

**UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA  
SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BELGICA**

**MEJORA A PLAN DE MANTENIMIENTO  
“PLANTA DIALUM LAMINATED GLASS”**

Trabajo de titulación para optar al título profesional de: Ingeniería en ejecución mecánica de procesos y mantenimiento industrial.

Alumnos:

Diego Uribe Yañez

Moisés Muñoz Urrejola

Profesor Guía:

Marcelo Quiroz Neira

Profesional correferente:

Ing. Maximiliano Quiroz Dapelo

## **AGRADECIMIENTOS**

*“Primeramente, agradezco a Dios por darle dirección a cada etapa de mi vida, a mis padres por sus consejos y enseñarme valores que hasta el día de hoy me han servido para desempeñarme socialmente con quienes me relaciono, además de agradecer el amor y enseñanza del valor de la responsabilidad y el esfuerzo, a mis hermanos por su apoyo incondicional, a mis amigos por su cariño y a todos a quienes que con su esfuerzo y dedicación han colaborado de alguna forma en este proceso de estudio para la obtención de mi Título Profesional, a aquellos profesores que han sido un pilar fundamental en el desarrollo de mi formación social y profesional, y a mi amigo personal Moisés Muñoz por ser un gran apoyo en mi proceso universitario.”*

*Diego Uribe Yañez, 2022.*

*“Tu futuro está en mis manos. Esta fue la promesa con la que salí de mi hogar en Caldera y hoy puedo ver la recompensa de haber creído en ella. Primeramente, le doy gracias a Dios por la vida y salud que me ha dado hasta el día de hoy, así también a cada uno de mis familiares quienes fueron los primeros en creer que podía lograr llegar hasta este día. En este proceso he conocido personas que han dejado huella en mi vida, también quiero agradecerles a ellos, a mis compañeros que se volvieron amigos con el paso del tiempo y los docentes que me entregaron los conocimientos con los que hoy presentamos nuestro proyecto de título junto a mi compañero y amigo Diego Uribe Yañez, quien ha sido un pilar fundamental en mi carrera universitaria. Por esto y mucho más les agradezco a todos y cada uno de los que han formado parte de mi etapa universitaria.”*

*Moisés Muñoz Urrejola, 2022.*

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Un plan de mantenimiento es un conjunto de actividades que buscan mantener en óptimas condiciones los equipos y máquinas de un proceso productivo. Pero, un plan de mantenimiento debe estar acompañado de una estrategia que sustente su implementación. Es por esto que surge la oportunidad de realizar la presente memoria de título en la planta Dialum Laminated Glass en Concepción, región del Biobío, Chile.

El departamento de mantención de dicha planta no posee una estructura definida, es por esto que en el proyecto a desarrollar se utilizará la metodología TPM, con el fin enlazar el plan de mantenimiento a una estructura que se ajuste a los requerimientos definidos por Dialum Laminated Glass. Cabe destacar que el plan de mantenimiento fue definido por un antiguo memorista de la Universidad Técnica Federico Santa María sede Concepción, pero teniendo como principal problema la falta de herramientas de control, planificación y ejecución de procedimientos.

Algunas de las herramientas de control a desarrollar en el presente proyecto son Balanced Scorecard, Dashboard e historial de mantenimiento. Así también se utilizarán herramientas de planificación como es la plataforma Project y Bizagi. Por último, se presentarán diversos tipos de documentación que componen un conducto regular que salvaguarde la realización de procedimientos de manera segura y eficaz.

Como último punto a desarrollar, se evaluará económicamente el presente proyecto, teniendo en cuenta los costos asociados al plan de mantenimiento generado por el antiguo memorista, añadiendo otros factores como son la capacitación del personal entre otros factores.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO 1: OBJETIVOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1. OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
1.1.1. Objetivo general.....	3
1.1.2. Objetivos específicos .....	3
<b>CAPÍTULO 2: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>2.3. MOTIVACIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. MANTENIMIENTO.....</b>	<b>7</b>
3.1.1. Historia del mantenimiento.....	7
3.1.2 Tipos de mantenimientos .....	8
3.1.3. Comparación principales mantenimientos .....	13
<b>3.2 TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM).....</b>	<b>16</b>
3.2.1 Historia del TPM.....	16
3.2.2 Fortalezas .....	17
3.2.3 ¿Puede fallar la implementación? .....	17
3.2.4 Etapas de implementación .....	17
<b>3.4 DIALUM COMO EMPRESA.....</b>	<b>22</b>
3.4.1 Planta Dialum Laminated Glass concepción.....	22
3.4.2 Disposición en planta Dialum Laminated Glass .....	25
3.4.3 Proceso productivo dialum laminated glass.....	27
3.4.4 Productos elaborados .....	32
3.4.5 Actual plan de mantenimiento .....	34
3.4.6 Conclusiones de situación actual .....	36
<b>CAPÍTULO 4: SOLUCIÓN.....</b>	<b>38</b>
<b>4.1. CONTRASTE DE FUNDAMENTOS PARA EVALUACIÓN.....</b>	<b>39</b>
<b>4.2. PROPUESTA METODOLOGÍA TPM.....</b>	<b>40</b>
<b>4.3. PILAR MANTENIMIENTO PLANEADO.....</b>	<b>41</b>
4.3.1. Política de mantenimiento.....	41
4.3.2. Responsables.....	42
4.3.3. Conducto regular de trabajo.....	44
4.3.4. Mantenimiento preventivo .....	52
4.3.5. Control y corrección.....	59
4.3.6. Evaluación económica .....	66

<b>CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>71</b>
<b>5.1. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>72</b>
<b>5.2. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>73</b>
<b>CAPÍTULO 6: BIBLIOGRAFÍA, LINKOGRAFÍA Y ANEXOS.....</b>	<b>74</b>
<b>6.1. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>75</b>
<b>6.2. LINKOGRAFÍA .....</b>	<b>75</b>
<b>6.3 ANEXOS.....</b>	<b>76</b>

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 3-1. Principales ventajas.....	14
Tabla 3-2. Principales desventajas.....	15
Tabla 3-3. Condiciones recomendadas de operación .....	31
Tabla 3-4. Roles establecidos en plan de mantenimiento actual.....	34
Tabla 4-1. Contraste de fundamentos para evaluación.....	39
Tabla 4-2. Nuevos responsables. ....	42
Tabla 4-3. Listado herramientas y equipos.....	59
Tabla 4-4. Balanced Scorecard.....	62
Tabla 4-5. Disponibilidad equipos .....	66
Tabla 4-6. Base para cálculos .....	67
Tabla 4-7. Costos de Producción.....	67
Tabla 4-8. Costos de detención del proceso.....	67
Tabla 4-9. Costos operacionales .....	68
Tabla 4-10. Resumen mermas.....	68
Tabla 4-11. Resumen de valores.....	68

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 3-1. Historia mantenimiento.....	8
Figura 3-2. Clasificación de mantenimiento.....	9
Figura 3-3. Etapas de implementación del TPM.....	19
Figura 3-4. Ejemplificación de pilares TPM.....	20
Figura 3-5. Ubicación Dialum Concepción.....	22
Figura 3-6. Layout planta.....	25
Figura 3-7. Zona de carga PVB.....	28
Figura 3-8. Zona de corte (CNC).....	28
Figura 3-9. Zona de pulido.....	29
Figura 3-10. Zona de lavadora y pulido.....	29
Figura 3-11. Sala de laminado.....	30
Figura 3-12. Salida de calandra.....	30
Figura 3-13. Autoclave en proceso.....	32
Figura 3-14. Especificación de producto.....	33
Figura 3-15. Análisis de criticidad de equipos Dialum Laminated Glass.....	36
Figura 4-1. Orden de trabajo.....	45
Figura 4-2. Estándar de ejecución del trabajo.....	46
Figura 4-3. Informe recepción de equipos o materiales.....	47
Figura 4-4. Protocolo de rodamientos.....	48
Figura 4-5. Protocolo dimensional de eje.....	49
Figura 4-6. Protocolo reductor.....	49
Figura 4-7 Protocolo de transmisión por poleas y correas.....	50
Figura 4-8. Análisis de trabajo seguro.....	51
Figura 4-9. Matriz de criticidad.....	52

Figura 4-10. Análisis de criticidad CNC.....	53
Figura 4-11. Análisis de criticidad lavadora.....	53
Figura 4-12. Análisis de criticidad autoclave.....	53
Figura 4-13. Análisis de criticidad calandra.....	53
Figura 4-14. Análisis de criticidad secadora.....	54
Figura 4-15. Análisis de criticidad sala limpia.....	54
Figura 4-16. Actividades preventivas.....	55
Figura 4-17. Calendarización.....	56
Figura 4-18. Vista ingreso de actividades en historial de mantenimiento.....	57
Figura 4-19. Vista historial de mantenimiento.....	57
Figura 4-20. Ejemplo de documentación crucial.....	58
Figura 4-21. Ejemplo de Dashboard.....	63
Figura 6-1. Análisis de trabajo seguro.....	76
Figura 6-2. Dashboard de mantención.....	77
Figura 6-3. Estándar de ejecución del trabajo.....	78
Figura 6-4. Registro de conformidad.....	79
Figura 6-5. Orden de trabajo.....	80
Figura 6-6. Listado de herramientas y precios asociados.....	81
Figura 6-7. Costos nuevo personal.....	81
Figura 6-8. Control dimensional de eje y agujero.....	82
Figura 6-9. Informe de recepción de equipos o materiales.....	83
Figura 6-10. Protocolo de rodamientos.....	84
Figura 6-11. Protocolo reductor.....	85
Figura 6-12. Sistema de transmisión por poleas y correas.....	86

## **ÍNDICE DIAGRAMAS**

Diagrama 3-1. Estructura empresarial.....	24
Diagrama 3-2. Proceso productivo.....	27
Diagrama 4-1. Nuevo organigrama Dialum Laminated Glass.....	43
Diagrama 4-2. Funcionamiento conducto regular.....	52

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico 3-1. Ciclo de autoclave típico.....	31
Gráfico 4-1. Costo por detención del proceso.....	69
Gráfico 4-2. Costos Operacionales.....	70

## **SIGLAS**

MTBF	:	Tiempo medio entre fallas
MTTR	:	Tiempo medio entre reparación
TPM	:	Mantenimiento productivo total
PPM	:	Mantenimiento productivo preventivo
KPI	:	Indicador clave del negocio
PVB	:	Butiral de polivinilo
CNC	:	Control numérico computarizado
EET	:	Estándar de ejecución de trabajo
AST	:	Análisis de trabajo seguro
H	:	Horas
CLP	:	Peso chileno
USD	:	Dólar americano
FMEA	:	Análisis de modo y efecto de fallas
RCD	:	Diseño centrado en confiabilidad

## **SIMBOLOGÍA**

mm	:	Milímetros
N/A	:	No disponible
\$	:	Signo peso/dólar (monetario).
%	:	Porcentaje
°C	:	Grados Celsius

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día el Mantenimiento Industrial ofrece un amplio espectro de herramientas significativas para que el funcionamiento de un proceso repercuta de forma positiva en el ámbito industrial. Es por eso, que cuando se habla de Mantenimiento se puede relacionar al conjunto de procesos que ocurren en una línea productiva con la finalidad de obtener un funcionamiento que se adecue a los requerimientos de cada empresa. Es por ello que, la meta de un buen Mantenimiento es acreditar la producción y calidad de los procesos, contemplando un desempeño óptimo de los equipos que componen la línea productiva.

Una de las herramientas importantes que existen en el área de Mantenimiento es la Metodología TPM o también conocido por su nombre completo en inglés Total Productive Maintenance (Mantenimiento Productivo Total), la cual se basa en la idea de un mantenimiento preventivo que contemple actividades de revisión incluyendo la planificación como estandarte de esta metodología, de manera que se realicen cambios de componentes, trabajos de lubricación y/o limpieza, inspección, entre otros, antes de que ocurran las fallas. Los objetivos de dicha metodología están orientados hacia la mejora continua, reduciendo fallas en los equipos controlando la disponibilidad de estos, donde encontramos las siguientes ventajas en este procedimiento de Mantenimiento en donde la calidad y productividad son ítems críticos al tener equipos que fallan con menos continuidad y de esta forma mejoran los productos entregados por estos; reduce gastos en cuanto a mantenimiento ya que, al existir una planificación programada se obtiene una producción más eficiente y por último se da uso al capital humano en cuanto a capacitaciones.

En Dialum Laminated Glass, se busca analizar y mejorar el Plan de Mantenimiento actual identificando los sistemas críticos en la línea de producción, para así abordar de manera significativa una nueva estrategia de mantenimiento que busque controlar las intervenciones de los equipos que componen la línea productiva de la empresa incorporando la metodología TPM.

## **CAPITULO 1: OBJETIVOS DEL PROYECTO**

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo general**

Analizar Plan de Mantenimiento actual con estrategias de Gestión de Mantenimiento TPM, para mejorar los KPI del área de Mantención en Planta Dialum Laminated Glass, Concepción.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

1. Realizar análisis de estado inicial y principales falencias del actual plan de mantenimiento.
2. Identificar sistemas críticos para analizar en profundidad y generar protocolos de acción.
3. Generar plan de mantenimiento para abordar las principales acciones preventivas a línea de producción Dialum Laminated Glass.
4. Realizar estudio económico sobre la mejora al plan de mantenimiento Dialum Laminated Glass.

## **CAPÍTULO 2: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN**

## **2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La empresa Dialum Laminated Glass con sede en Concepción, requiere del control y generación de un plan de mantenimiento basándose en la metodología TPM, incorporando conocimientos técnicos de mantención y nuevos sistemas de control para los equipos que se encuentran en la línea de producción, logrando conectar con una visión que se amolde a sus requerimientos estandarizando procedimientos basados en la mejora continua. De esta manera se busca planificar un nuevo sistema de gestión capaz de crear indicadores de desempeño para futuras intervenciones con el objetivo de generar mejoras en la producción y no sufrir consecuencias económicas imprevistas.

## **2.2. JUSTIFICACIÓN**

Con el objetivo de mejorar y controlar el Plan de Mantenimiento actual, la Gerencia de Dialum Laminated Glass busca generar un sistema de gestión capaz de previsualizar con anticipación la falla de un equipo o máquina que se encuentra en las dependencias de la empresa, con la intención de reducir costos en mantención e incrementar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos. De esta forma la metodología TPM entregará un análisis operacional y real de la empresa en base a costos considerando ventajas y desventajas de la implementación de dicho sistema de gestión.

## **2.3. MOTIVACIÓN**

La motivación para realizar este proyecto se compone por dos factores, siendo primero el educacional, este factor es el que posee cada uno para lograr optar al título de ingeniero en ejecución mecánica de procesos y mantenimiento industrial, para lograr en un futuro prestar una mejor calidad de vida a cada una de nuestras familias, así también para lograr cumplir los sueños y metas que cada uno posee. Por otro lado, existe la motivación educacional, el cual va ligado a la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en los casi cinco años de estudio. En este punto cabe destacar la oportunidad que hemos recibido por parte Dialum Laminated Glass, quienes han puesto de su parte para lograr realizar este proyecto, mediante información real y fidedigna de sus procesos y equipos. Finalmente, este factor incluye la constante búsqueda de conocimientos, ya que, contendrá bastante información que será investigada a cabalidad como es la metodología TPM.

## **CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO**

### **3.1. MANTENIMIENTO**

“El mantenimiento es un proceso que tiene como misión lograr los niveles establecidos de disponibilidad para las funciones de la instalación en su contexto operativo, valiéndose de talentos humanos, recursos, activos, controles y mecanismos de gestión” (Manual de mantenimiento, Capítulo 1).

Como bien se explica en la cita antes mencionada, el mantenimiento es un proceso involucrado dentro de toda industria, debido a que es el encargado de mantener en las mejores condiciones los equipos y maquinas involucrados en los procesos productivos. Pero no solo es arreglar un equipo, sino que es el estudio de los factores que afectan los procesos y a su vez buscar la forma de reducir el impacto que estos puedan provocar sobre los equipos, maquinas, infraestructura y capital humano que están comprometidos en los procesos productivos de las diversas industrias.

#### **3.1.1. Historia del mantenimiento**

El mantenimiento nace en la primera revolución industrial (1870), en esa época el mantenimiento no existía como lo conocemos hoy. Esto se debe a que en ese tiempo las maquinas eran utilizadas hasta que estas fallaran, lo cual generaba grandes gastos en reparaciones, además de perjudicar la producción debido a las detenciones no programadas. La segunda revolución industrial se da producto de la carrera armamentista que existía en el mundo (segunda guerra mundial), producto de la innovación tecnológica en ese momento se crean acciones preventivas, con las cuales se intenta alargar la vida útil de las maquinarias utilizadas en la segunda guerra mundial. Estas acciones eran sustentadas bajo el postulado de que, a mayor edad de los equipos, la probabilidad de fallas aumenta, por lo tanto, es necesario intervenir los equipos cambiando elementos que en algún momento estén deteriorados o el fabricante indique.

El concepto de mantenimiento se comenzó a utilizar en la industria en la década del 1950, post segunda guerra mundial.

La tercera revolución industrial transcurrió a principio de los años 80, donde el mantenimiento se vuelca al análisis de causas y efectos que sufren los equipos producto de diversas fallas. En este punto nace el mantenimiento predictivo, producto de que en esta época se comienza a utilizar tecnología en los procesos. Un ejemplo de esto son los sensores de temperatura, análisis de vibraciones y tecnología de ultrasonidos o rayos x.

Por último, se encuentra la cuarta revolución industrial, la cual comienza en la década del 1990. En la cuarta revolución industrial se postula la idea de que una organización debe

buscar el concepto de calidad total, el cual va anclado tanto a los procesos productivos y al mantenimiento. Buscando primeramente hacer partícipe a todos los miembros de la organización, además de buscar la máxima disponibilidad posible de los equipos, reduciendo al máximo los costos asociados a pérdidas de producción y mantenimientos no programados. En la cuarta revolución industrial nace el mantenimiento proactivo, el cual, si bien es parecido al predictivo, este busca las causas asociadas y su corrección para no volver a producirlas o reducir sus efectos al mínimo costo posible.

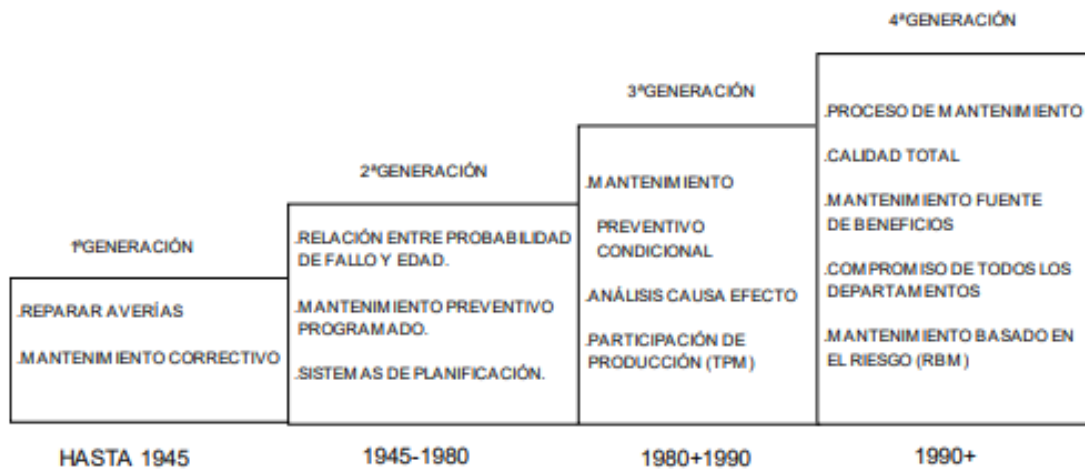


Figura 3-1. Historia mantenimiento

Fuente: Técnicas del mantenimiento, capítulo 1

### 3.1.2 Tipos de mantenimientos

En el mundo industrial existen varios tipos de mantenimiento, los cuales dependiendo de la literatura o la región en que uno se encuentre pueden ir variando sus nombres. Es por esto que a continuación se mencionarán algunos de los mantenimientos existentes en la literatura del autor Alejandro Pistarelli. Cabe destacar que todos los tipos de mantenimientos poseen el mismo fin, el cual es reestablecer el estado y configuración inicial de los equipos.

En el mantenimiento existen acciones reactivas y proactivas, teniendo las siguientes definiciones:

- Acciones reactivas: Todas aquellas realizadas para reestablecer el funcionamiento de un equipo posterior a haber sufrido un suceso inesperado (falla del equipo).
- Acciones proactivas: Todas aquellas acciones realizadas para reestablecer la condición inicial de un equipo para que este no sufra o no se vea afectado por un paro imprevisto o minimizar su impacto mediante estas acciones.

Los tipos de mantenimiento en base a las acciones mencionadas anteriormente se clasifican de la siguiente manera:

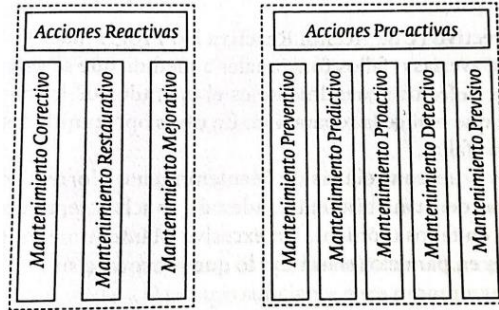


Figura 3-2. Clasificación de mantenimiento

Fuente: rescatada de libro manual de mantenimiento capítulo 1

Teniendo en cuenta esta clasificación se pasa a la explicación de los diversos tipos de mantenimiento mostrados anteriormente en la ilustración 1, dependiendo del tipo de acciones que corresponda.

#### Acciones Reactivas

##### 3.1.2.1. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo, si bien cabe en la clasificación de acciones reactivas, hay que especificar que se presenta como acciones reactivas no programadas. Este mantenimiento comenzó a ser utilizado en la primera revolución industrial, donde esperaban que la maquina fallara para poder intervenirla y de esta manera reestablecer su condición de funcionamiento inicial.

El mantenimiento correctivo fuerza la necesidad de gran cantidad de personal involucrado en la reparación del equipo en estado de falla. El mantenimiento correctivo se realiza ocurrida la falla, en este caso quien es el encargado de avisar al departamento de mantenimiento es el operador, en algunos casos el operador puede realizar la reparación del equipo, en otros casos lo deben realizar personal experimentado en el tipo de eventos.

Este tipo de mantenimiento a largo plazo representa grandes sumas de dinero, debido a que generalmente no se prevén este tipo de fallos. Por otra parte, detienen la producción, por lo tanto, repercute en las horas productivas del proceso (utilidades). Como punto a favor, el mantenimiento correctivo no requiere una planificación previa, por lo tanto, no

se invierten horas extras en planificación. Un punto negativo del mantenimiento correctivo es la posibilidad de tener varios equipos en similar condición (stand-by).

### 3.1.2.2. Mantenimiento restaurativo

El mantenimiento restaurativo si bien cae dentro de la clasificación como acciones reactivas, se transforma en un sistema que se debe aplicar post acciones proactivas. En este tipo de mantenimiento busca optimizar el estado de los equipos mediante pequeñas acciones que no incurran en grandes tiempos de reparación y gastos. Además de lo anterior explicado, este mantenimiento requiere programación previa, pero al ser un mantenimiento poco invasivo, se puede realizar con poco tiempo de anticipación.

### 3.1.2.3. Mantenimiento mejorativo

Este tipo de mantenimiento se basa en acciones reactivas programadas. Este mantenimiento se puede abordar de dos formas, las cuales son:

- **Planta:** Corresponden a acciones realizadas por el propio personal de la planta, los cuales enfocan sus miradas en el rediseño y optimización de procesos. Esto quiere decir, que pueden efectuar el rediseño físico u operativo de un equipo y a su vez realizar modificaciones en los procesos productivos de dicha institución, con el fin de mejorar los procedimientos existentes.
- **Fabricantes:** Corresponden a acciones realizadas por los fabricantes o proveedores de los equipos, donde se busca curar ciertas falencias encontradas en los prototipos de equipos. Esto quiere decir que pueden realizar análisis de fallas y llamar a cambios masivos de componentes, reestructuración de sistemas o modificación del plan de mantenimiento que posea dicho equipo.

Con estas dos formas se puede desarrollar un mantenimiento mejorativo, donde su nombre explica para que se puede usar (mejorar el estado de un equipo o proceso).

## Acciones proactivas

### 3.1.2.4. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo como su nombre lo indica, es un conjunto de tareas que ayudan a disminuir la frecuencia de paradas no programadas. Esto se realiza buscando el momento más oportuno para intervenir un equipo o un proceso. Estas acciones preventivas a su vez son utilizadas para aumentar el tiempo medio entre fallas (MTBF).

El mantenimiento preventivo requiere procedimientos previos, los cuales son:

- Preparar herramientas a utilizar. En el mundo de la gastronomía, a este tipo de acciones se les conoce como “Mise en place”, siendo esta una frase francesa, la cual se traduce como “puesta en sitio”. En el mundo del mantenimiento esto correspondería a tener todas las herramientas necesarias para realizar las actividades propuestas a la mano, ya sea, tener una caja de herramientas o un equipo donde puedan ser transportadas, buscando así evitar tiempos muertos por búsqueda de estas.
- Repuestos e insumos: Al igual que el punto anterior, se debe tener los componentes que sustituirán a los ya existentes para poder optimizar los tiempos medios entre reparaciones (MTTR).
- Personal calificado: El resultado de las acciones o tareas preventivas dependen casi en un cien por ciento de la experiencia y calidad de reparaciones realizadas por el personal. Por lo tanto, es indispensable que el personal sea capacitado en la mejora y reparación de los equipos y procesos existentes en planta.

### 3.1.2.5. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo son conjuntos de métodos utilizados para detectar síntomas prematuros de desajustes de parámetros operacionales o desperfectos propios de la vida útil de equipos mecánicos. Bajo la premisa de este tipo de mantenimiento se busca defender la hipótesis de que los componentes avisan sobre su estado.

Para realizar este tipo de mantenimiento se debe desembolsar una gran cantidad de dinero en tecnologías adecuadas que otorguen la capacidad de monitorear la curva del estado del sistema. Todo esto con el fin de detectar y controlar la mayor cantidad de fallas potenciales.

Algunos de las herramientas utilizadas en este mantenimiento son:

- Análisis de vibraciones.
- Termografía infrarroja.
- Análisis de partículas de desgaste.
- Inspección por ultrasonido.

#### 3.1.2.6. Mantenimiento proactivo

El mantenimiento proactivo al igual que el mantenimiento predictivo, busca anticiparse a la aparición de las fallas, con la diferencia, que el proactivo a su vez intenta determinar la causa raíz del problema.

Algunas de las herramientas que son usadas en el mantenimiento proactivo son:

- Monitoreo de contaminantes de un lubricante.
- Conteo de partículas.
- Alineación y balanceo.
- Monitoreo de viscosidad y acidez de los lubricantes.

#### 3.1.2.7. Mantenimiento detectivo

Es un tipo de mantenimiento que se basa en buscar fallos ocultos que pueden aparecer en dispositivos de seguridad, con esto se busca extender la vida útil de los dispositivos de seguridad, asegurando su funcionamiento correcto, debido a que si estos fallan pueden incurrir en daños irreversibles en los equipos a los que estos protegen. Cabe destacar que los dispositivos de seguridad pueden asegurar su funcionamiento con un mantenimiento preventivo, pero este último no es de alta confiabilidad para los dispositivos de seguridad.

#### 3.1.2.8. Mantenimiento previsorio

Utiliza técnicas de simulación mediante aplicaciones tecnológicas (inventor) para representar posibles fallos de instalación, posibilitando el planteamiento de soluciones realizando las modificaciones o los ajustes convenientes para disminuir las probabilidades de falla. Algunas herramientas útiles son:

- FMEA (análisis modo de falla)
- RCD (diseño centrado en confiabilidad)

### 3.1.2.9. Mantenimiento legal o imperativo

Son mantenimientos solicitados por organismos gubernamentales, debido a la existencia de instalaciones críticas que deben cumplir con dichas intervenciones, ya que de lo contrario incurren faltas graves que afectan a la comunidad.

Algunos ejemplos de instalaciones que necesitan este tipo de mantenimiento son:

- Recipientes o equipos sometidos a presión, y sus sistemas de control o seguridad.
- Recipientes para almacenar o transportar productos químicos.
- Instalaciones para el transporte de energías eléctricas.
- Estaciones compresoras de gas.
- Equipos o sistemas de seguridad.
- Sistemas de alarma e instalaciones contra incendios.
- Elevadores que entrañen un riesgo para la seguridad.
- Medios de transportes y vehículos.

### 3.1.3. Comparación principales mantenimientos

A continuación, se presentan dos tablas comparativas con las principales ventajas y desventajas de los cuatro tipos de mantenimientos más conocidos en la industria.

<b>Tabla de ventajas</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Mantenimientos</b>			
	<b>Correctivo</b>	<b>Preventivo</b>	<b>Predictivo</b>	<b>Proactivo</b>
No requiere base técnica ni elevada capacidad de análisis	x	-	-	-
Reduce la probabilidad de detenciones no programadas	-	x	x	x
No requiere capacitación del personal en materias de prevención	x	-	-	-
Reduce el MTTR	-	x	x	x
Su ejecución no interrumpe el funcionamiento de los procesos (equipos)	-	-	x	x
Mejora el conocimiento y control sobre el estado de los equipos	-	x	x	x

Su utilización reduce la probabilidad de accidentes a terceros	-	X	X	X
Analiza la causa raíz del problema que puede desencadenar un fallo	-	-	-	X
Puede utilizar la totalidad de la vida útil de los equipos	X	-	-	-
Posee un personal capacitado, lo que aumenta la vida útil de los equipos	-	X	X	X
Reduce costos de mantenimiento a largo plazo	-	X	X	X
Aumenta el MTBF	-	X	X	X

Tabla 3-1. Principales ventajas

Fuente: Elaboración propia

<b>Tabla de desventajas</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Mantenimientos</b>			
	<b>Correctivo</b>	<b>Preventivo</b>	<b>Predictivo</b>	<b>Proactivo</b>
Las averías se presentan de manera imprevista, lo que afecta la productividad	X	-	-	-
No aprovecha la vida útil completa del equipo	-	X	X	-
En caso de errar en la estrategia, implicaría aumento en los gastos y disminuiría la disponibilidad	-	X	X	X
Aumento en el riesgo de no poseer repuestos, lo que aumenta el tiempo de reparación	X	-	-	-
Requiere una infraestructura y una organización firme en las tomas de decisiones	-	X	X	X
Requiere personal capacitado en las áreas de interés, lo que aumentaría los gastos	-	X	X	X
En la vida real es difícil controlar o monitorizar las variables de trabajo y su vigilancia se torna complicada.	-	-	X	-
Aumento del MTTR	X	-	-	-

Se pueden presentar averías en los intervalos comprendidos entre dos medidas consecutivas	-	X	X	-
Se enfoca en analizar las causas de las fallas, no en reparar fallas cuando aparecen	-	-	-	X
Requiere cambio cultural, el cual se ve afectado por la resistencia al cambio	-	X	X	X
Representa altos costos por indisponibilidad de repuestos y reparaciones	X	-	-	-

Tabla 3-2. Principales desventajas

Fuente: Elaboración propia

### **3.2 TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)**

El mantenimiento productivo total es un sistema de gestión del mantenimiento creado en Japón, el cual nace del concepto de mantenimiento preventivo acuñado en estados unidos post segunda guerra mundial.

El TPM como sistema de gestión del mantenimiento busca evitar pérdidas de producción y maximizar la eficiencia de esta (producción), involucrando a todos los participantes de la organización (desde los operarios hasta la alta gerencia). Mediante la hipótesis anterior, se explica, el TPM intenta borrar de la cultura empresarial el concepto de que los equipos deben ser reparados por el departamento de mantención, ya que, este busca un cambio cultural en el cual el operario sea uno con su máquina. Además de lo anterior el TPM busca cumplir metas ambiciosas como son:

- Cero accidentes.
- Cero defectos.
- Cero paradas.

El TPM es una herramienta de gestión de mantenimiento utilizada por diversas empresas alrededor del mundo, ya que, este maximiza los tiempos de producción, reduciendo las paradas no programadas, los tiempos muertos, además de necesitar y utilizar personal más capacitado en las labores de mantención y operación, lo cual reduce indicadores como el MTTR (tiempo medio entre reparaciones) y aumenta otros como el MTBF (tiempo medio entre fallas).

Dentro de este sistema de gestión de mantenimiento como ya fue presentado, se utilizan diversos tipos de mantenimiento como también diversas herramientas de análisis y control. Algunos de los mantenimientos que son utilizados para este fin son:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento correctivo (en caso de ser posible)

#### **3.2.1 Historia del TPM**

Post segunda guerra mundial, Japón se encontraba en proceso de reconstrucción tanto físicamente como a su vez empresarial y económicamente. Es por esto que desde Japón invitan a personal norteamericano a explicar y enseñar como es que Estados Unidos logró explotar la industria bélica. Dentro de los invitados estaba Edwards Deming, a quien se le conoce como el padre de la mejora continua. Este personaje se vuelve importante en la industria japonesa, ya que, apuntaló su explosión económica. Es así como con el paso de

los años la industria japonesa fue mutando, incluyendo cada vez más herramientas de control y análisis tanto estadístico como operacional.

Dentro de la cultura industrial que adquirió y mejoró la cultura japonesa, se puede resaltar el concepto de que las maquinas hablan, y que es necesario que el personal sea capaz de descifrar lo que estas dicen, lo que hace referencia a no olvidar los sentidos a la hora de analizar y controlar los procesos.

En los años 70's nace el concepto de TPM (total productive maintenance), el cual buscaba involucrar a todos los participantes de la organización dentro de los procesos productivos, con el fin de elevar tanto la productividad como la calidad de los procesos y productos.

### 3.2.2 Fortalezas

El TPM según la experiencia de implementación de empresas a lo largo del mundo, se pueden extraer las siguientes fortalezas que avalan el presente sistema de gestión:

- El personal ser vuelve un recurso más capacitado, lo que agrega valor al producto.
- Todo cambio que realizar puede y debe tener previa planificación, por lo tanto, se pueden apreciar los pro y contra de su implementación.
- Reducción de costos asociados a detenciones no programadas.
- Mejoramiento de la calidad en los procesos, lo que recae en el aumento de calidad en los productos.
- Producción continua, sin detenciones imprevistas.

### 3.2.3 ¿Puede fallar la implementación?

Cabe destacar que el TPM al igual que cualquier sistema de gestión puede fallar en su implementación, las causas pueden ser:

- Bajo compromiso de la alta gerencia con el sistema de gestión.
- Resistencia al cambio cultural.
- No realizar inversión en procedimientos, protocolos y reformar necesarias.

### 3.2.4 Etapas de implementación

El TPM posee doce etapas para completar su implementación. Ente las doce etapas se clasifican tres grandes grupos de etapas, los cuales son:

- 1. Etapa inicial:** Corresponde a la creación de una política de cambio cultural dentro de una organización, por lo tanto, en este punto se crean los comités reguladores que iniciarán la implantación del sistema de gestión, así como la política que se buscará crear e implementar. Es necesario en este punto establecer un plan piloto, el cual entregará el análisis de la factibilidad de implementación.

En modo de resumen, a esto corresponde el primer gran grupo de etapas.
- 2. Etapa de implementación:** Ya superada la etapa inicial, teniendo una política establecida para su implementación y un plan piloto que ha sido aprobado y probado, se procede a dar comienzo a unos de los procesos más largos y difíciles de realizar, el cual es implementar el sistema de gestión TPM en los procesos. Según experiencias internacionales, en este punto es donde se presenta la mayor resistencia al cambio por parte de los involucrados en la organización. Es por esto que los encargados de la implementación deben tener conocimientos sobre los temas a tratar. En este grupo encontramos etapas como el mantenimiento autónomo, el cual busca la evolución de los operarios, los cuales en un punto deberán ser uno con la máquina que operan, es por esto que acciones como limpieza y mantenimiento por medio de los sentidos son realizados por los operarios, los cuales deben ser capaz de conocer mecánica y funcionalmente la máquina.
- 3. Etapa consolidación:** Cuando la implementación llega hasta este punto se puede decir que el sistema de gestión TPM tuvo una buena aceptación, por lo tanto, se podrá o debería evidenciar un cambio cultural dentro de la organización que está implementando TPM.

A continuación, se muestra una ilustración con las etapas de implementación que se debe realizar para lograr una implementación exitosa. Más adelante se detallarán los puntos que serán desarrollados en la presente memoria de título para optar al título de ingeniero mecánico en ejecución de procesos y mantenimiento industrial.



Figura 3-3. Etapas de implementación del TPM

Fuente: Manual implementación TPM

El TPM se fundamenta en ocho pilares, los cuales pueden ser implementados en conjunto (inicialmente) o implementados por partes o etapas (uno a la vez). Todo lo anterior depende única y exclusivamente de los requerimientos de la organización y de la política usada por la misma.

En la ilustración 4, se puede observar los distintos pilares. Cabe destacar que, si bien en conjunto generan la metodología TPM, sus formas de actuar son diferentes y poseen autonomía en sus propias actividades. Además, es importante señalar que cada pilar a instaurar debe poseer un responsable que pueda velar por todas las actividades a realizar, además de controlar el cumplimiento de las políticas propias del pilar y la política global del sistema de gestión TPM adoptado por la organización.

Así como anteriormente se mencionó la ilustración 4, cabe destacar que está siendo usada a modo de referencia, debido a que, dependiendo de la organización, los nombres de los pilares pueden ir variando.



Figura 3-4. Ejemplificación de pilares TPM

Fuente: Manual implementación TPM

**Seguridad y entorno:** Este pilar se encarga de crear políticas que apoyen a la organización en la disminución de accidentes y riesgos a los que se ven expuestos el personal. Además, debe analizar la forma en que se pueda entregar la información sobre el cuidado personal y de terceros de la forma más intuitiva y fácil de entender para el personal.

**Polivalencia y desarrollo de habilidades:** Corresponde al pilar encargado de la capacitación del personal y búsqueda de talentos (contratación de personal). Este pilar se rige por las oportunidades que vayan surgiendo en la organización, es decir, cada vez que la organización encuentre una brecha de mejora, este pilar buscará la forma en que el personal pueda acortarla y al corto plazo mejorar dicha oportunidad mediante capacitaciones o inclusión de nuevos talentos.

**Mantenimiento áreas de soporte:** Este pilar la inclusión de todos los miembros de una organización en la materia de TPM, esto quiere decir que todos participen dentro sus funciones en la mejora de la organización. Esto va dirigido a las áreas de administración y áreas que no están ligadas a la producción, pero que a fin de cuentas forman parte de la organización.

**Prevención del mantenimiento:** Corresponde a la planificación e investigación de nuevas tecnologías, nuevos equipos o procesos que pueden ser instalados en la organización. Este pilar se encarga de rediseñar procesos y estudiar las posibilidades de implementar nuevos proyectos en la organización con el fin de mejorar tanto la calidad como la productividad o cualquier otro factor que estime conveniente la organización.

**Mantenimiento de calidad:** El pilar como su nombre lo demuestra, es el encargado de mantener y mejorar la calidad de los productos ofertados. Si bien se centra en la calidad

del producto final, cabe recalcar que la calidad del producto depende de los siguientes factores que son analizados por este pilar:

- Problemas en la máquina
- Problemas o proceso deficiente (el paso a paso)
- Problemas relacionados al personal

Un ejemplo de cómo actúa el pilar, es el análisis en base al número de defectos encontrados en los productos, además de la tolerancia que se esté utilizando en los procesos.

**Mantenimiento planificado:** El pilar busca generar un mantenimiento preventivo capaz de recopilar datos que puedan aportar al proceso de mejora continua del área de mantención, también este pilar busca disminuir los gastos asociados a fallas y aumentar la disponibilidad de los equipos en los procesos productivos. A su vez es la puerta para instaurar otros tipos mantenimientos como el predictivo o el proactivo. Dentro de los KPI's dispuestos en este pilar se encuentran:

- MTTR
- MTBF
- Costos de mantenimiento correctivo
- % de actividades preventivas completadas

**Mantenimiento autónomo:** Este pilar busca eliminar el concepto de que los mantenedores son especialistas de un área específica (mantención) y diferente a la de los operadores, esto quiere decir, que el mantenimiento autónomo busca que los operadores se vuelvan mantenedores de primera línea, es decir que el operador pueda realizar mantenimientos básicos a las maquinas que estos utilizan diariamente con el fin de reducir desperdicios en los procesos.

**Mejora enfocada:** Es el pilar encargado de buscar oportunidades de mejora dentro de la planta, esto con el fin de eliminar o reducir los desperdicios o defectos que se presentan en los procesos. Algunas de las herramientas que se utilizan en este pilar son:

- Benchmarking
- Mapa de cadena de valor

### **3.4 DIALUM COMO EMPRESA**

Dialum S.A. es una empresa que nace en la ciudad de Talcahuano, Chile en el año 1987. En un principio dedicada a la distribución de cristales y aluminio en la zona sur del país. Doce años más tarde se instala en la ciudad de Santiago con nuevas instalaciones dispuestas a los procesos de transformación de los cristales. Cabe destacar que Dialum es un conglomerado de diversas empresas, siendo Dialum Laminated Glass la encargada de realizar la elaboración de cristales laminados. Hoy Dialum Laminated Glass posee dos plantas productivas, las cuales se ubican en Santiago y Concepción. La empresa Dialum Laminated Glass es pionera en la Industria de laminado de cristales en Chile, así también en América latina se posiciona como una de las empresas más vanguardistas a la hora de aplicar tecnologías en sus procesos productivos, esto se debe a que posee la capacidad de fabricar cristales a prueba de balas, a prueba de fuego, cristales curvos y cristalería inmobiliaria (terrazas de cristales).

El presente proyecto de título está enfocado a la elaboración de una mejora al plan de mantenimiento preventivo que posee la planta ubicada en Concepción.

#### **3.4.1 Planta Dialum Laminated Glass concepción**

La planta de Dialum Laminated Glass en Concepción está ubicada en Paicaví 3265. A modo de referencia se encuentra al costado de la planta de revisión técnica PRT y frente a la Universidad Católica de la Santísima Concepción.

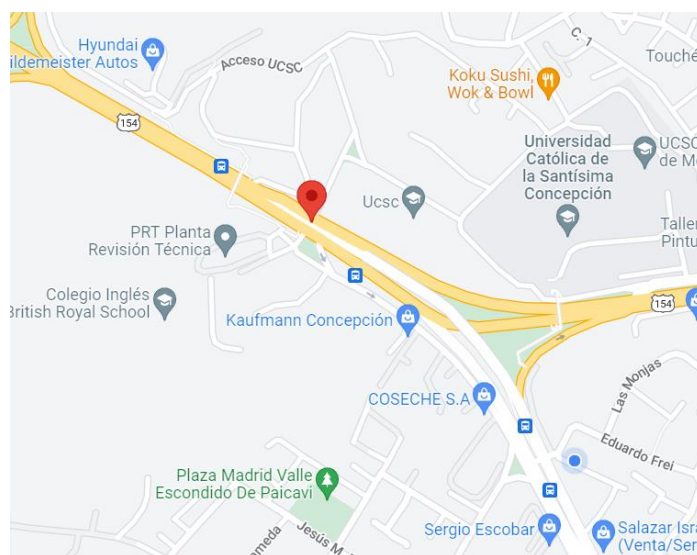


Figura 3-5. Ubicación Dialum Concepción

Fuente: Google Maps

La planta de Concepción tiene tres años de funcionamiento, esta fue fabricada para elaborar solo productos de exportación y posee destinos como Estados Unidos, Canadá y Argentina. Algunos de los productos fabricados en la planta de concepción son:

- Cristales antibalas.
- Termo paneles.
- Cristales acústicos.
- Entre otros.

Producto de la pandemia que azota al mundo, las exportaciones directas desde los puertos cercanos a la planta se han detenido (exportaciones de productos no elaborados por empresas como forestal Arauco), debido a que se priorizó la exportación de otros productos, dejando de lado lo que son las exportaciones de cristales. Debido a esto el proceso de exportación se realiza por transporte terrestre hasta los puertos más cercanos a Santiago (hoy principalmente se usa el puerto de San Antonio).

Cabe destacar que la planta Dialum Laminated Glass de Concepción además de elaborar la demanda de sus clientes, es utilizada como auxiliar en caso de que una empresa del conglomerado Dialum no pueda cumplir con la demanda de sus productos.

Los procesos de exportación desde concepción se realizan entre dos y tres veces a la semana.

La planta ubicada en concepción hoy en día posee una producción a máxima marcha de 175 toneladas de cristales mensuales. Esto avaluado en 2500 USD por tonelada de cristal.

Dialum Laminated Glass Concepción posee una estructura empresarial acorde al tamaño de la planta, es por esto que la planta es administrada y está bajo la dirección del gerente de producción. Este gerente es asesorado por un asesor técnico, el cual visita la planta cada dos meses, o en caso de ser requerido por el gerente de producción de la planta.

En segunda instancia se encuentra el subgerente de la planta, el cual tiene a cargo tanto las áreas productivas como los encargados de las áreas de:

- Calidad
- Mantenimiento

A continuación, se muestra el organigrama empresarial de Dialum Laminated Glass Concepción:

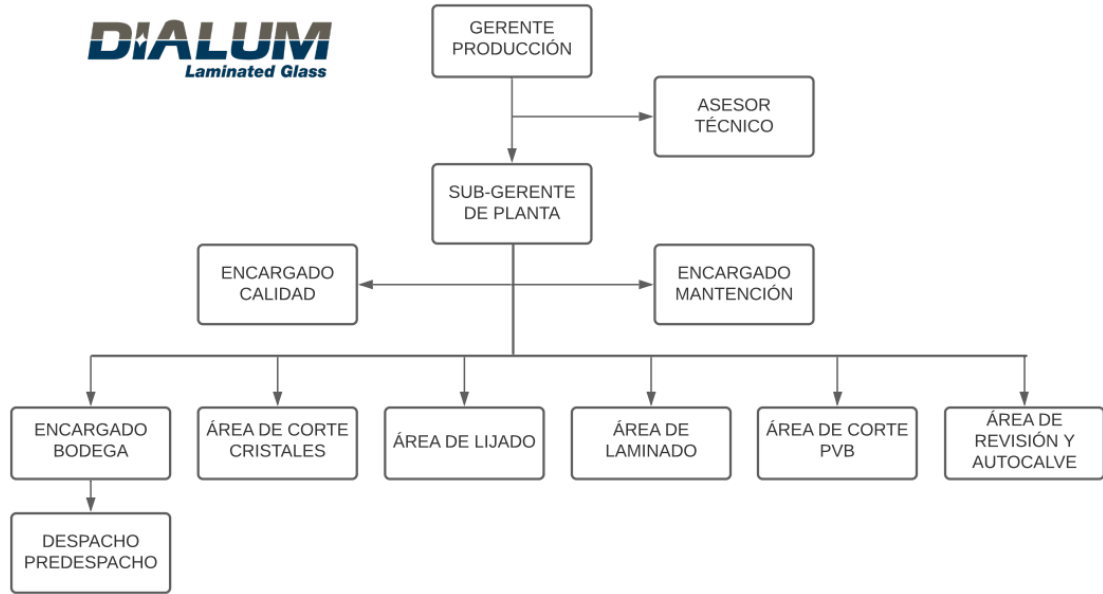


Diagrama 3-1. Estructura empresarial

Fuente: Biblioteca Dialum Laminated Glass

### 3.4.2 Disposición en planta Dialum Laminated Glass

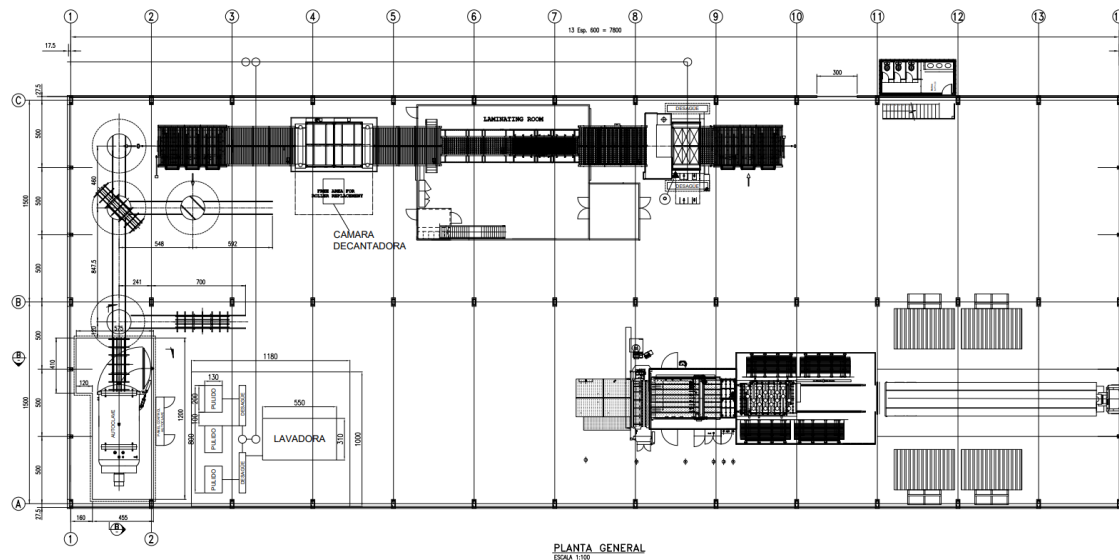


Figura 3-6. Layout planta

Fuente: Biblioteca: Dialum Laminated Glass

La planta de Dialum Laminated Glass Concepción, posee un piso planta compartido con la bodega de productos. Físicamente existen tres zonas productivas, las cuales pueden ser apreciadas en la ilustración 6. Algunos de los equipos o áreas existentes en la planta son:

- **Cuarto de laminado:** Edificio de dos pisos, teniendo en el piso superior el almacén y rodillos de PVB, el cual cae a medida que avanzan los vidrios. En el piso inferior existe una mesa de rodillos que atraviesa todo el edificio. En ella se transportan los vidrios que luego se convertirán en cristales laminados.
- **Calandra:** Es un equipo mecánico compuesto de rodillos que ejercen presión mecánica sobre los vidrios, con el fin de expulsar las burbujas de aire en los cristales laminados. Los rodillos se encuentran a cada extremo del equipo. Además, existe un horno en el medio del equipo, el cual está encargado de elevar la temperatura del PVB para que este se adhiera a los vidrios generando el cristal laminado.
- **Autoclave:** El auto clave es un equipo de forma cilíndrica, en el cual finaliza el proceso de laminado como tal. Al interior de este equipo la temperatura y presión aumentan, para buscar que la lámina de PVB logre fluir y adherirse a los vidrios de manera que formen una estructura libre de burbujas de aire. El proceso asociado al auto clave en Dialum Laminated Glass tiene una duración no menor a cuatro horas. La carga del auto clave se realiza mediante atriles que transportan los productos que vienen desde la calandra.

- **Lavadora:** Como su nombre lo precede, la lavadora se utiliza para limpiar los vidrios antes de que entren a la sala de laminado y también a la salida de la autoclave, para su posterior revisión.
- **Pulidora:** Es un equipo utilizado para quitar las imperfecciones existentes en la superficie de los vidrios en su llegada a la planta de Dialum Laminated Glass en Concepción. También esta puede ser usada para pulir los bordes y así evitar accidentes y deformaciones producto de esquirlas o puntas sobresalientes.

### 3.4.3 Proceso productivo dialum laminated glass

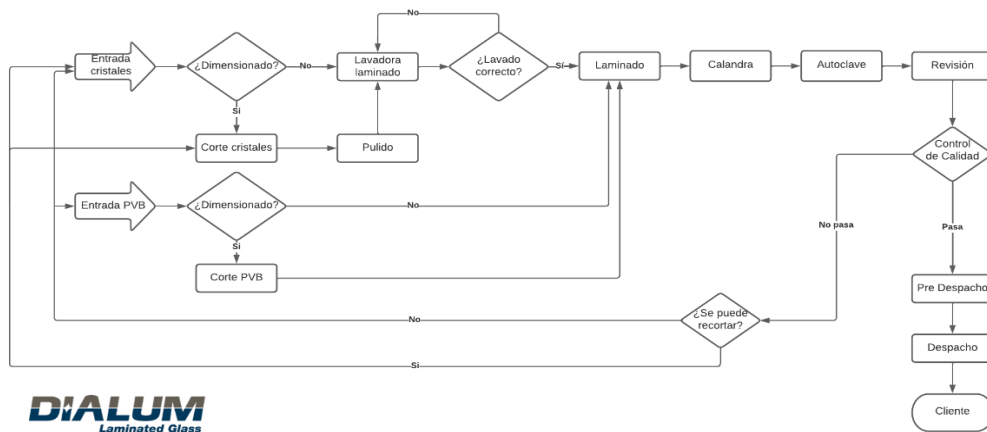


Diagrama 3-2. Proceso productivo

Fuente: Biblioteca Dialum Laminated Glass

**Entrada de cristales:** Dialum Laminated Glass Concepción es una planta de laminado de cristales, por lo tanto, los vidrios son importados desde vidrios Lirquen, en general los vidrios ya vienen dimensionados por pedido específico del cliente (Dialum Laminated Glass), pero en la planta de Dialum Laminated Glass, en caso de ser necesario se dimensionan los vidrios hasta obtener el tamaño deseado por el cliente (clientes de áreas inmobiliarias). Cabe destacar que en este tipo de negocio se busca vender un alto volumen de productos, debido a que el precio es bajo, por lo tanto, mientras menos pérdidas de material exista, mayor margen de ganancia se obtendrá al final del proceso. El equipo utilizado para el corte en Dialum Laminated Glass es un equipo CNC de la marca Liseck.

**Entrada de PVB:** El polivinil butiral o más conocido como PVB, es una película plastificada que se adhiere al vidrio mediante calor y presión. El PVB debe ser transportado en rollos y bajo atmósfera controlada, debido a que a temperatura ambiente (25°C) corre el riesgo de adherirse a cualquier superficie cercana. En Dialum Laminated Glass al igual que el vidrio, el PVB importado a pedido explícito con las dimensiones previamente establecidas, todo con el fin de ahorrar y evitar gastos por mermas de productos o desperdicios.



Figura 3-7. Zona de carga PVB

Fuente: Elaboración propia en colaboración con Dialum Laminated Glass

**Corte:** Como se puede apreciar en el diagrama 2, en caso de ser necesario el vidrio puede ser dimensionado mediante una maquina CNC de la marca Liseck. Cabe destacar que el desperdicio de este proceso (vidrio sobrante o cortado, quebrado, etc) es enviado nuevamente a vidrios Lirquen para ser nuevamente fundido y obtener vidrio nuevamente, aportando así a generar una economía circular y generar menos desperdicios que contaminen el medio ambiente.



Figura 3-8. Zona de corte (CNC)

Fuente: Elaboración propia en colaboración con Dialum Laminated Glass

**Pulido:** El proceso de pulido comienza al término del dimensionado de los vidrios. El pulido se puede realizar por dos motivos, los cuales son:

- Imperfecciones en la superficie del vidrio producto del transporte o agentes propios del ambiente de almacenaje.
- Imperfecciones generadas por el corte de los vidrios en la máquina CNC.



Figura 3-9. Zona de pulido

Fuente: Elaboración propia en colaboración con Dialum Laminated Glass

**Lavado:** El lavado de los vidrios se realiza para retirar todo agente que pueda interferir en la unión del PVB con los vidrios, de esta manera se asegura una correcta unión y evitar reprocesos y pérdidas de material (PVB y vidrios).



Figura 3-10. Zona de lavadora y pulido

Fuente: Elaboración propia en colaboración con Dialum Laminated Glass

**Laminado:** El proceso de laminado se produce en un cuarto o sala especial, la cual tiene una temperatura controlada de 18°C. en su interior se presenta una mesa de rodillos, en las cuales se transportan los vidrios ya tratados. En este punto se posiciona sobre uno de los vidrios el PVB, el cual debe sobresalir por los extremos del vidrio. Acto seguido un par de operarios posicionan un vidrio sobre el PVB generando la estructura denominada cristal laminado (vidrio - PVB - vidrio). Por último, un operario corta los extremos sobrantes del PVB. Terminado este proceso el cristal laminado avanza al siguiente proceso.



Figura 3-11. Sala de laminado

Fuente: Elaboración propia en colaboración con Dialum Laminated Glass

**Calandra:** El cristal laminado avanza por una mesa de rodillos hasta la calandra, la cual es un equipo mecánico, el cual mediante rodillos aplica presión sobre la superficie del cristal laminado para retirar burbujas de aire entre los vidrios y el PVB. Luego el cristal laminado pasa sobre un horno existente en la calandra, el cual aumenta la temperatura del PVB, el cual se vuelve elástico y pegajoso. Por último, el cristal laminado vuelve a pasar por unos rodillos que aplican presión sobre la superficie para quitar el aire al interior de la unión de los cristales y el PVB. Al salir de la calandra los cristales laminados son posicionados en atriles de transporte, los cuales son ingresados en el próximo proceso.



Figura 3-12. Salida de calandra 1

Fuente: Elaboración propia en colaboración con Dialum Laminated Glass

**Autoclave:** El proceso en la autoclave comienza con la llegada de los cristales laminados en los atriles, los cuales son introducidos en el equipo. Posteriormente se cierra la puerta de seguridad y comienza el proceso de autoclave, el cual se compone de tres fases, las cuales son:

- Ascenso (la temperatura debe aumentar más lento que la presurización dentro del autoclave).
- Sostenimiento (temperatura superior a los 135°C y presión entre 10 y 14 bares)

- Descenso (la presión se debe mantener hasta que la temperatura llegue a los 40°C para evitar deformaciones en los cristales).

Cada una de las fases posee una temperatura y presión específica de funcionamiento como se puede apreciar en la siguiente ilustración:

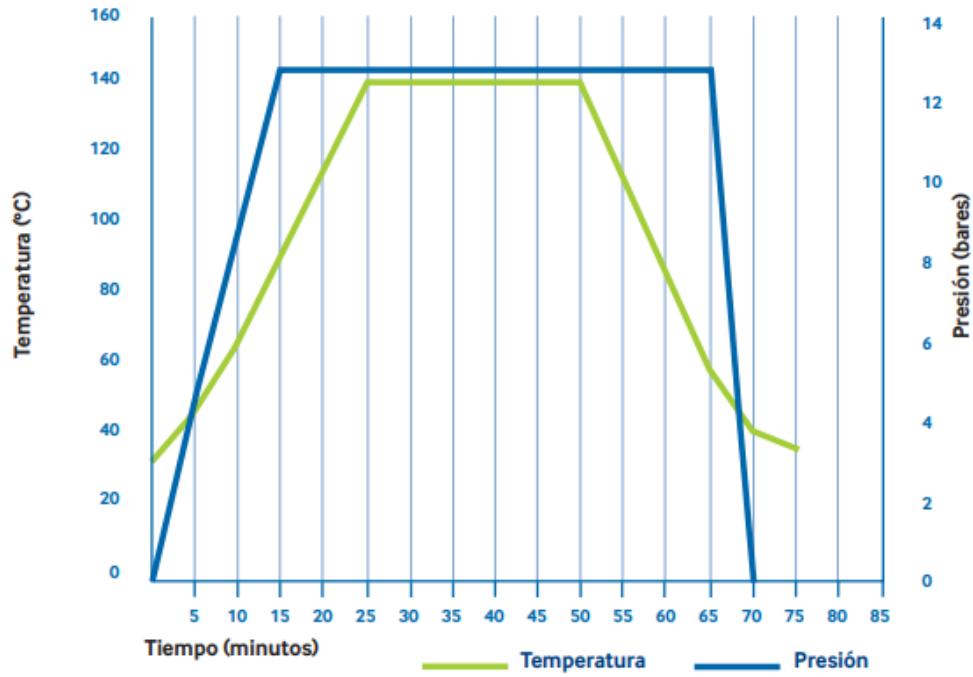


Gráfico 3-1. Ciclo de autoclave típico

Fuente: Manual PVB, biblioteca Dialum Laminated Glass

A modo de resumen del proceso de autoclave se muestra la tabla x

Temperatura	135 - 145°C*
	275 - 295°F
Presión	10 - 14 bares
	145 - 205 psi
Tiempo mínimo de sostenimiento	30 - 60 minutos
Temperatura para liberación de presión	50°C máximo - 40°C para QS

Tabla 3-3. Condiciones recomendadas de operación

Fuente: Manual PVB, biblioteca Dialum Laminated Glass



Figura 3-13. Autoclave en proceso

Fuente: Elaboración propia en colaboración con Dialum Laminated Glass

**Control de calidad:** Corresponde a una revisión de los cristales laminados. En este punto se evalúa si los productos cumplen con las especificaciones solicitadas por el cliente.

- En caso negativo se evalúa si el cristal puede ser reprocesado para evitar pérdidas de material.
- En caso positivo los cristales avanzan al predespacho.

**Predespacho:** El proceso de predespacho corresponde al embalaje de los cristales en atriles y envolver los cristales en un papel que evita rayones en la superficie de los cristales. Posteriormente se procede al almacenaje en bodega.

**Despacho:** El despacho de exportación se realiza entre dos a tres veces a la semana, dependiendo de la demanda de los productos. Por otro lado, los productos de venta nacional y local se distribuyen por Cristales Dialum, empresa que se encuentra al costado de Dialum Laminated Glass.

#### 3.4.4 Productos elaborados

Algunos de los productos elaborados en la planta Dialum Laminated Glass Concepción son cristales antibalas, cristales acústicos, cristales de seguridad, etc. La particularidad de los cristales laminados es la capacidad de no expulsar esquirlas a la hora de fracturarse. Además de poseer la capacidad de curvatura en su diseño entre otras particularidades.

A continuación, se presenta la nomenclatura utilizada en Dialum Laminated Glass para referirse a los productos que oferta la empresa en Concepción.



Figura 3-14. Especificación de producto

Fuente: Elaboración propia en colaboración con Dialum Laminated Glass

Como explica la ilustración x un cristal laminado se compone de dos cristales unidos por una película plastificada de PVB, el cual mediante calor y presión genera la unión. Algunos de los productos elaborados por Dialum Laminated Glass son:

- 3.3.1 cristal de seguridad
- 3.3.2 cristal acústico

### 3.4.5 Actual plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento realizado actual busca mantener o aumentar la capacidad productiva de Dialum Laminated, asegurando la disponibilidad de los equipos basado en la metodología PPM (Productive Preventive Maintenance), entregando metas a corto y largo plazo a cumplir por la empresa, de manera en que se busque una estrategia de mejora capaz de cumplir con los parámetros de Dialum Laminated. Por otra parte, dentro de la estrategia de mejora se busca realizar un plan de criticidad que cubra toda la línea productiva, la cual entregue información medible y cuantificable de que equipo es más grave en cuanto a mantenibilidad y proceso.

<b>Rol</b>	<b>Responsabilidad</b>	<b>Nombre</b>
Ing. Confiabilidad	Desarrollo de estrategias de mantenimiento	N/A
Líder en mantenimiento y confiabilidad	Revisa que las estrategias de mantenimiento cumplan con los parámetros del negocio.	N/A
Líder de Instalaciones	Provee entradas para que las estrategias de mantenimiento sean aplicables.	Sebastián Cáceres
Ing. Mantenimiento	Aplica la estrategia.	N/A

Tabla 3-4. Roles establecidos en plan de mantenimiento actual

Fuente: Plan de mantenimiento actual Dialum Laminated Glass

La estrategia debe estar enfocada en el mínimo costo a largo plazo y las condiciones actuales del proceso productivo:

- A. Entender las condiciones requeridas para cada equipo en función de la vida útil de la planta o proceso particular.
- B. Analizar el desempeño, entregar información y proyecciones de costos.
- C. Crear el inventario de repuestos.
- D. Optimizar el tiempo entre paradas de planta, planificándolo de modo de minimizar el impacto en el resultado del negocio.

Por otro lado, el siguiente paso para el desarrollo de una estrategia de mantenimiento competente es:

- A. Identificar la estrategia para los equipos principales del negocio de producción.
- B. Identificar los equipos o sistemas clave para el procesamiento de cristal laminado.

- C. Identificar equipos rotatorios.
- D. Identificar equipos de contención.
- E. Identificar equipos eléctricos, e instrumentación.
- F. Identificar equipos de análisis.

Luego, para que una estrategia de mantenimiento sea medible, se identifican los repuestos críticos de cada equipo que hay en la línea de producción, con el fin de controlar cualquier falla que ocasione pérdidas reduciendo tiempos de mantención, en donde aquellos equipos son:

1. CNC Lisek
2. Lavadora
3. Calandra
4. Autoclave
5. Secadora

La clasificación de la estrategia de mantenimiento para cada elemento de equipo de la planta. Se clasifican en las cinco siguientes categorías:

- **Run to failure** : Reparar o reemplazar cuando sea necesario, después de fallar. (Corrective maintenance).
- **Preventive maintenance** : Programar mantenciones basadas en la estimación del ciclo de vida del equipo.
- **Predictive maintenance** : Monitorear la condición del equipo basado en la estimación del ciclo de vida, y realizar monitoreos basados en detectar la condición que prediga la falla.
- **On line condition monitoring** : Cuando existe instrumentación u otro elemento de detección, permanentemente instalado en el equipo, que está monitoreando un componente crítico y alerta al personal cuando se excede el valor normal de operación de un parámetro determinado.
- **Combination of any above** : Algunos elementos de equipo pueden requerir la aplicación de más de una estrategia, debido a su complejidad para identificar el modo de falla.

A modo final, está la generación del plan de criticidad, el cual entrega una visión de los equipos que componen la línea productiva, en donde se promedian valores que permiten

entregar un resultado acertado de cada máquina que compone la línea productiva, discriminando si es o no crítico. De esta manera se entiende que al ser un equipo crítico se debe tener un control no solo operacional, sino que también un control de mantención teniendo en bodega los repuestos necesarios y recursos pertinentes para la intervención de dicho equipo.

ANÁLISIS DE CRITICIDAD	
EQUIPO A EVALUAR:	PUNTUACIÓN
CNC	
FRECUENCIA DE FALLA	2
IMPACTO OPERACIONAL	7
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	2
COSTOS DE MANTENIMIENTO	2
IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE HIGIE	2
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>
FRECUENCIA DE FALLA	2
CONSECUENCIA	18
CRITICIDAD	No crítico

ANÁLISIS DE CRITICIDAD	
EQUIPO A EVALUAR:	PUNTUACIÓN
LAVADORA	
FRECUENCIA DE FALLA	3
IMPACTO OPERACIONAL	10
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	2
COSTOS DE MANTENIMIENTO	2
IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE HIGIE	4
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>
FRECUENCIA DE FALLA	2
CONSECUENCIA	26
CRITICIDAD	Medio crítico

ANÁLISIS DE CRITICIDAD	
EQUIPO A EVALUAR:	PUNTUACIÓN
AUTOCLAVE	
FRECUENCIA DE FALLA	1
IMPACTO OPERACIONAL	9
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	4
COSTOS DE MANTENIMIENTO	3
IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE HIGIE	8
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>
FRECUENCIA DE FALLA	2
CONSECUENCIA	47
CRITICIDAD	Crítico

Figura 3-15. Análisis de criticidad de equipos Dialum Laminated Glass

Fuente: Biblioteca Dialum Laminated Glass

### 3.4.6 Conclusiones de situación actual

En base a lo expuesto por la gerencia de Dialum, además de lo inferido por los alumnos, se encontró una oportunidad de mejora en el plan de mantenimiento, la cual se puede desglosar los siguientes puntos:

Historial de mantenimiento: Dialum Laminated Glass Concepción, no posee un historial de mantenimiento correctivo ni preventivo, por lo cual no existe un control documentado sobre las intervenciones realizadas en los equipos de la planta.

Protocolos de realización de trabajos: Dialum Laminated Glass no posee el paso a paso de las actividades propuestas en su plan de mantenimiento preventivo. En palabras simples, necesita protocolos de acción que sustenten una correcta realización de las actividades.

No existe estándar de seguridad: Si bien en planta existe pleno conocimiento de los riesgos a los que se exponen los individuos durante la producción de cristales laminados, en la

realización de actividades preventivas definidas en el plan de mantenimiento, no existe un análisis de trabajo seguro, con el cual se deberían analizar los riesgos inherentes a los trabajos a realizar.

Falta personal de mantenimiento: Hoy en Dialum Laminated Glass, existe un supervisor y un mantenedor, los cuales, bajo la perspectiva de los alumnos, no cumplen con las actividades definidas en el plan de mantenimiento. Además, cabe destacar que el supervisor cumple doble función, ya que, posee responsabilidades que son asociadas a un planificador.

Falta de actividades como reaprietes, cambio de componentes, etc. En este punto se infiere falta de información en manuales sobre la materia antes descrita.

## **CAPÍTULO 4: SOLUCIÓN**

#### **4.1. CONTRASTE DE FUNDAMENTOS PARA EVALUACIÓN**

Para evaluar las diversas opciones de solución, se presentarán seis categorías, las que serán evaluadas con nota de uno a siete, para luego conocer el proyecto más apto para aplicar en la presente solución. Las categorías son:

**Innovación:** Hace alusión a que tan innovadora es la propuesta, lo que significa si dentro de Dialum Laminated Glass ya existe o no un proyecto o procedimiento homologado. Mientras más alta nota posea la propuesta, representa mayor innovación.

**Costos:** Corresponde a que tan costoso es implementar dicho proyecto, mientras más baja la nota, será más alto el costo de implementación.

**Capacidad de Operación:** Consiste en la capacidad operacional que debería poseer el personal en la implementación de cada propuesta (personal más o menos calificado). Mientras más alta la nota representa una mayor capacidad técnica del personal ejecutor.

**Mejora continua:** Corresponde a que tan importante es el proceso de mejora continua dentro de la propuesta. Mientras más alta la nota representa mayor compromiso en la búsqueda de la mejora continua en los procesos que abordan.

**Tiempo de implementación:** Corresponde a cuánto tiempo se demora en poner en marcha el plan piloto o el funcionamiento de procedimientos y protocolos. Mientras más baja la nota, representa mayor tiempo de implementación.

**Estudio técnico:** Representa el estudio previo a la implementación de una propuesta. Mientras más baja la nota, significa mayor investigación previa.

ítem	Nota máxima	% importancia	Nuevo plan de mantenimiento	Metodología DMAIC	Metodología TPM
Innovación	7	30%	1	5	7
Costos	7	15%	5	4	3
Capacidad de operación	7	10%	3	5	6
Mejora continua	7	25%	1	7	7
Tiempo de implementación	7	10%	4	5	3
Estudio técnico	7	10%	5	4	2
<b>Nota</b>	<b>7</b>	<b>100%</b>	<b>2,5</b>	<b>5,25</b>	<b>5,4</b>

Tabla 4-1. Contraste de fundamentos para evaluación

Fuente: Elaboración propia

En Conclusión, en este proyecto se aplicará metodología TPM.

## **4.2. PROPUESTA METODOLOGÍA TPM**

La presente propuesta a presentar en Dialum Laminated Glass consiste en generar un plan piloto de metodología TPM, específicamente utilizando el pilar de mantenimiento planeado. Esto quiere decir, que se buscará instaurar dentro de la organización el pilar que esté enfocado en la implementación de un plan de mantenimiento preventivo basado en las acciones que hoy posee Dialum Laminated Glass, además de establecer responsabilidades, objetivos, métodos de control, duración, etc.

Dicho plan piloto llevará el nombre de “Mantenimiento planeado”.

Al generar este plan piloto, se espera que:

- El pilar de mantenimiento planeado sea el precursor para que Dialum Laminated - Glass instaure la metodología TPM en sus operaciones, utilizando los ocho pilares que posee dicha metodología.
- Poner en marcha plan de mantenimiento preventivo confeccionado anteriormente en la organización, agregando ciertas variables, protocolos, controles, procedimientos y responsabilidades que se omitieron por diversos motivos.
- Por último, se espera generar una infraestructura tanto virtual como física de registros en el área de mantenimiento, además de generar un conducto regular con documentación esencial para el desarrollo de actividades en el área de mantenimiento.

La propuesta como fue mencionada anteriormente consiste en elaborar un pilar de mantenimiento planeado, el cual será un plan piloto que constará de las siguientes partes:

1. Política de mantenimiento
2. Responsables
3. Conducto regular de trabajo
4. Mantenimiento preventivo
5. Métodos de control y corrección

### **4.3. PILAR MANTENIMIENTO PLANEADO**

Es imperante a la hora de aplicar la metodología TPM definir como prioridad el pilar de mantenimiento, debido a que el mantenimiento bajo la ideología del TPM, es un proceso y no un departamento, por lo tanto, este se ve involucrado en todos los procesos productivos dentro de una organización.

La importancia de aplicar un buen plan de mantenimiento recae directamente sobre la calidad de los productos, es por esto por lo que se define como la misión del pilar, buscar la mejora continua de los procesos de mantenimiento, con el fin de generar una alta confiabilidad de los equipos, además de resguardar la salud y seguridad del personal como de los activos dentro de la organización. Explicada la misión del pilar se desprenden los siguientes puntos:

#### **4.3.1. Política de mantenimiento**

La política de mantenimiento a aplicar en Dialum Laminated Glass, comprende puntos como: objetivos propuestos por la alta gerencia de la planta, los responsables encargados de que la nueva política se cumpla, así como las responsables de llevar a cabo los procesos que serán detallados más adelante. Sin dejar de lado la implementación de un nuevo conducto regular que vele por el cumplimiento cronológico de los procesos descritos en el plan de mantenimiento, además de generar carpetas de historial que apoyen el proceso de mejora continua dentro de la organización.

Cabe destacar que la política de mantenimiento debe ser revisada cada dos años como mínimo, con el objetivo de que se ajuste a los procesos productivos y mantenimiento de los activos. Esta política será utilizada como plan piloto, por cual puede variar dentro de su implementación, pero, es imperante señalar que toda modificación debe quedar registrada y documentada en una carpeta que contenga el registro de acciones, documentos y procedimientos administrados por el pilar de mantenimiento planeado.

Dentro de la presente política de mantenimiento se deben establecer ciertas sanciones por el incumplimiento tanto de los procesos establecidos, los objetivos propuestos o el no cumplimiento del conducto regular establecido más adelante.

Es por ello de que se debe presentar cuales son los motivos de sanción y la sanción correspondiente a dicho acto.

Otro punto importante para destacar es la forma de control y corrección que define el pilar como manera correcta a la hora de intervenir o controlar un procedimiento que haga

alusión a la intervención de un equipo o parte global del proceso productivo. Esto se debe a que un cambio estructural o un cambio de manera focalizada a un equipo, puede conllevar a la reestructuración total de la política de mantenimiento como la estructura organizacional del pilar de mantenimiento planeado.

#### 4.3.2. Responsables

Tomando en cuenta el personal que actualmente posee el departamento de mantención en Dialum Laminated Glass, se recomiendan los siguientes cargos, responsabilidades y funciones:

<b>Cargo</b>	<b>Funciones</b>	<b>Responsabilidades</b>
<b>Planificador</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Seguimiento a formularios de insumos y herramientas.</li> <li>-Seguimiento a ordenes de trabajo.</li> <li>-Encargado de coordinar recursos.</li> <li>-Encargado de coordinar personal.</li> <li>-Planificar intervenciones preventivas.</li> <li>-Controlar KPI's de mantención.</li> <li>-Generar orden de trabajo.</li> <li>-Encargado de reestructurar procedimientos y protocolos.</li> <li>-Planificar intervenciones correctivas con los permisos previos.</li> <li>-Planificar gemba walk al menos una vez por semestre.</li> </ul>	Encargado de liderar el departamento de mantenimiento, además de ser responsable de administrar el presupuesto de manera eficiente, generar un equipo de trabajo que cumpla con los requerimientos de la empresa y la revisión de procedimiento y protocolos.
<b>Supervisor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Asegurar y controlar calidad de trabajos realizados.</li> <li>-Dar visto bueno de conformidad del trabajo.</li> <li>-Realizar acciones preventivas establecidas por protocolos y procedimientos.</li> <li>-Evidenciar y documentar cualquier falla o síntoma no previsto en el plan de mantenimiento.</li> <li>-Participar en gemba walk por planta.</li> <li>-Generar alerta sobre anomalía encontrada en planta.</li> </ul>	El planificador y supervisor trabajan en conjunto para llevar a cabo el trabajo a realizar por medio de la planificación. Su principal responsabilidad es hacer cumplir el plan de mantenimiento establecido por el planificador.
<b>Ejecutor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Realizar intervención a equipos y máquinas.</li> <li>-Tener conocimiento técnico y de ejecución del trabajo.</li> <li>-Conocer equipos y máquinas a intervenir.</li> <li>-Participar en gemba walk por planta.</li> <li>-Informar de anomalías no previstas en plan de mantenimiento.</li> </ul>	Subordinado del supervisor, ambos trabajan en conjunto para llevar a cabo el trabajo a realizar por medio de la ejecución. Su principal responsabilidad es realizar a cabalidad el plan de mantenimiento manteniendo altos estándares de calidad.

Tabla 4-2. Nuevos responsables

Fuente: Elaboración propia

En base a la reestructuración de responsables, se puede desprender el nuevo organigrama que regirá a Dialum Laminated Glass.

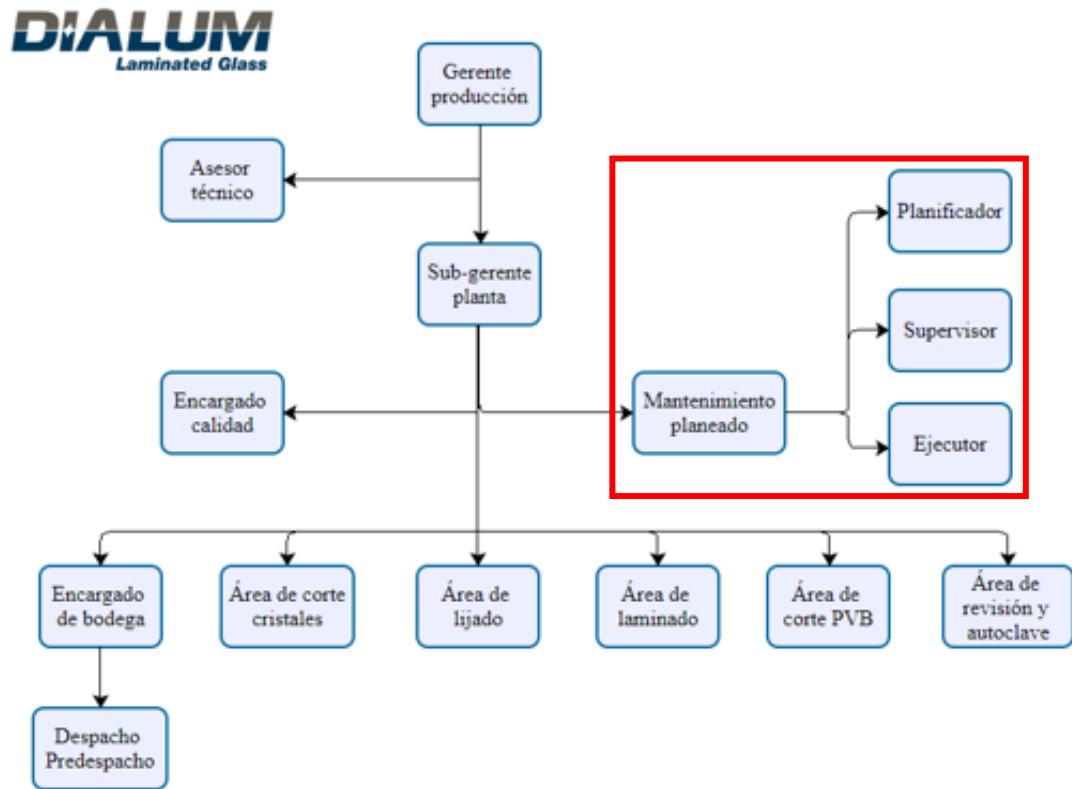


Diagrama 4-1. Nuevo organigrama Dialum Laminated Glass

Fuente: Elaboración propia en plataforma Bizagi

#### 4.3.3. Conducto regular de trabajo

El conducto regular como oración compuesta, hace alusión a una estructura normativa a la cual se debe ajustar una organización, esta suele ser definida por la alta gerencia de una organización. En el presente caso, es propuesta por el grupo memorista encargado de realizar el proyecto.

Este conducto regular establece procedimientos y protocolos con los que se busca que una intervención en el proceso productivo o en un equipo sea lo más segura posible, así también busca documentar toda información que pueda ser utilizada en búsqueda tanto de la mejora continua como de algún acto irresponsable dentro de la organización.

La estructura del presente conducto regular se divide en los siguientes puntos:

##### 4.3.3.1. Documentación

###### A. Ordenes de trabajo

Este Formulario busca por medio del análisis basado en la formulación del AST comprender algunos aspectos a evaluar para la aprobación de la intervención a realizar dentro de las dependencias de Dialum Laminated Glass al proceso evaluado, entregando condiciones de ejecución para evitar cualquier accidente asociado a la Ley 16.744 de Seguridad ocupacional, en donde figuran actores directos para la realización del trabajo a realizar, entregando responsabilidades desde Gerencia hasta puestos de Supervisión.

CRISTALES <b>DIALUM</b>		<b>FORMULARIO ORDEN DE TRABAJO</b>				Código		
						TAG		
						Fecha		
IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO								
Empresa					Índice Riesgo			
Identificación del equipo					Área			
Descripción del trabajo								
Fecha inicio				Fecha término				
Supervisión permanente	Si ___ No ___				Prevencionista permanente	Si ___ No ___		
IDENTIFICACIÓN DE LOS RESPONSABLES								
Supervisor empresa								
Nombre				Firma		Celular		
Jefe Mantenión								
Nombre				Firma		Celular		
Gerente Producción								
Nombre				Firma		Celular		
CONDICIONES REQUERIDAS PARA EJECUTAR EL TRABAJO								
Asociadas al Equipo								
1. No funcionando y desenergizado de acuerdo a protocolos de seguridad					Si	___	No	___
2. Cañerías, estanques y equipos					Observaciones:			
-Purgado	Si	___	No	___				
-Independizado con válvula cerrada	Si	___	No	___				
-Tarjeta de bloqueo	Si	___	No	___				
- Medición de chekout (Sin proceso)	Si	___	No	___				
Asociadas al área de trabajo								
El área de trabajo se debe entregar y recibir ordenada y limpia.								
1. Área libre de materiales.					Si	___	No	___
2. Existencia de fugas.					Si	___	No	___
3. Área de trabajo esta aislada de otros procesos.					Si	___	No	___
4. Circuito eléctrico en optimo estado.					Si	___	No	___
5. Área de trabajo esta delimitada.					Si	___	No	___
AUTORIZACIONES (Nombre y firma)								
Días de duración del trabajo	Fecha	Supervisor responsable	Supervisor responsable	Supervisor responsable	Supervisor responsable	Supervisor responsable	Supervisor responsable	
		08:00-16:00	16:00-20:00	20:00-00:00	00:00-08:00			
1° Día ejecución de trabajo								
Duración: De _____								
Hasta _____.								
2° Día ejecución de trabajo								
Duración: De _____								
Hasta _____.								

Figura 4-1. Orden de trabajo

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

#### 4.3.3.2. Operacional

##### B. EET

El estándar de ejecución de trabajo es un protocolo que explica paso a paso las actividades a realizar, incorporando puntos importantes como el recurso de mano de obra a utilizar, cantidad de herramientas con sus respectivos códigos de verificación, nombre del equipo a intervenir, su TAG correspondiente, y códigos genéricos de AST propuestos por la empresa, el cuál debe estar previamente digitado al momento de realizar la primera visita de rigor para conocer los detalles físicos de la mantención a realizar. El Estándar de Ejecución de Trabajo debe estar asociado a un código que será único para el trabajo a realizar. Este estándar de ejecución de trabajo se apoyará por un registro de conformidad que cuenta con la misma información y que se llenará en el momento de realizar la intervención al equipo en cuestión. Por lo que este protocolo debe ser entregado de forma digital al finalizar el trabajo al gerente de producción de la empresa.


ESTÁNDAR DE EJECUCIÓN DEL TRABAJO				CRISTALES <b>DIALUM</b>		
Versión	Objetivo	Especialidad	Tiempo			
14-06-2022	Establecer las actividades a realizar en el proceso de mantención de equipos Planta Dialum.	Mecánica	0	Minutos	0,0	Horas
Nombre del equipo	TAG	Fecha de mantención	Código AST			
			AST-			
Trabajo a Ejecutar			Código de Estándar			
			EET-			
Recursos (M.O.) (marque con una "X")	Cant.	Herramientas	Cant.	Código	Ubicación	Cant.
Supervisor						
Prevencionista						
Ing. Planificación						
Ing. Confiabilidad						
Mecánico						
Soldador						
Alineador						
Pañolero						
<b>Actividades previas:</b>						
1	Realizar visita del trabajo en terreno.					
2	Realizar solicitud y coordinación de recursos.					
3	Retirar, almacenar y clasificar repuestos.					
4	Trasladar herramientas al área de trabajo.					
5	Gestionar permiso de trabajo.					
6	Realizar charla de aspectos técnicos, seguridad y medio ambientales del trabajo.					
6.1	Entrega de epp.					
8	Delimitar área con cinta de peligro.					
Nº	Descripción Actividad	Ejecutor actividad	Cantidad	Tiempo (Min.)	Observación	Punto de control
1						

Figura 4-2. Estándar de ejecución del trabajo

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

C. Protocolo informe de recepción de equipos o materiales.

Es un protocolo que se realiza tanto antes como después de cada actividad, tiene por función entregar un detalle explícito del estado de las herramientas y equipos proporcionados por la bodega de la empresa. Es un protocolo que debe ser llenado por el jefe de Bodega y emitir informe al Gerente de producción de la organización.

	<b>SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD</b>	CÓDIGO	F-
	<b>INFORME DE RECEPCION DE EQUIPOS O MATERIALES</b>	REVISIÓN	1
		FECHA	14-06-2022
		HOJA	1 de 1

<b>1. INFORMACIÓN GENERAL</b>	
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO O MATERIAL :	_____
GUÍAS DE DESPACHO/DOCUMENTOS DE ENVÍO:	_____
PROVEEDOR:	_____
<b>2. RESULTADOS DE INSPECCIÓN</b>	
INSPECCIÓN:	
VISUAL : <input type="checkbox"/>	DIMENSIONAL : <input type="checkbox"/> OTRAS : <input type="checkbox"/> Describir : _____
CONDICIONES DE EMBALAJE:	_____
PLANOS O DOCUMENTOS DE REFERENCIA:	_____
1).- ¿ CORRESPONDE A LO INDICADO EN LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO ? : ( Identificación, certificados de calidad, embalaje etc.. )	SI <input type="checkbox"/> _____ NO <input type="checkbox"/> _____
2).- ¿ EXISTEN PLANOS / INSTRUCCIONES DE MONTAJE ? ( Documentación del proveedor y / o emitidas por el Cliente )	SI <input type="checkbox"/> _____ NO <input type="checkbox"/> _____
3).- ¿ EXISTE DAÑO FÍSICO U OTRO ?	SI <input type="checkbox"/> _____ NO <input type="checkbox"/> _____
4).- ¿ EL LISTADO DE COMPONENTES O REPUESTOS ESTÁ COMPLETO ? (Verificar con documentación del proveedor o especificaciones )	SI <input type="checkbox"/> _____ NO <input type="checkbox"/> _____
5).- ¿ APRUEBA EL EQUIPO / MATERIAL PARA SU RECEPCIÓN ?	SI <input type="checkbox"/> _____

Figura 4-3. Informe recepción de equipos o materiales

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

D. Según tipo de mantenimiento

Son protocolos que explican en detalle de forma intuitiva los trabajos a realizar, entregando valores medibles y cuantificables, de manera que se pueda llevar un control de cada intervención con el fin de llevar un catastro físico y virtual de la actividad realizada. Son Protocolos que deben ser llenados por el supervisor de obra y revisado por el Ing. De Confiabilidad (planificador), para que pueda dar visto bueno, llevando un orden de tareas, del cual se emitirá como informe al Gerente de Producción de la empresa.

a. Protocolo de intervención de rodamientos


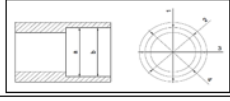
USADO				NUEVO			
DESIGNACIÓN DEL RODAMIENTO				DESIGNACIÓN DEL BUJE			
DESIGNACIÓN DEL SOPORTE				DESIGNACIÓN DEL OBTURADOR			
DESIGNACIÓN DE LA TUERCA				DESIGNACIÓN DE LA ARANDELA			
RODAMIENTO	BUENO	MALO		SOPORTE	BUENO	MALO	
SELLOS	BUENO	MALO		ARANDELA	BUENO	MALO	
BUJE	BUENO	MALO		ANILLO FIJACIÓN	BUENO	MALO	
CARAS	BUENO	MALO					
<b>METROLOGIA</b>							
<b>EJE</b>							
		TOLERANCIA		1	2	3	4
		A					
		B					
<b>ALOJAMIENTO</b>							
		TOLERANCIA		1	2	3	4
		A					
		B					
<b>METODO DE MONTAJE</b>							
<b>MECANICO</b>		<b>CALADO AXIAL</b>			<b>DRIVE-UP</b>		
JRI INICIAL		CONICIDAD		% REDUCCIÓN			
REDUCCIÓN		CALADO AXIAL		PRESIÓN INICIAL			
JRI FINAL		PIE DE METRO		DRIVE-UP			
		RELOJ COMPARADOR					
<b>LUBRICACION</b>							
GRASA	DESCRIPCION				% LLENA CANTIDAD INICIAL		
ACEITE	TIPO				CAPACIDAD		
<b>TORQUE</b>							
PERNO BASE				PERNOS TAPA			

Figura 4-4. Protocolo de rodamientos

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

b. Protocolo dimensional de eje y agujero

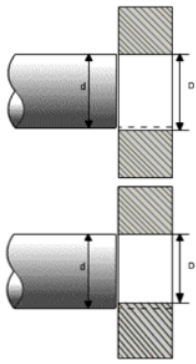
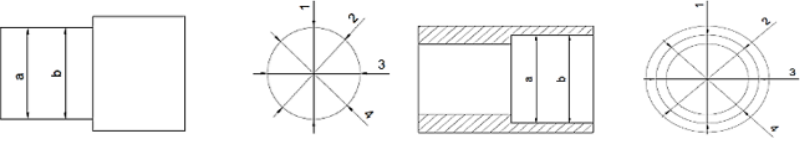
CLIENTE: _____	AREA: _____				
EQUIPO: _____	TAG: _____				
<b>METROLOGIA</b>					
	<b>EJE</b>				
	<b>TOLERANCIA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	A				
	B				
		<b>AGUJERO</b>			
	<b>TOLERANCIA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	A				
	B				
					
<b>METODO DE MONTAJE</b>					
FRÍO					
CALIENTE	TEMPERATURA DE MONTAJE				

Figura 4-5. Protocolo dimensional de eje

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

c. Protocolo reductor



	<b>SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>			CODIGO	F-
				REVISIÓN	1
	<b>PROTOCOLO DE REDUCTOR</b>			FECHA	14-06-2022
			HOJA	1 DE 1	
CLIENTE: _____	AREA _____				
EQUIPO: _____	TAG _____				
<b>IT</b>	<b>LISTA DE VERIFICACIÓN</b>	<b>BUENO</b>	<b>MALO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	NIVEL DE ACEITE				
2	ESTADO DEL VISOR				
3	ESTADO DEL RETEN DE ENTRADA				
4	ESTADO DEL RETEN DE SALIDA				
5	ESTADO DE TAPAS				
6	ESTADO DEL VENTEO				
7	ESTADO DE LA VÁLVULA DE DRENAJE				
8	GIRO LIBRE DEL REDUCTOR				
9	ESTADO DEL LUBRICANTE				
10	ESTADO DEL BRAZO DE TORQUE				
11	ESTADO DE LOS PERNOS DE FIJACIÓN				
Página 1					
OBSERVACIONES: _____					

Figura 4-6. Protocolo reductor

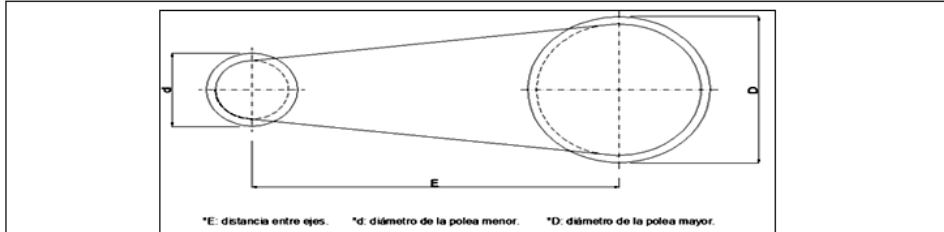
Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

d. Protocolo transmisión por poleas y correas

	<b>SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	CODIGO	F-
	<b>PROTOCOLO DE SISTEMA DE TRANSMISION POR CORREAS Y POLEAS</b>	REVISIÓN	1
		FECHA	14-06-2022
		HOJA	1 DE 1

CLIENTE: ..... AREA: .....

EQUIPO: ..... TAG: .....



DATOS GENERALES							
DISTANCIA ENTRE CENTROS (mm)				POTENCIA DEL MOTOR (Kw)			
D. POLEA MOTRIZ (mm)				VELOCIDAD DEL MOTOR (RPM)			
D. POLEA CONDUCTIDA (mm)							
CORREAS							
TIPO DE CORREA	CONDICION		TENSION CALCULADA		TENSION APLICADA		
ESTADO DE CORREAS							
BUENO	MALO	DESGASTE EXCESIVO	CON GRIETAS	OTRO			
POLEAS							
ALINE. DE POLEAS		Nº DE CANALES	TIPO P. MOTRIZ		TIPO P. CONDUCTIDA		
BUENO	MALO	DESGASTE EXCESIVO	CON GRIETAS	OTRO			

Figura 4-7 Protocolo de transmisión por poleas y correas

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

4.3.3.3. Seguridad

E. AST

Un análisis de trabajo seguro es un protocolo que debe contar con ciertas características, las cuales permitan al encargado de prevención detallar y visualizar los riesgos inherentes al trabajo a realizar, con el fin de entregar un plan de acción capaz de controlar los posibles accidentes y/o enfermedades profesionales que puedan implicar dicha actividad. Es un protocolo que debe ser llenado en la visita a terreno por el Ingeniero a cargo y entregado al jefe de Prevención, para que dé visto bueno y posteriormente sea entregado al Gerente de Producción para su respectivo control.

ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO										CRISTALES <b>DIALUM</b>		
Versión		Objetivo				Empresa			Fecha			
14-06-2022		Analizar e identificar los riesgos inherentes presentes en el área de trabajo a intervenir con el fin de evitar posibles accidentes de trabajo y/o enfermedades profesionales.				Dialum Laminated Glass						
Realizado por			Revisado por			Trabajo a Ejecutar			Código AST			
Firma			Firma			Nombre del equipo			Área de trabajo			
									Código de Estándar EET-			
Recursos/Coordinación/Permisos			Personal		EPP		Equipos/Herramientas e Insumos					
N°	ITEM	Estado	Supervisor	Proveedores	Uso de	Otros:						
1	Cuenta con personal necesario y calificada para la obra		Inq. Planificación		Pr. Auditiva							
2	Cuenta con equipar y herramientas necesarias		Inq. Cantabilidad		Lentes de seguridad							
3	Dispone de materiales, repuestos e insumos		Mecánica		Gaucher							
4	Realidad con dimensiones necesarias para ingresar al sitio		Alineador		Capotes de seguridad							
5	Cuenta con las guías de equipar y/o línea de producción		Pañalera		Carota facial							
6	Solicitud el Permiso de Trabajo y/o Orden de Trabajo		Inq. Calidad		Marcarillar							
Identificar operaciones y condiciones que puedan afectar o verse afectadas con el desarrollo de la actividad										Medidas de control		
1	Equipar y maquinari operando.	10	Superficies calientes.									
2	Trabajar en niveles superiores e inferiores.	11	Señalización deficiente									
3	Temperatura extrema.	12	Iluminación deficiente									
4	Vibraciones.	13	Otras:									
5	Ventilación y extracción deficiente.											
6	Falta de orden y aseo.											
7	Espacio confinado.											
8	Presencia de gases o aerosol polvorientos.											
9	Delimitación del área de trabajo											
Evaluación Ambiental y Comunidad												
La ejecución del trabajo genera residuos:		<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Peligroso	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Destinar en:					
Genera impacto al medio ambiente		<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Comunidad	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	¿Cuáles?					
V'B' Jefe de Prevención						V'B' Gerente de producción						

Figura 4-8. Análisis de trabajo seguro

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

Para entender el modo en que operará el conducto regular, se presenta el diagrama 4-2, el cual explica de manera visual el orden de ejecución de un trabajo bajo la nueva normativa a implementar. Cabe destacar que este conducto regular debe ser de conocimiento público en la organización, además debe ser respetado por todos los involucrados en el pilar de mantenimiento planeado de Dialum Laminated Glass.

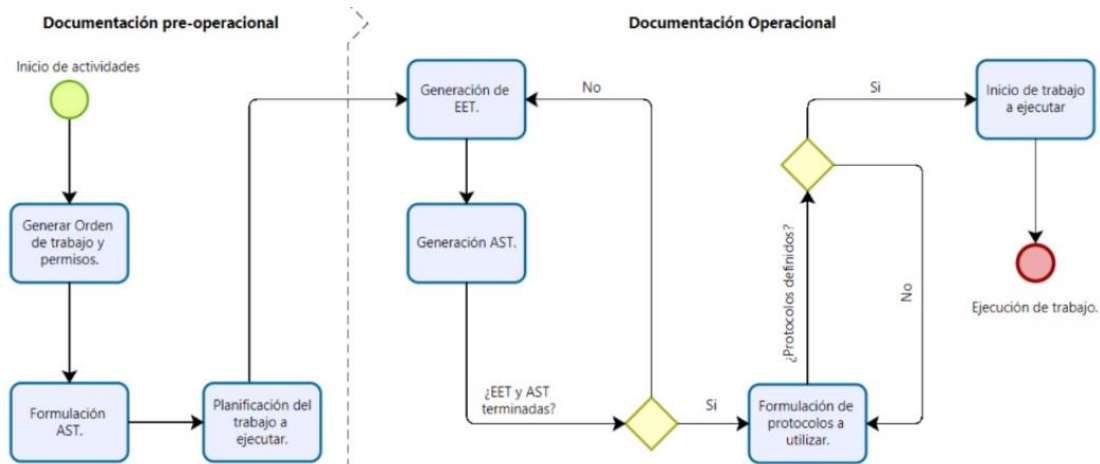


Diagrama 4-2. Funcionamiento conducto regular

Fuente: Elaboración propia en plataforma Bizagi

#### 4.3.4. Mantenimiento preventivo

El plan de mantenimiento preventivo que será aplicado en Dialum Laminated Glass es el propuesto por el antiguo memorista que intervino en la planta. Este plan será potenciado mediante una calendarización de actividades, un historial de mantenimiento, documentación asociada a las actividades preventivas y por último medidas de seguridad que amparen a los trabajadores y a los activos de la organización.

##### 4.3.4.1. Análisis de criticidad

El presente plan de mantenimiento se fundamenta en el análisis de equipos críticos en la planta de Dialum Laminated Glass. A continuación, se presenta el análisis de criticidad que fue realizado por el anterior memorista y adoptado por Dialum Laminated Glass:

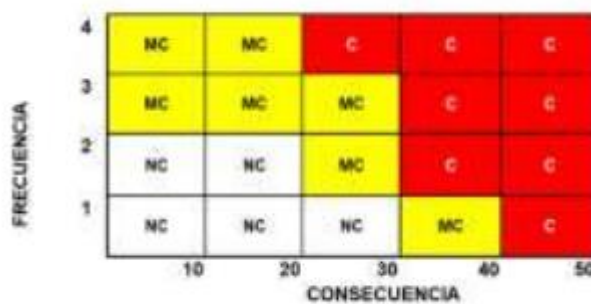


Figura 4-9. Matriz de criticidad

Fuente: Biblioteca Dialum Laminated Glass

Teniendo en cuenta la siguiente clasificación de criticidad se pueden obtener los siguientes resultados:

ANÁLISIS DE CRITICIDAD	
EQUIPO A EVALUAR:	PUNTUACIÓN
CNC	
FRECUENCIA DE FALLA	2
IMPACTO OPERACIONAL	7
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	2
COSTOS DE MANTENIMIENTO	2
IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE HIGIE	2
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>
FRECUENCIA DE FALLA	2
CONSECUENCIA	18
CRITICIDAD	No crítico

Figura 4-10. Análisis de criticidad CNC

Fuente: Biblioteca Dialum Laminated Glass

ANÁLISIS DE CRITICIDAD	
EQUIPO A EVALUAR:	PUNTUACIÓN
LAVADORA	
FRECUENCIA DE FALLA	3
IMPACTO OPERACIONAL	10
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	2
COSTOS DE MANTENIMIENTO	2
IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE HIGIE	4
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>
FRECUENCIA DE FALLA	2
CONSECUENCIA	26
CRITICIDAD	Medio crítico

Figura 4-11. Análisis de criticidad lavadora

Fuente: Biblioteca Dialum Laminated Glass

ANÁLISIS DE CRITICIDAD	
EQUIPO A EVALUAR:	PUNTUACIÓN
AUTOCLAVE	
FRECUENCIA DE FALLA	1
IMPACTO OPERACIONAL	9
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	4
COSTOS DE MANTENIMIENTO	3
IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE HIGIE	8
<b>TOTAL</b>	<b>26</b>
FRECUENCIA DE FALLA	2
CONSECUENCIA	47
CRITICIDAD	Crítico

Figura 4-12. Análisis de criticidad autoclave

Fuente: Biblioteca Dialum Laminated Glass

ANÁLISIS DE CRITICIDAD	
EQUIPO A EVALUAR:	PUNTUACIÓN
CALANDRA	
FRECUENCIA DE FALLA	2
IMPACTO OPERACIONAL	9
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	4
COSTOS DE MANTENIMIENTO	3
IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE HIGIE	4
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>
FRECUENCIA DE FALLA	2
CONSECUENCIA	43
CRITICIDAD	Crítico

Figura 4-13. Análisis de criticidad calandra

Fuente: Biblioteca Dialum Laminated Glass

ANÁLISIS DE CRITICIDAD		
EQUIPO A EVALUAR:	SECADORA	PUNTUACIÓN
FRECUENCIA DE FALLA		2
IMPACTO OPERACIONAL		4
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		2
COSTOS DE MANTENIMIENTO		1
IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE HIGIE		2
<b>TOTAL</b>		<b>11</b>
FRECUENCIA DE FALLA		2
CONSECUENCIA		11
CRITICIDAD		Medio critico

Figura 4-14. Análisis de criticidad secadora

Fuente: Biblioteca Dialum Laminated Glass

ANÁLISIS DE CRITICIDAD		
EQUIPO A EVALUAR:	SALA LIMPIA	PUNTUACIÓN
FRECUENCIA DE FALLA		3
IMPACTO OPERACIONAL		7
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		2
COSTOS DE MANTENIMIENTO		2
IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE HIGIE		4
<b>TOTAL</b>		<b>18</b>
FRECUENCIA DE FALLA		2
CONSECUENCIA		20
CRITICIDAD		Medio critico

Figura 4-15. Análisis de criticidad sala limpia

Fuente: Biblioteca Dialum Laminated Glass

Teniendo en total dos equipos críticos, los cuales son:

- a) Autoclave
- b) Calandra

Además, dentro del piso planta, bajo este análisis se puede concluir que tres de los cuatro equipos restantes son de mediana criticidad. Estos equipos o zonas son:

- a) Secadora
- b) Lavadora
- c) Sala limpia

Por ultimo se puede mencionar a la cortadora CNC como el equipo no critico dentro del piso planta en Dialum Laminated Glass. Las acciones preventivas irán enfocadas por prioridad en base a los caracteres de criticidad que tengan asociados cada equipo.

#### 4.3.4.2. Acciones preventivas

El plan de mantenimiento antes mencionado se basa en las acciones preventivas que especifican los manuales de los equipos. Cabe destacar que las acciones ahí descritas son el mantenimiento preventivo más básico especificado por los fabricantes.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	TAG	DESCRIPCION ACTIVIDADES GENERALES	FRECUENCIA						
					DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	2 MESES	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL O MAS
		N/A	N/A	Comprobar limpieza	X						
		N/A	N/A	Quitar vidrios rotos	X						
		N/A	N/A	Limpieza líneas de circulación de agua	X						
		N/A	N/A	Comprobar estado de espaldas		X					
		N/A	N/A	Tensión de correas			X				
		N/A	N/A	Tensión de correa (Comprobar o cambiar)			X				
		N/A	N/A	Comprobar distancia de espaldas / rodillos o cambiar			X				
		N/A	N/A	Limpieza lado interior de la maquina			X				
		N/A	N/A	Cambio o limpieza de filtros ventilador							X
		N/A	N/A	Intercambiador de circuitos							X
<b>DESCRIPCION ACTIVIDADES ESPECIFICAS COMPONENTES</b>											
				Inspeccion visual			X				
				Inspeccion de ruidos			X				
				Lectura de temperatura			X				
		MOTOR CEPILLO 1 (P1)	MC 01	Comprobacion de torque						X	
				Alineamiento						X	
				Vibraciones			X				
				Temperatura			X				
				Inspeccion visual			X	X			
		MOTOR CEPILLO 2 (P1)	MC 02	Inspeccion de ruidos			X				
				Lectura de temperatura			X				
				Comprobacion de torque						X	
				Alineamiento						X	
				Vibraciones			X				
				Temperatura			X				
				Inspeccion visual			X	X			
				Inspeccion de ruidos			X				
				Lectura de temperatura			X				
		MOTOR CEPILLO 3 (P1)	MC 03	Comprobacion de torque						X	
				Alineamiento						X	
				Vibraciones			X				
				Temperatura			X				
				Inspeccion visual			X	X			
				Inspeccion de ruidos			X				
				Lectura de temperatura			X				

Figura 4-16. Actividades preventivas

Fuente: Memorista anterior Dialum Laminated Glass

#### 4.3.4.3. Calendarización de actividades preventivas

La calendarización de actividades se realizará mediante Project con el fin de que el plan de mantenimiento se amolde a los tiempos establecidos por Dialum Laminated Glass.

Nombre de tarea	Duración
<b>Lubricación Autoclave</b>	<b>1,38 días</b>
Previas	1,38 días
Visita a Terreno	2 horas
Compra de materiales e	3 horas
Generacion de permisos y protocolos.	3 horas
Contratación de personal.	12 horas
<b>Inicio del proyecto</b>	<b>0,11 días</b>
Detención de proceso Autoclave.	10 mins
Despresurizar el sistema.	15 mins
Comprobar exceso de presión.	15 mins
Apagar equipo Autoclave.	10 mins
Realizar bloqueo del equipo.	5 mins
<b>Superficie de contacto rodamientos</b>	<b>0,1 días</b>
Lubricar bisagra de puerta.	10 mins
Lubricar bisagra plegable.	10 mins
Lubricar bisagra oscilante.	10 mins
Lubricar accionamiento de	10 mins
Lubricar dispositivo giratorio de	10 mins
<b>Engranajes</b>	<b>0,1 días</b>
Lubricar engranajes dentados.	10 mins
Lubricar engranajes accionados manualmente.	10 mins
Inspeccionar dispositivos de	10 mins
Lubricar rodamientos de pernos de tapa	10 mins
Lubricar rodamientos de bola	10 mins
<b>Tareas de entrega</b>	<b>0,16 días</b>
Ordenar y guardar herramientas utilizadas.	5 mins
Recoger y segregar desechos correctamente.	5 mins
Notificar término del trabajo a Jefe de Mantenición.	5 mins
Realizar comisionamiento con Jefe de Mantenición.	25 mins
Entregar equipo a OO.PP (operaciones)	15 mins
Realizar desbloqueo del equipo.	10 mins
Encendido de Autoclave	10 mins
<b>Fin proyecto.</b>	<b>1 día</b>

Figura 4-17. Calendarización

Fuente: Elaboración propia en plataforma Project

#### 4.3.4.4. Historial de mantenimiento

Mediante la implementación de TPM se establece que debe existir un historial de mantenimiento que sea actualizado por el responsable del pilar de mantenimiento planeado, con el fin de poder dar seguimiento al funcionamiento de los equipos como de las averías no programadas que aparezcan en el camino. Esto para luego poder estudiar mediante herramientas de análisis el mejoramiento en los procesos (FMEA, Pareto, Ishikawa, etc).

El historial de mantenimiento creado para Dialum Laminated Glass, es un Macros formulado en la plataforma Excel, con el fin de tener un historial asincrónico al que posee la empresa (Fractal).



Figura 4-18. Vista ingreso de actividades en historial de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

Mantenimiento DIALUM							
Fecha	TAG del equipo	Actividad	Descripción	Responsable	Comentario	Próxima intervención	
06-06-2022	ALP-557	Inspección visual	Revisión por fugas	Juan	Excesivo nivel aceite	05-11-2022	
05-05-2002	FDQ-551	Inspección visual rodamientos	DFSFDS	Juan	N/A	01-02-2022	
01-01-2022	FDQ-551	Cambio empaquetadura	lubricación	Juan	No existía respuesta	06-09-2022	
01-04-2022	QLL-984	Cambio led	Led quemado	Pedro	Excesiva suciedad	08-02-2022	
01-02-2022	TTR-102	Cambio correa	N/A	Mario	N/A	08-06-2022	

Figura 4-19. Vista historial de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

#### 4.3.4.5. Documentación

El conducto regular jugará un punto importante en lo que es plan de mantenimiento, ya que no sirve de nada tener definidas acciones preventivas si no son documentadas para el posterior estudio. La documentación descrita en el conducto regular es imperante a la hora de analizar el porqué de una falla en un equipo. Esto complementa al historial de mantenimiento, potenciando la forma en que se abordarán acciones tanto de control como realización de actividades.

Algunos de los documentos que no pueden faltar en este plan de mantenimiento (documentación que debe ser llenada cada vez que se realicen trabajos), son las ordenes de trabajo, el EET y el AST, debido a que esta documentación rige y da a conocer los riesgos y acciones que deberán realizar y sortear a la hora de efectuar un trabajo en terreno (acciones de mantención).



25	Cola de chanco	Set extractor de pernos de 3 a 20 mm 5 piezas	1
26	Flexómetro	Flexómetro 8 metros STANLEY	1
27	Nivel de mano	Nivel torpedo 8"	1
28	Pie de metro	Pie de metro 6" MITUTOYO	1
29	Termómetro	Termómetro infrarrojo digital uso industrial -50°C a 400°C	1
<b>LISTADO DE EQUIPOS</b>			
N°	Nombre	Descripción	Cant
1	Equipo de alineamiento	Alineador laser de ejes inalámbrico DOO-VLPLUS	1
2	Equipo de vibraciones	Analizador de vibraciones VIBRIO M+ DDS Free	1
3	Equipo alineamiento de polea	Alineador laser LBT	1

Tabla 4-3. Listado herramientas y equipos

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

#### 4.3.5. Control y corrección

La etapa de control está a cargo del planificador, el cual mediante ciertas herramientas que se presentarán a continuación, deberá velar por cumplir los objetivos y tiempos dispuestos por la gerencia de Dialum Laminated Glass. Con dichas herramientas debe ser capaz de interpretar que tanto se ajusta el pilar de mantenimiento planeado a los requerimientos de la gerencia. En caso de que no se logren cumplir los objetivos y tiempos propuestos por la gerencia, el planificador deberá corregir el rumbo del pilar mediante herramientas de análisis que demuestren las causales para su posterior corrección.

Según lo señalado anteriormente se presentan las herramientas de control que poseerá el pilar de mantenimiento planeado:

##### 4.3.5.1. Balanced Scorecard

El Balanced Scorecard es el método base con el cual se podrá controlar el pilar de mantenimiento planeado, así también permitirá controlar la estrategia de mantenimiento que utilizará Dialum Laminated Glass. El control tanto del pilar como de la estrategia (plan de mantenimiento), se regirá mediante la revisión de los siguientes indicadores:

##### a. Tiempo de detención

Debe ser un indicador medido en horas, el cual informará las horas en que la producción estuvo detenida, sin importan la naturaleza de la detención. Este

indicador debe ser controlado mensualmente por el gerente de producción, el cual debe encontrar la causa raíz y velar por su contención (que no se presente nuevamente).

b. Eficiencia

Si bien la eficiencia de un proceso productivo no depende como indicador del departamento de mantenimiento, este último debe velar por que las maquinas y equipos involucrados en dicho proceso no fallen de manera imprevista. Es por esto por lo que se mencionará como calcular este indicador.

$$\text{Eficiencia} = \left( \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción ideal o estándar}} \right) * 100$$

Siendo la producción real:

$$\text{Producción real} = \frac{\text{kg de cristales laminados producidos}}{\text{Tiempo real de producción}}$$

Siendo la producción ideal o estándar:

$$\text{Producción ideal} = \frac{\text{kg de cristales laminados esperado}}{\text{Tiempo esperado de producción}}$$

c. Incidentes

Corresponde al indicador asociado a la seguridad en el proceso productivo de Dialum Laminated Glass. En otras industrias se conoce como días sin accidentes. En Dialum Laminated Glass se espera que este indicador sea cero, el cual será controlado de manera mensual por el encargado del pilar de mantenimiento.

d. Defectos

Debido a que los defectos tanto en los cristales fabricados como en la materia prima significarían un reproceso (altos costos asociados), en Dialum Laminated Glass se tiene como objetivo producir menos de diez defectos mensuales en los productos elaborados. Este indicador va directamente asociado al encargado de calidad, el cual debe inspeccionar los productos elaborados, además de visitar las áreas de producción con el fin de controlar cualquier problema que pueda desencadenar un producto deficiente (materias primas en mal estado).

e. MTTR

El MTTR corresponde al tiempo empleado en la reparación de un equipo, dicho tiempo se estima desde que el equipo falla hasta que el departamento de mantenimiento lo devuelve a las condiciones de operación iniciales (sin fallas). En Dialum Laminated Glass el MTTR tiene objetivo a definir por la gerencia.

La fórmula de cálculo es:

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo total de mantenimiento correctivo}}{\text{Número de acciones de reparación}}$$

El MTTR se espera que siempre vaya a la baja, en caso de que este incremento debe ser analizado y buscar la forma de reducir dicho indicador mediante planes de acción u otra acción que estime conveniente Dialum Laminated Glass.

f. MTBF

Este indicador se calcula para conocer la disponibilidad que posee un equipo o un proceso, a su vez nos ayuda a conocer o estima la confiabilidad que posee dicho equipo o proceso. En palabras más sencillas el MTBF representa el tiempo que un equipo funciona sin fallas. La fórmula de cálculo es:

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo de inactividad}}{\text{Número de paradas por fallas}}$$

En caso de que el MTBF sea:

- i. Alto o dentro de los objetivos propuestos por la gerencia, refleja una buena administración del departamento, donde los procedimientos son realizados a cabalidad con altos estándares de calidad.
- ii. Bajo los objetivos propuestos por la gerencia, refleja procedimientos de baja calidad, personal poco capacitado o el no cumplimiento de actividades. Esto da pie para reestructurar el departamento de mantención.

g. % de actividades completadas

Corresponde al porcentaje de cumplimiento de actividades preventivas que están planificadas en el plan de mantenimiento. Este porcentaje se debe controlar de manera semanal. Dicho indicador será controlado por el planificador de mantención, el cual debe informar el estado de este indicador al personal de mantención en las reuniones de cinco minutos.

h. Mantenimiento correctivo

Hace alusión al costo de mantenencias no previstas durante un mes. En Dialum Laminated Glass se tiene como objetivo 0 CLP ( 0 USD). En caso de que este indicador sea superior al objetivo, se deben incluir procedimientos de control de dichas averías, para contemplarlas en el plan de mantenimiento y poder prevenir su nueva aparición. Este indicador es controlado por el planificador de mantenimiento y debe ser de conocimiento público de la empresa en general (todos los participantes).

<b>BALANCED SCORECARD</b>						
<b>Directriz</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Medición</b>	<b>jul-22</b>	<b>ago-22</b>	<b>sept-22</b>
<b>Producción</b>	Tiempo de detención	< 13 H	Semanal			
	Eficiencia	> 90%	Mensual			
<b>Seguridad</b>	Incidentes	0	Mensual			
<b>Calidad</b>	Defectos	< 1,5%	Mensual	8	14	11
<b>Mantenición</b>	MTTR	< 18 H	Mensual			
	MTBF	> 5580 H	Mensual			
	Actividades	100%	Semanal			
<b>Costos</b>	Man. Correctivo	1,200,000 CLP	Anual			

Tabla 4-4. Balanced Scorecard

Fuente: Elaboración propia en colaboración Dialum Laminated Glass

4.3.5.2. Dashboard

El Dashboard creado para Dialum Laminated Glass es una herramienta de control diaria, en el cual resaltan los KPI's más relevantes para el negocio en el ámbito de mantención, los cuales fueron presentados en el Balanced Scorecard. La particularidad del Dashboard es que muestra de manera visual y llamativamente el desempeño de los KPI's, además de entregar un panorama sobre cómo se está realizando el mantenimiento (correcta o incorrectamente).

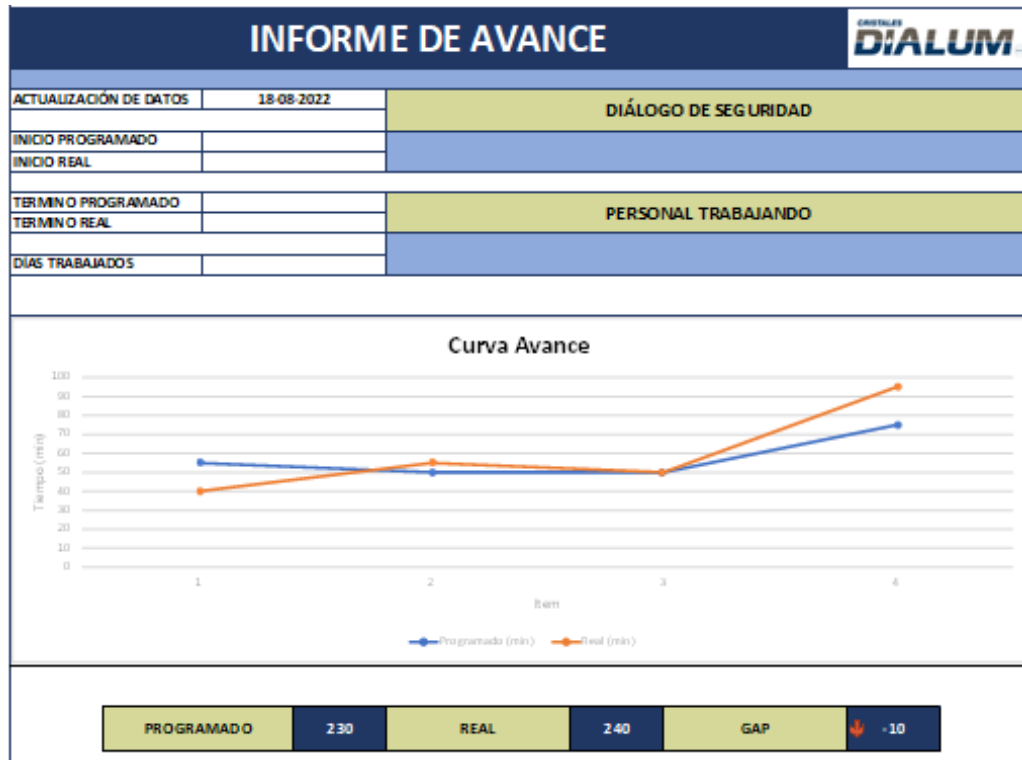


Figura 4-21. Ejemplo de Dashboard

Fuente: Elaboración propia en colaboración Dialum Laminated Glass

#### 4.3.5.3. Auditorías internas

Las auditorías internas son herramientas de carácter presencial, esto quiere decir que un auditor interno, seleccionado por la alta gerencia, cada tres o seis meses debe realizar:

- Inspección minuciosa de los documentos presentados en este plan piloto (que se esté respetando el conducto regular).
- Evaluación del cumplimiento del plan de mantenimiento utilizado en Dialum Laminated Glass (revisión de indicadores KPI).
- Realizar revisión de conocimiento global sobre el pilar de mantenimiento planeado (política de mantenimiento, indicadores, metas, objetivos, seguridad operacional, etc).
- Realizar evaluaciones que la empresa Dialum Laminated Glass estime conveniente.

#### 4.3.5.4. Revisión historial de mantenimiento

Un punto muy importante dentro del plan de mantenimiento a realizar en Dialum Laminated Glass es la revisión de este, lo anterior se debe a que, el plan de mantenimiento debe aumentar la disponibilidad de los equipos, aumentar la calidad de los productos

elaborados y en algunos casos aumentar la producción. Este punto se llevará a cabo de la siguiente manera:

- a. Revisión de cumplimiento de actividades preventivas (% de actividades completadas).
- b. Realizar análisis de Pareto para encontrar los principales fenómenos correctivos (fallas no previstas que detengan o dañen la elaboración de productos).
- c. En base al análisis de Pareto generar un diagrama de Ishikawa, para encontrar las principales causas de los fenómenos encontrados en el análisis de Pareto.
- d. Elevar plan de acción para evitar la reaparición de los fenómenos correctivos encontrados.

En materia de corrección de causales que desvían al pilar de los objetivos y tiempos propuestos por la gerencia, se presentan herramientas que ayuden a ajustar el pilar a los requerimientos propuestos por la gerencia:

#### 4.3.5.5. Capacitación del personal

La capacitación del personal es una herramienta que sin dudas ayuda en la prevención y corrección tanto de fallas como el aseguramiento de calidad en los procedimientos realizados. Es primordial capacitar al personal en materia de reparación, mantenimiento, correcta ejecución de procedimientos, generación de proyectos, informes y documentación en general, seguridad operacional, técnicas de diagnóstico predictivo, entre otros ámbitos. Tener un personal altamente calificado, significa a largo plazo una disminución considerable de gastos no previstos por visitas de técnicos externos a la empresa.

En primera instancia se recomienda a Dialum Laminated Glass capacitar al menos a un mantenedor en materia de mantenimiento (cambio de componentes, funcionamiento y seguridad) de equipos existentes en la planta, catalogados como críticos como son:

- a. Autoclave.
- b. Calandra.
- c. Equipos en sala de laminado.

La capacitación se debe realizar al menos seis meses después de recibir el presente proyecto. Cabe destacar que la evaluación económica de dicha capacitación deberá efectuarse al momento en que este proyecto sea puesto en marcha.

En segunda instancia evaluar capacitaciones sobre metodología TPM con el fin de asegurar la continuación del proceso de mejora continua dentro del área de mantención y esperar su implementación en otras áreas.

#### 4.3.5.6. Reestructuración de protocolos y procedimientos

Sí el análisis del Balanced Scorecard y Dashboard arrojan resultados no satisfactorios (incumplimiento de objetivos y tiempos propuestos), Dialum Laminated Glass estará en todo derecho de reestructurar el presente pilar de mantenimiento planeado. En este caso se recomienda analizar o realizar:

- a. Análisis del historial de mantenimiento.
- b. Revisión % cumplimiento de actividades preventivas.
- c. Analizar cumplimiento del conducto regular.
- d. Realizar análisis de Pareto con los equipos principales en piso planta.
- e. Realizar FMEA en base a los resultados obtenidos en el análisis de Pareto.
- f. Solicitar visita de técnicos especialistas en equipos como autoclave, calandra, máquina Lisek.
- g. Licitar auditoría externa en metodología TPM.
- h. En último caso evaluar reemplazo del presente plan piloto por alguna metodología que estime conveniente Dialum Laminated Glass.

El último punto resulta ser el más drástico, por lo cual se recomienda utilizar todos los puntos mencionados antes de evaluar el reemplazo. Cabe destacar que estas son recomendaciones, es decisión de Dialum Laminated Glass los pasos a seguir en caso de que se presente el panorama antes mencionado.

#### 4.3.6. Evaluación económica

En cuanto al ámbito monetario, resulta importante tener un control del manejo de recursos económicos. Es por esto que Dialum Laminated Glass genera un manejo responsable en cuanto a ingresos y salidas. Es importante resaltar que los datos obtenidos y presentados en el presente plan de mantenimiento corresponden a datos recopilados por el memorista anterior, los cuales han sido actualizados a valores de mercado actual. Dentro de los ítems a evaluar se encuentra primeramente la Disponibilidad de las líneas de producción, el cual entrega el rendimiento de un proceso en función de la mantenibilidad, costos por tiempos muertos, valores de mercado de los profesionales contratados, herramientas y equipos que se encuentran en bodega entre otros aspectos. A continuación, se detallan los valores mencionados anteriormente.

##### 4.3.6.1. Tablas de evaluación económica

<b>DISPONIBILIDAD</b>			
<b>MES</b>	<b>TIEMPO DISPONIBLE</b>	<b>TM MECANICO</b>	<b>IMPACTO DISPONIBILIDAD</b>
JULIO	198	35,87	82%
AGOSTO	198	32,72	83%
SEPTIEMBRE	189	41,27	78%
OCTUBRE	180	39,43	78%
NOVIEMBRE	189	48	75%
		PROMEDIO	79%

Tabla 4-5. Disponibilidad equipos

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

Esta tabla representa la Disponibilidad que tuvo Dialum Laminated Glass en cuanto a producción en el segundo semestre del año 2021, en donde se explica que, por cada mes producido de un tiempo disponible en horas de un respectivo mes, hubo un tiempo de mantención mecánico en el que se debió realizar mantenciones correctivas al o los equipos que componen la línea productiva de la planta, entregando así un valor porcentual respecto a cada mes.

BASE PARA CALCULOS		
DESCRIPCIÓN	COSTO HORA	COSTO MENSUAL
VALOR HORA/PRODUCCIÓN	\$ 2.087.431	\$ 375.737.580
VALOR HH MECANICO	\$ 3.561	\$ 640.980
VALOR HH ELECTRICO	\$ 3.561	\$ 640.980
VALOR HH OPERADOR	\$ 2.558	\$ 460.440
VALOR HH ING. CONFIABILIDAD	\$ 5.537	\$ 996.660

Tabla 4-6. Base para cálculos

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

La tabla “Base para cálculos” entrega una visión de los costos en peso chileno que presenta Dialum Laminated Glass en cuanto a producción, servicios de personal mecánico para mantención, supervisor para velar por el cumplimiento de las tareas programadas y un ingeniero de confiabilidad que programe un mantenimiento de manera mensual o semanal.

Producción (\$)			
	Toneladas	Valor \$USD	Valor CLP
Mes	175	\$ 400.000	\$ 380.000.000
Día	8,75	\$ 20.000	\$ 19.000.000
Hora	0,972222222	\$ 2.222	\$ 2.111.111

Tabla 4-7. Costos de Producción

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

La tabla 4-7 “Costos de Producción” visualiza los ingresos que Dialum Laminated Glass presenta por mes de manera aproximada, entregando los valores por mes, día y hora de producción, en donde se puede deducir a su vez que al no cumplir con ciertos parámetros de mantención la cantidad de dinero expresada en la tabla deberá descontarse de acuerdo con los valores presentes según corresponda.

DESCRIPCION	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
COSTO POR DETENCION DEL PROCESO	\$ 75.725.556	\$ 69.075.556	\$ 87.125.556	\$ 83.241.111	\$ 101.333.333
COSTO HH MECANICO	\$ 156.931	\$ 143.150	\$ 180.556	\$ 172.506	\$ 210.000
COSTO HH SUPERVISOR	\$ 179.350	\$ 163.600	\$ 206.350	\$ 197.150	\$ 240.000

Tabla 4-8. Costos de detención del proceso

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

La tabla 4-8 “Costos de detención del proceso” según los datos de tiempo mantención mecánico recopilados por la tabla 4-5 “Disponibilidad equipos” entrega un valor monetario según la cantidad de horas que la línea productiva no estaba en funcionamiento,

incluyendo a su vez el costo de personal mecánico para intervenir el o los equipos y un supervisor que velara por el cumplimiento de las tareas.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
COSTO POR CAPACITACION	\$ 2.000.000
CONTRATACION ING. CONFIABILIDAD	\$ 996.660
CONTRATACION MANTENEDOR	\$ 640.980
COSTO ENCARGADO BODEGA	\$ 460.000
COSTOS DE HERRAMIENTAS	\$ 1.120.046
COSTOS DE REPUESTOS	\$ 20.000.000
COSTO DE EQUIPOS	\$ 18.768.750
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 43.986.436</b>

Tabla 4-9. Costos operacionales

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel.

La tabla 4-9 “Costos operacionales” resume la propuesta generada en el presente plan de mantenimiento, entregando un valor claro y real de lo que significará invertir en la nueva propuesta.

<b>Merma por fallas en equipos</b>			
<b>Mes</b>	<b>Toneladas</b>	<b>Valor CLP</b>	<b>Valor USD</b>
Junio	14 ton	\$35.348.360	\$ 38.000

Tabla 4-10. Mermas

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

La tabla 4-10 “Mermas” presenta el valor monetario de las perdidas asociadas materia prima mal utilizada o productos defectuosos. En este punto se mencionan las mermas debido a que algunas son producidas por el mal funcionamiento de las maquinas por mantenciones o fallas no tratadas correctamente.

<b>PERIODO</b>	<b>Mes 0</b>	<b>Mes 1-6</b>	<b>Mes 7-12</b>
INVERSIÓN INICIAL	\$ 41.888.796		
INGRESOS PROMEDIO ACTUAL		\$ 375.737.580	\$ 375.737.580
INGRESO PROMEDIO ESPERADO		\$ 413.311.338	\$ 413.311.338
COSTO CONTRATACIÓN		\$ 2.097.640	\$ 2.097.640
COSTOS MANTENCION		\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 372.139.940</b>	<b>\$ 372.139.940</b>

Tabla 4-11. Resumen de valores

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

La tabla 4-11 “Resumen de valores” da cuenta de la inversión que se requiere para la mejora del plan de mantenimiento, como también los ingresos que tiene Dialum Laminated Glass, los valores esperados a un mediano plazo y los costos de contratación y mantención.

Considerando el costo asociado a plan piloto propuesto, se puede concluir que la inversión inicial (\$41.888.796) sería recuperada en aproximadamente 20 horas de producción, lo que equivale a dos días y dos horas productivas.

#### 4.3.6.2. Gráficos de evaluación económica

### COSTO POR DETENCION DEL PROCESO

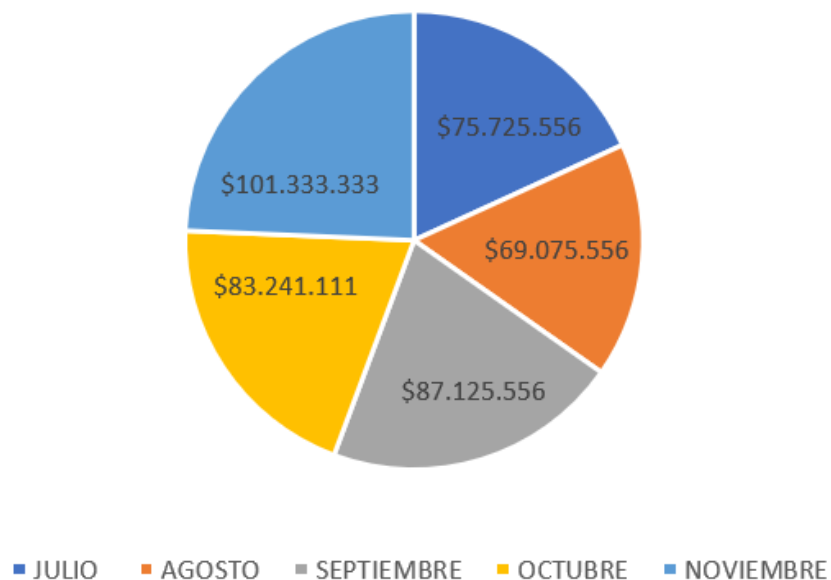
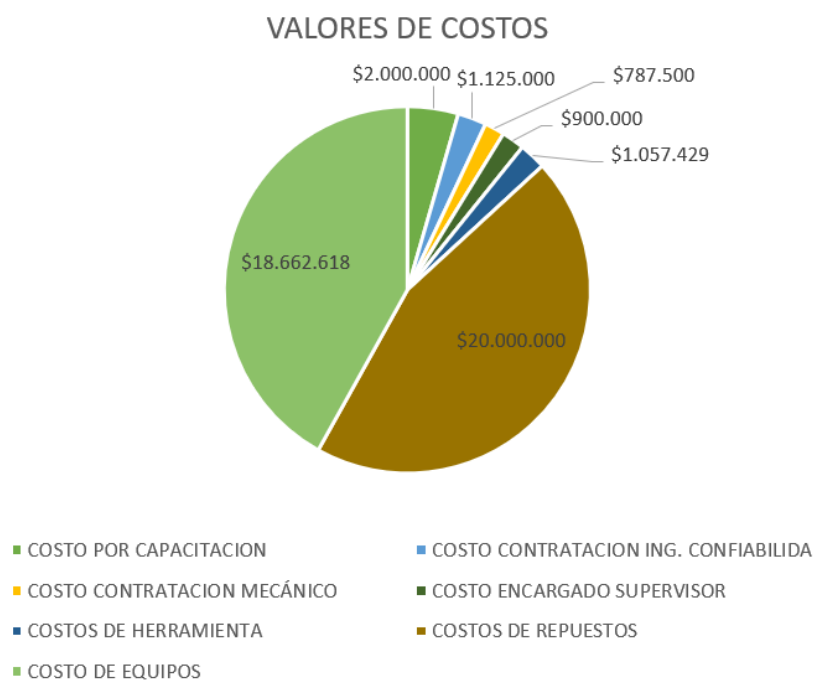


Gráfico 4-1. Costo por detención del proceso

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

El gráfico 4-1 “Costo por detención del proceso” da cuenta de lo que significó para Dialum Laminated Glass económicamente las detenciones de la línea productiva por fallas en los equipos en el segundo semestre del año 2021, siendo el mes de noviembre el más afectado por detención del proceso.



**Gráfico 4-2. Costos Operacionales**

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

El gráfico 4-2 “Costos Operacionales” entrega en resumen de manera visual y didáctica los valores que corresponden a aquellos costos en los cuáles Dialum Laminated Glass invirtió, siendo los mayores valores la compra de equipos en color verde claro y compra de repuestos en color amarillo oscuro.

## **CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1. CONCLUSIÓN**

Sin duda, la realización de este proyecto ha contribuido en la capacitación técnica de metodologías estudiadas durante el proceso universitario, las cuáles han fundamentado diferentes tipos de informes que se han basado en metodologías de mejora continua. Es por ello que, la realización de esta memoria basada en la metodología TPM, implica factores importantes a considerar dentro del proceso de una empresa, en donde la generación de sistemas de acción y protocolos de ejecución forman parte fundamental dentro del proceso productivo al llevar un control inmediato de la intervención de máquinas y equipos.

El presente proyecto que se entregará a Dialum Laminated Glass contiene diversos protocolos que abalan una correcta ejecución de las actividades propuestas en el plan de mantenimiento preventivo de la empresa, a su vez se entregaran herramientas de control, la cuales apoyaran a valga la redundancia, controlar de manera eficiente las actividades preventivas y optimizar el proceso de mejora continua mediante una base de datos robusta y fidedigna. El proyecto posee una inversión inicial, la cual alcanza la cifra de \$41.888.796 CLP, en la cual se incluyen costos asociados a compra de herramientas, equipos, capacitaciones, etc.

Con el presente proyecto se espera elevar la eficiencia del proceso productivo, reduciendo de esta manera las mermas que poseen un alto costo (alrededor de \$35.000.000 CLP mensuales).

Finalmente se puede concluir que el proyecto propuesto a Dialum Laminated Glass logró cumplir con la mayor parte de los requerimientos que fueron presentados por la Gerencia. Sin embargo, se mantiene una oportunidad de mejora en materia de reaprietes y cambio de componentes, debido a que en la investigación realizada, estas actividades no se encontraron ni en manuales de fabricantes ni en asesorías externas a la empresa.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

En Dialum Laminated Glass, se incorpora este nuevo objetivo el cual busca controlar las intervenciones de manera que la producción se mantenga en un valor favorable a las mínimas requeridas por la empresa, por lo que se recomienda a Dialum Laminated Glass:

- Capacitación Constante de manera que la empresa cuente con al menos un trabajador capacitado para intervenir los equipos que se encuentran dentro de las dependencias de la empresa, otorgando calidad a sus procesos.
- Costos por detención posibles de manera que aquellas intervenciones no programadas no signifiquen costos considerables a la hora de realizar dichas mantenciones.
- Auditorías de forma que sus procesos sean validados conforme a estándares de calidad basados en leyes y/o reglamentos estandarizados.
- Revisión de Historial de Mantenimiento de forma que el programa utilizado entregue una alerta temprana al jefe de mantención para generar una planificación del mantenimiento al equipo.
- Reestructuración de protocolos y procedimientos, de manera que sean validados cada cierto tiempo para llevar un control total y real de la producción y mantención de los equipos.

Es por ello que, a raíz de la inclusión con el ambiente laboral se requiere de estrategias que deben ser controladas y evaluadas para ofrecer una propuesta consistente con las metodologías de trabajo presentadas en este proyecto, la cual busca controlar aquellos indicadores que manifiesten cambios importantes a la línea de producción.

## **CAPÍTULO 6: BIBLIOGRAFÍA, LINKOGRAFÍA Y ANEXOS**

## 6.1. BIBLIOGRAFÍA

1. Manual del mantenimiento, Alejandro Pistarelli, 2010.
2. Técnicas del mantenimiento, F. Monchy, 2004.
3. Biblioteca virtual Dialum Laminated Glass, Maximiliano Quiroz Dapelo, 2022.
4. Repositorio USM.
5. Apuntes “Gestión del mantenimiento”, Marcelo Quiroz Neira, 2020.
6. Apuntes “Administración de la producción”, Marcelo Quiroz Neira, 2021.
7. Apuntes “Inspección y control de la mantención”, Victor Valdebenito Cartes, 2020.
8. Apuntes “Gestión estratégica”, Ivan Valenzuela Ojeda, 2021.
9. Manual formación de facilitadores, Agrosuper industrial, 2022

## 6.2. LINKOGRAFÍA

1. <https://www.revistaimg.com/>
2. <https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/47868/Gesti%C3%B3n?sequence=1>
3. <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/los-8-pilares-del-tpm-1134>
4. <https://envira.es/es/mtbf/>
5. <https://valuekeep.com/es/recursos/blog/mttr-y-mtbf/#:~:text=%C2%BFC%C3%B3mo%20se%20puede%20calcular%20el,un%20determinado%20per%C3%ADodo%20de%20tiempo.>

### 6.3 ANEXOS

ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO										CRISTALES <b>DIALUM</b>	
Versión		Objetivo				Empresa			Fecha		
14-06-2022		Analizar e identificar los riesgos inherentes presentes en el área de trabajo a intervenir con el fin de evitar posibles accidentes de trabajo y/o enfermedades profesionales.				Dialum Laminated Glass					
Realizado por			Revisado por			Trabajo a Ejecutar			Código AST		
									AST-		
Firma			Firma			Nombre del equipo			Área de trabajo		
									EET-		
Recursos/Coordinación/Permisos				Personal		EPP		Equipos/ Herramientas e Insumos			
N°	ITEM	Estado		Supervisor	Verificación	Otras:					
		S	N	Proveedores	Pr. Auditiva						
1	Cuenta con personal necesario y calificado para la obra			Inq. Planificación	Lentor de seguridad						
2	Cuenta con equipar y herramientas necesarias			Inq. Confiabilidad	Ropa de trabajo						
3	Dispone de material, repuestos e insumos			Mecánica	Guañete						
4	Realizó coordinaciones necesarias para ingresar al área			Alina-odar	Zepatar de seguridad						
5	Cuenta con bloqueos de equipar y/o líneas de producción			Pañalera	Casaca facial						
6	Solicitó el Permiso de Trabajo y/o Orden de Trabajo			Inq. Calidad	Marcarillar						
Identificar operaciones y condiciones que puedan afectar o verse afectadas con el desarrollo de la actividad										Medidas de control	
N°		N°									
1	Equipar y maquinaria operando.	10	Superficie caliente.								
2	Trabajar en niveles superiores e inferiores.	11	Señalización deficiente								
3	Temperatura extrema.	12	Iluminación deficiente								
4	Vibraciones.	13	Otras:								
5	Ventilación y extracción deficiente.										
6	Falta de orden y aseo.										
7	Espacio confinado.										
8	Presencia de gases o vapores peligrosos.										
9	Delimitación de áreas de trabajo										
Evaluación Ambiental y Comunidad											
La ejecución del trabajo genera residuos		S	NO	Peligroso	S	NO	Destinar en:				
Genera impacto al medio ambiente		S	NO	Comunidad	S	NO	¿Cuáles?				
V B Jefe de Prevención						V B Gerente de producción					

Figura 6-1. Análisis de trabajo seguro

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

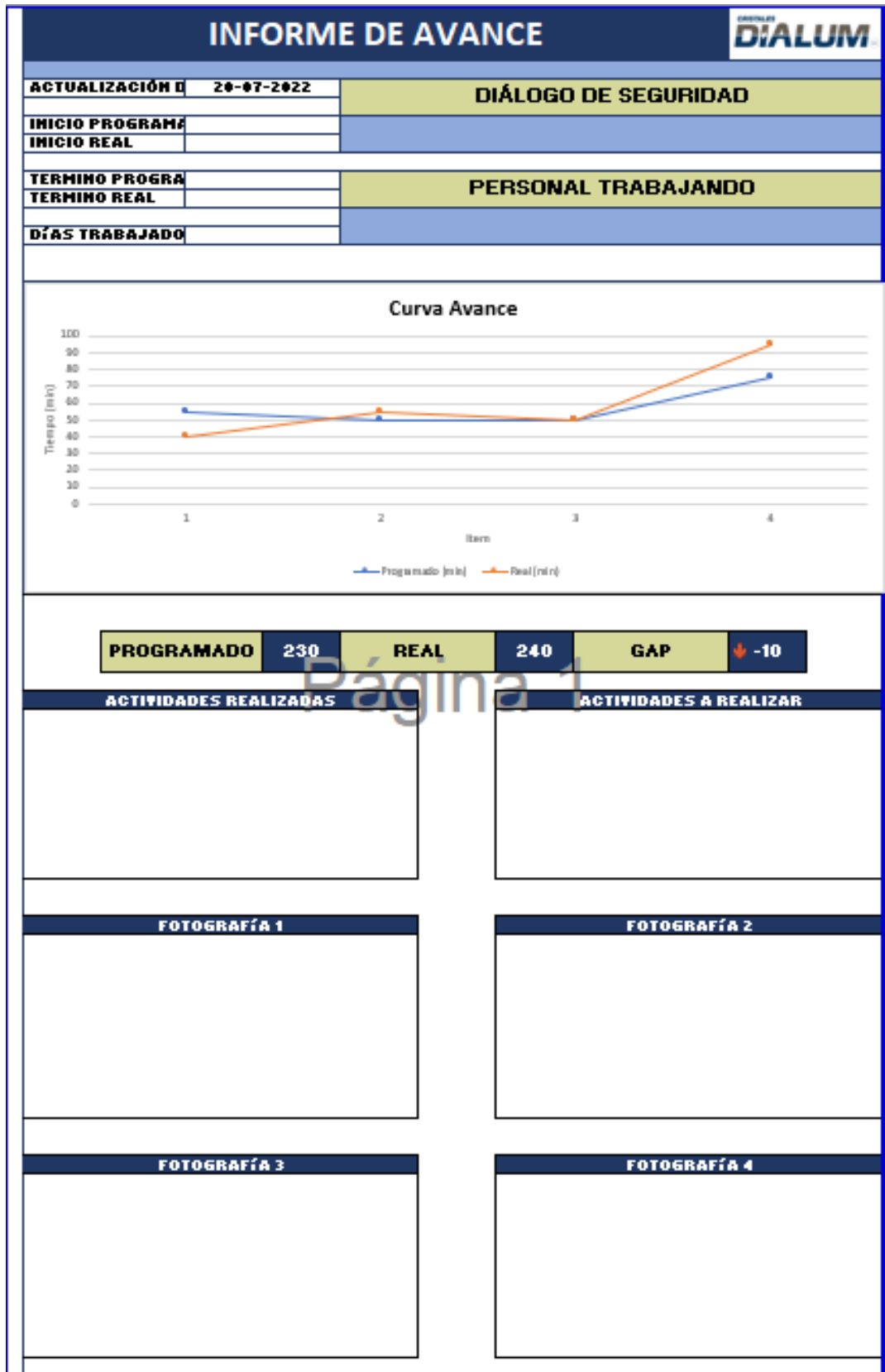


Figura 6-2. Dashboard de mantención

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

ESTANDAR DE EJECUCIÓN DEL TRABAJO			CRISTALES <b>DIALUM</b>			
Versión	Objetivo	Especialidad	Tiempo			
14-06-2022	Establecer las actividades a realizar en el proceso de mantención de equipos Planta Dialum.	Mecánica	75	Minutos		
			1,3	Horas		
Numero del equipo	TAG	Fecha de mantención	Código AST			
Autoclavo			AST-			
Trabajo a Ejecutar			Código de EET-			
EET-						
RECURSOS (M.O.) (marque con una X)	Cant.	Herramientas	Cant.	Código	Ubicación	
Supervisor						
Perrosnialista						
Inq. Plasmificaci6n						
Inq. Confidabilidad						
Mecánico						
Soldador						
Alisador						
Puñalero						
<b>Actividades previas:</b>						
1	Realizar señal de trabajo en terreno.					
2	Realizar señal y coordinación de equipos.					
3	Retirar, almacenar y clasificar repuestos.					
4	Transferir herramientas al área de trabajo.					
5	Realizar permiso de trabajo.					
6	Realizar abarba de seguridad, seguridad y medio ambiente del trabajo.					
E-4	Estrategia de spp.					
7	Delimitar área con señal de peligro.					
N°	Descripción Actividad	Ejecutar actividad	Cantidad	Tiempo	Observación	Punto de control
1						
2	Ordenar y guardar herramientas alisadas.	Mecánico	2	5		
3	Revisar y asegurar áreas de trabajo.	Mecánico	1	5		
4	Validar licencia del trabajo a Jefe de Mantención.	Mecánico	2	5		
5	Realizar reunión inicial en consejo con Jefe de Mantención.	Mecánico	3	25		
6	Entregar equipo a O.O.PP (operarios), realizando el cierre del permiso de trabajo.	Supervisor	1	15		
7	Realizar desbloqueo del equipo.	Supervisor	1	10		
8	Expediente de Relevar	Supervisor	1	10		
<b>V'B° Jefe de Mantención</b>		<b>V'B° Jefe de Área</b>				

Figura 6-3. Estándar de ejecución del trabajo

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel


		<b>REGISTRO DE CONFORMIDAD</b>		F- FECHA 14-06-2022																																																	
<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b> Autoclave		<b>TAG</b> 0	<b>AREA</b> Autoclave	<b>SUPERVISOR A CARGO</b>																																																	
<b>TRABAJO A EJECUTAR</b> 0				<b>FECHA</b>																																																	
<b>1. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES EJECUTADAS / REPUESTOS UTILIZADOS / CONDICIONES DE EJECUCIÓN</b>																																																					
<b>ITEP</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>OBSERVACION</b>																																																	
1	0																																																				
2	Ordenar y guardar herramientas utilizadas.																																																				
3	Recoger y recoger desechos correctamente.																																																				
4	Notificar término del trabajo a Jefe de Mantenimiento.																																																				
5	Realizar camiónamiento en conjunta con Jefe de Mantenimiento.																																																				
6	Entregar equipo a OO.PP (aportacion), realizando el cierre del permiso de trabajo.																																																				
7	Realizar desbloqueo de equipo.																																																				
8	Encendido de Autoclave																																																				
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS REALIZADAS</b>																																																					
<input type="checkbox"/> <b>Comisionamiento dinámico</b>		<input type="checkbox"/> <b>Comisionamiento estático</b> (ar que apliquen)																																																			
<input type="checkbox"/> Ruido audible <input type="checkbox"/> Temperatura de operación normal <input type="checkbox"/> Vibración normal <input type="checkbox"/> Ruido normal <input type="checkbox"/> Fugas visibles Tiempo de observación: _____ Observaciones: _____		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Confirma</th> <th>No Confirma</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/> Apriete prensa</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Empaquetadora</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Alisadora</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Lubricación</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Muestro (Rad)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Uniones soldadas</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Caud. Parlas</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Confirma	No Confirma	<input type="checkbox"/> Apriete prensa			<input type="checkbox"/> Empaquetadora			<input type="checkbox"/> Alisadora			<input type="checkbox"/> Lubricación			<input type="checkbox"/> Muestro (Rad)			<input type="checkbox"/> Uniones soldadas			<input type="checkbox"/> Caud. Parlas			<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Confirma</th> <th>No Confirma</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/> Pruebas de presión</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Pruebas de estanqueidad</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Repar. soldadura</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Muestro de gases</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Sist. Refrigeración</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Conexión a red de agua</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Pruebas de estanqueidad</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Confirma	No Confirma	<input type="checkbox"/> Pruebas de presión			<input type="checkbox"/> Pruebas de estanqueidad			<input type="checkbox"/> Repar. soldadura			<input type="checkbox"/> Muestro de gases			<input type="checkbox"/> Sist. Refrigeración			<input type="checkbox"/> Conexión a red de agua			<input type="checkbox"/> Pruebas de estanqueidad		
	Confirma	No Confirma																																																			
<input type="checkbox"/> Apriete prensa																																																					
<input type="checkbox"/> Empaquetadora																																																					
<input type="checkbox"/> Alisadora																																																					
<input type="checkbox"/> Lubricación																																																					
<input type="checkbox"/> Muestro (Rad)																																																					
<input type="checkbox"/> Uniones soldadas																																																					
<input type="checkbox"/> Caud. Parlas																																																					
	Confirma	No Confirma																																																			
<input type="checkbox"/> Pruebas de presión																																																					
<input type="checkbox"/> Pruebas de estanqueidad																																																					
<input type="checkbox"/> Repar. soldadura																																																					
<input type="checkbox"/> Muestro de gases																																																					
<input type="checkbox"/> Sist. Refrigeración																																																					
<input type="checkbox"/> Conexión a red de agua																																																					
<input type="checkbox"/> Pruebas de estanqueidad																																																					
<b>3. RESULTADO DEL SERVICIO</b>																																																					
<input type="checkbox"/> En operación <input type="checkbox"/> Operativo en espera de SI <input type="checkbox"/> Equipo/sistema con fallas <input type="checkbox"/> Inoperativo <input type="checkbox"/> Otro _____																																																					
<b>OBSERVACIÓN</b>																																																					
<b>4. DATOS DEL PERSONAL INVOLUCRADO EN EL SERVICIO</b>																																																					
<b>Y"B" SUPERVISOR</b>		<b>Y"B" CALIDAD</b>		<b>Y"B" CLIENTE</b>																																																	
<b>NOMBRE</b>		<b>NOMBRE</b>		<b>NOMBRE</b>																																																	
<b>FIRMA</b>		<b>FIRMA</b>		<b>FIRMA</b>																																																	
<b>FECHA</b>		<b>FECHA</b>		<b>FECHA</b>																																																	

Figura 6-4. Registro de conformidad

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

CRISTALES <b>DIALUM</b>		<b>FORMULARIO ORDEN DE TRABAJO</b>				Código	
						TAG	
						Fecha	
<b>IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO</b>							
Empresa						Índice Riesgo	
Identificación del equipo						Área	
Descripción del trabajo							
Fecha inicio				Fecha término			
Supervisión permanente	No			Prevencionista permanente	No		
<b>IDENTIFICACIÓN DE LOS RESPONSABLES</b>							
<b>Supervisor empresa</b>							
Nombre				Firma			Celular
<b>Jefe Mantenimiento</b>							
Nombre				Firma			Celular
<b>Gerente Producción</b>							
Nombre				Firma			Celular
<b>CONDICIONES REQUERIDAS PARA EJECUTAR EL TRABAJO</b>							
<b>Asociadas al Equipo</b>							
1. No funcionando y desenergizado de acuerdo a protocolos de seguridad						Si	No
2. Cañerías, estanques y equipos						Observaciones:	
-Purgado						Si	No
-Independizado con válvula cerrada						Si	No
-Tarjeta de bloqueo						Si	No
- Medición de checkout (Sin presión)						Si	No
<b>Asociadas al área de trabajo</b>							
El área de trabajo se debe entregar y recibir ordenada y limpia.							
1. Área libre de materiales.						Si	No
2. Existencia de fugas.						Si	No
3. Área de trabajo esta aislada de otros						Si	No
4. Circuito eléctrico en óptimo estado.						Si	No
5. Área de trabajo esta delimitada.						Si	No
<b>AUTORIZACIONES (Nombre y firma)</b>							
Días de duración del trabajo	Fecha	Supervisor responsable 08:00-16:00	Supervisor responsable 16:00-20:00	Supervisor responsable 20:00-00:00	Supervisor responsable 00:00-08:00		
1º Día ejecución de trabajo Duración: De _____ a _____							
2º Día ejecución de trabajo Duración: De _____ a _____							
3º Día ejecución de trabajo Duración: De _____ a _____							
4º Día ejecución de trabajo Duración: De _____ a _____							
5º Día ejecución de trabajo Duración: De _____ a _____							
<b>CONDICIONES Y POLÍTICAS</b>							
HE REVISADO LAS CONDICIONES EXPUESTAS EN ESTE FORMULARIO Y CONSIDERO SEGURO DAR INICIO							
CONSIDERO LA VERACIDAD DE ESTE DOCUMENTO COMO PARTE FUNDAMENTAL DEL DESARROLLO AD							

Figura 6-5. Orden de trabajo

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

LISTADO DE HERRAMIENTA						PAGINA VISITADA	
N	NOMBRE	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR (1)	VALOR (2)	Anterior	OTRO
1	LLAVES PUNTA CORONA	Juego de llave punta corona 14 piezas FORCE	1	\$ 93.490	\$ 84.990	<a href="#">Juego de llaves punta corona 14 piezas FORCE 5141-14.Pc</a>	
2	LLAVE ALLEN	Set llaves hexagonales 12 unidades STANLEY	1	\$ 18.790	\$ 11.990	<a href="#">Set de llaves hexagonales 12 unidades STANLEY 51161.C</a>	
3	ALICATE DE PUNTA						
4	ALICATE UNIVERSAL	Juego 3 alicates STANLEY	1	\$ 59.990	\$ 49.690	<a href="https://www.stanley.com/Products/Tools/Hand-Tools/Universal-Wrench-Set">https://www.stanley.com/Products/Tools/Hand-Tools/Universal-Wrench-Set</a>	
5	ALICATE CORTANTE						
6	DESTORNILLADORES	Set destornilladores acero 6 unidades	1	\$ 21.990	\$ 21.990	<a href="#">Set de destornilladores acero 6 unidades STANLEY 51161.C</a>	
7	ALICATE SEEGER	Alicate exterior recto 7" STANLEY	1	\$ 15.590	\$ 15.590	<a href="#">Alicate exterior recto 7 pulgadas STANLEY 51161.C</a>	
8	ALICATE SEEGER	Alicate interior recto 7" STANLEY	1	\$ 15.590	\$ 15.590	<a href="#">Alicate interior recto 7 pulgadas STANLEY 51161.C</a>	N/A
9	LLAVE FRANCESA	Llave francesa 12" STANLEY	1	\$ 20.790	\$ 20.790	<a href="#">Llave francesa 12 pulgadas STANLEY 51161.C</a>	
10	LLAVE FRANCESA	Llave francesa 24" Yato	1	\$ 74.990	\$ 64.990	<a href="#">Llave francesa 24 pulgadas YATO 51161.C</a>	
11	LLAVE STILLSON	Llave Stillson 12" recta Smart Tools	1	\$ 14.990	\$ 8.990	<a href="#">Llave Stillson 12 pulgadas recta Smart Tools 51161.C</a>	
12	LLAVE STILLSON	Llave Stillson 24" recta Smart Tools	1	\$ 29.990	\$ 9.990	<a href="#">Llave Stillson 24 pulgadas recta Smart Tools 51161.C</a>	
13	JUEGO DE DADOS	Juego de dados 24 piezas FORCE	1	\$ 117.690	\$ 88.990	<a href="#">Juego de dados 24 piezas FORCE 4246 51161.C</a>	
14	MARTILLO	Martillo cabo fibra vidrio 16 Oz STANLEY	1	\$ 12.890	\$ 12.890	<a href="#">Martillo de fibra de vidrio 16 oz STANLEY 51161.C</a>	N/A
15	MARTILLO DE GOMA	Martillo de goma 24 Oz Redline	1	\$ 20.990	\$ 19.646	<a href="#">Martillo de goma 24 oz Redline 51161.C</a>	
16	LLAVE DE TORQUE	Llave de torque 1/2" 30-150 LB-FT FORCE	1	\$ 45.990	\$ 19.100	<a href="#">Llave de torque 1/2 pulgadas 30-150 lb-ft FORCE 51161.C</a>	
17	ESMERIL ANGULAR	Esmovil angular 4" 1/2 900W STANLEY	1	\$ 49.990	\$ 44.495	<a href="#">Esmovil angular 4 pulgadas 1/2 900W STANLEY 51161.C</a>	
18	MAQUINA DE SOLDAR	Soldadora Arco manual 200A INDURA	1	\$ 429.990	\$ 339.990	<a href="#">Soldadora Arco manual 200A INDURA 51161.C</a>	
19	LIMA PLANA	Set 4 limas 8"	1	\$ 25.960	\$ 5.799	<a href="https://www.metall.com/Products/Tools/Hand-Tools/Files">https://www.metall.com/Products/Tools/Hand-Tools/Files</a>	
#	LIMA REDONDA						
21	TORNILLO MECANICO	Tornillo de banco con yunque 5" OKB	1	\$ 66.990	\$ 65.990	<a href="#">Tornillo de banco con yunque 5 pulgadas OKB 51161.C</a>	
#	CAIMAN	Caimán curvo 10"	1	\$ 8.490	\$ 6.990	<a href="#">Caimán curvo 10 pulgadas DL-1-10 Robu 51161.C</a>	
#	MACHO						
#	TERRAJA	Set macho y terraja 14 piezas	1	\$ 41.990	\$ 39.990	<a href="https://sodapieces.com/Products/Tools/Hand-Tools/Drill-Bits">https://sodapieces.com/Products/Tools/Hand-Tools/Drill-Bits</a>	
#	COLA DE CHANCHO	Set extractor de pernos de 3 a 20 mm 5 piezas	1	\$ 14.990	\$ 6.990	<a href="#">Set extractor de pernos de 3 a 20 mm 5 piezas 51161.C</a>	
#	HUINCHA DE MEDIR	Flexómetro 8 metros STANLEY	1	\$ 35.990	\$ 10.990	<a href="#">Flexómetro 8 metros STANLEY 51161.C</a>	
#	NIVEL DE MANO	Nivel torpedo 8"	1	\$ 3.290		<a href="#">Nivel torpedo 8 pulgadas ML-C- 51161.C</a>	
#	PIE DE METRO	Pie de metro 6" MITUTOYO	1	\$ 66.890	\$ 66.890	<a href="#">Pie de metro 6 pulgadas MITUTOYO 51161.C</a>	N/A
#	TERMOMETRO	Termómetro infrarrojo digital uso industrial -50°C a 400°C	1	\$ 59.990	\$ 24.079	<a href="#">Termómetro infrarrojo digital uso industrial -50°C a 400°C 51161.C</a>	
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 1.374.320</b>	<b>\$ 1.057.429</b>		

LISTADO DE EQUIPOS				TABLA COMPARATIVA DE PRECIOS				
N	NOMBRE	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR	lores Total Actualizados	lores Total propues	Diferencia	%
1	EQUIPO DE ALINEAMIENTO	Alineador laser de ejes inalambrico DDD-VLPLUS	1	\$ 12.398.105	\$ 20.036.938	\$ 19.720.047	\$ 316.891	2%
2	EQUIPO DE VIBRACIONES	Analizador de vibraciones VIBRIO M+ DDS Free	1	\$ 4.913.850				
3	EQUIPO ALINEAMIENTO DE PC	Alineador laser LBT	1	\$ 1.350.663				
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 18.662.618</b>				

Figura 6-6. Listado de herramientas y precios asociados

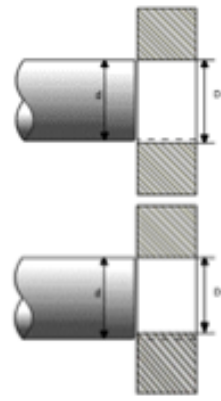
Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

Sueldos (CLP)		
Item	Mes	Hr
Mantenedor	\$ 700.000	\$ 4.375
Supervisor	\$ 800.000	\$ 5.000
Ing. Planificación	\$ 1.000.000	\$ 6.250

Figura 6-7. Costos nuevo personal

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

**CLIENTE:** ..... **AREA:** .....  
**EQUIPO:** ..... **TAG:** .....

METROLOGIA					
	<b>EJE</b>				
	<b>TOLERANCIA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	<b>d</b>				
	<b>D</b>				
	<b>AGUJERO</b>				
	<b>TOLERANCIA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>d</b>					
<b>D</b>					

METODO DE MONTAJE			
<b>FRIO</b>			
<b>CALIENTE</b>		<b>TEMPERATURA DE MONTAJE</b>	

**OBSERVACIONES:** .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....


▴B- SUPERVISOR	▴B- CALIDAD	▴B- CLIENTE
<b>NOMBRE:</b> .....	<b>NOMBRE:</b> .....	<b>NOMBRE:</b> .....
<b>FIRMA:</b> .....	<b>FIRMA:</b> .....	<b>FIRMA:</b> .....
<b>FECHA:</b> .....	<b>FECHA:</b> .....	<b>FECHA:</b> .....

Figura 6-8. Control dimensional de eje y agujero  
 Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

	<b>SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD</b>	CÓDIGO	F-
	<b>INFORME DE RECEPCION DE EQUIPOS O MATERIALES</b>	REVISIÓN	1
		FECHA	14-06-2022
		HOJA	1 de 1
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL</b>			
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO O MATERIAL : _____			
GUÍAS DE DESPACHO/DOCUMENTOS DE ENVÍO: _____			
PROVEEDOR: _____			
<b>2. RESULTADOS DE INSPECCIÓN</b>			
INSPECCIÓN:			
VISUAL : <input type="checkbox"/> DIMENSIONAL : <input type="checkbox"/> OTRAS : <input type="checkbox"/> Describir : _____			
CONDICIONES DE EMBALAJE: _____			
PLANOS O DOCUMENTOS DE REFERENCIA: _____			
1).- ¿ CORRESPONDE A LO INDICADO EN LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO ? :			
( Identificación, certificados de calidad, embalaje etc.. )		SI	<input type="checkbox"/>
		NO	<input type="checkbox"/>
2).- ¿ EXISTEN PLANOS / INSTRUCCIONES DE MONTAJE ?			
( Documentación del proveedor y / o emitidas por el Cliente )		SI	<input type="checkbox"/>
		NO	<input type="checkbox"/>
3).- ¿ EXISTE DAÑO FÍSICO U OTRO ?			
		SI	<input type="checkbox"/>
		NO	<input type="checkbox"/>
4).- ¿ EL LISTADO DE COMPONENTES O REPUESTOS ESTÁ COMPLETO ?			
( Verificar con documentación del proveedor o especificaciones )		SI	<input type="checkbox"/>
		NO	<input type="checkbox"/>
5).- ¿ APRUEBA EL EQUIPO / MATERIAL PARA SU RECEPCIÓN :			
		SI	<input type="checkbox"/>
		NO	<input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES: _____			
_____			
_____			
<b>Y'B' SUPERVISOR</b>	<b>Y'B' CALIDAD</b>	<b>Y'B' CLIENTE</b>	
<b>NOMBRE:</b> _____	<b>NOMBRE:</b> _____	<b>NOMBRE:</b> _____	
<b>FIRMA:</b> _____	<b>FIRMA:</b> _____	<b>FIRMA:</b> _____	
<b>FECHA:</b> _____	<b>FECHA:</b> _____	<b>FECHA:</b> _____	

Figura 6-9. Informe de recepción de equipos o materiales

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

	<b>SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>		<b>CODIGO</b>	F-
			<b>REVISIÓN</b>	1
	<b>PROTOCOLO DE RODAMIENTOS</b>		<b>FECHA</b>	14-06-2022
			<b>HOJA</b>	1DE1


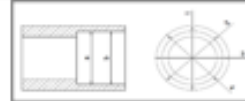
  

<b>CLIENTE:</b> .....	<b>AREA:</b> .....
<b>EQUIPO:</b> .....	<b>TAG:</b> .....

CONDICION GENERAL									
<b>USADO</b>						<b>USADO</b>			
<b>DESIGNACIÓN DEL RODAMIENTO</b>					<b>DESIGNACIÓN DEL BUJE</b>				
<b>DESIGNACIÓN DEL SOPORTE</b>					<b>DESIGNACIÓN DEL CONTRABUJE</b>				
<b>DESIGNACIÓN DE LA TIRRECIA</b>					<b>DESIGNACIÓN DE LA ARANDELA</b>				
<b>RODAMIENTO</b>	<b>DIBUJO</b>		<b>HALO</b>		<b>SOPORTE</b>	<b>DIBUJO</b>		<b>HALO</b>	
<b>SELLOS</b>	<b>DIBUJO</b>		<b>HALO</b>		<b>ARANDELA</b>	<b>DIBUJO</b>		<b>HALO</b>	
<b>BUJE</b>	<b>DIBUJO</b>		<b>HALO</b>		<b>ANILLO FIJACIÓN</b>	<b>DIBUJO</b>		<b>HALO</b>	
<b>CARAS</b>	<b>DIBUJO</b>		<b>HALO</b>						

METROLOGIA					
EJE					
	<b>TOLERANCIA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	A				
	B				
ALOJAMIENTO					
	<b>TOLERANCIA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	A				
	B				

METODO DE MONTAJE					
MECANICO		CALADO AXIAL		DRIVE-UP	
<b>JRI INICIAL</b>		<b>CONICIDAD</b>		<b>REDUCCIÓN</b>	
<b>REDUCCIÓN</b>		<b>CALADO AXIAL</b>		<b>PRESIÓN INICIAL</b>	
<b>JRI FINAL</b>		<b>PIE DE METRO</b>		<b>DRIVE-UP</b>	
		<b>RELOJ COMPARADOR</b>			

LUBRICACION			
<b>GRASA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>¿ LLENA CANTIDAD INICIAL</b>
<b>ACEITE</b>	<b>TIPO</b>		<b>CAPACIDAD</b>

TORQUE	
<b>PERNO BASE</b>	<b>PERNOS TAPA</b>

**OBSERVACIONES:** .....

.....


.....

T-B- SUPERVISOR	T-B- CALIDAD	T-B- CLIENTE
<b>NOMBRE:</b> .....	<b>NOMBRE:</b> .....	<b>NOMBRE:</b> .....
<b>FIRMA:</b> .....	<b>FIRMA:</b> .....	<b>FIRMA:</b> .....
<b>FECHA:</b> .....	<b>FECHA:</b> .....	<b>FECHA:</b> .....

Figura 6-10. Protocolo de rodamientos  
Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel

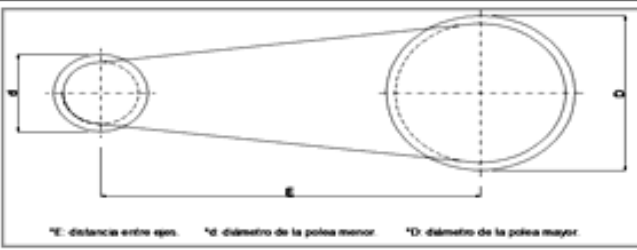


	<b>SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>		<b>CODIGO</b>	F-
	<b>PROTOCOLO DE SISTEMA DE TRANSMISION POR CORREAS Y POLEAS</b>		<b>REVISIÓN</b>	1
			<b>FECHA</b>	14-06-2022
			<b>HOJA</b>	1 DE 1

**CLIENTE:** ..... **AREA:** .....

**EQUIPO:** ..... **TAG:** .....



\*E: distancia entre ejes. \*d: diámetro de la polea menor. \*D: diámetro de la polea mayor.

DATOS GENERALES				
<b>DISTANCIA ENTRE CENTROS [mm]</b>		<b>POTENCIA DEL MOTOR [KW]</b>		
<b>D. POLEA MOTRIZ [mm]</b>		<b>VELOCIDAD DEL MOTOR [RPM]</b>		
<b>D. POLEA CONDUCIDA [mm]</b>				
CORREAS				
<b>TIPO DE CORREA</b>	<b>CONDICIÓN</b>	<b>TENSION CALCULADA</b>	<b>TENSION APLICADA</b>	
ESTADO DE CORREAS				
<b>BUEHO</b>	<b>HALO</b>	<b>DESCASTE EXCESIVO</b>	<b>CON GRIETA</b>	<b>OTRO</b>
POLEAS				
<b>NÚM. DE POLEAS</b>	<b>N. DE CANALES</b>	<b>TIPO P. MOTRIZ</b>	<b>TIPO P. CONDUCI</b>	
<b>BUEHO</b>	<b>HALO</b>	<b>DESCASTE EXCESIVO</b>	<b>CON GRIETA</b>	<b>OTRO</b>

**OBSERVACIONES:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

V-B- SUPERVISOR	V-B- CALIDAD	V-B- CLIENTE
<b>NOMBRE:</b> .....	<b>NOMBRE:</b> .....	<b>NOMBRE:</b> .....
<b>FIRMA:</b> .....	<b>FIRMA:</b> .....	<b>FIRMA:</b> .....
<b>FECHA:</b> .....	<b>FECHA:</b> .....	<b>FECHA:</b> .....

Figura 6-12. Sistema de transmisión por poleas y correas

Fuente: Elaboración propia en plataforma Excel