UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE DE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA

PROPUESTA TECNICA Y ECONOMICA PARA CILINDRO HIDRAULICO DE PRENSA COMPACTADORA DE FARDOS EN LAVADERO DE LANAS CONFLUENCIA (CHILLAN).

Trabajo de título para optar a la obtención del título profesional de INGENIERO EN EJECUCION MECANICA DE PROCESOS Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Alumno: Juan Pablo Burgos Salazar

Profesor guía: Marcelo Quiroz Neira

2021

“Dedico este trabajo de título a mi familia que siempre me apoyo en este camino que no fue sencillo, en especial a mis padres, a mis abuelos, pero en especial a mi abuelo Ricardo que fue la persona que siempre estuvo ahí y fue la fuente de mi motivación, a mi abuela Gerarda Quiroz que siempre me aconsejo , me guio y me dio ánimos en este camino , mi madre Marcela quien fue testigo de mi sacrificio en estos casi 5 años de trayecto y por sobre todo a Dios, quien me otorgó sabiduría , esfuerzo y experiencia en donde logré grandes cosas y donde me convertí en un hombre que seguirá perfeccionándose en esta vida…”

Juan Pablo Burgos Salazar

2021

Resumen

En el presente trabajo de título que se desarrollara en la empresa lanas confluencia ubicada a 25km de la ciudad de Chillan consiste en el estudio técnico y económico sobre los cilindros hidráulicos que están montados sobre una prensa compactadora de fardos y que permite a través de varios mecanismos el movimiento de aceite hidráulico por el accionamiento manual de una válvula distribuidora. El aceite es impulsado por una bomba hidráulica la cual tiene su origen de movimiento gracias a un motor monofásico que esta conexionado a la red eléctrica de la empresa

La prensa enfardadora se encuentra en fallas reincidentes, la cual tiene su origen en el cilindro hidráulico que va montado en la parte superior de la prensa enfardadora a través de una base rectangular que esta apernada de manera distribuida

La elaboración de un adecuado plan de mantenimiento y plan económico beneficiará no solo a la empresa y su personal, sino que se dará el máximo aprovechamiento a la máquina y a su respectiva vida útil, en el cual se evitaran fallas imprevistas, paradas de producción prolongadas y evitar costos elevados de reparación.

INDICE DE CONTENIDOS

Justificación 1
CAPITULO 1: MARCO TEORICO 3
1.1 Inicio y desarrollo de la empresa 4
1.1.1 Introducción a la hidráulica 5
1.1.2 Antecedentes de la compactación 5
1.1.3 Sistemas Hidráulicos 5
1.1.4 Función de un sistema hidráulico 6
1.1.5 Principios de hidráulica 6
1.1.6 Cilindros hidráulicos 7
1.1.7 Cilindros de simple efecto 8
1.1.8 Cilindro telescópico 9
1.1.9 Cilindro diferencial 9
1.1.10 Cilindro de doble vástago 10
1.1.11 Cilindro tándem 11
1.2 Descripción básica de sistema de enfardado 11
1.3 Proceso de enfardado 12
1.3.1 Motor eléctrico 13
1.3.2 Válvula de accionamiento manual por palanca 14
1.3.3 Bomba de engranajes 15
1.3.4 Sello mecánico 15
1.3.5 Filtro 17
1.3.6 Cilindro hidráulico de doble efecto 17
1.4 Elementos de un cilindro hidráulico de doble efecto 19
CAPITULO 2: CARACTERISTICAS DEL SISTEMA Y MATERIALES DE DESIGNACION 20
2.1 El aceite hidráulico de trabajo 21
2.1.1 Importancia de elegir el aceite hidráulico correcto 21
2.1.2 Viscosidad 22
2.1.3 Tipos de fluidos 23
2.1.4 Selección de fluido 24
2.1.5 Propiedades y beneficios 25
2.1.6 Datos técnicos 26
2.2 Materiales que constituyen el sistema 27
2.2.1 Composición química acero SAE 1020 27
2.2.2 Propiedades mecánicas acero SAE 1020 27
2.3 Composición del cilindro hidráulico de doble efecto 28
2.3.1 Material interno del cilindro 29
2.3.2 Composición química del acero SAE 1045 30
2.3.3 Propiedades mecánicas 30

2.4 Material que componen las mangueras distribuidoras de aceite hidráulico 31
2.5 Material de los sellos hidráulicos 31
2.6 Criterios de selección del sello hidráulico 32
CAPITULO 3: PROPUESTA DE MEJORA EN EL SISTEMA 33
3.1 Problemas en la falla del cilindro 34
3.1.1 Exceso de presión 34
3.2 Modelo de cálculo y diseño 35
3.2.1 Datos técnicos de la maquina enfardadora y el cilindro 35
3.3 Modificación del sistema hidráulico de compactación 38
3.3.1 Manómetro de bourdon. 38
3.3.2 Válvula reguladora de presión 40
3.3.3 Válvula reguladora de flujo. 41
3.3.4 Selección de válvula reguladora adecuada 42
3.4 Fallas frecuentes 44
3.4.1 Diagrama de Pareto 45
3.5 Plan de inspección e intervención para el cilindro 45
CAPITULO 4: PROPUESTA ECONOMICA 47
4.1 Estudio de costos de mantenimiento 48
4.1.1 Gastos de mano de obra 48
4.1.2 Gastos de actividades y materiales 50
4.1.3 Gastos por fallos 51
CONCLUSIONES 52
BIBLIOGRAFIA 53
LINKOGRAFIA 53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Elementos de un cilindro hidráulico de doble efecto 19
Tabla 2: Porcentaje de cada material en SAE 1020 27
Tabla 3: Diferentes propiedades del material SAE 1020 27
Tabla 4: Porcentaje de cada material en SAE 1045 30
Tabla 5: Propiedades del material 30
Tabla 6: Dimensiones principales maquina enfardadora 35
Tabla 7: Manómetros según características 39
Tabla 8: Selección de válvula reguladora de flujo 42
Tabla 9: Fallas frecuentes 44
Tabla 10: Plan de mantenimiento 46
Tabla 11: Propuesta de nueva mano de obra 48
Tabla 12: Gasto de materiales y actividades 50
Tabla 13: Gasto por fallos 51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:Sistema básico hidráulico 6
Figura 2: Clasificación cilindros hidráulicos 7
Figura 3: Cilindro hidráulico con salida de vástago 8
Figura 4: Cilindro simple efecto 8
Figura 5: Cilindro telescopico 9
Figura 6: Cilindro diferencial 10
Figura 7: Cilindro de Vástago Doble 10
Figura 8: Cilindro Tándem 11
Figura 9: Enfardadora de lana con sus diferentes componentes 12
Figura 10: Motor eléctrico trifásico 13
Figura 11: Placa de datos del motor 14
Figura 12: Válvula accionamiento por palanca 14
Figura 13: Bomba de engranajes 15
Figura 14: Sello mecánico para cilindros de doble efecto 16
Figura 15: Filtro hidráulico 17
Figura 16: Cilindro hidráulico de doble efecto 18
Figura 17: Partes de un cilindro hidráulico de doble efe 19
Figura 18: Aceite hidráulico 22
Figura 19: Aceite hidráulico ISO VG 68 24
Figura 20: Características Fisicoquímicas 26
Figura 21: Contextura externa cilindro 28
Figura 22: Embolo-vástago 29
Figura 23: Manómetro para variación de presión 39
Figura 24: Conjunto bomba-motor con válvula reguladora de presión 40
Figura 25: Válvula reguladora o estranguladora 41
Figura 26: Nueva propuesta hidráulica 43

ÍNDICE DE GRÁFICO

Gráfico 1: Diagrama de Pareto 45

SIMBOLOGÍA

P: Presión

F: Fuerza

A: Área

Kpa: Kilopascal

Kn: Kilonewton

N: Newton

Kg: Kilogramo

C: Carbono

Mn: Magnesio

Si: Silicio

Q: Caudal

Justificación

La lana es uno de los tejidos más longevos que existen, gracias a su poder térmico se ha usado desde mucho tiempo atrás por lo general para prendas de abrigo, de manera que las bajas temperaturas se hicieran más llevaderas. Por ello, es una de las telas que resultan ser más imprescindibles en épocas caracterizadas por climatologías frías.

La lana al ser esquilada, debe pasar por un proceso de lavado para limpiar toda suciedad e impurezas, todo esto debe realizarse en lavaderos de lana que existen en algunas partes del país. Los lavaderos de lana son instalaciones manufactureras muy grandes y complejas, las cuales están destinadas a eliminar toda impureza que posee la lana antes o después del esquilado. Bajo la denominación de lavado se conoce como el conjunto de operaciones a la cual es sometida la lana. El lavado industrial de esta consiste en sumergir la lana en una serie de baños con agua, jabón y álcalis mantenido a una temperatura conveniente por donde pasa hasta llegar a la maquina centrifuga la cual tiene la tarea de eliminar total o parcialmente el agua que fue combinada con la lana, posterior a esto pasara a una maquina secadora la cual tiene como objetivo dejar la lana seca en su totalidad.

Finalmente llega a la última parte del proceso que se dará total énfasis en el presente trabajo de título, el cual debe ejecutarse en una prensa compactadora de fardos, donde la compresión de la lana será efectuada por un cilindro hidráulico de doble efecto que está montado por un soporte rectangular apernado.

Por lo general en las empresas que trabajan con este tipo de prensas compactadoras, en la gran mayoría de los casos son los cilindros hidráulicos los que presentan fallas, que pueden ser de manera imprevista y generan paradas de procesos, lo cual repercute en un excesivo almacenamiento de lana que es amontonada pero no puede ser enfardada

El generar un plan de acción técnico y económico para este proceso representa una gran oportunidad donde se pondrán en práctica todos los conocimientos aprendidos y ejecutados en la carrera.

https://puntoganadero.cl/imagenes/upload/_5db844363f34d.pdf

http://xiloca.org/xilocapedia/index.php?title=Lavadero_de_lanas#:~:text=Los%20lavaderos%20de%20lana%20eran,las%20lanas%20despu%C3%A9s%20del%20esquileo.

OBJETIVO GENERAL

- Aumentar la confiabilidad y disponibilidad de la máquina, evitar fallas del sistema y sobretodo fugas de aceite que se dan por sobrepresiones en el cilindro hidráulico y generan fallas imprevistas y paradas de producción

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Generar plan de mantenimiento preventivo y predictivo para componentes de la prensa compactadora
- Estudio económico sobre sistemas hidráulicos y cilindros
- Evitar fallas imprevistas a través de planes de mantenimiento
- Reducir tiempos de detención por falla

CAPÍTULO 1: MARCO TEORICO

1.1 Inicio y desarrollo de la empresa

Lanas confluencia es una empresa fundada el año 2013 y uno de los principales lavaderos industriales de textiles en la zona central. El lavadero está ubicado en la comuna de Confluencia, región de Ñuble, a 25 km de la ciudad de Chillan y se destaca por su buena entrega de servicios, su constante producción y una excelente calidad en su proceso de lavado.

Desde el 2013 que lanas confluencia ha entrado al mercado competitivo con buenas proyecciones para algún día convertirse en una de las empresas que mayor servicio entregue a las personas. Por lo general en las temporadas de verano que a lanas Confluencia constantemente le llegan grandes cantidades de lana que ha sido esquilada a las ovejas por personas que trabajan en el sector rural, la cual contiene mucha suciedad y residuos que deben ser eliminados a través de un proceso de lavado y secado.

Esta empresa como muchas otras se caracteriza por poseer muchas maquinas que necesitan un constante monitoreo y mantenimiento para así no retrasar la producción y así evitar una futura parada de proceso.

La gran cantidad de paradas de producción se debe a la maquina compactadora de fardos o también llamada enfardadora, la cual posee en la parte superior un cilindro hidráulico o prensa hidráulica que genera la compactación de la lana para formar el fardo, en donde en este proyecto se dará total énfasis.

1.1.1 Introducción a la hidráulica

La hidráulica es la rama de la física que se encarga de estudiar el comportamiento de los fluidos, es la tecnología que emplea un líquido o fluido, bien agua o aceite (normalmente aceites especiales) como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. Básicamente consiste en aumentar la presión de este fluido por medio de elementos del sistema hidráulico.

Este sistema presenta algunas ventajas respecto a los sistemas neumáticos. Al utilizar aceite, es autolubricante. El posicionamiento de los elementos mecánicos es ajustado y preciso porque el movimiento del aceite es más uniforme que el aire comprimido, transmitiendo la presión más rápido. Puede mover cargas mucho más pesadas.

1.1.2 Antecedentes de la compactación

En el año de 1650, el físico y matemático francés Blaise Pascal (1623-1662), realizó el experimento que sentó las bases del futuro para el desarrollo de la hidrostática. Pascal comprobó que cuando se aplica una presión a un líquido encerrado y estático, dicha presión es uniformemente transmitida a todas las partículas del fluido y está distribuida a toda el área correspondiente.

La prensa hidráulica fue desarrollada en el año 1970 por el inglés Joseph Bramah el cual utilizo la aplicación directa del principio de Pascal. Esta primera prensa hidráulica, conseguía presiones relativamente pequeñas y no era utilizable para la deformación de metales.

Los equipos de compactación y enfardado reducen grandes cantidades de desperdicios a unidades más manejables por medio de émbolos motorizados o también llamados cilindros hidráulicos. Las compactadoras comprimen los materiales en contenedores para su transporte. Los equipos de la maquina están diseñados para comprimir materiales y producir fardos (atados en su gran mayoría) que puedan ser manipulados y transportados como una unidad de material.

1.1.3 Sistemas Hidráulicos

Los sistemas hidráulicos son aquellos que transmiten la fuerza a través de un fluido. Transmiten la fuerza desde un punto de entrada hasta otro por un tubo. Una de las propiedades

más importantes es que la fuerza de entrada es igual a la fuerza de salida Lo útil de estos sistemas es que se puede variar la presión de salida, con solo variar el diámetro por el que sale. Si se ejerce una fuerza en el punto de entrada dependiendo del diámetro tendrá una determinada presión.

1.1.4 Función de un sistema hidráulico

Los sistemas hidráulicos en equipos prácticamente siempre se encuentran constituidos por un depósito, el cual se encarga de almacenar un líquido que será trabajado, en este caso el aceite. Para dar inicio al sistema y que se comience a transmitir la fuerza, se debe activar una bomba. Esta bomba genera el flujo de aceite necesario para hacer actuar y mover un cilindro o en su defecto para que en los circuitos se presenten unas determinadas presiones de trabajo. Por otro lado, esta una válvula elevadora la cual debe regular la presión del líquido en el sistema, una válvula distribuidora que es accionada manualmente por un operador que contiene una palanca para que se dirija el flujo de líquido hacia los órganos de trabajo. Una vez que el cilindro se mueve el aceite vuelve al depósito.

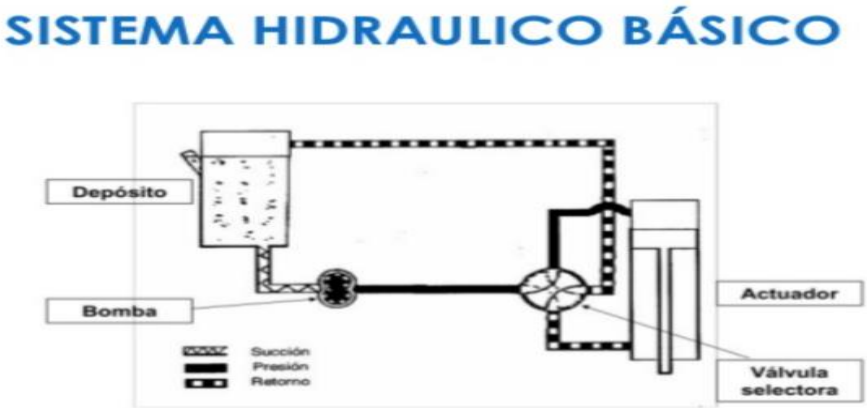

Figura 1:Sistema básico hidráulico

Fuente: https://comofunciona.co.com/un-sistema-hidraulico/

1.1.5 Principios de hidráulica

Existen dos conceptos básicos que son la fuerza y la presión. Siendo la fuerza toda acción que es capaz de cambiar de posición un objeto, por ejemplo, el peso de un cuerpo es la fuerza

que ejerce sobre el suelo como se muestra en la *ecuación (1)* y la segunda es el resultado de dividir esa fuerza por la superficie que dicho objeto tiene en contacto con el suelo como se muestra en la *ecuación (2)*

$$F = m * a \tag{1}$$

$$P = \frac{F}{A} \tag{2}$$

1.1.6 Cilindros hidráulicos

Los cilindros hidráulicos son actuadores mecánicos, es decir transforman el movimiento rotativo a la entrada (bomba), en un movimiento lineal en la salida (cilindro), por tanto, se utilizan para generar una fuerza de recorrido lineal.

Los cilindros hidráulicos se clasifican a continuación en:

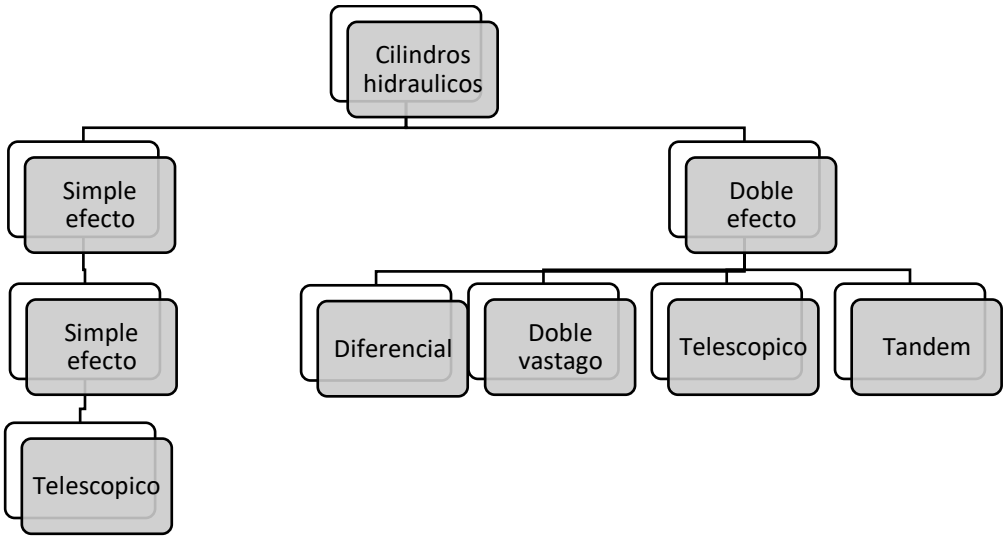

Figura 2: Clasificación cilindros hidráulicos

Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Cilindro hidráulico con salida de vástago

Fuente: https://www.cicrosa.com/index.php/productos/cilindros-hidraulicos/

1.1.7 Cilindros de simple efecto

Los cilindros hidráulicos de simple efecto funcionan de una manera bastante simple: Una bomba que inyecta el líquido, por lo general aceite, a un cilindro hueco con una pieza móvil en su interior, la cual se desplaza gracias a que el líquido ocupa todo el interior del cilindro. La fuerza y la velocidad del desplazamiento dependerá, por un lado del volumen interno del cilindro, y por el otro, la capacidad de inyectar el líquido a presión que tenga la bomba hidráulica.

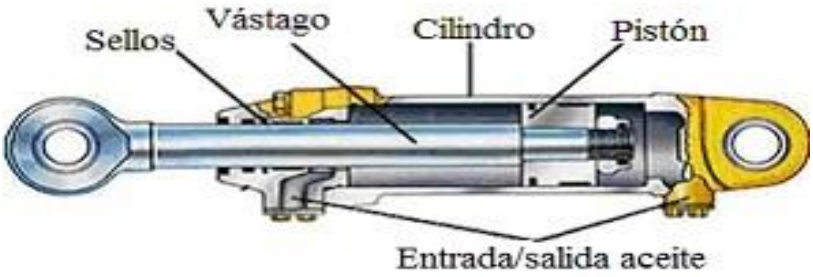

Figura 4: Cilindro simple efecto

Fuente: https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn212.html

1.1.8 Cilindro telescópico

Un cilindro telescópico está compuesto por varios cilindros encajados. Por regla general, se monta como estructura de efecto simple, aunque también se puede montar como estructura de efecto doble. Asimismo, es posible combinar etapas de efecto simple con una etapa de efecto doble. La ventaja de los cilindros telescópicos reside en que pueden elevarse considerablemente, aun con longitudes de montaje relativamente pequeñas.

Figura 5: Cilindro telescopico

Fuente: https://www.directindustry.es/prod/penta-hs-spa/product-91257-930989.html

1.1.9 Cilindro diferencial

Un cilindro diferencial dispone de un vástago del émbolo en un solo lado de la superficie de émbolo. De este modo, dispone de dos superficies de actuación de diferentes tamaños: una, la superficie del lado del émbolo, la cual es completamente operativa, y otra, la superficie del lado del vástago, en donde solo está operativa la superficie anular.

- Su movimiento de avance es más lento que el de retorno a la misma presión con la que se trabaja

- La fuerza de avance es mayor que la del retorno a la misma presión del fluido

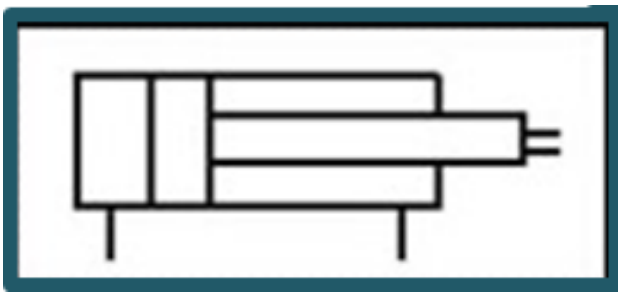

Figura 6: Cilindro diferencial

Fuente: http://informes2014bvanessamorales139.blogspot.com/2014/08/

1.1.10 Cilindro de doble vástago

Son aquellos que poseen salida de vástago en ambos extremos, lo que ofrece un mejor guiado del conjunto, facilitan el colocado de levas o fines de carrera cuando hay problemas de espacio en la zona de trabajo, además presentan iguales áreas de pistón a ambos lados.

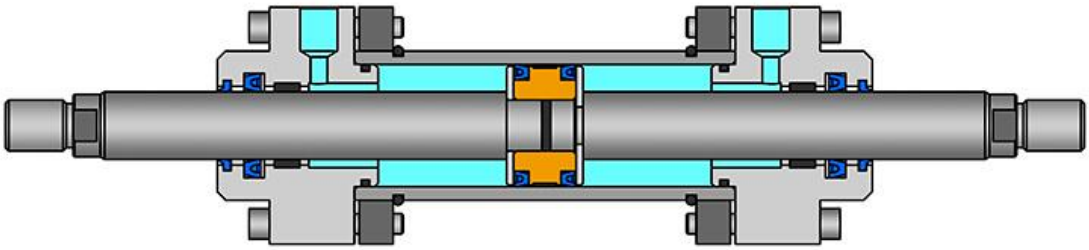

Figura 7: Cilindro de Vástago Doble

Fuente: https://www.hydraulic-calculation.com/es/article.php?ID=16

1.1.11 Cilindro tándem

Los cilindros tándem están compuestos de dos cilindros doble acción, del mismo diámetro y longitud de carrera, los cuales están ensamblados en serie para compartir un vástago común.

Figura 8: Cilindro Tándem

Fuente:https://rodavigo.net/es/p/cilindro-hidraulico-sistema-tandem-ptt-38-32-d-co-41-danfoss/09193M01920

1.2 Descripción básica de sistema de enfardado

Para enfardar la lana que ha sido procesada, lavada y secada se procede agrupar la lana en una maquina llamada enfardadora, la cual puede ser usada para diferentes materiales, en este caso para lana de oveja esquilada, esta está compuesta de diferentes elementos mecánicos que hacen posible compactar esta fibra que forma un fardo de área rectangular, el cual es retirado y enviado para los diferentes clientes a lo largo del país.

Figura 9: Enfardadora de lana con sus diferentes componentes

Fuente: Fotografía, lugar de almacenamiento de la fibra donde se compacta

1.3 Proceso de enfardado

En el proceso de enfardado se consta de los siguientes dispositivos:

- Motor eléctrico trifásico
- Válvula distribuidora
- Bomba de engranajes
- Sello mecánico
- Filtro
- Cilindro hidráulico de doble efecto

1.3.1 Motor eléctrico

El motor eléctrico es el encargado de llevar a cabo la transformación de la energía eléctrica a energía mecánica, se les utiliza para que impulsen distintos equipos.

Para este proceso se utiliza un motor trifásico los cuales funcionan a través de una fuente de potencia trifásica. Son impulsados por tres corrientes alternas de la misma frecuencia, los cuales alcanzan sus valores máximos de forma alternada.

Los motores trifásicos prácticamente son los más utilizados en la industria, ya que poseen una potencia mayor de 150% que un motor monofásico y se genera un campo magnético en tres fases.

El motor está compuesto por los siguientes componentes:

- Estator
- Rotor
- Escudos(Tapas)
- Bobinado

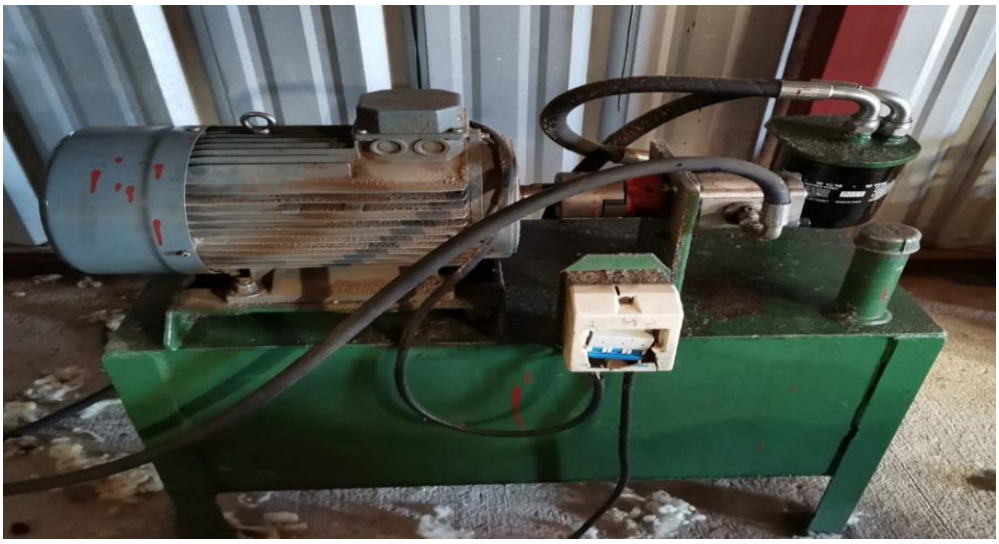

Figura 10: Motor eléctrico trifásico

Fuente: Sector almacenamiento de aceite hidráulico

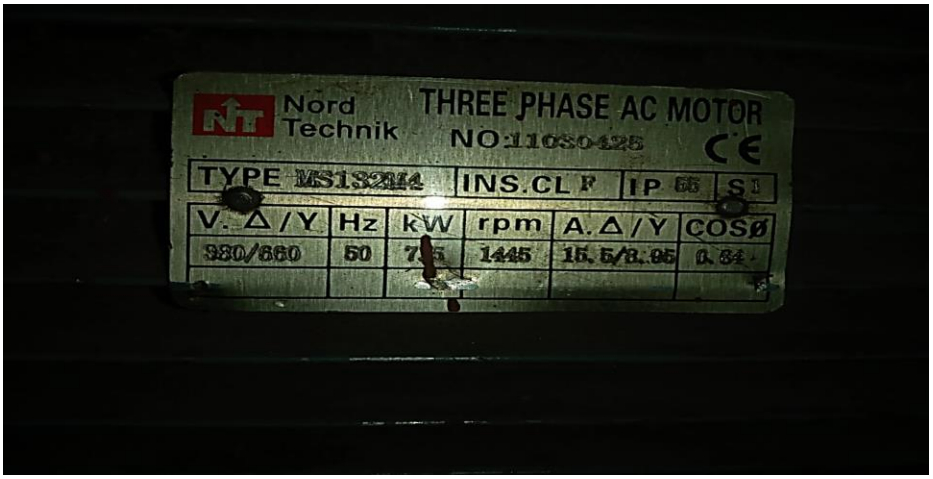

Figura 11: Placa de datos del motor

Fuente: Almacenamiento motor

1.3.2 Válvula de accionamiento manual por palanca

Como concepto una válvula se puede definir como un elemento mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación de líquidos o gases mediante piezas móviles que abren o cierran de forma parcial o total, el paso del fluido. Para la enfardadora se utiliza una válvula de accionamiento manual por palanca el cual tiene un retorno por resorte.

Figura 12: Válvula accionamiento por palanca

1.3.3 Bomba de engranajes

Las bombas de engranajes son bombas rotativas de desplazamiento positivo y autosuspirantes. Las bombas de engranajes se usan principalmente para el bombeo de productos corrosivos, abrasivos, con alta viscosidad y peligrosos para el medio ambiente. Este tipo de bombas ofrecen pleno rendimiento en cualquier sentido de rotación.

Estas bombas están conformadas por dos engranajes que están unidos, los cuales giran dentro del cuerpo del dispositivo, es decir, la cubierta de la bomba. Uno de los engranes se llama impulsor, porque gira gracias al motor eléctrico, por otro lado, está el intermedio debido a que gira gracias al primero.

Se pueden destacar las siguientes características.

- Están hechas con aluminio reforzado para que sean más resistentes.
- Tienen alto rendimiento y buena durabilidad.
- Es posible trabajar con ellas en altas temperaturas.
- Su nivel sonoro es bajo, lo que facilita las condiciones de trabajo.

Figura 13: Bomba de engranajes

Fuente: Conjunto bomba-motor.

1.3.4 Sello mecánico

El sello del pistón se utiliza en los cilindros hidráulicos para el sellado de fluidos y están diseñados para asegurar que el fluido a una determinada presión, no se escape a través de la cabeza del cilindro cuando la presión del sistema empuja el pistón.

La elección del sello de pistón se decide por la forma en que opera el cilindro. Para los cilindros de doble efecto, la mejor opción de sellado son los sellos pistón de doble acción, capaces de sellar la presión dinámica de ambos lados(bidireccional), del cilindro hidráulico.

Los sellos de pistón, pueden ser diseñados y utilizados con anillos integrados, separados y anillos guía.

Figura 14: Sello mecánico para cilindros de doble efecto

Fuente:
https://www.ekato.com/es/productos/cierres-mecanicos-y-sistemas-de-alimentacion/sellos-mecanicos-de-doble-efecto/

1.3.5 Filtro

El filtro es un elemento que es de vital importancia en el sistema ya que este protege a todos los componentes del circuito, algunos de alto costo, con el cual se mantiene la limpieza en la línea donde se traslada el fluido hidráulico.

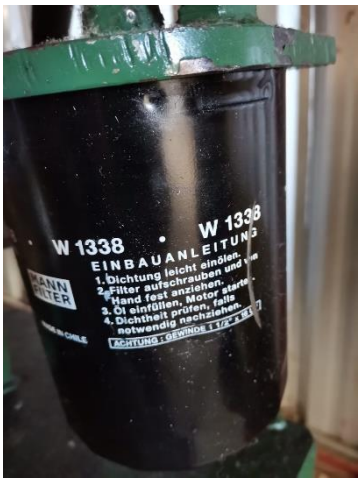

Figura 15: Filtro hidráulico

Fuente: Propia

1.3.6 Cilindro hidráulico de doble efecto

Un cilindro de doble efecto es un cilindro en el que el fluido de trabajo actúa alternativamente en ambos lados del pistón. Para conectar el pistón en un cilindro de doble efecto a un mecanismo externo, hay que proveer un orificio en uno de los extremos del cilindro para el vástago del pistón.

El cilindro hidráulico de doble efecto tiene una conexión en cada extremo, alimentada con fluido hidráulico tanto para la retracción como para la extensión del pistón. Este cilindro de

doble efecto se utiliza cuando no se dispone de una fuerza externa para retraer el pistón o puede utilizarse cuando se requiere una gran fuerza en ambas direcciones de desplazamiento.

Figura 16: Cilindro hidráulico de doble efecto

Fuente: Parte superior maquina enfardadora

1.4 Elementos de un cilindro hidráulico de doble efecto

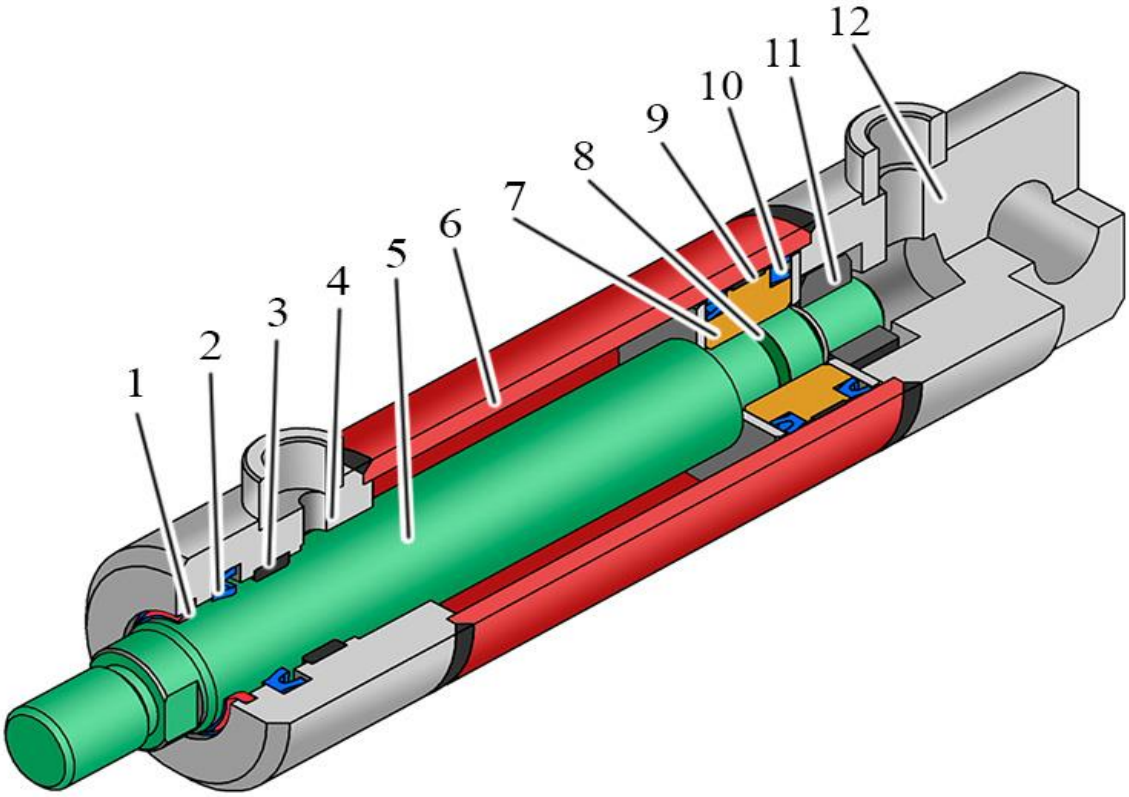

Figura 17: Partes de un cilindro hidráulico de doble efe

Fuente: https://www.hydraulic-calculation.com/es/article.php?ID=16

1. Rascador	7. Pistón
2. Sellos hidráulicos	8. Junta Torica
3. Guía de vástago	9. Guía de pistón
4. Cabeza de cilindro	10. Sellos hidráulicos
5. Vástago	11. Tuerca de Pistón
6. Barril	12. Tapa de cilindro

Tabla 1: Elementos de un cilindro hidráulico de doble efecto

CAPÍTULO 2: CARACTERISTICAS DEL SISTEMA Y MATERIALES DE DESIGNACIÓN

2.1 El aceite hidráulico de trabajo

El aceite hidráulico es un fluido no compresible que desempeña un papel fundamental para el buen funcionamiento de los sistemas hidráulicos. Además de su papel principal para la transferencia de energía, tiene varias funciones secundarias.

Sus principales funciones son:

- Transferir la energía mediante el flujo bajo presión que actúa sobre las piezas móviles
- Lubricar las superficies en contacto en movimiento relativo, los componentes del cilindro hidráulico y los sellos, así como otros componentes del sistema como las bombas y las válvulas.
- Prevenir la corrosión de los componentes.
- Refrigerar el sistema, al transportar el calor de las zonas de gran carga, movimiento o turbulencia y extenderlo a todo volumen del sistema, incluidos los depósitos y el equipo de refrigeración.
- Limpiar el sistema a través del transporte de contaminantes y partículas de desgaste a los cuerpos filtrantes o zonas de asentamiento.

El aceite hidráulico tiene una gran variedad de aplicaciones. Impulsa montacargas y actuadores, permite a los pilotos controlar los sistemas vitales como de las aeronaves y garantiza un excelente funcionamiento de los frenos hidráulicos de los tractores y otros equipos agrícolas. Los fluidos hidráulicos pueden ser minerales (extraídos de depósitos naturales de petróleo crudo que han sido sometidos a un proceso de refinación) o sintéticos (fabricados por síntesis de química).

2.1.1 Importancia de elegir el aceite hidráulico correcto

El uso del tipo de aceite adecuado puede mejorar la eficiencia y reducir el desgaste, lo que significa usar menos combustible y prolongar la vida útil del equipo.

Existen tres propiedades esenciales que hay que tener en cuenta al elegir un aceite:

- Bajo o alto índice de viscosidad
- Con o sin detergente
- Con o sin antidesgaste.

2.1.2 Viscosidad

La viscosidad es una medida del espesor de un fluido o la resistencia al flujo. El rendimiento de los sellos se ve afectado por la viscosidad del fluido y los cambios en la viscosidad durante el uso. La mayoría de los fluidos hidráulicos típicos presentan una disminución de la viscosidad al aumentar la presión

Figura 18: Aceite hidráulico

Fuente: http://www.grupoherres.com.mx/aceite-hidraulico/

2.1.3 Tipos de fluidos

Los medios más utilizados en los sistemas hidráulicos son los fluidos a base de aceite mineral con varios aditivos. Sin embargo, se puede encontrar una variedad de fluidos alternativos en aplicaciones especiales. Por ejemplo, los fluidos biodegradables como los esteres sintéticos (HEES) o naturales (HETG) y las polialfaolefinas (PAO) pueden utilizarse para reducir el impacto ambiental en caso de derrames accidentales.

Los fluidos ignífugos a base de agua o de esteres sintéticos pueden utilizarse con seguridad en espacios reducidos o cuando el sistema hidráulico se utiliza muy cerca de fuentes de ignición

La composición química de los fluidos hidráulicos puede afectar a la vida útil y el rendimiento del sello, según la compatibilidad con el (los) material (es) del sello. La absorción y reacción del (de los) material (es) del sello con fluidos no compatibles puede causar, por ejemplo:

- Cambios en el volumen del material de los sellos: Aumento de la hinchazón o disminución de la contracción y sus respectivos impactos en la fuerza de contacto y la fricción de los sellos.
- Endurecimiento y fragilidad del material del sello
- Ablandamiento, pérdida de fuerza o disolución del material del sello
- Degradación de las cadenas de polímeros o recticulacion, lo que hace que el material se fatigue o pierda resiliencia
- Cambio de color del material del sello

Por lo general, estos cambios se aceleran por el aumento de la temperatura. Para evitar estos cambios y los consiguientes daños a la función y vida útil de los sellos, debe prestarse

especial atención a la compatibilidad entre el fluido y todos los materiales de los sellos, así como a la temperatura y las cargas mecánicas sobre el material de los sellos.

2.1.4 Selección de fluido

Para el sistema de enfardado se ha designado el aceite hidráulico antidesgastante (AW) ISO VG 68 el cual ha sido diseñado y desarrollado para usarse en sistemas de control y de transmisión de potencia hidráulica. Este lubricante está diseñado para proteger de manera sobresaliente a cualquier tipo de sistema hidráulico contra el desgaste provocado por fricción en sistemas con circulación de aceite.

El Aceite Hidráulico Antidesgaste (AW) ISO VG 68 está formulado con aceites básicos vírgenes de alto grado de refinación, los cuales incorporan un paquete de aditivos para mejorar sus propiedades antidesgaste, antioxidantes, anticorrosivas, antiespumantes y de liberación del aire atrapado, así como su punto de escurrimiento. Este lubricante de la clase HLP, asegura un desempeño adecuado cubriendo de manera sobresaliente las exigentes especificaciones de fabricantes de equipo hidráulico a nivel mundial.

Figura 19: Aceite hidráulico ISO VG 68

Fuente: https://www.geniolandia.com/13092497/cuales-son-los-ingredientes-del-aceite-hidraulico

2.1.5 Propiedades y beneficios

- Lubricante especialmente formulado para proteger las superficies metálicas del desgaste cuando el sistema es operado bajo condiciones de ligeras a severas mejorando la vida útil de sus equipos.
- Protege a todas las partes de precisión del sistema hidráulico de los efectos de la herrumbre y la corrosión cuando se operan en ambientes húmedos.
- El grado de viscosidad ISO VG 68 contribuye a disminuir sustancialmente los costos de operación en planta, mejorando su rentabilidad de acuerdo con su capacidad de servicio (tiempo de vida).
- Su alto valor de índice de viscosidad le permite contar con una excelente capacidad de operación dentro de un amplio rango de temperaturas.
- Sus propiedades antiespumantes disminuyen la presencia de aire atrapado evitando la cavitación de las bombas hidráulicas, lo que proporciona una operación más suave mejorando la eficiencia del sistema.
- Excelente compatibilidad con los materiales de fabricación de sellos y materiales especiales previniendo las pérdidas por fugas de aceite del sistema.

2.1.6 Datos técnicos

	MÉTODO ASTM D	VALORES TÍPICOS
Apariencia a Temperatura Ambiente	Visual	Brillante
Color ASTM	1500	2.0
Viscosidad Cinemática @ 40 °C, mm^2/s (cSt)	445	68.00
Viscosidad Cinemática @ 100 °C, mm^2/s (cSt)	445	8.493
Índice de Viscosidad	2270	94
Densidad @ 15.6 °C, kg/L	1298	0.8739
Punto de Inflamación, °C	92	220
Punto de Escurrimiento, °C	97	-9
Número de Acidez (AN), mg KOH/g	974	0.30
Características Espumantes, ml/ml	892	
Secuencia I		0/0
Secuencia II		20/0
Secuencia III		0/0
Corrosión de Lámina de cobre, 3h @ 100 °C	130	1a
Características preventivas a la herrumbre	665 A&B	Aprobado

Figura 20: Características Fisicoquímicas

Fuente:https://www.roshfrans.com/documentos/fichasTecnicasySeguridad/22_HDT_ACEITE_HIDRAULICO_ANTIDESGASTE.pdf

2.2 Materiales que constituyen el sistema

La máquina enfardadora esta echa superficialmente de un acero SAE 1020 el cual es un acero que posee un bajo contenido de carbono, de fácil mecanizado y buena soldabilidad. Por lo general este material se utiliza para fabricar elementos estructurales o máquinas de mediana resistencia.

Responden de buena forma a trabajos en frio y al tratamiento térmico de cementación, su índice de soldabilidad es elevado y debido a su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para usos convencionales de baja exigencia.

2.2.1 Composición química acero SAE 1020

%C	%Mn	%Si	%P	%S
0,18 – 0,23	0,30 – 0,60	0,15 - 0,35	≤ 0,04	≤ 0,05

Tabla 2: Porcentaje de cada material en SAE 1020

Fuente: Elaboración propia

2.2.2 Propiedades mecánicas acero SAE 1020

Dureza	Esfuerzo fluencia	Esfuerzo de tracción	Elongación
110 – 130 HB	27 kg/mm2	40 – 45 kg/mm2	20%

Tabla 3: Diferentes propiedades del material SAE 1020

Fuente: Elaboración propia

2.3 Composición del cilindro hidráulico de doble efecto

El cilindro hidráulico de doble efecto esta echo de un tambor que por lo general posee materiales de buena resistencia mecánica, en donde se asegure un correcto funcionamiento y durabilidad. En las maquinas enfardadoras el material que prevalece es el SAE 1045 en donde su contextura externa esta echa de acero bruñido.

El acero bruñido es un método en el cual al material que prevalece se le aporta brillo y endurecimiento.

Algunas de sus ventajas son

- Minimiza casi en su totalidad la rugosidad que está compuesta de crestas
- Alarga la vida útil de la pieza
- Mejoran sus propiedades mecánicas
- Mantenimiento sencillo

Figura 21: Contextura externa cilindro

Fuente:Propia

2.3.1 Material interno del cilindro

El cilindro hidráulico posee en su interior un elemento que esta echo de un embolo – vástago en donde se le hace llegar en la parte superior el fluido hidráulico que es impulsado por la bomba.

Este conjunto embolo – vástago es el que realiza el movimiento axial dentro del cilindro y simultáneamente transmiten las fuerzas encargadas de generar el trabajo de compactación. El conjunto esta echo de un SAE 1045 el cual es un acero de aplicación universal que proporciona un nivel medio de resistencia mecánica y tenacidad. Por lo general este acero es usado en condiciones de suministro.

Es utilizado para todo tipo de elementos en el cual se requieran mediana resistencia mecánica y tenacidad como piñones, cuñas, manivelas. Cilindros.

Figura 22: Embolo-vástago

Fuente: https://www.rumbominero.com/revista/informes/cilindros-hidraulicos-mecanismo-que-genera-energia/

2.3.2 Composición química del acero SAE 1045

%C	%Mn	%Si	%P	%S
0,43-0,50	0,60-0,90	0,15-0,35	≤ 0,04	≤ 0,05

Tabla 4: Porcentaje de cada material en SAE 1045

Fuente: Elaboración propia

2.3.3 Propiedades mecánicas

Propiedades Mecánicas
en condiciones de suministro

ACERO AISI / SEA 1045	
Dureza	163 HBRINELL
Esfuerzo de Fluencia	310 Mpa
Esfuerzo Máximo	565 Mpa
Elongación	16% en 50 mm
Reducción de Área	40%
Densidad	7,85 g/ cm^3

Tabla 5: Propiedades del material

Fuente: http://www.axxecol.com/documents/axxecol/Axxecol_1045.pdf

2.4 Material que componen las mangueras distribuidoras de aceite hidráulico

Para un buen funcionamiento en el sistema hidráulico en donde existen grandes presiones se deben escoger materiales de elevada resistencia que soporten la presión y este no afecte el trabajo del flujo de los fluidos a transportar, donde el el material debe ser resistente al tipo de fluido puesto que algunos hidrocarburos o químicos pueden causar abrasiones sobre los materiales de la manguera por lo cual puede existir un desgaste y una reducción en la vida útil.

Tipos de mangueras

- Mangueras con cubierta interior de caucho sintético negro, el cuales es uno de los materiales más comunes para mangueras de alta presión.
- Mangueras con cubierta interior de caucho sintético negro y exterior de caucho sintético azul, el cual es ideal para temperaturas elevadas.
- Manguera con cubierta interior de caucho sintético negro y doble malla metálica, estas usadas para presiones muchísimo más altas.
- Manguera con cubierta interior de caucho sintético negro exterior de algodón recubierto con caucho sintético. Tienen una alta resistencia y flexibilidad.

2.5 Material de los sellos hidráulicos

Dependiendo del perfil y las características requeridas para la aplicación, el sello puede estar compuesto de uno o más materiales en su composición.

Los materiales más comunes son:

- Poliuretano termoplástico (TPU)
- Politetrafluoroetileno (PTFE)
- Poliamida (PA)
- Caucho nitrilo (NBR)

2.6 Criterios de selección del sello hidráulico

Antes de seleccionar el sello adecuado, se deben considerar ciertos parámetros que contribuyan a tener un buen desempeño del trabajo a realizar, por lo general hay que considerar

- Rango de presión de fluido
- Rango de Temperatura
- Velocidad del vástago
- Viscosidad
- Dimensiones
- Tipo de fluido
- Aplicación del cilindro hidráulico

CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE MEJORA EN EL SISTEMA

3.1 Problemas en la falla del cilindro

En la maquina enfardadora de lanas Confluencia, el fallo que más prevalece es en el cilindro hidráulico que se manifiesta de múltiples maneras, donde la que se puede determinar a simple vista es la fuga de aceite en el extremo del vástago.

Los cilindros hidráulicos de doble efecto y todos sus componentes son diseñados para minimizar los movimientos radiales en cambios de carga o presión. Es de vital importancia que los pistones con el vástago permanezcan en una posición concéntrica durante el recorrido que realizara, esto con el fin de mantener la eficacia del sellado, especialmente a cambios de temperatura, y para minimizar las cargas de pandeo que se da en el vástago del pistón.

Existen muchas posibles causas las cuales se deben tomar en cuenta antes de elaborar una planificación técnica.

- Exceso de presión
- Contaminación
- Montaje inadecuado
- Desgaste
- Sello hidráulico

3.1.1 Exceso de presión

El exceso de presión en la enfardadora se manifiesta comúnmente por la fuga de aceite, para el presente caso si el cilindro hidráulico de doble efecto está diseñado para una determinada presión, y el producto a compactar necesita una presión mayor, el cilindro se encontrará sobrecargado de presión por lo cual será necesario cambiar el cilindro y montar uno de mayor área y diferentes especificaciones técnicas.

3.2 Modelo de cálculo y diseño

Para realizar la propuesta técnica y modificar el sistema del cilindro compactador hay que tomar en consideración parámetros de cálculo y diseño, como son la potencia del sistema, la presión ejercida en el embolo con el vástago, el recorrido que este hará, el pandeo que se produce en el vástago, el caudal del aceite.

3.2.1 Datos técnicos de la maquina enfardadora y el cilindro

Se procedió a través de un pie de metro y una cinta métrica a la medición de diferentes elementos que componen el trabajo de compactación y que tienen relevada importancia

Diámetro del embolo(Ø)	12,3 (cm)
Alto de la enfardadora	180 (cm)
Largo del cilindro hidráulico	116 (cm)
Espesor de la base	3 (cm)
Diámetro del vástago(Ø)	6 (cm)
Ancho de la base	30 (cm)
Largo base	48,5 (cm)

Tabla 6: Dimensiones principales maquina enfardadora

Fuente: Propia

Para realizar el procedimiento de cálculo se debe tener en consideración el peso del fardo con el cual el cilindro hidráulico realizara la compactación.

En la mayoría de los casos, el peso del fardo que es vendido es de 100(kg)

El cilindro hidráulico de maquina enfardadora está diseñado para trabajar con una fuerza de compactación de 15.000(kg) , la cual viene como único dato técnico del cilindro, esta fuerza se multiplica por 9,81 $\frac{m}{s^2}$ **,** que es la aceleración de gravedad, dando como resultado 147.150(N) o 147,15(Kn) , que corresponde a la fuerza de avance que ingresa al embolo del cilindro y genera la compactación del fardo.

El diámetro del embolo es de 0,123 (m), con lo cual su radio es de 0,0615 (m)

Área del embolo = $A = \pi r^2$= $A = \pi 0{,}0615^2$ = 0,0118 m2

La presión calculada ejercida en el embolo:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{147.150(N)}{0{,}0118(m2)} = 12.470.338{,}9(Pa) = 12.470\ (Kpa)$$

El diámetro del vástago es de 0,06(m), con lo cual su radio es de 0,03(m)

Área del vástago: $A = \pi r^2$= $A = \pi 0{,}03^2$ = 0,00283m2

Fuerza de retroceso teórica:

Fuerza de retroceso = Presión de entrada x (Área del pistón – Área del vástago)

F = 12.470(Kpa) x (0,0118(m2) – 0,00283(m2))

F = 111,86(Kn)

El cilindro hidráulico posee una Carrera de recorrido de 1(m) donde se tardó 10(s) en realizar el trabajo.

El cálculo de la velocidad de avance (1) es:

Velocidad de avance $= \frac{Distancia}{Tiempo} = \frac{1(m)}{10(s)}$ = 0,1 m/s

Se procedió al cálculo del caudal dentro del cilindro

Q = V x A = 0,1(m/s) x 0,0118(m2) = 0,001188 (m3/s)

Por ley de continuidad se establece que el Caudal 1 será igual al Caudal 2 en el retroceso del cilindro.

Q1 = Q2

V1 x A1 = V2 x A2

El Área 2 corresponde al área anular = Área del pistón – Área del vástago

Por lo tanto

Area anular = 0,01188(m2) – 0,002827(m2) = 0,0090545(m2)

Velocidad de retroceso:

Velocidad de retroceso (2) = $\frac{Q2}{A2} = \frac{0{,}011882(\frac{m3}{s})}{0{,}009054566(m2)}$ = 0,131(m/s)

3.3 Modificación del sistema hidráulico de compactación

La primera cosa a considerar será la modificación del sistema que actualmente se encuentra en la máquina, se le añadirá un manómetro de presión el cual la maquina enfardadora no posee en ninguna línea de conexión.

El empleo de manómetros es aún una excelente forma de mostrar a la vista de las personas lo que sucede en el proceso.

Consideraciones de selección

Existen una serie de consideraciones a la hora de seleccionar un manómetro.

- Robustez
- Material de fabricación
- Conexiones a proceso
- Sobrepresiones y límites de presión de rotura
- Accesorios y adaptaciones especiales

3.3.1 Manómetro de bourdon.

Este tipo de manómetro está diseñado para bombas y cilindros hidráulicos, el cual esta relleno de líquido y equipado con una válvula para absorber cualquier caída súbita de presión y así evitar daños.

Datos técnicos y selección

Referencia	Rango de presiones		Diámetro (H)		Rosca de conexión	Peso		Precisión
	MPa	*psi*	mm	*pulg.*		kg	*lb*	% escala completa
1077587	0–100	*0–14 500*	110	*4.33*	G1/2	1,00	*2.2*	1
1077587/2	0–100	*0–14 500*	69	*2.72*	G1/4	0,25	*0.6*	1,6
THGD 100 1)	0–100	*0–15 000*	79	*3.10*	G1/4	0,54	*1.2*	±0,1
1077589	0–300	*0–43 500*	110	*4.33*	G1/2	1,00	*2.2*	1
1077589/3	0–400	*0–58 000*	110	*4.33*	G1/2	1,00	*2.2*	1

Tabla 7: Manómetros según características

Fuente:https://www.skf.com/binaries/pub201/Images/0901d196804c995514080ESAR_PressureGauges_tcm_201-136033.pdf#cid-136033

El manómetro seleccionado es un Skf 1077587/2 el cual posee un rango de presión máxima de 100 (Mpa), el cual deberá ser montado en la entrada superior del cilindro hidráulico donde también va conectada la manguera hidráulica, esto con el fin de hacer ver los cambios de presión en la a la entrada del pistón.

Figura 23: Manómetro para variación de presión

Fuente: https://www.skf.com/binaries/pub201/Images/0901d196804c9955-14080ESAR_PressureGauges_tcm_201-136033.pdf#cid-136033

3.3.2 Válvula reguladora de presión

El sistema de compactación actual no posee en ninguna línea una válvula reguladora de presión que tiene como objetivo:

- Limitar la presión de trabajo a un determinado valor ajustable
- Ajustar la presión máxima en el sistema hidráulico
- Proteger el sistema e instalación de una carga excesiva por demasiada presión

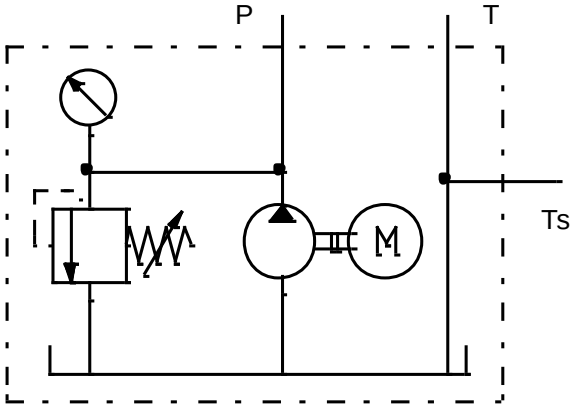

Figura 24: Conjunto bomba-motor con válvula reguladora de presión

Fuente: Propia - FluiSIM

3.3.3 Válvula reguladora de flujo.

Las válvulas reguladoras o también llamadas restrictoras de flujo se utilizan para regular el caudal del aceite que es aplicado en diferentes partes del sistema hidráulico.

La principal función es disminuir el flujo en una determinada parte del circuito, que tiene como resultado la reducción de la velocidad del actuador hidráulico.

En la maquina enfardadora, el retroceso que realiza el cilindro, la velocidad de retroceso es muy elevada lo que produce ruidos en la parte superior del embolo, donde este compacta muy fuerte al subir el vástago y genera fuga de aceite hidráulico, debido a eso se le añadirá una válvula reguladora en la salida, con el fin de disminuir la velocidad de retroceso.

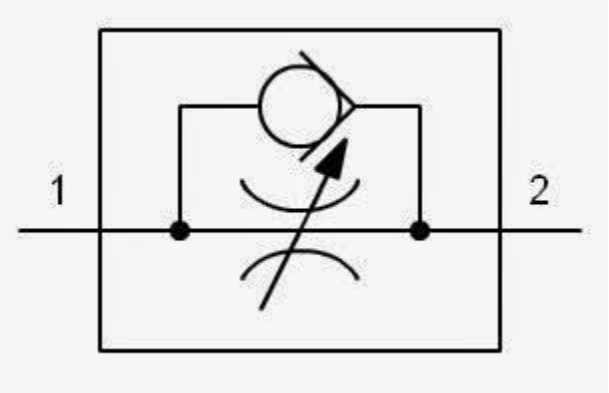

Figura 25: Válvula reguladora o estranguladora

Fuente: https://makinandovelez.wordpress.com/2019/01/08/valvulas-reguladoras-unidireccionales/

3.3.4 Selección de válvula reguladora adecuada

Para seleccionar la válvula reguladora adecuada se debe tomar en consideración el caudal de trabajo calculado y la presión.

Caudal: $0{,}00118\ \frac{(m3)}{(s)}$ x $\frac{1000\ (Litros)}{1\ (m3)}$ x $\frac{60\ (segundos)}{1(minuto)} = 70{,}8\ \frac{(Litros)}{(Minuto)}$

Presion: $12.470\ (Kpa)$ x $\frac{1\ (Bar)}{100\ (Kpa)} = 124{,}7$(Bar)

Datos y selección de válvula

Modelo	Código	Flujo lt/min	Presión MAX. BAR	Presión Apertura	Conexión Hembra
VRFU90 1/4″	V0581	15	350	0,5 Bar	G1/4″
VRFU90 3/8″	V0582	30	350	0,5 Bar	G3/8″
VRFU90 1/2″	V0583	50	350	0,5 Bar	G1/2″
VRFU90 3/4″	V0588	80	280	0,5 Bar	G3/4″
VRFU90 1″	V0576	110	250	0,5 Bar	G1″

Tabla 8: Selección de válvula reguladora de flujo

Fuente: https://www.taylorsa.cl/productos-/reguladora-de-flujo-unidirecional-con-check/

La válvula seleccionada es una VRFU90 con conexión ¾ de pulgada

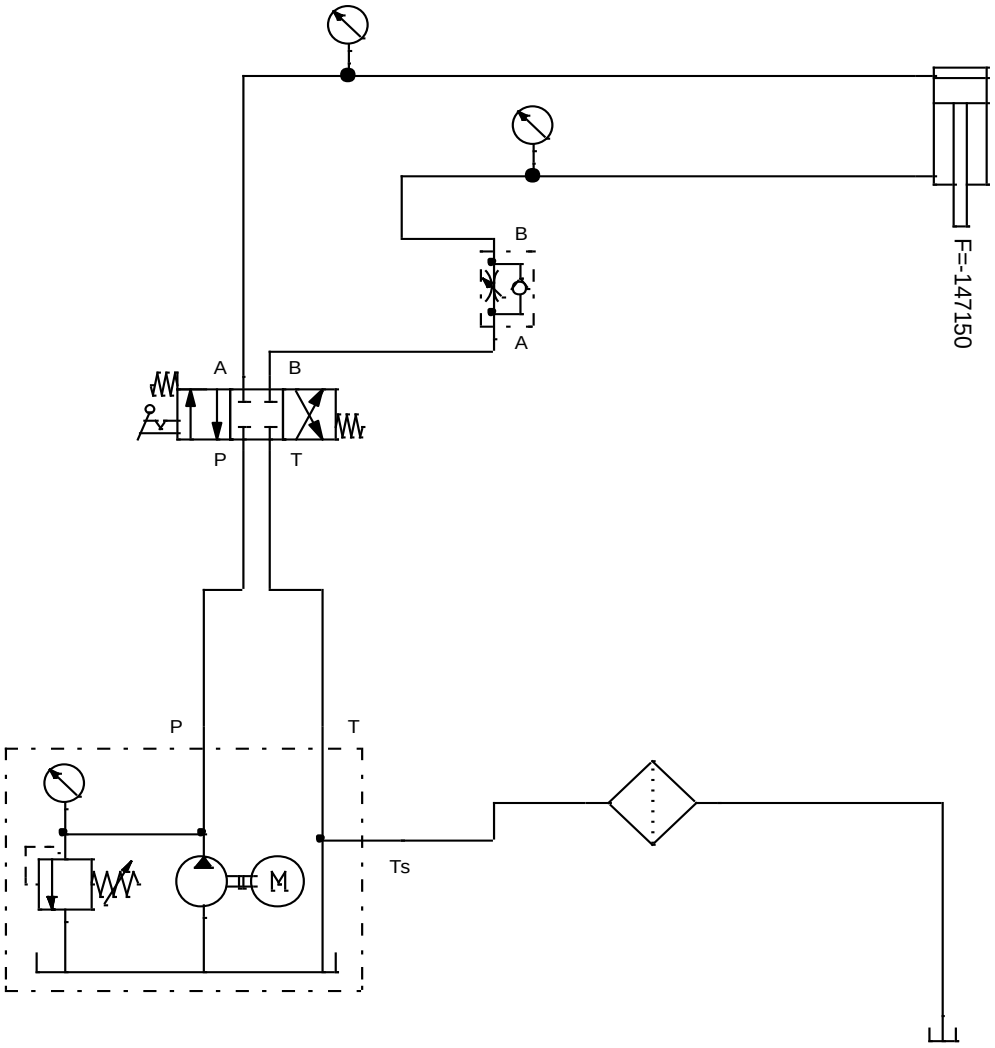

Figura 26: Nueva propuesta hidráulica

Fuente: Fluidsim, propia

3.4 Fallas frecuentes

Se procedió a la toma de datos de las fallas más frecuentes en el sistema, todo esto en un periodo trimestral, se tomó en cuenta las fallas en ciertas frecuencias, para ello se generó una tabla y un diagrama de Pareto el cual tiene por objetivo organizar datos de manera descendiente, con el cual se reconocen los problemas más frecuentes en los que hay que enfocarse y posteriormente solucionarlos.

Fallas frecuentes del sistema				
Fallas	Frecuencia	%	Acumulado	%Acumulado
Filtracion de aceite	10	40,00%	10	40,00%
Sobrepresiones	5	20,00%	15	60,00%
Sellos mecanicos	4	16,00%	19	76,00%
Falta de lubricacion	3	12,00%	22	88,00%
Pandeo del vastago	2	8,00%	24	96,00%
Bomba de engranajes	1	4,00%	25	100,00%
Total	25	100,00%		

Tabla 9: Fallas frecuentes

Fuente: Propia

3.4.1 Diagrama de Pareto

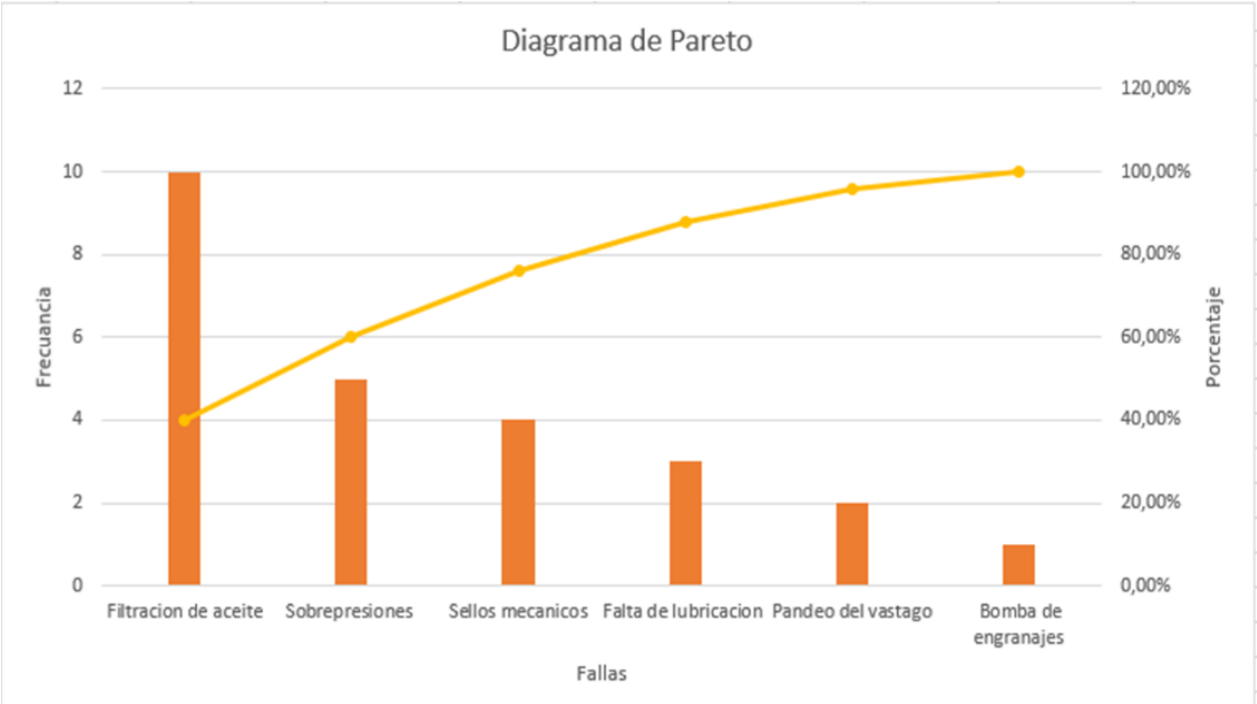

Gráfico 1: Diagrama de Pareto

Fuente: Propia

Se verifica que la filtración de aceite es la falla más común en el cilindro por lo cual se procede a tomar una serie de medidas.

3.5 Plan de inspección e intervención para el cilindro

Para el siguiente plan se debe realizar las siguientes tareas y procedimientos.

- Lubricar el sistema con aceite hidráulico en buen estado y limpio
- Comprobar la alineación del cilindro
- Verificar el correcto apriete de las mangueras distribuidoras de aceite
- Remover la suciedad del vástago del cilindro, donde prevalece el polvo, lana atascada
- Verificación de la soldadura
- Verificar ruidos en el sistema
- Comprobar si existen fugas

Estas tareas deben ser trabajadas en diferentes periodos de tiempo los cuales serán semanales, mensuales, trimestrales o anuales, todos con un tiempo determinado.

Tareas-Periodo	Semanal	Mensual	Trimestral	Anual	Tiempo empleado
Lubricación					30 minutos
Comprobar alineación del cilindro					40 minutos
Apriete de mangueras					5 minutos
Remover suciedad					20 minutos
Verificación de soldadura					10 minutos
Verificación de ruido					5 minutos
Inspección de fugas					10 minutos

Tabla 10: Plan de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4: PROPUESTA ECÓNOMICA

4.1 Estudio de costos de mantenimiento

El siguiente estudio se basó en la evaluación económica de gastos de mano de obra, gastos de materiales, gastos por fallos, gastos de actividades.

4.1.1 Gastos de mano de obra

El estudio del gasto de mano de obra se basa en la modificación del personal, por la integración de nuevas personas al lavadero de lanas.

Actualmente en Chile se considera el sueldo bruto como:

$$Sueldo\ bruto = Sueldo\ liquido + Cotizaciones$$

El pago de cotizaciones un 10% es para cotización previsional y un 7% para sistema de salud (FONASA o ISAPRE), todo esto es descontado al sueldo bruto del trabajador.

Personal nuevo	Sueldo bruto	Sueldo liquido	Tiempo de trabajo x día	Valor a pagar por hora
Mecánico de planta	$ 450.000	$373.500	9 horas	$1.666,6
Enfardador nuevo	$450.000	$373.500	4 horas	$3.750
Encargado de limpieza	$350000	$290.500	2 horas	$5.833,3
Total al mes	$1.250.000	$1.037.500	450 horas al mes	$11.250 al día

Tabla 11: Propuesta de nueva mano de obra

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia anteriormente al considerar un mecánico de planta, se asegura la empresa con tener ya una persona capacitada para labores de mantenimiento mecánico lo cual equivale a $450.000 de gasto añadido, pero con el beneficio de que se aumente la confiabilidad de las máquinas y se eviten al máximo las paradas de proceso.

El mecánico industrial debe estar capacitado para elaborar planes de mantenimiento predictivo y preventivo con la finalidad de aumentar la vida útil de la maquina o en otro caso anticiparse ante una eventual falla.

El contrato de un enfardador de media jornada, hará que aumente la producción ya que el proceso de enfardado es manual, donde la lana lavada y secada es introducida a la enfardadora y esto produce en algunos trabajadores cansancio, por lo cual dividir la tarea entre dos personas hará que el proceso sea más rápido y eficiente, es por eso que se contratara un trabajador más por un sueldo bruto de $450.000 el cual trabajara media jornada de 2 a 6 de la tarde.

Finalmente, el contrato de una última persona que se encargara del trabajo de limpieza general de la empresa beneficiara al proceso y a la maquina en particular, ya que, al tratarse de lana, siempre en este tipo de proceso queda materia no deseada como polvo y partículas desgastantes que es perjudicial a largo plazo, en el caso del motor eléctrico es necesario cada cierto tiempo abrir la carcasa para extraer el polvo que se impregna interiormente, en el cilindro hidráulico en el área del vástago la lana queda atrapada y hace que el vástago tenga una velocidad de avance menor , por lo tanto el trabajador trabajara 2 horas por día y recibirá un sueldo bruto de $350.000 al mes.

4.1.2 Gastos de actividades y materiales

El gasto material hace énfasis a bienes tangibles que son necesarios para que sean utilizados en el proceso productivo y obtener productos que satisfagan al cliente y a la empresa.

En el lavadero de lanas no se cuenta con un registro para el gasto de materiales por lo cual se propone la siguiente tabla de gastos con el fin de tener siempre en consideración cuanto es el gasto mensual y anual que realiza la empresa y si está siendo rentable.

Material	Presupuesto mensual	Presupuesto anual
Implementación de repuestos en stock	$350.000	$4.200.000
Capacitación para el personal de trabajo	$400.000	$4.800.000
Implementación de nuevos elementos al sistema(manometros,válvulas)	$150.000	$1.800.000
Cambio periódico de sellos	$350.000	$4.200.000
Cambio de aceite periódico	$100.000	$1.200.000
Total	$1.350.000	$16.200.000

Tabla 12: Gasto de materiales y actividades

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Gastos por fallos

Los gastos por fallos (también llamados gastos de consecuencia o inducidos) hacen referencia a la pérdida de beneficios que la empresa afronta por causas directa o indirectamente vinculadas con el accionar del mantenimiento.

Suponiendo que el equipo tiene un determinado horizonte de utilidad(He), el cual es el tiempo con el cual la maquina trabajara de manera predictiva, es de 1 año, hay que tener en consideración que después de ese periodo de tiempo puede presentarse una falla imprevista y por lo tanto se debe tener conocimiento con una tabla de los gastos que esta falla generara, todo esto con el fin de evitar gastos innecesarios en algunos repuestos que no serán de utilidad.

Fallo	Costo normal	Costo + IVA
Filtración de aceite	$500.000	$595.000
Roturas de mangueras hidráulicas	$430.000	$511.700
Rotura de sellos	$350.000	$416.500
Deformación del vástago	$300.000	$357.000
TOTAL	$1.580.000	$1.880.200

Tabla 13: Gasto por fallos

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

De la siguiente propuesta técnica y económica se concluyen las siguientes cosas:

En la propuesta técnica y económica para el cilindro hidráulico de doble efecto se ve la importancia que tiene la hidráulica en los procesos productivos que contribuyen al país en diferentes ámbitos, y que generar un plan de mantenimiento para equipos que trabajen con este sistema como es la compactación de fardos contribuye totalmente al constante perfeccionamiento de las personas.

El principal objetivo es aumentar considerablemente la confiabilidad y durabilidad del cilindro hidráulico compactador, ya que en el lavadero de lanas no existe nadie encargado de elaborar una propuesta para evitar problemas de falla, ya que son muy recurrentes, en la propuesta de mejora se generó un diagrama de Pareto con el fin de comprender cuál es la falla más recurrente en el sistema y así poder actuar sobre ella para que esta frecuencia no continúe en constante aumento.

La implementación al sistema de una válvula reguladora de flujo y una válvula reguladora de presión contribuyen a evitar un aumento significativo de presión y velocidad en el recorrido del fluido hidráulico por las mangueras distribuidoras.

En conclusión, la propuesta económica se basó en añadir nuevos trabajadores al proceso, como lo es el mecánico industrial que se encargara del constante monitoreo de los sistemas en general y sobre todo del cilindro de la maquina compactadora

Finalmente, esta propuesta tendrá un impacto muy positivo dentro de la empresa porque hará que disminuyan los gastos de mantenimiento que son correctivos y son muy elevados y generan detenciones a corto y largo plazo.

BIBLIOGRAFIA

Sistema interno Lanas confluencia

Mecánica de fluidos. Sexta edición. Robert L. Mott.

Introducción a la Hidráulica e Hidrología John E. Gribbin

LINKOGRAFIA

http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/22812/Capitulo1.pdf

http://www.sunnysteel.com/espanol/Descripcion-Cilindro-hidraulico.php#.YMgwteBKjIU

http://xiloca.org/xilocapedia/index.php?title=Lavadero_de_lanas#:~:text=Los%20lavaderos%20de%20lana%20eran,las%20lanas%20despu%C3%A9s%20del%20esquileo.

http://xiloca.org/xilocapedia/index.php?title=Lavadero_de_lanas#:~:text=Los%20lavaderos%20de%20lana%20eran,las%20lanas%20despu%C3%A9s%20del%20esquileo.

https://www.areatecnologia.com/que-es-hidraulica.htm

https://comofunciona.co.com/un-sistema-hidraulico/

https://www.quiminet.com/articulos/funcionamiento-detallado-de-las-bombas-de-engranajes-30487.htm

https://www.hydac.com/de-es/productos/cilindro/cilindro-telescopico.html