

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSE MIGUEL CARRERA

PROPUESTA DE MANTENCION PREVENTIVA A SISTEMA DE VACIO MAQUINA CORRUGADORA

Trabajo de titulación para optar al Título de
Técnico universitario en MANTENCION
INDUSTRIAL

Alumno:

Erick Fabián Lepe Rojas

Profesor Guía:

Eduardo Vidal



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1. - IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: PROPUESTA DE MANTENCION PREVENTIVA A SISTEMA DE VACIO MAQUINA

CORRUGADORA Nombre del candidato(a): Erick Lepe Rojas

Carrera / Grado: Técnico en mantenimiento industrial

Campus: Viña del mar Departamento: Mecánica

2. - VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Eduardo Antonio Vidal Páez, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3. - EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (**marcar una opción**):

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4. - FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 15.09.26 Firma: 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 14/09/2026 Firma: 

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

RESUMEN

Capítulo 1: Descripción de la Empresa y Maquinaria

En este primer capítulo, se brindará una visión integral de Polygal Sud, abordando su actividad principal y la importancia de la máquina corrugadora en su cadena productiva. Se detallarán las funciones específicas de los componentes de la máquina corrugadora y se identificarán las problemáticas actuales relacionadas con el sistema de vacío. Esta sección sienta las bases para la comprensión de la necesidad de un plan de mantenimiento preventivo.

Capítulo 2: Análisis de Fallas y Metodología de los 5 ¿Por Qué?

En el segundo capítulo, se examinarán las fallas recurrentes en los componentes del sistema de vacío mediante la aplicación de la metodología de los 5 ¿Por Qué? Este enfoque permitirá identificar las causas fundamentales de las averías, proporcionando información clave para el diseño de un plan de mantenimiento preventivo efectivo. La comprensión profunda de las raíces de los problemas facilitará la implementación de medidas correctivas adecuadas.

Capítulo 3: Factibilidad Técnico Económica

El tercer capítulo se enfocará en analizar la viabilidad técnica y económica de la propuesta de plan de mantenimiento preventivo. Se evaluarán los costos asociados con la implementación del plan y se contrastarán con los beneficios esperados en términos de reducción de fallas, aumento de la vida útil del equipo y mejora en la calidad del producto final. Este análisis respaldará la toma de decisiones respecto a la viabilidad y conveniencia de la propuesta.

Índice

- ÍNDICE DE FIGURAS 5
- SIGLA Y SIMBOLOGIA..... 6
- INTRODUCCION 7
- OBJETIVOS 8
- I. CAPITULO 1: RECOPIACION DE DATOS DE EMPRESA Y FUNCIONAMIENTO DE MAQUINARIA.... 9
 - 1.1 INFORMACION DE LA EMPRESA..... 11
 - 1.1.1 Plazit-Polygal 11
 - 1.1.2 Ubicación 12
 - 1.1.3 Tipos de productos 12
 - 1.2 Maquina corrugadora en Polygal 14
 - 1.2.1 Funcionamiento de corrugadora 14
 - 1.2.2 Componentes sistema de vacío 15
 - 1.3 Problemática de la empresa 18
- II. CAPITULO 2: ANALISIS DE FALLA Y PROPUESTA DE MANTENCION PREVENTIVO 19
 - 2.1 Resumen del Capitulo anterior..... 21
 - 2.1.1 Conclusión del primer capitulo..... 21
 - 2.1.2 Recordando de Problemática de la empresa 21
 - 2.2 Método 5 ¿Por qué?..... 22
 - 2.2.1 ¿Qué son los 5 por qué? 22
 - 2.2.2 ¿Dónde fue la primera vez que se utilizó y quien la creo? 22
 - 2.2.3 Ventajas de los 5 ¿Por qué? 23
 - 2.3 Fallas de componentes de sistema de vacío 24
 - 2.3.1 Bomba de vacío 24
 - 2.3.2 Filtro de intercambiador de calor 24
 - 2.3.3 Intercambiador de calor 24
 - 2.3.4 Estanque industrial..... 25
 - 2.4 Análisis de falla método 5 ¿Por qué? 25
 - 2.4.1 Bomba de vacío 25
 - 2.4.2 Intercambiador de calor 26
 - 2.4.3 Estanque industrial..... 26
 - 2.4.4 Filtro de intercambiador de calor..... 27
 - 2.4.5 conclusión de análisis de los 5 ¿Por qué? 28
 - 2.5 Propuesta de mantención preventivo de sistema de vacío 29
 - 2.5.1 Ficha técnica 29
 - 2.5.2 Programa de tareas de mantención preventiva..... 30
 - 2.5.3 Orden de trabajo de mantención 31
- III. CAPITULO 3: Factibilidad de propuesta mantención 33

3.1 Objetivo del capitulo 35

3.2 Influencia de la problemática en la empresa 35

 3.2.1 Costo adicional 36

 3.2.2 Costo de Bomba de vacío 36

 3.2.3 Paradas no Programadas..... 37

3.3 Cotización de plan de mantenimiento 37

 3.3.1 Presupuestó de insumos 39

3.4 Análisis de costos anterior vs Presupuesto de plan de mantenimiento 40

3.5 Conclusión 41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.1: Ubicación de la empresa 12

Figura 1.1.2: Placas solidas 12

Figura 1.1.3: Placas Multipared 13

Figura 1.1.4: Placas Corrugadoras 13

Figura 1.2.1: Maquina corrugadora..... 14

Figura 1.2.1: sistema de vacío 15

Figura 1.2.2: Bomba de vacío 16

Figura 1.2.3: intercambiador de calor 16

Figura 1.2.4: Filtros de manguera industrial 17

Figura 1.2.5: Estanque Industrial..... 17

Figura 1.3: Foto frontal de polygal sud..... 18

Figura 2.5.2: Programa de mantención Preventivo 30

Figura 2.5.3: orden de trabajo de mantenimiento..... 31

Figura 3.1.1: Lget 37

Figura 3.1.2: Aceite para bomba de vacío 38

Figura 3.1.3: Limpiador de contacto 38

Figura 3.1.4: Wd-40..... 38

Figura 3.1.5: Filtro de intercambiador de calor..... 39

SIGLA Y SIMBOLOGIA

Mm: milímetros

M3: metro cubico de la unidad de volumen

Bar: unidad de medida de presión.

Mbar: Es una unidad de presión equivalente a una milésima parte del bar.

Hp: Es la métrica utilizada para indicar la potencia producida por el motor.

Hz: Es la unidad de medida de frecuencia.

RPM: Las revoluciones por minuto

GPM: es la cantidad de agua que sale de la máquina.

INTRODUCCION

En el contexto de este trabajo de título, se expone una propuesta integral para la implementación de un plan de mantenimiento preventivo destinado al sistema de vacío de la máquina corrugadora utilizada por la empresa Polygal Sud. Esta compañía, reconocida por su especialización en la producción de láminas de policarbonato, encuentra su viabilidad y posición en el mercado directamente vinculadas a la eficacia de este proceso crucial.

La esencia fundamental de esta propuesta radica en la reducción proactiva de la probabilidad de fallos en el equipo, con el fin de maximizar la eficiencia operativa y garantizar la excelencia en la calidad del producto final. Este plan de mantenimiento preventivo busca establecer un marco estructurado y bien definido para la supervisión constante y el cuidado anticipado del sistema de vacío, abordando potenciales problemas antes de que se materialicen en fallas que puedan afectar la producción.

Entre las metas primordiales de esta propuesta se encuentran el incremento de la confiabilidad del sistema, la prolongación de la vida útil de los componentes críticos, y la minimización de tiempos improductivos debido a mantenimientos correctivos. Además, se busca mejorar la trazabilidad de las intervenciones realizadas, facilitando así la identificación de patrones de desgaste y el ajuste continuo de las estrategias de mantenimiento.

Al implementar este plan, se espera no solo optimizar la operación diaria de la máquina corrugadora, sino también contribuir de manera significativa a la sostenibilidad y competitividad de Polygal Sud en el mercado de láminas de policarbonato, consolidando su posición como líder en la industria.

OBJETIVOS

Objetivo general

Proponer plan de mantenimiento preventivo al sistema de vacío de máquina corrugadora, mediante un análisis 5 ¿Por qué? para disminuir las fallas no deseadas.

Objetivos específicos

recopilar información sobre la empresa, el funcionamiento del sistema de vacío y sus componentes mediante catálogos para definir acciones de mejora a la máquina.

Definir los tipos de fallos de cada componente mediante la metodología 5 ¿Por qué? para ejecutar la propuesta de plan de mantenimiento.

Definir los costos asociados a las fallas imprevistas y el ahorro de ellos, mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo para disminuirlos.

I. CAPITULO 1: RECOPIACION DE DATOS DE EMPRESA Y FUNCIONAMIENTO DE MAQUINARIA

1.1 INFORMACION DE LA EMPRESA

1.1.1 Plazit-Polygal

Plazit-Polygal: Innovación y Calidad en Soluciones Termoplásticas por Más de 45 Años

Con una trayectoria de más de 45 años, Plazit-Polygal se ha destacado como un pionero y líder mundial en el diseño, desarrollo y fabricación de láminas y perfiles termoplásticos. La firma ha consolidado su posición como referente en el mercado global al fusionar la innovación, la calidad y el servicio, fundamentando así su éxito.

Los productos de Plazit-Polygal, ampliamente utilizados en todo el mundo, abarcan diversos mercados y aplicaciones. La empresa se distingue por ofrecer soluciones excepcionales en términos de durabilidad, resistencia, transmisión de luz, revestimientos especiales, facilidad de instalación y calidad superior. Su cartera de productos abarca pasillos, marquesinas, cubiertas de piscinas, tragaluces, sistemas de techo, clarificadores, invernaderos comerciales y residenciales, diseño de interiores, exhibidores POP, señalización, acristalamiento de ventanas, entre otros.

En un contexto reciente, Plazit-Polygal ha experimentado un notable crecimiento, influenciado, en parte, por la pandemia del COVID-19. La urgencia de implementar medidas de seguridad contra el virus ha convertido la creación de láminas de policarbonato en una prioridad. Estas láminas desempeñan un papel crucial al proteger a las personas de la enfermedad, destacándose como una solución efectiva en la actualidad.

Plazit-Polygal no solo se enorgullece de su rica historia y liderazgo en la industria, sino que mira hacia el futuro con un compromiso continuo de ofrecer productos que no solo satisfacen, sino que superan las expectativas del mercado global. La combinación de experiencia, calidad y adaptabilidad posiciona a Plazit-Polygal como un socio confiable para aquellos que buscan soluciones termoplásticas de vanguardia en un mundo en constante evolución.

1.1.2 Ubicación

Esta empresa se encuentra ubicado camino a Tapihue, en la comuna de Casablanca de la región de Valparaíso, esta empresa es una de las que se localiza en Latinoamérica. Su empresa más importante se encuentra en Irak.

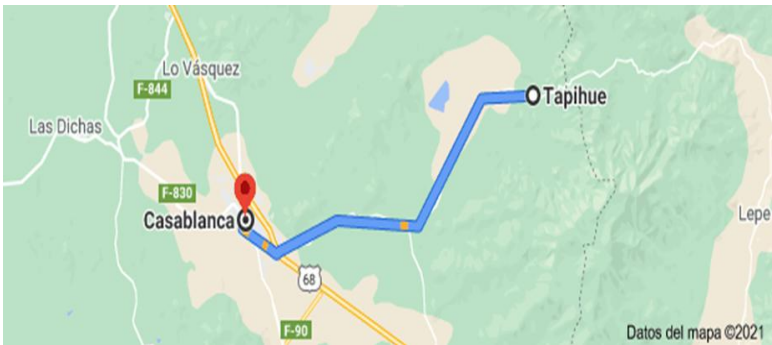


Figura 1.1.1: Ubicación de la empresa

1.1.3 Tipos de productos

Placas solidas: Polygal ofrece placas sólidas extruidas de policarbonato y acrílico, en espesores que varían de 1,5 mm a 12,7 mm, tanto para propósito general como en grados resistentes a la radiación UV. Los productos de placas de policarbonato especiales incluyen espesores delgados de hasta 0,75mm, placas con recubrimientos retardantes de incendio y resistentes a la abrasión, así como también placas de tamaños personalizados y de grados de acrílico resistente a impacto.

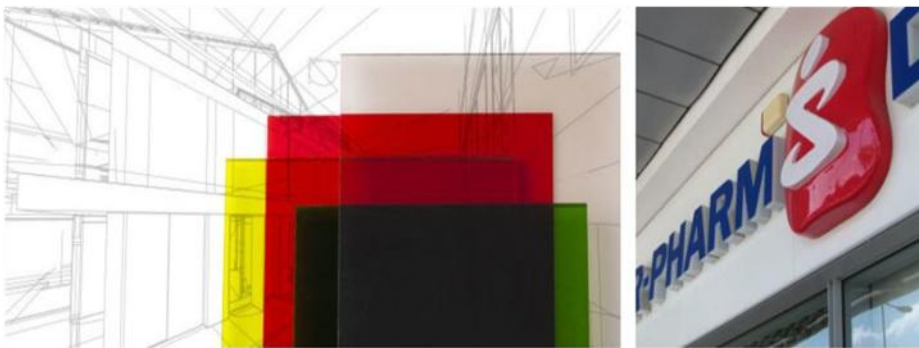


Figura 1.1.2: Placas solidas

Placas Multipared: Polygal ofrece una oferta exhaustiva de productos de policarbonato multipared y sus accesorios, que cumplen con los requerimientos de la mayoría de las aplicaciones. Ya sea que usted desee permitir la entrada de la luz y dejar el calor afuera, en verano... o permitir que tanto la luz como el calor ingresen y en invierno.



Figura 1.1.3: Placas Multipared

Placas Corrugadoras: Las placas de Policarbonato Sólido Corrugadas son de alta calidad, livianas, fáciles de instalar, y poseen propiedades físicas superiores, que las hacen ideales para su uso en techos. Los productos se encuentran disponibles con terminación transparente, translúcida y difuminada, con diversas características de transmisión lumínica.

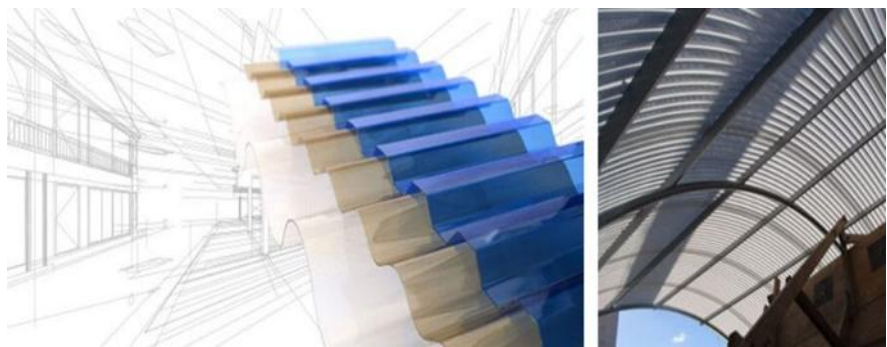


Figura 1.1.4: Placas Corrugadoras

1.2 Maquina corrugadora en Polygal

Este activo en si es muy importante para la empresa, ya que se encarga en la creación de las planchas de policarbonato, en este caso priorizan el cuidado de esta maquinaria, como también le exigen a los operadores y ayudante de operador tener los mismos conocimientos, para evitar fallas de operador o en situaciones extremas los dos sepan que hacer en esos tipos de casos.

1.2.1 Funcionamiento de corrugadora

Maquina corrugadora: su principio de funcionamiento, es el siguiente consiste que el sistema de vacío, realice vacío para que este haga funcionar el torno que está dentro de la máquina, para que este realice un giro a una temperatura alta haciéndolo llegar al horno del activo, el cual es controlado por una computadora que esta al costado de la máquina, así el operador pueda controlar la creación de la plancha, con lo cual pueden dar las medidas del producto y la temperatura la cual debe funcionar el horno (240°C - 260°C), al terminar ese proceso la plancha pasa del horno a unos rodillos, el cual decide qué tipo de plancha se quiere obtener.



Figura 1.2.1: Maquina corrugadora

Sistema de vacío: el sistema de vacío se compone de los siguientes elementos bomba de vacío, intercambiadores de calor y estanques industriales. Su función es hacer que el agua que se extraen de los estanques industriales, estos pasen al intercambiador de calor para que estas lleguen con una temperatura bajo 0°C para que esta haga que la bomba no se caliente, para que esta pueda crear vacío para hacer funcionar el torno.

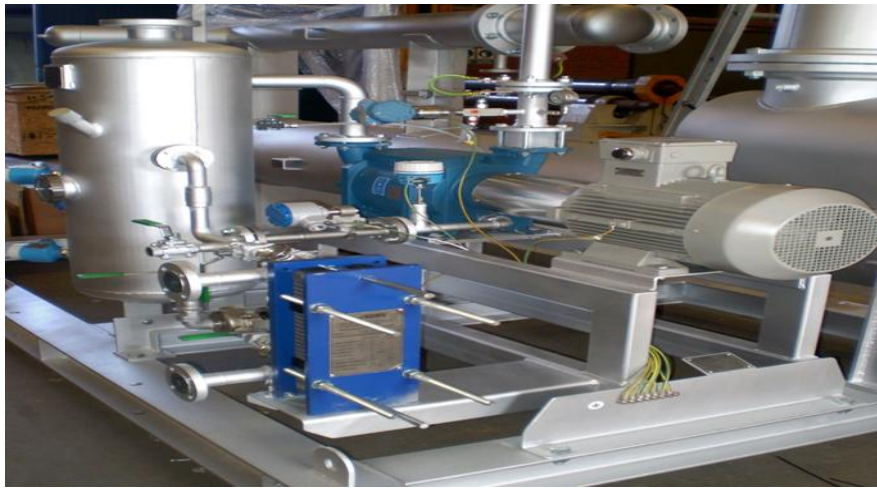


Figura 1.2.1: sistema de vacío

1.2.2 Componentes sistema de vacío

A) Bomba de vacío: la bomba crea los gases del policarbonato del tornillo para que este cree un giro haciendo que traspase el material, además de evitar manchas en la plancha.

Características: Bombas de construcción simple y robusta.

- Casi todos los gases y vapores pueden ser bombeados
- Los gases bombeados pueden ser saturados con vapor
- Operación confiable con ningún mantenimiento
- Pequeño nivel de ruido y vibración

- Caudal: 500 m³ / hora

- Vacío: 900 Mbar

- Desde 1" hasta 3"

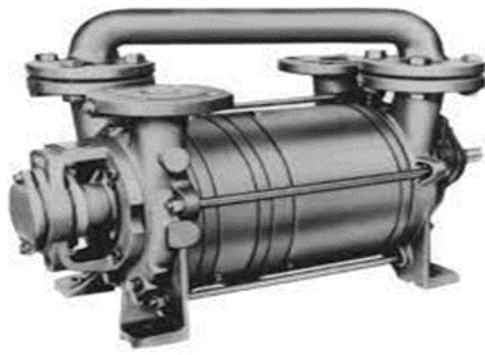


Figura 1.2.2: Bomba de vacío

b) intercambiador de calor: la función del intercambiador de calor es la siguiente, este hace que la temperatura del fluido que va hacia la bomba baje, así la bomba no logra sobrecalentarse.

Características: - Rendimiento: 1kw hasta 30mk

- Superficie de intercambio: 0,11 m² hasta 2.000 m²

- Diámetro de carcasa: 60 mm hasta 2.000 mm

- Temperatura de servicio: max. 600 bar



Figura 1.2.3: intercambiador de calor

C) Filtros de manguera industrial: se utiliza para las partículas sólidas pasan al intercambiador de calor, solo fluya el agua por intercambiador.



Figura 1.2.4: Filtros de manguera industrial

D) Estanque industrial: acumula el agua de la empresa que llega al equipo, así esta circule por el sistema.



Figura 1.2.5: Estanque Industrial

Torno de máquina corrugadora: la función de torno, a medida que su temperatura sube crea un giro para este vaya traspasando el material, haciendo que este pase directamente al horno de la máquina.

Horno de la máquina corrugadora: a medidas que el material va entrando al horno, este crea una temperatura mayor a 240 °C, también su función de llevar al material directo a los rodillos de la máquina para terminar la plancha deseada.

1.3 Problemática de la empresa

En el corazón de los desafíos operativos de nuestra empresa reside el sistema de vacío de la máquina corrugadora. Lamentablemente, nos enfrentamos a una problemática significativa derivada de la falta de un plan de mantenimiento preventivo. Esta ausencia estratégica ha dado lugar a una frecuencia excesiva de fallas en el equipo, generando inconvenientes operativos y costos innecesarios. La carencia de un plan estructurado y proactivo de mantenimiento ha dejado al sistema de vacío vulnerable a un ciclo constante de averías. Estas fallas, que podrían evitarse con medidas preventivas adecuadas, impactan directamente en la eficiencia de la máquina corrugadora y, por ende, en la productividad general de la empresa. Adicionalmente, la necesidad de personal capacitado para abordar estas incidencias agrega otra capa de complejidad al problema. La falta de conocimientos especializados amplifica las dificultades al intentar resolver las fallas de manera rápida y efectiva. La recurrencia de fallas no solo afecta la eficiencia del equipo, sino que también se traduce en tiempos de inactividad prolongados, pérdida de producción y, en última instancia, repercute en nuestra capacidad para satisfacer las demandas del mercado de manera oportuna. Para abordar esta problemática de raíz, es imperativo implementar un plan de mantenimiento preventivo estructurado para el sistema de vacío. Este plan se centrará en la identificación y mitigación proactiva de posibles fallas, asegurando la operatividad constante y reduciendo los costos asociados con reparaciones imprevistas. Simultáneamente, se llevará a cabo un programa de capacitación para el personal, con el objetivo de dotar a nuestro equipo con las habilidades necesarias para realizar tareas de mantenimiento preventivo y abordar situaciones de emergencia de manera efectiva. La implementación de estas medidas no solo mejorará la confiabilidad y eficiencia del sistema de vacío, sino que también reducirá los gastos relacionados con reparaciones inesperadas y tiempos de inactividad. Al invertir en la capacitación del personal, fortaleceremos nuestra capacidad interna para mantener y operar el equipo de manera eficiente.



Figura 1.3: Foto frontal de polygal sud

II. CAPITULO 2: ANALISIS DE FALLA Y PROPUESTA DE MANTENCION PREVENTIVO

2.1 Resumen del Capitulo anterior

2.1.1 Conclusión del primer capitulo

En el anterior capítulo se puede recopilar la información de la empresa como también del equipo crítico, el cual ayudo a tener el conocimiento de que se dedica Polygal como también su trayectoria, ubicación y productos. También lo importante que era la corrugadora para polygal, además de tener información de su funcionamiento tanto del equipo como de sus partes. Lo cual hizo centrarse en el sistema de vacío de la máquina. Ya que sin este sistema la empresa no tendría ganancias ya que es el corazón de Polygal. Gracias a estos datos se pudo completar el objetivo específico asociado al capítulo 1.

2.1.2 Recordando de Problemática de la empresa

Dada la recopilación de datos que se dieron a conocer en el primer capítulo, lo cual demostró la importancia del sistema de vacío de la máquina corrugadora y lo descuidada que este equipo al no contar con plan de mantenimiento específico, ya que, si este activo llegase a fallar, la empresa tendría grandes pérdidas tanto como económicamente como de producción, además de no tener la gente adecuada a esta tarea.

Al plantear la problemática de la empresa asociada al sistema de vacío, a continuación, se describirá el sistema de análisis de falla a utilizar en esta planificación, el cual es el 5 ¿por qué?, este método es uno de los más completos y conocidos en la gestión del mantenimiento, ya que la palabra ¿por qué? (además no solo indaga los hechos sino también busca la causa raíz) Busca argumentar además de indagar en causas que provocaron las fallas.

2.2 Método 5 ¿Por qué?

2.2.1 ¿Qué son los 5 por qué?

Es una herramienta de análisis de causa – efecto que actúa a través de preguntas. Con la técnica conseguimos analizar un problema haciéndonos la pregunta ¿por qué? Obtenida la respuesta, nuevamente se debe preguntar ¿por qué? y así sucesivamente. La técnica suele denominarse los 5 ¿Por qué? sin embargo el 5 no es camisa de fuerza. La pregunta debe hacerse hasta considerar que hemos llegado a la causa raíz del fenómeno analizado. No obstante, hay quienes afirman que con 5 porqués suelen llegar a la causa raíz del problema.



Figura 2.1.1: 5 ¿por qué?

2.2.2 ¿Dónde fue la primera vez que se utilizó y quien la creo?

La técnica de los 5 porqués ha sido desarrollada y mejorada en el gigante automotriz Toyota. Surge como un componente crítico para ayudar a resolver problemas internos dentro de esa organización y fue ideado por Taiichi Ohno, ingeniero del sistema de producción en los años 50.

2.2.3 Ventajas de los 5 ¿Por qué?

Comprendida la herramienta, ya podemos tener una idea de las ventajas que aporta. Son las siguientes:

Permite profundizar rápidamente en la naturaleza de un problema a través de las múltiples iteraciones.

Su uso no puede ser más sencillo.

Promueve el trabajo en equipo. De hecho, debe ser aplicada entre personas que tengan conocimiento del fenómeno estudiado.

Se integra con otras herramientas como análisis de Ishikawa.

La principal: actúa sobre la causa raíz de un problema, evitando que este pueda volver a ocurrir.

Al tener el método a utilizar, como también se pudo observar sus ventajas y su función, ahora lo que necesita es tener las fallas del sistema para poder realizar el análisis de falla para poder cumplir con el objetivo que se impuso.

2.3 Fallas de componentes de sistema de vacío

2.3.1 Bomba de vacío

Como lo vimos en el anterior capítulo la bomba de vacío es una de lo más importante en el sistema de vacío, ya que crea lo gases del policarbonato del tornillo para que este se pueda girar y así no crear manchas en la plancha, este para que cumpla su función debe mantenerse a una temperatura adecuada (fría constantemente), ya que al subir su temperatura o no tener el lubricante necesario provocaría que el metal se caliente (dilata) y haga que el rodamiento se fatigue esto haciendo que el rodamiento se quiebre, así detenga la producción y al mismo tiempo la maquina se detenga.

2.3.2 Filtro de intercambiador de calor

a pesar que sea un filtro es demasiado importante ya que evita que los residuos sólidos entren en el intercambiador de calor, este filtro al taparse el agua no pasa al intercambiador de calor haciendo que este trabaje con aire.

2.3.3 Intercambiador de calor

el intercambiador de calor tiene como objetivo hacer que el sistema se mantenga frío y no le suba la temperatura, este cuando se encuentra el filtro tapado lo que empieza ocurrir que el intercambiador se va quedando sin agua, al ocurrir eso hace que el intercambiador de calor empiece a funcionar con aire. La temperatura del sistema empieza subir, así las paletas de la bomba se abran.

2.3.4 Estanque industrial

lo que hace el estanque es almacenar agua y esta recorra todo el sistema, así este pueda funcionar de modo correcto. Este al almacenar agua sucia (con residuos sólidos) haciendo que todo el sistema eleve la temperatura, esto provocando que este se caliente.

2.4 Análisis de falla método 5 ¿Por qué?

2.4.1 Bomba de vacío

- ¿Por qué dejó de funcionar? Porque la bomba empezó a subir su temperatura. Lo que provocó que la bomba se caliente, haciendo que esta dejase de funcionar.
- ¿Por qué se calentó la bomba? Porque lo más probable que rodamiento de bola no esté cumpliendo su función, ya que este se haya reventado por el hecho que la bomba se ha calentado.
- ¿Por qué se reventó el rodamiento? Porque el rodamiento al faltarle lubricación (grasa) lo que esto provocara que rozara el metal con metal haciendo que este reviente por dentro.
- ¿Por qué falta lubricación al rodamiento? Porque esto ocurre por el hecho que no se tiene un plan de mantenimiento preventivo donde se contemple una acción de lubricación, ya que estos se deben mantener lubricado cada cierto tiempo para que no ocurra esta situación

2.4.2 Intercambiador de calor

- ¿Por qué se ha calentado el intercambiador de calor? Lo más probable porque haya subido la temperatura, ya que el intercambiador de calor este teniendo problemas.
- ¿Por qué subió la temperatura? Porque existen partículas sólidas en los agujeros del intercambiador de calor, lo que provoca que el agua no circule de buena manera a través de él, y no se produzca el intercambio necesario lo que hace subir su temperatura.
- ¿Por qué esta obstruido el intercambiador de calor? Porque al no hacerse una mantención con regularidad, ocurre que estas partículas sólidas se queden en el intercambiador de calor haciendo que el agua no fluya.

2.4.3 Estanque industrial

- ¿Por qué fallo el estanque? Porque el agua al contaminarse provoca que todo el sistema empiece con fallas, eso haciendo que el sistema empiece a trabajar con aire.

- ¿Por qué se contamina el agua? Porque al estar todo el tiempo trabajando se generen pequeñas partículas sólidas que contaminan el agua y esta no circula correctamente por el sistema. adicionalmente, las partículas obstruyen el paso dañando el estanque.

- ¿Por qué se mantiene las partículas sólidas? Porque no se tiene una limpieza adecuada del estanque, ya que este necesita limpieza constante para no crear partículas sólidas.

2.4.4 Filtro de intercambiador de calor

- ¿Por qué fallo el filtro? Porque lo más probable se haya saturado por las partículas sólidas, haciendo que este no deje pasar el agua hacia el intercambiador de calor y aumentando adicionalmente la diferencial de presión.

- ¿Por qué se ha obstruido el filtro? Porque al no tener una limpieza adecuada hace que las partículas sólidas se queden en el filtro, así juntando una gran cantidad para impedir el paso del agua, provocando que este falle.

- ¿Por qué no se hace una mantención? Porque al no haber un plan de mantenimiento hace que se descuide estas áreas, aunque sean las más pequeñas son las más importantes.

2.4.5 conclusión de análisis de los 5 ¿Por qué?

Tras completar el detallado análisis de los 5 ¿Por Qué? en todos los componentes del sistema de vacío, se ha alcanzado una comprensión profunda de las causas fundamentales de las fallas. Este conocimiento proporciona el cimiento necesario para la creación de un plan de mantenimiento preventivo que aborde la problemática de la empresa de manera integral.

En este análisis, se han identificado claramente los equipos críticos que desempeñan un papel crucial en el rendimiento general del sistema. El estanque, encargado de retener el agua de la empresa, se erige como un componente vital. La necesidad de mantener el agua libre de contaminantes es evidente, ya que cualquier alteración podría desencadenar una cadena de fallas afectando a los demás componentes.

El filtro del intercambiador de calor surge como otro actor crucial, requiriendo una atención constante para evitar obstrucciones. Su funcionamiento óptimo es esencial para prevenir sobrecalentamientos que podrían afectar al intercambiador de calor, la bomba de vacío y, en última instancia, toda la producción.

El intercambiador de calor, al ser el responsable de regular la temperatura del agua, se presenta como un componente de alta relevancia. Si este no realiza eficientemente su función de cambiar el agua caliente a agua fría antes de llegar a la bomba, las consecuencias podrían ser catastróficas para el sistema.

2.5 Propuesta de mantención preventivo de sistema de vacío

2.5.1 Ficha técnica

BOMBA DE VACIO		
	Marca	KINNEY
	Pais de fabricacion	USA
	Modelo	KLRC-100
	Area	Produccion
	Numero de serie	1102985

Caracteristicas tecnicas			
Motor	60 Hz	potencia	7.5 HP
Revoluciones por minuto	1750 RPM	Flujo de agua del sello	6 GPM
Nivel de ruido	74 dBA @ 60Torr (3 ft)	Máximo Permitido	220° F
		Temperatura de succión	

2.5.2 Programa de tareas de mantención preventiva

El cronograma que se muestra a continuación, describe las tareas de mantención preventiva a realizar durante el año en cuestión, con la frecuencia correspondiente de cada trabajo y describiendo la semana en la que se deba realizar el trabajo en un plano anual.

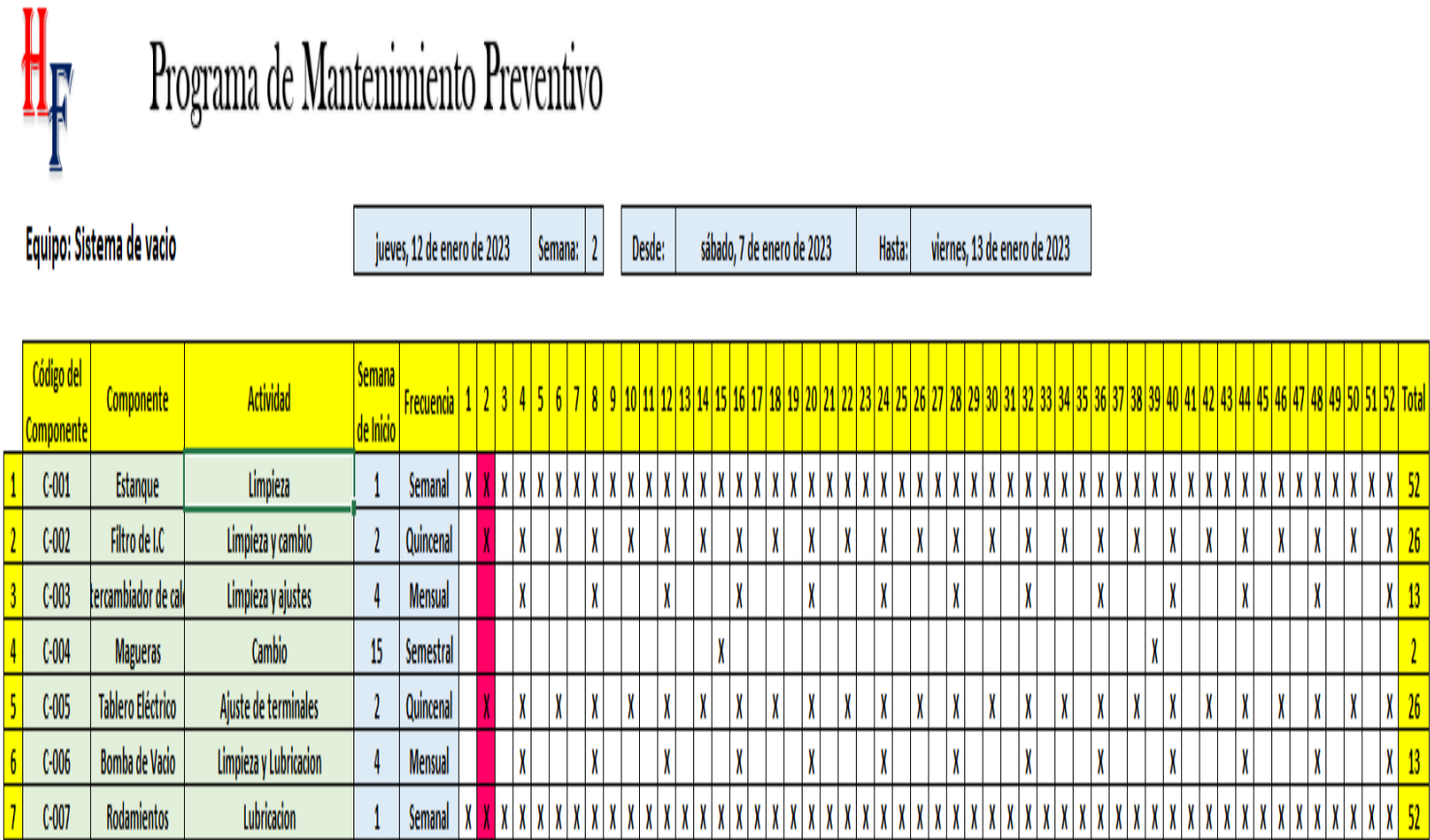


Figura 2.5.2: Programa de mantención Preventivo

Respecto a la tabla anterior se debe considerar los siguientes aspectos:

- El color rojo ubicado en la columna indica la semana laboral presente.
- Las Equis (X) representan las labores a realizar durante la semana.
- El color amarillo representa: el número de semana, la actividad, la frecuencia, componente y número de tareas.
- El color celeste representa: la semana en la cual se realiza la labor y el tiempo de transición entre cada labor.

En esta orden se escribe el trabajo el cual se está realizando, la semana en cual se realiza, para así tener un documento el cual acredite e informe lo que se está realizando. dependiendo del programa de mantención.

Figura 2.5.3: orden de trabajo de mantenimiento

Figura 2.5.3: orden de trabajo de mantenimiento

	Formato Orden de Trabajo para Mantenimiento Preventivo y/o Correctivo de Infraestructura	Código: F-RM-6.3.0-03
		Revision 1
		Página 2 de 2

INSTRUCTIVO DE LLENADO

NUMERO	DESCRIPCIÓN
1	Anotar la fecha en que se realizó la solicitud (F-RM-6.3.0-02)
2	Anotar el Número de Folio de la solicitud (F-RM-6.3.0-02)
3	Anotar la fecha en que se dio la orden de Trabajo
4	Anotar número de control de la orden de trabajo asignado por el Jefe del Departamento de Rec. Materiales y Servicios
5	Anotar una X en interno o externo según el tipo de servicio de que se trate.
6	Anotar una X en Si cuando se compró algún material para realizar el mantenimiento correctivo
7	Si se hizo compra de material o es un servicio externo, Anotar el Número de requisición que utilizó.
8	Anotar el Nombre del Área Solicitante
9	Anotar el tipo de mantenimiento a realizar, por ejemplo, eléctrico, plomería, herrería, pintura, obra .
10	Anota el nombre o nombre de personal que se le asigna el trabajo a realizar o a supervisar.
11	Anotar la fecha durante la cual se realizará el servicio de mantenimiento.
12	Anotar la descripción del trabajo desarrollado (en caso de ser necesario utilizar hojas adicionales).
13	Anotar una ✓ (palomita) si el trabajo realizado es correcto, en caso contrario anotar una X.
14	Anotar el nombre, puesto y firma del(a) que realizó la verificación del mantenimiento
15	Anotar el nombre y firma del Jefe(a) del Área que solicitó el trabajo y quien acepta y libera.
16	Anotar el nombre y firma del(a) Jefe(a) del Departamento que realizó el mantenimiento quien aprueba el trabajo liberado.
17	Numero Semana que se realiza la labor.
18	Anotar la fecha en que el(a) Jefe(a) del Departamento que realizó el mantenimiento aprueba el mantenimiento realizado, verificado y liberado.

III. CAPITULO 3: Factibilidad de propuesta mantención

3.1 Objetivo del capítulo

- Comparar antecedentes de la empresa sin mantenimiento preventivo vs la propuesta de mantención preventiva

3.2 Influencia de la problemática en la empresa

La gestión eficiente de equipos críticos en una empresa es vital para mantener la continuidad operativa y evitar pérdidas monetarias significativas. Cuando estos equipos fallan, no solo se interrumpe la producción del día, sino que también se pierde un valioso tiempo que tiene un impacto directo en las finanzas de la empresa.

La pérdida de producción debido a fallas en equipos críticos no solo implica el costo directo de reparación, sino también el costo indirecto asociado con la interrupción de las operaciones. Cada minuto de inactividad representa una pérdida monetaria que se acumula rápidamente a lo largo del día. Además, el tiempo requerido para diagnosticar y solucionar el problema también contribuye a esta pérdida, afectando aún más la rentabilidad de la empresa.

Además del aspecto monetario, el tiempo perdido también tiene un impacto en la reputación de la empresa y en la satisfacción del cliente. Los retrasos en la entrega de productos o servicios pueden afectar la relación con los clientes y poner en riesgo futuros negocios.

Por lo tanto, es imperativo que las empresas inviertan en programas de mantenimiento preventivo y en la implementación de tecnologías de monitoreo en tiempo real para prevenir fallas inesperadas en equipos críticos. La adopción de un enfoque proactivo no solo ayuda a minimizar el riesgo de interrupciones, sino que también puede mejorar la eficiencia operativa y la rentabilidad a largo plazo.

3.2.1 Costo adicional

La empresa contrata a una empresa contratista especializada para llevar a cabo la reparación de las bombas y los intercambiadores de calor en sus instalaciones. Esta medida se ha tomado con el objetivo de garantizar una respuesta rápida ante cualquier fallo en estos equipos críticos para el funcionamiento de la planta.

La reparación de estas unidades es una tarea que puede requerir un tiempo considerable, con un tiempo de respuesta inicial de horas para la llegada del equipo de reparación y una duración potencial de semanas para completar todas las reparaciones necesarias. Este proceso de reparación prolongado puede llevar a una interrupción significativa en la producción, lo que a su vez podría resultar en pérdidas económicas para la empresa.

La afectación a la producción debido al tiempo de detención necesario para llevar a cabo estas reparaciones es un factor crucial a considerar. Cada hora de inactividad representa una pérdida potencial en términos de producción y ganancias. Por lo tanto, la empresa reconoce la importancia de minimizar al máximo el tiempo de detención.

3.2.2 Costo de Bomba de vacío

El costo de la bomba de vacío asciende a CLP \$8 137 423, lo que implica una pérdida estimada para la empresa. Además de este gasto directo, se deben considerar los costos adicionales asociados con la contratación de una empresa externa para la reparación de la bomba y la adquisición de una nueva unidad para reemplazo inmediato. Sumado a esto, también se debe contemplar el tiempo perdido durante el proceso de reparación, lo cual representa una pérdida significativa en términos de productividad y eficiencia para la empresa. En conjunto, estos factores representan un impacto financiero considerable para la organización.

3.2.3 Paradas no Programadas

Las paradas no programadas representan un desafío significativo para la empresa, ya que interrumpen los procedimientos establecidos y pueden ocasionar pérdidas financieras considerablemente perjudiciales. Este tipo de incidencias no solo afecta el rendimiento operativo, sino que también genera desperdicio de tiempo valioso que podría ser utilizado de manera más productiva.

Sin duda, todo esto se traduce en pérdida de ganancias, disminución de la productividad e incluso, el fracaso de una pequeña empresa. De allí la importancia de crear estrategias para contrarrestar y eliminar los tiempos muertos.

La máquina al estar detenida, si se encuentra detenida 8 hrs laborales equivalen \$ 8.630.520 pesos, ya que la producción por hora es de 115 planchas y el valor de una plancha es \$ 9381 pesos.

3.3 Cotización de plan de mantenimiento

-LGET 2: Características: -Larga vida útil en entornos severos, como áreas muy reactivas con presencia de oxígeno gaseoso de gran pureza y hexano

- Excelente resistencia a la oxidación
- Buena resistencia a la corrosión
- Excelente resistencia al agua y al vapor
- Aplicación a temperaturas de 200°C a 260°C



Figura 3.1.1: Lget

- Aceite para bomba de vacío Características: - temperatura de alta 250 °c
- Índice de viscosidad: 63
 - Clase de viscosidad: ISO VG 100
 - Lubricante de base: Éster



Figura 3.1.2: Aceite para bomba de vacío

Limpia contactores 300ml 3 en 1WD-40 Características: - 300 ml

Tipo de producto: limpiadores



Figura 3.1.3: Limpiador de contacto

Lubricante multiuso wd-40 155 gr lata chica: - lubricación y limpieza.

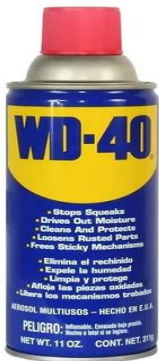


Figura 3.1.4: Wd-40

Filtro de intercambiador de calor: -Filtra las partículas sólidas del sistema, para que este no llegue al filtro.



Figura 3.1.5: Filtro de intercambiador de calor

3.3.1 Presupuestó de insumos

Esta bolsa de gastos utiliza la moneda chilena, por lo que todos los valores están expresados en dicha moneda. En ella se presentan los costos individuales tanto al contado, mensuales y anuales, con el fin de proporcionar una visión completa de los gastos asociados. Además, se realiza la suma de estos costos para obtener el total de los gastos de insumos en el mantenimiento preventivo.

Insumos	Valores	Mensual	Anual
Grasa SKF para rodamientos soporta hasta 220 grados	0,37 UF	1,49 UF	17,87 UF
Aceite para bomba de vacio-1LTS CPS	0,26 UF	1,58 UF	18,9 UF
Mangueras Industriales	0,55 UF	2,18 UF	26,18 UF
Limpia contactos 300 ml3 en 1WD-40	0,14 UF	0,7 UF	8,42 UF
Lubricante Multiuso WD-40 155 Gr Lata chica C/Tapa Roja	0,17 UF	0,86 UF	10,38 UF
Filtro de intercambiador de valor	0,29 UF	1,46 UF	17,56 UF
			99,3 UF

colocar valor chileno.

3.4 Análisis de costos anterior vs Presupuesto de plan de mantenimiento

En los costos analizados, se observa que la pérdida económica de la empresa aumenta en función del tiempo de las paradas no programadas. Para cada intervalo de 8 horas laborales en que se detiene la operación, la empresa enfrenta una pérdida de \$8.630.520. Al extrapolar esta pérdida a lo largo de una semana completa de 7 días, la pérdida total asciende a \$60.413.640. Esta cifra refleja el impacto significativo que las paradas imprevistas tienen en la rentabilidad y la eficiencia operativa de la empresa.

En esta tabla de paradas no programadas se muestra la perdida de este año en cada mes, también de las horas de producción perdidas

Tabla de Fallas historico de la maquina acorruadora					
Paradas	Dias	Mes	Horas	Perdida	
2	4	Enero	8	8.630.520	
1	5	febrero	15	16.182.225	
0	0	Marzo	0	\$0	
3	2	Abril	7	\$7.551.705	
1	1	Mayo	8	\$8.630.520	
0	0	Junio	0	\$0	
0	0	Julio	0	\$0	
2	1	Agosto	6	\$6.472.890	
5	5	Septimbre	13	\$14.024.595	
0	0	Octubre	0	\$0	
7	1	Noviembre	16	\$17.261.040	
1	3	Diciembre	12	\$12.945.780	
				91.699.275	

la perdida de la empresa por un año es \$91.699.275 pesos al año, lo que en UF sería una suma 2.313,09 UF

En contraste, la implementación de un plan de mantenimiento preventivo ha demostrado ser una estrategia eficaz para mitigar estas pérdidas. Con este plan, la pérdida asociada a una parada programada de 3 horas laborales se reduce a \$3.236.445 (81,64 UF). Este enfoque proactivo permite una reducción considerable en la pérdida de producción, ya que las paradas se realizan en intervalos planificados y controlados, minimizando así el impacto negativo en las operaciones. Además, al reducir las pérdidas y optimizar la planificación, el plan de mantenimiento preventivo contribuye al incremento de las ganancias de la empresa.

3.5 Conclusión

Al analizar de manera detallada los manuales y catálogos proporcionados por los fabricantes, se pueden identificar áreas clave para optimizar la eficiencia, minimizar posibles fallos y mejorar la durabilidad de los componentes. Con esta información, es posible definir acciones de mejora dirigidas a ajustar o actualizar los sistemas, lo que resulta en un mejor rendimiento general de la máquina. La implementación de estas mejoras no solo incrementa la productividad, sino que también contribuye a la reducción de costos operativos y mejora la seguridad en el proceso.

Al definir los tipos de fallos de cada componente mediante la metodología de los 5 ¿Por qué?, se facilita la identificación de las causas raíz que originan los fallos recurrentes. Este análisis permite obtener una comprensión detallada de los problemas y facilitar la implementación de soluciones efectivas. Una vez realizado este proceso, se puede ejecutar un plan de mantenimiento basado en los resultados obtenidos, lo que contribuye a optimizar la eficiencia operativa, reducir los tiempos de inactividad y aumentar la confiabilidad de los sistemas. De esta forma, el enfoque proactivo basado en los 5 ¿Por qué? ayuda a prevenir fallos inesperados, prolongar la vida útil de los componentes y garantizar la estabilidad en las operaciones. La implementación de un plan de mantenimiento bien fundamentado, derivado de un análisis exhaustivo, asegura una mayor competitividad y sostenibilidad en las organizaciones.

Al cotizar los insumos necesarios para el plan de mantenimiento preventivo, se obtiene una visión clara de los costos asociados a la ejecución de este plan. Además, al analizar la pérdida de ganancias que la empresa experimenta cuando el sistema entra en falla, se puede cuantificar el impacto negativo que tiene la interrupción de las operaciones. Al comparar estos gastos con los costos de implementación del plan de mantenimiento preventivo, se observa que este último genera una reducción significativa de hasta un 80% en comparación con las pérdidas por fallos no planificados. Este ahorro demuestra que la adopción de un plan de mantenimiento preventivo no solo es viable, sino altamente beneficioso para la empresa, garantizando una mayor estabilidad operativa y optimizando los recursos financieros a largo plazo. La implementación de este plan resulta ser una estrategia rentable, que reduce los riesgos y asegura la continuidad de las operaciones sin afectar la rentabilidad de la empresa.

3.6 Bibliografía

- <https://www.md-kinney.com/es-mx/vacuum>
- <https://de.plaskolite.com/products-services/product-brands/polygal>
- <https://www.skf.com/uy/products/lubrication-management/lubricants/extreme-temperature-extreme-condition>
- <https://www.buschvacuum.com/cl/es/products/spare-parts-and-accessories/oils/>
- https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/articulo/110545357/Limpia-Contacto-3-En-Uno-300-ml-para-Circuitos-Elctricos/110545358?kid=goosho_373415&shop=googleShopping&gclsrc=aw.ds&gad_source=1&gad_campaignid=21413491161&gbraid=0AAAAADRW8zvQseXU_Adg-dzYslf7tDWq8&gclid=Cj0KCQjwgKjHBhChARIsAPJR3xd8L_cNyCNYTqUhlV9w6xYeJd6essDF4QD8lHzLHJNJPRpQU-J-n44aAoFwEALw_wcB
- https://www.mercadolibre.cl/lubricante-wd40-anticorrosivo-155gr/up/MLCU369146716?pdp_filters=item_id%3AAMLC2338989416&from=gshop&matt_tool=73763882&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=22116391902&matt_ad_group_id=171397990737&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=729648300380&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=772659623&matt_product_id=MLCU369146716&matt_product_partition_id=2389830694441&matt_target_id=aud-1816260216641:pla-2389830694441&cq_src=google_ads&cq_cmp=22116391902&cq_net=g&cq_plt=gp&cq_med=pla&gad_source=1&gad_campaignid=22116391902&gbraid=0AAAAADxxu6rtsfQTZ81_m0Lv6-s_Hucs2&gclid=Cj0KCQjwgKjHBhChARIsAPJR3xearSsCgrq7NZC8-2wH20IPLY7EMFvrGGN6jRvDJSWhKktZkCz_PXgaAin8EALw_wcB
- <https://tecno-products.com/producto/tr28/>
- <https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/articulo/136132950/Filtro-Tipo-Y-Bronce-Genebre-12-Para-Calefont/136132951>
- <https://safetyculture.com/es/temas/5-porques>