

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**

**SEDE CONCEPCIÓN**

**PLAN DE MANTENIMIENTO A MAQUINARIA FABRICADORA DE**  
**PLANCHA PV4 DE EMPRESA CUBIERTA MYC**

Trabajo de Titulación para optar al Título  
de Ingeniero en Mantenimiento Industrial

Autor:

Matías Ignacio Leiva Ramírez

Profesor Guía:

Juan José Figueroa

**2023**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a todas las personas que me acompañaron en este proceso universitario con el propósito de adquirir el título de Ingeniería en mantención industrial, el cual sin el apoyo de docentes que confiaron en mis habilidades, conocimientos y destrezas, especialmente a Marcelo Quiroz Neira director de carrera y Juan José Figueroa profesor guía, quienes estuvieron dispuestos a brindar la ayuda necesaria para llevar a cabo la investigación. Sin duda, es importante agradecer a aquellas personas, compañeros y profesionales que cedieron su tiempo, dedicación y compromiso con el fin de aportar en la presente investigación.

También, agradezco a mi pareja por acompañarme durante todo este último año universitario, acompañándome en las horas de estudios y durante la elaboración de este proyecto. Gracias por brindarme tu compañía y por tu sacrificio para poder obtener mi carrera profesional.

Por último, y no menos importante, a mi familia, quienes fueron un pilar fundamental durante todo este proceso académico. Gracias por brindarme los valores, herramientas, la comprensión, la paciencia, el sacrificio y la oportunidad de estudiar esta carrera profesional.

## **DEDICATORIA**

Esta investigación está dedicada a la familia Leiva Ramírez, que fue un apoyo fundamental en el proceso universitario, brindaron apoyo y contención emocional y se sacrificaron para sustentar económicamente mis estudios.

Por último, es relevante mencionar que el presente trabajado va dedicado a aquellos estudiantes universitarios que diariamente luchan por su aprendizaje, alimentándolo con nuevos contenidos y estimulando sus habilidades.

## **RESUMEN**

*KEYWORDS: PLAN DE MANTENIMIENTO – CUBIERTA MYC – EVALUACION ECONOMICA – MAQUINARIA.*

El rubro de la mantención industrial requiere de un conjunto de conocimientos para aplicar métodos, técnicas y herramientas en la administración del mantenimiento de instalaciones, maquinaria y equipos, así como en la mejora de los procesos productivos y en la aplicación de normas de calidad y de seguridad.

El presente proyecto de investigación para optar al título de “Ingeniero en mantenimiento industrial” tiene como objetivo demostrar que tan factible es realizar un plan de mantenimiento preventivo en la empresa cubierta MyC, ubicada en Coronel región del Bio Bío. Puesto que, luego de constantes visitas a dicha empresa fue posible detectar la falla de la maquina PV4, fabricadora de planchas de variados materiales, policarbonatos, zinc, acero, entre otros. Dicha maquinaria, presenta problemáticas en distintos componentes, lo que produce paradas de planta, afectando la productividad y tiempos de entrega del producto, lo que afectaba económica y productivamente a la empresa.

Mediante este análisis se busca ayudar a la empresa para que pueda tener una mejora en su nivel de productividad, lo que beneficiaría enormemente la economía de Cubierta MyC.

## INDICE

<b>PLAN DE MANTENIMIENTO A MAQUINARIA FABRICADORA DE PLANCHA PV4 DE EMPRESA CUBIERTA MYC .....</b>	<b>1</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>2</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>3</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>4</b>
<b>INDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>INDICES DE TABLA DE DATOS .....</b>	<b>8</b>
<b>INDICE DE GRAFICOS .....</b>	<b>9</b>
<b>INDICE DE FORMULAS .....</b>	<b>10</b>
<b>SIGLAS Y SIMBOLOGIA .....</b>	<b>11</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>2</b>
<b>OBJETIVO GENERAL: .....</b>	<b>2</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....</b>	<b>2</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>3</b>
<b>MOTIVACION .....</b>	<b>4</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO 1: MANTENIMIENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1; QUÉ ES EL MANTENIMIENTO? .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3 MTTR Y MTBF .....</b>	<b>11</b>
<b>1.4 DIAGRAMA DE ISHIKAWA .....</b>	<b>12</b>
<b>1.5 DIAGRAMA DE PARETO .....</b>	<b>14</b>
<b>1.6 ¿QUÉ ES UNA FALLA? .....</b>	<b>15</b>
<b>1.7 EMPRESA CUBIERTAS MyC .....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MAQUINA     FABRICADORA DE PLANCHAS DE PV4 .....</b>	<b>20</b>
<b>LAYOUT DE LA MAQUINARIA .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 DESCRIPCION DE LA MAQUINA FABRICADORA DE PLANCHAS DE         PV4 .....</b>	<b>22</b>

<b>2.2 COMPONENTES DE LA MAQUINA FABRICADORA DE PLANCHAS DE PV4</b> .....	23
<b>2.3 FUNCION DE LA MAQUINA FABRICADORA DE PLANCHAS DE PV4</b> .....	26
<b>2.4 FICHA TECNICA DE LA MAQUINARIA</b> .....	27
<b>CAPÍTULO 3: FALLA DE LA MÁQUINA FABRICADORA DE PV4</b> .....	28
<b>3.1 PRINCIPALES TIPOS DE FALLAS</b> .....	29
<b>3.2 ESTADO ACTUAL DE LA MAQUINA</b> .....	32
<b>3.3 ANALISIS DE LA MAQUINA CON MTTR</b> .....	33
<b>3.4 ANALISIS CON EL DIAGRAMA DE ISHIKAWA</b> .....	35
<b>3.5 ANALISIS CON EL DIAGRAMA DE PARETO</b> .....	36
<b>CAPÍTULO 4: COSTOS Y PROPUESTA DE MANTENIMIENTO</b> .....	38
<b>4.1 CLASIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO</b> .....	39
<b>4.2 COSTOS DE PRODUCCIÓN</b> .....	40
<b>4.3 COSTO DE MANTENIMIENTO INTERNO</b> .....	41
<b>4.4 COSTO DE MANTENIMIENTO EXTERNO</b> .....	42
<b>4.5 COSTO DE INVERSIONES</b> .....	43
<b>4.6 PROPUESTA DE MANTENIMIENTO</b> .....	44
<b>4.7 COSTO DE PROPUESTA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO</b> .....	48
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	51
<b>CONCLUSIÓN</b> .....	52
<b>ANEXOS</b> .....	55

## INDICE DE FIGURAS

Figuras 1-. TIPOS DE MANTENIMIENTO.	7
Figuras 2-. DIAGRAMA ISHIKAWA.	12
Figuras 3-. DIAGRAMA DE PARETO	14
Figuras 4-. LOGO DE LA EMPRESA	16
Figuras 5-. DIAGRAMA DE LA EMPRESA.	17
Figuras 6-. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.	19
Figuras 7-. LAYOUT DE LA MAQUINARIA	21
Figuras 8-. IMAGEN DE LOS ELEMENTOS DE LA MÁQUINA.	24
Figuras 9-. IMAGEN DE LOS ELEMENTOS DE LA MÁQUINA.	25
Figuras 10-. IMAGEN DE LA CADENA DE LA MÁQUINA.	25
Figuras 11-. LAMINA SIN PROCERSAR	
Figuras 12-. LAMINA PROCESADA	26
Figuras 13-. FICHA TECNICA.	27
Figuras 14-. DERRAME DE ACEITE	
Figuras 15-. RODONES EN MAL ESTADO.	32
Figuras 16-. CADENA SUCIA Y FALTA DE ENGRASE.	32
Figuras 17-. DIAGRAMA ISHIKAWA.	35
Figuras 18-. CHECK LIST DIARIO.	44
Figuras 19-. PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE MAQUINA PV4.	46
Figuras 20-. CHECK LIST ANUAL.	47

## INDICES DE TABLA DE DATOS

Tabla 1-. TABLA DE DATOS FALLAS OPERADOR 1	29
Tabla 2 -. TABLA DE DATOS FALLAS OPERADOR 2	30
Tabla 3 -. TABLA DE DATOS FALLAS OPERADOR 3	30
Tabla 4 -. TABLA DE DATOS FALLAS OPERADOR 4	30
Tabla 5 -. TABLA DE DATOS FALLAS	31
Tabla 6-. TABLA DE DATOS DE MTTR.	33
Tabla 7-. TABLA DE DIAGRAMA DE PARETO	36
Tabla 8 -. TABLA DE MANT. QUE SE PUEDEN REALIZAR.	39
Tabla 9-. TABLA VALORES DE PRODUCCION.	40
Tabla 10 -. TABLA DE COTIZACIÓN DE MATERIALES E INSUMOS.	41
Tabla 11 -. TABLA DE COTIZACIÓN DE EMPRESA EXTERNA.	42
Tabla 12-. TABLA DE INVERSION NECESARIA.	43
Tabla 13-. COTIZACION DE PLAN MANTENIMIENTO.	48
Tabla 14-. TABLA DE COSTOS DE PERDIDA	49
Tabla 15-. TABLA COMPARATIVA DE COSTOS.	49

## **INDICE DE GRAFICOS**

Gráfico 1-. GRÁFICO CON LOS DATOS PARA CALCULAR MTTR.	34
Gráfico 2-. GRAFICO DIAGRAMA PARETO.	37
Gráficos 3-. GRAFICA COMPARATIVA DE COSTOS.	50

**INDICE DE FORMULAS**

Formulas 1-. MTTR ..... 11  
Formulas 2-. MTBF ..... 11

## SIGLAS Y SIMBOLOGIA

MTTR: Mean Time to Repair

MTBF: Mean Time Between Failures

KPI: Key Performance Indicators (Indicador clave del desempeño).

PV4: Tipo de plancha.

ING: ingeniería.

MANT: Mantenimiento.

mm: Milímetros.

V: Voltio (Unidad de medida de potencial eléctrico).

MIN: Minuto.

H: Hora.

KW: Kilowatt (Unidad de medida de potencia eléctrica).

Hz: Hertz (Unidad de medida de frecuencia).

°C: Grados Celsius.

Mpa: Mega pascal (Unidad de medida de presión).

%: Porcentaje.

€: Euro (Moneda de la unión europea).

\$: Peso (Moneda chilena).

Km: Kilómetro.

Nro. / N°: Numero.

Mts3: Metros cúbicos.

\*: Multiplicación

## **INTRODUCCIÓN**

El trabajo tiene como objetivo generar un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Cubiertas MyC Coronel, y poder implementarlo una vez terminado. El recinto solo cuenta con mantenimiento correctivo, generando mayores gastos por fallas inesperadas, lo cual significa bajas en la producción y altos costos de reparación.

Es por eso que esta memoria se establece una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo.

Para ello se utilizarán distintas estrategias para realizar el análisis del equipo, como MTTR, MTBF, diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa, y por último, generar un presupuesto económico, con toda esta información obtenida tanto para identificar los problemas que afectan la maquinaria y la inversión que es necesaria para poder dar una solución se podrá determinar si es lo recomendable implementar el plan de mantenimiento preventivo para la empresa o si seguirán con el mismo modelo que llevan hasta ahora.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL:**

- Generar un plan de mantenimiento preventivo a la maquinaria PV4 de la empresa “cubierta MyC”, Coronel. Utilizando algunos KPI y algunas herramientas para el control del mantenimiento.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Investigar el estado de la máquina con distintas herramientas del control de mantenimiento.
- Demostrar si es factible un plan de mantenimiento preventivo mediante el estudio económico para la empresa.
- Proponer con los datos obtenidos un plan de mantenimiento preventivo a la maquinaria fabricadora de planchas de PV4.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La empresa cubiertas MyC posee una máquina fabricadora de planchas de PV4, la que presenta varias fallas dejando inoperativa la maquinaria, ya sea por horas o días.

Lo mencionado provoco grandes pérdidas de dinero, tanto en el ámbito productivo como en el mantenimiento, gracias a esto pudimos identificar la siguiente problemática.

Las problemáticas que presenta la máquina fabricadora de PV4 son por ejemplo: falla en la cadena, en los rodillos, etc. Esto se verán a profundidad a lo largo de esta memoria de título.

Dicha empresa no tiene un plan de mantenimiento para la máquina fabricadora de plancha PV4, lo cual genera paradas de producción en momentos inesperados, y esto conlleva en retrasos de los pedidos o mayor cantidad de horas de trabajos para poder compensar las horas del paro de la máquina.

## **MOTIVACION**

La motivación para realizar este trabajo es poder solucionar las averías inesperadas que provocan paradas en la producción, en la empresa “CUBIERTA MyC”, ubicada en Coronel, con el fin de poder ayudar a esta, mejorando y aumentando su productividad, y disminuyendo su costos de perdida en las paradas inesperadas, así también obtener una oportunidad para presentarme como ING. En mantenimiento industrial y así poder abrir más puerta para iniciar en el mundo laboral.

**MARCO TEÓRICO**

## **CAPÍTULO 1: MANTENIMIENTO**

## 1.1¿QUÉ ES EL MANTENIMIENTO?

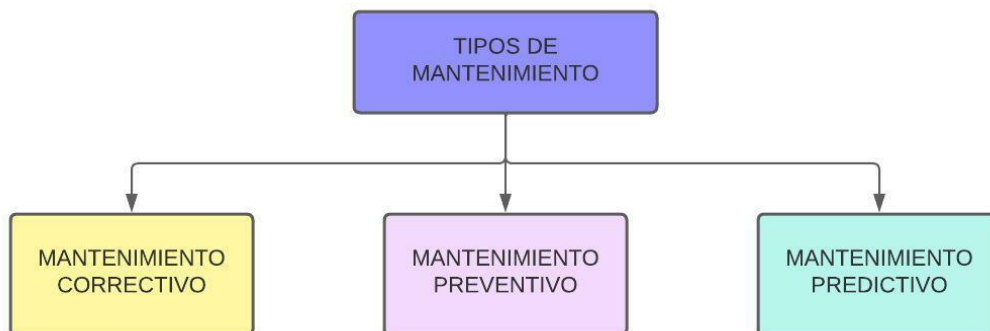
El objetivo de esta memoria de título es generar un plan de mantenimiento, por lo que es relevante definir algunos conceptos como por ejemplo que es el mantenimiento, tipos de mantenimiento que hay, entre otras cosas. Dicho lo anterior.

“El mantenimiento es un proceso que se lleva a cabo para que un elemento, o unidad de producción, pueda continuar funcionando a un rendimiento optimo.” (Westreicher, 2022).

Por lo tanto se puede decir que el mantenimiento son acciones que buscan mantener el desgaste de algún activo a medida que pasa el tiempo.

## 1.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO

- Para la mantención existen 3 tipos de técnicas distintas para poder realizar el mantenimiento y estas son:
  1. *Mantenimiento preventivo.*
  2. *Mantenimiento predictivo.*
  3. *Mantenimiento correctivo.*



Figuras 1-. TIPOS DE MANTENIMIENTO.

Fuente: Matías Leiva Ramírez 2022.

### **1.2.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Una vez entendido el concepto de mantenimiento, se definen cada tipo de mantenimiento que fueron nombrados anteriormente, en primer lugar.

“El mantenimiento preventivo es aquel mantenimiento que se basa en evitar o prevenir de que ocurra una falla en alguna maquina o activo, y para que esto no ocurra se realiza un “Plan” que previene cualquier tipo de falla.” (STEL Solutions S.L., 2000-2022).

En otras palabra, este mantenimiento se anticipa a cualquier falla que pueda sufrir la maquinaria o activo.

A continuación se muestran ventajas y desventajas del tipo de mantenimiento explicado.

#### **Ventajas:**

- Disminuye la necesidad de tener que hacer un Mant. Correctivo.
- Mejora la vida útil de los equipos.
- Aumenta la seguridad de los trabajadores.
- El tiempo que se emplea para reparar la maquinaria se disminuye.

#### **Desventajas:**

- No se conoce el estado de los elementos o piezas que terminan en cambios innecesarios.

### **1.2.2 MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

El mantenimiento predictivo se basa en poder detectar cuándo ocurrirá la falla o la avería de la maquinaria o el activo. Cuando se detecta algo fuera de los parámetros normales a los que debería trabajar la maquinaria, se programa una detención o una mantención para poder solucionar el problema presente. (LIBERDROLA S.A, 2022).

Este mantenimiento tiene como misión detectar cuando ocurrirá la falla mediante el análisis del activo ocupando distintos métodos.

Para poder identificar los parámetros anormales que pueda presentar el activo se utilizan distintas técnicas y estas son:

1. Análisis de temperatura.
2. Análisis de vibraciones.
3. Análisis de espesor.
4. Análisis de lubricación.

#### **Ventajas:**

- El tiempo de mantenimiento es menor.
- Se reduce los accidentes y mayor confiabilidad.
- se obtiene un conocimiento más preciso del tiempo de duración de los elementos.

#### **Desventajas:**

- La inversión inicial es muy alta para poder realizar diagnósticos.
- Se requiere un personal mayormente calificado.
- No es aplicable en todas las empresas.

### **1.2.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Otro tipo de mantenimiento es el correctivo, “Este mantenimiento consiste en arreglar el activo o la maquinaria luego de que está presente una avería o falla, o incluso sustituir el activo si es necesario y si este ya no puede ser reparado.” (ANER.COM, 2019).

El mantenimiento correctivo se basa en reparar el activo después de haber sufrido una avería, sacándole el máximo de productividad.

#### **Ventajas:**

- El equipo funciona sin tener paradas programadas.
- Posee una planificación mínima.
- Costos menores a corto plazo.

#### **Desventajas:**

- Es impredecible.
- Tiempo de inactividad pueden ser muy extensos.
- Posee un costo a largo plazo muy alto.

### 1.3 MTTR Y MTBF

#### ¿Qué es MTTR y MTBF?

“MTTR proviene de la palabra en inglés Mean Time to Repair, o en español, Tiempo medio de reparación.” (INFRASPEAK, 2015-2022)

MTTR, es un indicador que sirve para saber cuánto tiempo se demora una empresa o persona en reparar su activo, en otras palabras, es el tiempo que se demora desde que falla el activo hasta que este vuelve a su estado funcional.

Por otro lado, “MTBF proviene de la palabra en inglés Mean Time Between Failures, o en español, Tiempo medio que transcurre entre fallas.” (INFRASPEAK, 2015-2022)

MTBF, es un indicador que representa la fiabilidad en la que está funcionando el activo, mientras más grande sea el MTBF el equipo o el activo es más confiable.

#### 1.3.1 COMO CALCULAR MTTR Y MTBF

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo Total de Mantenimiento}}{\textit{Número de reparaciones}}$$

Formulas 1-. MTTR

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo Total de Trabajo} - \textit{Tiempo de Avería}}{\textit{Número de Fallos}}$$

Formulas 2-. MTBF

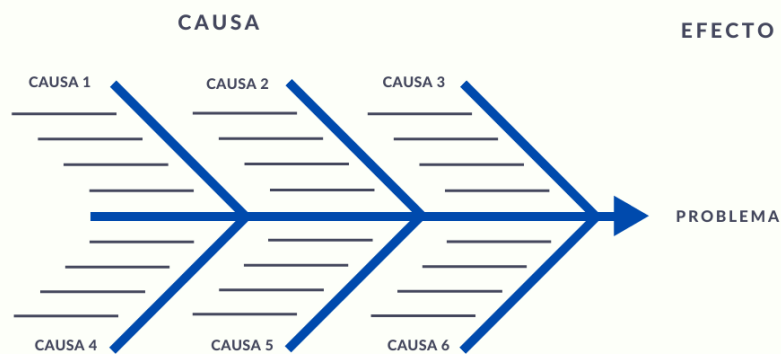
## 1.4 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

El diagrama de Ishikawa o también conocido como el diagrama de causa y efecto, es una representación gráfica y sencilla que muestran visualmente las causas de un problema o un posible problema que puede existir en el mantenimiento de un activo o empresa. (Salesforce, Inc, 2022).

Este diagrama funciona para poder analizar la causa de un problema y así poder llegar a la solución más óptima.

Otros nombres que puede tomar este diagrama son:

- Diagrama de las 6 M.
- Diagrama espina de pescado.
- Diagrama del árbol.
- Diagrama de río.
- Lista sistemática.
- Diagrama causa y efecto.



Figuras 2-. DIAGRAMA ISHIKAWA.

Fuente: HOLMESHR.

### **1.4.1 COMO HACER UN DIAGRAMA DE ISHIKAWA.**

Para realizar el diagrama de Ishikawa primero hay que tener claro 3 partes fundamentales para poder realizar el diagrama, además tener claro un concepto que es las 6M.

Las 6 M del Diagrama de Ishikawa son: método, maquinaria, mano de obra, materiales, medición y medio ambiente, en el que cada una se refiere a un aspecto clave de donde proviene el problema que afecta a la compañía o un activo.

Ahora que se explicó brevemente que son las 6M se puede seguir con y explicar cuáles son las 3 partes fundamentales del diagrama y estas son:

Cabeza: es el lugar donde va el o los problemas.

Espinas: representa las causas del problema. El numero puede depender de las posibles causas que provoquen el problema que no pueden pasar los 6, porque están trabajan con las 6M.

Espinas menores: salen de las espinas más grandes y estas representan las causas menores.

1. Trazar una línea que será la línea espina central.
2. Dibujar la cabeza del pescado (es el lugar donde va el problema).
3. Dibujar las espinas que serán las causa de los problemas y esta no pueden superar las 6 ya que tienen que estar relacionadas con las 6M.
4. Realizar lluvia de ideas con respecto a cada causa del problema y así identificar los posibles “porque” ocurren esta, y colocarlas en las espinas menores.

## 1.5 DIAGRAMA DE PARETO

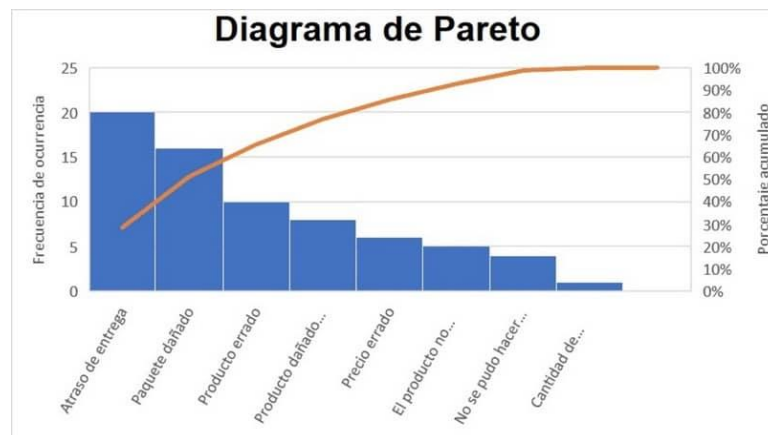
Siguiendo con los diagramas, el diagrama de Pareto es un gráfico de barras que permite organizar distintos valores desde el más importante al que tiene menor relevancia.

Este tipo de diagrama de Pareto tiene como función dar conocer o permitir determinar alguna irregularidad dentro de una organización o empresa y con esto poder identificar cuáles son los puntos críticos que son necesarios de mejorar.

### 1.5.1 COMO HACER UN DIAGRAMA DE PARETO

1. Se identifica el problema.
2. Se juntan los datos que son necesario para evaluar el problema.
3. Tomar los datos y colocarlos en una tabla.
4. Ordenar de mayor a menor y calcular su porcentaje y acumulados.
5. Hacer un gráfico de barras con los datos.
6. Analizar los datos obtenidos de la gráfica y concluir.

Ejemplo de cómo se ve un diagrama de Pareto



La imagen anterior es solo un ejemplo para poder apreciar cómo es un diagrama de Pareto

Figuras 3-. DIAGRAMA DE PARETO

Fuente: [HTTPS://MIRACOMOSEHACE.COM/](https://miracomosehace.com/).

## **1.6 ¿QUÉ ES UNA FALLA?**

Las fallas en mantenimiento son más comunes de lo que se cree, por lo tanto es relevante conocer su definición.

“El concepto de falla en la mantención se conoce como un suceso que ocurre de manera inesperada y este puede provocar un mal funcionamiento o una detención del activo, lo que puede afectar de manera directa a la producción o al costo de la empresa.” (Blog - ComparaSoftware., 2022).

Gracias a esta definición, se entiende la falla como un suceso que ocurre de manera inesperada y afecta al activo provocando alguna avería o falla, afectando directamente a la empresa.

### **1.6.1 ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE ANALIZAR UNA FALLA?**

El análisis de una falla sirve para poder detectar cual fue la causa del problema ocurrido y gracias a esa información poder mejorar la confiabilidad de la máquina, reducir costos y mejorar la producción, entre otras cosas.

Algunas causa comunes de fallas:

- Mal uso
- Errores de montajes
- Errores de fabricación
- Mantenimiento mal efectuado
- Fin de la vida útil de algún componente.

## 1.7 EMPRESA CUBIERTAS MyC

La empresa MyC es una empresa que se dedica a fabricar y comercializar distintos tipos de cubiertas de techo ya sea para industrias o para viviendas, de diferentes tipos de materiales, ya sea acero, fibra de vidrio, policarbonato, paneles aislantes, zinc, entre otros.

Esta busca ofrecer las mejores soluciones a través de sus productos fabricados personalizando sus productos al requerimiento del cliente variando en las dimensiones y largos, ya que pueden darles distintos usos como por ejemplo techumbres, bodegas, entre otros.

“Nuestro compromiso es ofrecer a nuestros clientes una atención eficiente con tiempo de entrega oportunos en la más amplia gama de productos posible en la industria de cubiertas a precios competitivos con una excelente relación precio/calidad.” (CubiertasMyC, 2022)



Figuras 4-. LOGO DE LA EMPRESA

Fuente: <https://cubiertasmyc.cl/>

### 1.7.1 DIAGRAMA DE LA EMPRESA



Figuras 5-. DIAGRAMA DE LA EMPRESA.

Fuente: Matías Leiva Ramírez

Como se puede apreciar en el diagrama de la empresa, esta se divide en 3 áreas, las que son:

1. Área de atención al público

Se dedica a las ventas y muestras de productos, el cliente puede realizar sus cotización o compras.

2. Área de almacenamiento

Es donde se almacenan los pedidos de los clientes hasta completar el lote comprado.

3. Área de trabajo

En esta área se encuentra el corazón de la empresa, lugar donde están ubicadas las maquinarias incluida la maquina PV4 que se analizará en la investigación.

## 1.7.2 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

Para poder hacerse una idea mejor de la empresa se realiza un organigrama de esta, y así se puede apreciar la cantidad de personas que trabajan, la función que cumple cada una dentro de la empresa, y además sirve para dimensionar el tamaño que tiene y así poder familiarizarnos cada vez más.

Este organigrama muestra la totalidad de personas que trabajan en la empresa Cubiertas MyC, donde la parte principal es el gerente general, luego dividiéndose en 3 partes importantes que son:

1. Administración.
2. Ventas.
3. Producción.

Por cada área trabajan una cierta cantidad de personas que son necesarias para el funcionamiento de la empresa, los cuales son:

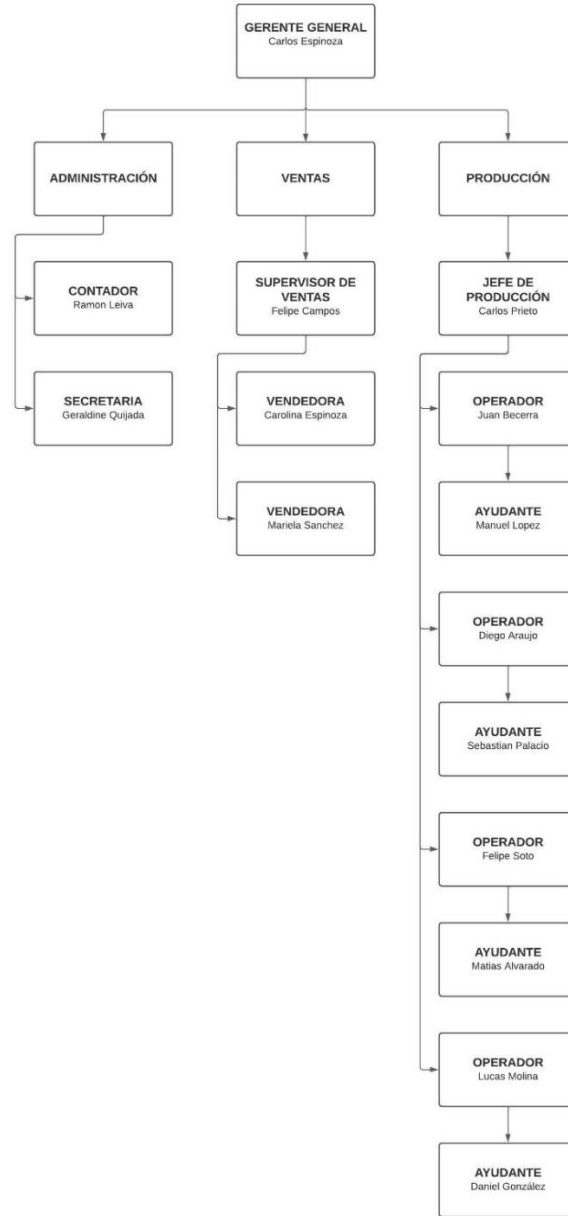
En el área de administración existen 2 personas que son el contador y la secretaria que manejan toda el área de administrativa.

En el área de ventas existen 3 personas que son los encargados de trabajar en dicha área que son el supervisor de ventas y las 2 vendedoras que son el rostro visible de la empresa, ya que los clientes interactúan directamente con ellos.

Y la última área e igual de importante que las anteriores mencionadas es el área de producción, en la cual hay 9 personas, que trabajando en conjunto logran que realizar los pedidos para que la empresa pueda seguir creciendo, de las 9 personas mencionadas 4 son operadores de máquinas, 4 son ayudantes y el ultimo restante es el jefe de producción.

Así sumando un total de 15 personas trabajando de manera permanente en la empresa.

**1.7.2.1 DIBUJO DEL ORGANIGRAMA**



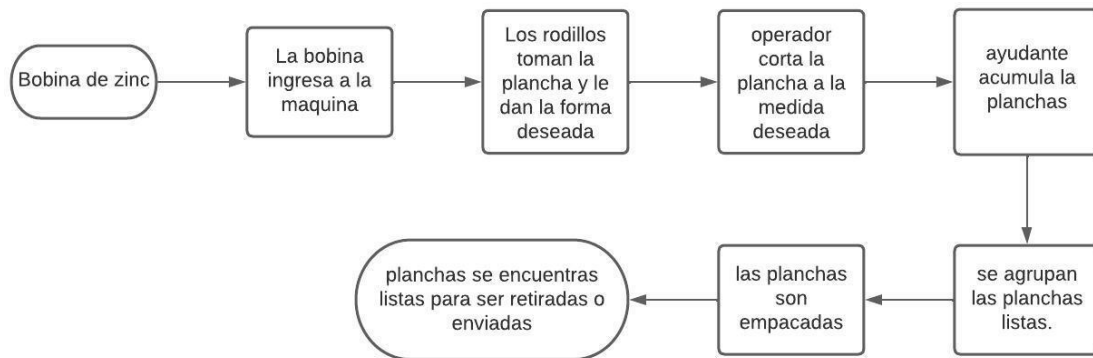
Figuras 6-. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.

Fuente: Matías Leiva Ramírez

**CAPÍTULO 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MAQUINA  
FABRICADORA DE PLANCHAS DE PV4**

## LAYOUT DE LA MAQUINARIA

Antes de entrar de lleno en todas las especificaciones técnicas de la maquina fabricante de planchas de PV4, se realiza un layout donde se puede apreciar los procesos que es sometida la bobina para convertirse en una plancha de PV4 antes de ser entregada o enviada los clientes.



La máquina fabricante de planchas de PV4 fabrica una cantidad de 800 Metros de plancha de PV4 al día, cuando la empresa está en su temporada de mayor demanda, en el caso de estar en la temporada de menor demanda esta fábrica un cantidad de 300 Metros de plancha de PV4 al día.

Figuras 7-. LAYOUT DE LA MAQUINARIA

Fuente: Matías Leiva Ramírez

## **2.1 DESCRIPCION DE LA MAQUINA FABRICADORA DE PLANCHAS DE PV4**

Para empezar a conocer la maquina fabricadora de planchas PV4 se describirá en palabras simples cómo funciona, los parámetros que puede funcionar y entre otras cosas, y así poder familiarizar con dicha máquina, ya que es importante para poder entender cómo esta ópera y comprender los componentes más importantes.

La máquina se describe como:

La Máquina Plegadora es un equipo de máquina para fabricación de dibujos y confección

de latas, puede producir un tipo de dibujo a la vez. Desde un rollo de Bobina de Zinc liso

(Prepintado, Galvanizado, Zinc Alum) Ud. Puede fabricar cualquiera de sus presentaciones

(Ondulado o Acanalado, PV4, PV6, Teja Redonda, Continua, Apaisada, Colonial, etc.)

Poseemos más de 28 dibujos distinto de confección, sin embargo, es nuestra

responsabilidad señalar a Ud. Que los dibujos en Chile que comúnmente se trabajan no son

más de 10. Cada uno de nuestros equipos mantienen especificaciones y parámetros distintos

como dimensiones y Mts3. (Impocom chile, 2022).

Se puede interpretar de lo mencionado que dicha maquina está hecha para fabricar distintos tipos de techos como por ejemplo planchas PV4, PV6, onduladas, etc. Además esta puede trabajar con distintos tipos materiales para fabricar las planchas, y por último habla sobre los parámetros que tiene permitidos para poder trabajar en el país.

## 2.2 COMPONENTES DE LA MAQUINA FABRICADORA DE PLANCHAS DE PV4

La máquina fabricadora de planchas de PV4 está compuesta por distintos tipos de elementos para que esta pueda funcionar, pero además como toda máquina esta tiene componentes de mayor importancia para que esta pueda cumplir su función.

Los componentes para destacar son los siguientes:

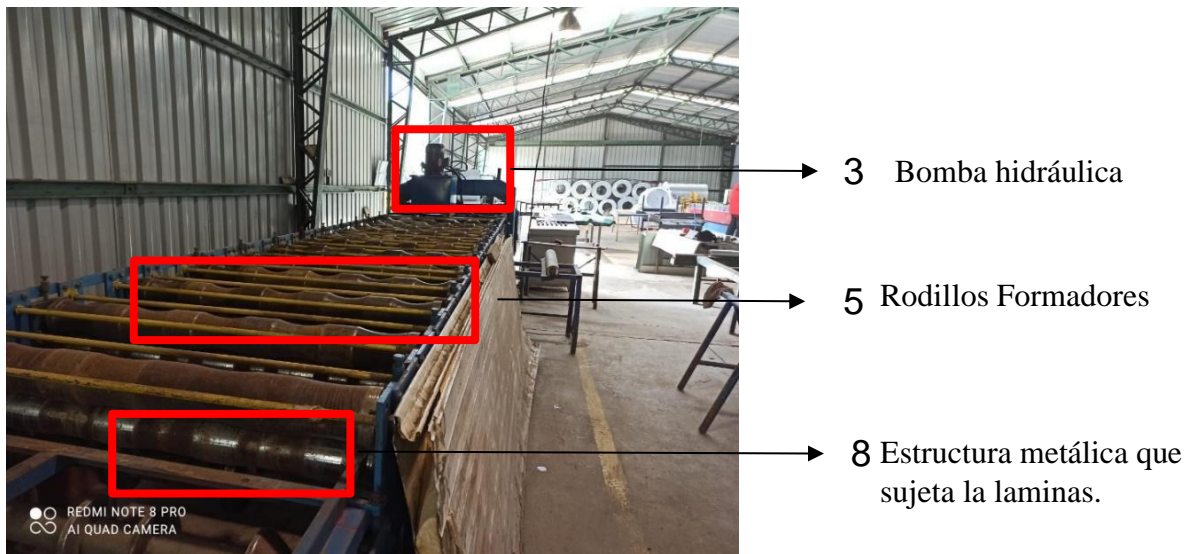
1. Cadena.
2. Cuchillas.
3. Bomba hidráulica.
4. Panel de control.
5. Rodillos formadores.
6. Mangueras.
7. Estructura metálica.
8. Estructura metálica que sujeta la lámina.

Cada componente destacado consta con ciertas características o especificaciones que son importantes de nombrar, sus medidas, material con el que está fabricado, la potencia que trabaja, etc.

1. Cadena: la cadena es de tipo industrial con la función de mover los rodillos formadores y esta tiene un grosor de 1 pulgada.
2. Cuchillas: las cuchillas están forjadas de acero Cr12, y procesadas por un Tratamiento apagado en las temperaturas de 58°C-60°C.
3. Bomba hidráulica: la bomba hidráulica trabaja a una potencia hidráulica de 5 KW y trabaja con una presión de 12MPa.

4. Panel de control: posee un sistema de control automático PLC de marca Delta que controla toda la maquinaria.
5. Rodillos formadores: los rodillos formadores están hechos de acero forjado con placa de cromo con distintos diámetros 70 mm, 75 mm, 80 mm. Estas medidas dependen del diseño deseado para trabajar.
6. Mangueras: es una manguera fabricada para soportar presiones altas.
7. Estructura metálica: La estructura tiene unas medidas alrededor de 7.5m x 1.7m x 1.6m (longitud x anchura x altura), estas se encuentran pintadas de color azul.
8. Estructura metálica que sujeta la lámina: esta estructura está fabricada por ángulos de medidas 20cm X 20cm X 2mm, además estas estructura se encuentran pintadas de color azul, igual que la estructura metálica.

En las imágenes captadas que se presentan se podrá apreciar mejor los elementos nombrados anteriormente y enumeradas para mayor facilidad de captación de estos mismos.



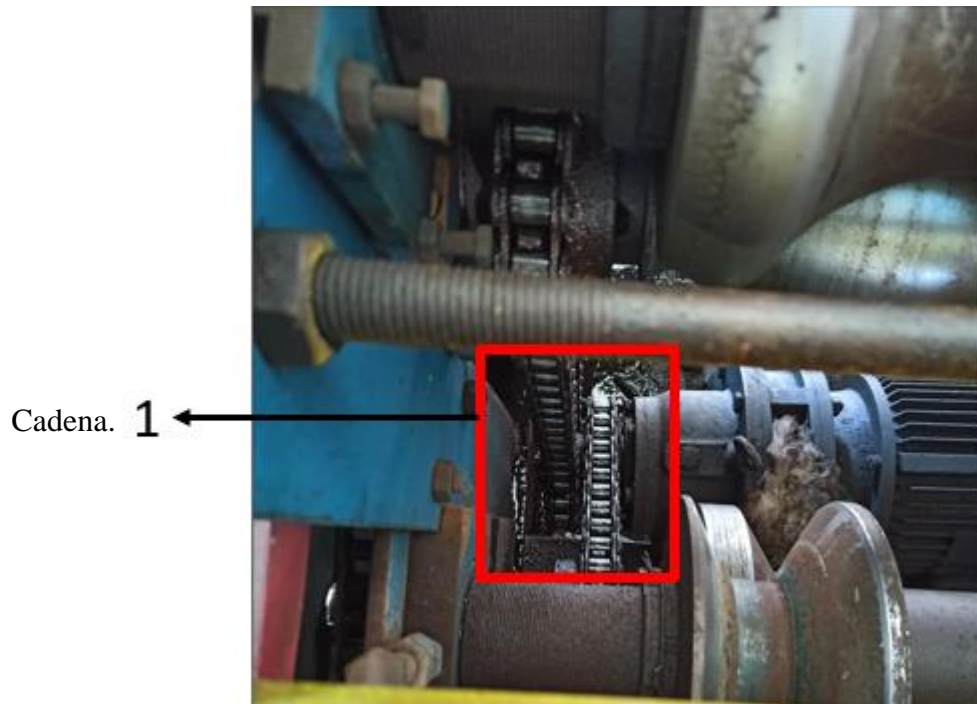
Figuras 8-. IMAGEN DE LOS ELEMENTOS DE LA MÁQUINA.

Fuente: Matias Leiva Ramírez.



Figuras 9-. IMAGEN DE LOS ELEMENTOS DE LA MÁQUINA.

Fuente: Matias Leiva Ramírez.



Figuras 10-. IMAGEN DE LA CADENA DE LA MÁQUINA.

Fuente: Matias Leiva Ramírez.

### 2.3 FUNCION DE LA MAQUINA FABRICADORA DE PLANCHAS DE PV4

La función de la maquina es fabricar planchas de PV4, (como se muestra en la Figura 12) donde se toma la plancha de Aluzinc, (como se puede apreciar en la Figura 11) y son transportadas por una correa y la plancha pasa por unos rodillos con una forma determinada, así la plancha toma la forma deseada, finalmente es cortada por las cuchillas que posee la máquina y así ser acumulada para luego ser entregada a la persona o el agente que solicito el producto.

La máquina se encuentra en un galpón, donde esta trabaja en conjunto con otras distintas maquinarias, que está ubicada en la Ruta 160, km19, Nro. 7.300, Coronel, Bío Bío.



Figuras 11-. LAMINA SIN PROCESAR

Fuente: Matias Leiva Ramírez.



Figuras 12-. LAMINA PROCESADA

Fuente: Matias Leiva Ramírez.

## 2.4 FICHA TECNICA DE LA MAQUINARIA

La ficha técnica presenta las distintas especificaciones necesarias para poder conocer la máquina, como por ejemplo: especificaciones de la estructura metálica, especificaciones de la materia prima a trabajar y por ultimo los principales parámetros de la máquina.

Especificaciones de la Maquina para hacer calaminas en chile	
Peso	Alrededor de 6000kgs
Tamaño	Alrededor de 7.5m x 1.7m x 1.6m (longitud x anchura x altura)
Color	Color principal: azul
	Color de la alarma: naranja
Materia Prima Adecuada Para Maquina para hacer calaminas en chile	
Material	Bobinas de Acero de Color pre pintado
Grosor	0.3-0.8mm
Anchura de la Bobina	1000mm/960mm/914mm/1200mm/1220mm/1250mm
Fuerza de Rendimiento	Q235 195-350Mpa
Parámetros Técnicos Principales para Maquina para hacer calaminas en chile	
El número de filas	13-24filas
Díametro de carrete	70mm
Velocidad del perfilado	15-25m/min
Material de los rodillos formadores	Número 45 Acero forjado con placa de cromo
Material de la cuchilla	Cr12, Tratamiento apagado 58°C-60°C (Cizallamiento de columnas de guía hidráulica.)
La Potencia	220V 60Hz 3 fases
Prime Power	Motor : 4KW ( Marca Lichao)
	Unidad de potencia hidráulica: 4KW
Voltaje Eléctrico	De Acuerdo al requerimiento de los clientes

Figuras 13-. FICHA TECNICA.

Fuente: HAIXING INDUSTRIAL GROUP CO., LTD.

La ficha técnica muestra las especificaciones técnicas de la máquina que son necesarias cumplir en nuestro país (chile).

**CAPÍTULO 3: FALLA DE LA MÁQUINA FABRICADORA DE PV4**

### 3.1 PRINCIPALES TIPOS DE FALLAS

Se realiza una encuesta a los operarios donde se pregunta cuáles son las fallas que han ocurrido en la máquina y la cantidad de veces que han ocurrido dichas fallas, estos responden y nombran las siguientes:

1. Mal tensado de la cadena.
2. Fallas eléctricas en el tablero.
3. Falta de engrasado en la cadena.
4. Filtración del aceite de la bomba.
5. Cuchillas sin filos.
6. Rodillos formadores se encuentran en mal estado.

Se realiza una encuesta a los distintos operadores con las fallas que ellos nombraron anteriormente, con el fin de saber la cantidad de veces que se repiten dichas fallas durante el año (los datos son recopilados son hasta el 17/07/2022).

#### 3.1.1 ENCUESTAS A LOS OPERADORES

OPERADOR 1	
Mal tensado de cadena	13
Fallas en el tablero	8
Falta de engrasado a la cadena	5
Filtracion de aceite de la bomba	2
Cuchillas sin filo	1
Rodillos formadores en malas condiciones	1

Tabla 1-. TABLA DE DATOS FALLAS OPERADOR 1

Fuente: Matias Leiva Ramírez.

OPERADOR 2	
Mal tensado de cadena	10
Fallas en el tablero	4
Falta de engrasado a la cadena	1
Filtración de aceite de la bomba	2
Cuchillas sin filo	1
Rodillos formadores en malas condiciones	1

Tabla 2 -. TABLA DE DATOS FALLAS OPERADOR 2

Fuente: Matias Leiva Ramírez.

OPERADOR 3	
Mal tensado de cadena	11
Fallas en el tablero	5
Falta de engrasado a la cadena	3
Filtración de aceite de la bomba	2
Cuchillas sin filo	1
Rodillos formadores en malas condiciones	1

Tabla 3 -. TABLA DE DATOS FALLAS OPERADOR 3

Fuente: Matias Leiva Ramírez.

OPERADOR 4	
Mal tensado de cadena	10
Fallas en el tablero	7
Falta de engrasado a la cadena	3
Filtración de aceite de la bomba	2
Cuchillas sin filo	1
Rodillos formadores en malas condiciones	1

Tabla 4 -. TABLA DE DATOS FALLAS OPERADOR 4

Fuente: Matias Leiva Ramírez.

### 3.1.2 PROMEDIO DE ENCUESTAS

Luego aplicar la encuesta a los distintos operadores se saca un promedio de los datos obtenidos y se realiza una tabla nueva para poder desarrollar los distintos tipos de análisis, ya sea con gráficos y diagramas.

PRINCIPALES FALLAS	Nº DE FALLAS DURANTE EL AÑO
Mal tensado de cadena	11
Fallas en el tablero	6
Falta de engrasado a la cadena	3
Filtracion de aceite de la bomba	2
Cuchillas sin filo	1
Rodillos formadores en malas condiciones	1

Tabla 5 -. TABLA DE DATOS FALLAS

Fuente: Matias Leiva Ramírez.

De la tabla anterior se puede observar las distintas fallas mencionadas anteriormente, pero con un orden de mayor a menor ocurrencia, es importante destacar que estos datos son los que se han obtenido hasta el 17/07/2022.

### 3.2 ESTADO ACTUAL DE LA MAQUINA

Hoy en día la maquina se encuentra fuera de funcionamiento, porque esta presenta varias de las falla ya mencionadas, por esto mismo la maquina tuvo que dejar de ser utilizarla hasta que sea arreglada nuevamente.

Este es el estado de la maquina hoy en día (17/07/2022).



Figuras 14-. DERRAME DE ACEITE

Fuente: Matias Leiva Ramírez.



Figuras 15-. RODONES EN MAL ESTADO.

Fuente: Matias Leiva Ramírez.



Figuras 16-. CADENA SUCIA Y FALTA DE ENGRASE.

Fuente: Matias Leiva Ramírez.



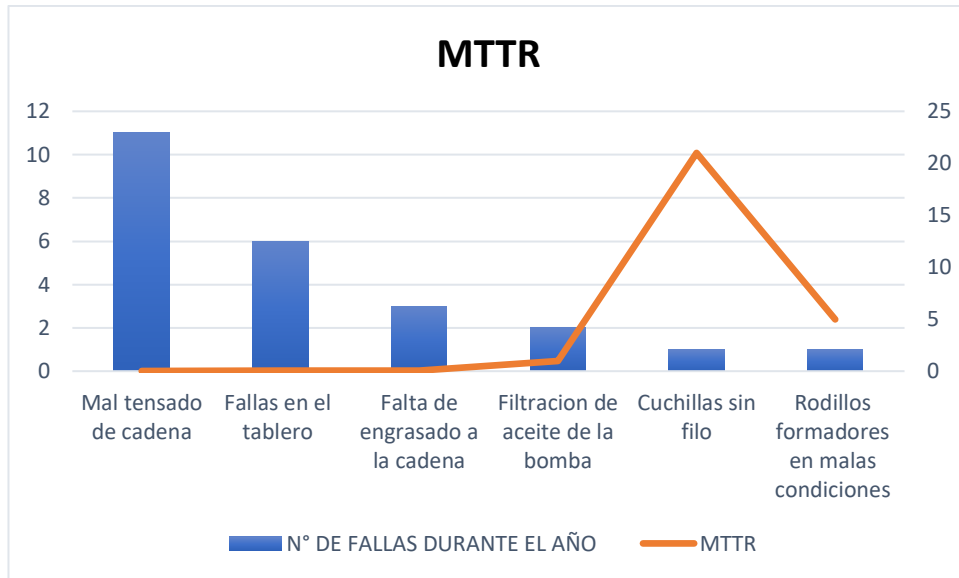
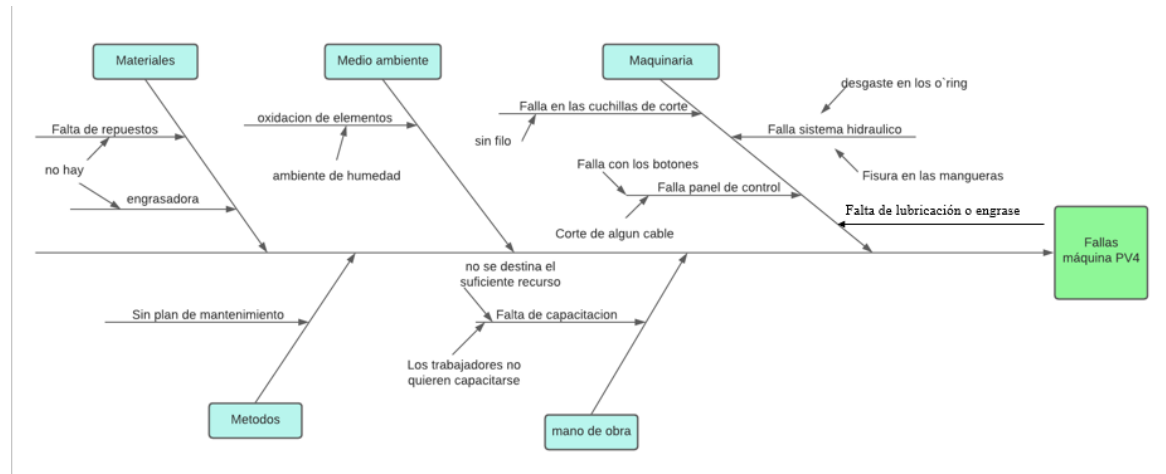


Gráfico 1-. GRÁFICO CON LOS DATOS PARA CALCULAR MTTR.

Fuente: Matias Leiva Ramírez.

El gráfico muestra las fallas que más se demoran en ser reparadas en la maquinaria, en este caso la falla que más se demora es que las cuchillas estén sin filo, por esto mismo que se le tiene que tomar mayor importancia y así poder reducir ese tiempo.

### 3.4 ANALISIS CON EL DIAGRAMA DE ISHIKAWA



Figuras 17-. DIAGRAMA ISHIKAWA.

Fuente: Matias Leiva Ramírez.

Del diagrama de Ishikawa explica los distintos factores que pueden o provocan las fallas a la maquinaria, con esto se debe enfocar en atacar cada punto principal y así poder reducir de mayor manera que está presente algún tipo de falla.

Al realizar el diagrama se identifica que el mayor factor que afectan el mal funcionamiento de la maquina es el punto “Maquinaria” y esto mismo se debe porque los componentes no se encuentran en el mejor estado posible lo que provoca el mal funcionamiento.

Es por esto se debe realizar un plan de mantenimiento focalizado para estos componentes que provocan o afectan con mayor fuerza el funcionamiento de la maquinaria (falta de lubricación o engrase en la máquina, falla en el sistema hidráulico, falla en el panel de control, falla en las cuchillas de corte). Donde serán monitoreados constantemente e incluso intervenidos para prevenir sus posibles fallas o averías.

### 3.5 ANALISIS CON EL DIAGRAMA DE PARETO

Para poder aplicar el diagrama de Pareto, primero se debe calcular la frecuencia y su frecuencia acumulada de las fallas, obtenido estos datos se analizará y graficará el diagrama, y así poder visualizar cual son las fallas que más afectan al equipo.

PRINCIPALES FALLAS	N° DE FALLAS DURANTE EL AÑO	Frecuencia	Frecuencia Acumulada
Mal tensado de cadena	11	46%	46%
Fallas en el tablero	6	25%	71%
Falta de engrasado a la cadena	3	13%	83%
Filtración de aceite de la bomba	2	8%	92%
Cuchillas sin filo	1	4%	96%
Rodillos formadores en malas condiciones	1	4%	100%
	24		

Tabla 7-. TABLA DE DIAGRAMA DE PARETO

Fuente: Matias Leiva Ramírez.

Con la tabla se busca ordenar y obtener los porcentajes de las principales fallas y así poder graficarlos en el diagrama de Pareto.

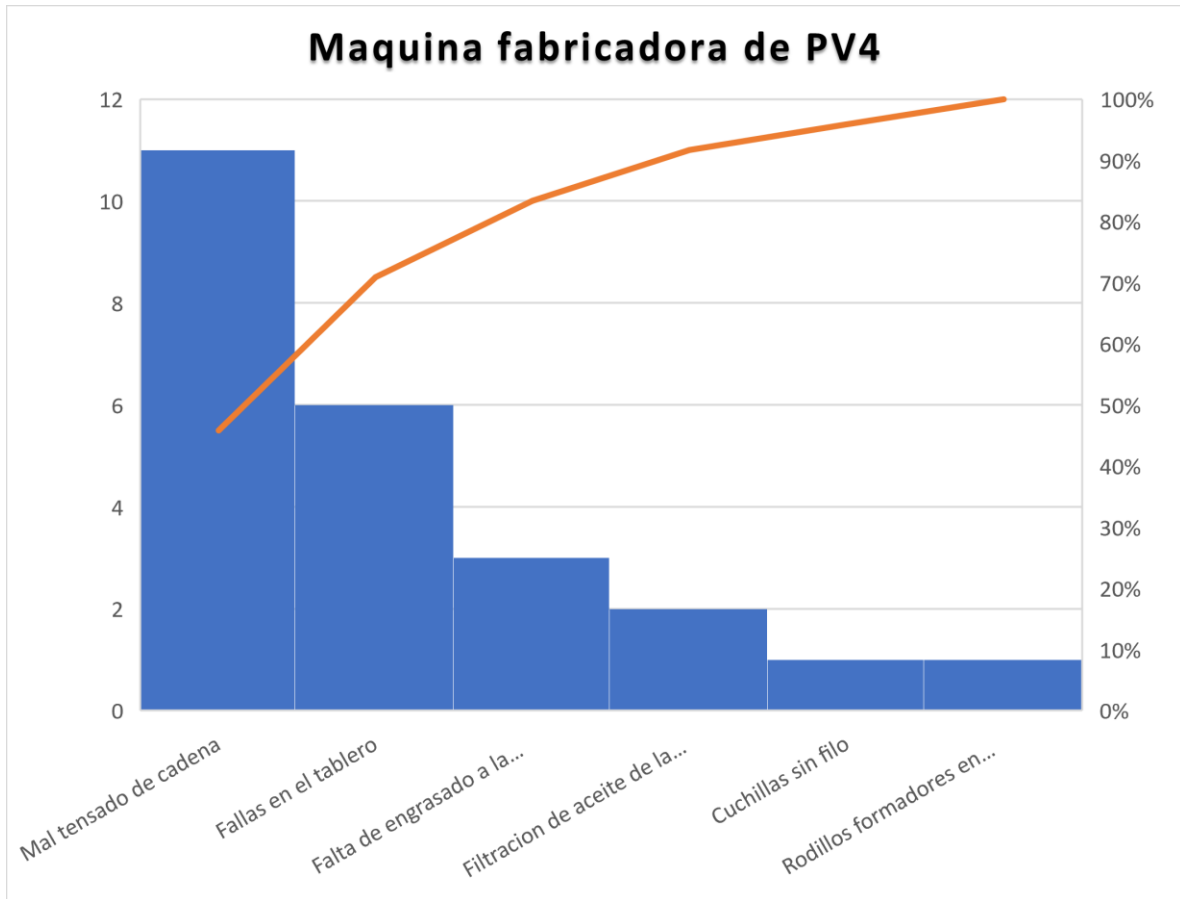


Gráfico 2-. GRAFICO DIAGRAMA PARETO.

Fuente: Matias Leiva Ramírez.

Con la tabla se puede apreciar cuales son las fallas más críticas del equipo y que necesitan mayor atención, (mal tensado de cadena, fallas en el tablero y falta de engrasado), mientras que las otras fallas pasan a ser de menos importancia o segundo plano.

Es por eso que habrá que dedicar a solucionar dichas fallas y así estas fallas más críticas serán menos amenazadoras.

**CAPÍTULO 4: COSTOS Y PROPUESTA DE MANTENIMIENTO**

#### 4.1 CLASIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Se detecto que algunos mantenimientos pueden realizarse en la misma empresa y por los mismos trabajadores. Sin embargo, hay algunas tareas o mantenimientos que son imposibles de realizar dentro del recinto de trabajo sin tener que invertir en estos, es por eso por lo que se efectuara un estudio económico para ver la opción más factible, si es necesario realizar la mantención en una empresa externa o invertir para poder realizarla ellos mismo.

PRINCIPALES FALLAS	Nº DE FALLAS DURANTE EL AÑO	MANT. Que se puede realizar en planta
Mal tensado de cadena	11	SI
Fallas en el tablero	6	NO
Falta de engrasado a la cadena	3	SI
Filtracion de aceite de la bomba	2	SI
Cuchillas sin filo	1	NO
Rodillos formadores en malas condiciones	1	SI

Tabla 8 -. TABLA DE MANT. QUE SE PUEDEN REALIZAR.

Fuente: Matias Leiva Ramírez.

Como se puede ver en la tabla se muestra las mantención que se pueden llevar a cabo en la empresa y cuáles no.

## 4.2 COSTOS DE PRODUCCIÓN

Al realizar una investigación sobre los costos de producción, se observa que la empresa al momento de estar operando en su temporada alta y sufre una parada inesperada en la maquinaria, esta provoca una gran pérdida económica a medida que pasa el tiempo.

Metros Trabajados X día	Valor x Metro	Valor Total	Valor H promedio	Valor de 30Min promedio	Valor minuto
800	\$ 9.950	\$ 7.960.000	\$ 995.000	\$ 497.500	\$ 16.583

Tabla 9-. TABLA VALORES DE PRODUCCION.

Fuente: Matias Leiva Ramírez.

En la tabla presentada, se aprecia los metros que produce la maquina y lo que genera de ganancia, pero también obtener los costos de perdida calculando el tiempo que se demora en arreglar una falla por el valor del minuto.

### 4.3 COSTO DE MANTENIMIENTO INTERNO

Como se menciona al principio de la investigación, se hace una inspección que determina poner en marcha una evaluación económica de cuál sería el valor de los materiales e insumos a utilizar para ejecutar el mantenimiento interno y así solucionar algunas fallas que presenta o pueda tener la maquinaria.

MANTENIMIENTO INTERNO				
DETALLES DE TODOS LOS MATERIALES PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO				
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	Valor unitario	\$ VALOR TOTAL
1	LLAVE PUNTA CORONA DE 10MM A 32MM	1	\$ 84.000	\$ 84.000
2	ESMERIL ANGULAR BLACK DECKER	2	\$ 30.000	\$ 60.000
3	GRATA DE ACERO TRENZADO	3	\$ 18.000	\$ 54.000
4	GRASA LIQUIDA HHS	3	\$ 10.330	\$ 30.990
5	DESENGRASANTE INDUSTRIAL	1	\$ 18.000	\$ 18.000
6	O'RING	8	\$ 1.800	\$ 14.400
7	MANGUERA HIDRAULICA (METROS)	10	\$ 4.290	\$ 42.900
8	GUANTE STEELPRO	1	\$ 1.390	\$ 1.390
9	PROTECCION FACIAL	1	\$ 5.690	\$ 5.690
10			\$ -	\$ -
			<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>\$ 311.370</b>

Tabla 10 -. TABLA DE COTIZACIÓN DE MATERIALES E INSUMOS.

Fuente: Matias Leiva Ramírez.

Con la tabla que se muestra cuanto debería ser la inversión en compras de materiales e insumos para poder ejecutar el arreglo de la maquinaria.

#### 4.4 COSTO DE MANTENIMIENTO EXTERNO

De la investigación se obtuvo los precios que se deben pagar para realizar las mantenencias correspondientes, a partir de esto realizar una tabla con la finalidad de entender de una manera más comprensible y precisa los costos de dicha mantención.

MANTENCIONES A EMPRESA EXTERNA			
REPARACION DE LAS CUCHILLAS	VALOR NETO	IVA (19%)	IVA INCLUIDO
CALIBRACION DE LAS CUCHILLAS	\$ 90.000	\$ 17.100	\$ 107.100
FILO Y RECTIFICADO	\$ 100.000	\$ 19.000	\$ 119.000
REVISION DEL TABLERO ELECTRICO	VALOR NETO	IVA (19%)	IVA INCLUIDO
REVISION O INSPECCION DEL TABLERO	\$ 45.000	\$ 8.550	\$ 53.550
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 235.000</b>	<b>\$ 44.650</b>	<b>\$ 279.650</b>

Tabla 11 -. TABLA DE COTIZACIÓN DE EMPRESA EXTERNA.

Fuente: Matias Leiva Ramírez.

De la tabla se obtiene los valores de inversión que son necesarios para que la empresa externa pueda realizar el mantenimiento a las cuchillas, además de calibrarlas y rectificarlas.

Además, el valor de la visita de un especialista para poder ver el tablero y así poder repararlo.

Con esta tabla se puede observar los valores de la inversión para poder mandar a reparar la maquina a una empresa externa sin tener en cuenta de que se pueda necesitar algún repuesto extra.

#### 4.5 COSTO DE INVERSIONES

Ahora bien, se llevó a cabo una cotización para saber si es factible invertir, así poder realizar las reparaciones y mantenciones a la maquinaria en la empresa, o bien si es conveniente que las realice una empresa externa.

Al empezar la búsqueda de la maquinaria se obtuvo que esta hay mandar a pedir a fuera del país ya sea para Estados Unidos o Europa. A lo que lleva a efectuar una investigación de los costos de inversión de esta.

Cabe resaltar que la mantención a las cuchillas no se realiza de manera muy seguida, estas son realizadas como mínimo cada 3 años.

Al efectuar una búsqueda se obtuvo los siguientes datos que se observan en la tabla.

INVERSIONES NECESARIAS	DOLARES O EUROS	PESOS CHILENOS
MAQUINARIA RETIFICADORA	€ 108.900,00	\$ 101.228.974
CAPACITACIONES		\$ 2.500.000
OPERADORES		\$ 650.000
ESPECIALISTA ELECTRICO		\$ 875.000
ELEMENTOS NECESARIOS		\$ 142.000
<b>VALOR TOTAL</b>		<b>\$ 105.395.974</b>

Tabla 12-. TABLA DE INVERSION NECESARIA.

Fuente: Matias Leiva Ramírez.

La tabla expone cuanto sería el costo de invertir para que la empresa realice tanto como la mantención de las cuchillas y la mantención del tablero eléctrico, teniendo en cuenta que no se tomó en consideración la inversión que hay que hacer para adaptar un lugar para poder realizar el trabajo de las cuchillas.

## 4.6 PROPUESTA DE MANTENIMIENTO


Luego de los datos obtenidos se realizará una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo, que se aplicará a la maquina fabricante de planchas PV4 tomando en cuenta la cantidad de veces que han fallado los distintos componentes y así poder brindar un mayor control a la maquinaria, esta propuesta será de manera diaria, mensual y anual.

Con esto se podrá tener un mejor control de equipo y sus elementos que presentan algún tipo de fallas.

### 4.6.1 PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DIARIO

El plan de mantenimiento que se realizara es un check list para chequear la lubricación y el tensando de los componentes del equipo, además se realizara una inspección visual a distintos componentes.

Esta mantención será realizada por el operador y el ayudante que operan la máquina, antes de que el equipo empiece a realizar su trabajo correspondiente.

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO CUBIERTAS MYC</b>				Codigo	
	Titulo				Revision	
	Check list diario a maquina fabricante de planchas PV4				Fecha	
Hora						
<b>MANTENIMIENTO DIARIO</b>						
Participantes			3-.			
1-.			4-.			
2-.			5-.			
	<b>ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO</b>	<b>NORMAL</b>	<b>FALLA</b>	<b>Reparación</b>		<b>OBSERVACIONES</b>
				SI	NO	
1	CHEQUAR EL ENGRASADO DE CADENA					
2	CHEQUEAR TENSADO DE CADENA					
3	LIMPIAR EXCESO DE GRASA					
4	CERRAR PTC					
5						
6						
7						
<b>NOTA:</b> En caso de que algún item no aplique colocar <b>N/A</b> en el campo SI						
Supervisor:			Firma:			
Operador:			Firma:			

Figuras 18-. CHECK LIST DIARIO.

Fuente: Matias Leiva Ramírez.

## **INSPECCIÓN VISUAL**

La inspección visual es un método que se encarga de observar si alguna maquina presenta alguna irregularidad, en este caso se utilizara para ver si algún componente de la maquina fabricadora de planchas PV4 tiene alguna irregularidad o problemática.

Se recomienda realizar inspecciones a los distintos componentes que presenta la máquina diariamente para así poder ver si las mantenciones realizadas quedaron correctamente efectuadas.

Esta inspección se realizará todas las mañanas antes de que la maquinaria comience su funcionamiento, además del término de las mantenciones que se realizaran en los periodos de tiempo establecidos.

## **INSPECCIÓN DIARIA**

Los componentes que se le debe realizar una inspección diaria serán:


1. La cadena.
2. Rodillos formadores.
3. Bomba hidráulica.

Estas inspecciones deben ser realizadas por el mismo operador de la máquina y así comprobar el estado de dichos componentes.

#### 4.6.2 PROPUESTA DE MANTENIMIENTO SEMESTRAL

Para lo que es el plan de mantenimiento semestral, se realizara una detención de la maquinaria o activo, para así realizar un mantenimiento de los componentes, con el fin de evitar que ocurran posibles fallas.

Esta inspección será realizada por el operador y un mantenedor capacitado o especializado antes de iniciar el funcionamiento de la máquina.

		<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO CUBIERTAS MYC</b>		
<b>PROCEDIMIENTOS DEL MANTENIMIENTO</b>				
<b>N° De Maestros</b>	<b>Descripción</b>			
	Mantenimiento Preventivo			
Bloquear el Equipo				
Revisar Tensado de Cadena				
Lubricacion de Cadena				
Revisar filtracion de aceite de la bomba				
Cambio de Mangueras Hidraulicas				
Limpieza de rodillos formadores				
Inspeccion tablero electrico				
Nivel de aceite de la bomba				
<b>Supervisor:</b>		<b>Firma:</b>		
<b>Operador:</b>		<b>Firma:</b>		
<b>Participantes</b>				
1-				
2-				
3-				
4-				
5-				

Figuras 19-. PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE MAQUINA PV4.

Fuente: Matias Leiva Ramírez.

### 4.6.3 PROPUESTA DE MANTENIMIENTO ANUAL


Esta propuesta se plantea con el propósito de tener en vigilancia el elemento más importante, ya que si este falla puede detener la producción por más tiempo que son las cuchillas y también el que controla toda la maquinaria que es el tablero eléctrico.

Es por eso que se le hará mantención 1 vez al año a las cuchillas, como también el tablero eléctrico.

Con esta mantención a las cuchillas es difícil que falle por alguna avería, sino que es por el desgaste y para evitar que esto ocurra se realizara la mantención todos los años.

Tomando en cuenta lo mencionando anteriormente una empresa externa llevara a cabo dicha mantención y llenara el check list que se presenta abajo con los procedimientos a realizar.

Al mismo tiempo un profesional especializado se encargará de inspeccionar y reemplazar los elemento del tablero eléctrico para evitar que estos presente algún problema, además también tendrá que llenar el check list que se presenta abajo, y también incluir las observaciones correspondientes sobre el tablero.

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO CUBIERTAS MYC</b>				Codigo	
					Revision	
	Titulo				Fecha	
	Check list anual a maquina fabricante de planchas PV4				Hora	
<b>MANTENIMIENTO ANUAL</b>						
Participantes				3-		
1-				4-		
2-				5-		
	<b>ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO</b>	<b>NORMAL</b>	<b>FALLA</b>	Reparación		<b>OBSERVACIONES</b>
				SI	NO	
1	Detencion de la maquina					
2	Retiro de cuchilas para empresa externa					
3	bloqueo de corriente					
4	Inspeccion de tablero por un electrico					
5	Cambio de elementos electricos					
6						
7						
<b>NOTA:</b> En caso de que algún item no aplique colocar <b>N/A</b> en el campo SI						
Supervisor:				Firma:		
Operador:				Firma:		

Figuras 20-. CHECK LIST ANUAL.

Fuente: Matias Leiva Ramírez.

## 4.7 COSTO DE PROPUESTA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Después de obtener todos los datos ya mencionados se puede generar fácilmente el presupuesto que se necesitaría para poder generar plan de mantenimiento preventivo, con el fin de poder corroborar si es factible o no. Debido que se obtuvo los distintos valores y costos para realizar la cotización.

PLAN DE MANTENIMIENTO						
MANTENIMIENTO INTERNO						
REPUESTOS NECESARIOS						
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	Valor unitario	\$ VALOR TOTAL		
1	GRASA LIQUIDA HHS	20	\$ 10.330	\$		206.600
2	O'RING	10	\$ 1.800	\$		18.000
3	BOTONERAS DE COLOR VERDE	2	\$ 4.687	\$		9.374
4	BOTONERAS DE COLOR ROJO	4	\$ 4.687	\$		18.748
5	BOTONERAS DE COLOR AMARILLO	8	\$ 4.687	\$		37.498
6	MANGUERA HIDRAULICA (METROS)	15	\$ 4.290	\$		64.350
INSUMOS O MATERIALES NECESARIOS						
1	LLAVE PUNTA CORDONA DE 10MM A 32MM	4	\$ 84.000	\$		336.000
2	ESMERIL ANGULAR BLACK DECKER	4	\$ 30.000	\$		120.000
3	GRATA DE ACERO TRENZADO	8	\$ 18.000	\$		144.000
4	GUANTE STEELPRO	24	\$ 1.390	\$		33.360
5	PROTECCION FACIAL	16	\$ 5.690	\$		91.040
6			\$ -	\$		-
<b>TOTAL REPUESTOS</b>						<b>\$ 1.078.968</b>
DETALLE DE MANO DE OBRA						
ITEM	ESPECIALIDAD	N° Personas	Valor Mensual Liquido	valor total dia	\$/HORA extr	\$ VALOR TOTAL
1	Supervisor	1	\$ 1.000.000	\$ 33.333	\$ 5.556	\$ 1.000.000
2	Operador	4	\$ 800.000	\$ 26.667	\$ 4.444	\$ 3.200.000
3	aydante	4	\$ 700.000	\$ 23.333	\$ 3.889	\$ 2.800.000
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>						<b>\$ 7.000.000</b>
MANTENCION A EMPRESA EXTERNA						
REPARACION DE LAS CUCHILLAS	VALOR NETO	IVA (19%)	IVA INCLUIDO	COSTO TOTAL \$		
CALIBRACION DE LAS CUCHILLAS	\$ 90.000	\$ 17.100	\$ 107.100			
FILO Y RECTIFICADO	\$ 100.000	\$ 19.000	\$ 119.000			
REVISION DEL TABLERO ELECTRICO	VALOR NETO	IVA (19%)	IVA INCLUIDO			
REVISION O INSPECCION DEL TABLERO	\$ 45.000	\$ 8.550	\$ 53.550			
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 235.000</b>	<b>\$ 44.650</b>	<b>\$ 279.650</b>			

Tabla 13-. COTIZACION DE PLAN MANTENIMIENTO.

Fuente: Matias Leiva Ramírez.

Con esto se demuestra cuánto es lo que se debe invertir para generar un plan de mantenimiento preventivo, mezclando el costo de los materiales, insumos y el sueldo de los trabajadores y si es conveniente invertir en una empresa externa.

#### 4.7 COMPARACION DE COSTOS

Después de obtener los datos expuestos se decidió hacer una tabla comparativa donde se muestran los costos de pérdida de producción y el costo del plan de mantenimiento preventivo.

Donde los valores se obtienen del presupuesto y el de costo de pérdida se obtiene realizando el cálculo de los días de pérdida de producción \* el costo de pérdida de producción (esto se calcula con el valor total de producción por la cantidad de días detenidos).

CANTIDAD DE DIAS DE PERDIDA DE PRODUCCION	COSTO DE PERDIDA EN PRODUCCION
2,31	\$ 18.387.600
1,98	\$ 15.760.800
0,375	\$ 2.985.000
4	\$ 31.840.000
21	\$ 167.160.000
5	\$ 39.800.000
	\$ 275.933.400

Tabla 14-. TABLA DE COSTOS DE PERDIDA

Fuente: Matias Leiva Ramírez.

Así obteniendo el costo de pérdida de producción que se ha generado hasta la fecha.

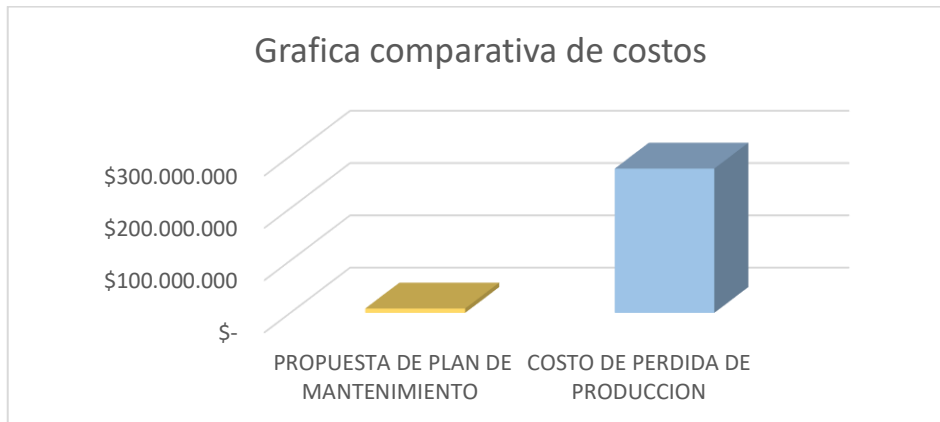
TABLA COMPARATIVA DE COSTOS DE ANUALES	
PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO	\$ 8.358.618
COSTO DE PERDIDA DE PRODUCCION	\$ 275.933.400

Tabla 15-. TABLA COMPARATIVA DE COSTOS.

Fuente: Matias Leiva Ramírez.

Con la tabla anterior se puede apreciar la gran diferencia dinero que hay cuando se hay una mantención al equipo, con un mantenimiento preventivo.

Además de presentar una tabla, estos mismos datos se graficaron para que se pueda apreciar de mejor manera la comparación de los costos y verlo de una manera mucho más tangible.



Gráficos 3-. GRAFICA COMPARATIVA DE COSTOS.

Fuente: Matias Leiva Ramírez.

## **RECOMENDACIONES**

Tomando en cuenta lo redactado anteriormente, es recomendable tomar la decisión de realizar el mantenimiento tanto internamente como externamente. Puesto que, económicamente es mayormente beneficioso para la misma empresa Cubiertas MyC.

Además, es necesario aplicar distintos pasos a seguir para poner en práctica el plan de mantenimiento preventivo.

A continuación se mencionan y explican algunos pasos a seguir:

Primero, realizar la compra de repuesto y elementos que son necesarios para realizar las mantenciones, (esto se encuentran especificados en la cotización del plan de mantenimiento), así cuando sea necesario ya estarán a disposición para utilizar.

Segundo, a partir del 01/01/2023 generar una bitácora de la maquinaria, al terminar el turno laboral del operador, así se registrará el comportamiento de esta. Además, dejar en registro cuando falla la máquina, cuanto tiempo estuvo sin funcionar y cuál fue el tipo de falla que esta presento. Y así poder llevar un registro y a futuro poder implementar una mejora continua al plan de mantenimiento que se efectuara.

## **CONCLUSIÓN**

El mantenimiento dentro de la industria de fabricación de planchas PV4, es un eje fundamental para la conservación de los equipos e instalaciones, lo que me permite maximizar la producción de este producto.

El mantenimiento de la maquinaria destinada a la fabricación de planchas PV4 proporciona eficiencia y productividad a la industria, los resultados se evalúan en cantidad y calidad de producto.

Los equipos e instalaciones de la industria de fabricación de planchas PV4, está sometido a un tipo de mantenimiento, que es preventivo, este es aplicable en la proporción que este lo requiera.

En la actualidad el mantenimiento es una de las preocupaciones más grandes de la industria, se ha confiado a personal calificado que se dedique a esta tarea.

En el presente se habla de modelos de mantenimiento que se aplican a los diferentes equipos; estos modelos proponen metas claras y precisas, enfocados a los ejes funcionales de la empresa.

La planeación y programación del mantenimiento tiene la finalidad de trazar un proyecto que contenga las acciones a realizarse para el desempeño de la industria; es fundamental saber hacia dónde se va como empresa, es por esto que se programa incluyendo las tareas según el desempeño de cada elemento y se documenta con el propósito de analizar cuanto mantenimiento se realiza.

El análisis de fallas y su criticidad dan luz al planeador para tomar decisiones que contribuyan al buen funcionamiento, rendimiento y más que todo que minimice el costo al aplicar el mantenimiento a tal o cual elemento a las maquinarias que se utilizan para la fabricación de planchas PV4.

A lo largo de esta memoria se buscó generar un plan de mantenimiento preventivo, para lo cual se recopila información crucial para poder entender el funcionamiento de la maquina fabricadora de planchas PV4 y cómo está compuesta, y así poder identificar sus distintas fallas con el objetivo de poder dar solución, y mejorar la productividad y minimizar los costos de producción de la empresa ubicada en coronel.

A medida que se realizó dicha memoria, es necesario aplicar conocimientos esenciales para un ingeniero en mantenimiento industrial, ya que se aplican distintas técnicas de análisis para detectar dichas fallas, además regenerar la solución y respaldarla mediante un estudio económico para poder generar un plan de mantenimiento preventivo y ver si este es factible hacia la empresa y poder ponerlo en práctica.

## **BIBLIOGRAFIA**

*Diagrama de Ishikawa: Qué es y cómo aplicarlo.* (s. f.). Blog de Salesforce.

<https://www.salesforce.com/mx/blog/2022/01/diagrama-de-ishikawa-que-es.html>

Machado, P. (2021, 18 marzo). *¿Qué es el MTBF y cómo calcularlo? (MTBF vs MTTR).*

Infraspeak Blog. <https://blog.infraspeak.com/es/que-es-mtbf/>

Machado, P. (2022, 24 noviembre). *¿Qué es el MTTR? Definición, cálculo y formas de reducirlo [2022].* Infraspeak Blog. <https://blog.infraspeak.com/es/mtrr/>

Mancuzo, G. (2022, 20 julio). *Fallas en el Mantenimiento | Definición y Análisis.* Blog - ComparaSoftware. <https://blog.comparasoftware.com/fallas-en-el-mantenimiento/>

*Mantenimiento industrial | La importancia del diagnóstico eficiente en el mantenimiento industrial* / Editores. (s. f.). [https://www.editores-srl.com.ar/revistas/aa/11/yavarone\\_diagnostico\\_eficiente](https://www.editores-srl.com.ar/revistas/aa/11/yavarone_diagnostico_eficiente)

Rodriguez, J. (2022, 10 junio). *Qué es el diagrama de Ishikawa, cómo crearlo y ejemplos.* <https://blog.hubspot.es/sales/diagrama-ishikawa>

Vidal, F. (2022, 17 octubre). *Mantenimiento Preventivo: Qué es, tipos y cómo hacerlo eficazmente.* STEL Order. <https://www.stelorder.com/blog/mantenimiento-preventivo/>

**ANEXOS**

Maquina para fabricar chapas de PV4		
No	Nombre	Especificaciones
1	Adecuado para procesar	Bobina de acero de aluminio-zinc de color
2	Rodillo	20-22Rollers
3	Dimensiones	10,5*1,8*2,0m
4	Potencia del motor	5,5kW
5	Motor de la estación de bombeo	4kW, Lichao
6	Grosor de la placa	0,3-0,8mm
7	Productividad	10-15m/min
8	Material de la cuchilla de corte	Cr12, tratamiento templado 58°C-60°C.
9	Diámetro del rodillo	70mm, sólido
10	Peso	5200Kgs
11	Estructura principal de la máquina	400h vigas
12	Precisión de procesamiento	16mm
13	Rueda de cadena y cadena de ciclo	1,2 pulgadas
14	Voltaje	380V 50Hz 3phases o como necesidad del cliente
15	Sistema de control	control PLC (Delta)
16	Sistema de frecuencia	Delta
17	Modo de conducción	Controlador de motor
18	Pantalla táctil	Delta
19	Materiales de laminación	45# forja acero con placa de cromo
20	Tolerancia de longitud	±2mm
21	Lenguaje de máquina	Chino/inglés/español

Fuente: Matías Leiva Ramírez

Anexo A-. Ficha Técnica de Maquina Fabricadora de Planchas de PV4