 mm / 10.00 in) **254**, SNA 305 (nominal size of 305 mm / 12.00 in) **305**

Please see page E5 for alternative nominal sizes.

③ Sealing Material: NBR (Buna-Nitril) (standard option) **B**, FPM (Viton®) **V**

④ Design of Scale Plate: With STAUFF logo (standard option) **S**, Neutral design without any logo **N**, Custom-designed scale plate (please specify) **X**

⑤ Thermometer Option: Supplied without thermometer **0**, Red Capillary Tube thermometer on scale plate **T**, Blue Capillary Tube thermometer on scale plate **TB**, Dial thermometer with probe (200mm / 7.87 in) and a Celsius scale up to 100 °C **T1C**, Dial thermometer with probe (300mm / 11.81 in) and a Celsius scale up to 100 °C **T2C**, Dial thermometer with probe (200mm / 7.87 in) and a dual scale up to 100 °C / 200 °F **T1CF**, Dial thermometer with probe (300mm / 11.81 in) and a dual scale up to 100 °C / 200 °F **T2CF**

⑥ Banjo Bolt Size: Metric: ISO thread M12 (standard option) **12**, Metric: ISO thread M10 **10**, Unified coarse thread 1/2-13 UNC **U1**, Unified fine thread 1/2-20 UNF **U2**, Unified extra-fine thread 1/2-28 UNEF **U3**

⑦ Thermo Switch / Temperature Sensor Option: Supplied without Thermo Switch / Temperature Sensor - Thermo Switch TS-SNA-SNK; Break contact (normally closed); Equipped with standard connector **0**, Thermo Switch TS-SNA-SNK; Break contact (normally closed); Equipped with connector M12 **00**, Thermo Switch TS-SNA-SNK; Make contact (normally open); Equipped with standard connector **C**, Thermo Switch TS-SNA-SNK; Make contact (normally open); Equipped with connector M12 **CD**, Temperature Sensor TS-SNA-SNK-PT100; Equipped with connector M12 **PT100**

Thermo Switches / Temperature Sensors only available for banjo bolt size M12. Please see pages E8 and E9 for details.

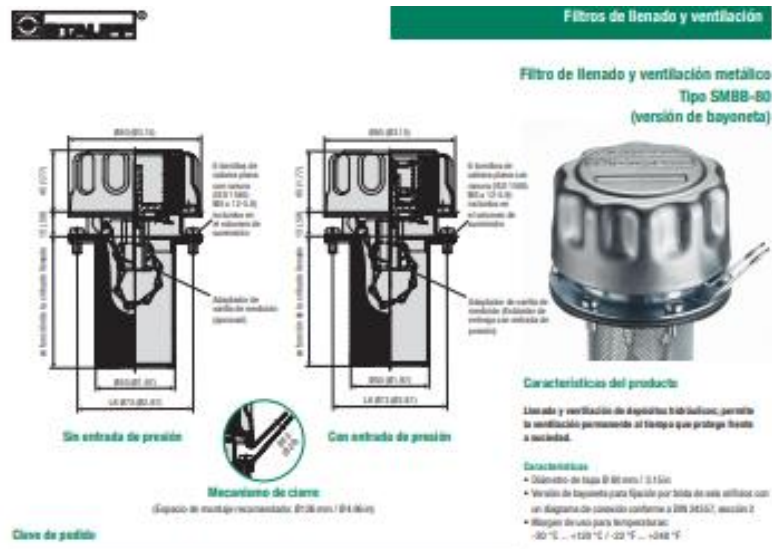
⑧ Switching Temperature: Contact switches at +60 °C / +140 °F **60**, Contact switches at +70 °C / +158 °F **70**, Contact switches at +80 °C / +176 °F **80**, Contact switches at +90 °C / +194 °F **90**

Only to be indicated when using a Thermo Switch.

Options T1C/CF and T2C/CF are not available for banjo bolt size M10 and not to be used in conjunction with Thermo Switches or Temperature Sensors. Please see page E8 for details.

Fuente. [63]

Anexo 16. Filtro tapa de llenado Stauff



Fuente. [63]

Anexo 17. Aceite Hidráulico

LUBRICANTE HIDRÁULICO ANTI-DESGASTE DE ALTO RENDIMIENTO **HYDRAULIC AW-68**



FICHA TÉCNICA

ANÁLISIS TÍPICOS

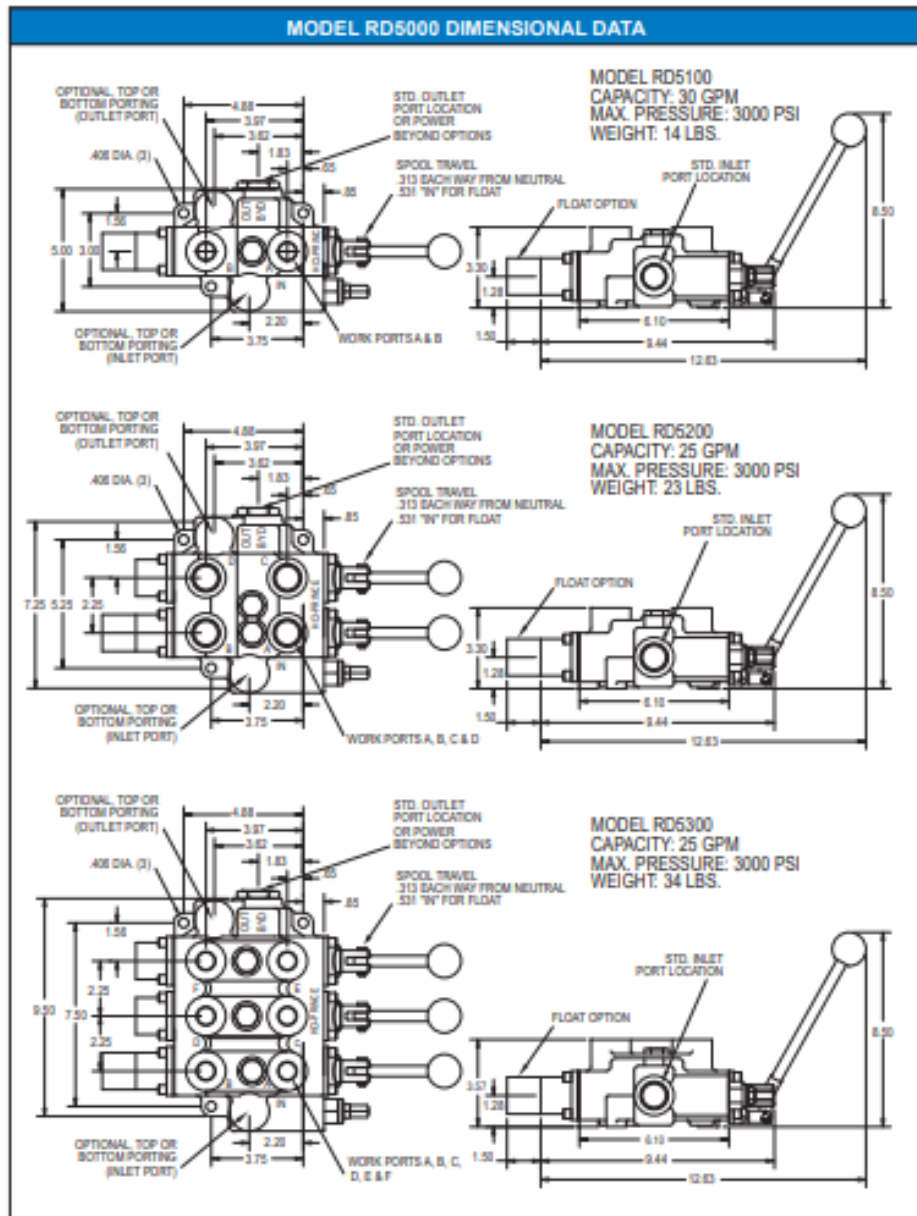
GRADO SAE

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO
Densidad a 15°C	g/ml	ASTM D 1298	0,881
Punto de Inflamación (COC)	°C	ASTM D 92	235
Punto de Fluides	°C	ASTM D 97	-24
Viscosidad a 40°C	cSt	ASTM D 445	64,6
Viscosidad a 100°C	cSt	ASTM D 445	8,4
Índice de Viscosidad		ASTM D 2270	99
TBN		ASTM D 2896	

* Estos análisis representan los valores típicos de producción, no constituyendo especificaciones. Para información más detallada, por favor comunicarse con soporte técnico al 300 0612

Fuente. [64]

Anexo 18. Válvula monoblock




CA7V 37-09-04-01 PRINCE MANUFACTURING CORPORATION • P.O. BOX 7088 • NORTH SIOUX CITY, SOUTH DAKOTA 5796-7088 V37
 URL: www.princehyd.com • E-MAIL: prince@princehyd.com
 O.E.M. CUSTOMER SERVICE: (800) 235-1200 • FAX (715) 233-2181 DISTRIBUTOR CUSTOMER SERVICE: PHONE (800) 235-1200 • FAX (715) 233-2181

Anexo 19. Manómetro

Manómetros

Manómetro (analógico) • Tipo SPG



Manómetro (analógico) Tipo SPG (caso acero inoxidable)
Manómetro (analógico) Tipo SPG (caso pintado)

Descripción del producto

Área de aplicación

- Medición de presión estática

Características del producto

- Adecuado para mediciones estáticas con ajuste y precisión que se adapten a las necesidades de cada caso.
- Disponibles en sus tamaños nominales 63 y 100 mm / 2.5 y 4 in.
- Carcasa y proceso para BSP (1/4 y 1/2 in), NPT (1/4 NPT y 1/2 NPT), SAS (1/4 y 1/2 NPT)
- Carcasa de acero al níquel (serie 1.3.201)
- Visualización de pulsaciones (serie 1.3.201)
- Antena de glicina
- Fluido de escala: metilcelulosa (casos de presión en bar y PSI) o Glicina, según configuración de dispositivos y de escala

Nota: Solo con otros accesorios y patentes.

Opciones

- Capacidad de gases
- Módulo de placa de escala alternativa
- Equipos de alarmas y de señalización por respuesta (serie 1.3.201)

Datos técnicos

- Maximización conforme a EN 837-1
- Reservado el derecho a realizar modificaciones técnicas

Resolución

SPG-63: 1.8 in / 1.6 % FS* conforme a EN 837-1
SPG-100: 1.8 in / 1.0 % FS* conforme a EN 837-1

Margen de temperatura permitida

- Temperatura ambiente: -20 °C...+60 °C / +4 °F...+140 °F
- Temperatura del medio: -40 °C / +12 °F...+180 °F

Grado de protección

- IP 65 para todos los manómetros SPG 100 y SPG 630
- IP 68 / 202 FS
- Grado de protección IP 65: hermético al polvo y protección frente a agua en chorro para todos los manómetros SPG-630
- IP 68: - IP 68 / 202 FS (distintos la apertura de compensación de presión)
- Grado de protección IP 68: Protección frente a polvo y impermeable al agua

Clase de perfil

1 2 3 4 5 6 7

1 SPG 2 063 3 00160 4 01 5 P 6 B04 7 U

1) Serie y Tipo

Manómetro de acero inoxidable SPG

2) Tamaño

Ø 63 mm, con conexión 1/4 in a 1/2 NPT 633
Ø 100 mm, con conexión 1/2 in a 1/2 NPT 100

3) Margen de presión

Indice de medida (bar / MPa)	Clase	Margen de presión (bar / MPa)	Clase
1 - 1.0 bar / 0.1 MPa - 21 FS	1-00011-00011.A	11.02 - 8 bar / 0.8 MPa - 8 FS	00011B
2 - 2.5 bar / 0.25 - 49 FS	1-00011-00011.B	11.02 - 3.07 bar / 0.307 MPa - 30 FS	00011B
3 - 10 bar / 1 - 194 FS	00011B	11.02 - 10 bar / 1 - 10 FS	00011B
4 - 16 bar / 1.6 - 232 FS	00011B	11.02 - 16 bar / 1.6 - 16 FS	00011B
5 - 25 bar / 2.5 - 367 FS	00011B	11.02 - 25 bar / 2.5 - 25 FS	00011B
6 - 40 bar / 4 - 587 FS	00011B	11.02 - 40 bar / 4 - 40 FS	00011B
7 - 60 bar / 6 - 881 FS	00011B	11.02 - 60 bar / 6 - 60 FS	00011B
8 - 80 bar / 8 - 1175 FS	00011B	11.02 - 80 bar / 8 - 80 FS	00011B
9 - 100 bar / 10 - 1567 FS	00011B	11.02 - 100 bar / 10 - 100 FS	00011B
10 - 160 bar / 16 - 2320 FS	00011B	11.02 - 160 bar / 16 - 160 FS	00011B
11 - 250 bar / 25 - 3670 FS	00011B	11.02 - 250 bar / 25 - 250 FS	00011B
12 - 400 bar / 40 - 5870 FS	00011B	11.02 - 400 bar / 40 - 400 FS	00011B
13 - 600 bar / 60 - 8810 FS	00011B	11.02 - 600 bar / 60 - 600 FS	00011B
14 - 800 bar / 80 - 11750 FS	00011B	11.02 - 800 bar / 80 - 800 FS	00011B
15 - 1000 bar / 100 - 15670 FS	00011B	11.02 - 1000 bar / 100 - 1000 FS	00011B

Nota: Otros a petición. Los datos se refieren a la unidad de presión correspondiente de la escala estándar.

4) Módulo de la placa de escala

Bar / PSI (bar estándar/PSI estándar)	Modular de escala (bar / PSI)	Modular de escala (bar / PSI)
Bar / PSI (bar estándar/PSI estándar)	01	019 (para SPG-63)
Bar	02	019 (para SPG-100)
PSI	03	116 (para SPG-63)
PSI (bar / PSI estándar estándar)	04	116 (para SPG-100)
MPa / PSI (para estándar/PSI estándar)	10	019-02 (para SPG-63)

Nota: Otros a petición.

5) Conexión

Conexión: acero	Conexión: aluminio	Accesorios
Ø 1/4"	Ø 1/4"	Ø 1/4"
Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"
Ø 1/2"	Ø 1/2"	Ø 1/2"
Ø 3/4"	Ø 3/4"	Ø 3/4"
Ø 1"	Ø 1"	Ø 1"

Nota: Otros a petición.

6) Conexión a proceso

Ø 1/4"	Ø 3/8"	Ø 1/2"	Ø 3/4"	Ø 1"
Ø 1/4"	Ø 3/8"	Ø 1/2"	Ø 3/4"	Ø 1"
Ø 1/4"	Ø 3/8"	Ø 1/2"	Ø 3/4"	Ø 1"
Ø 1/4"	Ø 3/8"	Ø 1/2"	Ø 3/4"	Ø 1"
Ø 1/4"	Ø 3/8"	Ø 1/2"	Ø 3/4"	Ø 1"
Ø 1/4"	Ø 3/8"	Ø 1/2"	Ø 3/4"	Ø 1"

Nota: Otros a petición.

7) Accesorios

Ø 1/4"	Ø 3/8"	Ø 1/2"	Ø 3/4"	Ø 1"
Ø 1/4"	Ø 3/8"	Ø 1/2"	Ø 3/4"	Ø 1"
Ø 1/4"	Ø 3/8"	Ø 1/2"	Ø 3/4"	Ø 1"
Ø 1/4"	Ø 3/8"	Ø 1/2"	Ø 3/4"	Ø 1"
Ø 1/4"	Ø 3/8"	Ø 1/2"	Ø 3/4"	Ø 1"
Ø 1/4"	Ø 3/8"	Ø 1/2"	Ø 3/4"	Ø 1"

Nota: Otros a petición.

Para obtener más información, consulte el catálogo F-STRUP Tech.

10 Catálogo 3 - Edición 06/2018 www.atauff.com/es/MS

Fuente. [63]

Anexo 20. Descripción técnica llanta 195/80/R14

Descripción técnica

Información sobre el producto

Marca	Firestone
Modelo	Vanhawk
Referencia del fabricante	77979
Referencia OEM	77979

Tallas y especificaciones

Ancho de sección	195 milímetros
Proporción	80
Construcción	Radial
Diámetro de la llanta	14 pulgadas
Clasificación del índice de carga	104
Clasificación de velocidad	R
Peso	13.6 kilogramos
Alto	20 centímetros
Largo	67 centímetros
Ancho	67 centímetros

Fuente. [51]

Anexo 21. Guardamotor

Product data sheet Characteristics

GV2ME01

Motor circuit breaker, TeSys GV2, 3P, 0.1-0.16 A, thermal magnetic, screw clamp terminals



Main

Range	TeSys
Product name	TeSys GV2
Device short name	GV2ME
Device application	Motor
Trip unit technology	Thermal-magnetic

Complementary

Poles description	3P
Network type	AC
Utilisation category	AC-3 conforming to IEC 60947-4-1 Category A conforming to IEC 60947-2
Network frequency	50/60 Hz conforming to IEC 60947-4-1
Fixing mode	35 mm symmetrical DIN rail: clipped Panel: screwed (with adaptor plate)
Operating position	Any position
Breaking capacity	100 kA Icu at 230/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 100 kA Icu at 400/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 100 kA Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 100 kA Icu at 500 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 100 kA Icu at 690 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
[Ics] rated service short-circuit breaking capacity	100 % at 690 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 100 % at 500 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 100 % at 230/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 100 % at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 100 % at 400/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Control type	Push-button
[In] rated current	0.16 A
Thermal protection adjustment range	0.1...0.16 A
Magnetic tripping current	1.5 A
[Ue] rated operational voltage	690 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2

May 25, 2020

LA 5/01 | Schneider

1

Disclaimer: This documentation is not intended as a substitute for and should not be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications.

Fuente. [65]

Anexo 22. Selector pulsador

<p>ACTUADORES DOBLES Y TRIPLES</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Grado de protección IP66, IP67 y IP69K. - Actuadores dobles con 2 pulsadores rasantes o con 1 pulsador saliente y 1 rasante. - Actuadores triples con 2 pulsadores rasantes y pulsador central saliente. - Versiones con o sin piloto. <p>ACTUADORES PARA ACCIONAMIENTO MECÁNICO</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Posibilidad de ajustar la varilla frontalmente (1 a 4mm)  <ul style="list-style-type: none"> - Posibilidad de montar hasta 6 contactos auxiliares. 	<p>ACTUADORES DE EMERGENCIA</p>  <ul style="list-style-type: none"> - La estructura del actuador garantiza el funcionamiento "a presión, inviolable" para la parada de emergencia conforme con ISO 13850 e IEC/EN 60947-5-5. - Contactos de automonitorización con las siguientes funciones: <ul style="list-style-type: none"> • control constante del montaje (base de fijación y contacto NC con el actuador) y del funcionamiento del contacto NC • apertura circuito en caso de fallo (ej. separación entre el contacto y la base de fijación a causa de grandes vibraciones o choques).  <ul style="list-style-type: none"> - El cuerpo del actuador presenta una franja verde que evidencia la posición de rearme y de accionamiento de la seta - Compatibles con llaves Rontis. - Varios accesorios disponibles (discos amarillos, protección con candado, capuchones de goma, portaetiquetas y etiquetas neutras para imprimir). 	<p>SELECTORES</p>  <ul style="list-style-type: none"> - El diseño de la maneta ofrece una óptima ergonomía.  <ul style="list-style-type: none"> - Clara visibilidad frontal y lateral del actuador, con tamperografía que indica la posición.  <ul style="list-style-type: none"> - Compatibles con llaves Rontis.  <ul style="list-style-type: none"> - Accionamiento del contacto central incluido de serie en los selectores de 2 y 3 posiciones. 	<p>VASTA GAMA DE ACCESORIOS</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Difusores para pilotos y pilotos monoblock de LED (IP65).  <ul style="list-style-type: none"> - Zumbadores monoblock (IP40).  <ul style="list-style-type: none"> - Puertos de comunicación (IP65). - Tipos USB y RJ45 para Ethernet con transmisión bidireccional de los datos. <p>BOTONERAS</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Grado de protección IP66, IP67 y IP69K. - Versiones vacías de 1 a 6 agujeros y completas con varios tipos de setas de parada. - Rápida instalación y fácil cableado con los respectivos contactos y portalamparas de LED, con montaje a presión en la base. - Posibilidad de instalar contactos y portalamparas de tornillo y de cepo con el actuador en el interior de la tapa.
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente. [66]

Anexo 23. Luz piloto

LUCE PILOTO

ENERGÍA / CONTROL Y COMANDO







Son instaladas con el propósito de indicar si algún tablero o línea se encuentra energizada o bien simplemente para indicar algún proceso.

CARACTERÍSTICAS LUZ PILOTO LED ROJA

CÓDIGO	MODELO	MONTAJE PANEL	LUZ
FT0049	RD22 - 22DS	22MM	LED

CARACTERÍSTICAS LUZ PILOTO LED AMARILLA

CÓDIGO	MODELO	MONTAJE PANEL	LUZ
FT0051	RD22 - 22DS	22MM	LED

CARACTERÍSTICAS LUZ PILOTO LED VERDE

CÓDIGO	MODELO	MONTAJE PANEL	LUZ
GY0034	RD22 - 22DS	22MM	LED
FT0050	RD22 - 22DS	22MM	LED

CARACTERÍSTICAS LUZ PILOTO RIEL DIN

CÓDIGO	LUZ
GY0035	Luz LED
FT0057	220 V AC
	Montaje Riel Din 35mm
	Uso Tableros Eléctricos domiciliarios
	Indicador Rojo de presencia de energía

Fuente. [67]

Anexo 24. Relé térmico



Relés de protección térmica
LRD 02



LRD 305



Relé de control de corriente RM4 JA



Amarrador TeSys U con el módulo de
función "alarma por sobrecarga térmica"

Funciones de protección (continuación)

Protección contra las sobrecargas

Generalidades

La sobrecarga es el fallo más frecuente. Se manifiesta por un aumento de la corriente que absorbe el motor y por efectos térmicos. Es importante volver rápidamente a las condiciones de funcionamiento normales. Las condiciones reales de empleo (temperatura ambiente, estado de utilización y servicio normalizado), resultan indispensables para determinar los valores de empleo del motor (potencia, corriente) y para poder elegir una protección eficaz contra las sobrecargas. Estos valores de empleo se indican por parte del fabricante del motor.

Según el nivel deseado, la protección puede realizarse mediante:

- Relés de sobrecarga, relés térmicos (bimetálicos o electrónicos), que protegen los motores en caso de:
 - Sobrecarga, a través de la corriente absorbida en cada una de las fases.
 - Desequilibrio o ausencia de fases, a través de su dispositivo diferencial.
- Relés de sondas de termistancia PTC (con coeficiente de temperatura positivo).
- Relés de sobrepasar.
- Relés multifunción.

Relés de sobrecarga

Estos relés protegen a los motores contra las sobrecargas. Deben poder admitir la sobrecarga temporal del arranque y activarse únicamente si el arranque es demasiado largo.

La elección del relé de sobrecarga se realiza en función de la duración del arranque (clase de disparo) y del calibre nominal del motor.

Estos relés tienen una memoria térmica (excepto para determinados relés electrónicos de sobrecarga, indicado por el fabricante) y pueden conectarse:

- Bien en serie con la carga.
- Bien a transformadores de corriente colocados en serie con la carga.

Relés térmicos de sobrecarga bimetálicos

Realizan, mediante asociación con un contactor, la protección del motor y la línea del equipo contra las sobrecargas bajas y prolongadas. Deben estar protegidos contra las sobrentensidades fuertes mediante un disyuntor o con fusibles.

Estos relés se pueden utilizar en corriente alterna o continua y por lo general:

- Son tripolares.
- Están compensados, es decir, son insensibles a las variaciones de la temperatura ambiente.
- Son de rearme manual o automático.
- Están graduados en "atrasamiento motor": visualización directa de la corriente en la placa de características del motor.

Pueden también ser sensibles a una pérdida de fase: es el concepto de diferencial. Esta función responde a la norma IEC 60947-4-1 y 60947-6-2.

Este tipo de relés ofrece una fiabilidad excelente y su coste es relativamente bajo.

Relés térmicos de sobrecarga electrónicos

Los relés térmicos de sobrecarga electrónicos cuentan con las ventajas de la electrónica, que permite crear una imagen térmica del motor más elaborada. Pueden asociarse a productos con funciones adicionales, como por ejemplo:

- El control de la temperatura con sondas PTC.
- La protección contra los bloqueos y sobrepases.
- La protección contra las inversiones de fase.
- La protección contra los fallos de aislamiento.
- La protección contra el funcionamiento en vacío.
- La función de alarma.

Fuente. [65]

Anexo 25. Contactor

Ficha técnica del producto Características

LC1D50AM7
Contactor 3 polos - 50A - 220V AC - NANC



Principal

Gama	TeSys
Nombre del producto	TeSys D
Tipo de producto o componente	Contactor
Nombre corto del dispositivo	LC1D
Aplicación del contactor	Carga resistiva Control del motor
Categoría de empleo	AC-3 AC-4 AC-1
Descripción de los polos	3P
Power pole contact composition	3 NA
[Ue] tensión de funcionamiento nominal	Circuito de alimentación ≤ 690 V AC 25...400 Hz Circuito de alimentación ≤ 300 V CC
[Ie] intensidad de funcionamiento nominal	50 A 60 °C) a ≤ 440 V AC AC-3 para circuito de alimentación 80 A 60 °C) a ≤ 440 V AC AC-1 para circuito de alimentación
Potencia del motor en kW	15 kW a 220...230 V AC 50/60 Hz AC-3) 22 kW a 380...400 V AC 50/60 Hz AC-3) 30 kW a 500 V AC 50/60 Hz AC-3) 33 kW a 660...690 V AC 50/60 Hz AC-3) 25 kW a 415 V AC 50/60 Hz AC-3) 30 kW a 440 V AC 50/60 Hz AC-3) 11 kW a 400 V AC 50/60 Hz AC-4)
Motor power HP (UL / CSA)	3 hp a 115 V AC 50/60 Hz para 1 fase 7.5 hp a 230/240 V AC 50/60 Hz para 1 fase 15 hp a 200/208 V AC 50/60 Hz para 3 fases 15 hp a 230/240 V AC 50/60 Hz para 3 fases 40 hp a 460/480 V AC 50/60 Hz para 3 fases 40 hp a 575/600 V AC 50/60 Hz para 3 fases
Tipo de circuito de control	AC a 50/60 Hz
[Uc] tensión del circuito de control	220 V AC 50/60 Hz
Composición de los contactos auxiliares	1 NA + 1 NC
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	6 kV conforme a IEC 60947
Categoría de sobretensión	III

25-25-3220

Libro On Schneider

1

Fuente. [65]

Anexo 26. Breaker

Product data sheet Characteristics

LRD35 TeSys LRD thermal overload relays - 30...38 A - class 10A



Main

Range	TeSys
Product name	TeSys LRD
Product or component type	Differential thermal overload relay
Device short name	LRD
Relay application	Motor protection
Product compatibility	LC1D32 LC1D38
Network type	DC AC
Thermal protection adjustment range	3E...38 A
[U] rated insulation voltage	Power circuit: 600 V conforming to CSA Power circuit: 600 V conforming to UL Power circuit: 690 V conforming to IEC 60947-4-1

Complementary

Network frequency	0...400 Hz
Mounting support	Plate, with specific accessories Rail, with specific accessories Under contactor
Tripping threshold	1.14 +/- 0.06 In conforming to IEC 60947-4-1
[It] conventional free air thermal current	5 A for signalling circuit
Permissible current	1.5 A at 240 V AC-S for signalling circuit 0.1 A at 250 V DC-S for signalling circuit
[U] rated operational voltage	690 V AC-S...400 Hz
[Um] rated impulse withstand voltage	6 kV
Phase failure sensitivity	Tripping current 130 % of In on two phases, the last one at 0
Control type	Red push-button: stop Blue push-button: reset
Temperature compensation	-30...80 °C

Key 26_200

ABB | Schneider

1

Fuente. [65]

Anexo 27. Paro de emergencia

Ficha técnica del producto Características

XB4BT845
pulsador parada de emergencia rojo Ø 22 -
cabeza redonda Ø 40 - pulsar-tirar



Principal

Gama de producto	Harmony XB4
Tipo de producto o componente	Pulsador de parada de emergencia Emergency switching off push-button
Nombre corto del dispositivo	XB4
Material del base	Metal cromado plateado
Material anillo fijación	Zamak
Díámetro de montaje	22 mm
Se vende en cantidades indivisibles	1
Forma del cabezal de unidad de señalización	Circular
Tipo de operación	Acción trigger y anclamiento mecánico
Reset	Pulsar-tirar
Perfil de operador	Rojo Seta ø 40 mm sin marca
Tipo y composición de contactos	1 NA + 1 NC
Funcionamiento de contacto	Ruptura lenta
Conexiones - terminales	Terminales de fijación por tornillo ** 2 x 1.5 mm ² con terminal EN 60947-1 Terminales de fijación por tornillo ** 1 x 0.22 mm ² sin terminal EN 60947-1

Fuente. [65]

Anexo 28. Sensor Sobrepresión

Descripción general

Detalles rápidos

Lugar del origen:	Anhui, China	Marca:	Huadian
Número de Modelo:	HDP6000	Nombre del produ...	0-5v 0-10v 4 20ma 200bar aceite hvac sensor de presión 1/...
Los certificados:	CE ROHS FCC ISO CNEX	Fuente de aliment...	12-36VDC
Salida única:	4 ~ 20mA 1 ~ 5V 0 ~ 10V RS485	Rango de medición:	-0,1. 0. 100MPA
Temperatura media:	-40 ~ 80 °C para transmisor de presión de GLP	De medios de com...	Gas, líquido, agua
Tipo de presión:	Manómetro, presión absoluta	Sensibilidad de de...	Transmitter 0.03% F.S/°C para transmisor de presión de GLP
Modo de instalaci...	M20 * 1,5 (rosca), 1/2 NPT,G 1/2, otros		

Capacidad de suministro

Capacidad de sum... 1000 Piece/Pieces per Day

Fuente. [68]

Anexo 29. Análisis de Costos

Costos directos.

Materiales Mecánicos e Hidráulicos, Tabla 63.

Tabla 63

Costos elementos mecánicos e hidráulicos.

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Perfil IPE140 MTS	metros	2	123,23	246,46
Plancha Acero A36 12 mm 1,22*2,44	metros	1	212,84	212,84
Plancha acero AISI 1045 150*305	metros	1	34,36	34,36
Motor	unid	1	687,34	687,34
Campana	unid	1	350	350
Tanque hidráulico Base T20	unid	1	449,84	449,84
Visor de Nivel Stauff 127mm SNA127BST12	unid	1	26,7	26,7
Filtro tapa de llenado Stauff SMBB-80C-N-0-00-0-C-S080-0	unid	1	21,48	21,48
Válvula De Bola Bronce DIXON 1/2" 600 WOG 120° C Fabricada	unid	1	9,39	9,39
Aceite Hidráulico AW68 PUREGUARD. Caneca 5 Galones.	unid	1	301,25	301,25
Bomba engranajes SAE 10CC CHAVETA 2APF10LJ37P02	unid	1	164,46	164,46
150L 3B-60-140-Kit filtro de retorno 150 litros	unid	1	64,9	64,9
Válvula manual mono block 1 palancas MB51S3261LE1210M3	unid	1	180,2	180,2
B500360ACDDA07B Cilindro hidráulico DE 5" X 36 " de carrera	unid	1	1062,79	1062,79
Kit mangueras y acoples	unid	1	600	600
Arrancador motor	unid	1	750	750
SPG063050005PN04 Manómetro STAUFF 0-5000 PSI	unid	1	30	30
Total				5815,95

Materiales eléctricos, Tabla 64.

Tabla 64

Materiales eléctricos

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Guardamotor GV2ME01	unid	1	47,94	47,94
Selector pulsador	unid	1	8	8
Luz piloto	unid	2	9,75	9,75
Relé térmico	unid	1	12	12
Contactador 9A 220 Vac	unid	1	15	15
Breaker LRD35 de 30-38A	unid	1	449,84	449,84
Paro de emergencia	unid	1	55	55
Cable flexible 18 AWG	metros	7	0,45	3,15
Tablero eléctrico	unid	1	25	25
Sensor de presión hidráulica	unid	1	30	30
Sensor magnético	unid	1	10	10
Total				665,68

Costo Manufactura, Tabla 65.

Tabla 65

Costo manufactura

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Corte chorro de agua Gancho	metros	1	163	163
Corte chorro de agua Placa extracción	Metros	1	49	49
Total				212

Costos mano de obra, Tabla 66.

Tabla 66

Mano de obra

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Construcción	unid	1	1800	1800
Instalación y mantenimiento hidráulico	unid	1	500	500
		Total		2300

Costo Total máquina, Tabla 67.

Tabla 67

Costo total

Descripción	Valor
Materiales mecánicos e hidráulicos	5815,95
Materiales eléctricos	665,68
Manufactura	212
Construcción	2300
Total	8993,63

Anexo 30. Destalonadora de llantas

NO.	MAQUINA	MODELO	CANTIDAD	PRECIO
	Destalonadora de neumaticos	LS-S1200	1 set	US\$12,000
		LS-D1200	1 set	US\$24,000

Condiciones comerciales

- entrega :** 30 días hábiles después de recibir el pago inicial
- pago:** 30% T/T del valor total como pago inicial, el 70% T/T antes de la entrega
- Garantía:** 1 año
- Instalación**
 - 1), probar la máquina para su inspección antes de la entrega, instalación de la planta en la fábrica del cliente
 - 2), cliente debe tener alojamiento, billetes de ida y vuelta de los técnicos y les pagan USD100/day/person; 1-2 técnicos serán necesarios para la instalación

Banco Beneficiario:

Nombre de compañía: SUZHOU HOPLAS MACHINERY CO.,LTD

Banco: (POR T / T)

CHINA CONSTRUCTION BANK CORP, SUZHOU BRANCH

Dirección del banco:

No. 126 QIANJIN MID-ROAD, KUNSHAN CITY, JIANGSU PROVINCE, CHINA

Número de Cuenta: 32250198643609140132(USD)

Código Swift: PCBCCNBJSS

[69]

Anexo 31. Planos mecánicos máquina Destalonadora