



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE MECATRÓNICA

PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y
DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN PARA EL CORTADO DE
VIDRIOS EN LA EMPRESA DE VIDRIO Y ALUMINIO DEKORVID

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero en Mecatrónica / Ingeniera
en Mecatrónica

AUTORES: RONNY ANDRÉS CALLE URGILES
LADY KATIUSCA PORRAS CASTILLO
TUTOR: ING. EDISON OSWALDO ZUMBA RIVERA

Cuenca – Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Ronny Andrés Calle Urgiles con documento de identificación N° 0106235195 y Lady Katusca Porras Castillo con documento de identificación N° 0941425522; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 29 de Febrero del 2024

Atentamente,

Ronny Andres Calle Urgiles
0106235195

Lady Katusca Porras Castillo
0941425522

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Ronny Andrés Calle Urgiles con documento de identificación N° 0106235195 y Lady Katusca Porras Castillo con documento de identificación N° 0941425522, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo y diseño de un sistema de medición para el cortado de vidrios en la empresa de vidrio y aluminio Dekorvid”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica / Ingeniera en Mecatrónica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 29 de Febrero del 2024

Atentamente,



Ronny Andres Calle Urgiles
0106235195



Lady Katusca Porras Castillo
0941425522

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Edison Oswaldo Zumba Rivera con documento de identificación N° 0102371358, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN PARA EL CORTADO DE VIDRIOS EN LA EMPRESA DE VIDRIO Y ALUMINIO DEKORVID”, realizado por Ronny Andres Calle Urgiles con documento de identificación N° 0106235195 y Lady Katiusca Porras Castillo con documento de identificación N° 0941425522, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 29 de Febrero del 2024

Atentamente,



Ing. Edison Oswaldo Zumba Rivera
0102371358

Dedicatoria

Ronny Andrés

Quiero dedicar este trabajo a aquellas personas que han sido un pilar fundamental para que yo pueda cumplir una meta más en mi vida. En primer lugar, dedico este triunfo a mis padres Luis y Leticia, a mi hermano Ismael y a mi esposa por estar conmigo en cada paso que doy. Les quiero mucho.

Sin más, dedico este triunfo a Dios y a la Virgen santísima, que me acompañarán durante toda mi vida.

Lady Katusca

El presente proyecto de titulación está dedicado:

A mis queridos padres, Rosa Castillo y Eduardo Porras, y a mi adorada tía, Elena Porras a las cuales les doy mi más profundo agradecimiento por su amor incondicional, apoyo constante y sabios consejos a lo largo de este camino académico. Vuestra presencia ha sido una fuente de inspiración y fortaleza para mí en cada paso del camino. Vuestra fe en mis capacidades y vuestro sacrificio han sido la fuerza propulsora detrás de cada logro que he alcanzado.

A través de vuestra guía y ejemplo, he aprendido el valor del trabajo arduo, la perseverancia y la dedicación. Este trabajo de investigación lleva impregnada vuestra influencia y amor, y es con profundo agradecimiento que lo dedico a ustedes. Que este logro sea también un testimonio de vuestro impacto duradero en mi vida.

Agradecimientos

Ronny Andrés

Agradezco primeramente a Dios por permitirme llegar a cumplir una de mis metas tan anhelada y por brindarme salud, fuerza e impartirme sabiduría a lo largo del proceso.

Agradezco de todo corazón a mis padres, Luis y Leticia, por su amor incondicional, apoyo constante, paciencia y comprensión, los cuales han sido fundamentales para alcanzar cada una de mis metas. Agradezco especialmente a mi madre por su inquebrantable disposición para acompañarme, orientarme y respaldarme en cada situación, así como durante las largas jornadas de estudio, donde su compañía, consejos y abrazos eran un impulso vital para seguir adelante. A mi padre, por su constante aliento y guía en la vida. A mi hermano, por estar siempre presente en los buenos y malos momentos, tanto en el estudio como en la vida cotidiana. Y a mi esposa, por su constante apoyo, orientación y compañía en la consecución de cada una de mis metas.

Lady Katusca

Quiero comenzar expresando mi más profundo agradecimiento a mis padres, Rosa Castillo y Eduardo Porras, y mi apreciada tía, Elena Porras. Que con su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios inquebrantables han sido la base de mi educación y de todos mis logros. Gracias por estar siempre a mi lado, por creer en mí y por alentarme a seguir mis sueños. Agradezco también a mi Tutor, Oswaldo Zumba, por su orientación experta, paciencia y dedicación a lo largo de este viaje académico. Su guía fue fundamental para dar forma a este trabajo de titulación.

Quiero reconocer el amor y el aliento de mi familia extendida, amigos cercanos y seres queridos, quienes estuvieron siempre presentes para brindarme ánimo y apoyo emocional en momentos difíciles.

A todas y cada una de las personas mencionadas, así como a aquellas que contribuyeron de alguna manera a este trabajo, les estoy profundamente agradecida. Este logro no habría sido posible sin su apoyo y confianza en mí.

Este documento fue realizado enteramente en L^AT_EX

Índice

Certificado de responsabilidad y autoría del trabajo de titulación	I
Certificado de cesión de derechos de autor del trabajo de titulación a la Universidad Politécnica Salesiana	II
Certificado de dirección del trabajo de titulación	III
Dedicatoria	IV
Agradecimientos	V
Resumen	XV
Abstract	XVI
1. Introducción	1
2. Problema	1
2.1. Antecedentes	1
2.2. Descripción del problema	2
2.3. Importancia y alcances	3
2.4. Delimitación	3
2.4.1. Espacial o geográfica	3
2.4.2. Temporal	4
2.5. Problema General	4
2.6. Problemas Específicos	4
3. Objetivos	5
3.1. Objetivo General	5
3.2. Objetivos Específicos	5
4. Hipótesis	6
4.1. Hipótesis General	6
4.2. Hipótesis Específicas	6

5. Marco Teórico	6
5.1. Mantenimiento	6
5.1.1. Misión del mantenimiento	7
5.1.2. Valores básicos del mantenimiento.	7
5.1.3. Prospectiva metodológica para el mantenimiento preventivo	8
5.1.4. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo	9
5.1.5. Tipos de manteamiento	10
5.1.6. Etapas del mantenimiento preventivo.	10
5.1.7. Indicadores de mantenimiento: KPIs.	11
5.2. Análisis de Modo y Efecto de Fallos (AMEF)	12
5.2.1. Etapas de desarrollo utilizando la metodología AMEF.	13
5.2.2. Tipos de AMEF.	14
5.2.3. Índice de Prioridad de Riesgo(NPR)	14
5.2.4. Gravedad(G)	15
5.2.5. Detectabilidad(D)	15
5.2.6. Frecuencia(F)	16
5.3. Diagrama de Pareto	16
5.4. Categorización de Criticidad	17
5.5. Caracterización de la maquinaria	17
5.5.1. Ficha técnica	17
5.5.2. Utilidad de la ficha técnica en mantenimiento.	18
5.5.3. Formato de una ficha técnica.	18
5.6. Maquina de corte de vidrio	18
5.7. Directrices para la calidad de Rayado y Apertura de Corte vidrio	19
5.8. Equipos de medición para vidrio	19
5.9. Técnicas para la medición de distancias mediante el uso del láser	20
6. Marco metodológico	20
6.1. Metodología de la Investigación	20
6.2. Metodología del proceso	21
6.2.1. Por que es importante proponer el plan de mantenimiento preventivo a la empresa Dekorvid	22
6.2.2. Por qué implementar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa Dekorvid	22

6.2.3.	OBJETIVOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA DEKORVID	23
6.2.4.	ESTADO ACTUAL DE LA MAQUINARIA EN LA ÁREA DE LA EMPRESA DE VIDRIO Y ALUMINIO DEKORVID	24
6.2.5.	PROPUESTA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA AMEF	46
6.2.6.	CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE LA EMPRESA PARA LA OPERACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	91
6.2.7.	PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN AUTOMÁTICA PARA EL CORTADO DE LOS VIDRIOS EN LA EMPRESA DE VIDRIO Y ALUMINIO DEKORVID.	91
7.	Resultados	120
7.1.	Estado actual de la maquinaria en la empresa Dekorvid	120
7.1.1.	Tiempo medio entre fallos (MTBF) y tiempo medio de reparación (MTTR)	120
7.1.2.	Diagrama de Pareto	121
7.2.	Diseño del plan de mantenimiento preventivo a través de la metodología AMEF	123
7.2.1.	Índice de prioridad de riesgo	123
7.2.2.	Niveles de Criticidad	127
7.2.3.	Resultados del análisis propuesto de diseño mecánico para el sistema de medición automático de vidrios.	131
8.	Conclusiones	140
9.	Recomendaciones	141
	Referencias	145
	ANEXOS	146

Lista de Tablas

1.	Clasificación de las fallas	14
2.	Gravedad	15
3.	Detectabilidad	16
4.	Frecuencia	16
5.	OBJETIVOS	24
6.	Historial de las tareas de mantenimiento correctivo	33
7.	Historial de las tareas de mantenimiento correctivo	34
8.	Historial de las tareas de mantenimiento correctivo	35
9.	Conversiones de tiempo	36
10.	Datos para el Diagrama de Pareto para los equipos	38
11.	Ficha técnica del Horno de templado TAMGLASS.	40
12.	Ficha técnica de la Pulidora Lineal.	41
13.	Ficha técnica de la MESA CORTADORA DE VIDRIO.	42
14.	Ficha técnica de la BISELADORA DE VIDRIO.	44
15.	Ficha técnica de la PERFORADORA VIDRIO	45
16.	Frecuencia de modo de fallo	48
17.	Severidad de modo de fallo	49
18.	Detección de modo de fallo	50
19.	Tabla del NPR para el Horno de Templado	51
20.	Tabla del NPR para el Horno de Templado	52
21.	Tabla del NPR para el Horno de Templado	53
22.	Tabla del NPR para el Horno de Templado	54
23.	Tabla 22 del NPR para la Pulidora Lineal	55
24.	Tabla del NPR para la Pulidora Lineal	56
25.	Tabla del NPR para la Pulidora Lineal	57
26.	Tabla del NPR para la Biseladora Lineal	58
27.	Tabla del NPR para la Biseladora Lineal	59
28.	Tabla del NPR para la Mesa de corte Z Z Bavelloni	60
29.	Tabla del NPR para la PERFORADORA VIDRIO	61
30.	Valoración del Numero de Prioridad de Riesgos (NPR).	62
31.	Equivalencia de Severidad.	63
32.	Equivalencia para el criterio de Ocurrencia	63
33.	Elementos de la Tabla AMEF	65

34.	Informe de Actividades de Mantenimiento Preventivo para el Horno de templado TAMGLASS	66
35.	Informe de Actividades de Mantenimiento Preventivo para el Horno de templado TAMGLASS	67
36.	Informe de Actividades de Mantenimiento Preventivo para el Horno de templado TAMGLASS	68
37.	Informe de Actividades de Mantenimiento Preventivo para la BISELADORA LINEAL	69
38.	Informe de Actividades de Mantenimiento Preventivo para la PERFORADORA VIDRIO	71
39.	Informe de Actividades de Mantenimiento Preventivo para la PULIDORA LINEAL	72
40.	Informe de Actividades de Mantenimiento Preventivo para la PULIDORA LINEAL	73
41.	Informe de actividades de mantenimiento para la MESA CORTADORA DE VIDRIO	74
42.	Informe de actividades de mantenimiento para la MESA CORTA DE VIDRIOS CON SISTEMA DE MEDICIÓN	76
43.	Informe de actividades de mantenimiento para la MESA CORTA DE VIDRIOS CON SISTEMA DE MEDICIÓN	77
44.	Informe de actividades de mantenimiento para la MESA CORTA DE VIDRIOS CON SISTEMA DE MEDICIÓN	78
45.	Informe de actividades de mantenimiento preventivo	79
46.	Análisis Financiero para el Horno de Templado de Vidrio	90
47.	Diagrama de análisis de proceso del vidrio	93
48.	Datos del MTBF y MTTR para todos los equipos	121
49.	Índice de prioridad de riesgo para el Horno de templado TAMGLASS	123
50.	Índice de prioridad de riesgo para el Horno de templado TAMGLASS	124
51.	Índice de prioridad de riesgo para la Mesa de corte Z Z Bavelloni	124
52.	Índice de prioridad de riesgo para la PERFORADORA VIDRIO	125
53.	Índice de prioridad de riesgo para la Pulidora Lineal	126
54.	Índice de prioridad de riesgo para la Biseladora Lineal	127
55.	Actividades de la Perforadora Vidrio	128
56.	Actividades de la Mesa de corte Z Z Bavelloni	128
57.	Actividades de la Pulidora Lineal	129

58.	Actividades del Horno de templado TAM-GLASS	130
59.	Actividades de la Biseladora Lineal	131
60.	Diagrama de análisis de proceso del vidrio propuesto	138
61.	Costo del Proyecto	140
62.	Tabla AMEF para el Horno de Templado	147
63.	Tabla AMEF para el Horno de Templado	148
64.	Tabla AMEF para el Horno de Templado	149
65.	Tabla AMEF para el Horno de Templado	150
66.	Tabla AMEF para el Horno de Templado	151
67.	Tabla AMEF para la Pulidora Lineal	152
68.	Tabla AMEF para la Pulidora Lineal	153
69.	Tabla AMEF para la Pulidora Lineal	154
70.	Tabla AMEF para la Pulidora Lineal	155
71.	Tabla del AMEF para la Biseladora Lineal	156
72.	Tabla AMEF para la Biseladora Lineal	157
73.	Tabla AMEF para la Biseladora Lineal	158
74.	Tabla AMEF para la Mesa de corte Z Z Bavelloni	159
75.	Tabla AMEF para la PERFORADORA VIDRIO	160
76.	Tabla AMEF para la PERFORADORA VIDRIO	161

Lista de Figuras

1.	EMPRESA DEKORVID VIDRIO TEMPLADO	4
2.	Metodología AMEF	13
3.	Matriz de datos para los niveles de Criticidad	17
4.	Metodología del proceso para la realización del trabajo de titulación	21
5.	Pasos para construir el plan de mantenimiento preventivo	23
6.	Estructura organizacional de la empresa Dekorvid.	26
7.	Orden de trabajo e Informe de Actividades de Mantenimiento.	32
8.	ETAPAS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	47
9.	Matriz Criticidad con designación de colores	64
10.	Inicio de sección	80
11.	Menú	81
12.	Menú de Maquinas	82
13.	Ficha Técnica del Horno de Templado	83
14.	Cronograma de actividades	84
15.	Cronograma de actividades	85
16.	Orden de trabajo	86
17.	Orden de trabajo llenado	87
18.	Orden de trabajo llenado	88
19.	Registros	89
20.	Etapas del proceso de medición para el corte	94
21.	Tía portal	99
22.	Barra sometida a tracción	100
23.	Carga sometida por la mesa de corte	103
24.	Perfil PTR	104
25.	Placa de mesa	105
26.	Diagrama de cuerpo libre de la placa	106
27.	Diagrama de cuerpo libre	107
28.	Sistema de control automático	110
29.	Diagrama de Fuerzas normales y del peso	110
30.	Diagrama de movimiento	111
31.	Propuesta de diseño mecánico para el sistema de medición automático.	112
32.	Placa electrónica	114
33.	Condiciones de trabajo	115

34.	Diferencia entre incidente y accidente	116
35.	Cadena de sucesos previos a accidentes	117
36.	Aplicación del modelo	118
37.	Diagrama de Pareto para los equipos de la empresa Dekorvid	122
38.	Perfil PTR	132
39.	Sistema de control automático	133
40.	Propuesta de diseño mecánico para el sistema de medición automático.	133
41.	Simulación de la mesa de corte	134
42.	Mesa de corte con elevación en SolidWorks.	135
43.	Simulación de la mesa de corte con el sistema de médico automático.	136
44.	Caja de control en SolidWorks.	136
45.	Caja de control en SolidWorks.	137
46.	Placa electrónica	139
47.	Cronograma de actividades	163
48.	Cronograma de actividades	164
49.	Cronograma de actividades	165
50.	Cronograma de actividades	166
51.	Hoja de registro de las actividades	167
52.	Esquema del Proceso de Capacitación al personal de la Empresa	168

Resumen

El presente proyecto se centra en mejorar el proceso de manufactura de vidrios en la empresa Dekorvid mediante dos enfoques clave: Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo y el diseño de un sistema de medición automático para la maquina cortadora de vidrios. Para determinar el plan de mantenimiento preventivo planteado se utilizó la metodología de Análisis de Modos de Falla y Efectos (AMEF), tiene como objetivo principal evaluar: Modos de falla, severidad, frecuencia de ocurrencia, detección y cálculo del Índice de Prioridad de Riesgo (IPR), abordando en componentes eléctricos, electrónicos, mecánicos y de control, y proponiendo acciones preventivas para minimizar fallos y maximizar la eficiencia operativa. Además, se propone un programa para la gestión del mantenimiento realizado en Excel en la macros en visual Basic, donde se visualiza el informe de mantenimiento, información técnica de las maquinas , cronograma de mantenimiento y las ordenes de trabajo. Finalmente se realizará una capacitación al personal encargado del mantenimiento en la empresa, se explicará sobre el funcionamiento de la aplicación en Excel, también se dará a conocer los beneficios del plan de mantenimiento preventivo en los equipos y como evitarían los tiempos de falla inesperados. Mediante la recopilación de información del plan de mantenimiento preventivo se planteó una solución innovadora que es diseñar un sistema de medición automático para el cortado de vidrios, de esta manera poder abordar los desafíos actuales en el proceso de manufactura de la industria relacionada con el corte de vidrio. Al eliminar la intervención manual, el sistema mejora la calidad del producto final y garantiza un entorno de trabajo más seguro para los operarios.

Palabras clave: Mantenimiento preventivo, AMEF, sistemas, mecatrónicos, fallas, diseño, KPIs, competitividad, industria.

Abstract

The present project focuses on improving the glass manufacturing process in the Dekorvid company through two key approaches: Proposal of a preventive maintenance plan and the design of an automatic measurement system for the glass cutting machine. To determine the proposed preventive maintenance plan, the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) methodology was used, its main objective is to evaluate: Failure modes, severity, frequency of occurrence, detection and calculation of the Risk Priority Index (IPR), addressing electrical, electronic, mechanical and control components, and proposing preventive actions to minimize failures and maximize operational efficiency. In addition, a program is proposed for maintenance management carried out in Excel with the application of macros in Visual Basic, where the maintenance report, machines with their respective technical information, maintenance schedule and work orders are displayed. Finally, training will be carried out for the personnel in charge of maintenance in the company, the operation of the application in Excel will be explained, the benefits of the preventive maintenance plan on the equipment will also be announced and how they would avoid times of unexpected failures. By collecting information from the preventive maintenance plan, an innovative solution was proposed, which is to design an automatic measurement system for glass cutting, in this way to address the current challenges in the industry's manufacturing process related to glass cutting. glass. By eliminating manual intervention, the system improves the quality of the final product and ensures a safer work environment for operators.

Keywords: Preventive maintenance, AMEF, systems, mechatronics, failures, design, KPIs, competitiveness, industry.

1. Introducción

En el ámbito empresarial actual, la eficiencia operativa y la optimización de recursos se erigen como pilares esenciales para garantizar el éxito sostenible de cualquier organización. En este contexto, el mantenimiento preventivo de los equipos emerge como una estrategia fundamental para garantizar la disponibilidad, confiabilidad y durabilidad de los activos industriales. El presente trabajo de titulación se centra en la elaboración y desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de la empresa Dekorvid, con el objetivo de mejorar la gestión de activos y reducir los tiempos de inactividad no planificados. En primer lugar, se realizará un análisis bajo el método AMEF, en el cual, se evaluará el estado actual de los equipos en la empresa clasificando los factores críticos que afectan su rendimiento. A partir de esta evaluación, se diseñará un plan de mantenimiento preventivo personalizado, adaptado a las necesidades específicas de cada equipo; y en base a estos estudios se optó por la realización de una propuesta de un sistema automático de medición para la mesa de corte Z Bavelloni, utilizado en el proceso de producción de la empresa. Este sistema de medición estará orientado a garantizar la precisión y optimizando así la calidad del producto final y minimizando los desperdicios. Además, se llevará a cabo un análisis de costo-beneficio para evaluar el impacto económico del plan propuesto y su viabilidad a largo plazo. En resumen, el objetivo principal de este proyecto es proponer un plan de mantenimiento preventivo para las maquinarias a través del método AMEF y el diseño de un sistema de medición para el cortado de vidrios para la empresa de vidrio y aluminio Dekorvid para mejorar la eficiencia y la competitividad en el mercado.

2. Problema

2.1. Antecedentes

La empresa Dekorvid se encarga de satisfacer la demanda de los productos relacionados con el vidrio y aluminio en el Ecuador. Actualmente, esta industria no posee un plan de mantenimiento preventivo, en la cual, se han generado fallos y demoras, además que en las mediciones de los vidrios también se ha presentado problemas ya que estas se realizan de manera manual, por lo que se ha venido dando estos problemas en el proceso de producción, afectando la calidad del producto. Hoy en día la empresa realiza un mantenimiento correctivo por inspección, para la reparación de los equipos y herramientas, una vez que estas han sufrido algún daño o avería. El mantenimiento preventivo es fundamental para el sistema de medición

de vidrios en la área de trabajo, la cual esta propuesta de mantenimiento preventivo ayudara a establecer un diseño de medición para el cortado de vidrios, facilitando y optimizando el proceso de manufactura, a su vez dándole una utilidad adecuada de cada uno de los componentes eléctricos, electrónicos, mecánicos, computacionales y sistemas de control, entre otros, es esencial y fundamental para anticiparse a posibles problemas o riesgos. Para proponer el plan de mantenimiento preventivo, se realiza una recopilación de manuales de cada una de ellas, proporcionadas por el técnico profesional o dados por el fabricante, con el propósito de crear un diseño de un sistema de medición para el cortado de los vidrios que se trabaja en la industria, siendo esto el punto de partida. La implementación de la metodología AMEF tiene como objetivo principal la mejora de los tiempos de mantenimiento mediante la identificación proactiva de situaciones críticas en las máquinas. En este sentido, es fundamental involucrar a una amplia gama de personas que interactúan tanto en el área de producción como en el mantenimiento. Esta inclusión permite aprovechar perspectivas diversas y experiencias prácticas, enriqueciendo el proceso de análisis y la identificación de áreas de mejora. Tal enfoque no solo justifica las mejoras propuestas, sino que también asegura un abordaje integral para optimizar los tiempos de mantenimiento, lo que se traduce en una mayor eficiencia operativa y una reducción significativa de los tiempos de inactividad de la maquinaria..

2.2. Descripción del problema

Debido a la alta demanda de pedidos que recibe la empresa de vidrio y aluminio Dekorvid se plantea proponer un mantenimiento a las maquinas que se encuentran en el área de conformado; por errores detectados en la realización de las mediciones manuales, se sugerirá el diseño de un sistema de medición para el corte de los vidrios. Todo esto se realizará con el fin de garantizar su disponibilidad de los equipos minimizando sus paradas e igualmente ahorrar en los tiempos en el proceso de corte de vidrio y aumentar la exactitud en los mismos .

Al existir paradas no programadas en la maquinaria encargada del proceso de producción por la falta de planificación de mantenimiento que operan las máquinas fallan por diversos motivos, la producción se detiene hasta que el departamento de mantenimiento tome medidas correctivas, en algunos casos traen un técnico profesional externo para que realice el mantenimiento correctivo a la maquina a estos problemas podemos adjuntar una medición inexacta que lleva como resultado una mala producción, lo cual, desviar a problemas con sus clientes, ya que no les brindarán la calidad del producto en el tiempo que esta requerido.

2.3. Importancia y alcances

Esta propuesta de un plan de mantenimiento preventivo de las maquinas que cuentan con sistemas eléctricos, electrónicos, mecánicos, control, entre otros, es de vital importancia para la empresa de vidrio y aluminio Dekorvid la cual todavía no cuentan con un registro de análisis de modos y efectos de fallas de cada uno de sus equipos. El método AMFE ha sido tomado en cuenta para proponer un plan de mantenimiento preventivo a la área de trabajo que consiste en alcanzar y sistematizar el estudio de todo el cuerpo de la maquina e identificar los puntos potenciales de fallos y elaborar planes de acción para poder combatir los riesgos que son asimilables al método, con la finalidad de mejorar los resultados en cuanto a la confiabilidad, disponibilidad de las maquinas y satisfacer las necesidades de la empresa Dekorvid. La propuesta del plan de mantenimiento preventivo esta enfocado a las maquinas que operan en la área de conformado de la empresa de vidrio y aluminio Dekorvid. Con el diseño de un sistema de medición para el cortado de vidrio, ayudar a minimizar los tiempos de corte y a mejorar la calidad de los productos, por lo cual, es fundamental e importante la creación de esta propuesta de diseño.

2.4. Delimitación

El problema de estudio se delimitará en las siguientes dimensiones:

2.4.1. Espacial o geográfica

Se lo realizará en la ciudad de Cuenca, capital de la provincia del Azuay en la empresa de vidrio y aluminio "DEKORVID", ubicada en el sector Patamarca (Detrás del Hospital Municipal de la Mujer y el Niño), en las calles Manuel Ordoñez y Hernando Pablos.

Figura 1

Ubicación geográfica de EMPRESA DEKORVID VIDRIO TEMPLADO



Nota: Se presenta en la figura 1 la ubicación sacada del Google Maps *DEKORVID VIDRIO TEMPLADO* - Google Maps (2023).

2.4.2. Temporal

El proyecto planteado a continuación se realizará en el periodo de 2023-2024 durante un lapso de 6 meses, los cuales estarían divididos en la recaudación de los datos, la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo y el diseño de un sistema de medición para el cortado de vidrios. Se realizara a lo largo de 400 horas que corresponde el trabajo de titulación 1 y titulación 2.

2.5. Problema General

- ¿Se podrá proponer un plan de mantenimiento preventivo para las maquinarias a través del método AMEF y el diseño de un sistema de medición para el cortado de vidrios para la empresa de vidrio y aluminio Dekorvid?

2.6. Problemas Específicos

- ¿Es posible determinar el estado actual de la maquinaria en la empresa de vidrio y aluminio Dekorvid en lo que se refiera a componentes eléctricos, electrónicos, mecánicos y de control?
- ¿Sera factible proponer un plan de mantenimiento preventivo en base al análisis de los modos de fallos(AMEF), con la elaboración de un registro de información que incluya

los indicadores de gestión necesarios para los sistemas eléctricos, electrónicos, mecánicos, computacionales, sistemas de control, entre otros, que están al interior de las maquinas de la empresa Dekorvid.?

- ¿Se podrá capacitar al personal de la empresa en la aplicación del plan de mantenimiento?
- ¿Sera viable diseñar un sistema de medición para el cortado de vidrios en la maquina cortadora de la empresa Dekorvid?

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

- Proponer un plan de mantenimiento preventivo para las maquinarias a través del método AMEF y el diseño de un sistema de medición para el cortado de vidrios para la empresa de vidrio y aluminio dekorvid.

3.2. Objetivos Específicos

- Determinar el estado actual de la maquinaria en la empresa de vidrio y aluminio Dekorvid en lo que se refiera a componentes eléctricos, electrónicos, mecánicos y de control.
- Proponer un plan de mantenimiento preventivo en base al análisis de los modos de fallos(AMEF), con la elaboración de un registro de información que incluya los indicadores de gestión necesarios para los sistemas eléctricos, electrónicos, mecánicos, computacionales, sistemas de control, entre otros, que están al interior de las maquinas de la empresa Dekorvid.
- Capacitar al personal de la empresa en la aplicación del plan de mantenimiento.
- Diseñar un sistema de medición para el cortado de vidrios en la maquina cortadora de la empresa Dekorvid.

4. Hipótesis

4.1. Hipótesis General

- Se propondrá un plan de mantenimiento preventivo para las maquinarias a través del método AMEF y el diseño de un sistema de medición para el cortado de vidrios para la empresa de vidrio y aluminio Dekorvid.

4.2. Hipótesis Específicas

- Se determinara el estado actual de la maquinaria en la empresa de vidrio y aluminio Dekorvid en lo que se refiera a componentes eléctricos, electrónicos, mecánicos y de control.
- Se propondrá un plan de mantenimiento preventivo en base al análisis de los modos de fallos(AMEF), con la elaboración de un registro de información que incluya los indicadores de gestión necesarios para los sistemas eléctricos, electrónicos, mecánicos, computacionales, sistemas de control, entre otros, que están al interior de las maquinas de la empresa Dekorvid.
- Se capacitar al personal de la empresa en la aplicación del plan de mantenimiento.
- Se diseñara un sistema de medición para el cortado de vidrios en la maquina cortadora de la empresa Dekorvid.

5. Marco Teórico

Se explorarán temas relevantes que apoyen a la elaboración del plan de mantenimiento preventivo, seguido de una recopilación de información necesaria para la propuesta de diseño del sistema de medición.

5.1. Mantenimiento

“El mantenimiento consiste es una serie de acciones que garantiza la expectativa de la vida útil estimada para un determinado equipo, esto comprende desde la limpieza de sus partes hasta la reparación del mismo”. (Obeso Alfaro y Yaya Sarmiento (2018))

La concepción de mantenimiento según ciertos autores se define como cualquier actividad

dirigida a conservar y extender las características físicas de los equipos operativos de una empresa productora. Su objetivo es asegurar que estos equipos estén en condiciones óptimas para funcionar de manera satisfactoria y a costos razonables.

5.1.1. Misión del mantenimiento

“ El mantenimiento industrial como parte integral de la producción, tiene como propósito garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos, y demás infraestructura empresarial, mediante programas de prevención y predicción de fallas, reparación de daños y mejoramiento continuo de sus condiciones operativas con la política de cero defectos, para cumplir sus cuatro objetivos fundamentales” (Garrido y Garcia (2010)).

- Conservación de los activos físicos: Mediante desarrollo de las técnicas administrativas y de mantenimiento más eficaces, para conservar en el largo plazo la vida útil de los equipos productivos, acordes con los requerimientos económicos.
- Disponibilidad de los activos físicos. Mediante el desarrollo de normas y procedimientos que promuevan de manera eficiente, segura y económica la máxima disponibilidad técnica y operativa de los equipos de acuerdo con los requisitos de producción.
- Administración eficaz de los recursos. mediante la mejora de los procesos, procedimientos y estándares que mejor promuevan el uso eficiente, eficaz y económico de todos los recursos tangibles e intangibles de la organización.
- Desarrollo del talento humano. Por medio de programas de formación y capacitación permanente, sistemas de competencias, gerencia del desempeño y gestión global del conocimiento.

5.1.2. Valores básicos del mantenimiento.

“La cultura corporativa es el sistema de valores y creencias compartidas de una compañía; la gente la estructura organizacional, los procesos de toma de decisiones y los sistemas de gestión interactúan para producir normas de comportamiento”(Garrido y Garcia (2010)). Los principales valores de que se incluyen dentro de la filosofía del mantenimiento son :

- Lealtad.
- Respeto.

- Confianza.
- Tolerancia.
- Austeridad.
- Honestidad.
- Cooperación.
- Responsabilidad.
- Vocación de servicio.
- Sentido de pertenencia.

En la actualidad, la mayoría de los procesos industriales demandan un mantenimiento organizado, seguro, efectivo y económico para garantizar la disponibilidad de los activos físicos. La gestión de estos activos representa un desafío futuro, donde el objetivo es inculcar los valores del mantenimiento. La clave del éxito radica en la consolidación de una cultura interna sólida y el trabajo en equipo del personal, que se evalúa por el cuidado y compromiso demostrado hacia estos valores y sus resultados. Esta mentalidad se refleja en la actitud, la conducta y el cuidado de los activos, así como en el respeto a las reglas y procedimientos establecidos, lo que en última instancia se traduce en la práctica de un excelente mantenimiento en todos los aspectos.(Garrido y Garcia (2010)).

5.1.3. Prospectiva metodológica para el mantenimiento preventivo

"La aplicación del Programa de Mantenimiento Preventivo, en ocasiones genera incertidumbre respecto a los componentes que actúan de manera paralela con el reparado, incluso hay casos en los que sirven para resaltar la anomalía de dichos componentes, consideradas menores o a su vez los reparados reciben los efectos del desgaste de los paralelos, manifestándose en daños colaterales, dejando sin sustento el mantenimiento programado. El proyecto se fundamenta en aplicar a un programa de mantenimiento preventivo de un equipo, una metodología que permita simplificar el macro de los componentes de un equipo en subconjuntos, a los que se les pueda realizar mantenimiento preventivo o correctivo a partir de los valores característicos de sus elementos, consolidados como valores operativos o funcionales". (Colmenares y Villalobos (2014))

5.1.4. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo

Para la realización del plan de mantenimiento se tienen que tener en cuenta una serie de conceptos los cuales son (Atencio y PACHECO (2009)):

- Acción Preventiva: Acción tomada o a tomar para eliminar los riesgos identificados en un determinado puesto de trabajo.
- Ciclo de Vida: Plazo de tiempo durante el cual un Ítem conserva su capacidad de utilización. El periodo va desde su compra hasta que es substituido o es objeto de restauración.
- Confiabilidad: Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado. El estudio de confiabilidad es el estudio de fallos de un equipo o componente.
- Costo del Ciclo de Vida: Coste total de un Ítem a lo largo de su vida, incluyendo los gastos de compra, Operaciones de Mantenimiento, mejora, reforma y retirada.
- Defecto: Eventos en los equipos que no impiden su funcionamiento, todavía pueden a corto o largo plazo, provocar su indisponibilidad.
- Desgaste: El agotamiento o el desprendimiento de la superficie de un material como resultado de la acción mecánica.
- Disponibilidad: Es una función que permite calcular el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado.
- La disponibilidad de un Ítem no implica necesariamente que esté funcionando, sino que se encuentra en condiciones de funcionar.
- Especificaciones técnicas: conjunto de exigencias y definiciones de carácter técnico que regulan los procesos de ejecución de obras de mantenimiento o servicios técnicos contratados a terceros.
- Extrusión: Método de transformación donde un plástico es forzado a pasar a través de una abertura con forma definida, previa fusión del mismo.
- Fallo: Cese de la capacidad de un elemento para desarrollar la función requerida.

- Fiabilidad: se define como la "probabilidad de que el dispositivo desarrolle una determinada función, bajo ciertas condiciones y durante un período de tiempo determinado".
- Herramientas: Cuando las herramientas se diseñan y fabrican específicamente para cumplir uno o más propósitos, son artefactos y tienen una función técnica."

5.1.5. Tipos de mantenimiento

Existen varios tipos de mantenimiento que se pueden realizar, pero para elegir cual es propicio se tiene que realizar el respectivo estudio de las necesidades previamente establecidas y para esta ocasión entre las subdivisiones el que se va utilizar el mantenimiento de conservación, que este tiene el fin de conservar los dispositivos e instalaciones en el mejor estado posible para evitar las posibles fallas.

- Mantenimiento Correctivo: "El mantenimiento correctivo se realiza cuando se produce un fallo inesperado en un equipo. Como su propio nombre indica, el tipo de acciones que hay que realizar son correctoras, es decir, lo que implica actuar sobre hechos que ya se han producido." (Avellaneda Zamorano y cols. (2012))
- Mantenimiento Preventivo: "Es el mantenimiento que se realiza cuando la programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario; también es conocido como Mantenimiento Preventivo Planificado – MPP" (APACrefauthors (2020)).
- Mantenimiento Predictivo: "La recopilación y la interpretación de datos estadísticos permite a muchas empresas aplicar una estrategia de mantenimiento predictivo en sus instalaciones y equipos. Si el departamento de mantenimiento industrial detecta valores anómalos, procede a realizar una revisión o el reemplazo de algún componente antes de que se produzca una avería." (Eurofins (2020)).
- Mantenimiento Mixto: "Es la aplicación de labores correctivas y preventivas de cualquier tipo, pero al mismo tiempo, aprovechando la disponibilidad del equipo cuando se encuentra fuera de servicio por una falla imprevista." (Palencia (2006)).

5.1.6. Etapas del mantenimiento preventivo.

"La planificación del mantenimiento preventivo, es una tarea meticulosa que requiere del estudio de cada uno de los equipos y de sus componentes, para así fijar la atención en el

componente crítico y se lo realiza por fases para facilitar la planificación”. (Alarcón Quiñonez y Romero Montenegro (2021)).

- Inventario técnico de los equipos con la especificación de sus características. En esta fase también se reúne todos los manuales, fichas técnicas, planos y esquemas de los diferentes equipos.
- Estructuración de los planes y cronogramas de mantenimiento.
- Implementación del plan de mantenimiento. En esta fase se documenta los registros de reparaciones, repuestos y costos que ayuden al control de plan de mantenimiento.

5.1.7. Indicadores de mantenimiento: KPIs.

Los indicadores clave de rendimiento de mantenimiento, o KPIs (Key Performance Indicators), son métricas utilizadas para evaluar el desempeño de una acción específica. Estas métricas pueden medir tanto el tiempo dedicado a una parada (ya sea planificada o no) como la evolución de la producción. (Team (2020)).

- MTBF – (Mean Time Between Failures). Conocido como el Indicador de Confiabilidad. Mide la tasa de fallos aleatorios (no previstos), incluso si son causados por fallos de software o defectos de fabricación que comprometen su vida útil (Team (2020)).

$$MTBF = \frac{TiempoTotalDisponible - TiempoTotalPerdido}{NúmerodeParadas} \quad (1)$$

- MTTR – (Mean Time To Repair). Un indicador de mantenimiento igualmente común es el Tiempo Medio de Reparación (MTTR), que puede aplicarse a un equipo, máquina, componente o sistema. El MTTR considera el tiempo medio que tarda su equipo técnico en intervenir o resolver una avería después de que haya ocurrido (Team (2020)).

$$MTBR = \frac{TiempoTotaldeMantenimiento}{Númerodereparaciones} \quad (2)$$

- Disponibilidad Indicador muy utilizado en todo campo, hace referencia de que tanto el equipo está siempre operativo para que el área de operaciones planifique y ejecute las labores en el traslado, recepción y despacho de contenedores con el equipo (Torpoco Delgadillo y Villón Shishco (2020)).

$$MTBF = \frac{N_{totaldehoras} - \text{horaspor}mantenimiento}{N_{totaldehoras}} \quad (3)$$

5.2. Análisis de Modo y Efecto de Fallos (AMEF)

Es una de las herramientas más utilizadas en el campo de la ingeniería de confiabilidad con la norma UNE-EN 60812 (Técnicas de análisis de fiabilidad de sistemas - Procedimiento de análisis de los modos de fallo y sus efectos (AMEF)), muestra que el AMEF es un proceso sistemático de análisis para un equipo o proceso para identificar posibles de falla, sus causas y su posible consecuencia en el proceso (AENOR (2018)).

5.2.1. Etapas de desarrollo utilizando la metodología AMEF.

Figura 2

Metodología AMEF



Nota: La figura 2 se muestra el procedimiento seguido para la realización de la metodología AMEF (AENOR (2018))

Su propósito es identificar los tipos de fallas de los equipos como se puede observar en la tabla 1, para que el personal pueda detectar cuando el equipo no está funcionando correctamente, cuáles son las causas y finalmente las posibles consecuencias durante la operación, con el fin de eliminar errores o reducir los riesgos asociados a los mismos.

Tabla 1

Clasificación de las fallas

Clasificación de las fallas	
Fallas temprana	Constituyen una parte pequeña del total de fallas. Ocurren al principio de la vida útil y pueden ser causadas por problemas de materiales, de diseño o de montaje
Fallas adultas	Se presentan con mayor frecuencia durante la vida útil y son derivadas de las condiciones de operación y se presentan mas lentamente que las anteriores
Fallas tardías	Presentan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa de la vida útil

Nota: En la tabla 1 se observa la clasificación de las fallas;(Penkova Vassileva (2007))

5.2.2. Tipos de AMEF.

El procedimiento AMEF puede aplicarse a:

Productos: Su propósito reside en la identificación de eventuales deficiencias en el diseño, incrementando las oportunidades de prever las repercusiones que podrían afectar tanto al usuario como al proceso de producción. Procesos:El propósito de esta técnica es la detección temprana de posibles fallas en las etapas de producción, con el objetivo de aumentar las oportunidades de prever los impactos que podrían surgir tanto en el usuario final como en las etapas posteriores de cada proceso. Sistemas: Este enfoque se utiliza como una herramienta predictiva para identificar posibles deficiencias en el diseño del software, lo que aumenta las probabilidades de anticiparse a los posibles efectos adversos que podrían comprometer su funcionamiento adecuado.

5.2.3. Índice de Prioridad de Riesgo(NPR)

Es el producto de la frecuencia(F) por la gravedad(G) y por la detectabilidad(D), siendo tales factores traducibles aun código numérico adimensional que permite priorizar la urgencia de la intervención, así como el orden de las acciones correctoras. Por tanto debe ser calculado para todas las causas de fallo(Belloví, París, y Ramos (2004)).

$$NPR = F \times G \times D \quad (4)$$

5.2.4. Gravedad(G)

Determina la importancia o severidad del efecto del modo de fallo potencial para el cliente; valora el nivel de consecuencias como indica en la tabla 2, con lo que el valor del índice aumenta en función de la insatisfacción del cliente, la degradación de las prestaciones esperadas y el coste de reparación(Belloví y cols. (2004)) .

Tabla 2

Gravedad

Gravedad	Valor
Muy Baja Repercusiones imperceptibles	1
Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	2-3
Moderada Defectos de relativa importancia	4-6
Alta	7-8
Muy Alta	9-10

Nota: Se visualiza en la tabla 2 la gravedad y su valor correspondiente.

5.2.5. Detectabilidad(D)

Si durante todo el proceso se produce un error o una “salida” incorrecta, debemos de asesorarnos para ver que tan probable es que no lo “identificamos” para pasar a etapas posteriores, generando las molestias al cliente, podemos pasar a visualizar en la tabla 3. Cuanto más compleja sea la identificación del error existente y cuanto más tarde la identificación, más relevantes serán probablemente las consecuencias del error.

Tabla 3*Detectabilidad*

Gravedad	Valor
Muy Alta	1
Alta	2-3
Mediana	4-6
Pequeña	7-8
Improbable	9-10

Nota: En la tabla 3 podemos identificar la Detectabilidad con su valor Indura (2021).

5.2.6. Frecuencia(F)

Es la Probabilidad de que una causa potencial de fallo (causa específica) se produzca y dé lugar al modo de fallo como se observa en la tabla 4 (AENOR (2018)).

Tabla 4*Frecuencia*

Frecuencia	Valor
Muy Baja Improbable	1
Baja	2-3
Moderada	4-6
Alta	7-8
Muy Alta	9-10

Nota: En la tabla 4 presentada observamos la frecuencia con su valor correspondiente.

5.3. Diagrama de Pareto

Este principio, también conocido como la regla del 80/20, postula que el 80% de los resultados provienen del 20% de las causas. Esta estrategia eficaz comienza con la creación de gráficos de barras que representan la frecuencia relativa en orden descendente. Estos diagramas proporcionan un resumen práctico al identificar los atributos críticos que llevan a las consecuencias más significativas (Bartés (2004)).

5.4. Categorización de Criticidad

Se realiza un análisis de criticidad en virtud de la limitación de recursos en una empresa. Por consiguiente, es imperativo asignar predominantemente dichos recursos a los equipos o actividades de mayor criticidad, es decir, aquellos que poseen un potencial adverso más significativo en caso de sufrir fallas (Garrido y Garcia (2010)). Con el fin de llevar a cabo la clasificación de los equipos según su criticidad, resulta esencial tomar en consideración tanto la probabilidad de ocurrencia como la severidad del modo de fallo, aplicando la siguiente fórmula.

$$Riesgo(R) = Frecuencia(F) \times Ocurrencia(O) \quad (5)$$

Tras haber obtenido el calculo del numero de riesgo de cada equipo se procede a clasificar según su nivel de Criticidad como se muestra a continuación:

Figura 3

Matriz de datos para los niveles de Criticidad

Frecuencia de ocurrencia del efecto de fallo	Niveles de Severidad			
	1 Insignificante	2 Marginal	3 Crítico	4 Catastrófico
5: Frecuente	No deseable	Intolerable	Intolerable	Intolerable
4: Probable	Tolerable	No deseable	Intolerable	Intolerable
3: Ocasional	Tolerable	No deseable	No deseable	Intolerable
2: Remoto	Insignificante	Tolerable	No deseable	No deseable
1: Improbable	Insignificante	Insignificante	Tolerable	Tolerable

Nota: La figura 3 permite estructurar la importancia de los elementos (AENOR (2018))

5.5. Caracterización de la maquinaria

5.5.1. Ficha técnica

Se trata de un documento que presenta de manera minuciosa las propiedades principales, la composición y las aplicaciones de un producto, brindando información detallada acerca de sus aspectos esenciales.

5.5.2. Utilidad de la ficha técnica en mantenimiento.

Las fichas de mantenimiento desempeñan una función integral al permitir llevar a cabo revisiones adecuadas y también ofrecen una serie de ventajas adicionales(García (2022)):

- Prevención de paradas no planificadas por averías: Al anticipar y abordar los problemas potenciales, las fichas de mantenimiento contribuyen a reducir significativamente el número de interrupciones imprevistas en la producción.
- Minimización de la gravedad de las averías: Mediante la implementación de revisiones periódicas y apropiadas, se asegura el buen estado de las máquinas, lo que a su vez reduce la gravedad de las posibles averías y sus consecuencias negativas.
- Garantía del mantenimiento óptimo de la maquinaria: Las fichas de mantenimiento incluyen comprobaciones específicas adaptadas al uso, ritmo y ambiente de trabajo de cada máquina, lo que asegura su funcionamiento en condiciones óptimas. Además, esto contribuye a salvaguardar la productividad y la seguridad de los empleados.
- Prolongación de la vida útil de las máquinas: A través de las inspecciones rigurosas y adecuadas, se logra un rendimiento óptimo y sostenido de la maquinaria a lo largo del tiempo, lo que resulta en una vida útil más prolongada y evita costosos reemplazos prematuros.
- Protección del personal: La realización de un mantenimiento preventivo adecuado juega un papel fundamental en la prevención de accidentes laborales graves. Al minimizar los riesgos y detectar posibles fallas, las fichas de mantenimiento contribuyen a salvaguardar la integridad y seguridad de los colaboradores.

5.5.3. Formato de una ficha técnica.

“El formato de una ficha técnica es generalmente alargado y consta de numeraciones, viñetas, tablas o listados. Puede contener logotipos o imágenes que sirven de guía indicándonos las características básicas o principales ”(Berdejo (2020)).

5.6. Máquina de corte de vidrio

Cuando el procedimiento se realiza de manera manual consiste en una pequeña incisión en la superficie del vidrio plano que libera tensión sobre el vidrio y cuando este se dobla de una

manera controlada, bien manualmente o con una herramienta, se produce la apertura. (del Vidrio S.A.U (2023))

5.7. Directrices para la calidad de Rayado y Apertura de Corte vidrio

Las directrices que influyen en la calidad del vidrio (Vitro (2016)) :

- Selección del disco de corte: Es vital seleccionar el disco correcto para el trabajo de corte específico, considerando el diámetro y el ángulo del disco
- Presión de corte adecuada: Utilizar la presión de corte adecuada para el tipo de disco y el espesor del vidrio que se procesa, evitando así astillas y una mala calidad de los bordes
- Cantidad adecuada de líquido de corte: Mantener el disco lubricado y ayudar con el proceso de apertura del vidrio, evitando el exceso de fluido de corte
- Cantidad adecuada de recorte alrededor de la hoja de vidrio: Utilizar la cantidad ideal de molduras alrededor del vidrio para obtener bordes de la mejor calidad

5.8. Equipos de medición para vidrio

Existen diferentes equipos para realizar las mediciones en el vidrio entre ellos podemos encontrar (TECNICGLASS (2022)):

- Detector capa de estaño.
- Medidor láser de espesores y cámaras.
- Detector de capa bajo emisivo (Low-E)
- Medidor electrónico de espesores vidrio y cámara.
- Medidor del espesor del vidrio por reflexión del cristal.
- Detector de vidrio endurecido y termo-endurecido.
- Medidor de transmisión del espectro solar.
- Medidor UVA y LV.
- Sistema de análisis del vidrio plano (simple, laminado o aislante de dos o tres capas).
- Comprobador de la planitud del vidrio. Tester de gas para unidades de vidrio aislante.

5.9. Técnicas para la medición de distancias mediante el uso del láser

La tecnología láser ofrece múltiples métodos para medir distancias o desplazamientos sin necesidad de contacto físico. Desde distancias milimétricas hasta kilométricas, se logra rapidez y precisión gracias a la velocidad de la luz. Dependiendo de la distancia y precisión requeridas, se emplean diversas técnicas. Por ejemplo, la interferometría divide un haz de luz en dos, utilizando un divisor como un espejo transmisor, y almacena uno como referencia. Al retornar del objetivo, ambos haces se superponen en un foto detector, generando una señal de forma. A pesar de su alta sensibilidad, esta técnica sólo proporciona mediciones incrementales de distancia, no absolutas (Berrocal Rodriguez y Sagástegui Plate (2012)).

6. Marco metodológico

6.1. Metodología de la Investigación

En la creación de este proyecto se aplicara un enfoque cuantitativo, que se emplearán datos numéricos obtenidos de los equipos, como el tiempo medio entre fallas, tiempo medio para reparar, entre otras, siendo de tipo aplicada e ideográfica ya que busca la generación de conocimiento en el campo de los equipos, extendiéndose a un alcance descriptivo donde se explicaran los principios fundamentales del mantenimiento. Siendo a su vez de tipo transversal, debido a que se utilizara históricos de los activos para realizar el plan de mantenimiento preventivo. Debido a este análisis procedemos a determinar la necesidad de proponer un sistema de medición automático para el vidrio.

Figura 4

Metodología del proceso para la realización del trabajo de titulación



Nota: Se observar en la figura 4 un gráfico con el proceso que se llevara acabo para la realización de este trabajo de titulación

6.2. Metodología del proceso

La empresa Dekorvid realiza un mantenimiento correctivo, ya que no dispone de un plan de mantenimiento preventivo, este mantenimiento aplica cuando la maquina deja de funcionar, por que presenta una falla o una avería, las cuales surgen las siguientes desventajas durante su proceso de manufactura, en lo que ocasionan daños mas complejos e irreparables en las maquinas, además la producción se vuelve imprescindible un poco fiable y por su puesto las pérdidas económicas pueden ser significativas. La vida útil de los equipos se ve reducida debido a la falta de un diagnóstico confiable de las causas subyacentes de las fallas. Esta incertidumbre respecto a por qué fallaron los equipos puede resultar en la repetición recurrente de las fallas.

Por esa razón se propone a la empresa Dekorvid desarrollar un plan de mantenimiento preventivo y diseño de un sistema de medición para el cortado de vidrios, ya que estos dos enfoques son fundamentales para garantizar la continuidad y eficiencia de las maquinarias en su proceso de manufactura. Su implementación es de vital importancia, ya que no solo

busca prevenir posibles fallas en los equipos y maquinarias, sino también optimizar el tiempo, rendimiento y prolongar su vida útil.

A continuación, se realizara una guía de proceso que ayudará a construir el plan de mantenimiento preventivo, donde se proporcionará una visión general sobre cómo utilizar este plan y diseño de manera efectiva. Desde la programación de actividades hasta la asignación de responsabilidades y el seguimiento de indicadores claves, cada paso se diseñará con el objetivo de maximizar la disponibilidad operativa y minimizar los tiempos de inactividad no planificados. Al seguir estas pautas y procedimientos, no solo se protegerá los activos de la empresa, sino que también se asegurará un entorno de trabajo seguro y productivo para todos los colaboradores de Dekorvid.

6.2.1. Por que es importante proponer el plan de mantenimiento preventivo a la empresa Dekorvid

Porque ayuda a la empresa Dekorvid a:

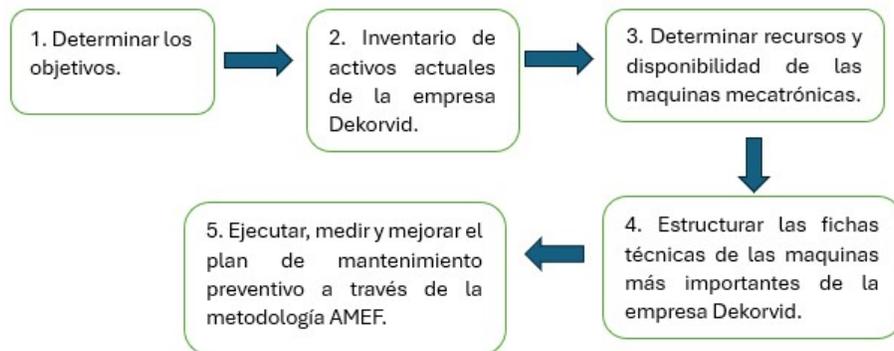
- Reducir paradas
- Amplia la vida útil de los equipos
- Aumenta la eficiencia global
- Reduce los costos económicos del mantenimiento correctivo
- Mayor conocimiento de los puntos fuertes y débiles de una instalación
- Mayor planificación del stock y de los recursos humanos

6.2.2. Por qué implementar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa Dekorvid

Por que es un modelo que gestionará a la empresa como se observa en la figura 5, la cual determina los recursos que se intervienen en el mantenimiento y su importancia es básicamente para mejorar la eficacia en la industria, Se trata de un conjunto de actividades programadas y periódicas que se ejecutan sobre sistemas o maquinaria, con el propósito de mitigar el riesgo de daños o pérdidas.

Figura 5

Pasos para construir el plan de mantenimiento preventivo



Nota: Se observar en la figura 5 un gráfico con el proceso que se llevara acabo la realización de un plan de mantenimiento preventivo

A continuación, se detallarán los pasos para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo para la empresa de vidrio y aluminio Dekorvid:

6.2.3. OBJETIVOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA DEKORVID

Estas actividades se planifican con el propósito de asegurar que los activos de la empresa desempeñen todas las funciones necesarias en las operaciones diarias, con el fin de optimizar la eficiencia de los procesos. Además, buscan prevenir y anticiparse a posibles fallos en los elementos, componentes, máquinas o equipos que constituyen los recursos de la empresa. Se plantea 5 objetivos más relevantes con sus indicadores que son:

Tabla 5

OBJETIVOS

Objetivos	Indicadores
Reducir número y coste de las averías	Porcentaje de mantenimiento planificado
Aumentar el tiempo de operatividad de las maquinas	El tiempo medio de reparación
Mejorar la eficacia de los recursos humanos disponibles	Tiempo de inactividad no programada
Reducir el número de accidentes laborales	Tiempo medio entre fallos
Disminuir el stock parado	Retraso en el mantenimiento

Nota: En la tabla 5 se presentan los objetivos propuestos para la empresa Dekorvid

6.2.4. ESTADO ACTUAL DE LA MAQUINARIA EN LA ÁREA DE LA EMPRESA DE VIDRIO Y ALUMINIO DEKORVID

6.2.4.1. Reseña histórica.

Esta empresa fue creada en el año 2005, desde su inicio la empresa fue llamada "Dekorvid", un taller que se dedicaba a la venta de espejos y vidrios con diseños artísticos.

En el año 2006, el taller fue creciendo y adquiriendo nuevas maquinarias que le permitieron ampliar su área de trabajo en el proceso de manufactura del vidrio, meses después vieron la necesidad de implementar el aluminio a su taller, impulsando para su crecimiento económico. En el año 2013 su área de trabajo creció aun mas, por su demanda en el producto, por el cual, su proceso de manufactura se tenía que ampliar.

En el 2017, de un taller se posiciona a una empresa, obteniendo así su marca registrada hasta la actualidad Dekorvid.

En el año 2018, aumento su linea de producción, pensando a futuros el proceso de templado.

En el 2019 la empresa Dekorvid crece mas en el ámbito productivo, incrementando el proceso de templado, manteniéndose en ese proceso de manufactura hasta la actualidad, con miras a futuro para seguir impulsando a nuevos procesos de manufactura tecnológicos.

6.2.4.2. Generalidades de la empresa.

Dekorvid es ecuatoriana y se dedica al proceso de manufactura, su insumo en la materia

prima es el vidrio y aluminio.

La empresa esta constituida por 2 actividades de trabajo:

- La primera actividad de trabajo realiza la elaboración de productos terminados basados en la materia prima del vidrio, su proceso de manufactura es: corte, biselado, pulido y templado, trabando con todo tipo de colores de vidrios. Actualmente la empresa esta certificada con la norma ISO 9001.

La norma ISO 9001 es una de las normas que fija los requisitos mínimos para un Sistema de Gestión de Calidad que son empleados en las empresas; lo que certifica que la empresa cuenta con la calidad, seguridad y resistencia en el producto basado en vidrio y aluminio para el publico en general.

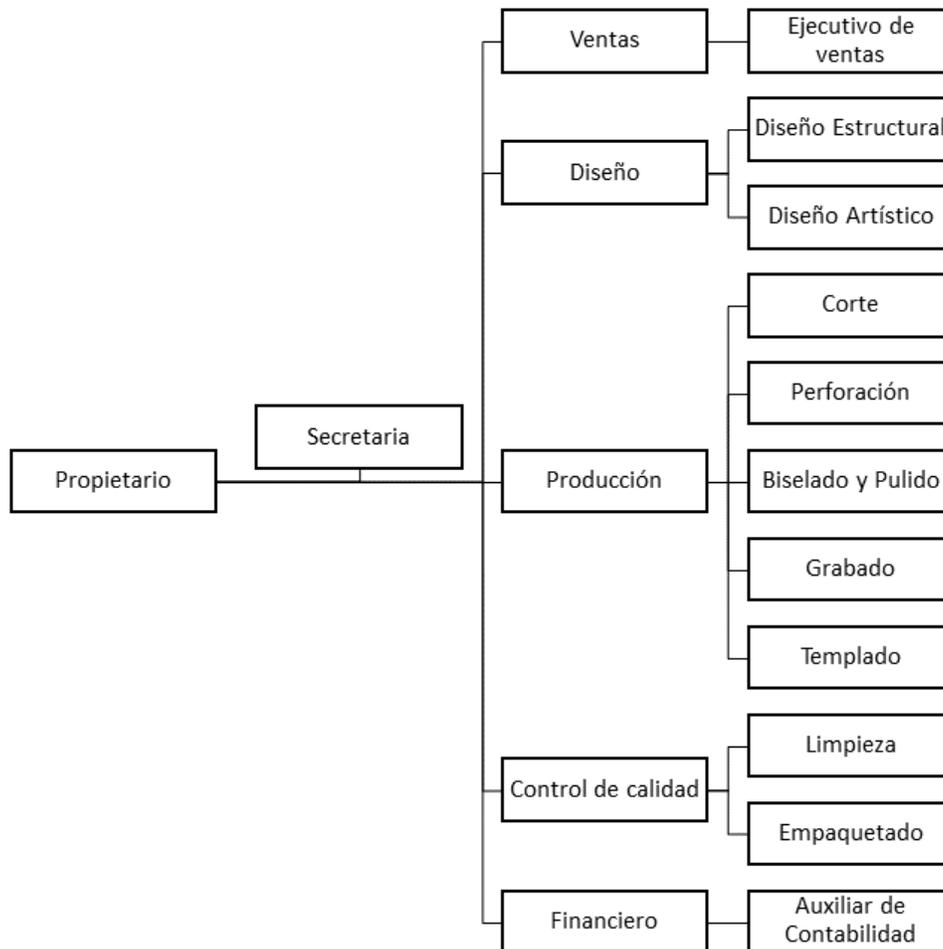
- La segunda actividad de trabajo esta orientada a la elaboración de productos terminados de puertas, ventanas, pasamanos y mamparas basados en aluminio.

6.2.4.3. Estructura organiconal.

La empresa Dekorvid esta conformada por la parte administrativa y sistemas de producción como se muestra en la figura 5.

Figura 6

Estructura organizacional de la empresa Dekorvid.



Nota: Se observar en la figura 6 como esta conformada la estructura organizacional de la empresa Dekorvid .

6.2.4.4. Modalidad de producción.

La empresa dedicada a la fabricación de vidrio y aluminio adopta un enfoque de manufactura bajo pedido, en el cual cada subproceso cuenta con maquinaria especializada con roles claramente definidos. Este sistema de producción se pone en marcha una vez que la empresa recibe un pedido de producto por parte del cliente o consumidor. La fabricación se lleva a cabo únicamente después de que el cliente haya formalizado la adquisición del producto específico solicitado. En el proceso de manufactura completo la empresa desarrolla las siguientes etapas:

corte de la materia prima, biselado, pulido, perforado, templado y finalmente arenado. Dekorvid no sigue solo esta secuencia, sino también hace procesos simultáneos, según la necesidad del cliente. En algunos casos solo se realiza una sola actividad, ya sea corte, perforado, biselado y así sucesivamente.

6.2.4.5. Materia prima.

La empresa de vidrio y aluminio se abastece de materia prima a través de proveedores específicos. Para el vidrio, adquiere los suministros de la empresa "VICEVA", mientras que para el aluminio recurre a ÇEDAL". Ambas empresas proveedoras están ubicadas en la provincia del Guayas.

En el caso del vidrio, Dekorvid realiza una compra promedio de aproximadamente 3 cajas por mes. Cada caja contiene 15 planchas de vidrio con dimensiones de 2.14 metros por 3.3 metros. Es importante mencionar que estas cantidades pueden variar según las necesidades del negocio.

6.2.4.6. Procesos de manufactura.

Se realiza a través de dos procesos sistemáticos que comienzan con la planificación, seguidos por la preparación de los materiales, ya sea vidrio o aluminio, y concluyen con la entrega del producto terminado.

6.2.4.6.1. Primer proceso de producción.

El diseño de los productos es llevado a cabo por personal altamente calificado, y se fundamenta en todas las características requeridas para el producto final. Estas especificaciones están condicionadas por las demandas y necesidades específicas del cliente.

En el caso de las puertas, cortinas de baño o mamparas, se pueden personalizar con logotipos o imágenes según las preferencias del cliente, las figuras se adjuntan a la medida de la materia prima. Luego de realizar el diseño, se indica al cliente para la aceptación o se realice modificaciones. Finalmente el diseño es enviado al jefe de producción para que autorice su elaboración (Bermeo Hurtado y Legarda Urgilés (2020)).

6.2.4.6.2. Segundo proceso de producción.

Se subdivide en dos subprocesos para el vidrio y el aluminio.

Subproceso en aluminio.

- Corte: Es la selección de los perfiles de aluminio en función del producto a realizar, continuando con la medición y corte de la materia prima.
- Ensamble: Es la toma de perfiles cortados y es ensamblado con el apoyo de piezas de vidrio de ser necesario.

Subproceso en vidrio.

- Corte
- Biselado y/o Pulido
- Perforación
- Templado
- Arenado

6.2.4.7. Realización del inventario de maquinaria en la empresa Dekorvid.

La empresa Dekorvid esta dividida en 2 procesos de producción, tanto para aluminio como para el vidrio, en base a la información recolectada, detallamos a continuación:

6.2.4.7.1. Proceso de manufactura de aluminio.

Dekorvid opera en un entorno de trabajo especializado con materiales de aluminio, donde se lleva a cabo un proceso de corte, destaje y ensamblaje, de acuerdo a los pedidos por los clientes, a continuación, se detalla cada paso para su proceso de fabricación:

- Corte:
Para adecuar los perfiles de aluminio según las medidas deseadas, se emplean cortadoras específicas. Estas incluyen dos sierras de corte denominadas "DW713BEz una sierra de corte conocida como "SCVG"..
- Destaje:
Se llevan a cabo procesos de destaje para la instalación de chapas, utilizando ya sea el enrutador CZERWENY .A90SMC2B.º el enrutador DEWALT "DW616". En el caso de los destajes para el pestillo, se emplea la sierra de corte lineal "SCLL".
- Ensamblaje:
Para el ensamble de las piezas de aluminio se tiene el taladro “DW508S” y el taladro “DW505”.

6.2.4.7.2. Proceso de manufactura de vidrio.

Esta industria opera en un entorno de trabajo especializado con materiales de vidrio, donde se lleva a cabo un proceso de corte, pulido, biselado, perforado, templado y arenado, de acuerdo a los pedidos por los clientes, a continuación, se detalla cada paso para su proceso de fabricación:

- **Corte:**

Para el corte de las piezas se tiene al personal que corta de manera artesanal y la cortadora automática MTS42 con su respectivo tablero de control, además con su transformador trifásico de 220V/440V.

- **Pulido:**

Para el pulido se tiene dos maquinarias la FA9-325B para pulido rectilíneo, mientras que, para el pulido en forma formas se tiene la maquina DPM1.

- **Biselado:**

Existen 3 maquinarias para el biselado; la FA-371B para biselado rectilíneo, la biseladora en forma DBM1 mientras que, para biselado artesanal de piezas sse tiene la maquinaria G56H-0202.

- **Perforado:**

Para la perforación de la materia prima se tiene cuatro maquinarias; la JZJ y para destajes necesarios en la perforación se tiene la amoladora neumática DAN1. Además, la amoladora eléctrica D28143.

- **Templado:**

Para el proceso de templado se tiene 9 equipos que forman parte de la máquina, iniciando desde los tableros de control los cuales se indicaran a continuación: DTCH1 tablero de accionamiento de horno de templado, DTCH2 tablero de Control por PLC, DTCH3 tablero de control accionado por bobinas, DTCH4 tableros de tablero de accionamiento de niquelinas, DTCH5 armario de conexión, horno de templado FTF-2136/6 mismo que posee las niquelinas, pistones de accionamiento para las compuertas, banda transportadora, la cama de enfriamiento, etc. Para la cama de enfriamiento se dispone de la turbina B18-032232 cuyo controlador de frecuencia es el equipo DTCT1. Finalmente, para el accionamiento de los pistones neumáticos y equipos que necesiten aire comprimido de la empresa se tiene el compresor SRP 3020.

- Arenado:

Para este proceso, la empresa posee de un cuarto adecuado para el arenado del vidrio.

6.2.4.8. Alimentación eléctrica

6.2.4.8.1. Transformador Pad Mounted.

La infraestructura de la empresa consta de dos transformadores con distintos niveles de voltaje. Uno de ellos es un transformador trifásico de 192.5 KVA, identificado como 29453P, mientras que el otro transformador tiene una capacidad de 1000 KVA y está etiquetado como 34217P (Bermeo Hurtado y Legarda Urgilés (2020)).

6.2.4.8.2. Canales de conducción eléctrica.

El sistema eléctrico puede resistir tanto el tendido de bajo voltaje como el de medio voltaje.

6.2.4.9. Equipos y máquinas varios.

El compresor DCP1 se emplea específicamente para trabajos relacionados con la aplicación de pintura. La lámpara UV DLRU1 se utiliza para consolidar el adhesivo entre vidrios mediante un proceso de curado ultravioleta, especialmente aplicado al pegado lineal. La hidrolavadora Karcher K1800 tiene como función principal la limpieza de las bandas de caucho en las máquinas pulidoras y biseladoras rectilíneas. La soldadora INFRA SSG, diseñada para usos industriales, se destina a la fabricación de tirantes para puertas de aluminio. Finalmente, el compresor Schulz se emplea para una variedad de actividades dentro de las operaciones de la empresa.(Bermeo Hurtado y Legarda Urgilés (2020))

6.2.4.10. Personal de la empresa.

Dekorvid tiene un equipo de 40 personas trabajando en diversas áreas. La empresa cumple con todas las normativas de seguridad laboral establecidas por la ley para garantizar un entorno de trabajo seguro y saludable para sus empleados.

6.2.4.11. Jornadas de trabajo.

En la empresa Dekorvid, el horario laboral abarca de lunes a viernes, comprendido entre las 7:30 a.m. y las 6:00 p.m. Esta jornada se divide en dos períodos: de 7:30 a.m. a 12:30 p.m. y de 1:00 p.m. a 6:00 p.m. Cabe destacar que, en situaciones de alta demanda de productos,

es posible que se requiera extender las horas de trabajo.

6.2.4.12. Historial de las tareas de mantenimiento correctivo.

Actualmente la empresa Dekorvid realiza sus tareas de mantenimiento correctivo una vez que las maquinas dejen de funcionar o que exista una falla inesperada y esas tareas son ejecutadas por un técnico externo de mantenimiento con la siguiente orden de trabajo mostradas en la figura 7.

Figura 7

Orden de trabajo e Informe de Actividades de Mantenimiento.

		ORDEN DE TRABAJO INFORME DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		No. Orden	MC01												
TIPO DE MANTENIMIENTO		Correctivo	Preventivo	OK													
Nombre de la máquina:	Meza de corte Zhavelloni	Última actualización:															
Código:	P03-A10-S03-MTS42	Fecha de realización:															
Área:	Corte de vidrio	Tiempo estimado:	15 minutos														
Solicitado por:		Autorizada por:															
a) DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:			EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL														
CAMBIO DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN			Guantes, casco, orejeras.														
			ANTES DE EMPEZAR DESCONECTAR LA MAQUINA														
b) SOLUCIÓN DEL PROBLEMA																	
1.																	
Dirigirse al tablero de control de la mesa de corte, apagar el equipo y abrir la puerta.																	
2.																	
Se dirige a la fuente de alimentación para desconectar las entradas de alimentación con el uso de un destornillador estrella de 4mm cable recalar que el positivo posee el código 0305 pero el neutro posee el código 0301. Seguidamente, se procede a desconectar las salidas de la fuente con el mismo destornillador, para ello posee la siguiente codificación: para la fase esta el 0306, para el neutro esta el 0303, la tierra no posee codificación. Finalmente, se extrae la fuente de alimentación del Rieldin.																	
3.																	
Luego se procede a conectar la nueva fuente de alimentación, para ello se coloca la nueva fuente en el Rieldin luego se atomilla las entradas y salidas de la fuente respetando la codificación de los cables provistos en el paso anterior para ajustarlos con el uso de un destornillador plano 4mm.																	
C. Materiales, repuestos y herramientas utilizadas.																	
Herramientas		Repuestos		Materiales													
Descripción	Cantidad	Descripción	Cantidad	Descripción	Cantidad												
Juego de desarmadores	1	Fuente de alimentación 12V 10A	1														
d. Ejecución de mantenimiento																	
<table border="1"> <tr> <td>HORA:</td> <td>Inicio</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fin</td> <td></td> </tr> </table>			HORA:	Inicio			Fin		<table border="1"> <tr> <td>Personal</td> <td>Cantidad</td> </tr> <tr> <td>MOC</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>MONC</td> <td>0</td> </tr> </table>			Personal	Cantidad	MOC	1	MONC	0
HORA:	Inicio																
	Fin																
Personal	Cantidad																
MOC	1																
MONC	0																
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES																	
<p>.....</p> <p>.....</p>																	
<p>_____</p> <p>JEFE DE MANTENIMIENTO</p>			<p>_____</p> <p>RESPONSABLE</p>														

Nota: Se observar en la figura 7 como esta conformada la estructura organizacional de la empresa Dekorvid .

A continuación, en la tabla 6, 7, 8 se visualiza la frecuencia anual de mantenimiento correctivo.

Tabla 6*Historial de las tareas de mantenimiento correctivo*

Maquinaria	Tareas de Mantenimiento	Nº de Orden	Frecuencia de fallas al Año
	Reparación de las niquelinas del Horno.	HT01	2
	Reparación pistón neumático	HT02	1
	Cambio Tarjeta entrada Metal Work Pneumatic 0227301201	HT03	1
Horno de templado	Cambio relé de estado sólido	HT04	1
	Cambio banda de los rodillos de la banda transportadora	HT05	1
TAM-GLASS	Cambio entrada Analógica Siemens, Simatic ET 200M	HT06	1
	Cambio salida digital Siemens, Simatic ET 200M	HT07	1
	Cambio ventilador del driver de la turbina A18061VBHBL	HT08	1
	Cambio de potenciómetro SIN FIN TRIMER WXD5590.	HT09	1
	Cambio de Niquelinas de calentamiento.	HT10	1
	Cambio ventilador del tablero de control.	HT11	1
	Cambio sirena de alerta de funcionamiento	HT12	1
	Cambio fuente de alimentación TPSS2408 110/24V ó 220V/24V 8A 50/60HZ	PL01	1
	Cambio batería de la memoria del PLC DVP-80EH	PL02	1
	Cambio Relé 24V AC OMRON - MY4N-J	PL03	1
Pulidora Lineal	Cambio Relé térmico Siemens SIRIUS DMT98ATEX6001	PL04	1
	Cambio Rodamientos del Motor por desgaste	PL05	1
	Cambio de chumacera del eje principal de la banda sujeción FA6 -VC205	PL06	3
	Calibración banda transportadora de carga de pulidora	PL07	3
	Cambio de luz de señalización	PL08	2
	Limpieza de los cauchos de sujeción de la banda transportadora	PL09	24

Nota: Se presenta en la tabla 6 el Historial de mantenimiento correctivo (Bermeo Hurtado y Legarda Urgilés (2020))

Tabla 7*Historial de las tareas de mantenimiento correctivo*

Maquinaria	Tareas de Mantenimiento	Nº de Orden	Frecuencia de fallas al Año
Biseladora Lineal	Calibración de sensores de nivel de la banda.	BL01	1
	Calibración de los rieles de la banda transportadora.	BL02	1
	Cambio de discos de pulir.	BL03	1
	Cambio batería de la memoria del PLC DV-PEH.	BL04	1
	Cambio del potenciómetro de la velocidad de la banda.	BL05	1
Mesa de corte Z	Cambio de la fuente de alimentación.	MC01	1
ZBavelloni	Cambio del Encoder de los ejes.	MC02	1
Perforadora de vidrio	Cambio de fin de carrera de accionamiento	PV01	2
	Cambio de rodamientos del eje superior	PV02	3
	Cambio de rodamientos del motor del eje superior	PV03	2
	Reparación de fugas de aire del estrangulador de aire.	PV04	6
Taladro percutor DEWALT 505S	Cambio de cojinetes.	TD501	4
	Cambio de mandril	TD502	2
	Cambio pulsante de arranque	TD503	3
	Cambio de escobillas	TD504	3
Sierra de corte DEWALT	Cambio de escobillas	SD01	4
	Cambio de cojinetes	SD02	3
	Cambio de disco de corte	SD03	3
Cuarto de Arenado	Cambio de Focos	CA01	8

Nota: Se presenta en la tabla 7 el Historial de mantenimiento correctivo (Bermeo Hurtado y Legarda Urigilés (2020))

Tabla 8*Historial de las tareas de mantenimiento correctivo*

Maquinaria	Tareas de Mantenimiento	Nº de Orden	Frecuencia de fallas al Año
Taladro	Cambio de cojinetes.	TD801	1
Percutor	Cambio de mandril	TD802	1
DEWALT	Cambio pulsante de arranque	TD803	1
508S	Cambio de escobillas	TD804	1
Router	Cambio el cable de alimentación	RD01	1.
DEWALT	Cambio de escobillas	RD02	1
Amoladora DEWALT	Cambio de escobillas	AD01	2
Pulidora	Cambio de los empaques del eje.	PM01	1
Manual	Cambio del contactor del tablero de control	PM02	1
Compresor	Cambio de aceite	CS01	3
SCHULZ	Reparación de la válvula de admisión.	CS02	1
Biseladora WEG	Cambio de focos.	BW01	5
Compresor Campbell hausfeld	Calibración automática del aire	CC01	1
Soldadora Infra	Reajustes de las bobinas del núcleo	SI01	1

Nota: Se presenta en la tabla 8 el Historial de mantenimiento correctivo (Bermeo Hurtado y Legarda Urgilés (2020))

6.2.4.13. ANÁLISIS DE FALLOS CORRESPONDIENTES A LAS MAQUINAS DE LA EMPRESA DEKORVID

A continuación se realiza un análisis del porcentaje de fallos de las maquinas de la empresa, se necesita el tiempo entre fallas (TBF) y el tiempo total de reparación para cada fallo en cada uno de los equipos, luego de haber recopilado estos datos, se procede a realizar el calculo

del Tiempo Medio entre Fallos (MTBF); Es el tiempo que la maquina se encuentra trabajando antes de que se produzca la falla y el Tiempo Medio de Reparación (MTTR); Es el tiempo que esta siendo reparado. Finalmente se convierte la frecuencia de reparación a horas que proporciona la primera métrica, el tiempo entre fallas (TBF) y de manera similar, convertir los tiempos de reparación a horas que proporciona el tiempo total de reparación (TTR), en la cual detallamos en la tabla 9.

Tabla 9

Conversiones de tiempo a horas para el análisis de fallas

Valor	Horas de trabajo
1 día	10
1 semana	50
1 mes	200
6 meses	1200
1 año	2520

Nota: En la tabla 9 se presentan las conversiones de tiempo a horas para el análisis de falla de las máquinas de la empresa.

Se procede a realizar el cálculo del Tiempo medio entre Fallos (MTBF) y del Tiempo Medio de Reparación (MTTR) de todos los equipos; con las siguientes ecuaciones (6) y (7):

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de operación}}{\# \text{ de fallas}} \quad (6)$$

$$MTTR = \frac{\sum TTR}{\# \text{ de fallas}} \quad (7)$$

En la ecuación 8 y 9 se mostrara el calculo del MTBF y MTTR de la Perforadora Lineal y de la misma manera se realizara el calculo para el resto de equipos.

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de operación}}{\# \text{ de fallas}} \quad (8)$$

$$MTBF = \frac{2540}{13}$$

$$MTBF = 193.85$$

$$\begin{aligned}
MTTR &= \frac{\sum TTR}{\#defallas} \\
MTTR &= \frac{52}{14} \\
MTTR &= 4
\end{aligned}
\tag{9}$$

El resultado de los cálculos realizados se encuentran en la sección 7.1.1. Se calcula los tiempos medios de reparación y los tiempos medios de funcionamiento por máquina, se realizó el diagrama de Pareto en el cual se observan el elemento y los números de fallos de cada máquina en la empresa Dekorvid, una vez establecido el número total de fallos. Utilizando la información obtenida, se realizó un análisis de Pareto. Se calculó el porcentaje de fallos para cada causa en relación con el total de fallos, lo que permitió obtener la primera parte del diagrama. Posteriormente, al completar el cálculo de los porcentajes, se determinó el porcentaje acumulado mediante la suma del porcentaje actual y el porcentaje previo, tal como se refleja en la tabla 10. De este modo, se facilita la construcción de la curva A-B-C. Para la creación de la tabla 10 se utilizó las ecuaciones 10 y 11, y como ejemplo está el cálculo de la Pulidora Lineal:

$$\begin{aligned}
Porcentaje &= \frac{\#defallas}{\#Totaldefallas} * 100 \\
Porcentaje &= \frac{37}{121} * 100 \\
Porcentaje &= 30.58\%
\end{aligned}
\tag{10}$$

$$\begin{aligned}
PorcentajeAcumulativo &= PorcentajeActual + PorcentajeAnterior \\
PorcentajeAcumulativo &= 30.58\% + 0\%
\end{aligned}
\tag{11}$$

Tabla 10*Datos para el Diagrama de Pareto para los equipos*

Equipo	Nº de fallos	Porcentaje	Porcentaje acumulativo
Pulidora Lineal	37	30.58%	30.58%
Perforadora Vidrio	13	10.74%	41.32%
Horno de templado TAM-GLASS	13	10.74%	52.06%
Taladro percutor DEWALT 505S	12	9.92%	61.98%
Sierra de corte DEWALT	10	8.27%	70.25%
Cuarto de Arenado	8	6.61%	76.86%
Biseladora Lineal	5	4.13%	80.99%
Biseladora WEG	5	4.13%	85.12%
Taladro percutor DEWALT DW508S	4	3.31%	88.43%
Compresor SCHULT	4	3.31%	91.74%
Mesa de corte Z Z Bavelloni	2	1.65%	93.39%
Router DEWALT	2	1.65%	95.04%
Pulidora manualT	2	1.65%	96.69%
Amoladora DEWALT	2	1.65%	98.34%
Compresor CAMPBELL HAUSFELD	1	0.83%	99.17%
Soldadora INFRA	1	0.83%	100%
Total:	121	100%	

Nota: La tabla 10 exhibe la recopilación de datos y los porcentajes calculados pertinentes para la elaboración del diagrama de Pareto.

La visualización del diagrama se encuentra en la sección 7.1.2 en el cual esta el porcentaje de fallos por cada maquina y la medida estos afectan a la productividad.

6.2.4.14. LEVANTAMIENTO DE INVENTARIOS DE LAS FICHAS TÉCNICAS DE LAS MAQUINAS MAS IMPORTANTES DE LA EMPRESA DEKORVID

Con los resultados obtenidos y el análisis de las tareas de mantenimiento de las secciones anteriores se determino que las siguientes maquinas son de suma importancia para realizar los diferentes procesos en la empresa Dekorvid. A continuación se describe las fichas técnicas los equipos que trabajan en la área de manufactura del vidrio :

- Máquina A: Horno de Templado
- Máquina B: Pulidora Lineal
- Máquina C: Mesa de corte
- Máquina D: Biseladora lineal
- Máquina E: Perforadora vidrio

6.2.4.14.1. Máquina A: Horno de templado TAMGLASS.

El horno de templado de vidrio plano está diseñado para aumentar la resistividad del vidrio, el calor para su corte y procesamiento. Según Wodico (2022) se puede reforzar en vidrios planos, vidrios reflectantes, vidrios coloreados y revestimiento duro. Las características del horno estarán especificadas en la siguiente tabla 11.

Tabla 11

Ficha técnica del Horno de templado TAMGLASS.

Equipo	Fabricante	Cantidad	Tensión	Frecuencia	Características
HORNO DE TEMPLADO DE VIDRIO	TAMGLASS	1	440V	50-60Hz	Hidráulica Eléctrica Mecánica
Origen	Año de fabricación	Potencia	Código	Corriente	Espesor en vidrio
Brazil	2003	600Kw	FTF2136/62	150A	3-19mm

Proceso

Se ingresa el vidrio completamente limpio y con el logotipo indicado en la banda transportado, para que la maquinaria en función de espesor de vidrio realice el proceso de calentamiento para posteriormente el enfriamiento completando así el templado.



Nota: Tabla 11 se observa la HORNO DE TEMPLADO DE VIDRIO DE LA EMPRESA DEKORVID (Bermeo Hurtado y Legarda Urgilés (2020)).

6.2.4.14.2. Máquina B: Pulidora Lineal.

La pulidora Lineal es un diseño que une la neumática, mecánica y eléctrica con varios cabezales pulidores para corta y desbasta el materia. Las características del PULIDORA LINEAL estarán especificadas en la siguiente tabla 12.

Tabla 12

Ficha técnica de la Pulidora Lineal.

Equipo	Fabricante	Cantidad	Tensión	Frecuencia	Características
PULIDORA LINEAL	FOLGA	1	127/220V	50-60Hz	Eléctrica Hidráulica Mecánica
Origen	Año de fabricación	Potencia	Código	Corriente	Espesor en vidrio
China	2014	18Kw	FA9-325B	43A	3-25mm

Proceso

Se ingresa datos necesarios para realizar el pulido en el panel de control para posteriormente proceder a cargar las piezas de vidrio en la banda transportadora y determinar el pulido.



Nota: Tabla 12 se observa la Pulidora Lineal de la empresa Dekorvid (Bermeo Hurtado y Legarda Urgilés (2020)).

6.2.4.14.3. Máquina C: Mesa de corte de vidrio.

La Mesa cortadora de vidrio una herramienta utilizada por un operario para realizar cortes precisos en el vidrio plano. Las características de la MESA CORTADORA DE VIDRIO

estarán especificadas en la siguiente tabla 13.

Tabla 13

Ficha técnica de la MESA CORTADORA DE VIDRIO.

Equipo	Fabricante	Cantidad	Tensión	Frecuencia	Características
MESA CORTADORA DE VIDRIO	Z ZBavelloni	1	440V	50-60Hz	Hidráulica Eléctrica Mecánica
Origen	Año de fabricación	Potencia	Código	Corriente	
Italia	2003	17Kw	MTS 42	43A	

Proceso

La plancha de vidrio es cargada en la maquinaria para posteriormente ingresar el diseño de la computadora a tablero de control principal, el cual envía las instrucciones los servomotores para realizar el corte



Nota: Tabla 13 se observa la CORTADORA DE VIDRIO DE LA EMPRESA DEKORVID (Bermeo Hurtado y Legarda Urgilés (2020)).

6.2.4.14.4. Máquina D: Biseladora lineal.

Según tecniherrajes (2018) esta máquina está diseñada para biselar y pulir el canto del vidrio en espesores desde 4mm a 15mm con los transportadores del vidrio trabajan en forma conjunta. Las características de la BISELADORA DE VIDRIO estarán especificadas en la siguiente tabla 14.

Tabla 14

Ficha técnica de la BISELADORA DE VIDRIO.

Equipo	Fabricante	Cantidad	Tensión	Frecuencia	Características
BISELADORA					Neumática
LINEAL	Folga	1	127- 220V	50-60Hz	Eléctrica
					Mecánica
Origen	Año de fabricación	Potencia	Código	Corriente	Espesor de vidrio
China	2014	28kW	FA-371B	43A	3-19mm

Proceso

Se ingresa datos necesarios para realizar el bisel en el panel de control para posteriormente proceder a cargar las piezas de vidrio o espejos en la banda transportadora en cual realizará el biselado.



Nota: Tabla 14 se observa la Biseladora Lineal de la empresa Dekorvid (Bermeo Hurtado y Legarda Urgilés (2020)).

6.2.4.14.5. Máquina E: Perforadora vidrio.

Según Wintech (2023) la máquina de perforación de vidrio fija el vidrio neumáticamente y taladra con las puntas superiores e inferiores, dobles. Las características de la PERFORADORA VIDRIO estarán especificadas en la siguiente tabla 15.

Tabla 15*Ficha técnica de la PERFORADORA VIDRIO*

Equipo PERFORADORA PARA VIDRIO	Fabricante Jiangmen Jiangxi Machinery	Cantidad 1	Tensión 220V	Frecuencia 60Hz	Características Hidráulica Eléctrica Mecánica
Origen	Año de fabricación	Potencia	Código	Diámetro de perforación	Espesor de vidrio
China	2012	3.45Kw	JZJ 13	5 200mm	3-20mm

Proceso

Se coloca la broca con el diámetro seleccionado posteriormente el vidrio es cargado en la plataforma de la máquina para posteriormente ajustar el punto donde se realizará la perforación, mediante una palanca el vidrio es fijado y perforado (Bermeo Hurtado y Legarda Urgilés (2020)).



Nota: Tabla 15 se observa la Perforadora para Vidrio de la empresa Dekorvid.

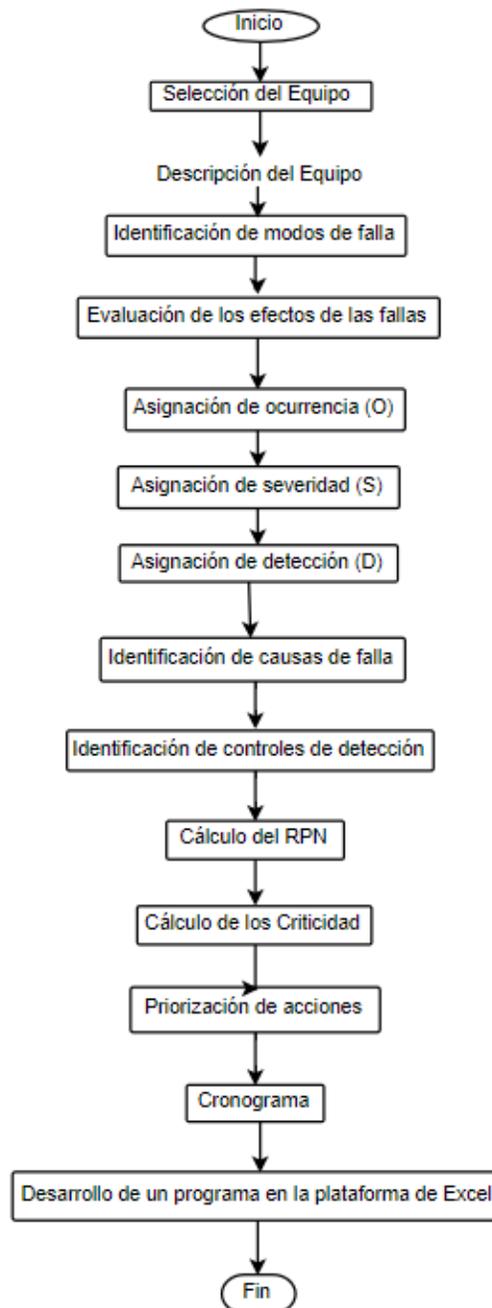
6.2.5. PROPUESTA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA AMEF

La elección del Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) para la elaboración del mantenimiento preventivo es apropiada debido a su capacidad para identificar riesgos, priorizar acciones, adoptar un enfoque proactivo y fomentar la mejora continua. El AMEF ofrece una metodología sistemática y efectiva para anticipar y prevenir fallas en equipos y sistemas, lo que contribuye a la confiabilidad y disponibilidad de los mismos. Sin embargo, es importante considerar otras opciones según las necesidades específicas del estudio y el contexto de la investigación.

Se expone en la figura 8 un esquema con el proceso para la creación de la propuesta de plan de mantenimiento preventivo bajo la metodología AMEF mostrando sus componentes claves.

Figura 8

ETAPAS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA AMEF



Nota: La figura 8 se observa las etapas para la propuesta del plan de mantenimiento preventivo

6.2.5.1. Análisis de modo y efecto de falla(AMEF).

La metodología AMEF en el diseño de planes de mantenimiento preventivo ayuda debido a su capacidad para identificar posibles fallos en los activos, evaluar su impacto y priorizar las acciones para mitigar sus riesgos Después de definir las actividades realizadas por las personas encargadas del mantenimiento de la empresa Dekorvid, se procedió a efectuar el cálculo del Índice de Prioridad de Riesgo o NPR, según la normativa UNE-EN IEC 60812 utiliza escalas que van del 1 al 10, evaluando los tres criterios importantes para la detección de riesgo, los cuales son: severidad, ocurrencia y detección, que se encuentran detallados en las siguientes tablas 16, 17, 18:

Tabla 16

Frecuencia de modo de fallo

Clasificación	Criterio	Frecuencia
1	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible	Muy Baja Improbable
2-3	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda	Baja
4-5	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema	Moderada
6-8	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado	Alta
9-10	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente	Muy Alta

Nota: La tabla 16 está basada en la evaluación subjetiva de la frecuencia utilizando datos históricos para prever posibles fallos en el función (Belloví y cols. (2004)).

Tabla 17*Severidad de modo de fallo*

Clasificación	Criterio	Severidad
1	No hay efecto apreciable	Ninguna
2	Ajuste y acabado del elemento con chirrido o ruido no conforme. Defecto percibido por clientes exigentes (menos del 25%)	Muy pequeña
3	Ajuste y acabado del elemento con chirrido o ruido no conforme. Defecto percibido por el 50% de los clientes.	Menor
4	Ajuste y acabado del elemento con chirrido o ruido no conforme. Defecto percibido por la mayoría de los clientes (más del 75%)	Muy baja
5	Vehículo o elemento operativo pero reducción en la operatividad de los elementos de confort y comodidad. Cliente de algún modo insatisfecho	Baja
6	Vehículo o elemento operativo por elementos de confort y comodidad no operativos. Cliente insatisfecho	Moderada
7	Vehículo o elemento operativo pero con nivel de prestaciones reducidas. Cliente muy insatisfecho.	Alta
8	Vehículo o elemento no operativo. (Pérdida de función principal)	Muy alta
9	Muy alto rango de severidad cuando un modo de fallo potencial afecta a la operación segura del vehículo o supone el incumplimiento de leyes gubernamentales con aviso.	Peligroso con aviso
10	Muy alto rango de severidad cuando un modo de fallo potencial afecta a la operación segura del vehículo o supone el incumplimiento de leyes gubernamentales sin aviso	Peligroso sin aviso

Nota: La tabla 17 está basada en la gravedad del impacto de cada modo de fallo, fundamentada en la severidad de las consecuencias del efecto tanto en el rendimiento como en la seguridad del sistema integral, considerando los requisitos, metas y limitaciones correspondientes (AENOR (2018)).

Tabla 18*Detección de modo de fallo*

Clasificación	Criterio	Detección
1	El control de Diseño detectará casi con seguridad una causa o mecanismo potencial y el subsiguiente modo de fallo	Casi segura
2	Muy alta posibilidad de que el control de diseño detecte una causa o mecanismo potencial y el subsiguiente modo de fallo	Muy Alta
3	Alta posibilidad de que el control de diseño detecte una causa o mecanismo potencial y el subsiguiente modo de fallo	Alta
4	Moderadamente alta posibilidad de que el control de diseño detecte una causa o mecanismo potencial y el subsiguiente modo de fallo	Moderadamente alta
5	Posibilidad moderada de que el control de diseño detecte una causa o mecanismo potencial y el subsiguiente modo de fallo	Moderadamente
6	Baja posibilidad de que el control de diseño detecte una causa o mecanismo potencial y el subsiguiente modo de fallo	Baja
7	Muy baja posibilidad de que el control de diseño detecte una causa o mecanismo potencial y el subsiguiente modo de fallo	Muy Baja
8	Posibilidad remota de que el control de diseño detecte una causa o mecanismo potencial y el subsiguiente modo de fallo	Remota
9	Posibilidad muy remota de que el control de diseño detecte una causa o mecanismo potencial y el subsiguiente modo de fallo	Muy Remota
10	El control de diseño no detectará una causa o mecanismo potencial ni el subsiguiente modo de fallo; o no hay control de diseño	Absolutamente incierto

Nota: En la tabla 18 representa la posibilidad de localizar un fallo antes de que este ocurra. (AENOR (2018))

En las tablas 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28,29 se muestra a continuación, se visualiza la infracción recaudada en el levantamiento de datos y con estos antecedentes se procede a realizar del calculo del NPR obtenido de la siguiente formula 12:

$$NPR = Severidad \times Ocurrencia \times Detección \quad (12)$$

Tabla 19*Tabla del NPR para el Horno de Templado*

Nº de orden	Descripción de la máquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	S	Causa posible del fallo	O	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	D	NPR
HT01	El horno de templado de vidrio plano está diseñado para que el vidrio sea consistente, resistente al calor para su corte, con su procesamiento adecuado	Ruptura de niquelina	Paro de producción en el proceso de templado	10	Desgaste de la pieza	4	Inspección física y verificación	Retirar la niquelina rota, cambiarla por una nueva o llevarla a soldar.	1	40
HT02		Daño en la tarjeta entrada Metal Work Pneumatic 0227301201	Mal funcionamiento de la máquina.	10	Daño de la electro válvula on/off	3	Inspección física y verificación	Cambio Tarjeta entrada Metal Work Pneumatic 0227301201	2	60
HT03		Desgaste de la banda de los rodillos de la banda transportadora	Baja el rendimiento de la máquina	7	Desgaste de la banda de los rodillos	5	Inspección física y verificación	Cambio banda de los rodillos de la banda transportadora	5	175
HT04		Reparación pistón neumático	Filtrado de líquido	3	Desgaste de los empaques del pistón	6	Inspección física y verificación	Cambio de los empaques del pistón	3	54

Nota: Tabla 19 del NPR para el Horno de Templado

Tabla 20*Tabla del NPR para el Horno de Templado*

Nº de orden	Descripción de la máquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	S	Causa posible del fallo	O	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	D	NPR
HT05		Daño del relé de estado sólido	Parada del equipo	8	Quema Del Relé De Estado Sólido	4	Inspección física y verificación	Cambio de relé de estado sólido	5	160
HT06		Daño de la entrada analógica siemens	El control durante el funcionamiento va a ser erróneo	8	Posible sobrecarga del circuito	3	Inspección física y verificación	Cambio de tarjeta de la entrada analógica siemens	3	72
HT07		Daño de la salida digital Siemens, simatic ET 200M - SM311 SLOT3	El control durante el funcionamiento va a ser erróneo	8	Posible sobrecarga del circuito	3	Inspección física y verificación	Cambio de la salida digital Siemens, simatic ET 200M - SM311 SLOT3.	3	72

Nota: Tabla 20 NPR para el Horno de Templado

Tabla 21*Tabla del NPR para el Horno de Templado*

Nº de orden	Descripción de la máquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	S	Causa posible del fallo	O	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	D	NPR
HT08		Daño de la ventilador del driver de la turbina A18061VBHBL	sobrecalentamiento del equipo y reducción del recudimento de la turbina	5	Posible acumulación de suciedad y falla eléctrica	2	Inspección física y verificación	Cambio ventilador del driver de la turbina A18061VBHBL	4	40
HT09		Falla en la medición del trimer wxd5590	La medición de control durante el funcionamiento va a ser erróneo	8	Descalibración del sistema de medición	3	Inspección física y verificación	Cambio de potenciómetro trimer wxd5590	5	120
HT10		Daño de las Niquelinas de calentamiento	Mala calidad del producto	8	Deterioro de las Niquelinas de calentamiento	3	Inspección física y verificación	Cambio de Niquelinas de calentamiento	3	72

Nota: Tabla 21 NPR para el Horno de Templado

Tabla 22*Tabla del NPR para el Horno de Templado*

Nº de orden	Descripción de la máquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	S	Causa posible del fallo	O	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	D	NPR
HT11		Daño del ventilador de tablero de control	Sobrecalentamiento del tablero de control	2	Posible sobrecarga del circuito	3	Inspección física y verificación	Cambio ventilador del tablero de control	3	18
HT12		Daño de la sirena de alerta de funcionamiento	Riesgo de posibles accidentes	10	Posible deterioro de la sirena de alerta de funcionamiento	2	Inspección física y verificación	Cambio sirena de alerta de funcionamiento	1	20

Nota: Tabla 22 del NPR para el Horno de Templado

Tabla 23*Tabla del NPR para la Pulidora Lineal*

Nº de orden	Descripción de la máquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	S	Causa posible del fallo	O	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	D	NPR
PL01	Esta máquina esta diseñada de la parte neumática, mecánica	Daño de la fuente de alimentación	Parada del equipo	8	Posible sobrecarga del circuito	4	Inspección física y verificación	Cambio de fuente de alimentación tpss2408 110vac/24vdc 8a - 50/60hz	5	160
PL02	y eléctrica con varios cabezales, pulidores	Descarga de batería	Mal funcionamiento de la máquina	8	Descarga completa de la batería	4	Inspección física y verificación	Cambio batería de la memoria del PLC DVP80EH	5	160
PL03	para corta y desbasta el material	Daño del relé	El control durante el funcionamiento va a ser erróneo	8	Quema Del Relé	4	Inspección física y verificación	Cambio Relé 24V AC OM- RON - MY4N-J	5	160
PL04		Daño del relé	El control durante el funcionamiento va a ser erróneo	8	Posible sobrecarga del circuito	4	Inspección física y verificación	Cambio Relé térmico Siemens SIRIUS DMT98ATEX6001.	5	160

Nota: Tabla 23 del NPR para la Pulidora Lineal

Tabla 24*Tabla del NPR para la Pulidora Lineal*

Nº de orden	Descripción de la máquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	S	Causa posible del fallo	O	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	D	NPR
PL05		Desgaste de los rodamientos del Motor	Baja el rendimiento de la máquina	5	Desgaste de los rodamientos	4	Inspección física y verificación	Cambio de rodamientos del Motor	5	100
PL06		Desgaste de los chumacera del eje principal de la banda sujeción	Baja el rendimiento de la máquina	6	Desgaste de chumacera	3	Inspección física y verificación	Cambio de chumacera del eje principal de la banda sujeción FA6 -VC205	5	90
PL07		Alineación de mala precisión	Mal funcionamiento de la máquina	5	Descalibración del sistema de medición	5	Inspección física y verificación	Calibración banda transportadora de carga de pulidora	6	150

Nota: Tabla 24 del NPR para la Pulidora Lineal

Tabla 25*Tabla del NPR para la Pulidora Lineal*

Nº de orden	Descripción de la máquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	S	Causa posible del fallo	O	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	D	NPR
PL08		Desgaste de la luz de señalización	Posibilidad de accidentes	5	Desgaste de la luz de señalización	4	Inspección física y verificación	Cambio de luz de señalización	5	100
PL09		Suciedad en los cauchos de sujeción de la banda transportadora	Posible obstrucción en el movimiento de la banda transportadora	2	Acumulación de suciedad en los cauchos de sujeción de la banda transportadora	10	Inspección física y verificación	Limpieza de los cauchos de sujeción de la banda transportadora	5	100

Nota: Tabla 25 del NPR para la Pulidora Lineal

Tabla 26*Tabla del NPR para la Biseladora Lineal*

Nº de orden	Descripción de la máquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	S	Causa posible del fallo	O	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	D	NPR
BL01	Esta máquina está diseñada para biselar y pulir el vidrio con espesores desde 4mm a 15mm	Desajuste de los sensores de nivel de la banda	El control durante el funcionamiento va a ser erróneo	5	Descalibración del sistema de medición	5	Inspección física y verificación	Calibración de sensores de nivel de la banda	4	100
BL02		Desajuste de la Alineación de los rieles de la banda transportadora	La medición de control durante el funcionamiento va a ser erróneo	5	Descalibración del sistema de medición	5	Inspección física y verificación	Calibración de los rieles de la banda transportadora	4	100
BL03		Acabado superficial de baja calidad	Baja el rendimiento de la máquina	4	Desgaste de los discos	5	Inspección física y verificación	Cambio de discos de pulir	3	60

Nota: Tabla 26 del NPR para la Biseladora Lineal

Tabla 27*Tabla del NPR para la Biseladora Lineal*

Nº de orden	Descripción de la máquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	S	Causa posible del fallo	O	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	D	NPR
BL04		Descarga de batería	Mal funcionamiento de la máquina	6	Descarga completa de la batería	5	Inspección física y verificación	Cambio batería de la memoria del PLC DVPEH	5	150
BL05		Falla en la medición del potenciómetro de la velocidad de la banda	La medición de control durante el funcionamiento va a ser erróneo	8	Descalibración del sistema de medición	6	Inspección física y verificación	Cambio del potenciómetro de la velocidad de la banda	3	144

Nota: Tabla 27 del NPR para la Biseladora Lineal

Tabla 28*Tabla del NPR para la Mesa de corte Z Z Bavelloni*

Nº de orden	Descripción de la máquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	S	Causa posible del fallo	O	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	D	NPR
MC01	La Mesa cortadora de vidrio es una herramienta utilizada por un operario para realizar cortes precisos en el vidrio plano	Daño de la fuente de alimentación	Parada del equipo	8	Posible sobrecarga del circuito	4	Inspección física y verificación	Cambio de la fuente de alimentación	4	128
MC02		Daño en el encoder de los ejes	El control durante el funcionamiento va a ser erróneo	6	Daño del Encoder	3	Inspección física y verificación	Cambio del Encoder de los ejes	5	90

Nota: Tabla 28 del NPR para la Mesa de corte Z Z Bavelloni

Tabla 29*Tabla AMEF para la PERFORADORA VIDRIO*

Nº de orden	Descripción de la máquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	S	Causa posible del fallo	O	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	D	NPR
PV01	La máquina de perforación de vidrio fija	Daño del fin de carrera de accionamiento.	Baja el rendimiento de la máquina	5	Daño del fin de carrera	5	Inspección física y verificación	Cambio de fin de carrera de accionamiento	5	125
PV02	vidrio fija neumáticamente y taladra con las puntas superiores e inferiores	Desgaste de los rodamientos del eje superior	Baja el rendimiento de la máquina	5	Desgaste de los rodamientos	5	Inspección física y verificación	Cambio de rodamientos del eje superior	4	100
PV03		Desgaste de los rodamientos del Motor	Baja el rendimiento de la máquina	5	Desgaste de los rodamientos	6	Inspección física y verificación	Cambio de rodamientos del motor del eje superior	4	120
PV04		Fugas de aire del estrangulador	Mal funcionamiento de la máquina	3	Perforaciones en el estrangulador de aire	10	Inspección física y verificación	Reparación de fugas de aire del estrangulador de aire	3	90

Nota: Tabla 29 del NPR para la PERFORADORA VIDRIO

Se realiza los cálculos del NPR ya que este valor ayuda a priorizar los modos de fallos y sus causas correspondientes, se procede a clasificar de acuerdo con la siguiente tabla 30:

Tabla 30

Valoración del NPR.

Valor	Nivel del NPR
<1	No existe riesgo de falla
<125	Riesgo de falla BAJO
<500	Riesgo de falla MEDIO
>500	Riesgo de falla ALTO

Nota: En la tabla 30 se clasifica los niveles de NPR (AENOR (2018))

Se determina los cálculos y su clasificación para el índice de prioridad de riesgo que se encuentran detallados en la sección de resultados para cada uno de las máquinas. Para el Horno de templado TAMGLASS los datos están ubicados en la tabla 51 y 52, para la Pulidora Lineal los datos están ubicados en la tabla 55, para la Biseladora Linea los datos están ubicados en la tabla 56, para la Mesa de corte Z Z Bavelloni los datos están ubicados en la tabla 53, para la PERFORADORA VIDRIO los datos están ubicados en la tabla 54. Después de calcular el NPR con los datos antes obtenidos en los historiales de la empresa determinamos el estudio de criticidad se usaron los preceptos de ocurrencia y severidad obtenidos en el índice de prioridad de riesgo, pero para realizar este análisis es necesario realizar una equivalencia de acuerdo a los parámetros ocurrencia y severidad usados en el de criticidad de para ello se efecto la creación las siguientes tablas que muestran dicha equivalencia de ocurrencia y severidad.

Tabla 31*Equivalencia de Severidad.*

Valor (1-4)	Valor (1-10)
Insignificante (1)	Ninguna (1) Muy pequeña (2)
Marginal (2)	Menor (3) Muy Baja (4) Baja (5)
Crítico (3)	Moderada (6) Alta (7) Muy alta (8)
Catastrófico (4)	Peligroso con aviso (9) Peligroso sin aviso (10)

Nota: La tabla 31 presenta la correspondencia que se estableció en el criterio de gravedad, con el fin de facilitar el análisis de la criticidad.

Tabla 32*Equivalencia para el criterio de Ocurrencia*

Valor (1-5)	Valor (1-10)
Improbable(1) Remoto(2)	Muy Baja Improbable (1) Baja(2-3)
Ocasional(3)	Moderada (4-5)
Probable(4)	Alta (6-8)
Frecuente(5)	Muy Alta(9-10)

Nota: La tabla 32 exhibe la correspondencia que fue establecida en el criterio de frecuencia de ocurrencia, con el propósito de llevar a cabo el análisis de criticidad.

Con las equivalencias se creo la siguiente matriz:

Figura 9

Matriz Criticidad con designación de colores



Nota: En la figura 9 se observa la matriz que posibilita la identificación y clasificación jerárquica de la importancia de determinados elementos. (AENOR (2018))

Se uso la siguiente formula 13 para realizar el análisis.

$$CRITICIDAD(C) = SEVERIDAD(S) * OCURRENCIA(O) \quad (13)$$

Después de haber realizado los cálculos de criticidad, están ubicados en la sección de 7.5, se concluye que el nivel de “INSIGNIFICANTE” sería innecesario en este estudio. Una vez determinado todos los cálculos y datos se procede a crear la tabla 33 AMEF para cada una de las maquinas que fueron analizadas. Las Tablas de trabajo AMEF se encuentran en la parte de Anexos sección de 2.

Tabla 33*Elementos de la Tabla AMEF*

Elemento	Significado
Nº de orden de fallo	Código de referencia del Fallo.
Descripción de la maquina	Se proporciona una concisa descripción del elemento junto con su respectiva función
Modo de fallo	La manera en que el elemento podría experimentar un fallo
Efecto de la falla	La consecuencia que podría experimentar el elemento al momento de un fallo
Controles de detección	Explicación sobre el método utilizado para detectar el modo de fallo
Acciones correctivas contra el fallo	Compensación derivada de un mantenimiento específico o de acciones realizadas por el operador
Índice de prioridad de riesgo	Indicador que facilita la priorización de modos de fallo y sus respectivas causas
Nivel de Criticidad	Rango relativos empleados con el fin de representar de manera cualitativa el nivel de criticidad de los activos

Nota: La tabla 33 muestra los elementos de la Tabla AMEF junto con una breve reseña

6.2.5.2. Cronograma propuesto para la realización del mantenimiento preventivo

El plan de mantenimiento preventivo propuesto se sustenta en el promedio de las frecuencias anuales de fallos de cada una de las máquinas a su objeto de estudio. Se muestra a continuación las actividades mensuales, semestrales y anuales que tendrán que realizarse en cada equipo, según el análisis realizado no se contemplaron las revisiones diarias ya que es recomendable realizar una breve inspección antes del uso de la maquinaria.

6.2.5.2.1. Horno de templado TAMGLASS

Se sugiere realizar el mantenimiento de niquelinas, tarjetas analógicas y digitales, cambios de mandril, fuentes de alimentación, empaques, entre otros elementos, una vez al año, basándose

en el historial de fallas que indica que estos equipos han requerido intervención una vez por año. Además de estas actividades programadas, se establece una orden de revisión general para todos estos componentes, la cual será evaluada por el jefe de mantenimiento. Esto permitirá aplicar las acciones de mantenimiento adecuadas en el momento oportuno para garantizar el funcionamiento óptimo de los equipos.

Tabla 34

Informe de actividades de mantenimiento para el Horno de templado TAMGLASS

Informe de actividades de mantenimiento preventivo			
Maquina:	Horno de templado	Código:	FTF2136/62
Origen:	Brazil	Personal Necesario	3
Marca:	TAMGLASS		
Equipos de Protección	Zapatos de seguridad, Tapones auditivos, Mascarilla, Guantes de protección, Gafas de seguridad		
Actividades Diarias			Tiempo Aproximado (Hrs.)
Limpieza de la superficie exterior del horno			0.17
Verificación del funcionamiento de los controles			0.083
Inspección visual el interior del horno			0.083
Actividades Mensuales			
Limpieza de los filtros de aire			0.17
Revisar y ajustar la calibración de los termómetros			0.083
Inspección de las juntas de las puertas			0.083
Lubricar las bisagras y mecanismos de apertura			0.17
Actividades semestrales			
Reparación de las niquelinas del Horno.			8
Calibrar los dispositivos de seguridad			0.25
Actividades Anuales			
Cambio salida digital Siemens, Simatic ET 200M			1
Cambio entrada Analógica Siemens, Simatic ET 200M			1

Nota: En la tabla 34 se presenta las actividades a realizar del mantenimiento preventivo para el horno de templado

Tabla 35*Informe de actividades de mantenimiento para el Horno de templado TAMGLASS*

Actividades Anuales		Tiempo Aproximado (Hrs.)
Cambio banda de los rodillos de la banda		1
Reparación pistón neumático		1
Cambio relé de estado sólido		2
Cambio de potenciómetro SIN FIN TRIMER WXD5590		0.5
Cambio de Niquelinas de calentamiento		8
Cambio ventilador del tablero de control		1
Cambio sirena de alerta de funcionamiento		0.5
Cambio ventilador del driver de la turbina A18061VBHBL		1
CAMBIO TARJETA METAL WORK PNUEMATIC 0227301201		1
Costo del mantenimiento		
Herramientas y equipos	Cantidad	Precio Unitario
TRIMER WXD5590	1	28,1
Cable #18 THHN	0.03	3.25
Pasta	0.05	1201.7
Estaño	0.05	2.5
Juego de desarmadores	9	0.0043
Multímetro	0.5	0.0033
Cautin	0.5	0.0033
Ventilador 220AC, 15x15CM	2	20
Cinta Aislante 3M	0.3	2.7
Juego de racha con dados	1	0.006
Alicates universales	3.5	0.001
TARJETA SALIDA DIGITAL 6ES7 322-1BH01- 0AA0	1	751,3
Barra de silicona 12mm	1	30.2
Cinta aislante 3M	1	0.3
Fusionadora	1	0.003
Stilete SDI	1	0.001

Nota: En la tabla 35 se muestra la continuación del Informe de las actividades a realizar del mantenimiento preventivo para el horno de templado

Tabla 36*Informe de actividades de mantenimiento para el Horno de templado TAMGLASS*

Herramientas y equipos	Cantidad	Precio Unitario
Máquina de fusión	1	0.009
Punta terminal cable #18	2	0.5
Remachadora	1.5	0.001
SIRENA DUAL TONE 24V DC	1	37.5
Juego de llaves Hexagonales	17.5	0.004
Relé de una sola fase 50A, IN 24V DC, OUT 480 VAC	1	12.4
Gel refrigerante	0.1	4.3
TARJETA ENTRADA ANALÓGICA 6ES7 331- 7KF02-0AB0	1	896,2
Grasa SKF	0.08	37.2
Grasero	2	3.720
Paleta de Helado	2	0.1
Electroválvula on/off 2020 TRV	1	29.9
Kit de empaques de pistón neumático	1	40.15
Niquelinas 90 A 3,6mm 480V	1	890,6
Electrodo 6030	2	60.1
Soldadora INFRA	8	0.013
Precio total:		\$2950.25

Nota: En la tabla 36 se presenta la continuación del informe actividades a realizar del mantenimiento preventivo para el horno de templado

6.2.5.2.2. BISELADORA LINEAL

Se propone que la empresa lleve a cabo el reemplazo anual de la batería del PLC, a pesar de la recomendación del fabricante de hacerlo cada tres años, debido a su costo relativamente bajo y su contribución al incremento de la fiabilidad de la máquina. En cuanto al mantenimiento en función del tiempo de operación, se sugiere que el operario realice la calibración anual de la banda de carga y los sensores, considerando que su utilización diaria es inferior a cuatro horas. Es importante destacar que la omisión de esta calibración puede conducir a un desgaste excesivo por pulido en las esquinas, resultando en una desviación en la precisión del producto final.

Tabla 37*Informe de Actividades de Mantenimiento Preventivo para la BISELADORA LINEAL*

Informe de Actividades de Mantenimiento Preventivo			
Maquina:	BISELADORA LINEAL	Código:	FA-371B
Origen:	China	Personal Necesario:	3
Marca:	Folga		
Equipos de Protección	Zapatos de seguridad, Tapones auditivos, Mascarilla, Guantes de protección, Gafas de seguridad		
Actividades Diarias			Tiempo Aproximado (Hrs.)
Limpiar la superficie de trabajo y eliminar cualquier residuo de vidrio			0.17
Verificación del funcionamiento de los controles			0.083
Actividades Mensuales			
. Lubricar los sistemas de movimiento de la biseladora			0.25
Inspeccionar y ajustar la tensión de las correas de transmisión			0.25
Actividades semestrales			
Limpiar y revisar el sistema de enfriamiento de las herramientas de corte			0.25
Calibración de sensores de nivel de la banda			0.25
Calibración de los rieles de la banda transportadora			3
Cambio de discos de pulir			2
Cambio batería de la memoria del PLC DVPEH			0.083
Cambio del potenciómetro de la velocidad de la banda			0.25
Costo del mantenimiento			
Herramientas y equipos	Cantidad	Precio Unitario	
Grasa SKF	0.4	37,200	
Juego de llaves hexagonales	5	0.004	
Kit de discos de desbaste con diamante	1	1201.7	
Juego de desarmadores	2.12	0.004	
Batería 3,5V, 3A	1	14,600	
Potenciómetro LA42DWQ	1	14	
Precio total:			\$1245.208

Nota: En la tabla 37 se presenta las actividades a realizar del mantenimiento preventivo de la biseladora lineal.

6.2.5.2.3. PERFORADORA DE VIDRIO

Para la PERFORADORA DE VIDRIO se realiza orden de trabajo que implica el análisis de parámetros tales como voltajes, corrientes, resistencias mecánicas, inspección visual general, desgaste de componentes, calentamiento de motores, entre otros aspectos relevantes. Se sugiere realizar la revisión una vez a la semana debido al alto nivel de uso de estas máquinas, ya que un fallo en alguna de ellas podría ocasionar pérdidas económicas significativas. Además, algunas de las maquinarias recomiendan llevar a cabo inspecciones de mantenimiento antes de iniciar la operación durante una semana laboral.

Tabla 38*Informe de Actividades de Mantenimiento Preventivo para la PERFORADORA DE VIDRIO*

Informe de Actividades de Mantenimiento Preventivo			
Maquina:	PERFORADORA DE VIDRIO	Código:	JZJ 13
Origen:	China	Personal Necesario	3
Marca:	Jiangmen Jiangxi Machinery		
Equipos de Protección	Zapatos de seguridad, Tapones auditivos, Mascarilla, Guantes de protección, Gafas de seguridad		
Actividades Diarias			Tiempo Aproximado (Hrs.)
Limpiar la superficie de la mesa y eliminar cualquier residuo de vidrio			0.17
Verificación del funcionamiento de los controles			0.083
Revisar el estado de las Brocas de perforación			0.083
Actividades Mensuales			
Lubricar los sistemas de movimiento de la perforadora			0.42
Inspección y reparación de fugas de aire del estrangulador de aire			0.25
Inspección de los rodamientos del eje superior y cambiarlos en caso de desgaste			5
Actividades semestrales			
Cambio de fin de carrera de accionamiento			0.25
Cambio de rodamientos del motor del eje superior			6
Costo del mantenimiento			
Herramientas y equipos		Cantidad	Precio Unitario
Fin de carrera con rueda 5A250V AC		1	15.200
Juego de desarmadores		6.50	0.004
Rodamientos eje superior PV1212		2	15.2
Juego de llaves hexagonales		5	0.004
Kit de extracción de rodamientos		1	0.003
rodamientos motores		2	12.5
Grasa SKF		0.2	74.4
Juego de racha con dados		6	0.006
Teflón		1	0.55
Precio total:			71.73

Nota: En la tabla 38 se presenta las actividades a realizar de mantenimiento preventivo de la perforadora de vidrio.

6.2.5.2.4. PULIDORA LINEAL

Se recomienda cambiar la batería del PLC anualmente, aunque el fabricante sugiere hacerlo cada tres años. Además, se propone llevar a cabo la limpieza de la banda transportadora cada quince días, considerando que la máquina opera durante siete horas al día, y más allá de este periodo se observa una disminución en la calidad que puede resultar en rayones, fallos en el producto final e incluso daños en los ductos del sistema. Igualmente, se establece la recalibración de la banda de carga cada cuatro meses para prevenir un desgaste excesivo por pulido en las esquinas, lo que podría ocasionar una falta de precisión en el producto final.

Tabla 39

Informe de Actividades de Mantenimiento Preventivo para la PULIDORA LINEAL

Informe de Actividades de Mantenimiento Preventivo			
Maquina:	PULIDORA LINEAL	Código:	FA9-325B
Origen:	China	Personal Necesario:	3
Marca:	Folga		
Equipos de Protección	Zapatos de seguridad, Tapones auditivos, Mascarilla, Guantes de protección, Gafas de seguridad		
Actividades Diarias			Tiempo Aproximado (Hrs.)
Limpiar la superficie de trabajo y eliminar cualquier residuo de material pulido			0.17
Verificación del funcionamiento de los controles			0.083
Revisión y Limpieza de los cauchos de sujeción de la banda transportadora			0.083
Actividades Mensuales			
Inspección y cambio en caso de desgaste de chumacera del eje principal de la banda sujeción FA6-VC205			0.25
Inspección y calibración banda transportadora de carga de pulidora			0.25
Actividades semestrales			
Revisión y cambio Rodamientos del Motor por desgaste.			3
Revisión y cambio de luz de señalización.			0.5

Nota: En la tabla 39 se presenta las actividades a realizar de mantenimiento preventivo para la pulidora lineal.

Tabla 40*Informe de Actividades de Mantenimiento Preventivo para la PULIDORA LINEAL*

Actividades Anuales		
Cambio fuente de alimentación TPSS2408 110/24V		1
Cambio batería de la memoria del PLC DVP-80EH		0.083
Cambio Relé 24V AC OMRON - MY4N-J		0.17
Cambio Relé térmico Siemens SIRIUS DMT98ATEX6001.		0.5
Costo del mantenimiento		
Herramientas y equipos	Cantidad	Precio Unitario
Fuente de alimentación 24VDC, 8A	1	32.3
Juego de desarmadores	5.25	0.004
Batería 3,5V, 3A	1	14.6
RELÉ OMRON - MY4N-J. 24VAC	1	20.3
RELÉ TÉRMICO RSIRIUS DMT98ATEX600	1	25.5
Rodamientos 20x30x80	2	15.2
Grasa SKF	1	3.72
Juego de llaves hexagonales	3	0.004
Kit de extracción de rodamientos	3	0.003
Juego de racha con dados	0.25	0.006
Luz Licuadora 220VAC CAMSCO	1	15.2
Alicate plegable	0.25	0.001
Precio total:		\$142.06

Nota: En la tabla 40 se presenta las actividades a realizar de mantenimiento preventivo para la pulidora lineal.

6.2.5.2.5. MESA CORTADORA DE VIDRIO

Para la MESA CORTADORA DE VIDRIO la frecuencia propuesta para llevar a cabo el mantenimiento preventivo es mensual, considerando que el nivel de utilización de estas máquinas es relativamente bajo y que cualquier eventual fallo tendría un impacto de menor magnitud en comparación con las máquinas de uso más intensivo.

Tabla 41

Informe de actividades de mantenimiento preventivo para la MESA CORTADORA DE VIDRIO

Informe de actividades de mantenimiento preventivo			
Maquina:	MESA CORTADORA DE VIDRIO	Código:	MTS 42
Origen:	Italia	Personal Necesario	1
Marca:	Z ZBavelloni		
Equipos de Protección	Zapatos de seguridad, Tapones auditivos, Mascarilla, Guantes de protección, Gafas de seguridad		
Actividades Diarias			Tiempo Aproximado (Hrs.)
Limpiar la superficie de la mesa y eliminar cualquier residuo de vidrio			0.17
Verificación del funcionamiento de los controles			0.083
Revisar el estado de las cuchillas y cambiarlas si es necesario			0.083
Actividades Mensuales			
Lubricar los sistemas de movimiento de la mesa y de corte			0.25
Inspeccionar y ajustar la tensión de las correas de transmisión			0.25
Verificar y ajustar la alineación de la mesa y las guías de corte			0.25
Actividades semestrales			
Limpiar y revisar el sistema de enfriamiento del cabezal de corte			0.25
Revisar y ajustar la calibración de los sistemas de medición y control			0.25
Actividades Anuales			
Cambio de la fuente de alimentación			0.25
Cambio del Encoder de los ejes.			1
Costo del mantenimiento			
Herramientas y equipos		Cantidad	Precio Unitario
Fuente de alimentación 12V 10A		1	65.4
Juego de desarmadores		1.25	0.004
Encoder SGDh-05DE-400V		1	1200
Gel refrigerante		0.4	4.3
Precio total:			1267.125

Nota: En la tabla 41 se presenta las actividades a realizar del mantenimiento preventivo para la mesa de corte.

6.2.5.2.6. MESA DE CORTE DE VIDRIOS CON EL SISTEMA PROPUESTO DE MEDICIÓN

Adicionamos a la maquina de corte un plan de mantenimiento preventivo al sistema de medición automática, ya que se encuentra incorporado en esta maquinaria.

Según Pesántez Huerta (2007) nos dice que debemos realizar un mantenimiento preventivo al sistema de medición automático, en lo que detallamos a continuación:

Tabla 42

Informe de actividades de mantenimiento preventivo para la MESA CORTA DE VIDRIOS CON SISTEMA DE MEDICIÓN

Informe de actividades de mantenimiento preventivo			
Maquina:	MESA CORTADORA DE VIDRIO	Código:	MTS 42
Origen:	Italia	Personal Necesario	1
Marca:	Z ZBavelloni		
Equipos de Protección	Zapatos de seguridad, Taponos auditivos, Mascarilla, Guantes de protección, Gafas de seguridad		
Actividades Diarias			Tiempo Aproximado (Hrs.)
Limpiar la superficie de la mesa y eliminar cualquier residuo de vidrio			0.17
Verificación del funcionamiento de los controles			0.083
Revisar el estado de las cuchillas y cambiarlas si es necesario			0.083
Inspeccionar Motores y ventiladores			0.17
Inspeccionar los seguros de la mesa			0.083
Actividades Semanalmente			
Inspeccionar caja de engranajes de la impulsión principal y revisar nivel de aceite			0.17
Inspeccionar la impulsión de la salida y el compensador			0.17
Inspeccionar motores y ventiladores			0.17
Inspeccionar cubierta			0.17
Inspeccionar conductos, cables e interruptores de seguridad			0.17

Nota: En la tabla 42 se presenta las actividades a realizar del mantenimiento preventivo para la mesa de corte.

Tabla 43

Informe de actividades de mantenimiento preventivo para la MESA CORTA DE VIDRIOS CON SISTEMA DE MEDICIÓN

Actividades Semanalmente	Tiempo Aproximado (Hrs.)
Revisar la separación de altura del producto	0.17
Inspeccionar los interruptores de salto de emergencia	0.17
Revisar el panel de control eléctrico por humedad	0.17
Rocíe con aceite rodamientos, RUEDAS Y EN GENERAL PARTES MÓVILES	0.17
Actividades Mensuales	
Lubricar los sistemas de movimiento de la mesa y de corte	0.25
Inspeccionar y ajustar la tensión de las correas de transmisión	0.25
Verificar y ajustar la alineación de la mesa y las guías de corte	0.25
Inspeccionar caja de engranajes de la impulsión principal y revisar nivel de aceite.	0.25
Inspeccionar la impulsión de la salida y el compensador	0.25
Verificar y ajustar la alineación de la mesa y las guías de corte	0.25
Revisar la lavadora de la correa: ventiladores y bomba	0.17
Revisar la correa	0.17
Revisar limpieza interior	0.17
Inspeccionar el trabajo de metal del suelo, tuercas	0.17
Inspeccionar aspersores de descongelación	0.17
Revisar válvulas de refrigeración	0.17
Revisar la iluminación interior	0.17
Engrasar la lavadora.	0.25
Engrasar motores y ventiladores	0.25
Engrasar válvulas de refrigeración	0.25

Nota: En la tabla 43 se presenta las actividades a realizar del mantenimiento preventivo para la mesa de corte.

Tabla 44

Informe de actividades de mantenimiento preventivo para la MESA CORTA DE VIDRIOS CON SISTEMA DE MEDICIÓN

Actividades semestrales		
Limpiar y revisar el sistema de enfriamiento del cabezal de corte		0.25
Revisar y ajustar la calibración de los sistemas de medición y control		0.25
Actividades Anuales		
Cambio de la fuente de alimentación		0.25
Cambio del Encoder de los ejes.		1
Revisar la correa		0.25
Revisar la cubierta		1
Inspeccionar el trabajo de metal del suelo, tuercas		0.17
Cambiar de aceite a la caja de engranajes de la impulsión principal		1
Cambiar de aceite a la impulsión de la salida y a la compensación		1
Costo del mantenimiento		
Herramientas y equipos	Cantidad	Precio Unitario
Fuente de alimentación 12V 10A	1	65.4
Juego de desarmadores	1.25	0.004
Encoder SGDh-05DE-400V	1	1200
Gel refrigerante	0.4	4.3
Precio total:		1267.125

Nota: En la tabla 44 se presenta las actividades a realizar del mantenimiento preventivo para la mesa de corte.

6.2.5.3. Orden de trabajo para la ejecución del mantenimiento preventivo

Se ha diseñado un modelo de orden de trabajo con el fin de organizar, optimizar los recursos y poder dar seguimiento a la eficiencia del plan de mantenimiento preventivo que se ha diseñado.

Tabla 45

Informe de actividades de mantenimiento preventivo para las máquinas de la empresa Dekorvid

Orden de Trabajo		N° de orden	
Descripción:			
Maquina:		Código:	
Solicita		Tipo de Manteni- miento	
Responsable		Supervisor	Fecha
Tareas a Ejecutar			
Descripción de la Tarea		Tiempo Estimado	Tiempo Real
			OK
Repuestos Requeridos			
Descripción del Repuesto o Material		Cantidad	Precio Unidad
			Total
Herramientas		Horas	Precio Unidad /hora
			Total
Personal Necesario			
Personal		Cantidad	Precio Unidad /hora
			Total
Costo de la Orden de trabajo:			
Observaciones y Recomendaciones			
Jefe de Mantenimiento		Responsable	

Nota: En la tabla 45 se presenta las actividades a realizar del mantenimiento preventivo para las máquinas de la empresa Dekorvid.

6.2.5.4. Desarrollo de un programa en la plataforma de Excel con la aplicación de macros en visual Básic, para la implementación del plan de mantenimiento preventivo .

Con el propósito de obtener un mejor acceso a la información se ha realizado un programa en la macros de Excel, una aplicación de fácil manejo la cual ayuda a la ejecución del Plan de Mantenimiento Preventivo a la vez que realiza en la recopilación de datos de las maquinas. Para el ingreso se inicia abriendo el programa de Excel con el nombre “Plan de Mantenimiento Preventivo ´´, a su vez, le pedirá un usuario y contraseña para la realización de un historial de acceso, debido a un adecuado control del programa.

Figura 10

Inicio de sección

A screenshot of a Windows-style dialog box titled "Inicio" with a close button (X) in the top right corner. The dialog box has a light blue background. It contains two text input fields. The first field is labeled "Usuario" and the second is labeled "Contraseña". Below the input fields are two buttons: "Ingreso" on the left and "Salir" on the right.

Nota: El trabajador debe poner su usuario y contraseña como se muestra en la figura 10.

Una vez ingresado se mostrara un menú de opciones en el cual se dividirá en un cronograma, Informes de mantenimiento, las fichas técnicas de las maquinas y la opción de cerrar.

Figura 11

Menú



Nota: Menú de ingreso se muestra en la figura 11.

Si se selecciona la opción de maquinas se abrirá una ventana en la cual estarán las imágenes y sus nombres de todos los equipos.

Figura 12

Menú de Maquinas



Nota: Submenu de maquinas como se muestra en la figura 12.

Una vez seleccionado el equipo se procederá a mostrar la ficha técnica del equipo el cual se selecciono.

Figura 13

Ficha Técnica del Horno de Templado

Equipo	Fabricante	Cantidad	Tensión	Frecuencia	Característica:
HORNO DE TEMPLA	TAMGLASS	1	440V	50-60Hz	Eléctrica, Mecánica, Hidráulica
Origen	Año de fabricación	Potencia	Código	Corriente	Espesor en vidrio
Brazil	2003	600Kw	FTF2136/62	150A	3-19mm
Proceso					

Se ingresa el vidrio completamente limpio y con el logotipo indicado en la banda transportado, para que la maquinaria en función de espesor de vidrio realice el proceso de calentamiento para posteriormente el enfriamiento completando así el templado.



Nota: En la figura 13 se muestra la ficha técnica del horno de templado

En el caso de seleccionar la opción del cronograma se abrirá un libro de Excel en el cual se mostrara las actividades de enero hasta diciembre exceptuando las actividades diarias.

Figura 14

Cronograma de actividades

Fecha	20/2/2024														
					1/1/2024	2/1/2024	3/1/2024	4/1/2024	5/1/2024	6/1/2024	7/1/2024	8/1/2024	9/1/2024	10/1/2024	11/1/2024
Maquina	Actividades	Frecuenc	Dia inicial	Horas	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	jue
HORNO DE TEMPLADO	Limpieza de la superficie exterior del horno	Diario	1/1/2024		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
HORNO DE TEMPLADO	Verificación del funcionamiento de los	Diario	1/1/2024		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
HORNO DE TEMPLADO	Inspección visual el interior del horno	Diario	1/1/2024		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
HORNO DE TEMPLADO	Limpieza de los filtros de aire	Mensual	1/1/2024		X										
HORNO DE TEMPLADO	Revisar y ajustar la calibración de los	Mensual	2/1/2024			X									
HORNO DE TEMPLADO	Inspección de las juntas de las puertas	Mensual	1/1/2024		X										
HORNO DE TEMPLADO	Lubricar las bisagras y mecanismos de apertura	Mensual	2/1/2024			X									
HORNO DE TEMPLADO	Reparación de las niquelinas del Horno.	Semestra	8/1/2024									X			
HORNO DE TEMPLADO	Calibrar los dispositivos de seguridad	Semestra	8/1/2024									X			
HORNO DE TEMPLADO	Cambio salida digital Siemens, Simatic ET 200M	Anual	10/1/2024											X	
HORNO DE TEMPLADO	Cambio entrada Analógica Siemens, Simatic ET 200M	Anual	11/1/2024												X
HORNO NF	Cambio banda de los rodillos														

Nota: En la figura 14 se visualiza el cronograma de las actividades a realizar.

Y al seleccionar los informes de mantenimiento preventivo que se divisara una ventana en la cual estarán especificadas las actividades a realizar, las cuales estarán clasificadas en diarias, mensuales y semestrales.

Figura 15

Cronograma de actividades

Informe de actividades de mantenimiento			
Maquina:	PULIDORA LINEAL	Código:	FA9 325B
Origen:	China	Personal Necesario:	3
Marca:	Folga		
Equipos de Protección	Zapatos de seguridad, Tapones auditivos, Mascarilla, Guantes de protección, Gafas de seguridad		
Actividades Diarias			Tiempo Aproximado (Hrs.)
Limpiar la superficie de trabajo y eliminar cualquier residuo de material pulido			0.17
Verificación del funcionamiento de los controles			0.083
Revisión y Limpieza de los cauchos de sujeción de la banda transportadora			0.083
Actividades Mensuales			
Inspección y cambio en caso de desgaste de chumacera del eje principal de la banda sujeción FA6 VC205			0.25
Inspeccion y calibración banda transportadora de carga de pulidora			0.25
Actividades semestrales			
Revisión y cambio Rodamientos del Motor por desgaste.			3
Revisión y cambio de luz de señalización.			0.5
Actividades Anuales			
Cambio fuente de alimentación TPSS2408 110/24V ó 220V/24V 8A 50/60HZ			1
Cambio batería de la memoria del PLC DVP 80EH			0.083
Cambio Relé 24V AC OMRON MY4N J			0.17
Cambio Relé térmico Siemens SIRIUS DMT98ATEX6001.			0.5

Nota: En la figura 15 se detallan las actividades y su duración aproximada de la pulidora lineal.

Finalmente se encuentra el registró de mantenimiento en el cual se crea una orden de trabajo que tiene siguiente formato como se muestra en la figura 16:

Figura 16

Orden de trabajo

Orden de Trabajo		N° de orden	
Descripción:			
Maquina:		Código:	
Solicita		Tipo de Mantenimiento	
Responsable		Supervisor	Fecha
Tareas a Ejecutar			
Descripción de la Tarea	Tiempo Estimado	Tiempo Real	OK
Añadir Tarea			<input type="checkbox"/>
Repuestos Requeridos			
Descripción del Repuesto o Material	Cantidad	Precio Unidad	Total
Añadir Repuesto o Material			
Herramientas			
Descripción del Herramientas	Horas	Precio Unidad/Hora	Total
Añadir Herramienta			
Personal Necesario			
	Cantidad	Precio Unidad/Hora	Total
Personal Calificado			
Personal No Calificado			
Costo de la Orden de trabajo:			
Observaciones y Recomendaciones			
Jefe de Mantenimiento		Responsable	

Nota: En la figura 16 se el formato de la orden de trabajo en la aplicación.

El cual tiene que ser llenado de esta forma:

Figura 17

Orden de trabajo llenado



Orden de Trabajo		N° de orden	01
Descripción: Realizacio tareas de Horno de templado			
Maquina:	HORNO DE TEMP	Código:	
Solicita:	efe de Mantenimiento	Tipo de Mantenimiento	Preventivo
Responsable		Supervisor	Fecha
Trabajador 1		Jefe de Mantenimiento	
Tareas a Ejecutar			
Descripción de la Tarea		Tiempo Estimado	Tiempo Real
Añadir Tarea		8	8
Reparación de las ni			<input checked="" type="checkbox"/>
Repuestos Requeridos			
Descripción del Repuesto o Material		Cantidad	Precio Unidad
Añadir Repuesto o Material		2	
Niquelinas 90 A 3,6mm			
Herramientas			
Descripción del Herramientas		Horas	Precio Unidad/Hora
Añadir Herramienta		8	
Juego de desarmador			
Personal Necesario			
		Cantidad	Precio Unidad/Hora
Personal Calificado		1	
Personal No Calificado		2	
Costo de la Orden de trabajo:			
Observaciones y Recomendaciones			
Jefe de Mantenimiento		Responsable	

Save

Back

Nota: En la figura 17 se presenta la manera correcta de llenar la orden de trabajo el la aplicación.

Se divisara de la siguiente forma para su posterior impresión

Figura 18

Orden de trabajo llenado

Orden de trabajo		N° de orden	1
Descripción	Realizacio tareas de Horno de templado		
Maquina:	HORNO DE TEMPLADO	Código:	
Solicita	Jefe de Mantenimiento	Tipo de Mantenimiento	Preventivo
Responsable		Supervisor	Fecha
Trabajador 1		Jefe de Mantenimiento	28/2/2024
Tareas a Ejecutar			
Descripción de la Tarea	Tiempo Estimado	Tiempo Real	OK
Reparación de las niquelinas del Horno.	8	8	VERDADERO
Tiempo Total	8	8	
Repuestos Requeridos			
Descripción del Repuesto	Cantidad	Precio Unidad	Total
Niquelinas 90 A 3,6mm 480V	2	\$890,60	\$1.781,20
Herramientas Requeridas			
Descripción del Herramientas	Horas	Precio Unidad/Hora	Total
	0		\$0,00
Personal Necesario			
	Cantidad	Precio Unidad/Hora	Total
Personal Calificado	1	\$5,03	\$40,26
Personal No Calificado	2	\$2,96	\$23,66
Costo de la Orden de trabajo:	1845,13		
Observaciones y Recomendaciones			
Jefe de Mantenimiento	Responsable		

PRINT

BACK

Nota: En la figura 18 observa la hoja de Excel previa a su impresión.

En esta parte se realiza con el fin de crear un historio que sirva para la realización futura de un nuevo análisis AMEF y comparara el Índice de Prioridad de Riesgo de las maquinas para observar si este índice a bajado o persiste; se puede ingresar como se divisa en la figura 18 lo cual se conducirá a una hoja de Excel con los históricos por fechas realizados hasta el momento para el cual se divisara en el Anexo 2

Figura 19

Registros



Nota: En la figura 19 forma de ingreso a registros de las ordeñes de trabajo .

6.2.5.5. Análisis financiero

Para el desarrollo e implementación de este Plan de Mantenimiento Preventivo conlleva a una serie de costos que deben ser evaluados como por ejemplo:

- Costos de Recursos Humanos
En para estos están contemplados los salarios y el coste por hora del personal encargado de realizar las actividades de mantenimiento.
- Costos de Equipos y Herramientas

Adquisición, mantenimiento y reparación de herramientas equipos maquinarias necesaria para realizar las tareas de mantenimiento.

- Costos de Materiales y Repuestos
Compra de materiales, lubricantes productos químicos y repuestos necesarios para realizar las tareas de mantenimiento.
- Costos de Tiempo de Inactividad
Perdidas de ingresos debido a la inactividad no planeada durante las tareas de mantenimiento.
- Costo de Contrataciones externas
En este caso son los costes por hora de un profesional externo a la empresa contratado para llevar acabo la ciertas actividades de mantenimiento especializadas.
- Costo Evaluación y Mejora
Costo de análisis y evaluación periódica del plan de mantenimiento para identificar áreas de mejora y optimización.

Como ejemplo se procederá con el análisis en el caso que se realice una implementación del plan de mantenimiento preventivo para el horno de templado teniendo en cuenta que el costo por hora del personal calificado es de \$5.033 y del personal no calificado es de \$2.958 (Bermeo Hurtado y Legarda Urgilés (2020)).

Tabla 46

Análisis Financiero para el Horno de Templado de Vidrio

	Cantidad	PU/hora	Horas	total
Personal No calificado	2	2.958	27.092	160.28
Personal Calificado	1	5.033	26.25	132.12
Precio Total de Herramientas, Equipos, Materiales y recursos				2950.50
Coste de Evaluación y mejora				500
Total				3742.9

Nota: En la tabla 46 se el análisis financiero de la implementación del para Horno de Templado de Vidrio.

6.2.6. CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE LA EMPRESA PARA LA OPERACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Para esta parte se realizara una reunión con las personas encargadas del mantenimiento en la empresa para explicarles sobre el funcionamiento del programa en la plataforma de Excel con la aplicación de macros en visual Básic, para la implementación del plan de mantenimiento preventivo, también se dio a conocer los beneficios de diseño del sistema de medición automático para el cortado de vidrios y de esta manera se evitarían los tiempos de fallas inesperadas.El esquema se encuentra en el Anexo 3

6.2.7. PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN AUTOMÁTICA PARA EL CORTADO DE LOS VIDRIOS EN LA EMPRESA DE VIDRIO Y ALUMINIO DEKORVID.

6.2.7.1. Planteamiento y delimitaciones del problema.

Se plantea una solución innovadora para abordar los desafíos actuales en el proceso de mantenimiento preventivo de la industria relacionada con el corte de vidrio. Actualmente, esta empresa realiza su medición de manera manual, el personal sujeta las planchas de vidrio de las estaciones de bodega y mediante guantes especiales y por medio de ventosas ellos cargan y colocan en una mesa de corte para su respectiva medición para el cortado del vidrio según el requerimiento del cliente, dándose varios desperdicios y demoras en el tiempo de medición y cortado de los vidrio. Al eliminar la intervención manual, el sistema mejora la calidad del producto final y garantiza un entorno de trabajo más seguro para los operarios, minimizando el riesgo de lesiones. Además, al aumentar la eficiencia y la precisión del proceso, la empresa puede mejorar su rentabilidad a largo plazo. Mediante el levantamiento de historial de la maquina de corte, observamos una desventaja en la seguridad de los operarios de corte, debido a que están sometidos a grandes lesiones en el momento de ejercer este trabajo, por lo cual, sea propuesto un sistema automático para la medición del cortado de los vidrios, en la que consta de tres partes: un medidor y corte de vidrio, un posicionador horizontal y una herramienta de corte. En la sección 6.2.4.2 se realiza un DAP actual de la empresa para ver el ciclo de vida completa de su producto y comprender el tiempo y desperdicios que genera el proceso de medición y cortado del vidrio. El proceso de medición va a estar controlado por un PLC y se realizará automáticamente con solo dar clic en el botón del computador donde dirá proceso de medición a cortar, y el sistema automático realizara su respectiva medición desplazándose con su corte.

6.2.7.2. Diagrama de análisis de los procesos (DAP) actual de la línea de producción de vidrio .

Mediante este análisis permite ver el ciclo de vida completo de su producto y comprender su impacto en el medio ambiente. Por ello, elegimos el DAP para garantizar la fiabilidad garantizando una construcción más sostenible y una empresa más activa en el mundo, en la tabla 47 se observa las actividades de traslado y medición para el cortado de vidrios.

Tabla 47

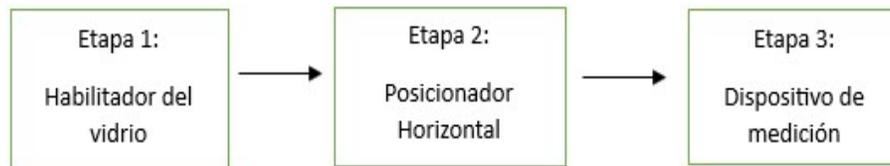
Diagrama de análisis de proceso del vidrio

Proceso de vidrio de la empresa Dekorvid						
Ubicación			Actividad		Método actual	
Actividad	Producción de vidrio de templado		Operación	●	7	
			Transporte	➔	6	
Fecha			Demora	⤵	1	
Operador		Analista	Inspección	■	3	
Comentarios:			Almacén	▼	2	
			Tiempo(min)		55	
			Distancia(mts)		23	
Descripción de la actividad			Símbolos		Tiempo(min)	Distancia(mts)
			● ➔ ⤵ ■ ▼			
Pedido al almacén (Abrir caja de vidrio)					5	
Espera del pedido					1	
Inspección					10	
Traslado del material(Habilitar)					20	
Medición					5	
Corte					5	
Inspección						2
Traslado del material					1	
Lavado					1	
Pulido						5
Traslado del material					3	
Serigrafiado						10
Traslado del material					2	
Horno del templado						3
Traslado del material					1	
Inspección						
Etiquetar					1	
Traslado del material						3
Almacén de productos terminados						

Nota: En la tabla 47 se presenta las actividades realizadas en el proceso de vidrios de la empresa Dekorvid

Figura 20

Etapas del proceso de medición para el cortado de vidrios



Nota: En la figura 20 se observa las 3 etapas del proceso para la medición y corte del vidrio.

6.2.7.3. Descripción de la propuesta de diseño del sistema de medición automático para el cortado de vidrios.

Se colocará el distanciómetro láser en una posición estratégica donde se pueda medir con precisión la distancia entre el cabezal de corte y el material a cortar. Para este sistema se realizará una calibración inicial para establecer la referencia de medición y garantizar la precisión de las lecturas del distanciómetro láser. El distanciómetro láser emite un haz de luz láser hacia la superficie del material. Este haz de luz se refleja de vuelta al distanciómetro, y mediante la medición del tiempo que tarda en regresar, se calcula la distancia entre el cabezal de corte y el material. La distancia medida se utiliza para controlar automáticamente la altura del cabezal de corte sobre el material. Esto se logra ajustando la velocidad de los motores que controlan la posición del cabezal de corte, garantizando así que la distancia entre el cabezal y el material permanezca constante durante el proceso de corte. El sistema puede estar equipado con capacidades de retroalimentación, lo que significa que puede ajustar dinámicamente la altura del cabezal de corte en tiempo real para adaptarse a variaciones en la superficie del material o cambios en las condiciones de corte.

Según Costa (2016), Las etapas que componen el proceso del prototipo de un sistema de medición para el corte de vidrio se aprecian en la Figura del Perfil PTR.

En el sistema automático de medición se implementara un computador donde se introduzca las medidas para el cortado de vidrios, se utilizará el programa Easycut que permite cargar la ficha de materiales, selección del vidrio, dentro de este programa se puede modificar o poner nuevas fichas de materiales, este programa facilita una medición adecuada para el cortado de vidrios. Para Aguilera Martínez (2002) la tecnología neumática es muy importante para automatizar procesos industriales.

Para la movilidad del sistema de medición y corte se utilizará 4 cilindros neumáticos:

El segundo cilindro neumático entra en funcionamiento para activar las ventosas que sujetarán el vidrio.

El tercer cilindro neumático moverá la mesa hacia una posición precisa, asegurando que quede ubicada directamente debajo del cortador. Este último, mediante el cuarto cilindro neumático, procederá al corte del vidrio.

Es esencial realizar aplicaciones secuenciales con sistemas neumáticos, es una buena alternativa para elevar la productividad empresarial a bajo costo.

6.2.7.3.1. Las características del proceso de medición para el respectivo corte son las siguientes:

Todo el proceso se realizará sobre una mesa que utiliza la misma empresa Dekorvid para el corte manual.

La estación de apilado de vidrios, la cual asegurará la total seguridad de las piezas de vidrio y las mantendrá listas para ser medidas y cortadas, estará conformada por:

- Franela roja que simula de alfombra
- Una estructura hecha de metal con una base de madera.

En la base se situará la mesa de metal destinada al corte, la cual estará equipada con dos ventosas. Esta superficie servirá de soporte para el posicionamiento del vidrio, donde será medido y cortado.

La área de medición permanece en el punto cero de la máquina, esta se posicionará a un lado de la mesa, donde no intervenga al momento de posicionar el vidrio sobre ella, este sistema se encargará realizar la medición del vidrio en dos tiempos uno de ida y otro de vuelta según las coordenadas que introduzca el operario, la cual consta de:

- Una estructura de metal
- 1 Distanciómetro láser LM100A

También para el accionamiento del circuito se tiene:

- Cortador de vidrio
- 4 contactores.
- 2 pulsadores, para dar pause y Emergencia.
- 1 llave térmica.
- 1 caja de metal.

- Alimentación eléctrica red monofásica 220 vol AC
- Alimentación neumática 60 psi - 4 bar

Según Costa (2016), los sensores de presencia permiten conocer el estado de los procesos y de esta manera saber qué etapa se requiere controlar o supervisar . Otros componentes importantes empleados en el sistema de medición para el cortado de vidrios son:

- 4 Cilindros neumáticos de doble efecto
- 4 Electroválvula monoestable 5/2- 1/8 G. 220vac
- Sensores de presencia
- Reguladores de presión
- Silenciadores
- Pernos varios: 5/16, 1/4, 3/16, 1/8.
- Mangueras de 6mm color celeste
- Controlador lógico programable (PLC)

6.2.7.4. Importancia del prototipo de medición automático para el cortado de vidrios.

Debido a la cantidad de tareas realizadas durante el día, es importante cambiar las tareas manuales por tareas automáticas para aliviar la fuerza física del operador.

Obteniendo las siguientes ventajas:

- Entregas a tiempo
- Disminución de tiempo de medición
- Reducción de desperdicios de material
- Eficiencia en el producto final
- Mayor producción
- Un acabado eficiente

6.2.7.5. Software requerido y su respectiva programación para el sistema de medición automático para el cortado de vidrios.

La programación se realiza en un PLC para la automatización del sistema de medición del cortado de vidrios.

En la figura 12 se presenta con detalle el programa que se empleará para automatizar este proceso.

El controlador lógico programable que empleamos pertenece a la marca Siemens y corresponde al modelo Logo.

6.2.7.6. ¿Qué es un PLC?

Entre las últimas innovaciones autómatas del mercado industrial se encuentra el PLC o Controlador Lógico Programable; se trata de una computadora industrial que tiene como objetivo principal la automatización de procesos en una línea de producción, por lo que está a cargo del control de los sistemas de las máquinas (Aguilera Martínez (2002)).

6.2.7.7. ¿Cómo funciona un PLC?

Sus siglas significan controlador lógico programable (Programmable Logic Controller– PLC). Este equipo opera de manera similar a un ordenador convencional, donde las partes principales incluyen la CPU (Unidad Central de Procesamiento), un módulo de memorias y de entradas/salidas, la fuente de alimentación y la unidad de programación. El Controlador Lógico Programable recibe información de sensores conectados o dispositivos de entrada, procesa los datos y dispara salidas basadas en parámetros preprogramados.(Aguilera Martínez (2002)) Dependiendo de las entradas y salidas, puede monitorear y registrar datos de tiempo de ejecución, como la productividad de la máquina o la temperatura de operación, iniciar y detener procesos automáticamente, generar alarmas si la máquina funciona mal y más. Los controladores lógicos programables son una solución de control flexible y robusta, adaptable a casi cualquier aplicación(Aguilera Martínez (2002)).

Existen algunas características clave que diferencian a los PLC de las PC industriales, los microcontroladores y otras soluciones de control industrial (Aguilera Martínez (2002)):

- E / S. La CPU del PLC almacena y procesa los datos del programa, pero los módulos de entrada y salida conectan el PLC al resto de la máquina. Estos módulos de E / S son los que proporcionan información a la CPU y desencadenan resultados específicos.
- Comunicaciones. Además de los dispositivos de entrada y salida, un PLC también puede

necesitar conectarse con otros tipos de sistemas; por ejemplo, los usuarios pueden querer exportar los datos de la aplicación grabados por el PLC a un sistema de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA), que monitorea múltiples dispositivos conectados.

- HMI. Para interactuar con el Controlador Lógico Programable en tiempo real, los usuarios necesitan una HMI o interfaz hombre-máquina. Estas interfaces de operador pueden ser pantallas simples, con una lectura de texto y un teclado, o grandes paneles táctiles más similares a la electrónica de consumo, pero, de cualquier manera, permiten a los usuarios revisar e ingresar información en tiempo real.

6.2.7.8. Para qué se utiliza un Controlador Lógico Programable (PLC)

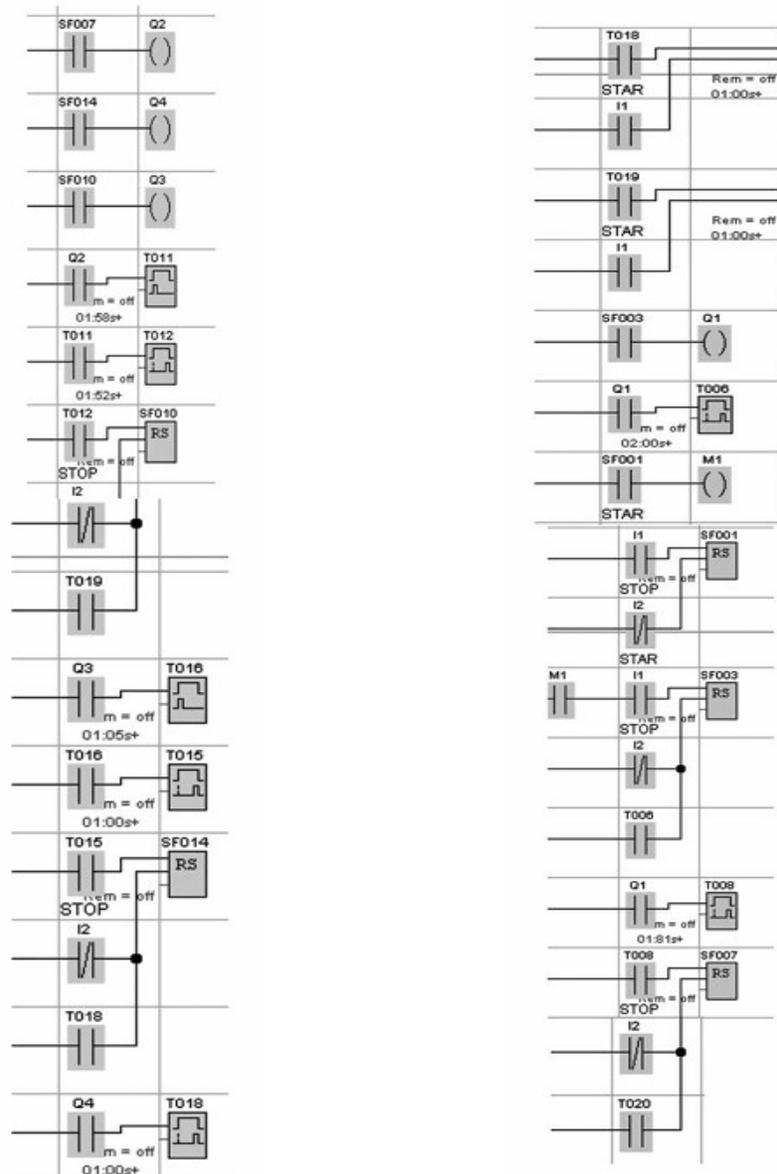
Esta tecnología, caracterizada por su implementación sencilla y rápida ejecución, nos capacita para automatizar los procesos de nuestro proyecto con requerimientos mínimos de mantenimiento y una instalación personalizada. Como mencionamos anteriormente, la función de estos ordenadores es el almacenamiento de datos, útiles para dos funciones: el control y testeado de las piezas que conforman los sistemas utilizados en la industria y la automatización de procesos industriales mediante la computación de órdenes y funcionamientos específicos de cada máquina (Aguilera Martínez (2002)).

6.2.7.9. Programación en escalera en Tía Portal.

Se establece la comunicación entre el PLC (Controlador Lógico Programable) y los dispositivos necesarios, como el distanciómetro láser y los motores que controlan el cabezal de corte. Se crean variables para almacenar los valores medidos por el distanciómetro láser, así como para controlar la posición del cabezal de corte y otros parámetros relevantes. Se utiliza la programación en escalera para implementar la lógica de control del sistema. Esto implica la creación de bloques de función que manejen la lectura de datos del distanciómetro láser, el cálculo de la distancia entre el cabezal de corte y el vidrio, y la regulación de la altura del cabezal de corte para mantener una distancia constante. El sistema de medición estará posicionado por el operario, en la que no dificulte al operario su observación y manipulación, este sería su punto cero de la máquina, en la que el trabajador ingresara datos de entrada para su respectiva medición del vidrio, este distanciómetro se moverá en coordenadas x, y, z.

Figura 21

Programación en escalera en Tía portal



Nota: Se visualiza en la figura 21 la programación en escalera en Tía portal para el sistema automático de medición.(Costa (2016)).

6.2.7.10. Diagrama de análisis de los procesos (DAP) propuesto de la línea de producción de vidrio y aluminio Dekorvid.

Se realiza el DAP propuesto para el nuevo sistema de automatización, con este fin de

demostrar que existe un ahorro de tiempos en el proceso de producción. A continuación, se detallan en la tabla 44 las operaciones de transporte de material, medición, corte e inspección, que requieren un tiempo total de 5.5 minutos por cada lámina de dimensiones 211 mm x 160 mm. Se prevé que, con la implementación del proceso automatizado, este tiempo se reduzca significativamente en un 87.71%. La descripción del DAP (tiempo de ciclo) del proceso automatizado propuesto se presenta en la tabla correspondiente, ubicada en la sección 7.2.3.3 del documento.

6.2.7.10.1. Cálculos del factor de seguridad para el diseño mecánico

"De acuerdo con (Quiroga y Roncancio (2007)) considera que el diseño está basado en el más simple caso de sollicitación de carga se tiene que realizar un calculo del factor de seguridad, una barra sometida a tracción a lo largo de su eje central (caso de esfuerzo uniaxial) como se observa En la figura 22".

Figura 22

Barra sometida a tracción



Nota: Se presenta en la figura 14 una barra sometida a tracción pura por medio de una carga P

La magnitud media del esfuerzo normal σ inducido en la barra es:

$$\text{Esfuerzonormal}(\sigma) = p/a \quad (14)$$

En donde p representa el valor de la fuerza aplicada y a es el área de la sección transversal. Si definimos $k=1/a$ como una constante de proporcionalidad, entonces la expresión $\sigma=kp$ establece que el esfuerzo es directamente proporcional a la carga aplicada. Por ejemplo, si se duplica el valor de la carga, el esfuerzo generado también se duplicará (Quiroga y Roncancio (2007)). Dadas las incertidumbres asociadas con la carga preliminar, se hace necesario introducir una Carga de Diseño, la cual considera todos los imprevistos, es decir, incluye cargas

inesperadas. Esta carga de diseño se define como un múltiplo del valor inicialmente esperado carga preliminar p , lo que implica la aplicación de un Factor de Seguridad N_p a la carga p . Matemáticamente, esto se expresa como la multiplicación de la carga p por el mencionado Factor de Seguridad N_p , lo que resulta en un nuevo valor de esfuerzo en la barra.

$$P_d = N_d * P \quad (15)$$

Entonces;

$$\sigma_d = k(N_p * P) \quad (16)$$

Tal que P_d es la Carga de Diseño, N_p es el Factor de Seguridad debido a cargas imprevistas y σ_d es el Esfuerzo de Diseño, el cual es obviamente mayor que el preliminar.

De la misma manera, se deseará que σ_d sea menor que la resistencia S propia del material del cual se irá a construir el elemento (el cual vendrá respectivamente tabulado en libros, o será un dato entregado por el proveedor), es decir, que σ_d sea un submúltiplo de S . Esta relación se puede expresar como la aplicación de un Factor de Seguridad N_S a S , así:(Quiroga y Roncancio (2007))

$$\sigma_d = S/N_S \quad (17)$$

De tal forma que:

$$S = k(N_p)(N_S)P \quad (18)$$

Tal que N_S es un Factor de Seguridad debido a esfuerzos, el cual, como se puede apreciar en la ecuación, debe ser mayor que la unidad.

Cada material tiene un propio valor de resistencia, y ésta se presentará como deformación permanente o rotura, según que el material sea dúctil o frágil, respectivamente.

OBSERVACIÓN: cuando un literal σ se cambia por uno S , ya no se estará representando un esfuerzo sino una resistencia, recordando que Esfuerzo es la medida de la intensidad de una fuerza interna, que matemáticamente se define como la fuerza que actúa por unidad de área, y que Resistencia es el valor máximo de carga o esfuerzo que un material permite antes de

producirse la falla. De las ecuaciones anteriores se obtiene:

$$S = k * N * P \quad (19)$$

Donde $N=N_p * N_S$ es normalmente llamado Factor Global de Seguridad o Coeficiente Global de Seguridad. Este Factor abarca las incertidumbres concernientes a la aplicación de la carga (con N_p) y a la generación de esfuerzos (con N_S). Despejando N de la ecuación resulta:

$$N = S / (k * P) \quad (20)$$

Donde S es la resistencia del material escogido $k * P$ esfuerzo máximo preliminar en el elemento. La última ecuación es la definición usual de Factor de Seguridad. Obsérvese que en el denominador aparece “Esfuerzo máximo preliminar en el elemento = $k * P$ “, que es el esfuerzo inicial de diseño, es decir, aquel en el que no se toman en cuenta las sobrecargas.

En el término S/N_S es el Esfuerzo de diseño o Esfuerzo de trabajo, el cual se define como el esfuerzo máximo que sufrirá el elemento, y bajo el cual se garantiza que no se presentará falla en el mismo. De igual forma, el término $N_p * P$ se denomina Carga máxima permisible, Carga de diseño o Carga de trabajo, la cual se entiende como aquella en la que ya se encuentran incluidos los imprevistos; o sea, aquella que abarca, en este caso, cargas inesperadas. Respecto al Factor de Seguridad N, se puede considerar como una medida de la incertidumbre en el diseño de modelos analíticos, en teorías de fallas y en datos de las propiedades del material manejado. Este factor siempre será mayor a uno, y nos indica qué tanta confianza y exactitud es la que se emplea en los cálculos (Quiroga y Roncancio (2007)).

6.2.7.11. Análisis del diseño propuesto del sistema mecánico.

El diseño mecánico es una parte importante y fundamental en la implementación de nuestro proyecto. El diseño de nuestro sistema de medición para el cortado de vidrios consta del cálculo de la mesa, el espesor de la placa y el diseño de los actuadores que darán el movimiento a nuestro distanciómetro láser y su cortador de vidrio.

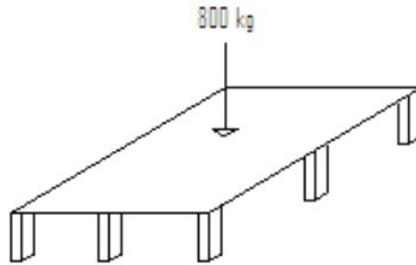
6.2.7.11.1. Diseño de la mesa (base)

De acuerdo con los requerimientos de diseño establecidos por la empresa Dekorvid, (Galván Orozco, García Pimentel, Gracia Ramírez, y Sánchez Lozano (2007)) establece que nuestra mesa para la medición del vidrio respectivamente al corte debe soportar una carga máxima de 600 Kg, incluyendo el peso de todos sus componentes. Ahora analizaremos la carga ejercida

por el peso del vidrio y componentes.

Figura 23

Mesa de corte sometida a una carga



Nota: Se visualiza en la figura 23 la carga distribuida en la mesa de corte (Galván Orozco y cols. (2007)).

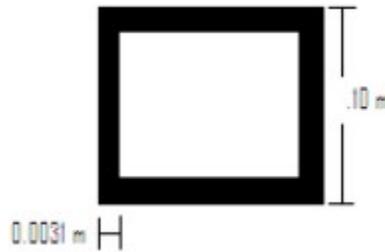
Según, (Galván Orozco y cols. (2007)) utiliza la ecuación que muestra el peso estimado para la mesa en Newtons tendiendo una masa de 800Kg.

$$\begin{aligned} P &= mg \\ P &= 800 * 9.81 \\ P &= 7848N \end{aligned} \tag{21}$$

Se han considerado colorar 9 apoyos o patas para el soporte, según, (Galván Orozco y cols. (2007)) "se utilizará un perfil PTR de acero SAE 1040, la cual soporte la carga de la mesa donde se realizará la medición del vidrio."

Figura 24

Perfil PTR



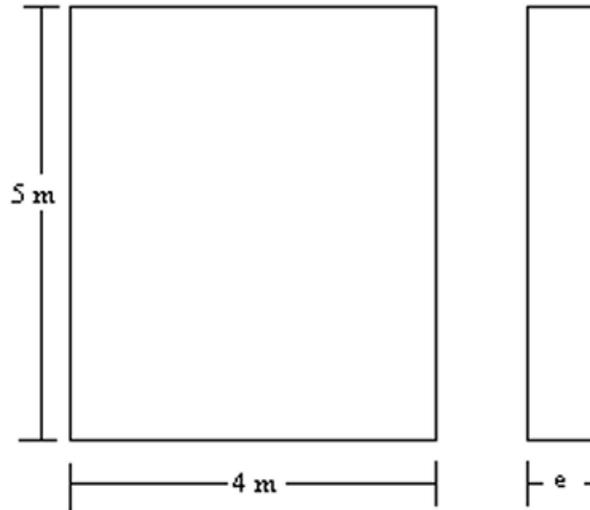
Nota: En la figura 24 se observa el Perfil PTR con acero SAE 1040 (Galván Orozco y cols. (2007)).

6.2.7.12. Cálculo del espesor de la placa de la mesa

Para este análisis de diseño para el espesor de la placa de la mesa recomienda (Galván Orozco y cols. (2007)) "seguir los pasos para el siguiente cálculo, ya que es crucial para poder implementar nuestro sistema automático de medición".

Figura 25

Diagrama de cuerpo libre de la Placa de mesa

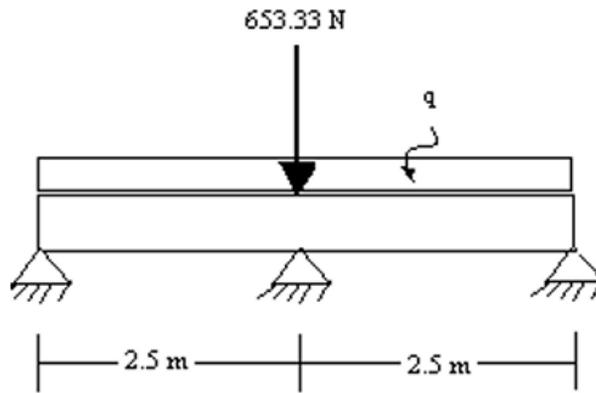


Nota: Se visualiza en la figura 25 el diagrama de cuerpo libre de la placa de la mesa (Galván Orozco y cols. (2007)).

Según, (Galván Orozco y cols. (2007)) nos dice que el material a utilizar en la placa de la mesa (fig. 22) será de un acero SAE 1040 galvanizado". A continuación, se procede a calcular el espesor de la mesa, considerando los pesos que actuarán sobre dicha placa.

Figura 26

Diagrama de cuerpo libre de la viga

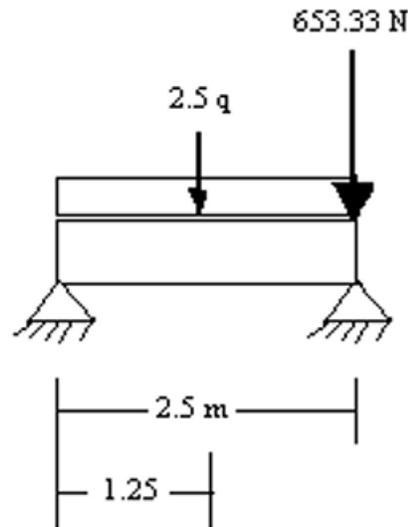


Nota: Se visualiza en la figura 26 el diagrama de cuerpo libre de la viga (Galván Orozco y cols. (2007)).

Calculo para el espesor nos dice (Galván Orozco y cols. (2007)) nos dice que "tomar nuestra placa como una viga (fig. 25)".

Figura 27

Diagrama de cuerpo libre



Nota: En la presente figura 27 observamos el Diagrama de cuerpo libre de una viga (Galván Orozco y cols. (2007)).

Para demostrar los cálculos, se considera a la viga por simétrica, ya que será dividida en dos partes y analizada sólo una sección de ésta (fig. 26), como lo considera (Galván Orozco y cols. (2007)), los resultados serán aplicables a ambas secciones:

Según, (Galván Orozco y cols. (2007)) "se procede a encontrar las reacciones que se ejercen en la viga.

$$\begin{aligned}\sum MA &= 2.5q(1.25) - 653.33N + 2.5Rb \\ Rb &= (3.125q + 653.33N)/2.5m \\ Rb &= 1.25q + 261.33N\end{aligned}\tag{22}$$

Aplicando el método de la doble integración tenemos:

$$\sum Mx = (5q/4)(x)^2 + Ra(x - 0) - 653.33N(x - 2.5) + Rb(x - 2.5)\tag{23}$$

Primera integración:

$$EI\sigma = (5q/12)(x)^3 + ((Ra/2)(x-0)^2) - (653.33N/2)(x-2.5)^2 + (Rb/2)(x-2.5)^2 + C_1 \quad (24)$$

Segunda Integración:

$$EIY = (5q/48)(x)^4 + ((Ra/6)(x-0)^3) - (653.33N/6)(x-2.5)^3 + (Rb/6)(x-2.5)^3 + xC_1 + C_2 \quad (25)$$

Analizando cuando x=0 & y=0 en la ecuación (20)

$$EI0 = (5q/48)(0)^4 + ((Ra/6)(0-0)^3) - (653.33N/6)(0-2.5)^3 + (Rb/6)(0-2.5)^3 + 0C_1 + C_2$$

$$C_2 = 0 \quad (26)$$

Analizando cuando x=2.5 & y=0 en la ecuación (20)

$$EI0 = (5q/48)(2.5)^4 + ((Ra/6)(2.5-0)^3) - (653.33N/6)(2.5-2.5)^3 + (Rb/6)(2.5-2.5)^3$$

$$+ 2.5C_1 + C_2$$

$$EI0 = 4.069q + 2.5C_1 + 0 \quad (27)$$

Despejando C1 de (23)

$$C_1 = (4.069q - 653.33)/2.5 \quad (28)$$

$$C_1 = 1.627q - 261.33N$$

Sustituyendo a C1 y C2 en la ecuación (24)

$$EI0 = 4.069q + 2.5(1.627q - 261.33N) + 0$$

$$EI0 = 4.069q + 4.06q + 653.325N0 = 8.13q - 653.325N \quad (29)$$

$$q = 653.325/8.13$$

$$q = 80.35$$

Analizando $X=1.25$ en (21)

$$\begin{aligned}
 EIO &= (5q/48)(1.25)^4 + ((Ra/6)(1.25 - 0)^3) - (653.33N/6)(1.25 - 2.5)^3 + \\
 &\quad (Rb/6)(1.25 - 2.5)^3 + 1.25C_1 + C_2 \quad (30) \\
 EIY &= (5q/48)(1.25)^4 - 653.33N
 \end{aligned}$$

Despejando de la ecuación I (26)

$$I = ((0.25(80.35)) + 653.33)/1E - 3(200E9)I = 3.36E - 6m^4 \quad (31)$$

Considerando el momento de inercia de un rectángulo tenemos que:

$$I = Bh^3/12 \quad (32)$$

Despejando $h = e$, de (28) nos queda:

$$h = \sqrt[3]{I12/6} \quad (33)$$

Donde $b = 4$ m debido a las características de la mesa y sustituyendo en (29)

$$\begin{aligned}
 h &= \sqrt[3]{(3.36E - 6)12/4} \\
 h &= 0.0025 = 1/8'' \quad (34)
 \end{aligned}$$

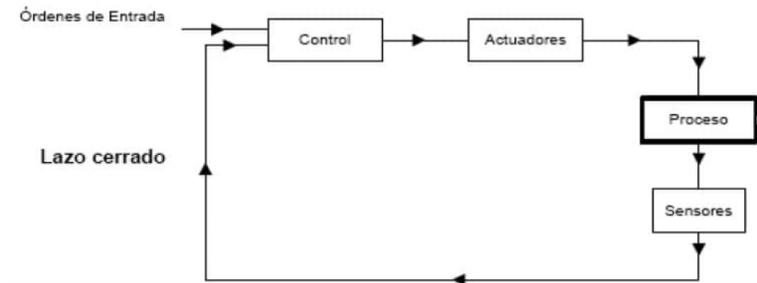
Como se menciona en las especificaciones del manual de perfiles comerciales Cuautitlán S.A. de C.V. la placa con el espesor estimado comercialmente se encuentra en placas de 1/8 in".

6.2.7.13. Esquema del sistema de control automático para la medición de vidrios.

En la figura 25, podemos observar el esquema del sistema de control de medición, que nos ayudara a entender el funcionamiento de nuestro sistema.

Figura 28

Sistema de control automático



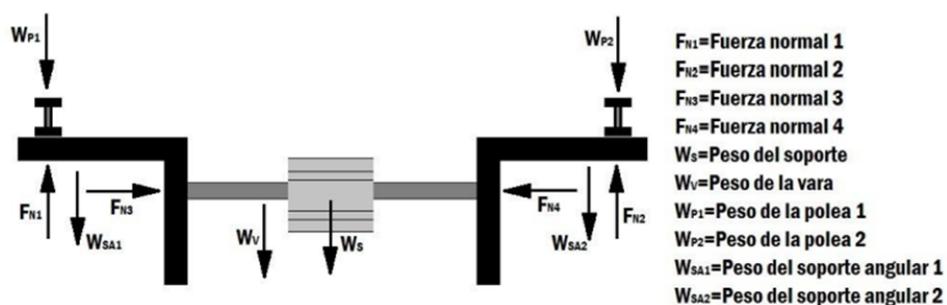
Nota: Se presenta en la figura 28 la función del sistema de control automático para la medición de vidrios.

6.2.7.14. Diagrama de Fuerzas normales y del peso que se ejerce en el equipo

En la Figura 20 se muestra las fuerzas normales y el peso que ejerce cada componente físico de la máquina de corte. Las partes que están sujetas a estas fuerzas son: Los soportes angulares, la vara, los 4 soportes móviles, 2 poleas y 2 fajas.

Figura 29

Diagrama de Fuerzas normales y del peso



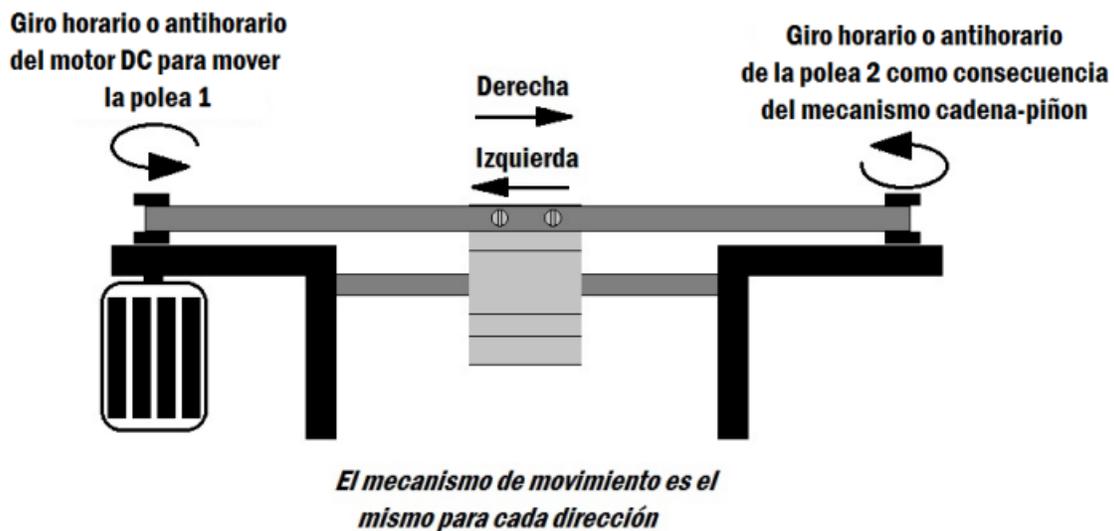
Nota: Se presenta en la figura 29 el diagrama de cuerpo libre (Condor Santisteban y Patiño Luna (2019)).

6.2.7.15. Diagrama de movimiento del sistema automático de medición para el cortado de vidrios.

Según, Condor Santisteban y Patiño Luna (2019) indica en la Figura 27 el desplazamiento del sistema de medición para el cortado de vidrios es ortogonal a lo largo del eje X e Y. El movimiento ortogonal depende del sentido de giro del motor DC, ya sea horario o antihorario."

Figura 30

Diagrama de movimiento



Nota: Se observa en la figura 30 el diagrama de movimiento del sistema de medición automática (Condor Santisteban y Patiño Luna (2019)).

6.2.7.15.1. Propuesta de diseño mecánico para el sistema de medición automático.

Se propone un diseño de la mesa de corte para la implementación del sistema de medición automático como se observa en la figura 31 los costes para el proyecto se visualizaran en la sección 7.2.3.4

Figura 31

Propuesta de diseño mecánico para el sistema de medición automático.



Nota: Se muestra en la figura 25 el diseño mecánico propuesto para implementar el sistema de medición automático para el cortado de vidrios (Galván Orozco y cols. (2007)).

6.2.7.15.2. Requerimientos del diseño

De acuerdo a las necesidades de la empresa Dekorvid se realiza un levantamiento de inventarios de la maquina de corte, en base a lo analizado la empresa facilita los requerimiento del diseño para la implementación del sistema de medición. A continuación desglosamos sus mediciones para el vidrio y la mesa, que son los componentes principales a utilizar en esta ejecución.

Vidrio

- Longitud máxima 4 m
- Ancho máximo 3 m
- Espesor máximo 0.015 m
- Peso máximo 162 kg

Mesa

- Longitud máxima 3 m

- Ancho máximo 2.5 m
- Peso 400 kg aprox.
- Precisión +/- 0.35 mm
- Movimiento en ejes x, y ,z

6.2.7.15.3. Metas de diseño.

El objetivo propuesto para el diseño del sistema de medición automático para el cortado de vidrios, se debe cumplir para considerar que el diseño a sido exitoso a las siguientes medidas que la empresa Dekorvid requiere para su eficiencia y calidad, ya que actualmente están certificados por la ISO 9001.

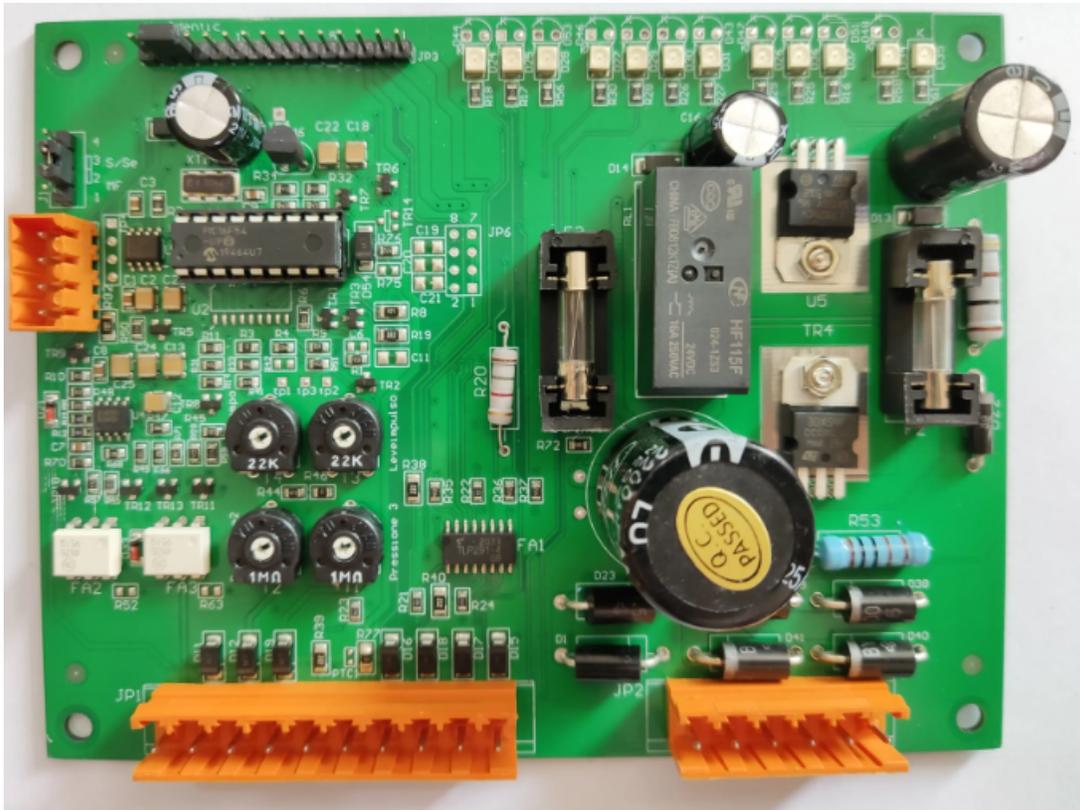
- Medición con precisión de +/- 0.35 mm
- Medición curvilíneos con un radio máximo de 1.20 m
- Tiempo de medición máximo 0.5 min en mediciones longitudinales

6.2.7.16. Propuesta de una placa electrónica para el sistema de medición automática para el cortado de vidrios

Es esencial poder visualizar la placa del funcionamiento eficiente y preciso del sistema en su conjunto. Proporciona la capacidad de adquirir, procesar y actuar sobre los datos de medición, lo que permite una medición de vidrio más preciso, una mayor eficiencia operativa y una mejor calidad del producto final.

Figura 32

Placa electrónica



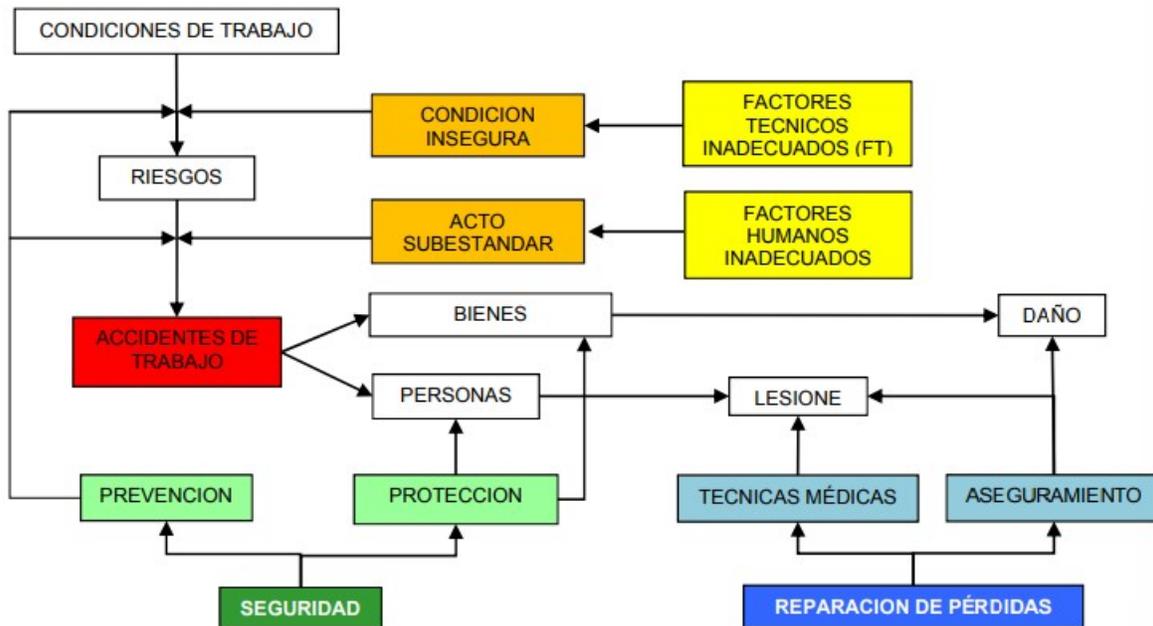
Nota: Se presenta en la figura 26 la propuesta de una placa electrónica para el sistema de medición automática para el cortado de vidrios (Condor Santisteban y Patiño Luna (2019)).

6.2.7.17. Seguridad en el trabajo.

La seguridad de los trabajadores en Dekorvid es de suma importancia, especialmente en un entorno de fabricación de vidrio donde se enfrentan a diversos riesgos de lesiones y accidentes. Es esencial que la empresa tome medidas proactivas para garantizar un ambiente de trabajo seguro y proteger la integridad física de su personal. Según, (Gálvez Maldonado (2016)) la seguridad laboral y sus relaciones con los accidentes y consecuencias se encuentran representadas en la figura a continuación.

Figura 33

Condiciones de trabajo



Nota: Se presenta en la figura 33 las funciones de la SI (Sistemas de información)(Gálvez Maldonado (2016)).

De acuerdo a la figura 33 se concluye que los accidentes laborales son causados por la interacción de factores técnicos inadecuados (FT) y factores humanos (FH) que ocurren en un ambiente de trabajo donde las condiciones de trabajo son tales que presentan riesgos que pueden dañar a personas o equipos. También se puede concluir que la seguridad tiene 2 áreas funcionales, que son la prevención y la protección, donde la prevención se dedica a planificar medidas de gestión de riesgos, mientras que la protección se encarga de monitorear la salud de las personas y el mantenimiento de los activos del proceso en la compañía (Gálvez Maldonado (2016)).

Sin embargo, si ocurre un accidente de trabajo, existen medidas médicas, técnicas y administrativas para tratar las lesiones y reparar los daños.

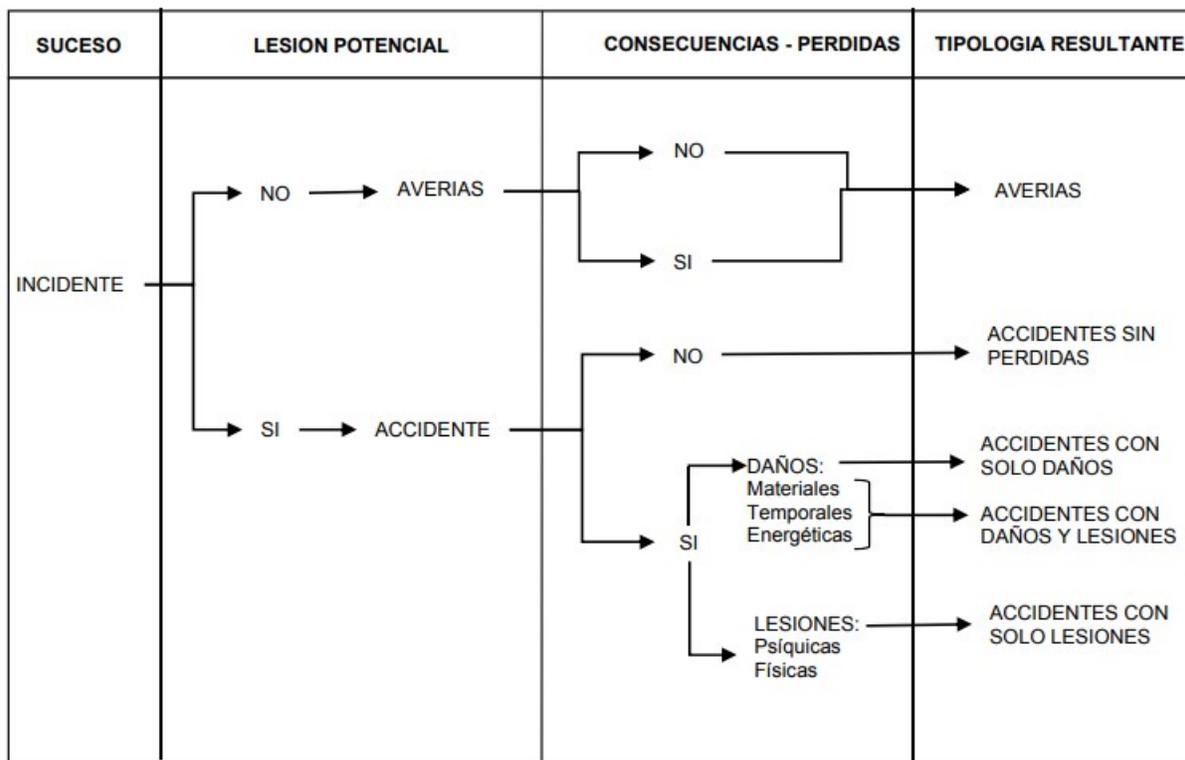
6.2.7.17.1. Descripciones de accidentes desde el punto de vista de la seguridad al momento de operar una maquina en la empresa Dekorvid.

Antes de analizar la naturaleza y definición de desastre, es necesario analizar como desastre un evento inesperado, no planificado e incontrolado resultante del uso de tecnología apropiada

y factores humanos. En consecuencia, la NORMA OHSAS 18001 establece que un accidente es un evento que resulta en una lesión, enfermedad o muerte". Por lo tanto, se define accidente de trabajo como un hecho inesperado que ocurre durante el trabajo, que causa lesiones a los trabajadores, daños o pérdida de bienes de la empresa. Por lo anterior, se consideran "fallas" actos que no causan daño a las personas sino daños a equipos, maquinarias, infraestructura y bienes de la empresa. También se le conoce como "pensamiento limpio"(Gálvez Maldonado (2016)). Los conceptos mencionados anteriormente se muestran en la figura 34 la diferencia entre incidente y accidente para una mejor comprensión.

Figura 34

Diferencia entre incidente y accidente

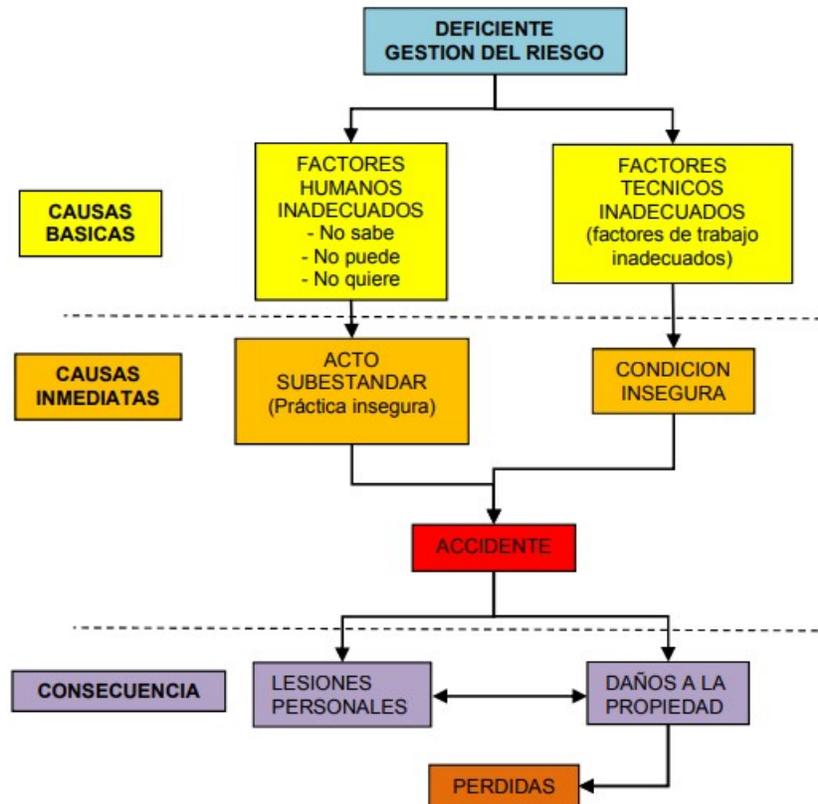


Nota: En la figura 34 se observa la diferencia entre incidentes y accidentes de la empresa (Gálvez Maldonado (2016)).

Al entrar a una industria el personal debe tener en cuenta los tipos de causa que produce un accidente como se indica en la figura 35.

Figura 35

Cadena de sucesos previos a accidentes

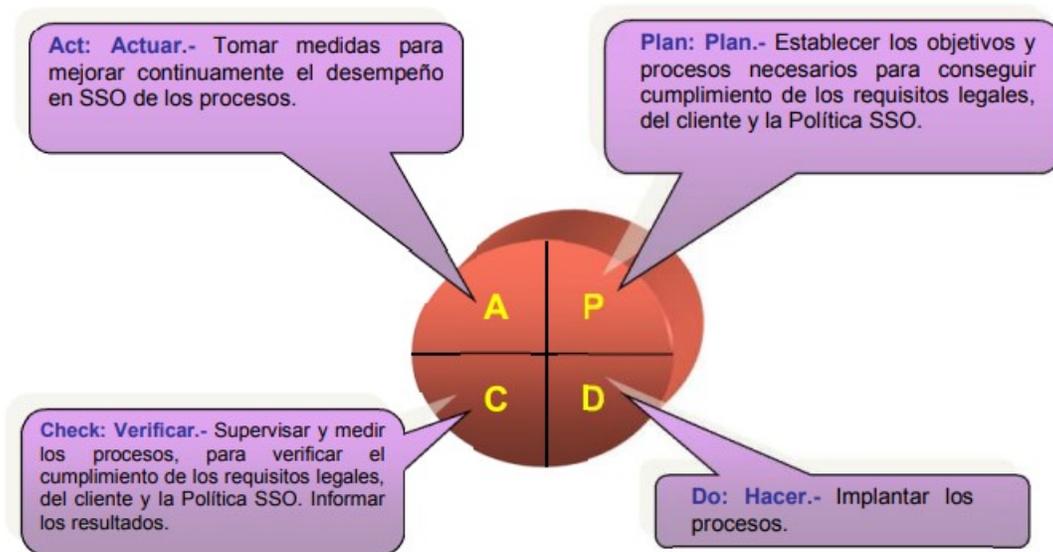


Nota: En la figura 35 presenta la cadena de sucesos previos a accidentes (Gálvez Maldonado (2016)).

De acuerdo con (Gálvez Maldonado (2016)) "todo modelo SGSSO (sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional), debe estar bajo la normativa OHSAS 18001, metodología que promueve al mejoramiento continuo en todo proceso. El significado de las siglas PDCA se indica en la figura 36 la aplicación del modelo".

Figura 36

Aplicación del modelo PDCA



Nota: . En la figura 36 se visualiza la aplicación del modelo de SGSSO OHSAS 18001 al ciclo PDCA (Gálvez Maldonado (2016)).

6.2.7.18. Precauciones generales al operar una máquina en la industria.

Según, (Pesántez Huerta (2007)) "muchos accidentes se pueden evitar al conocer y practicar la seguridad. Prevenga los peligros leyendo las advertencias de seguridad en este manual y otras alertas".

- Mantenga su sistema de acuerdo con las pautas y lineamientos de este manual.
- Cierre y clasifique el interruptor de alimentación principal antes de dar mantenimiento o servicio.
- Mantenga los dedos, pies, cabello, y ropa suelta lejos de las partes en movimiento.
- Mantenga un tablero de alimentación eléctrica cerrado en todo momento.
- Únicamente se permite el acceso al tablero de alimentación al personal autorizado de mantenimiento.
- No quite, obstruya ni modifique las guardas de seguridad.

- No trate de alcanzar, se recargue, suba o llegue debajo de la máquina. Siempre siga los procedimientos de cierre/clasificación.
- Nunca permita que nadie quite el producto del sistema mientras esté en operación.

6.2.7.19. Seguridad del Personal.

Según (Pesántez Huerta (2007)) dice lo siguiente:

- El contacto con la maquinaria en movimiento puede ocasionar severas lesiones (Pesántez Huerta (2007)).
- Mantenga las guardas cerradas. Todos los deberes requeridos por el operador (mientras la máquina está en operación) pueden y deberían ser realizados con todas las guardas cerradas y en el lugar intencionado de la máquina (Pesántez Huerta (2007)).
- Limpie o ajuste la máquina con la corriente principal en la posición ".apagada"; la corrección de cualquier problema en el funcionamiento, limpieza o ajustes se deberán realizar mientras la máquina esté parada y con el interruptor de desconexión de alimentación principal en la posición ".PAGADA"; antes de volver a encender el interruptor de desconexión a la posición ".ON", asegúrese de que todas las guardas regresen a su lugar adecuado y estén cerradas (Pesántez Huerta (2007)).
- No permita que los operadores ni otra persona quite los productos de la máquina mientras está en operación. Es peligroso intentar jalar el producto de la máquina - si queda atrapado en la banda de accionamiento, las ruedas dentadas o cualquier otro mecanismo en movimiento, puede perder los dedos, las manos o los brazos (Pesántez Huerta (2007)).
- No quite los productos mientras la máquina esté en operación; no opere la máquina a menos que todas las guardas y cubiertas estén en su lugar y las puertas estén cerradas (Pesántez Huerta (2007)).
- Únicamente podrán tener acceso los electricistas autorizados al interior del tablero de alimentación; los recintos del tablero de alimentación eléctrica se deberán mantener cerrados y sujetos en todo momento para proteger al operador contra circuitos peligrosos del interior (Pesántez Huerta (2007)).
- Mantenga las manos alejadas de la máquina mientras esté en operación (Pesántez Huerta (2007)).

7. Resultados

7.1. Estado actual de la maquinaria en la empresa Dekorvid

A continuación se mostrará los análisis realizados en la empresa para determinar el nivel del criticidad de todas las maquinas que se encuentran el la empresa.

7.1.1. Tiempo medio entre fallos (MTBF) y tiempo medio de reparación (MTTR)

Se mostrará el calculo realizado para encontrar el valor del tiempo medio de reparación y el tiempo medio de fallo.

Tabla 48*Datos del MTBF y MTTR para todos los equipos*

Equipo	Número de fallos	MTBF	MTTR
Perforadora Vidrio	13	193.85	4
Pulidora Lineal	37	68,11	6
Horno de templado TAM-GLASS	13	193.85	4
Biseladora Lineal	5	504	6
Mesa de corte Z Z Bavelloni	2	1260	2
Cuarto de Arenado	8	315	0.25
Taladro percutor DEWALT 505S	12	210	1
Sierra de corte DEWALT	10	252	1
Taladro percutor DEWALT DW508S	4	630	1
Router DEWALT	2	1260	1
Pulidora manualT	2	1260	2
Compresor SCHULT	4	630	1
Compresor CAMPBELL HAUSFELD	1	2520	1
Soldadora INFRA	1	2520	1
Amoladora DEWALT	2	1260	1
Biseladora WEG	5	504	1
Total:	121		

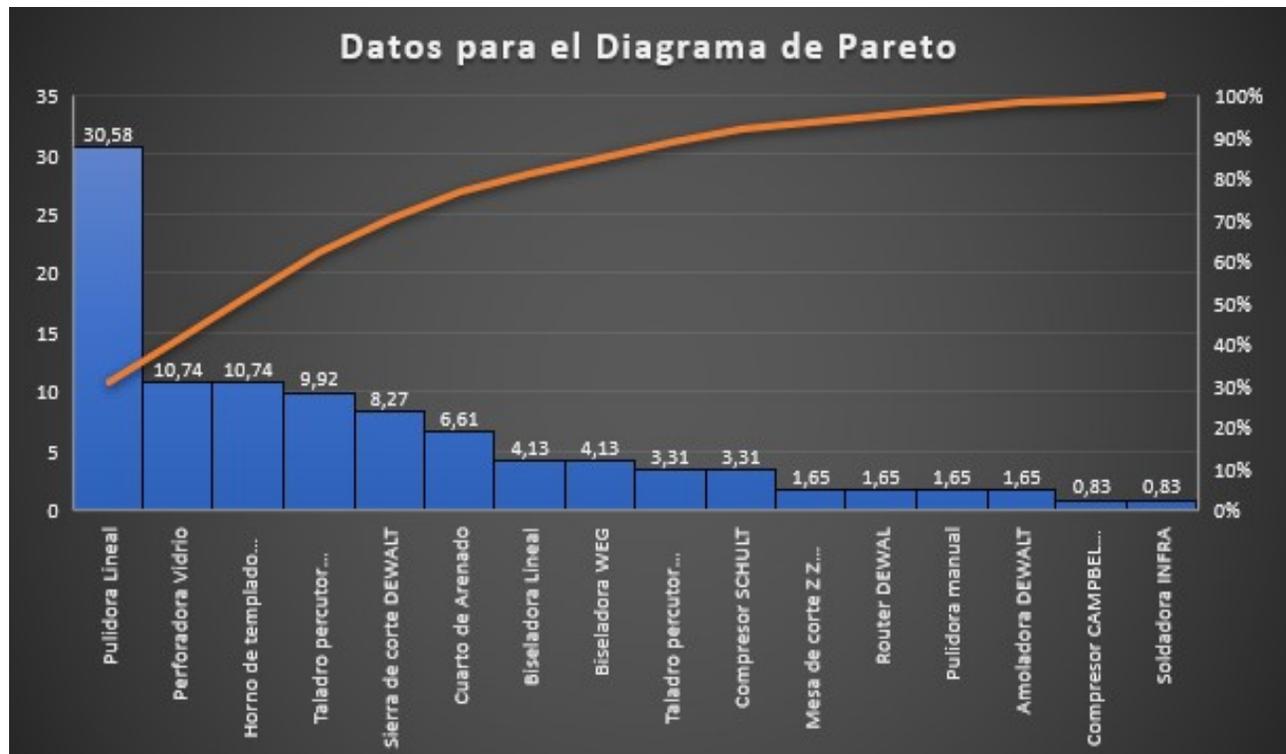
Nota: En la tabla 48 se presenta el cálculo el MTBF y MTTR para cada uno de los equipos

7.1.2. Diagrama de Pareto

A continuación se muestra el gráfico del estudio Pareto.

Figura 37

Diagrama de Pareto para los equipos de la empresa Dekorvid



Nota: En la figura 37 se visualizan las máquinas que presentan una proporción superior de fallos en relación con el porcentaje total.

El diagrama de Pareto visualizado es de cada uno de los equipos que se encuentran en la empresa Dekorvid, en la cual se puede observar en que medida las fallas afectan al proceso de producción.

7.2. Diseño del plan de mantenimiento preventivo a través de la metodología AMEF

7.2.1. Índice de prioridad de riesgo

Tabla 49

Índice de prioridad de riesgo para el Horno de templado TAMGLASS

Horno de templado TAMGLASS						
Actividad	Severidad (1-10)	Ocurrencia (1-10)	Detección (1-10)	NPR	Nivel de NPR	
Reparación de niquelina	10	4	1	40	Riesgo de falla Bajo	
Cambio Tarjeta entrada Metal Work Pneumatic 0227301201	10	3	2	60	Riesgo de Falla Bajo	
Cambio banda de los rodillos de la banda transportadora	7	5	5	175	Riesgo de Falla Medio	
Cambio de los empaques del pistón	3	6	3	54	Riesgo de Falla Bajo	
Cambio de relé de estado sólido	8	4	5	160	Riesgo de Falla Medio	
Cambio de tarjeta de la entrada analógica siemens	8	3	3	72	Riesgo de Falla Bajo	
Cambio de la salida digital Siemens, simatic ET 200M - SM311 SLOT3	8	3	3	72	Riesgo de Falla Bajo	
Cambio de potenciómetro trimer wxd5590	8	3	5	120	Riesgo de Falla Bajo	

Nota: En la tabla 49 se presenta el calculo de la NPR junto con su correspondiente clasificaron

Tabla 50*Índice de prioridad de riesgo para el Horno de templado TAMGLASS*

Horno de templado TAMGLASS					
Actividad	Severidad (1-10)	Ocurrencia (1-10)	Detección (1-10)	NPR	Nivel de NPR
Cambio ventilador del driver de la turbina A18061VBHBL0	5	2	4	40	Riesgo de Falla Bajo
Cambio de Niquelinas de calentamiento	8	3	3	72	Riesgo de Falla Bajo
Cambio ventilador del tablero de control	10	2	1	20	Riesgo de Falla Bajo

Nota: Continuación de la tabla 50**Tabla 51***Índice de prioridad de riesgo para la Mesa de corte Z Z Bavelloni*

Mesa de corte Z Z Bavelloni					
Actividad	Severidad (1-10)	Ocurrencia (1-10)	Detección (1-10)	NPR	Nivel de NPR
Cambio de la fuente de alimentación	8	4	4	128	Riesgo de Falla Medio
Cambio del Encoder de los ejes	6	3	5	90	Riesgo de Falla Bajo

Nota: En la tabla 51 se presenta el cálculo de la NPR y su clasificación

Tabla 52*Índice de prioridad de riesgo para la PERFORADORA VIDRIO*

PERFORADORA VIDRIO					
Actividad	Severidad (1-10)	Ocurrencia (1-10)	Detección (1-10)	NPR	Nivel de NPR
Cambio de fin de carrera de accionamiento	5	5	5	125	Riesgo de falla Bajo
Cambio de rodamientos del eje superior	5	5	4	100	Riesgo de falla Bajo
Cambio de rodamientos del motor del eje superior	5	6	4	120	Riesgo de falla Bajo
Reparación de fugas de aire del estrangulador de aire	3	10	3	90	Riesgo de falla Bajo

Nota: En la tabla 52 se presenta el cálculo de la NPR junto con su correspondiente clasificación(AENOR (2018))

Tabla 53*Índice de prioridad de riesgo para la Pulidora Lineal*

Pulidora Lineal					
Actividad	Severidad (1-10)	Ocurrencia (1-10)	Detección (1-10)	NPR	Nivel de NPR
Cambio de fuente de alimentación tpss2408 110vac/24vdc 8a - 50/60hz	8	4	5	160	Riesgo de Falla Medio
Descarga de Cambio batería de la memoria del PLC DVP80EH	8	4	5	160	Riesgo de Falla Medio
Cambio Relé 24V AC OMRON - MY4N-J	8	4	5	160	Riesgo de falla Medio
Cambio Relé térmico Siemens SIRIUS DMT98ATEX6001	8	4	5	160	Riesgo de Falla Medio
Cambio Rodamientos del Motor	5	4	5	100	Riesgo de Falla Bajo
Cambio de chumacera del eje principal de la banda sujeción FA6 -VC205	6	3	5	90	Riesgo de Falla Bajo
Calibración banda transportadora de carga de pulidora	5	5	6	150	Riesgo de Falla Medio
Cambio de luz de señalización	5	4	5	100	Riesgo de Falla Bajo
Limpieza de los cauchos de sujeción de la banda transportadora	2	10	5	100	Riesgo de Falla Bajo

Nota: En la tabla 53 se presenta el calculo de la NPR junto con su correspondiente clasificacion(AENOR (2018))

Tabla 54*Índice de prioridad de riesgo para la Biseladora Lineal*

Biseladora Lineal					
Actividad	Severidad (1-10)	Ocurrencia (1-10)	Detección (1-10)	NPR	Nivel de NPR
Calibración de sensores de nivel de la banda	5	5	4	100	Riesgo de Falla Bajo
Calibración de los rieles de la banda transportadora	5	5	4	100	Riesgo de Falla Bajo
Cambio de discos de pulir	4	5	3	60	Riesgo de falla Medio
Cambio batería de la memoria del PLC DVPEH	6	5	5	150	Riesgo de Falla Medio
Cambio del potenciómetro de la velocidad de la banda	8	6	3	144	Riesgo de Falla Medio

Nota: En la tabla 54 se presenta el cálculo de la NPR y su clasificación de la Biseladora Lineal(AENOR (2018))

7.2.2. Niveles de Criticidad

A continuación se presentan el análisis niveles de criticidad de todas las maquinas.

Tabla 55*Actividades de la Perforadora Vidrio*

Perforadora Vidrio				
Fallo	Severidad	Ocurrencia	Criticidad	Niveles de Criticidad
Reparación de fugas de aire del estrangulador de aire	2	3	6	No Deseable
Cambio de rodamientos del eje superior	2	3	6	No Deseable
Cambio de fin de carrera de accionamiento	2	3	6	No Deseable
Cambio de rodamientos del motor del eje superior	2	4	8	No Deseable

Nota: Se presenta en la tabla 55 donde exhibe la recopilación de datos y los porcentajes calculados pertinentes para la elaboración del diagrama de Pareto.

Tabla 56*Actividades de la Mesa de corte Z Z Bavelloni*

Mesa de corte Z Z Bavelloni				
Fallo	Severidad	Ocurrencia	Criticidad	Niveles de Criticidad
Cambio de la fuente de alimentación	3	3	9	No Deseable
Cambio del Encoder de los ejes.	3	2	6	No Deseable

Nota: Se presenta en la tabla 56 donde exhibe los Niveles de Criticidad de la Mesa de corte Z Z Bavellon

Tabla 57*Actividades de la Pulidora Lineal*

Pulidora Lineal				
Fallo	Severidad	Ocurrencia	Criticidad	Niveles de Criticidad
Cambio de fuente de alimentación tps2408 110vac/24vdc 8a - 50/60hz	3	3	9	No Deseable
Descarga de Cambio batería de la memoria del PLC DVP80EH	3	3	9	No Deseable
Cambio Relé 24V AC OMRON - MY4N-J	3	3	9	No Deseable
Cambio Relé térmico Siemens SIRIUS DMT98ATEX6001	3	3	9	No Deseable
Cambio Rodamientos del Motor	2	3	6	No Deseable
Cambio de chumacera del eje principal de la banda sujeción FA6 -VC205	3	2	6	No Deseable
Calibración banda transportadora de carga de pulidora	2	3	6	No Deseable
Cambio de luz de señalización	2	3	6	No Deseable
Limpieza de los cauchos de sujeción de la banda transportadora	2	5	10	Intolerable

Nota: Se presenta en la tabla 57 donde exhibe la recopilación de datos y los porcentajes calculados pertinentes para los Niveles de Criticidad

Tabla 58*Actividades del Horno de templado TAM-GLASS*

Horno de templado TAM-GLASS				
Fallo	Severidad	Ocurrencia	Criticidad	Niveles de Criticidad
Reparación de niquelina	4	3	12	Intolerable
Cambio Tarjeta entrada Metal Work Pneumatic 0227301201	4	2	8	No Deseable
Cambio banda de los rodillos de la banda transportadora	3	3	9	No Deseable
Cambio de los empaques del pistón	2	4	8	No Deseable
Cambio de relé de estado sólido	3	3	9	No Deseable
Cambio de tarjeta de la entrada analógica siemens	3	2	6	No Deseable
Cambio de la salida digital Siemens, simatic ET 200M-SM311 SLOT3	3	2	6	No Deseable
Cambio de potenciómetro trimer wxd5590	3	2	6	No Deseable
Cambio ventilador del driver de la turbina A18061VBHBL	2	2	4	Tolerable
Cambio de Niquelinas de calentamiento	2	2	4	Tolerable
Cambio ventilador del tablero de control	2	2	4	Tolerable
Cambio sirena de alerta de funcionamiento	4	2	8	No Deseable

Nota: Se presenta en la tabla 58 donde exhibe la recopilación de los datos Niveles de Criticidad

Tabla 59*Actividades de la Biseladora Lineal*

Biseladora Lineal				
Fallo	Severidad	Ocurrencia	Criticidad	Niveles de Criticidad
Calibración de sensores de nivel de la banda	2	3	6	No Deseable
Calibración de los rieles de la banda transportadora	2	3	6	No Deseable
Cambio de discos de pulir	2	3	6	No Deseable
Cambio batería de la memoria del PLC DVPEH	3	3	9	No Deseable
Cambio del potenciómetro de la velocidad de la banda	3	4	12	Intolerable

Nota: Se presenta en la tabla 59 donde exhibe la recopilación de datos y los porcentajes calculados pertinentes para la elaboración del diagrama de Pareto.

7.2.3. Resultados del análisis propuesto de diseño mecánico para el sistema de medición automático de vidrios.

7.2.3.0.1. Cálculo del peso total para el diseño de la mesa(base)

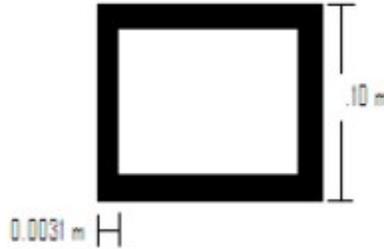
Se analiza la carga ejercida por el peso del vidrio y componentes.

$$P = 7848N \quad (35)$$

Según Galván Orozco y cols. (2007) se utilizará un perfil PTR de acero SAE 1040, la cual soporte la carga de la mesa donde se realizará la medición del vidrio.

Figura 38

Perfil PTR



Nota: En la figura 38 se observa el Perfil PTR con acero SAE 1040

Galván Orozco y cols. (2007) .

7.2.3.1. Cálculo del espesor de la placa de la mesa

Para este análisis de diseño se realiza el cálculo del espesor de la placa de la mesa, ya que es crucial para poder implementar nuestro sistema automático de medición.

$$h = \sqrt[3]{(3.36E - 6)12/4} \quad (36)$$
$$h = 0.0025 = 1/8''$$

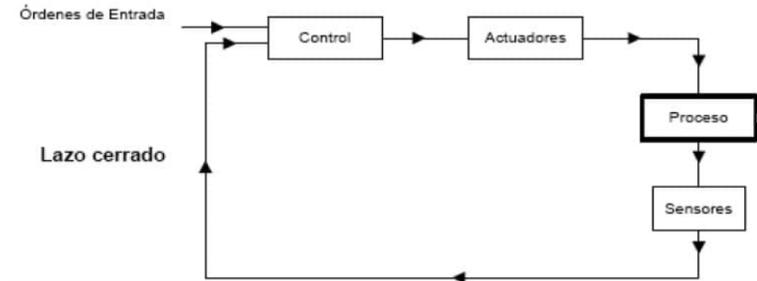
Como se menciona en las especificaciones del manual de perfiles comerciales Cuautitlán S.A. de C.V. la placa con el espesor estimado comercialmente se encuentra en placas de 1/8 in.

7.2.3.2. Esquema del sistema de control automático para la medición de vidrios.

En la figura 39, podemos observar el esquema del sistema de control de medición, que nos ayudara a entender el funcionamiento de nuestro sistema.

Figura 39

Sistema de control automático



Nota: En la figura 39 se observa la función del sistema de control automático para la medición de vidrios Galván Orozco y cols. (2007).

7.2.3.2.1. Propuesta de diseño mecánico para el sistema de medición automático.

Se propone un diseño de la mesa de corte para la implementación del sistema de medición automático como se observa en la figura 40.

Figura 40

Propuesta de diseño mecánico para el sistema de medición automático.



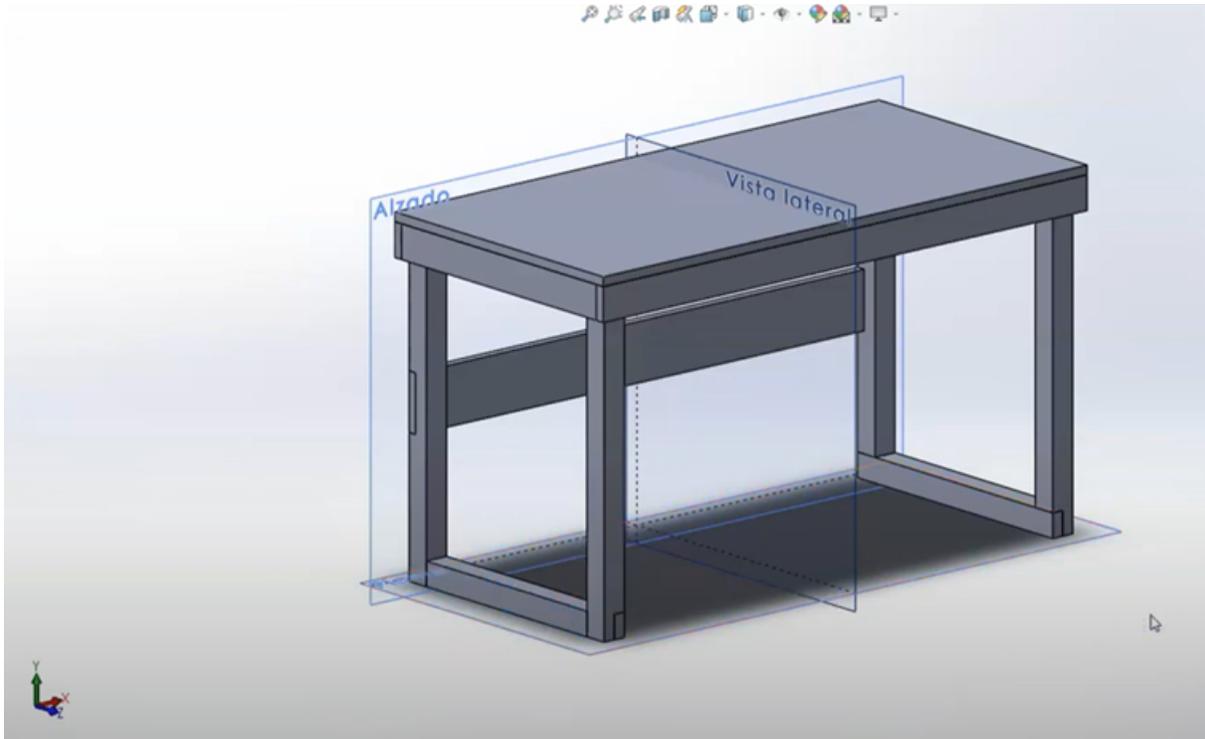
Nota: Se muestra en la figura 40 el diseño mecánico propuesto para implementar el sistema de medición automático para el cortado de vidrios.

7.2.3.2.2. Simulación de la mesa de corte de vidrio en SolidWorks.

A continuación, en la figura 41 se visualiza la mesa de corte para la implementación del sistema de medición automático.

Figura 41

Simulación de la mesa de corte.

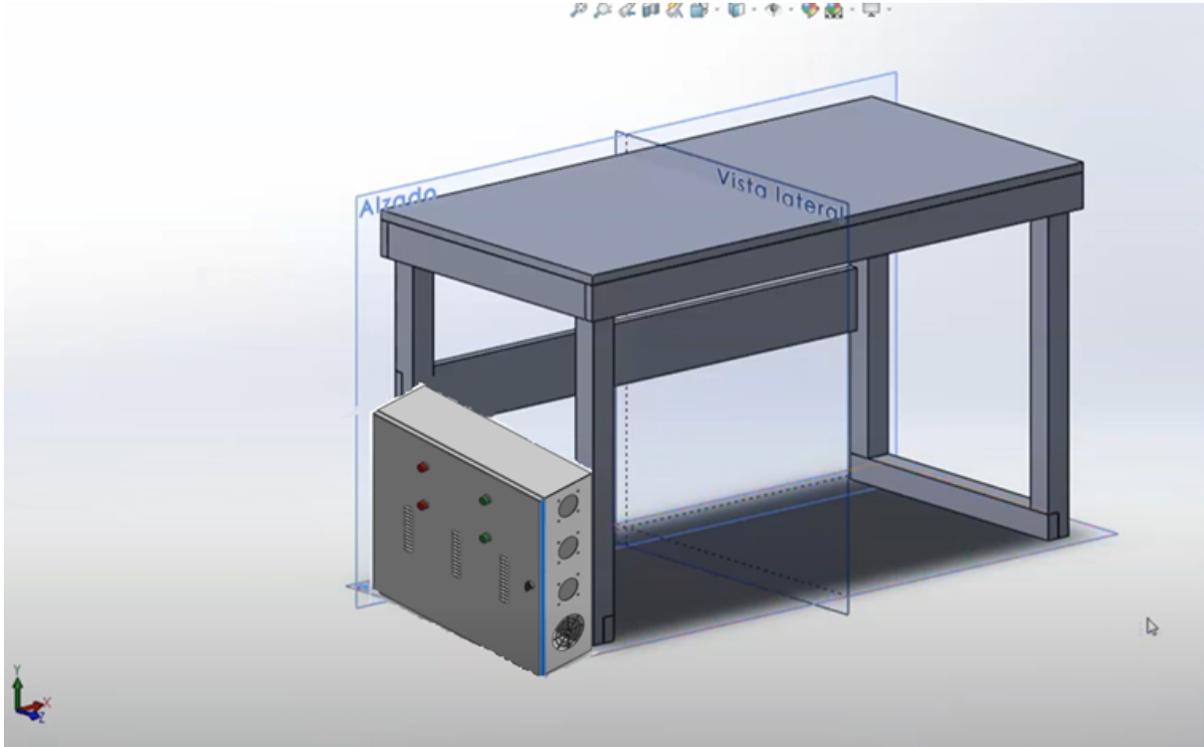


Nota: Se muestra en la figura 41 el diseño mecánico propuesto de la mesa de corte de vidrios.

Se propone un diseño de la mesa de corte con el sistema de medición automático como se observa en la figura 42.

Figura 42

Mesa de corte con elevación en SolidWorks.

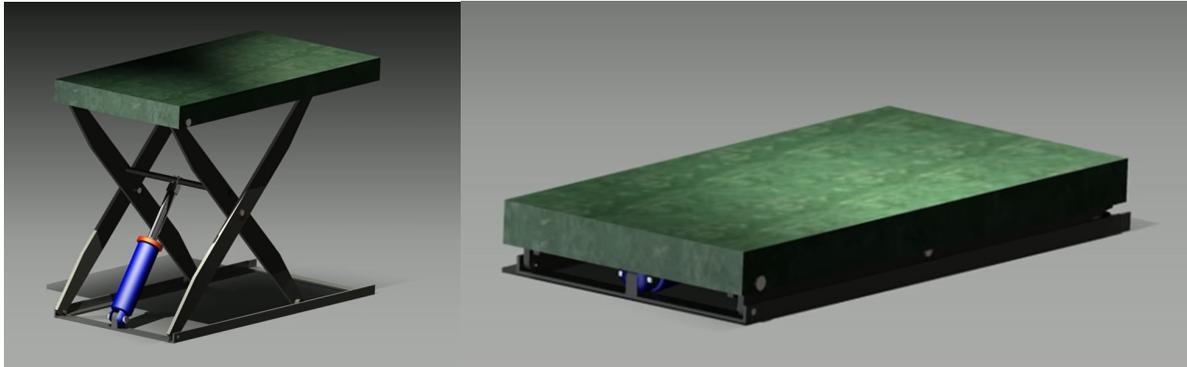


Nota: Se muestra en la figura 42 el diseño mecánico propuesto de la mesa de corte de vidrios con el sistema de medición.

Se diseña en SolidWorks una mesa de corte con movimiento a través de un cilindro neumático para su elevación para la puesta del vidrio como se observa en la figura 43.

Figura 43

Simulación de la mesa de corte con el sistema de médico automático.

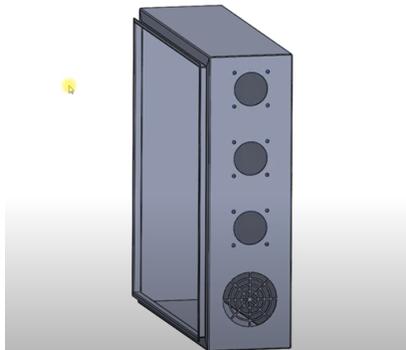


Nota: Se muestra en la figura 43 el diseño mecánico de la mesa de corte de vidrios con el cilindro neumático para su elevación.

En la figura 44 y 45 se realiza la caja de control en SolidWorks donde se posicionará la placa del sistema de medición automático para el cortado de vidrios.

Figura 44

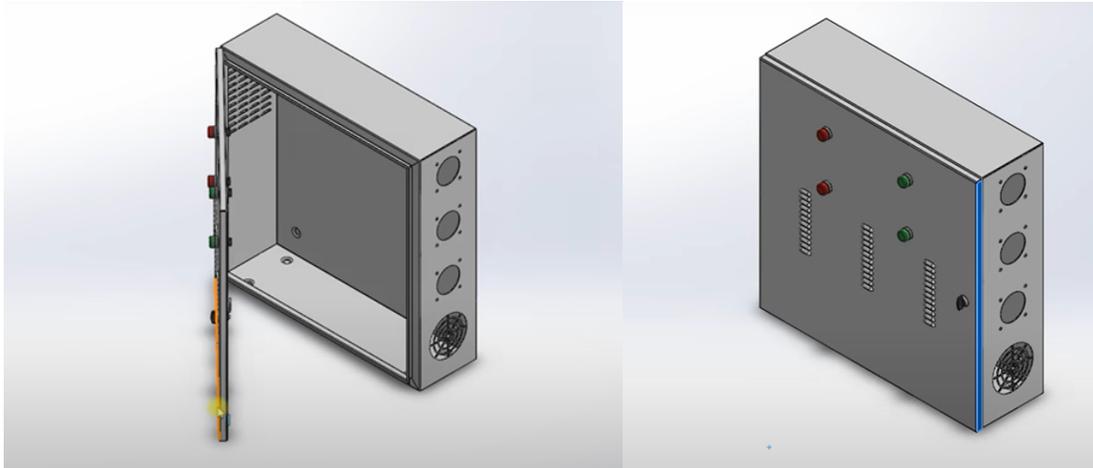
Caja de control en SolidWorks.



Nota: Se muestra en la figura 44 la caja de control en SolidWorks donde se posicionará la placa del sistema de medición automático.

Figura 45

Caja de control en SolidWorks.



Nota: Se muestra en la figura 45 la caja de control en SolidWorks donde se posicionará la placa del sistema de medición automático.

7.2.3.3. Diagrama de análisis de los procesos (DAP) propuesto de la línea de producción de vidrio y aluminio Dekorvid.

Se realiza el DAP propuesto para el nuevo sistema de automatización, con este fin de demostrar que existe un ahorro de tiempos en el proceso de producción. A continuación, se observa en la tabla 60 las actividades de traslado del material, medición, corte e inspección un tiempo total de 5.5 minutos por cada lámina con medidas de 211 mm x 160 mm, con la implementación del proceso automatizado se pueda reducir en un 87.71% del DAP.

Tabla 60

Diagrama de análisis de proceso del vidrio

Proceso de vidrio de la empresa Dekorvid								
Ubicación			Actividad		Método actual			
Actividad	Producción de vidrio de templado		Operación	●	7			
			Transporte	➔	6			
Fecha			Demora	⤵	1			
Operador		Analista	Inspección	■	3			
Comentarios:			Almacén	▼	2			
			Tiempo(min)			30		
			Distancia(mts)			23		
Descripción de la actividad			Símbolos		Tiempo(min)	Distancia(mts)		
								
Pedido al almacén (Abrir caja de vidrio)					5			
Espera del pedido					1			
Inspección					10			
Traslado del material(Habilitar)					3			
Medición					0.5			
Corte					1			
Inspección						2		
Traslado del material					1			
Lavado					1			
Pulido					5			
Traslado del material					3			
Serigrafiado						10		
Traslado del material					2			
Horno del templado						3		
Traslado del material					1			
Inspección								
Etiquetar					1			
Traslado del material						3		
Almacén de productos terminados								

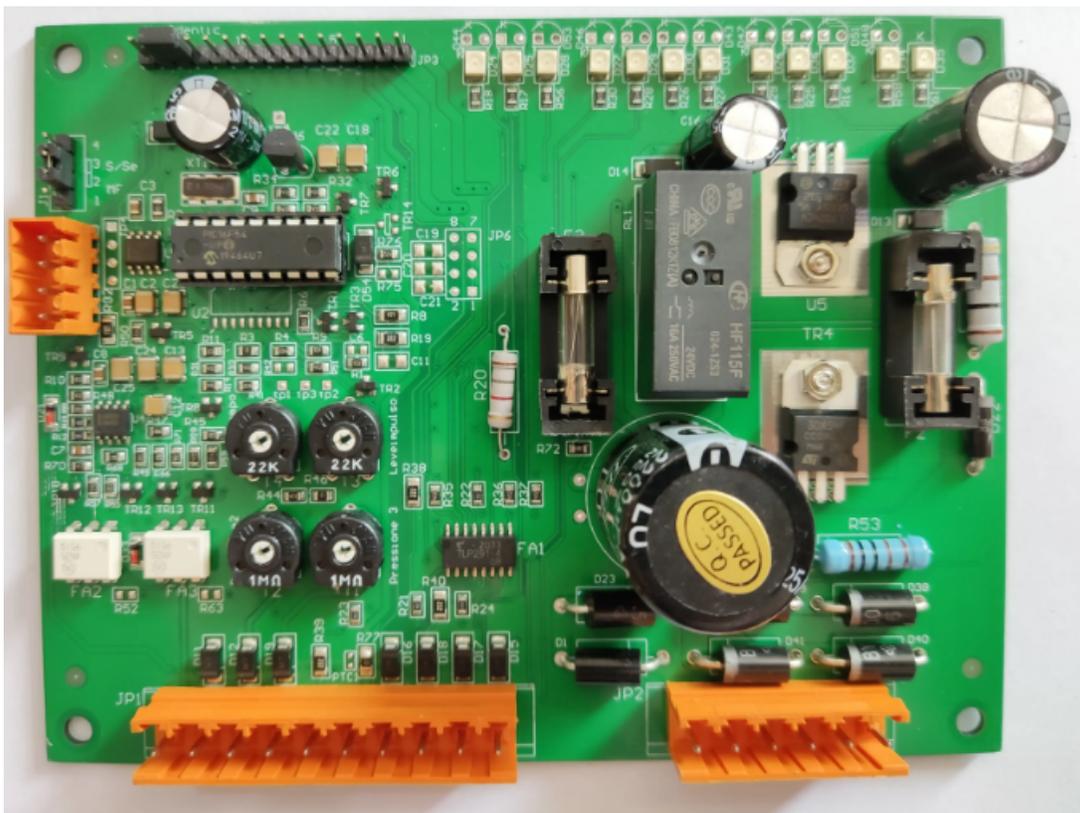
Nota: En la tabla 60 se presenta las actividades que se realiza en el proceso de vidrios de la empresa Dekorvid.

7.2.3.4. Placa electrónica para el sistema de medición automática de vidrios.

Es esencial poder visualizar la placa del funcionamiento eficiente y preciso del sistema en su conjunto. Proporciona la capacidad de adquirir, procesar y actuar sobre los datos de medición, lo que permite una medición de vidrio más preciso, una mayor eficiencia operativa y una mejor calidad del producto final.

Figura 46

Placa electrónica



Nota: Se observa en la figura 46 la placa electrónica propuesta para el sistema de medición automática de vidrios (Condor Santisteban y Patiño Luna (2019)).

7.2.3.5. Costo de fabricación de la propuesta de diseño del sistema de medición automático para el cortado de vidrios.

Se obtuvieron los siguientes costos.

Tabla 61

Costo del Proyecto para el sistema de medición automático para el vidrio.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM	TOTAL(S/.)
1	Base metálica	80
4	Cilindros neumáticos de doble efecto	320
4	Electroválvulas 5/2	400
2	Reguladores de caudal unidireccional	50
10MT	Tubos flexibles	40
10MT	Cables eléctricos	10
4	Relés de 8 pines	40
1	Contactador 12 amp	15
2	Pulsares	10
1	Foco piloto	4
1	Tablero eléctrico	45
1	PLC	600
1	Otros componentes	300
	TOTAL	S/. 1914

Nota: En la tabla 61 se presenta de manera detallada los Costos aproximados del Proyecto del sistema de medición de vidrios automático.

8. Conclusiones

La empresa Dekorvid a logrado tener una gran demanda de clientes en el mercado, por esta razón, se ha realizado una propuesta del plan de mantenimiento preventivo que permite una gestión más eficiente de los activos en la empresa.

Se elaboró el plan de mantenimiento preventivo con un programa en la macros de Excel, ya que permite un manejo fácil para la recopilación de datos de las maquinas con un enfoque sustancial en el análisis detallado del inventario de fallas de cada una de las máquinas. Se obtuvo una gran ayuda de los manuales de mantenimiento correctivos e historiales que realiza la empresa. No se realizó el desmontaje de las máquinas debido a su complejidad, además está prohibida en todas las circunstancias según los estándares de la industria.

Mediante el análisis financiero del plan de mantenimiento preventivo se concluye que es viable implementar en la empresa Dekorvid ya que ayuda a reducir un 80% significativamente de los costos asociados con reparaciones de emergencia y tiempos de inactividad no planificados. Además, mejora en la eficiencia del producto final, la cual contribuirá a una mayor productividad y rentabilidad.

A una vez realizado el análisis mediante el método AMEF de las 5 máquinas: Horno de templado TAM-GLASS, pulidora lineal, biseladora lineal, mesa de corte Z ZBavellon que conforman el área de manufactura de vidrios, se establece que el mantenimiento preventivo es imprescindible para esta empresa ya que existe muchas paradas no programadas por el operario.

También se concluye que es necesario implementar el sistema de medición automático para el cortado de vidrios en la empresa Dekorvid ya que se demostró mediante el diagrama de análisis de los procesos(DAP) un ahorro de tiempos de 5.5 minutos por cada lámina con medidas de 211 mm x 160 mm en el traslado de material, medición, corte e inspección, la cual proporcionará mediciones precisas y constantes, de esta manera facilita la entrega a tiempo, obteniendo un producto de mayor calidad y satisfacción del cliente.

9. Recomendaciones

Se aconseja a la empresa Dekorvid la implementación de este plan de mantenimiento preventivo a través de la metodología AFEM en un futuro próximo.

Es necesario que la empresa disponga de un supervisor de mantenimiento preventivo con la finalidad que verifique y cumplan con las tareas de mantenimiento proporcionadas a cada trabajador.

Se recomienda a la empresa Dekorvid que realice planes de mantenimiento preventivo semestrales, para verificar su índice de prioridad de riesgos, de esta manera sabremos si el plan esta brindando una mejor operación en las maquinas.

Es recomendable implementar el diseño del sistema de medición automático para el cortado de vidrios ya que este sistema facilita la precisión requerida, la velocidad de medición, la compatibilidad con los equipos existentes y el costo sera factible al implementar.

Se recomienda realizar capacitaciones semestrales al personal de la empresa para una mayor confiabilidad en la ejecución del plan de mantenimiento preventivo.

Debido al continuo crecimiento de la empresa Dekorvid, se hace indispensable un sistema

de monitoreo continuo para evaluar la efectividad del plan de mantenimiento preventivo y el sistema de medición. Recopilar retroalimentación del personal, realiza seguimiento de las métricas clave de desempeño y realizar ajustes según sea necesario para mejorar la eficiencia y la efectividad del sistema.

Se recomienda a la empresa Dekorvid que después de 6 meses una vez implementado el plan de mantenimiento realice un nuevo análisis AMEF en el cual se incluya un estudio de Índice de prioridad de riesgo (NPR) con los datos recaudados en la aplicación para mejorar el actual plan de mantenimiento.

Referencias

- AENOR. (2018). *Análisis de los modos de fallo y de sus efectos (amfe y amfec). ratificada.*
- Aguilera Martínez, P. (2002). *Programación de plc's* (Tesis Doctoral no publicada). Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Alarcón Quiñonez, B. A., y Romero Montenegro, D. M. (2021). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una empresa productora y comercializadora de harina y aceite de pescado ubicada en la ciudad de santa elena* (B.S. thesis).
- APACrefauthors, L. (2020). *Mantenimiento hospitalario. d.* <https://facilitylatam.com/mantenimiento-hospitalario/>.
- Atencio, J. L. V., y PACHECO, E. A. S. M. (2009). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo-predictivo aplicado a los equipos de la empresa remaplast. Cartagena de Indias DT y C.*
- Avellaneda Zamorano, M., y cols. (2012). *Gestión de mantenimiento preventivo para un hospital de más de 100 camas.*
- Bartés, A. P. (2004). *Métodos estadísticos. control y mejora de la calidad (pt 2a edició).* Univ. Politèc. de Catalunya.
- Belloví, M. B., París, C. M., y Ramos, R. M. (2004). *Ntp 679: Análisis modal de fallos y efectos. amfe.* Descargado de https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_679.pdf/3f2a81e3-531c-4daa-bfc2-2abd3aaba4ba
- Berdejo, P. (2020, Enero). *Cómo diseñar correctamente fichas técnicas de producto | la innovación necesaria.* <https://www.integratecnologia.es/la-innovacion-necesaria/como-disenar-correctamente-fichas-tecnicas-de-producto/#:~:text=El%20formato%20de%20una%20ficha,las%20caracter%C3%ADsticas%20b%C3%A1sicas%20o%20principales>.
- Bermeo Hurtado, J. F., y Legarda Urgilés, C. L. (2020). *Elaboración de un plan de mantenimiento para la empresa de aluminio y vidrio dekorvid* (B.S. thesis).
- Berrocal Rodriguez, J. C., y Sagástegui Plate, D. E. (2012). *Diseño e implementación de un dispositivo medidor de distancias basado en diodo láser.*
- Colmenares, O. G., y Villalobos, D. E. (2014). *Prospectiva metodológica para el mantenimiento preventivo. Ingenium Revista de la facultad de ingeniería, 15(30), 23–27.*
- Condor Santisteban, V. J., y Patiño Luna, F. O. (2019). *Diseño e implementación de una maquina cnc de dos ejes para la automatización del proceso de recubrimiento de tarjetas electrónicas en la empresa idd electronica industrial sac.*
- Costa, J. A. V. (2016). *Prototipo de una mesa habilitadora y cortadora automática de vidrio.*

- Industrial data*, 19(2), 111–117.
- Dekorvid vidrio templado - google maps. (2023, Julio). <https://www.google.com.ec/maps/place/DEKORVID+VIDRIO+TEMPLADO/@-2.8665324,-78.9835018,18z/data=!4m6!3m5!1s0x91cd1769763c096b:0x33decd68c7af8ba7!8m2!3d-2.8667722!4d-78.9822448!16s%2Fg%2F11f6dspgv8?hl=es&entry=ttu>.
- del Vidrio S.A.U, B. C. (2023). *Corte manual de vidrio | herramientas corte manual | acristalamiento*. <https://www.bohle.com/es-es/productos/acristalamiento/herramientas-corte-manual/corte-manual-de-vidrio/?p=1>.
- Galván Orozco, J. A., García Pimentel, E., Gracia Ramírez, R., y Sánchez Lozano, J. (2007). *Mesa de corte para vidrio de 3 grados de libertad* (Tesis Doctoral no publicada).
- Gálvez Maldonado, D. M. (2016). *Gestión de la seguridad y salud ocupacional para la planta de facilidades mecánicas asme, perteneciente a la empresa de servicios técnicos petroleros sertecpet sa, con base en la norma ntc-ohsas 18001: 2007* (Tesis de Master no publicada). Quito, 2016.
- García, V. (2022, Diciembre). *Cómo elaborar ficha de mantenimiento de maquinaria*. <https://www.kizeo-forms.com/es-lat/ficha-de-mantenimiento-de-maquinaria/#:~:text=Las%20fichas%20de%20mantenimiento%20no,n%C3%BAmero%20de%20paradas%20de%20producci%C3%B3n>.
- Garrido, y García, S. (2010). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Ediciones Diaz de santos.
- Indura. (2021). Discos de corte y desbaste. <http://www.indura.com.ec/content/storage/cl/producto/e25b0a631c994369b0260888b93d95bc.pdf> Consultado:20/04/2021.
- Obeso Alfaro, A. P., y Yaya Sarmiento, J. J. (2018). Implementación del mantenimiento productivo total para mejorar la productividad y mantenibilidad del proceso de harina de pescado en la empresa inversiones regal-chimbote 2018. *Universidad César Vallejo*.
- Palencia, O. G. (2006). El mantenimiento general-administración de empresas. *Banco de Objetos Institucional de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*, 86.
- Penkova Vassileva, M. (2007). Mantenimiento y análisis de vibraciones. *Ciencia y sociedad*.
- Pesántez Huerta, A. E. (2007). *Elaboración de un plan de mantenimiento predictivo y preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo de una empresa empacadora de camarón* (B.S. thesis).
- Quiroga, L. C. R., y Roncancio, E. (2007). Análisis y desarrollo de un programa de selección rápida de factores de seguridad, para diseño de elementos mecánicos. *Scientia et technica*, 3(35), 255–260.
- Team, I. (2020). *Indicadores de mantenimiento: Kpis para una gestión efi-*

- caz. <https://blog.infraspeak.com/es/indicadores-de-mantenimiento/#:~:text=Los%20indicadores%20de%20rendimiento%20de,la%20evoluci%C3%B3n%20de%20la%20producci%C3%B3n>.
- TECNICGLASS. (2022, June). *Metrología - equipos de medición para vidrio - herramientas manuales*. <https://tecnicglass.com/consejos/metrologia-equipos-de-medicion-para-vidrio/>.
- tecniherrajes. (2018). *Biseladora de vidrio – tecniherrajes*. <http://tecniherrajes.com/producto/biseladora-de-vidrio/#:~:text=Descripci%C3%B3n-,Descripci%C3%B3n,transmisi%C3%B3n%20de%20manera%20muy%20suave>.
- Torpoco Delgado, J. F., y Villón Shishco, A. (2020). Optimización de la baja disponibilidad e implementación del método amef en la gestión de mantenimiento de las grúas reach stacker para aumentar la productividad en la empresa apm terminals callao 2019.
- Vitro. (2016). *Directrices para la calidad de rayado y apertura de corte vidrio*. <https://www.vitroglazings.com/media/wtcpjfs/final-vitro-td-119-esp%C3%B1ol.pdf>.
- Wintech. (2023). *Máquina de perforación de vidrio*. <https://es.wintech-glass.com/products/wt-zk480-glass-drilling-machine-115#:~:text=La%20m%C3%A1quina%20de%20perforaci%C3%B3n%20de,puntas%20superiores%20e%20inferiores%20C%20dobles.&text=La%20mesa%20de%20trabajo%20neum%C3%A1tica,la%20industria%20moderna%20del%20vidrio>.
- Wodico. (2022). *Fgtf - horno de temperaciÓn de vidrio plano - wodico*. <https://www.wodico.com/es/product/glass-working-machines/glass-tempering-furnaces/fgtf-flat-glass-tempering-furnace/#:~:text=El%20horno%20de%20templado%20de,realiza%20con%20la%20m%C3%A1xima%20calidad>.
- Eurofins. (2020). *¿qué diferentes tipos de mantenimiento existen en una empresa?* Descargado de <https://envira.es/es/diferentes-tipo-de-mantenimiento-existen-empresa/>

ANEXOS

Anexo 1: Tablas AMEF

Tabla 62

Tabla AMEF para el Horno de Templado

Maquina: Horno de Templado				Marca:			Preparado por:					
Periodo de operación:				Revisión:			Fecha:					
Nº de orden de fallo	Descripción de la maquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	Causa posible del fallo	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	S	O	D	NPR	C	N.C.
HT01	El horno de templado de vidrio plano está	Ruptura de niquelina	Paro de producción en el proceso de templado	Desgaste de la pieza	Inspección física y verificación	Retirar la niquelina rota, cambiarla por una nueva o llevarla a soldar.	10	6	9	540	12	Intolerable
HT02	diseñado para producir vidrio más resistente y	Daño en la tarjeta entrada Metal Work Pneumatic 0227301201	Mal funcionamiento de la máquina.	Daño de la electro válvula on/off	Inspección física y verificación	Cambio Tarjeta entrada Metal Work Pneumatic 0227301201	6	4	9	288	8	No deseable

Nota: Se presenta en la tabla 62 el AMEF para el Horno de Templado

Tabla 63*Tabla AMEF para el Horno de Templado*

Maquina:Horno de Templado			Marca:			Preparado por:						
Periodo de operación:			Revisión:			Fecha:						
Nº de orden de fallo	Descripción de la máquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	Causa posible del fallo	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	S	O	D	NPR	C	N.C.
HT03	resistente al calor para su corte y procesamiento	Desgaste de la banda de los rodillos de la banda transportadora	Baja el rendimiento de la máquina	Desgaste de la banda de los rodillos	Inspección física y verificación	Cambio banda de los rodillos de la banda transportadora	5	5	5	125	9	No deseable
HT04		Reparación pistón neumático	Filtrado de líquido	Desgaste de los empaques del pistón	Inspección física y verificación	Cambio de los empaques del pistón	3	6	3	54	8	No deseable
HT05		Daño del relé de estado sólido	Parada del equipo	Quema Del Relé De Estado Sólido	Inspección física y verificación	Cambio de relé de estado sólido	8	4	5	160	9	No deseable

Nota: Se presenta en la tabla 63 el AMEF para el Horno de Templado

Tabla 64

Tabla AMEF para el Horno de Templado

Maquina:Horno de Templado				Marca:			Preparado por:					
Periodo de operación:				Revisión:			Fecha:					
Nº de orden de fallo	Descripción de la maquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	Causa posible del fallo	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	S	O	D	NPR	C	N.C.
HT06		Daño de la tarjeta de la entrada analógica siemens	El control durante el funcionamiento va a ser erróneo	Posible sobrecarga del circuito	Inspección física y verificación	Cambio de tarjeta de la entrada analógica siemens	8	3	3	72	6	No deseable
HT07		Daño de la salida digital Siemens, simatic ET 200M - SM311 SLOT3	El control durante el funcionamiento va a ser erróneo	Posible sobrecarga del circuito	Inspección física y verificación	Cambio de la salida digital Siemens, simatic ET 200M - SM311 SLOT3.	8	3	3	72	6	No deseable
HT08		Daño del ventilador del driver de la turbina A18061VBHBL	El funcionamiento va a ser erróneo	Sobrecalentamiento	Inspección física y verificación	Cambio ventilador del driver de la turbina A18061VBHBL	5	2	4	40	4	Tolerable

Nota: Se presenta en la tabla 64 el AMEF para el Horno de Templado

Tabla 65

Tabla AMEF para el Horno de Templado

Maquina:Horno de Templado				Marca:			Preparado por:					
Periodo de operación:				Revisión:			Fecha:					
Nº de orden de fallo	Descripción de la maquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	Causa posible del fallo	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	S	O	D	NPR	C	N.C.
HT09		Falla en la medición del trimer wxd5590	La medición de control durante el funcionamiento va a ser erróneo	Descalibración del sistema de medición	Inspección física y verificación	Cambio de potenciómetro trimer wxd5590	8	3	5	120	6	No deseable
HT10		Daño de las Niquelinas de calentamiento	Mala calidad del producto	Deterioro de las Niquelinas de calentamiento	Inspección física y verificación	Cambio de Niquelinas de calentamiento	8	3	3	72	4	Tolerable

Nota: Se presenta en la tabla 65 el AMEF para el Horno de Templado

Tabla 66

Tabla AMEF para el Horno de Templado

Maquina:Horno de Templado				Marca:		Preparado por:						
Periodo de operación:				Revisión:		Fecha:						
Nº de orden de fallo	Descripción de la maquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	Causa posible del fallo	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	S	O	D	NPR	C	N.C.
HT11		Daño del ventilador de tablero de control	del tablero de control	Posible sobrecarga del tablero de control	Inspección física y verificación	Cambio ventilador del tablero de control	2	3	3	18	4	Tolerable
HT12		Daño de la sirena de alerta de funcionamiento	Riesgo de posibles accidentes	Posible deterioro de la sirena de alerta de funcionamiento	Inspección física y verificación	Cambio sirena de alerta de funcionamiento	10	2	1	20	8	No deseable

Nota: Se presenta en la tabla 66 el AMEF para el Horno de Templado

Tabla 67*Tabla AMEF para la Pulidora Lineal*

Maquina:Pulidora Lineal				Marca:		Preparado por:						
Periodo de operación:				Revisión:		Fecha:						
Nº de orden de fallo	Descripción de la maquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	Causa posible del fallo	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	S	O	D	NPR	C	N.C.
PL01	La pulidora Lineal es un diseño que une la neumática, mecánica y eléctrica	Daño de la fuente de alimentación	Parada del equipo	Posible sobrecarga del circuito	Inspección física y verificación	Cambio de fuente de alimentación tpss2408 110vac/24vdc 8a - 50/60hz	8	4	5	160	9	No Deseable
PL02	La pulidora Lineal es un diseño que une la neumática, mecánica y eléctrica	Descarga de batería	Mal funcionamiento de la máquina	Descarga completa de la batería	Inspección física y verificación	Cambio batería de la memoria del PLC DVP80EH	8	4	5	160	9	No Deseable

Nota: Se presenta en la tabla 67 el AMEF para la Pulidora Lineal

Tabla 68

Tabla AMEF para la Pulidora Lineal

Maquina:Pulidora Linea			Marca:			Preparado por:						
Periodo de operación:			Revisión:			Fecha:						
Nº de orden de fallo	Descripción de la maquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	Causa posible del fallo	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	S	O	D	NPR	C	N.C.
PL03	con varios cabezales pulidores para	Daño del Relé 24V AC OM- RON - MY4N-J	El control durante el funcionamiento va a ser erróneo	Quema Del Relé	Inspección física y verificación	Cambio Relé 24V AC OM- RON - MY4N-J	8	4	5	160	9	No Deseable
PL04	corta y desbasta el material	Daño del Relé térmico Siemens SIRIUS DMT98ATEX-6001	El control durante el funcionamiento va a ser erróneo	Posible sobrecarga del circuito	Inspección física y verificación	Cambio Relé térmico Siemens SIRIUS DMT98ATEX6001	8	4	5	160	9	No Deseable

Nota: Se presenta en la tabla 68 el AMEF para la Pulidora Lineal

Tabla 69

Tabla AMEF para la Pulidora Lineal

Maquina:Pulidora Linea		Marca:		Preparado por:								
Periodo de operación:			Revisión:			Fecha:						
Nº de orden de fallo	Descripción de la maquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	Causa posible del fallo	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	S	O	D	NPR	C	N.C.
PL05		Desgaste de los rodamientos del Motor	Baja el rendimiento de la máquina	Desgaste de los rodamientos	Inspección física y verificación	Cambio Rodamientos del Motor	5	4	5	100	6	No Deseable
PL06		Desgaste de los chumacera del eje principal de la banda sujeción	Baja el rendimiento de la máquina	Desgaste de chumacera	Inspección física y verificación	Cambio de chumacera del eje principal de la banda sujeción FA6 -VC205	6	3	5	90	6	No Deseable
PL07		Alineación de mala precisión	Mal funcionamiento de la máquina	Descalibración del sistema de medición	Inspección física y verificación	Calibración banda transportadora de carga de pulidora	5	5	6	150	6	No Deseable

Nota: Se presenta en la tabla 69 el AMEF para la Pulidora Lineal

Tabla 70*Tabla AMEF para la Pulidora Lineal*

Maquina:Pulidora Linea		Marca:				Preparado por:						
Periodo de operación:			Revisión:			Fecha:						
Nº de orden de fallo	Descripción de la maquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	Causa posible del fallo	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	S	O	D	NPR	C	N.C.
PL08		Desgaste de la luz de señalización	Posibilidad de accidentes	Desgaste de la luz de señalización	Inspección física y verificación	Cambio de luz de señalización	5	4	5	100	6	No Deseable
PL09		Suciedad en los cauchos de sujeción de la banda transportadora	Posible obstrucción en el movimiento de la banda transportadora	Acumulación de suciedad en los cauchos de sujeción de la banda transportadora	Inspección física y verificación	Limpieza de los cauchos de sujeción de la banda transportadora	2	10	5	100	10	Intolerable

Nota: Se presenta en la tabla 70 el AMEF para la Pulidora Lineal

Tabla 71*Tabla del AMEF para la Biseladora Lineal*

Maquina: Biseladora Lineal				Marca:		Preparado por:						
Periodo de operación:				Revisión:		Fecha:						
Nº de orden de fallo	Descripción de la maquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	Causa posible del fallo	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	S	O	D	NPR	C	N.C.
BL01	Esta máquina está diseñada para	Desajuste de los sensores de nivel	El control durante el funcionamiento va a ser erróneo	Descalibración del sistema de medición	Inspección física y verificación	Calibración de sensores de nivel de la banda	5	5	4	100	6	No Deseable
BL02	biselar y pulir el vidrio en espesores	Desajuste de la Alineación de los rieles de la banda transportadora	La medición de control durante el funcionamiento va a ser erróneo	Descalibración del sistema de medición	Inspección física y verificación	Calibración de los rieles de la banda transportadora	5	5	4	100	6	No Deseable

Nota: Se presenta en la tabla 71 el AMEF para la Biseladora Lineal

Tabla 72*Tabla AMEF para la Biseladora Lineal*

Maquina: Biseladora Lineal				Marca:		Preparado por:						
Periodo de operación:				Revisión:		Fecha:						
Nº de orden de fallo	Descripción de la maquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	Causa posible del fallo	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	S	O	D	NPR	C	N.C.
BL03	desde 4mm a 15mm	Acabado superficial de baja calidad	Baja el rendimiento de la máquina	Desgaste de los discos	Inspección física y verificación	Cambio de discos de pulir	4	5	3	60	6	No Deseable
BL04		Descarga de batería	Mal funcionamiento de la máquina	Descarga completa de la batería	Inspección física y verificación	Cambio batería de la memoria del PLC DV-PEH	6	5	5	150	9	No Deseable

Nota: Se presenta en la tabla 72 AMEF para la Biseladora Lineal

Tabla 73

Tabla AMEF para la Biseladora Lineal

Maquina: Biseladora Lineal			Marca:			Preparado por:						
Periodo de operación:			Revisión:			Fecha:						
Nº de orden de fallo	Descripción de la maquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	Causa posible del fallo	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	S	O	D	NPR	C	N.C.
BL05		Falla en la medición del potenciómetro de la velocidad de la banda	La medición de control durante el funcionamiento va a ser erróneo	Descalibración del sistema de medición	Inspección física y verificación	Cambio del potenciómetro de la velocidad de la banda	8	6	3	144	12	Intolerable

Nota: Se presenta en la tabla 73 AMEF para la Biseladora Lineal

Tabla 74*Tabla AMEF para la Mesa de corte Z Z Bavelloni*

Maquina: Mesa de corte Z Z Bavelloni				Marca:			Preparado por:					
Periodo de operación:				Revisión:			Fecha:					
Nº de orden de fallo	Descripción de la maquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	Causa posible del fallo	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	S	O	D	NPR	C	N.C.
MC01	La Mesa cortadora de vidrio una herramienta utilizada	Daño de la fuente de alimentación	Parada del equipo	Posible sobrecarga del circuito	Inspección física y verificación	Cambio de la fuente de alimentación	8	4	4	128	9	No De-seable
MC02	por un vidriero para realizar cortes precisos en el vidrio plano	Daño en el encoder	El control durante el funcionamiento va a ser erróneo	Daño del Encoder	Inspección física y verificación	Cambio del Encoder de los ejes	6	3	5	90	6	No De-seable

Nota: Se presenta en la tabla 74 el AMEF para la Mesa de corte Z Z Bavelloni

Tabla 75

Tabla AMEF para la PERFORADORA VIDRIO

Maquina: PERFORADORA VIDRIO				Marca:			Preparado por:					
Periodo de operación:				Revisión:			Fecha:					
Nº de orden de fallo	Descripción de la maquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	Causa posible del fallo	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	S	O	D	NPR	C	N.C.
PV01	La máquina de perforación de vidrio fija	Daño del fin de carrera	Baja el rendimiento de la máquina	Daño del fin de carrera	Inspección física y verificación	Cambio de fin de carrera de accionamiento	5	5	5	125	6	No Deseable
PV02	neumáticamente y taladra con	Desgaste de los rodamientos	Baja el rendimiento de la máquina	Desgaste de los rodamientos	Inspección física y verificación	Cambio de rodamientos del eje superior	5	5	4	100	6	No Deseable
PV03	las puntas superiores e inferiores	Desgaste de los rodamientos del Motor	Baja el rendimiento de la máquina	Desgaste de los rodamientos	Inspección física y verificación	Cambio de rodamientos del motor del eje superior	5	6	4	120	6	No Deseable

Nota: Se presenta en la tabla 75 el AMEF para la PERFORADORA VIDRIO

Tabla 76*Tabla AMEF para la PERFORADORA VIDRIO*

Maquina: PERFORADORA VIDRIO				Marca:			Preparado por:					
Periodo de operación:				Revisión:			Fecha:					
Nº de orden de fallo	Descripción de la maquina	Modo de fallo	Efecto de la falla	Causa posible del fallo	Controles de detección	Acciones correctivas contra el fallo	S	O	D	NPR	C	N.C.
PV04		Fugas de aire	Mal funcionamiento de la máquina	Perforaciones en el estrangulador de aire	Inspección física y verificación	Reparación de fugas de aire del estrangulador de aire	3	10	3	90	8	No Deseable

Nota: Se presenta en la tabla 76 el AMEF para la PERFORADORA VIDRIO

Anexo 2: Documentos en la Aplicación en Excel

Figura 47

Cronograma de actividades

Fecha	28/2/2024																						
					1/1/2024	2/1/2024	3/1/2024	4/1/2024	5/1/2024	6/1/2024	7/1/2024	8/1/2024	9/1/2024	10/1/2024	11/1/2024	12/1/2024							
Maquina	Actividades	Frecuencia	Dia inicial	Horas	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	jue	vie							
HORNO DE TEMPLADO	Limpieza de la superficie exterior del horno	Diario	1/1/2024		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X							
HORNO DE TEMPLADO	Verificación del funcionamiento de los	Diario	1/1/2024		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X							
HORNO DE TEMPLADO	Inspección visual el interior del horno	Diario	1/1/2024		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X							
HORNO DE TEMPLADO	Limpieza de los filtros de aire	Mensual	1/1/2024		X																		
HORNO DE TEMPLADO	Revisar y ajustar la calibración de los	Mensual	2/1/2024			X																	
HORNO DE TEMPLADO	Inspección de las juntas de las puertas	Mensual	1/1/2024		X																		
HORNO DE TEMPLADO	Lubricar las bisagras y mecanismos de apertura	Mensual	2/1/2024			X																	
HORNO DE TEMPLADO	Reparación de las niquelinas del Horno.	Semestral	8/1/2024									X											
HORNO DE TEMPLADO	Calibrar los dispositivos de seguridad	Semestral	8/1/2024									X											
HORNO DE TEMPLADO	Cambio salida digital Siemens, Simatic ET 200M	Anual	10/1/2024											X									
HORNO DE TEMPLADO	Cambio entrada Analógica Siemens, Simatic ET 200M	Anual	11/1/2024												X								
HORNO DE TEMPLADO	Cambio banda de los rodillos de la banda	Anual	12/1/2024													X							
HORNO DE TEMPLADO	Reparación pistón neumático	Anual	9/1/2024										X										

Nota: En la figura 47 se detallan las maquinas, actividades, frecuencias y fechas de inicio con las que se realiza el mantenimiento preventivo

Figura 50

Cronograma de actividades

PULIDORA LINEAL	Limpiar la superficie de trabajo y eliminar cualquier residuo de material	Diario	2/1/2024			X	X	X	X			X	X	X
PULIDORA LINEAL	Verificación del funcionamiento de los controles	Diario	1/1/2024		X	X	X	X	X			X	X	X
PULIDORA LINEAL	Revisión y Limpieza de los cauchos de sujeción de la banda	Mensual	9/1/2024										X	
PULIDORA LINEAL	Inspección y cambio en caso de desgaste de chumacera del eje principal de la banda sujeción FA6 - YC205	Mensual	9/1/2024										X	
PULIDORA LINEAL	Inspeccion y calibración banda transportadora de carga de pulidora	Semestral	16/1/2024											
PULIDORA LINEAL	Revisión y cambio Rodamientos del Motor por desgaste.	Semestral	16/1/2024											
PULIDORA LINEAL	Revisión y cambio de luz de señalización.	Semestral	15/1/2024											
PULIDORA LINEAL	Cambio fuente de alimentación TPSS2408 110/24V ó 220V/24V 8A	Anual	17/1/2024											
PULIDORA LINEAL	Cambio batería de la memoria del PLC DYP-80EH	Anual	17/1/2024											
PULIDORA LINEAL	Cambio Relé 24V AC OMRON - MY4N-J	Anual	17/1/2024											
PULIDORA LINEAL	Cambio Relé térmico Siemens SIRIUS DMT98ATEX6001	Anual	17/1/2024											
BACK														

Nota: En la figura 50 se detallan las maquinas, actividades, frecuencias y fechas de inicio con las que se realiza el mantenimiento preventivo

Figura 51

Hoja de registro de las actividades

N° de orden	Descripción	Maquina	Código	Solicita	Tipo de Mantenimie	Responsable	Supervisor	Fecha	Descripción de la Tarea	Tiempo Estimado	Tiempo Real	ok	T
1	Realizacio tareas de 1 Horno de templado	HORNO DE TEMPLADO	FTF2136/62	Jefe de Mantenimiento	Preventivo	Trabajador 1	Jefe de Mantenimiento	27/2/2024	Reparación de las niquelinas del Horno.	8	8	VERDADERO	
2	Realizacio tareas de 2 Horno de templado	HORNO DE TEMPLADO	FTF2136/62	Jefe de Mantenimiento	Preventivo	Trabajador 1	Jefe de Mantenimiento	28/2/2024	Verificación del funcionamiento de los controles	0,17	0,17	VERDADERO	
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													

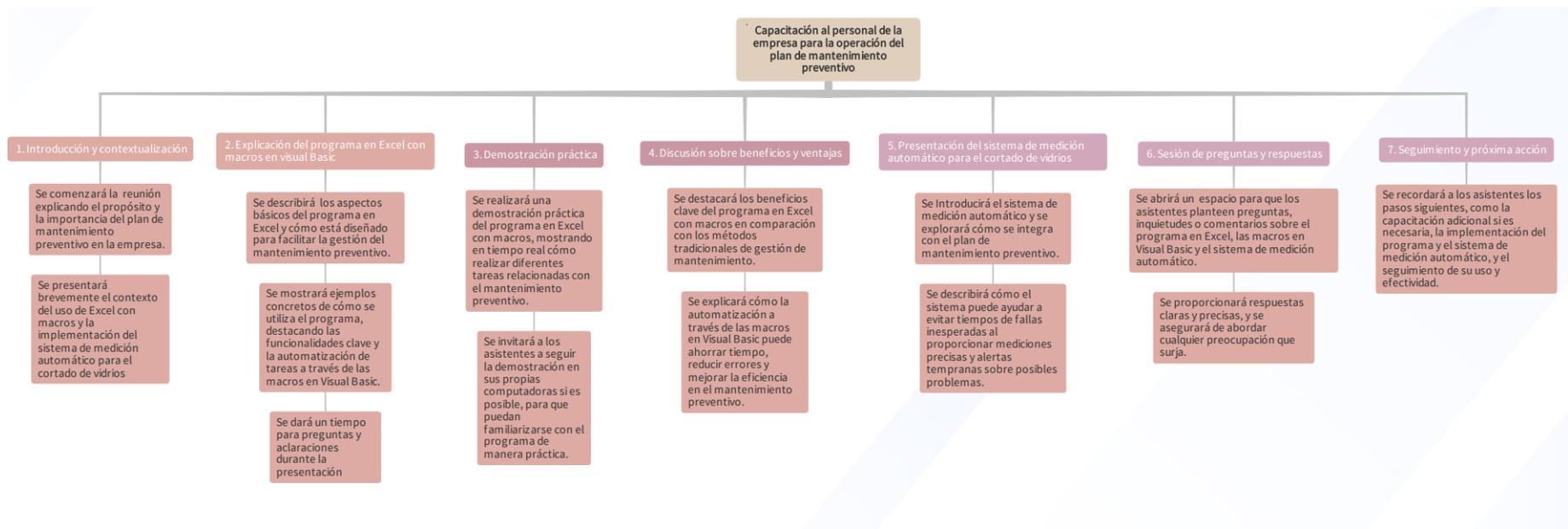
167

Nota: En la figura 51 se muestra el registro de las actividades realizadas por las ordenes de trabajo que se realiza el mantenimiento preventivo

Anexo 3: Capacitación al personal de la Empresa

Figura 52

Esquema del Proceso de Capacitación al personal de la Empresa



Nota: En la figura 52 se detallan las actividades que se llevarán a cabo en el proceso de capacitación