

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**



**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR  
DE SALVATIERRA**



**“MEJORAMIENTO Y CREACIÓN A LOS PROGRAMAS  
DE MANTENIMIENTO A LA LÍNEA DE ÁRBOLES  
DE LEVAS MAZDA EN LA EMPRESA ARBOMEX”**

**TITULACIÓN INTEGRAL  
(TESIS)**

**Elaborada por:**

**RICARDO MORALES CANEDO**

**Para obtener el título de:**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**Asesor:**

**ING. ERIK GERARDO MARTÍNEZ GÓMEZ**

**Salvatierra, Gto.**

**Julio, 2023**



FORMATO DE LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Lugar y fecha: 17 de julio de 2023

Asunto: Liberación de proyecto para la titulación integral.

C. Ing. Lizbeth Estefanía Escobar

Jefe(a) de la División de Estudios Profesionales o su equivalente en los Institutos Tecnológicos Descentralizados


PRESENTE

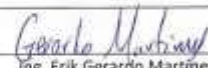
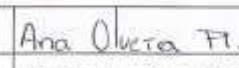

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Nombre:	Ricardo Morales Canedo
Carrera:	Ingeniería Industrial
No. De Control	IN16110055
Nombre del proyecto:	Mejoramiento y creación a los programas de mantenimiento a la línea de árboles de levas Mazda en la empresa Arbomax
Producto:	Tesis

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

  
M.C.P. Omar Gil Vázquez

 Ing. Erik Gerardo Martínez Gómez Nombre y firma del Asesor	 M.L.A Ana Luisa Olvera Montoya Nombre y firma del revisor	 Ing. Alejandra Martínez Coria Nombre y firma del revisor
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

\*Solo aplica en caso de Tesis

Ccp. Expediente



Manuel Gómez Morín No. 100 Comunidad de Janicho, Saltillo, Coahuila, C.P.  
38933 Telx. 468 688 04 31 y 468 663 98 00 Ext. XXXX, e-mail:  
marones@itesa.edu.mx. Coema.mx | www.itesa.edu.mx



2023  
Francisco  
VILLA



## **Agradecimientos**

En primera instancia quiero agradecer a todos mis docentes que me guiaron y en especial a mi tutor por la paciencia y compromiso.

También quiero agradecer a toda mi familia por el apoyo y comprensión y darme ánimo durante el proceso.

A mis amigos de la universidad que siempre me apoyaron en las buenas y en las malas.

## **Dedicatoria**

A mis padres.

Les dedico este trabajo con todo mi cariño por el esfuerzo que han realizado a lo largo de mi vida académica para brindarme su apoyo, paciencia, amor y dedicación y quiero destacar que sin su apoyo este sueño no se hubiera realizado.

## **Resumen**

El siguiente trabajo es la unión de diferentes actividades de investigación que son herramientas de calidad de ingeniería industrial, que definirán el camino para determinar la maquinaria con más problemas y de esta manera realizar mejoras a programas de mantenimiento a una línea de árboles de levas en Arbomex, empresa situada en Celaya, Guanajuato.

Esto con fin de mejorar sus indicadores de mantenimiento, así como disminuir pérdidas económicas por paros de línea y reparaciones de máquina, ya que en el último año se vio un alza en el número de averías a su línea de árboles de levas, así como tiempo de paro muy extensos y debido a esto se desprenden actividades para mitigar los problemas.

# Índice de contenido

## Contenido

Agradecimientos .....	i
Dedicatoria.....	iv
Resumen.....	v
Índice de tablas .....	ix
Índice de ilustraciones.....	x
Introducción.....	11
<b>CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES .....</b>	<b>12</b>
1.1. Planteamiento del problema .....	12
1.2. Objetivo General .....	12
1.3. Objetivos Específicos.....	12
1.4. Justificación del proyecto .....	13
1.5. Hipótesis .....	14
1.6. Alcance del proyecto.....	14
1.7. Limitaciones .....	14
1.8. Descripción detallada de las actividades .....	14
1.9. Lugar donde se realizará el proyecto.....	18
1.10. Información sobre la empresa. ....	18
<b>CAPÍTULO 2. MARCO DE REFERENCIA.....</b>	<b>20</b>
2.1 Fundamentos teóricos.....	20
2.1.1 Fundamentos del proyecto .....	20
2.1.2 Fundamentos para el desarrollo del proyecto .....	22
2.2 Filosofía de la empresa.....	22
2.2.1 Misión .....	22
2.2.2 Visión.....	23

2.2.3	Valores .....	23
2.2.4	Objetivos .....	23
2.3	Tecnología actual de la empresa .....	23
CAPITULO 3. MARCO TEÓRICO .....		28
3.1.	Mantenimiento .....	28
3.1.1	Introducción al mantenimiento .....	28
3.1.2	Tipos de mantenimiento .....	28
3.1.3	Programa de mantenimiento preventivo .....	31
3.1.4	indicadores de mantenimiento .....	31
3.1.5	Lección de un punto en mantenimiento .....	32
3.2.	Herramientas de calidad .....	33
3.2.1	Diagrama de Pareto .....	33
3.2.2	Listas de verificación .....	34
3.2.3	Diagrama de flujo .....	34
3.2.4	Diagrama de Ishikawa .....	35
3.2.5	Histograma .....	36
3.2.6	Gráficos de control .....	37
3.2.7	Diagrama de dispersión .....	38
3.3.	Círculos de la calidad .....	39
3.3.1	Círculos de la calidad .....	39
3.4	Método 5s .....	40
3.4.1	Metodología 5s .....	40
3.5	Calidad y productividad. ....	41
3.5.1	Calidad .....	41
3.5.2	Productividad .....	41
3.6	Los 7 desperdicios .....	42
3.6.1	Los 7 desperdicios .....	42



3.7 Grafico de Gantt .....	43
3.7.1 Definición de Grafico de Gantt .....	43
CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA.....	45
4.1 Enfoque de investigación .....	45
4.2 Tipo de investigación .....	46
4.3 Instrumentos y técnicas de recolección de datos .....	46
4.4 Método.....	47
4.4.1 Realización de programas de mantenimiento autónomo a la línea..	47
4.4.2 Realización de mejoras a los programas de mantenimiento de ajustadores a herramientas.....	49
4.4.3 Mejora de indicador MTBF con objetivo 41.6hrs a 45hrs. ....	50
4.4.4 Mejora de indicador MTTR con objetivo de 6.93hrs a 3hrs.....	51
4.4.5 Aumento de la disponibilidad de la maquinaria de un 86% a un 93 %. .....	52
CAPÍTULO 5. RESULTADOS .....	53
5.1 Realización de programas de mantenimiento autónomo a la línea.....	53
5.2 Realización de mejoras a los programas de mantenimiento de ajustadores a herramientas. ....	59
5.3 Mejora de indicador MTBF con objetivo 41.6hrs a 45hrs. ....	64
5.4 Mejora de indicador MTTR con objetivo de 6.93hrs a 3hrs.....	80
5.5 Aumento de la disponibilidad de la maquinaria de un 86% a un 93%. 89	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	100
Conclusiones .....	100
Recomendaciones.....	100
FUENTES DE INFORMACIÓN .....	101
Bibliografía .....	101
ANEXOS .....	104

## Índice de tablas

Tabla 1 Datos generales de la empresa .....	19
Tabla 2 Tecnología de la empresa.....	24
Tabla 3 OPL para tornos 167, 168, 814,815 .....	54
Tabla 4 OPL para rectificadoras 267, 268, 269.....	55

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Imagen satelital de la empresa .....	18
Ilustración 2 Formula de la disponibilidad .....	31
Ilustración 3 Formula MTBF .....	31
Ilustración 4 Formula MTTR.....	32
Ilustración 5 Ejemplo de OPL.....	33
Ilustración 6 Simbología de un diagrama de flujo.....	34
Ilustración 7 Diagrama de Ishikawa .....	35
Ilustración 8 Tipos de histogramas.....	37
Ilustración 9 Ejemplo carta de control .....	38
Ilustración 10 Ejemplo de diagrama de dispersión.....	39
Ilustración 11 Ejemplo de grafica de Gantt .....	44
Ilustración 12 Comparación de investigación cualitativa y cuantitativa .....	45
Ilustración 13 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	47
Ilustración 14 Grafica de mantenimientos autónomos 2020 vs 2021 .....	53
Ilustración 15 Integración de ítem <i>check list</i> de máquina.....	56
Ilustración 16 Lista de asistencia capacitación de mantenimiento autónomo a tornos.....	57
Ilustración 17 Lista de asistencia capacitación de mantenimiento preventivo a bobinas. ....	58
Ilustración 18 Lista de asistencia capacitación de mantenimiento autónomo a rectificadoras.....	58
Ilustración 19 Comparación de personal capacitado en mantenimiento autónomo 2020 vs 2021.....	59
Ilustración 20 Detección de errores a preventivos herramientas 1.....	60
Ilustración 21 Detección de errores a preventivos herramientas 2.....	61
Ilustración 22 Detección de errores a preventivos herramientas 3.....	61
Ilustración 23 Preventivos a herramientas ya corregidos 1.....	62
Ilustración 24 Preventivos a herramientas ya corregidos 2.....	63
Ilustración 25 Preventivos a herramientas ya corregidos 3.....	63
Ilustración 26 <i>Check list</i> para ajustadores 1.....	64
Ilustración 27 Diagrama de flujo.....	66

Ilustración 28 Diagrama de Pareto (fallas 2020).	67
Ilustración 29 Diagrama de Pareto (Tipos de fallas 2020).	67
Ilustración 30 PDCA con acciones preventivas 1.	68
Ilustración 31 PDCA con acciones preventivas 2.	69
Ilustración 32 Manuales de maquina 1.	70
Ilustración 33 Manuales de maquina 2.	70
Ilustración 34 Gaveta de manuales.	71
Ilustración 35 Placa de información de mantenimiento preventivo 1.	72
Ilustración 36 Placa de información de mantenimiento preventivo 1.	72
Ilustración 37 Integración de tareas a programas preventivos 1 (manera física).	73
Ilustración 38 Integración de tareas a programas preventivos 2 (manera física).	74
Ilustración 39 Integración de tareas a programas preventivos 1 (manera electrónica).	75
Ilustración 40 Integración de tareas a programas preventivos 2 (manera electrónica).	76
Ilustración 41 Programa preventivo mensual maquina 168.	77
Ilustración 42 Programa preventivo trimestral maquina 168.	78
Ilustración 43 Indicador MTBF año 2020.	79
Ilustración 44 Indicador MTBF año 2021.	79
Ilustración 45 Lista de refacciones 1.	80
Ilustración 46 Lista de refacciones 2.	81
Ilustración 47 Lista de refacciones 3.	81
Ilustración 48 Alta de refacciones 1.	82
Ilustración 49 Alta de refacciones 2.	83
Ilustración 50 PDCA antes de seguimiento 1.	84
Ilustración 51 PDCA antes de seguimiento 2.	84
Ilustración 52 PDCA despues de seguimiento 1.	85
Ilustración 53 PDCA despues de seguimiento 2.	85
Ilustración 54 Gaveta de tornillería antes de 5S.	86
Ilustración 55 Gaveta de tornillería después de 5s.	87
Ilustración 56 Indicador MTTR año 2020.	88
Ilustración 57 Indicador MTTR año 2021.	88

Ilustración 58 Resultados de disponibilidad 2020. ....	89
Ilustración 59 Resultados de disponibilidad 2021 .....	90
Ilustración 60 Errores detectados en <i>check list</i> 1 .....	91
Ilustración 61 Errores detectados en <i>check list</i> 2.....	92
Ilustración 62 Errores detectados en <i>check list</i> 3.....	93
Ilustración 63 Correcciones a <i>check list</i> 1 .....	94
Ilustración 64 Correcciones a <i>check list</i> 2 .....	95
Ilustración 65 Correcciones a <i>check list</i> 3.....	96
Ilustración 66 Preventivos antes de su ordenamiento.....	97
Ilustración 67 Gaveta para archivos antes de limpieza .....	98
Ilustración 68 Gaveta limpia y ordenada.....	98
Ilustración 69 Registro digital de mantenimiento preventivo. ....	99

## **Introducción**

El presente trabajo tuvo como objetivo el mejorar indicadores de mantenimiento en una línea de maquinado de árboles de levas a través de mejoras a sus programas de mantenimiento y la involucración de personal de producción en las tareas de mantenimiento.

Con lo anterior se buscó disminuir número de averías, así como disminuir tiempo de fallas, esto dado por la problemática que la empresa enfrento el año anterior.

Por consecuente se busca el ahorro de insumos y disminuir pérdidas económicas por paros.

A través de herramientas de calidad se analizó la situación para determinar el camino que ayude a mitigar estos problemas y de esta manera repercutir de manera positiva en los indicadores de mantenimiento.

Dentro del capítulo 1, se encuentran los datos generales del proyecto como lo son el planteamiento del problema y los objetivos del proyecto, así como la información de la empresa donde se llevó a cabo dicho proyecto.

En el capítulo 2, se encuentra el marco de referencia con trabajos de algunos otros autores que sirvieron de apoyo para el desarrollo del proyecto, así como la filosofía de la empresa donde se implementó este trabajo.

Dentro del capítulo 3, está el marco teórico donde se plasma toda la información teórica necesaria para la realización de este trabajo.

En el capítulo 4, se detalla la forma en que se trabajó cada objetivo para llegar a cumplirlo y que herramientas se utilizaron.

Dentro del capítulo 5, se encuentran los resultados de dicho proyecto, por medio de gráficos y evidencias fotográficas se demostraron las evidencias.

# **CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES**

## **1.1. Planteamiento del problema**

Dentro de la empresa Arbomex planta Celaya, una de sus líneas de producción más importantes de árboles de levas es la línea Mazda, la cual ha presentado problemas en sus 32 máquinas con las que trabaja y esto ha repercutido en sus costos de operación, así como en la producción afectando la cantidad de piezas producidas y la calidad de las mismas.

Para estos problemas ha resultado difícil descubrir las causas raíces de las fallas de las máquinas, analizando las tareas de mantenimiento no se cuenta con un plan específico que involucre la realización de planes de mantenimiento autónomos y también se detecta la falta de mejora a los planes preventivos para que sean más adecuados para la prevención de fallas mayores.

Todo esto genera incertidumbre a la hora de realizar una reparación mayor ya que no se cuenta con algún historial ordenado de mantenimientos que puedan ayudar a encontrar o detectar las causas raíces probables que están ocasionando las averías de máquinas, además esto provoca que baje el porcentaje de disponibilidad de la maquinaria lo cual se traduce en paros a la línea y por ende gastos para la empresa por el tiempo que no produce.

## **1.2. Objetivo General**

Desarrollar un sistema de mantenimiento para la maquinaria, mediante correcciones y mejoras a los planes de mantenimiento, así como análisis estadísticos, con la finalidad de mejorar los indicadores dentro del proceso productivo en la línea de árboles de levas Mazda en la empresa Arbomex.

## **1.3. Objetivos Específicos**

A continuación, se presentan los objetivos específicos del proyecto, los cuales fueron plasmados a partir del objetivo general con el fin de ayudar a cumplirlo.

- Realizar programas de mantenimiento autónomo a la línea.

- Realizar mejoras a los programas de mantenimiento de ajustadores a herramientas.
- Mejorar indicador MTBF<sup>1</sup> con objetivo de 41.6 hrs a 45hrs.
- Mejorar indicador MTTR<sup>2</sup> con objetivo de 6.93hrs a 3hrs.
- Aumentar la disponibilidad de la maquinaria de un 86% a un 93%.

#### **1.4. Justificación del proyecto**

Al día de hoy es indispensable que el funcionamiento de las maquinas en una empresa productiva sea el óptimo debido a la competencia y exigencia del mercado, así como también es de suma importancia que se trabaje a los costos más mínimos posibles, esto siempre y cuando sin sacrificar la calidad en el producto terminado.

Hoy en día existen muchas herramientas y metodologías utilizadas para que las máquinas de una empresa trabajen de manera adecuada y analizando la situación de la empresa, se toma la decisión de mejorar los planes de mantenimiento de mantenimiento existentes ya que se percata que son bastante ambiguos y no se tiene una integración de los distintos departamentos para trabajar en conjunto.

Para lo cual este proyecto sirvió para la realización de tareas de mantenimiento de manera más técnica aportando gran información de la vida de las maquinas, así como bases para tomar decisiones futuras sobre posibles averías o ajustes que se requieran dentro de las mismas, esto ayudara a prevenir fallas ya que por medio de un sistema de mantenimiento mejor elaborado y controlado se conocerán condiciones de la maquinaria y así poder atacar tempranamente posibles fallas, también contribuirá a aumentar la disponibilidad de la maquinaria reflejándose en menos paros, así mismo mejorar los indicadores MTTR y MTBF.

---

<sup>1</sup> MTBF: Tiempo medio entre fallas.

<sup>2</sup> MTTR: Tiempo medio para reparar.



## **1.5. Hipótesis**

H0

Con la implementación de este proyecto de mantenimiento en la línea de árboles de levas Mazda en la empresa Arbomex, se mejorarán los indicadores MTTR y MTBF, así como que aumente la disponibilidad de la maquinaria y a su vez tareas integras de mantenimiento para todo el personal involucrado.

Hi

Con la implementación de este proyecto de mantenimiento en la línea de árboles de levas Mazda en la empresa Arbomex, no se mejorarán los indicadores MTTR y MTBF, así como que no aumente la disponibilidad de la maquinaria y a su vez tareas integras de mantenimiento para todo el personal involucrado.

## **1.6. Alcance del proyecto**

El alcance que se pretende cubrir es tener actividades de mantenimiento mejores definidas y organizadas dentro de la línea de árboles de levas de la línea Mazda en la empresa Arbomex planta Celaya, así como también el impactar en la mentalidad y buenas prácticas de todos los trabajadores involucrados en el mantenimiento.

## **1.7. Limitaciones**

Sus limitaciones más importantes o significativas para este proyecto fueron la resistencia al cambio por parte del personal, la autorización y compromiso de gerencia para adoptar nuevas prácticas.

## **1.8. Descripción detallada de las actividades**

1-Descripción del proceso: En esta etapa se analiza y describe el proceso de maquinado de árboles de levas de la línea Mazda para comprender el área de trabajo, sus etapas y todo lo que conlleva para esto se utilizara la técnica de la observación durante la primer semana y en base a la observación que se realice se creara un diagrama de flujo donde se exprese la forma de trabajo y como está distribuida las operaciones de dentro de la nave, esto ayudara a ver y comprender cuales pudieran ser necesidades para la empresa y focalizar focos

de oportunidad de mejora y por supuesto una gran ayuda para la toma de decisiones que este proyecto tomara.

2-Análisis histórico de las fallas de las maquinas: Este es un punto clave ya que se conocerá los tipos de fallas, recurrencia de las fallas y los tiempos de paros que estas fallas han representado en toda la línea, y de esta manera saber a qué operaciones o maquinas dirigir más esfuerzos, para realizar esta actividad se trabajara mediante los registros históricos que se tienen en un documento de Excel el cual será la base de esta actividad por lo cual aquí las tecnologías de la información será la herramienta principal para llevarla a cabo así como el realizar gráficos y estadísticos que ayudaran a evaluar la situación actual.

3-Corrección y análisis de los *check list* de arranque de máquina: Se agregarán o se quitarán ítems de revisión según sea el caso, esto con la finalidad de analizar el estado de trabajo diario de las máquinas, para esto se trabajará con una copia de los *check list* y se analizaran por medio de la observación las variables de cada máquina para de esta manera saber cuáles están bajo el parámetro de especificación que le corresponde y de esta manera poder tomar una acción correctiva.

4-Creación de *check list* para ajustadores: Se crea un *check list* para ajustadores para cada operación en el proceso ayudando a reforzar la detección de averías, para esto se creará un nuevo formato de con ítems a revisar a cada operación, así como la difusión de este mismo formato ya que se pretende que se integre como formato oficial de la línea.

5-Corrección y mejora de programa de mantenimiento preventivo a herramientas para ajustadores: Se realizará trabajo en conjunto con cada uno de los ajustadores para mejorar el programa de mantenimiento preventivo, creando términos y revisiones más técnicas dejando atrás términos y actividades ambiguas que no aporten mejoras al proceso, además tendremos ayuda de parte del departamento de manufactura para definir algunos parámetros a revisar en los herramientas los cuales darán la oportunidad de estimar mejor la vida o el

estado de los herramientas y de esta manera poder prevenir algún daño o falla mayor.

6-Mejoras a programas de mantenimiento preventivo de las máquinas: A través del análisis histórico y un diagrama de Pareto se definirán las máquinas que han causado más fallas en el último año y de ahí se realizara revisión y corrección de sus rutinas preventivas tratándose de asegurar que sus puntos críticos o más importantes sean revisados y que se realicen tareas adecuadas de mantenimiento a cada una de esas máquinas y a su vez también el replicar lo realizado en la maquinaria que sea igual pero cabe destacar que en primer instancia se centraran los esfuerzos en las maquinas con más problemas.

7-Creación de programa de mantenimiento autónomo: En base a los programas ya realizados y mejorados se crea un programa con actividades fáciles para que sean realizadas por los operadores cuya finalidad sea ayudar a la máquina y herramientas a estar en buen estado y poder detectar posibles fallas, esto se realizara mediante OPL de mantenimiento donde se incluirán imágenes e instrucciones fáciles de interpretar.

8-Difusión y educación sobre el mantenimiento autónomo: Teniendo el programa de autónomos listos inicia la campaña de difusión y educación dando pláticas de cómo se realizará y cuál es su finalidad e importancia dentro de la vida de la maquinaria, con la ayuda de las OPL y de los ajustadores se realizará esta actividad.

9-Creación de base de datos de refacciones: Se creara un documento digital con información de cada máquina con datos sobre sus refacciones como lo es número de parte, código de SAP, marca y donde se utiliza, esto con la finalidad de tener mejor conocimiento de que llevan las máquinas y de esta manera si llegase a ocurrir una avería se conoce rápido la refacción y se puede hacer una reparación más rápida para esta actividad se trabajara por medio de la observación con el equipo de mantenimiento y se utilizara una computadora y el programa Excel para crearlo.

10-Alta de refacciones a cuadro básico: En esta actividad se identifican refacciones que no se encuentran dentro de cuadro básico en el almacén de la empresa y que causan problema a la hora de una reparación al no están en almacén se tiene que hacer una requisición de compra lo cual resulta tardado por el proceso que esto representa lo cual se traduce a tiempo de reparación largo y pérdidas para la empresa por lo cual es de importancia esta actividad y se trabajara por medio de la observación para lo cual se hará un llenado de un documento ya establecido que es para dar de alta un material nuevo al almacén.

## 1.9. Lugar donde se realizará el proyecto

El proyecto se realizó en la planta Arbomex situada en la ciudad de Celaya, Guanajuato, en una de sus líneas de producción la cual realiza árboles de levas para la empresa armadora de carros Mazda. En la ilustración 1, se puede observar la ubicación de la planta de manera satelital.

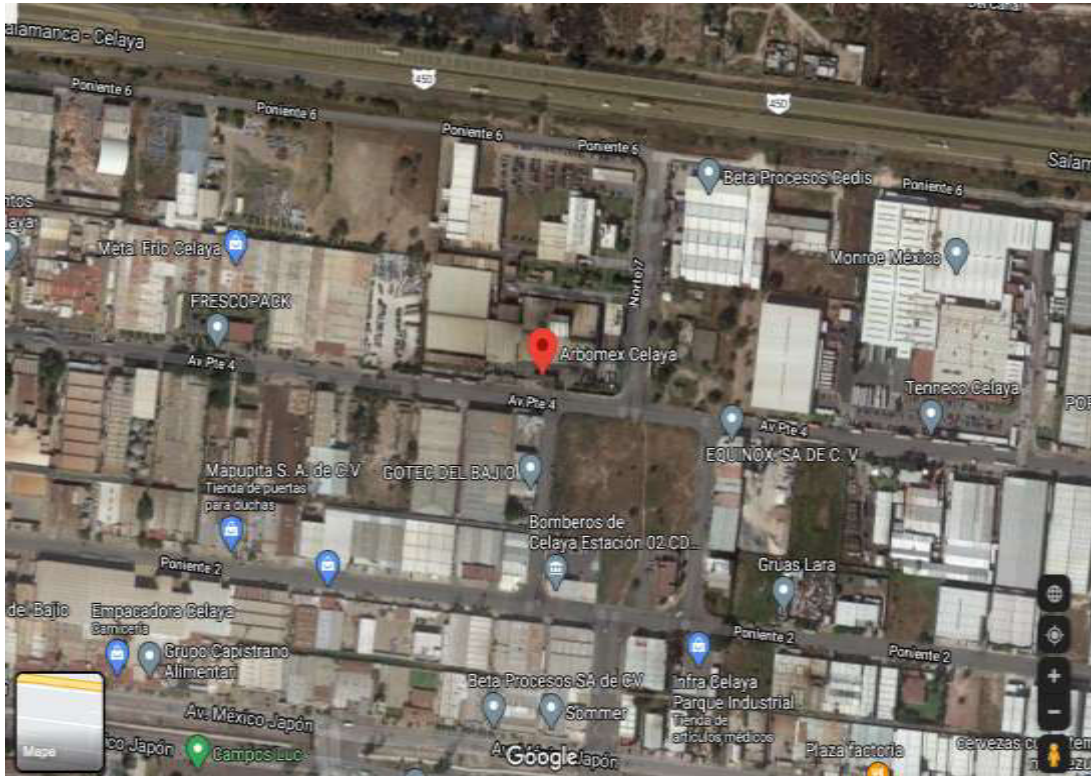


Ilustración 1 Imagen satelital de la empresa

Fuente:

<https://www.google.com.mx/maps/place/Arbomex+Celaya/@20.5548589,-100.8164342,734m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x842cbba9f31331fb:0x9774390edebc47f8!8m2!3d20.5548539!4d-100.8142455>

## 1.10. Información sobre la empresa.

A continuación, se plasma dentro de la tabla 1, datos de la empresa donde se llevó a cabo el proyecto, así como contactos de la misma.

Tabla 1 Datos generales de la empresa

<b>DATOS GENERALES DE LA EMPRESA</b>	
<b>Nombre:</b>	<b>Arbomex S.A DE C. V</b>
<b>Giro:</b>	<b>Metal-mecánica</b>
<b>Domicilio:</b>	<b>Norte 7 no. 102 ciudad industrial, Celaya Guanajuato.</b>
<b>Teléfono:</b>	<b>461-528-6500</b>
<b>E-mail:</b>	<b>elsa.hernandez@arbomex.com</b>
<b>RFC:</b>	<b>ARB820712U77</b>
<b>Nombre del contacto:</b>	<b>Elsa Hernández Muñoz</b>

Fuente: ITESS

## **CAPÍTULO 2. MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1 Fundamentos teóricos**

#### **2.1.1 Fundamentos del proyecto**

Marrero-Hernández, Rogej Arturo; Vilalta-Alonso, José Alberto; Martínez-Delgado, Edith

Modelo de diagnóstico-planificación y control del mantenimiento Ingeniería Industrial, vol. XL, núm. 2, 2019, mayo-agosto, pp. 148-160 Facultad de Ingeniería Industrial, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae.

En dicha investigación se estudió la variación de los indicadores de gestión de las entidades, así como la afectación o no de la cadena de valor de los procesos de producción o servicios. Por esta razón el objetivo del trabajo, fue proponer el diseño de un modelo integrador para la gestión del mantenimiento.

Como resultado obtenido de este trabajo fue un modelo que trara de 4 etapas en los que se comprende: etapa 1. Dignostico de la situación actual de la entidad. En donde meramente es solo diagnostico, evaluaciones y analisis estadísticos, asi como identificacion y tipificación del mantenimiento.

Para la etapa 2, hace la realización del balance de carga y capacidad en donde se evalua lo que se tiene disponible en cuanto personal, necesidad, costos, demanda de mantenimiento, cantidad de actividades por hacer, entre otras mas.

Para la etapa 3, se elabora el plan de mantenimiento donde ya considerando todo lo anterior se crea el modelo de plan.

Y ya por ultimo en su etapa 4, se crea el control de manteneimto y mejora del mismo donde se realizan las auditorias, analisis de las no conformidades, control de los registros, control de indicadores.

Álvarez Zaldívar, Deivis; Hernández Areu, Orestes

Propuesta de un nuevo programa de mantenimiento a los motores Hyundai de grupos fuel oil. Ingeniería Energética, vol. XLI, núm. 2, e1212, 2020, mayo-Agosto Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría. Cujae.

Este trabajo tuvo como objetivo proponer acciones encaminadas a minimizar los costos, asociados al mantenimiento de los grupos electrógenos de la Empresa de Generación de Energía Eléctrica Grupos Electrógenos Fuel - Oil, Bayamo, Granma.

Como resultado obtenido del trabajo se crean dos tablas donde para la primera se expresa un programa de diagnóstico en la medición del motor y en donde se pone la actividad a realizar, su frecuencia, un rango permisible, el personal encargado, el tiempo estimado de la actividad y el instrumento con el que se realizara.

Para la segunda tabla que se refiere a un programa de diagnóstico en la inspección del motor con los mismos elementos que la tabla anterior a excepción del rango permisible y más encaminado a la recopilación de parámetros.

Herrera-Galán, Michael; Duany-Alfonzo, Yoenia  
Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. Ingeniería Industrial, vol. XXXVII, núm. 1, enero-abril, 2016, pp. 2-13  
Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría  
La Habana, Cuba.

Este trabajo se dedicó a la implementación de una metodología para la gestión de mantenimiento asistido por computadora a través del desarrollo de un programa de mantenimiento y su puesta en práctica.

Montijo-Valenzuela, Eliel Eduardo; Cano-Martínez, Oscar Ernesto; Ramírez-Torres, Flor Implementación de mejora continua de los procesos del área de mantenimiento en servicios de la industria manufacturera electrónica Científica, vol. 24, núm. 1, 2020, -junio, pp. 59-65 Instituto Politécnico Nacional México.

Este trabajo de investigación se trató sobre la implementación de mejora continua en el área de STM (Sistemas de Tecnología Microelectrónica) de una empresa de servicios, en la manufactura electrónica ubicada en el noroeste del país. El objetivo de la investigación es implementar la metodología Kaizen y 5's



en el área de mantenimiento, derivado de un incremento de tiempos muertos de un 45% desde 2015.

En los resultados que se exponen se observa el ordenamiento y clasificación de estantes donde se encuentran alimentadores así como un inventario de cuantos hay y cuantos necesitan mantenimiento y de ahí se crea un plan de mantenimiento para los alimentadores del inventario también se realizó metodología 5s en las áreas de trabajo y se implementa un tipo de semaforización para identificar estatus de inventario con mantenimiento y con base a estas actividades se refleja una mejora en la reducción de tiempos muertos que antes de la implementación era de 459 minutos y reduciendo a 130 minutos de tiempo muerto con una mejora del 28.32%.

Alavedra Flores, Carol; Gastelu Pinedo, Yumira; Méndez Orellana, Griseyda; MinayaLuna, Christian; Pineda Ocas, Brandon; Prieto Gilio, Krisley; Ríos Mejía, Kenny; Moreno Rojo, César Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013 Ingeniería Industrial, núm. 34, enero-diciembre, 2016, pp. 11-26 Universidad de Lima, Lima, Perú.

Este trabajo consistió en el análisis de la situación actual de los equipos y determinó cuál es la relación entre la gestión de mantenimiento preventivo a través de sus indicadores y la disponibilidad. Realizado el análisis, el coeficiente de correlación es 79,1 %, lo que nos indica que existe un regular grado de relación entre las variables de disponibilidad MTBF y MTTR.

### 2.1.2 Fundamentos para el desarrollo del proyecto

En la empresa no se ha llevado a cabo ningún proyecto de la misma índole que el presente.

## **2.2 Filosofía de la empresa**

### **2.2.1 Misión**

Proveer productos únicos e innovadores que sean de alto valor agregado, medibles y superiores que nuestra competencia, en alianza con nuestros clientes, proveedores y gente.

### 2.2.2 Visión

Crecimiento con rentabilidad sustentable.

### 2.2.3 Valores

**Responsabilidad:** Libertad para responder por nuestros actos y tareas para ser mejores.

**Honestidad:** Actuar a favor de la verdad, vivir congruentes con lo que pensamos, decimos y hacemos.

**Respeto:** Reconocer los principios y valores de los demás, sin invadir sus espacios ni entorpecer sus oportunidades como base de convivencia.

**Confianza:** Esperanza firme que se tiene en una persona.

**Comunicación:** Proporcionar la información necesaria al personal en forma oportuna.

### 2.2.4 Objetivos

- Disminuir el desperdicio
- Disminuir el retrabajo
- Aumentar la productividad
- Disminuir las PPMs
- Reducir los costos

## 2.3 Tecnología actual de la empresa

Actualmente la línea de árboles de levas de la línea de Mazda de la empresa Arbomex cuenta con 33 máquinas distribuidas en 22 operaciones distintas, entre la maquinaria se puede identificar se encuentran careadoras, tornos CNC, centros de maquinado, lavadoras, tratamiento térmico, rectificadoras, cepilladoras, inspección de grietas, pulidoras, inspección final y lubricadora.

Dentro de la tabla 2, se muestran los equipos empleados dentro del proceso productivo de la línea de árboles de levas Mazda en la empresa Arbomex

Tabla 2 Tecnología de la empresa

	CAREADORAS
	TORNOS
	CENTROS DE MAQUINADO



LAVADORA



TRATAMIENTO  
TERMICO





RECTIFICADORA  
S



CEPILLADORA



INSPECCION DE  
GRIETAS

	<p>PULIDORA</p>
	<p>LUBRICADORA</p>

Fuente: Arbomex

## **CAPITULO 3. MARCO TEÓRICO**

### **3.1. Mantenimiento**

#### **3.1.1 Introducción al mantenimiento**

Definición: “Mantenimiento es el conjunto de técnicas y de sistema que nos permite prevenir las averías en los equipos y efectuar las revisiones y reparaciones correspondientes a fin de garantizar el buen funcionamiento de los equipos” (Torres, 2010,p.44).

También se puede decir que el mantenimiento es básicamente asegurar el funcionamiento de la maquinaria o equipo.

#### **3.1.2 Tipos de mantenimiento**

**Mantenimiento correctivo:** “se basa en la intervención en el caso de avería, manifestada como el colapso de un equipo o instalación es decir la interrupción súbita de la producción” (Fernandez, Garcia,Ocajo,Cano,Sariego,1998 citado en Arenas, 2016, p.27).

De alguna otra manera se entiende el mantenimiento correctivo como aquellas acciones realizadas al equipo una vez que ha fallado.

**Mantenimiento preventivo:** El Mantenimiento Preventivo es el conjunto de acciones necesarias para conservar un equipo en buen estado independientemente de la aparición de las fallas. Este tipo de mantenimiento busca garantizar que las condiciones normales de operación de un equipo o sistema sean respetadas es decir que el equipo esté libre de polvo, sus lubricantes conserven sus características y sus elementos consumibles tales como filtros, mangueras, correas etc. Sean sustituidas dentro de su vida útil. El Mantenimiento Preventivo clásico prevé fallas a través de sus cuatro áreas básicas (Romero,2009 citado en Arenas, 2016,p.26-27).

Limpieza: las máquinas limpias son más fáciles de mantener operan mejor y reducen la contaminación. La limpieza constituye la actividad más sencilla y eficaz para reducir desgastes, deterioros y roturas.

Inspección: se realizan para verificar el funcionamiento seguro, eficiente y económico de la maquinaria y equipo. EL personal de mantenimiento deberá reconocer la importancia de una inspección objetiva para determinar las condiciones del equipo. Con las informaciones obtenidas por medio de las inspecciones, se toman las decisiones a fin de llevar a cabo el mantenimiento adecuado y oportuno. (Romero,2009 citado en Arenas, 2016,p.26-27).

Lubricación: un lubricante es toda sustancia que, al ser introducida entre dos partes móviles, reduce el frotamiento, calentamiento y desgaste, debido a la formación de una capa resbalante entre ellas. La lubricación es la acción realizada por el lubricante. Aunque esta operación es normalmente realizada de acuerdo con las especificaciones del fabricante, la ubicación física y geográfica del equipo y maquinaria; además de la experiencia, puede alterar las recomendaciones.

Ajuste: Es una consecuencia directa de la inspección; ya que es a través de ellas que se detectan las condiciones inadecuadas de los equipos y maquinarias, evitándose así posibles fallas (Romero,2009 citado en Arenas, 2016,p.26-27).

**Mantenimiento predictivo:** “Consiste en inspeccionar los equipos a intervalos regulares y tomar acción para fallas o evitar las consecuencias de las mismas. Incluye tanto las inspecciones objetivas (instrumentos) y subjetivas (con los sentidos) así como la reparación del defecto” (falla potencial) (Cornu, Rio, Escobedo, Guerrero, & Morales, 2010,p.12).

**Mantenimiento Productivo Total (TPM):** TPM o mantenimiento productivo total es un enfoque japonés que pretende elevar la eficiencia de los equipos y la productividad de la empresa. Este modelo se basa en el trabajo en equipo, la proactividad, la mejora continua y en la realización de tareas sencillas



y repetitivas para mejorar la competitividad. La implementación del TPM tiene como beneficios la reducción de costos del mantenimiento, el incremento de la vida útil del equipo, el incremento del tiempo disponible de los equipos, el incremento de la motivación y la moral de los empleados. El TPM eleva la calidad del producto ya que mantiene a las máquinas en un correcto estado de funcionamiento evitando así productos defectuosos (Chaneski 2002 citado en Nieto, 2008,p.12).

**Mantenimiento autónomo:** El mantenimiento autónomo es un pilar del TPM y busca que los operadores sean responsables de los mantenimientos más sencillos que requieren los equipos.

Estos son los pasos que se recomiendan para la implementación de mantenimiento autónomo.

1. Limpieza inicial: limpiar para eliminar polvo y suciedad, principalmente en el bastidor del equipo, apretar y lubricar pernos, descubrir problemas y corregirlos (Delgado, 2017,parrafos.2-10).
2. Contramedidas en la fuente de los problemas: prevenir la causa del polvo y difusión de esquirlas, mejorar partes que son difíciles de limpiar y lubricar, reduciendo el tiempo requerido para ello.
3. Estándares de limpieza y lubricación: establecer estándares que reduzcan el tiempo gastado limpiando, lubricando y apretando (Delgado, 2017,parrafos.2-10).
4. Inspección general: con la inspección manual se genera instrucción; los miembros del círculo descubren y corrigen defectos menores del equipo.
5. Inspección: desarrollar y emplear listas de chequeo para inspección autónoma (Delgado, 2017,parrafos.2-10).
6. Organización y orden: estandarizar categorías de control de lugares de trabajo individuales; sistematizar a fondo el control de mantenimiento.
7. Autogestión: desarrollos adicionales de políticas y metas; incrementar regularidad de actividades de mejora; registrar resultados de análisis MTBF y diseñar concordemente contra medidas (Delgado, 2017,parrafos.2-10).

### 3.1.3 Programa de mantenimiento preventivo

Se trata de “la descripción detallada de las tareas de Mantenimiento Preventivo asociadas a un equipo o máquina, explicando las acciones, plazos y recambios a utilizar; en general, hablamos de tareas de limpieza, comprobación, ajuste, lubricación y sustitución de piezas” (Gonzalez, 2011,p.38).

### 3.1.4 indicadores de mantenimiento

Disponibilidad: Trata acerca de la capacidad de un elemento para hacer uso del mismo cuando sea necesario esto sería el objetivo fundamental del mantenimiento industrial se define a la disponibilidad como probabilidad de estar en uso un dispositivo equipo o sistema en un instante de tiempo dado (Cansino, 2016,p.23).

$$\textit{Disponibilidad} = \frac{\textit{Hrs.totales funcionamiento} - \textit{Hrs.parada por mtto.}}{\textit{Horas totales de funcionamiento}}$$

Ilustración 2 Formula de la disponibilidad

Tomada de (Cansino, 2016).

“Conocido también por sus siglas en inglés MTBF (Mid Time Between Failure) permite conocer la frecuencia con la que suceden las averías” (Cansino, 2016,p.23).

$$\textit{TMEF} = \frac{\textit{Horas totales del periodo analizado}}{\textit{Cantidad de averías}}$$

Ilustración 3 Formula MTBF

Tomada de (Cansino, 2016)

“Conocido también por sus siglas en inglés MTTR (Mid Time To Repair) permite conocer la importancia de las averías que se producen en un equipo considerando tiempo medio hasta su solución” (Cansino, 2016,p.23).

$$TMPR = \frac{\text{Cantidad de horas de paro por averías}}{\text{Cantidad de averías}}$$

Ilustración 4 Formula MTTR

Tomada de (Cansino, 2016)

### 3.1.5 Lección de un punto en mantenimiento

La Lección de Un Punto (LUP) también conocida como OPL por las siglas de los términos *One Point Lesson*, es una herramienta de comunicación, utilizada para la transferencia de conocimientos y habilidades simples o breves.

- Aprovechamiento del capital intelectual de la organización.
- Disminución de los tiempos de capacitación y formación.
- Mejoramiento en la ejecución de procedimientos.
- Normalización de procesos simples.
- Fomento de la cultura organizacional.
- Canalización de ideas.
- Generación de evidencia: transición de conocimiento tácito a explícito.
- Estímulo creativo para el personal (Lopez, 2019).

En la ilustración 5, se muestra un ejemplo de una lección de un punto, dentro de ella se plasma información básica que debe contener esta herramienta.

FORMATO DE LECCIONES DE UN PUNTO					
Elaborada por:				Área:	
Revisado por:				Fecha:	
Tipo de LUP	TPM	Seguridad	Medio Ambiente	Calidad	Otros

Título: \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_

Ilustración 5 Ejemplo de OPL

Tomada de (Lopez, 2019)

## 3.2. Herramientas de calidad

### 3.2.1 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto en un gráfico de barras ordenadas de mayor a menor. Las barras representan frecuencias o costos de categorías que tienen un significado determinado, por ejemplo, errores, quejas, defectos, departamentos, tipos de productos, etc. El gráfico de barras se presenta en una escala numérica absoluta y en una segunda escala se presenta una línea de porcentaje acumulado. (Garro, 2017)

Típicamente se relaciona al Pareto con la regla 80/20 (80% de los problemas provienen de 20% de las causas, el 80% de las ventas proviene de 20% de los productos, etc.) sin embargo la regla 80/20 es solamente una referencia que hace énfasis en lo que Joseph Juran llamaba los pocos vitales y muchos triviales, siempre habrá unas pocas categorías que acumularán la mayoría del porcentaje total (Garro, 2017).

### 3.2.2 Listas de verificación

Una hoja de verificación es un formato prediseñado para la recolección estructurada de datos. Se puede adaptar a gran cantidad de usos más allá de recolectar datos, principalmente como “*check list*” para actividades, proyectos e instrucciones de trabajo. Se usa para:

- Recolectar mediciones de forma estructurada.
- Recolectar frecuencias de defectos y otros problemas.
- Recolectar frecuencias de eventos como por ejemplo tipos de servicios solicitados por los clientes.
- Recolectar datos sobre la localización de defectos y problemas de calidad.
- Recolectar datos que pueden indicar patrones de eventos, defectos y problemas.
- Como lista de chequeo (*check list*) para dar seguimiento a una serie de actividades y tareas (Garro, 2017).

### 3.2.3 Diagrama de flujo

Es una descripción de los pasos de un proceso en su orden secuencial. Incluye la secuencia de acciones, los materiales o servicios que entran y salen, las decisiones que se deben tomar, las personas involucradas, el tiempo que toma cada paso y otras mediciones que sean importantes (Garro, 2017)

Las figuras o íconos básicos del diagrama de flujo son los siguientes:



Y es importante agregar los siguientes:



Ilustración 6 Simbología de un diagrama de flujo

Tomada de (Garro, 2017)

### 3.2.4 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa es un método gráfico que se usa para efectuar un diagnóstico de las posibles causas que provocan ciertos efectos, los cuales pueden ser controlables.

Se usa el diagrama de causas-efecto para:

- Analizar las relaciones causas-efecto
- comunicar las relaciones causas-efecto
- facilitar la resolución de problemas desde el síntoma, pasando por la causa hasta la solución. (Santiago, 2018)

En este diagrama se representan los principales factores (causas) que afectan la característica de calidad en estudio como líneas principales y se continúa el procedimiento de subdivisión hasta que están representados todos los factores factibles de ser identificados. El diagrama de Ishikawa permite apreciar, fácilmente y en perspectiva, todos los factores que pueden ser controlados usando distintas metodologías. Al mismo tiempo, permite ilustrar las causas que afectan una situación dada, clasificando e interrelacionando las mismas (Santiago, 2018).

Por lo general, la realización de los diagramas de causa efecto se efectúa por medios de dibujos a mano sobre un papel. Para ello, es muy importante tener en cuenta la separación de las causas en principales y secundarias, e implementar la técnica gráfica conocida como la de las “6 M”, donde se esquematizan seis ramas principales de análisis como causas del efecto analizado. (Carro & Gonzalez, 2012).

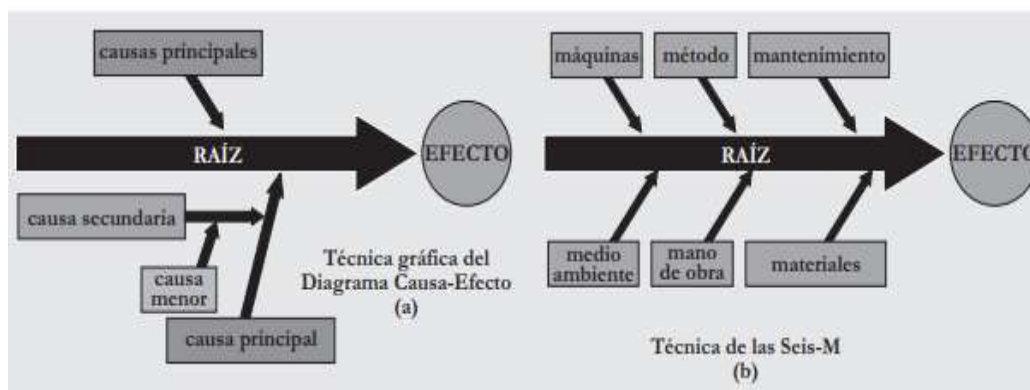


Ilustración 7 Diagrama de Ishikawa

Tomada de (Carro & Gonzalez, 2012).

### 3.2.5 Histograma

Los histogramas son diagramas de barras que muestran un conjunto de datos en un intervalo específico. Este ordenamiento de la información hace más fácil de interpretar el gráfico. El diagrama de Pareto es un clásico ejemplo de un histograma. Los histogramas se usan para:

- Presentar un perfil de variación.
- Comunicar visualmente información relacionada con el desempeño del proceso.
- Tomar decisiones acerca de dónde enfocar los esfuerzos de mejora.

En los histogramas los datos son presentados como una serie de rectángulos de igual ancho y variadas alturas. El ancho representa un intervalo dentro del rango de datos. La altura representa la cantidad de datos numéricos. (Santiago, 2018).

Perfiles que se presentan habitualmente en los histogramas

- Normal: Los datos indican una distribución normal. Se puede concluir que el proceso es estable.
- Asimétrica: Los datos están hacia un lado. La distribución no es normal y el proceso debe ser investigado.
- Bimodal: Los datos pueden venir de dos procesos diferentes. Por ejemplo, es posible que los datos de la operación de día y de noche hayan sido combinados para formar un histograma.
- Doble: Esta forma tiene una pequeña distribución a la izquierda o a la derecha. Esto es causado por mezclar un pequeño número de diferentes elementos en el histograma (Santiago, 2018).

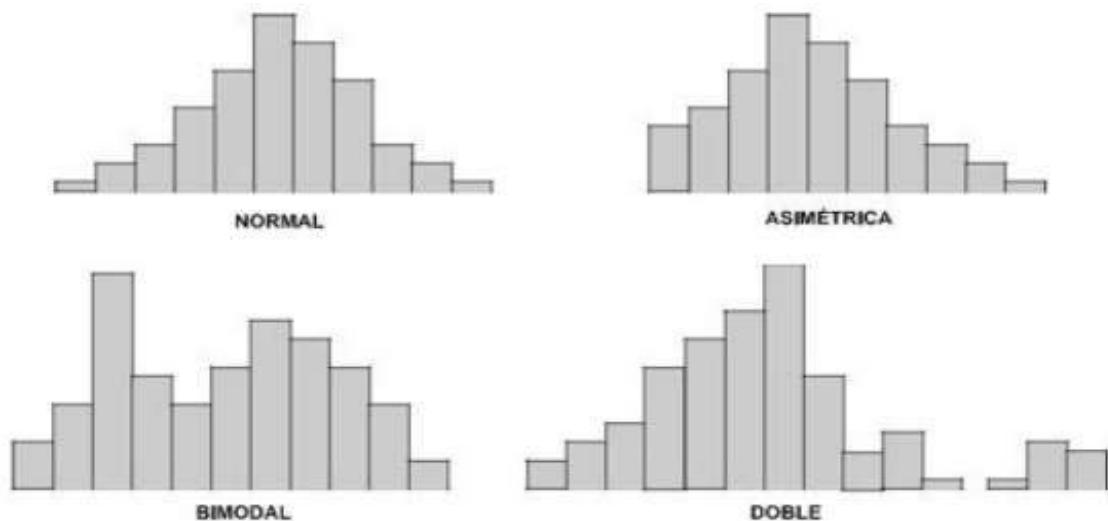


Ilustración 8 Tipos de histogramas

Tomada de (Santiago, 2018)

### 3.2.6 Gráficos de control

El objetivo básico de las gráficas de control es observar y analizar el comportamiento de un proceso a través del tiempo. Así, es posible distinguir entre variaciones por causas comunes y especiales (atribuibles), lo que ayudará a caracterizar el funcionamiento del proceso y decidir las mejores acciones de control y de mejora. (Gutierrez & Vara, 2009)

En la ilustración 9, se muestra una típica carta de control en la cual se aprecia que el objetivo es analizar de dónde a dónde varía y cómo varía el estadístico  $W$  a través del tiempo y este estadístico puede ser una media muestral, un rango, un porcentaje, etc.

Los valores que va tomando  $W$  se representan por un punto y éstos se unen con una línea recta. La línea central representa el promedio de  $W$ . Los límites de control, inferior y superior, definen el inicio y final del rango de variación de  $W$ , de forma que cuando el proceso está en control estadístico existe una alta probabilidad de que prácticamente todos los valores de  $W$  caigan dentro de los límites. (Gutierrez & Vara, 2009)



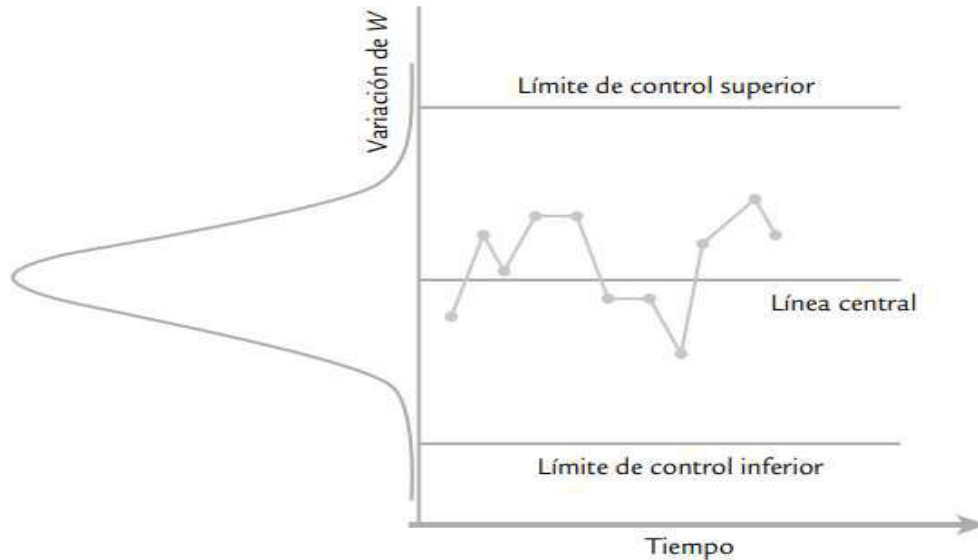


Ilustración 9 Ejemplo carta de control

Tomada de (Gutierrez & Vara, 2009)

Por ello, si se observa un punto fuera de los límites de control, es señal de que ocurrió algo fuera de lo usual en el proceso. Por el contrario, si todos los puntos están dentro de los límites y no tienen algunos patrones no aleatorios de comportamiento, entonces será señal de que en el proceso no ha ocurrido ningún cambio fuera de lo común. (Gutierrez & Vara, 2009)

### 3.2.7 Diagrama de dispersión

El diagrama de dispersión permite hacer esa comparación mediante un análisis gráfico de dos factores que se manifiestan simultáneamente en un proceso concreto.

Si X representa un factor e Y el otro, entonces se mide, al mismo tiempo y durante reiteradas oportunidades, el comportamiento de los dos factores. Las parejas de datos obtenidos con las mediciones se representan en el plano cartesiano y a la gráfica resultante se le conoce como diagrama de dispersión. En definitiva, un diagrama de dispersión es una representación gráfica de la relación entre dos variables, muy utilizada en las fases de comprobación de teorías e identificación de causas raíz y en el diseño de soluciones y mantenimiento de los resultados obtenidos. (Carro & Gonzalez, 2012)

El análisis de un diagrama de dispersión consta de un proceso de cuatro pasos:

1. Elaborar una teoría razonable.

2. Obtener los pares de valores y dibujar el diagrama.
3. Identificar la pauta de correlación.
4. Estudiar las posibles explicaciones. (Carro & Gonzalez, 2012)

En la ilustración 10, vemos la representación gráfica mediante un diagrama de dispersión para el estudio de la relación entre estatura (Y) y peso (X) de una muestra de 60 personas.

		Talla		
		1,55-1,65	1,65-1,75	1,75-1,85
peso	50-55	2	1	0
	55-60	2	2	1
	60-65	1	3	2
	65-70	1	10	8
	70-75	4	5	5
	75-80	2	3	8

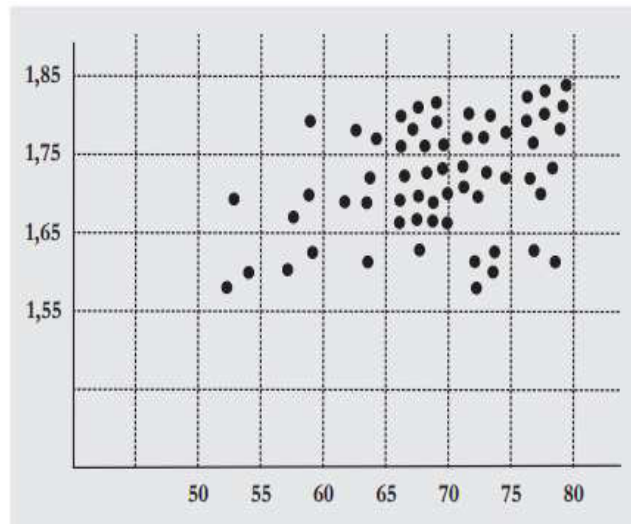


Ilustración 10 Ejemplo de diagrama de dispersión

Tomada de (Carro & Gonzalez, 2012)

### 3.3. Círculos de la calidad

#### 3.3.1 Círculos de la calidad

PDCA es básicamente controlar el proceso de obtención de un resultado esperado sin que ocurran desvíos con relación a las expectativas. La gestión de calidad por el método PDCA puede, entonces, ser considerado como un sistema de control a retroalimentación del proceso de la calidad.

Cada una de sus siglas tiene un significado.

- Establecer una referencia o "*set-point*" (correspondiente a un resultado deseado) = "PLAN".
- Ejecutar una acción de control proactivo (o proceder de acuerdo con un planeamiento, buscando alcanzar el resultado deseado) = "DO".

- Medir el resultado alcanzado y compararlo con la referencia (evaluar el resultado real con relación a la expectativa o estándar) = "CHECK".
- Determinar la acción correctiva necesaria, para la eliminación del desvío constatado, de manera que se lleve el resultado a un valor deseado (reajustar el proceso correctivamente) = "ACT" (Tavares, 2000.p.125).

### **3.4 Método 5s**

#### **3.4.1 Metodología 5s**

Las 5 S es una herramienta que mediante una serie de pasos nos puede ayudar a mejorar las acciones del área de mantenimiento. Esta metodología es una de las más conocidas y simples herramientas con las que se cuenta para solucionar problemas, siendo sus principales fortalezas la sencillez, el orden de 19 los pasos a seguir, la versatilidad, la flexibilidad y la baja probabilidad de fracaso pues siempre se puede mejorar sobre los resultados obtenidos. Es ideal para analizar, atacar y solucionar todo tipo de problemas, sin embargo, los resultados obtenidos pueden variar drásticamente según el tipo de problema presentado.

(Dorbessan,2001 citado en Nieto, 2008,p.18-19).

Con la ayuda de esta herramienta podremos ordenar la búsqueda de las mejoras a realizar. Los 5 términos de origen japonés significan lo siguiente:

- *Seiri*: Organizar, clasificar, separar innecesarios.
- *Seiton*: Ordenar eficientemente, situar necesarios.
- *Seiko*: Limpieza e inspección, suprimir suciedad.
- *Sejiketsu*: Estandarización, señalar anomalías.
- *Shitsuke*: Cumplimiento o disciplina, seguir mejorando.

La aplicación de las 5S satisface múltiples objetivos. Cada 'S' tiene un objetivo particular:

- Eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil.
- Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz.
- Mejorar el nivel de limpieza de los lugares.
- Prevenir la aparición de la suciedad y el desorden.
- Fomentar los esfuerzos en este sentido.

Entonces se puede ver que la presente metodología es sencilla, práctica y es fácil de aplicar. Es importante tener una metodología simple como ésta ya que puede ser utilizada por personas que no cuentan con un profundo conocimiento en la materia e incluso puede aplicarse como una forma de vida (Dorbessan,2001 citado en Nieto, 2008,p.18-19).

### **3.5 Calidad y productividad.**

#### **3.5.1 Calidad**

A lo largo del tiempo el término de calidad ha adoptado muchos significados distintos debido a la cantidad de definiciones que se han generado por diversos precursores de la calidad entre las definiciones que podemos destacar son.

“Calidad es que un producto sea adecuado para su uso. Así, la calidad consiste en ausencia de deficiencias en aquellas características que satisfacen al cliente” (Juran,1990, citado en Pulido, 2010,p.19).

Calidad es un término subjetivo y cada persona o sector tiene su propia definición. La calidad puede tener dos significados.1) Son las características de un producto o servicio que influyen en la capacidad de satisfacer necesidades implícitas.2) Es un producto libre de deficiencias (American Society of Quality, citado en Pulido, 2010,p.19-20).

“El grado en el que un grupo de características inherentes cumple con los requisitos” (ISO-900:2005,citado en Pulido, 2010,p.20).

#### **3.5.2 Productividad**

“Productividad se entiende como la relación entre lo producido y los medios empleados por lo tanto se mide mediante el cociente: resultado lograr entre recursos empleados” (Gutierrez & Vara, 2009,p.7).

La productividad se divide en dos componentes que hay que entender (eficiencia y eficacia).

Eficiencia: “Relación entre los resultados logrados y los recursos empleados se mejora optimizando los recursos y reduciendo tiempos desperdiciados por paros de equipos, falta de material, retrasos, etc.” (Gutierrez & Vara, 2009,p.7).

Eficacia: “Grado con el cual las actividades planeadas son realizadas y los resultados previstos son logrados. Se atiende maximizando resultados” (Gutierrez & Vara, 2009,p.8).

## **3.6 Los 7 desperdicios**

### **3.6.1 Los 7 desperdicios**

La filosofía *Lean Manufacturing* persigue la reducción de los desperdicios en los procesos en la búsqueda de un sistema de trabajo óptimo. A continuación, se presentan cuáles son los 7 desperdicios que deben ser reducidos.

Los 7 Desperdicios.

1. Sobreproducción: El peor tipo de desperdicio es la sobre producción, y esta ocurre cuando la operación continúa después de que debió detenerse, causando que se generen inventarios que el cliente no necesita (Delgado, SPC Consulting Group , 2018).

2. Esperas: Esto ocurre cuando los procesos finales de la cadena de valor se detienen porque no han recibido el material que se suponía deberían de tener y es aquí donde los recursos se pierden usándolos en actividades que no generan valor.

3. Transporte: Esto son movimientos innecesarios de materiales, WIP inventarios en proceso que son movidos de una operación a otra. El transporte debe ser minimizado por dos razones principalmente, una porque agrega tiempo de proceso y otra porque en el movimiento podemos dañar el producto (Delgado, SPC Consulting Group , 2018).

4. Extra proceso: Aquí nos referimos a las operaciones que se agregan que no pertenecen al proceso ideal o definido previamente, como los re trabajos, reprocesos, manipulaciones y almacenajes. Lo anterior ocurre por los defectos, los altos o bajos inventarios pre negociados, sobre producciones, información de ventas equivocada.

5. Inventario: Este se refiere al extra inventario que no fue negociado con el cliente, aquí incluimos demasiada materia prima, demasiado WIP inventario en proceso y demasiado producto terminado. Los excesos de inventario también incluyen las partes que no han sido enviadas y las refacciones que nunca son usadas. Solo mantenga en la cadena de valor los materiales que el cliente vaya a usar (Delgado, SPC Consulting Group , 2018).

6. Movimientos: Este término se refiere a los pasos extras que los empleados o los equipos toman por un acomodo ineficiente de la planta, por defectos, re procesos, sobre producción, muy poco o inventario excedido tanto los movimientos adicionales como la transportación excedente toma tiempos adicionales de fabricación no agregando valor al producto o servicio.

7. Defectos: Son aspectos que tus productos o servicios no están conformes a los requerimientos de nuestros clientes, estos causan insatisfacción y por ende perdida del mercado, además ocultan costos por garantías, devoluciones o disputas con los clientes por multas o sanciones (Delgado, 2018).

## **3.7 Grafico de Gantt**

### **3.7.1 Definición de Grafico de Gantt**

El diagrama de Gantt muestra anticipadamente de una manera simple las fechas de terminación de las diferentes actividades del proyecto en forma de barras graficadas con respecto al tiempo en el eje horizontal. Los tiempos reales de terminación se muestran mediante el sombreado de barras adecuadamente. Si se dibuja una línea vertical en una fecha determinada, usted podrá determinar

qué componentes del proyecto están retrasadas o adelantadas (Niebel & Freivalds, 2009,p.19).

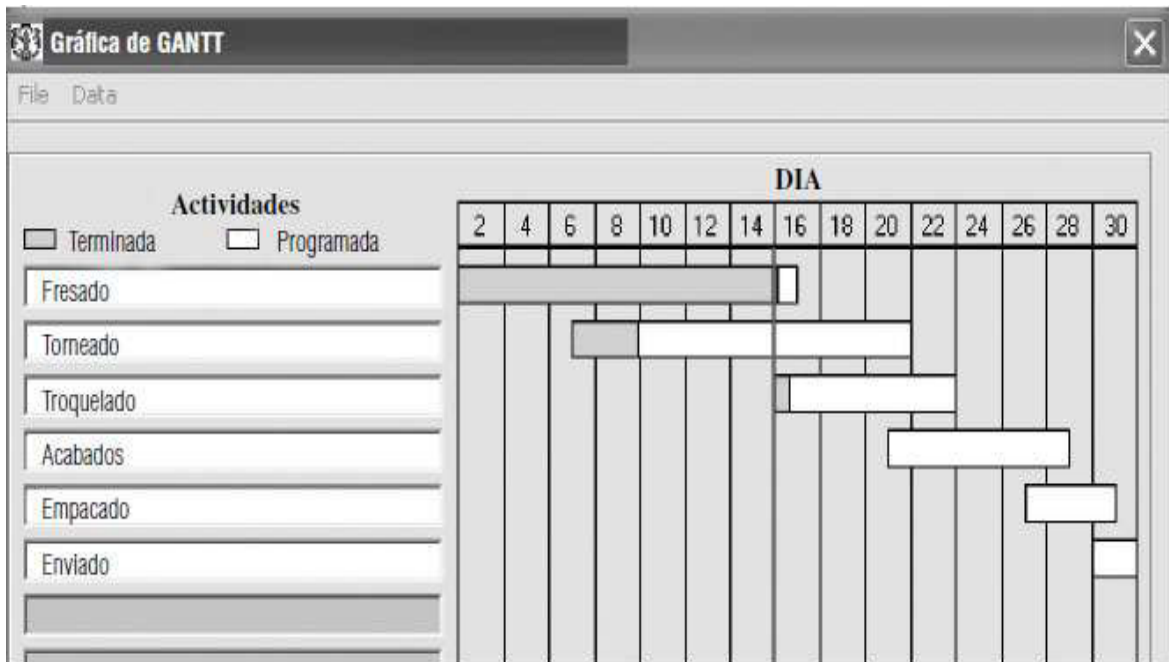


Ilustración 11 Ejemplo de grafica de Gantt

Tomada de (Niebel & Freivalds, 2009)

# CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA

## 4.1 Enfoque de investigación

Los métodos mixtos o híbridos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos, así como su integración y discusión conjunta (Sampieri, 2018).

En el presente trabajo se estará realizando un enfoque de investigación mixta, que es la mezcla de los tipos de enfoques, cualitativo y cuantitativo mostrados y comparados en la ilustración 12, debido a los tipos de datos que se manejarán, ya que serán datos cuantitativos como los números de fallas de las máquinas, el tiempo que las fallas estuvieron activas, los paros que se generaron, así como datos cualitativos como son los tipos de fallas que se han presentado dentro de un periodo de tiempo.

Cuadro comparativo: diferencias entre investigación cualitativa y cuantitativa	
Investigación cualitativa	Investigación cuantitativa
Forma de conocimiento: objetivo.	Forma de conocimiento: subjetivo.
Objetivo: descubrir hechos para formular leyes.	Objetivo: construir teorías con base en los hechos estudiados.
Finalidad: busca resultados nomotéticos dirigidos a la formulación de leyes generales.	Finalidad: describe los hechos como son, explica la causa de los fenómenos.
Método: único.	Método: pluralidad metodológica.
Postura epistemológica: científicismo apoyado en las ciencias naturales, física, matemáticas y estadística.	Postura epistemológica: hermenéutica; fenomenológica.
Elementos de estudio: variables.	Elementos de estudio: categorías.
Hipótesis: se formulan al principio de la investigación.	Hipótesis: surgen durante el estudio, pudiendo ser descartadas.
Datos: generalmente recogidos en un solo momento.	Datos: se recogen durante todo el proceso.
Relación sujeto-objeto: hay dualidad; resalta la objetividad.	Relación sujeto-objeto: impera la subjetividad.

Ilustración 12 Comparación de investigación cualitativa y cuantitativa

Tomada de (Baena, 2017,p.36)



## **4.2 Tipo de investigación**

La investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos (Arias, 2012,p.27).

“La investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente)” (Arias, 2012,p.34).

El tipo de investigación con la que se estará trabajando a lo largo de este proyecto será la investigación documental y experimental ya que se está investigando un problemas referentes a mantenimiento , que generará una acción para buscar resolverlo y acciones para cada objetivo planteado para lograr integrar actividades necesarias y adecuada a los planes de mantenimiento , al realizar este tipo de investigación aportará información apropiada para actuar sobre las necesidades y problemáticas planteadas, así como podrá servir como base para proyectos futuros de la misma índole.

## **4.3 Instrumentos y técnicas de recolección de datos**

Existen diversos instrumentos y técnicas de recolección de datos y para expresarlos de una manera más sencilla se muestran en la ilustración 13.

Diseño	Técnicas	Instrumentos	
Diseño de Investigación Documental	Análisis documental	Fichas Computadora y sus unidades de almacenaje	
	Análisis de contenido	Cuadro de registro y clasificación de las categorías	
Diseño de Investigación de Campo	Observación	Estructurada	Lista de cotejo Escala de estimación
		No Estructurada	Diario de campo Cámaras: fotográfica y de video
	Encuesta	Oral	Guía de encuesta (Tarjeta) Grabador Cámara de video
		Escrita	Cuestionario
	Entrevista	Estructurada	Guía de entrevista Grabador / Cámara de video
		No estructurada	Libreta de notas Grabador / Cámara de video

Ilustración 13 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tomada de (Arias, 2012,p.68)

“La palabra observación se refiere básicamente a la percepción visual, se emplea para indicar todas las formas de percepción utilizadas, registrando posibles respuestas” (Bastar, 2012).

Para lo cual en el presente trabajo se realizó por medio de la observación como técnica de recolección de datos y será una observación no estructurada, debido que, “es la que se ejecuta en función de un objetivo, pero sin una guía prediseñada que especifique cada uno de los aspectos que deben ser observados” (Arias, 2012,p.69). Y como instrumento el diario de campo.

Y para realizar un complemento dentro de este trabajo también se llevará a cabo el análisis documental como técnica y por medio de computadora y unidades de almacenaje como instrumento.

## 4.4 Método

### 4.4.1 Realización de programas de mantenimiento autónomo a la línea.

Para cumplir con este objetivo, se trabajó evaluando en conjunto con el departamento de procesos, las operaciones que resulten más fáciles de realizar, en primera instancia, esto fue a criterio del departamento de procesos y de la disponibilidad que otorgue producción para asignar tareas de mantenimiento

autónomo a operaciones, ya que demanda tiempo del operador para realizar dichas tareas, teniendo esto anterior en cuenta se trabajó por medio de OPL<sup>3</sup>, donde se plasmó la tarea a realizar y el procedimiento para hacerlo, así como ayudas visuales que facilitarían la labor.

Cabe destacar que en primera instancia solo se aplicaría a las máquinas que ha presentado problemas por suciedades o lubricaciones sencillas, ya que al referirse a un mantenimiento autónomo lo tiene que realizar el operador y se requiere autorización de producción para que los operadores dediquen algunos minutos de su tiempo para estas tareas y también dependerá del departamento de procesos el asignar que máquinas u operaciones serán las primeras en tener un mantenimiento autónomo.

Además de esto también se llevó a cabo la capacitación del personal en tareas de mantenimiento autónomo.

Para llevarse a cabo dependió de la realización del objetivo 1 ya que como herramienta para capacitar a los operadores se utilizaron las OPL que se realizaron y ya teniendo esa tarea realizada se hizo un plan por medio de pláticas y pequeñas capacitaciones que constó en dos clases de 30 minutos a pie de máquina directamente.

Las capacitaciones las realizaron con ajustadores, técnicos de mantenimiento a los operadores de cómo debe realizarse el mantenimiento autónomo y sobre su importancia dentro de la vida de la maquinaria.

Cabe destacar que no se cuenta con ninguna persona de producción (operadores) capacitada en tareas de mantenimiento autónomo por que se cuenta con número inicial de 0, teniendo en cuenta que la plantilla de personal de la línea de árboles de levas de Mazda se conforma de 60 personas divididas en los turnos.

---

<sup>3</sup> OPL: Lección de un punto.

#### **4.4.2 Realización de mejoras a los programas de mantenimiento de ajustadores a herramientas.**

La línea de árboles de levas Mazda de la empresa Arbomex cuenta con un plan de mantenimiento preventivo a herramientas, que está a cargo del departamento de manufactura y los responsables de realizar dicho plan de mantenimiento son los ajustadores de la línea.

Para este objetivo se comenzó por realizar un análisis de dicho plan de mantenimiento, para lo cual se tomaron los formatos actuales que están posteados de manera física en la línea y se trabajó en conjunto a los ajustadores a pie de maquina diariamente durante 3 semanas , ya que ellos son los expertos en dichos herramientas y apoyaron para definir tareas que si sean relevantes a la hora de realizar dicho mantenimiento y así como eliminar tareas que no correspondan al área, cabe destacar que se modificaron en su totalidad todos los programas de cada máquina, debido que no se cuenta con un registro para análisis históricos de fallas por herramientas y por petición del departamento de manufactura se efectuó de esa manera la tarea, teniendo de manera física la correcciones y mejoras, se modificaron en sus formatos electrónicos para después ser evaluados por el departamento de manufactura , teniendo la autorización de los programas preventivo listos, se imprimieron nuevamente ya con los ajustes y se postearon de nuevo en la línea para su debida realización por los responsables de las tareas.

Aunado a esto y reforzando las tareas de mantenimiento se creara un *check list* para ajustadores el cual estará enfocado a realizar una revisión diaria al inicio de su turno, para asegurar el arranque efectivo de cada jornada laboral, para dichas tareas se trabajara en conjunto al departamento de manufactura para definir dichas tareas ya que cada operación y/o maquina demanda necesidades distintas, y una vez teniendo los *check list* realizados se imprimirán y se postearan en la línea para su debida realización, para la creación de este documento se utilizó un formato ya existente que se adecuara a las necesidades de cada operación, cabe destacar que nunca se han manejado *check list* para ajustadores dentro de esta línea de producción.

#### **4.4.3 Mejora de indicador MTBF<sup>4</sup> con objetivo 41.6hrs a 45hrs.**

Para llevar a cabo este objetivo se analizará el sistema de trabajo mediante un diagrama de flujo, con el fin de conocer cuáles son las operaciones críticas del mismo y poder definir cuáles son las que son de suma importancia tener trabajando siempre y no deben parar.

También se realizará un análisis histórico de las fallas del último año por medio de un archivo de Excel con el que se cuenta y en él se registran todas las fallas. Para definir cuáles maquinas fueron las más afectadas y saber de esta manera hacia donde enfocar los esfuerzos se realizara análisis por medio de gráficos de Pareto con los datos tomados de los documentos ya antes mencionados para así trabajar sobre esas máquinas y así evitar la recurrencia de las averías ,teniendo definido esto se trabaja por medio de los PDCA en el formato oficial de la empresa, dando seguimiento y cerrando los círculos de mejora continua ya que actualmente hay inconsistencias en los mismos y no se pueden concluir ya que no se llevan a cabo adecuadamente esto ayudara ya que las acciones que sean contundentes para las correcciones se tendrán registradas, se les dará seguimiento y se determinara si estas fueron precisas y efectivas. A si mismo de esta manera replicar en otras máquinas iguales, esta actividad ayudara en lo que es el MTBF.

Otra actividad para mejorar este indicador fue el realizar mejoras al programa preventivo ya que al realizar un buen procedimiento se detectan posibles fallas y se previenen lo cual se traduce en un mayor tiempo de apareamiento entre fallas, mejorando dicho indicador, aquí es donde entrara la función del PDCA, ya que por medio de este se pondrán acciones preventivas para cada suceso y ayudo a alimentar el programa preventivo.

También para ayudar a mejorar los programas preventivos se trabajó por medio de los manuales de las máquinas, estos se encuentran en gavetas asignadas exclusivamente para su resguardo, en ellos se encuentran tareas de mantenimiento asignadas por el fabricante y se realizaron comparación con los

---

<sup>4</sup> MTBF: Tiempo medio entre fallas.

programas ya existentes y de esta manera enriquecerlos, también se tomó información que tienen las maquinas en su estructura.

#### **4.4.4 Mejora de indicador MTTR con objetivo de 6.93hrs a 3hrs**

En cuanto al MTTR, se realizó un documento de Excel con información sobre refacciones que utilicen cada máquina, que tiene datos necesarios para conocer refacciones correctas y así poder facilitar el obtener rápidamente refacciones de almacén ya que al no conocerse precisamente el número de parte o modelo se hace tardado el proceso de tener una refacción, provocando que el tiempo de paro en una maquina se alargue y por ende el tiempo de respuesta a las fallas sea mayor, que es lo que se pretende disminuir.

Aunado a esto también se trabajó en dar de alta refacciones que no se tienen dentro de almacén en cuadro básico, esto quiere decir que si se ocupa alguna refacción y no se tiene en el almacén hay que comprarla con algún proveedor y esto implica un proceso, el cual demanda tiempo y ese tiempo se traduce en una maquina parada, afectando de manera significativa el tiempo para reparar, por lo cual por medio de solicitudes de compra, se realizaran las adquisiciones de dichas refacciones, para poder tenerlas en cuadro básico y a si generar cambios rápidos, disminuyendo tiempo de paro.

Para complementar el cumplimiento de este objetivo, se tiene lo que ya se mencionó con anterioridad sobre los PDCA, el cual es tener completamente llenos y cerrados, ya que por medio de estos mismos se documenta las acciones correctivas que se hicieron para reparar una falla, ayudando a poder saber rápidamente que fue lo que se realizó, esto para fallas futuras en la misma maquina o maquina similar.

Asimismo, se realizó un método 5S para la gaveta de tornillería y refacciones pequeñas ya que no se tiene debidamente identificada cada gaveta de tornillería y existe homogeneidad entre los elementos y resulta tardado encontrar tornillería rápidamente lo cual se traduce en tiempo de respuesta mayor afectando directamente el MTTR.

#### **4.4.5 Aumento de la disponibilidad de la maquinaria de un 86% a un 93 %.**

Para el cumplimiento de este objetivo se trabajará de la mano con los objetivos 4 y 5, ya que la disponibilidad trabaja directamente con el MTTR y el MTBF y depende del mejoramiento de estos indicadores para poder cumplirse.

Además, para reforzar se reacondicionarán los *check list* de las maquinas que realizan los operadores, esto por medio de los documentos posteados en la línea. Se tomarán y se realizara un análisis diario durante 1 semana a pie de máquina, inspeccionando los ítems del *check list*, buscando anomalías y variaciones en estos mismo y poder detectar que cambio se necesitan realizar a los formatos, ya que hay nuevos parámetros con los que trabajan las máquinas y no están actualizados en dicho documento, lo cual genera incertidumbre a la hora de conocer cómo es que están los parámetros, el estado y sus condiciones. Teniendo dichas correcciones o anomalías identificadas en una copia física del documento se procederá a modificar en sus formatos digitales y posteriormente su impresión e integración a la línea. Esto ayuda a aumentar las fiabilidad o disponibilidad ya que da un conocimiento real diario del estado de las máquinas para poder prevenir que estas paren y ayudando directamente a aumentar este indicador.

Para complementar se realizó un levantamiento diario para verificar que se esté llevando a cabo el *check list* para asegurar que se esté cumpliendo esta actividad.

Además, también se crea un control histórico de los mantenimientos preventivos esto para reforzar

Para esto se analizó la forma de trabajo con que se cuenta para tener el registro y ordenamiento de documentación, además se llevó a cabo el método 5s' para tener un orden en las rutinas preventivas que se han realizado en los últimos años, esto para poder identificar y ver rápidamente acciones históricas que se le han realizado a la maquinaria, ya que no se tiene un control de dichas rutinas y solo se encuentran revueltas en una caja, a su vez también se digitalizo dichas rutinas preventivas en documentos de Excel para poder contar con un doble control y evidencia sobre quien la realizo , a que máquina y en qué fecha.

## CAPÍTULO 5. RESULTADOS

### 5.1 Realización de programas de mantenimiento autónomo a la línea.

Como resultado que se obtuvo para este objetivo, se crearon OPL para 2 operaciones en las cuales se ven involucradas 7 máquinas a las que son aplicables los mantenimientos que se crearon a través de dicha documentación cabe destacar que estas operaciones se definieron que serían más viables para comenzar con la primera instancia o etapa de la creación de mantenimientos autónomos a la línea y esto fue trabajo en conjunto de manufactura y mantenimiento.

En la ilustración 14, se muestra el contraste de número de máquinas con mantenimiento autónomo del 2020 vs 2021

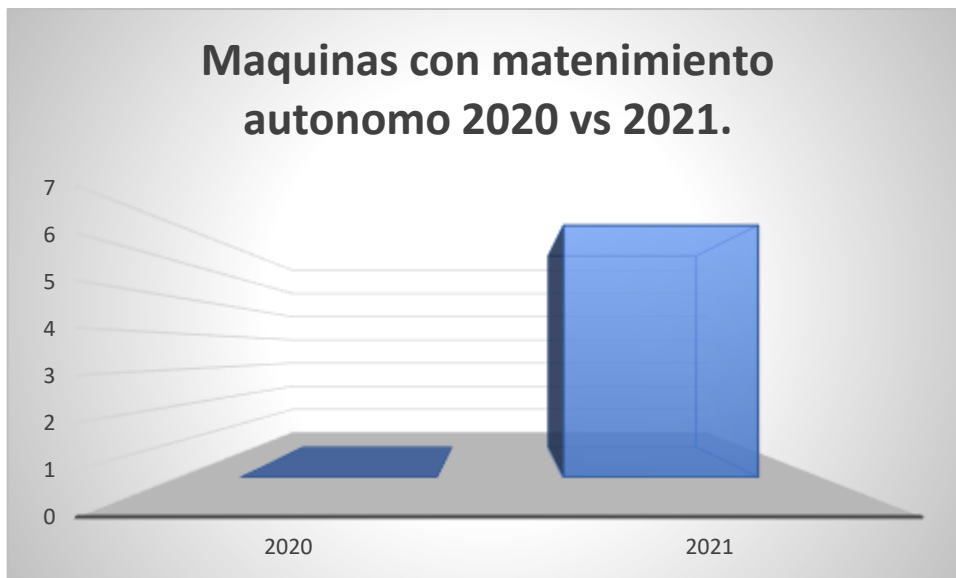


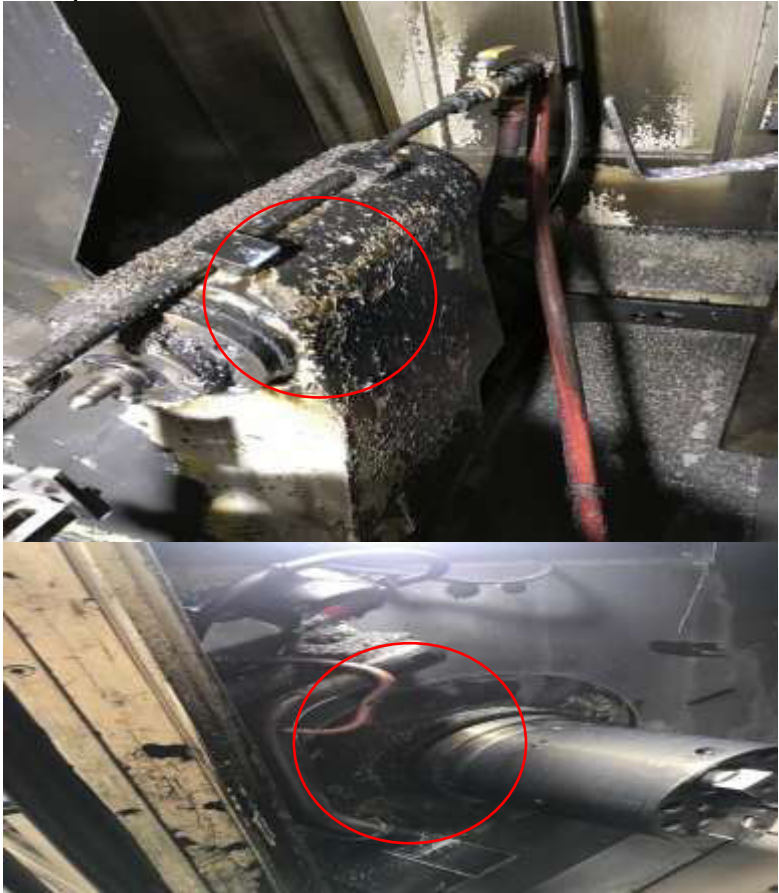
Ilustración 14 Grafica de mantenimientos autónomos 2020 vs 2021

Fuente: propia

En la tabla 3, se muestra OPL realizada para mantenimiento autónomo los tornos.




Tabla 3 OPL para tornos 167, 168, 814,815

Lección de un Punto (LUP) Mantenimiento Autónomo						
Limpieza de rebaba a tornos 167, 168, 814,815			No.			
			Fecha de implementación:		Marzo 2021	
			Fecha de Revisión:		Marzo 2021	
	Gerente	Coordinad	Elaboró			
<input checked="" type="checkbox"/>	Conocimiento Básico		N/A	Ricardo Morales		
<input type="checkbox"/>	Caso de Mejora					
<input type="checkbox"/>	Problema					
<p><b>Procedimiento:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cerrar la llave del agua.</li> <li>2. Poner torreta en H3.</li> <li>3. Cerrar agua apoyo 1.</li> <li>4. Girar la llave de bloqueo a OFF.</li> <li>5. Oprimir botón para abrir paso de agua.</li> <li>6. Con la manguera limpiar de cualquier rebaba que se vea.</li> <li>7. Regresar a condiciones iniciales el torno.</li> </ol>			<p><b>Zonas primordiales</b></p> 			
<p><b>NOTA:</b> Este procedimiento se tiene que realizar todos los días antes de finalizar el turno.</p>						
Fecha Realizada						
Coordinador						
Nombre del Participante						

Fuente: propia

Así mismo en la tabla 4, se muestra la OPL realizada para las rectificadoras 267, 268, y 269.

Tabla 4 OPL para rectificadoras 267, 268, 269

Lección de un Punto (LUP) Mantenimiento										
Limpieza de rebaba a ruedas rectificadoras en Maquinas 267, 268,269	No.									
	Fecha de implementación:		Marzo 2021							
	Fecha de Revisión:		Marzo 2021							
	Gerente	Coordinad	Elaboró							
<input checked="" type="checkbox"/>	Conocimiento Básico		N/A	Ricardo Morales						
<input type="checkbox"/>	Caso de Mejora									
<input type="checkbox"/>	Problema									
<p>Procedimiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Colocar paro de emergencia a la máquina.</li> <li>Revisar cada rueda girando el husillo manualmente.</li> <li>En caso de haber rebabas retirarlas con el cepillo.</li> </ol>										
<p><b>NOTA:</b> Este procedimiento cada que se registren mediciones de piezas según DHI.</p>										
Fecha										
Coordinado										
Nombre del Participant										

Fuente: propia

Cabe destacar que los documentos de las tablas 3 y 4, mostradas a continuación se quedaron en proceso de liberación.

También se anexa ítem de revisión en *check list* de arranque donde el turno entrante verificara que le entreguen la maquina limpia y lista para trabajar ayudando en la aseguración de que se están realizando las tareas de mantenimiento autónomo, este punto corresponde al ítem número 12 de la ilustración 15, de igual manera se anexo al *check list* de las otras 6 máquinas a las que se realizó el programa de mantenimiento autónomo.


ARBOMEX					
<b>CHECK LIST DE ARRANQUE DE MÁQUINA</b> <b>Operación 20.- Torneado general</b>					
Responsable: -Operador de producción. - Supervisor.				Me: 167	
En caso de no cumplir con los estándares de la tabla aplicar el siguiente plan de reacción:					
1.-Detener operación y/o maquina					
2.-Dar aviso al supervisor de producción en turno					
3.-El supervisor de producción coordinara acciones para volver a control la operación y/o máquina.					
No.	ÍTEM	VERIFICAR	DESCRIPCIÓN	RANGO ÓPTIMO	
1	Presión hidráulica	Manómetro digital	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	3.0 - 4.0 MPa	
2	Fuerza del contrapunto	Panel de control	Revisar posición de empuje de contrapunto en el panel de control de monitor en T	2.85 - 3.65 kN	
3	Presión del chuck	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	350-450 psi	
4	Presión del sistema de lubricación	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	1.0-1.5 MPa	
5	Nivel de aceite de lubricación	Mirilla (indicar el color)	Verificar el nivel min-max de aceite en la mirilla del depósito, identificado con color Verde, Amarillo y Rojo. Donde se identifica como nivel optimo de color verde y nivel min para trabajar de color amarillo (se debe reportar para su llenado), el color rojo no se podra trabajar hasta que sea llenado	Visual	
6	Nivel de refrigerante	Mirilla (indicar el color)	Verificar el nivel min-max de aceite en la mirilla del depósito, identificado con color Verde, Amarillo y Rojo. Donde se identifica como nivel optimo de color verde y nivel min para trabajar de color amarillo (se debe reportar para su llenado), el color rojo no se podra trabajar hasta que sea llenado	Visual	
7	Nivel de aceite sistema hidráulico	Mirilla (indicar el color)	Verificar el nivel min-max de aceite en la mirilla del depósito, identificado con color Verde, Amarillo y Rojo. Donde se identifica como nivel optimo de color verde y nivel min para trabajar de color amarillo (se debe reportar para su llenado), el color rojo no se podra trabajar hasta que sea llenado	Visual	
8	Herramental	Estado Físico	Revisar que Porta herramientas, insertos, asientos, mordazas, postizo de mordaza y uñas de arrastre esté en buenas condiciones (no se encuentren con despostilladuras, rotos)	Visual	
9	Fugas	Máquina	Revisar que en el interior y en su periferia de la máquina, no tenga fugas o derrames en mangueras o tubos	Visual	
10	Calibración	Que esté realizado	Verificar que los dispositivos de medición esten calibrados	Visual	
11	Presión del Steady Rest	Manómetro	Presionar el boton que se encuentra a bajo del manómetro y verificar en la carátula del manómetro cuando entre el Steady Rest	180-220 psi	
12	Verificación de maquina limpia	Máquina	Verificar que entreguen la maquina limpia con su debido mantenimiento autonomo realizado.	Visual	

Ilustración 15 Integración de ítem *check list* de máquina.

Fuente: Arbomex

Como resultado para esta actividad se tienen 3 capacitaciones, para 3 distintas operaciones para lo cual se tiene listas de asistencia de dichas formaciones de los involucrados, cabe destacar que una de las 3 capacitaciones se realizó de la mano con el ingeniero de tratamiento térmico y para el entrenamiento se realizó un manual el cual no es permitido ser mostrado por la empresa.

Dentro de la ilustración 16, se muestra una lista de asistencia a la capacitación sobre mantenimientos autónomos a los tornos.

ARBOMEX  
 \*Este formato es propiedad de ARBOMEX y no debe ser reproducido, modificado ni usado para otros fines sin el consentimiento escrito por ARBOMEX. Queda prohibida su venta, distribución, préstamo o alquiler.

ANÁLISIS DE PUESTO  AMBIENTAL  OTROS

FORMA DE ENTRENAMIENTO

REPORTE DE CAPACITACION

NOMBRE DEL INSTRUCTOR: Pedro Daniel Vargas  
 NOMBRE DEL EVENTO: Mantenimiento autónomo a tornos  
 FECHA INICIO: 05/abril/2021 FECHA FIN: \_\_\_\_\_ DURACIÓN (HORAS): 7 hr

NÚMERO DE EMPLEADO	NOMBRE DEL PARTICIPANTE	ASISTENCIA					RECORDAR		Firma del participante	Firma del instructor	OBSERVACIONES
		L	M	J	V	S	TIC	TSA			
10242	Valdes Macena Gabo Adelfo	/	/	/	/	/			[Firma]	[Firma]	
110	Diego Casanova Luis	/	/	/	/	/			[Firma]	[Firma]	
4806	L. Bernardo Rodriguez Vera	/	/	/	/	/			[Firma]	[Firma]	
533	Ricardo Morales Castro	/	/	/	/	/			[Firma]	[Firma]	

Pedro Daniel Vargas  
 JEFE Y FIRMA DEL INSTRUCTOR

REV 6

Emisión: Enero 2016  
 Revisión: Agosto 2019

PEG-014

Ilustración 16 Lista de asistencia capacitación de mantenimiento autónomo a tornos.

Fuente Arbomex

Dentro de la ilustración 17, se muestra una lista de asistencia sobre mantenimiento a las máquinas de tratamiento térmico.

**ARBOMEX**

ANÁLISIS DE PUESTO:  AMBIENTAL:  OTROS:

REPORTE DE CAPACITACIÓN

NOMBRE DEL INSTRUCTOR: Dimas Vega Tovar

NOMBRE DEL EVENTO: Entrenamiento para mantenimiento preventivo a bobinas de T.O.T.O.

FECHA INICIO: 03/MAY/21 FECHA FIN: \_\_\_\_\_ DURACIÓN (HRS): \_\_\_\_\_

NOMBRE DE EMPLEADO	NOMBRE DEL PARTICIPANTE	ASISTENCIA							SECCIÓN		Firma del participante al término del evento	Bases o temas a los que pertenecen	OBSERVACIONES
		L	M	M	J	V	S	S	Teoría	Práct.			
1	PR-17 Nélson Nemes Galero Alfaro	/	/								[Firma]	Nada	
2	PR-18 Wilson Solís	/	/								[Firma]	Nada	
3	PR-19 Luis Carlos Cruz Sánchez	/	/								[Firma]	Nada	
4	PR-20 Ricardo Durán Cordero	/	/								[Firma]	Nada	
5													
6													
7													
8													
9													
10													

NOMBRE Y FIRMA DEL INSTRUCTOR: \_\_\_\_\_

REV 5

FEG-014

Emisión: Enero 2016  
Revisión: Agosto 2016

Ilustración 17 Lista de asistencia capacitación de mantenimiento preventivo a bobinas.

Fuente: Arbomex

Dentro de la ilustración 18, se muestra una lista de asistencia de mantenimiento autónomo para las rectificadoras.

**ARBOMEX**

ANÁLISIS DE PUESTO:  AMBIENTAL:  OTROS:

REPORTE DE CAPACITACIÓN

NOMBRE DEL INSTRUCTOR: Francisco José Silva Guals

NOMBRE DEL EVENTO: Mantenimiento autónomo a rectificadoras

FECHA INICIO: 18/05/2021 FECHA FIN: \_\_\_\_\_ DURACIÓN (HRS): 2 hrs

NOMBRE DE EMPLEADO	NOMBRE DEL PARTICIPANTE	ASISTENCIA							SECCIÓN		Firma del participante al término del evento	Bases o temas a los que pertenecen	OBSERVACIONES
		L	M	M	J	V	S	S	Teoría	Práct.			
1	PR-07 Luis Fernando Guerra Riquelme	/	/								[Firma]		
2	PR-02 Juan Alfonso de la Sierra Lara	/	/								[Firma]		
3	PR-03 Luis Fernando Guerra Riquelme	/	/								[Firma]		
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													

NOMBRE Y FIRMA DEL INSTRUCTOR: Francisco José Silva Guals

REV 5

FEG-014

Emisión: Enero 2016  
Revisión: Agosto 2016

Ilustración 18 Lista de asistencia capacitación de mantenimiento autónomo a rectificadoras.

Fuente: Arbomex

En la ilustración 19, se muestra la gráfica con el avance de personal capacitado en mantenimiento autónomo.

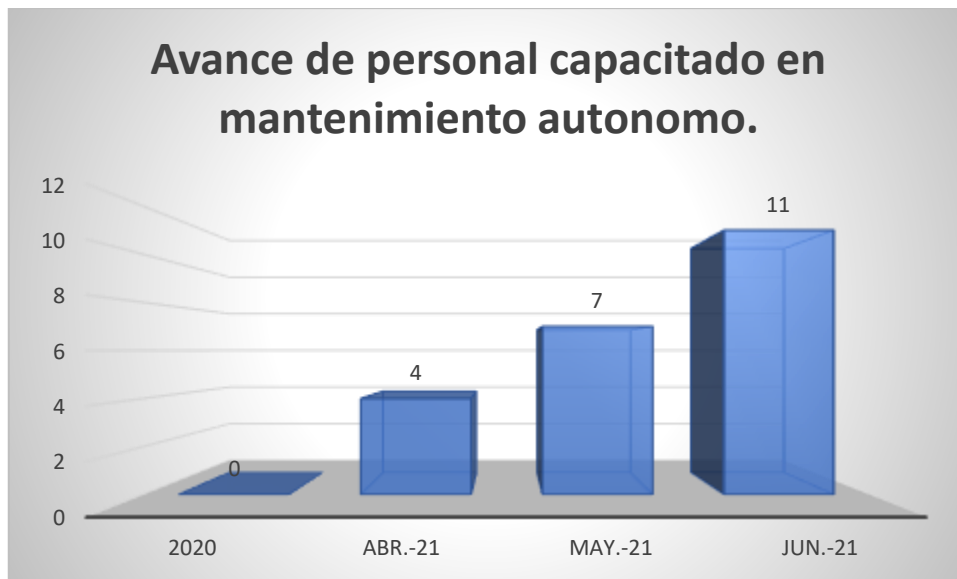


Ilustración 19 Comparación de personal capacitado en mantenimiento autónomo 2020 vs 2021

Fuente: propia

Ahora se cuenta con 11 personas capacitadas, todos ellos son operadores de la maquinaria, de una plantilla de 60 que representa un aumento del 23.9%.

En los anexos 1, 2 se muestran las evidencias de las asistencias a las capacitaciones.

## 5.2 Realización de mejoras a los programas de mantenimiento de ajustadores a herramientas.

Primeramente para el cumplimiento de este objetivo se realizó el análisis de manera física con los programas que ya estaban impresos y posteados encontrando en ellos actividades que no competen al área las cuales se eliminaron, así como falta de actividades que se debían realizar o verificar por lo cual se anexaron nuevas actividades a los programas, también se detectaron periodos muy abiertos de verificación por lo cual se ajustaron de tal manera que las actividades tengan un periodo de revisión más cerrado y se asegure más la parte de prevenir paros y/o averías.

Los primeros errores detectados se muestran en la ilustración 20.

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A HERRAMIENTALES**  
 Responsable: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ ME-363

**Programación y Supervisión**

No. Función	Actividad	A	B	C	D	E	Frecuencia
1	Revisión preliminar (logos)	No existe logos	Existen logos en buen estado	Existen logos con desgaste	Existen logos con desgaste mayor	Existen logos con desgaste mayor	Bimestral
	Revisión de lubricación	No tiene lubricación	Tiene lubricación adecuada	Tiene lubricación con desgaste	Tiene lubricación con desgaste mayor	Tiene lubricación con desgaste mayor	
	Revisión de ajuste de partes	No están ajustadas las partes	Tiene ajuste con desgaste	Tiene ajuste con desgaste mayor	Tiene ajuste con desgaste mayor	Tiene ajuste con desgaste mayor	
	Revisión de estado general	El estado es bueno	El estado es bueno con desgaste	El estado es bueno con desgaste mayor	El estado es bueno con desgaste mayor	El estado es bueno con desgaste mayor	
	Revisión de estado de partes	El estado de partes es bueno	El estado de partes es bueno con desgaste	El estado de partes es bueno con desgaste mayor	El estado de partes es bueno con desgaste mayor	El estado de partes es bueno con desgaste mayor	
2	Revisión de estado de partes	No tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado con desgaste	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	Bimestral
	Revisión de estado de partes	No tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado con desgaste	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	
	Revisión de estado de partes	No tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado con desgaste	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	
	Revisión de estado de partes	No tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado con desgaste	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	
	Revisión de estado de partes	No tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado con desgaste	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	
3	Revisión de estado de partes	No tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado con desgaste	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	Bimestral
	Revisión de estado de partes	No tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado con desgaste	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	
	Revisión de estado de partes	No tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado con desgaste	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	
	Revisión de estado de partes	No tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado con desgaste	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	
	Revisión de estado de partes	No tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado con desgaste	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	
4	Revisión de estado de partes	No tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado con desgaste	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	Mensual
	Revisión de estado de partes	No tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado con desgaste	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	
	Revisión de estado de partes	No tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado con desgaste	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	
	Revisión de estado de partes	No tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado con desgaste	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	
	Revisión de estado de partes	No tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado	Tiene partes en buen estado con desgaste	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	Tiene partes en buen estado con desgaste mayor	

FPM-010 EMISION: AGO'17 REVISION: AGO'17 REV:0

Accidental (mayor desgaste)	40%	
Accidental (menor desgaste)	30%	
Accidental (menor desgaste)	20%	
Accidental (menor desgaste)	10%	
Accidental (menor desgaste)	0%	

A.- BURNIA (10% de desgaste en especificación)  
 B.- DESGASTE MENOR (20% de desgaste)  
 C.- DESGASTE MAYOR (30% de desgaste) NO REQUIERE CAMBIO INMEDIATO, PROGRAMARLO  
 D.- DESGASTE MAYOR (40% o más) REQUIERE CAMBIO INMEDIATO  
 E.- CAMBIO INMEDIATO NO DEBE PRESENTAR NINGUN TIPO DE DESGASTE

Ilustración 20 Detección de errores a preventivos herramientas 1.

Fuente: Arbomex

Siguiendo con la detección de errores en los programas de mantenimiento a herramientas se muestran en la ilustración 21.

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A HERRAMIENTALES**  
 Responsable: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ ME-103

Ejemplo	Actividad	Programación y Supervisión					Frecuencia
		A	B	C	D	E	
1	Chavetas	Verificar estado lubricado	Verificar lubricación	Verificar estado de desgaste de la punta	Verificar estado de desgaste de la punta	Verificar estado de desgaste de la punta	Quincenal
2	Cuchillas planas	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Mensual
3	Cuchillas curvas	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Mensual
4	Resaca punta (cuchillo)	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Mensual
5	Chapas de corte	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Quincenal

PPM-010 EMISSION: AGO'17 REVISION: AGO'17 REV 0

A. BERRA 100% de desgaste de herramienta  
 B. DESGASTE MENOR (20% de desgaste)  
 C. DESGASTE MAYOR (50% de desgaste) NO REQUIERE CAMBIO INMEDIATO, PROGRAMAR  
 D. DESGASTE MAYOR (80% o más) REQUIERE CAMBIO INMEDIATO  
 E. CAMBIO INMEDIATO NO SE DEBE PRESENTAR MENOS TIEMPO DE ANÁLISIS

Ilustración 21 Detección de errores a preventivos herramientas 2.

Fuente: Arbomex

Si siguiendo con la detección de errores en los programas de mantenimiento a herramientas se muestran en la ilustración 22.

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A HERRAMIENTALES**  
 Responsable: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ ME-988

Ejemplo	Actividad	Programación y Supervisión					Frecuencia
		A	B	C	D	E	
1	Chavetas	Verificar estado lubricado	Verificar lubricación	Verificar estado de desgaste de la punta	Verificar estado de desgaste de la punta	Verificar estado de desgaste de la punta	Mensual
2	Cuchillas planas	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Mensual
3	Cuchillas curvas	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Mensual
4	Resaca punta (cuchillo)	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Mensual
5	Chapas de corte	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Verificar estado de desgaste	Mensual

PPM-010 EMISSION: AGO'17 REVISION: AGO'17 REV 0

A. BERRA 100% de desgaste de herramienta  
 B. DESGASTE MENOR (20% de desgaste)  
 C. DESGASTE MAYOR (50% de desgaste) NO REQUIERE CAMBIO INMEDIATO, PROGRAMAR  
 D. DESGASTE MAYOR (80% o más) REQUIERE CAMBIO INMEDIATO  
 E. CAMBIO INMEDIATO NO SE DEBE PRESENTAR MENOS TIEMPO DE ANÁLISIS

Ilustración 22 Detección de errores a preventivos herramientas 3.

Fuente: Arbomex

Teniendo los hallazgos anteriores se procede con la corrección en los formatos digitales para después postearlos, en la ilustración se puede observar



que se acortan tiempos de revisión, se eliminan tareas y se agregan nuevas además se acorta los criterios para considerar cambios ahora se deja en 3 (A,B,C) cuando anteriormente estaba en 5 (A,B,C,D,E) lo cual generaba que el criterio fuera más amplio y los periodos de cambio más largos haciendo que fuera más susceptible la aparición de una avería y/o paro. Todos estos cambios a los programas de mantenimiento a herramientas fueron revisados y aprobados por el departamento de manufactura. En la ilustración 23, se muestra el programa de mantenimiento a herramientas ya con las correcciones realizadas.

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A HERRAMIENTALES**

Responsable: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ ME:363

No. Equipo		Actividad	A	B	C	Frecuencia	
1	Check (anotar valores)	Revisión de fugas	No tiene fugas	Tiene fuga, Programar revisión y reparaciones no mayor al siguiente para de línea		Mensual	
		Órbitales	Se debe de realizar limpieza y cambio de aceite				Bimestral
		Tornillería	Se debe de realizar cambios de tornillería				
		Verificación de grietas en plato de diámetro (revisar con prueba de líquido penetrante)	No presenta grietas	Si fuga o presenta alguna grieta del tornillo que sea esta se debe de realizar cambio inmediato			
		Chupón y electrotorno	La carrera de accionamiento que entre al diámetro es mayor a 0.015mm	Si presenta carrera mayor a 0.015mm se debe de revisar, limpiar, fugas y solicitar ajuste de ajuste inmediato		Semanal	
		Rut-out en aprieté 1	Rut-out 0.005mm más esta se	Si se detecta mayor a 0.005 se debe de ajustar calibrar rut-out	NOTA: cada revisión de grietas de diámetro o longitud de chupón se debe de realizar ajuste de rut-out y ajustar línea de ajuste		
2	Mordaza (M1, M2)	Contacto con pieza (revisar con el nivel de presión)	La marca que deje es de más del 50% para el juego de 3 mordazas (hacer accionamiento)	La marca que entre es del 50% de la zona de inspección del juego de mordazas (hacer accionamiento)	Al cambiar pieza esta tiene a salir ya que la marca que entre es muy tenue se debe de cambiar inmediato	Bimestral	
		Revisión de fracturas o grietas	No presenta Grietas/fracturas (revisar con partículas magnéticas)	Presenta Grietas se debe de cambiar inmediatamente			
		Revisar las cuerdas	No están sueltas las cuerdas	Se detecta leve accionamiento de tornillería se debe de programar cambio de mordazas se debe de revisar cuerdas	Presenta cuerdas dañadas y no es posible colocar tornillería se debe de cambiar inmediato		
		Tornillería	NOTA: se debe de cambiar tornillería cada mes				Mensual

7PM-010 EMISIÓN: AGO'17 REVISIÓN: JUL'21 RE-2

Actividad programada	AP	<input type="checkbox"/>
Actividad realizada	AR	<input type="checkbox"/>
Actividad fuera del programa	AF	<input type="checkbox"/>

A: En condiciones óptimas de trabajo.  
 B: Presenta algún detalle que no afecta la calidad, puede trabajar y se debe de programar cambio  
 C: Daño o desgaste que requiere cambio inmediato.

Ilustración 23 Preventivos a herramientas ya corregidos 1.

Fuente: Arbomex

En la ilustración 24, se muestran más programas de mantenimiento a herramientas ya con las correcciones realizadas.

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A HERRAMENTALES**  
 Responsable: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ ME-103

No.	Equipo	Actividad	Programación y Supervisión			Frecuencia
			A	B	C	
1	Molinillos	Inspección	Se debe en función			Quincenal
		Revisión visual	No tiene defectos en su funcionamiento	Se debe generalizar los revisiones de los molinillos en todas las unidades de la planta	Se debe generalizar las revisiones de los molinillos en todas las unidades de la planta	
2	Corte de hierba	Revisión de desgaste en el eje	No tiene desgaste que afecte	Revisión a tener en cuenta por el desgaste de la punta	Debe generalizar	Mensual
		Mantenimiento preventivo	Se debe en función de la vida útil	Se debe en función de la vida útil	Se debe en función de la vida útil	
3	Mantenimiento preventivo	Revisión de desgaste en el eje	No tiene desgaste	Debe revisarse por rutina y según la vida útil	Debe revisarse por rutina y según la vida útil	Mensual
		Revisión de la punta	No tiene desgaste	Debe revisarse por rutina y según la vida útil	Debe revisarse por rutina y según la vida útil	
4	Hoja para corte	Revisión de desgaste en el eje	No tiene desgaste	Debe revisarse por rutina y según la vida útil	Debe revisarse por rutina y según la vida útil	Mensual
		Mantenimiento preventivo	Se debe en función de la vida útil	Se debe en función de la vida útil	Se debe en función de la vida útil	

EMISION: AGO'17 REVISION: JUL'21

A: En condiciones óptimas de trabajo.  
 B: Presenta algún detalle que no afecta la calidad, puede trabajar y se debe de programar cambio.  
 C: Daño o desgaste que requiere cambio inmediato.

Ilustración 24 Preventivos a herramientas ya corregidos 2.

Fuente: Arbomex

En la ilustración 25, se muestran más programas de mantenimiento a herramientas ya con las correcciones realizadas.

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A HERRAMENTALES**  
 Responsable: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ ME-998

No.	Equipo	Actividad	Programación y Supervisión			Frecuencia
			A	B	C	
1	Soportes de mytiland bromelinas	Inspección	Se debe en función de la vida útil	Debe revisarse por rutina y según la vida útil	Debe revisarse por rutina y según la vida útil	Mensual
		Revisión de desgaste	No tiene desgaste que afecte	Debe revisarse por rutina y según la vida útil	Debe revisarse por rutina y según la vida útil	
		Revisión de la punta	No tiene desgaste	Debe revisarse por rutina y según la vida útil	Debe revisarse por rutina y según la vida útil	
		Mantenimiento preventivo	Se debe en función de la vida útil	Se debe en función de la vida útil	Se debe en función de la vida útil	
2	Limpieza	Inspección	Se debe en función de la vida útil	Debe revisarse por rutina y según la vida útil	Debe revisarse por rutina y según la vida útil	Mensual
		Revisión de desgaste	No tiene desgaste que afecte	Debe revisarse por rutina y según la vida útil	Debe revisarse por rutina y según la vida útil	
3	Mantenimiento preventivo	Inspección	Se debe en función de la vida útil	Debe revisarse por rutina y según la vida útil	Debe revisarse por rutina y según la vida útil	Mensual
		Revisión de desgaste en el eje	No tiene desgaste que afecte	Debe revisarse por rutina y según la vida útil	Debe revisarse por rutina y según la vida útil	
4	Cambio de puntas	Revisión de la punta	Se debe en función de la vida útil	Debe revisarse por rutina y según la vida útil	Debe revisarse por rutina y según la vida útil	Semanal

EMISION: AGO'17 REVISION: JUL'21

A: En condiciones óptimas de trabajo.  
 B: Presenta algún detalle que no afecta la calidad, puede trabajar y se debe de programar cambio.  
 C: Daño o desgaste que requiere cambio inmediato.

Ilustración 25 Preventivos a herramientas ya corregidos 3.

Fuente: Arbomex

También se crea el *check list* para ajustadores el cual se muestra en la ilustración 26, ayudando a reforzar que no se paren las máquinas y a detectar problemas. Al igual que los documentos anteriores, este *check list* fue revisado

y aprobado por el departamento de manufactura y se encuentra dentro de la línea trabajando.

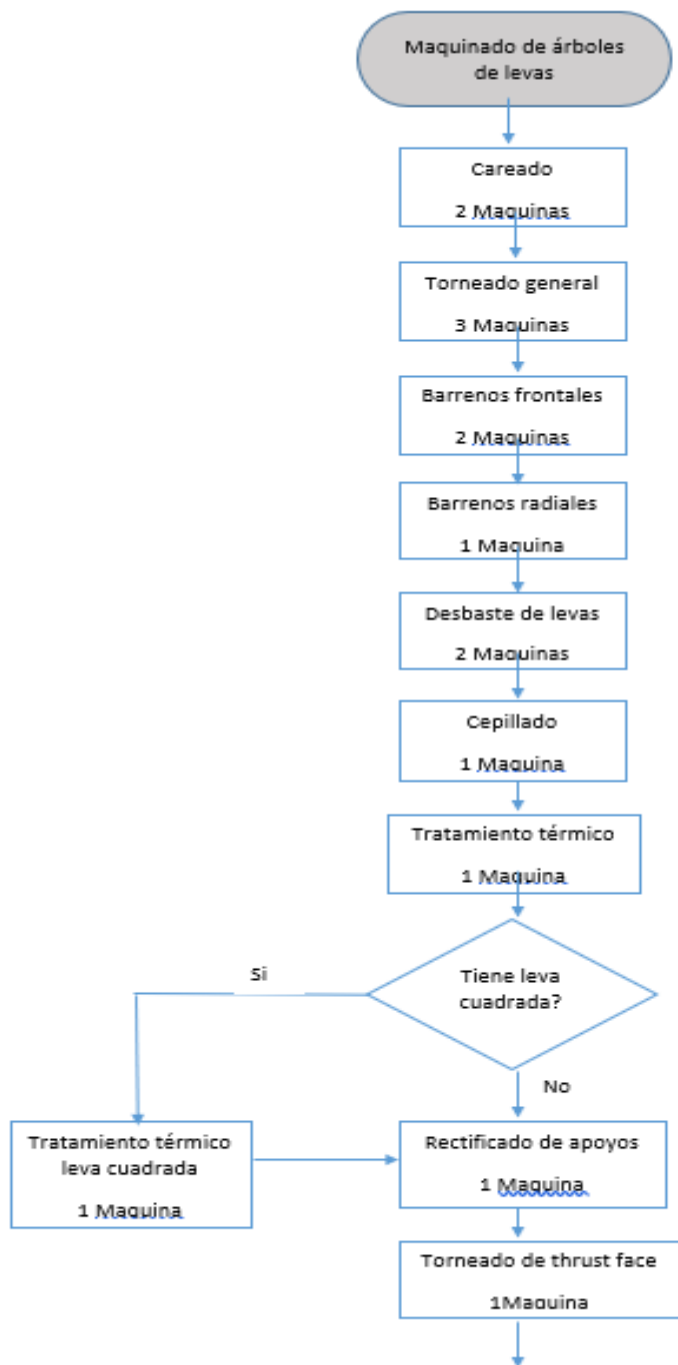
ARBOMEX		CHECK LIST DE VERIFICACION DEL AJUSTADOR EN LINEA		FECHA:
LINEA		Mazda	Procedimiento de Operación Estándar	
OPERACIÓN		20		
NO	DETALLE DE LA OPERACIÓN	PUNTOS CLAVE	seguridad + calidad ♦ proceso ©	SIMBOLO
1	HERRAMENTALES DE PRESETING CUANDO APLIQUE CDM	REALIZAR INSPECCION DE ACUERDO AL CHECK LIST DE CAMBIO DE MODELO EMITIDO POR PRESETING.		©
2	LIMPIEZA DE OPERACIÓN CUANDO APLIQUE CDM O AJUSTE.	REGRESAR AL FLUJO PIEZAS DE INSPECCION DE TURNO , RETRAJAJAR MATERIAL DE LA OPERACIÓN Y DISPONER DE LOS MATERIALES NO CONFORMES.		♦
3	METODO DE CONTROL	VERIFICAR QUE SE CUENTE CON LOS FORMATOS A PIE DE OPERACIÓN (CUADERNILLAS U HOJAS DE REGISTROS DE INSPECCION ASI COMO CHECK LIST DE ARRANQUE DE LA OPERACIÓN AL INICIO DE TURNO O CDM).		♦
4	VERIFICACION DE DIRECCION DE SUJECION DE PLATO	INGRESAR CON EL BOTON SETTING Y ESCOGER OPERATION PANEL CON EL BOTON 1 Y POSTERIORMENTE INPUT Y VERIFICAR QUE LA DIRECCION DE SUJECION DEL PLATO 1 SE ENCUENTRE DESHABILITADA.		♦
5	VERIFICACION DE LINEA	VERIFICAR QUE TODO ESTE TRABAJANDO CORRECTAMENTE EN LA OPERACIÓN, EN CASO DE ALGUNA FALLA AVISAR AL SUPERVISOR O MANTENIMIENTO SEGÚN LA FALLA O AJUSTE.		©
6	REVISAR FOM-005	REVISAR QUE SE ESTE LLEVANDO ACABO EN TIEMPO Y FORMA (FOM-005) DE LA VIDA UTIL DE CADA HERRAMIENTA.		©
7	DIMENSIONAR PIEZA	REALIZAR LA RUTINA DE INSPECCION DE PIEZA, DEACUERDO A HII ( CON UN LAPSO MINIMO DE 2 HRS DESPUES DEL INICIO) Y 2 HRS ANTES DE FINALIZAR.		©
FPM-027				Emission: Febrero 2021
REV-0				Revision: Febrero 2021

Ilustración 26 *Check list* para ajustadores 1.

Fuente: Arbomex.

### 5.3 Mejora de indicador MTBF con objetivo 41.6hrs a 45hrs.

En primera instancia se realizó un diagrama de flujo (ilustración 27) de la línea de producción, para poder entender de manera gráfica su estructura y visualizar las operaciones críticas que se determinaron que son las que solo tienen una máquina y que si llegan a fallar detienen la línea y por ende su importancia de mantenerlas activas y sin fallas.



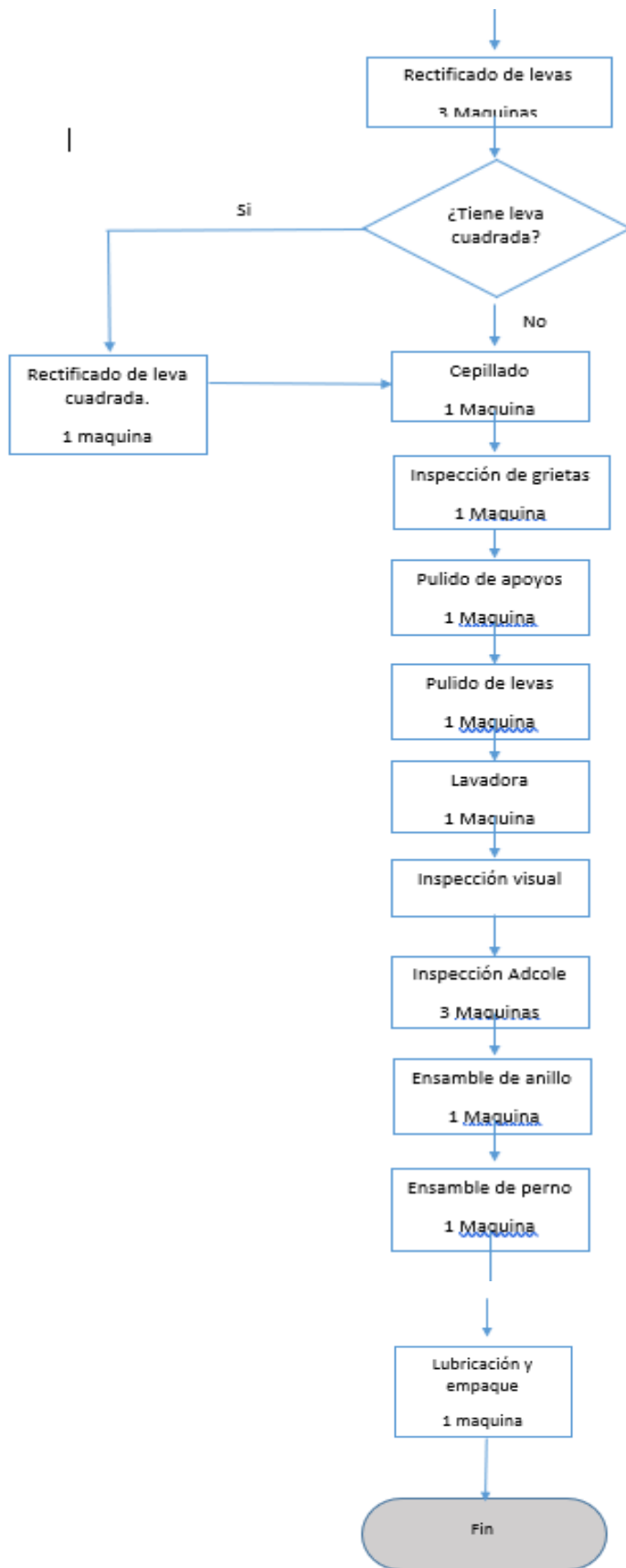


Ilustración 27 Diagrama de flujo

Fuente: propia

También se realizó un análisis mediante diagrama de Pareto (ilustración 28) de las fallas del año anterior se determina lo siguiente.

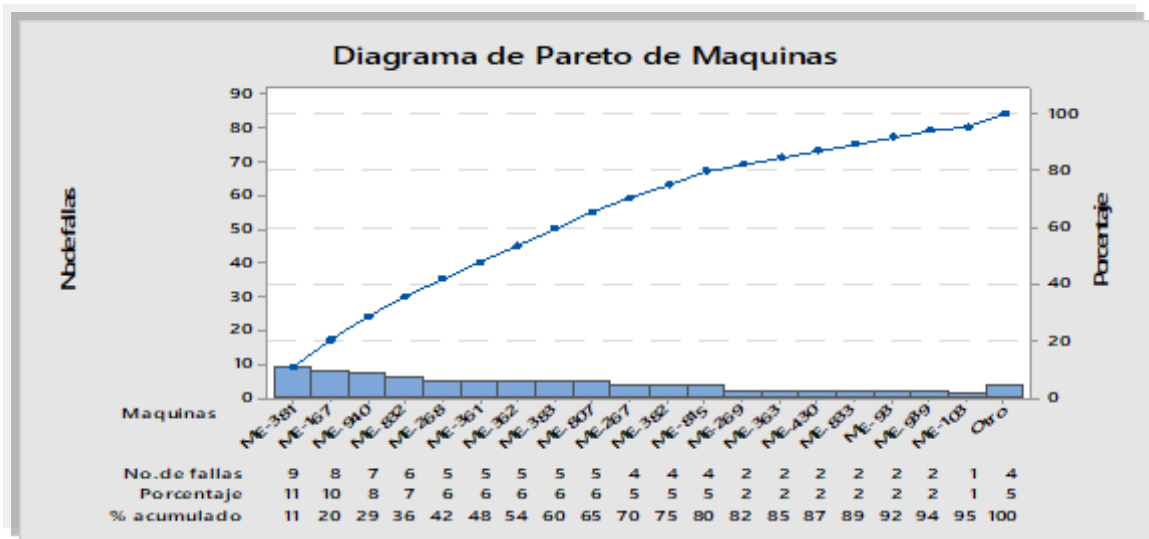


Ilustración 28 Diagrama de Pareto (fallas 2020).

Fuente: propia

Que las maquinas 381, 167, 940, 832, 268, 361, 362, 383, 807 y 267 están causando el 65% de las fallas en la línea por lo que se opta atacar los problemas de estas máquinas y comenzar a corregir y mejorar sus programas preventivos. Además, se realizó un análisis con el tipo de fallas y así determinas que tipo de tareas se deben acondicionar en los programas de mantenimiento de las máquinas que se determinaron con el análisis de la ilustración 29.

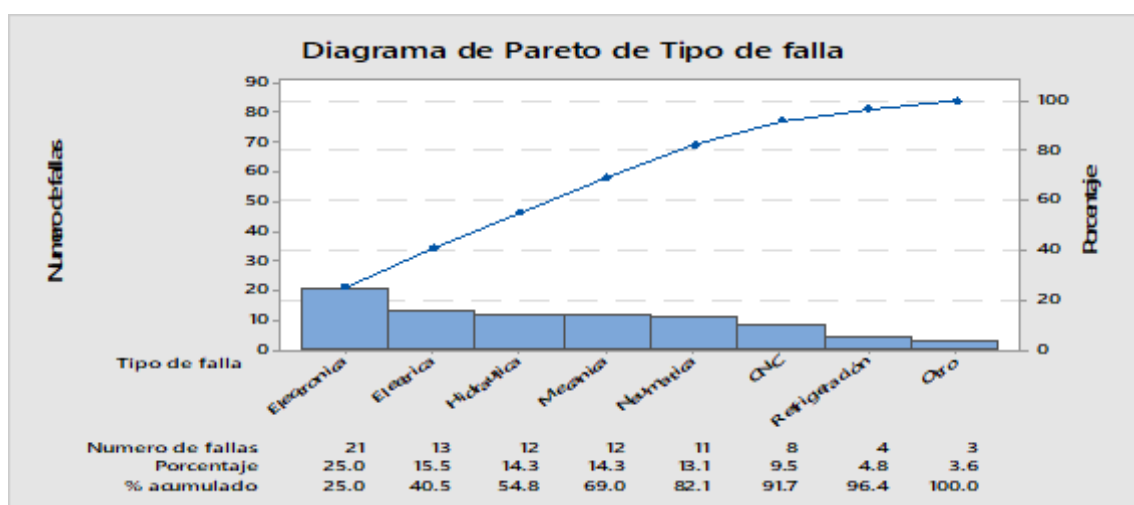



Ilustración 29 Diagrama de Pareto (Tipos de fallas 2020).

Fuente: propia

Con ese análisis se determina que el 54.85% de las fallas de todo el 2020 fueron a causa de fallas electrónicas, eléctricas e hidráulicas, lo que da pauta a direccionar acciones preventivas a estos 3 tipos de fallas para evitar su recurrencia.

Ya con los 3 análisis realizados se determina por hacer correcciones a los programas de mantenimiento de las maquinas 381, 167, 940, 832, 268, 361, 362, 383, 807y 267, en base al diagrama de Pareto realizado en la ilustración 28, cuidando que tenga acciones relevantes que ayuden a prevenir fallas y su correcta periodicidad.

Para realizar estas mejoras a los programas preventivos se utilizaron los PDCA (ilustraciones 30,31), que en base a acciones preventivas se fue alimentando los programas con acciones puntuales que ayuden a prevenir la recurrencia de las mismas fallas.



## PDCA

**Código de estatus:**  
R Retrasado  
Y Riesgo de Retraso  
G En tiempo


Indicador / Referencia: **ME-103 OP. 55 (CEPILLADORA) No continua ciclo** Última Revisión: **11/05/2021**

Planta: <b>MAQUINADO 2</b>		Departamento: <b>MANTENIMIENTO</b>		Emitido por: <b>Joel Ramirez</b>		ACT:									
PLAN:			DO:			Programación									
Código de actividad	No. Item	ET / Area	Indicador / Iniciativa:	Acción(es):	Responsable:	Fecha		Avance							
						Inicio	Fecha Prog. cierre	Plan	Real	20%	40%	60%	80%	100%	
G	1	MAZDA	MTTR/MTBF	Revisión de alarmas	Joel Ramirez	11/05/2021	11/05/2021	Plan	Real						
				Revisión de secuencias de señales de entrada de sensores magneticos	Joel Ramirez	11/05/2021	11/05/2021	Plan	Real						
3	Cambiar sensor dañado			Joel Ramirez	11/05/2021	11/05/2021	Plan	Real							
	Integrar a rutinas preventivas trimestrales la revisión del correcto funcionamiento de sensores magneticos.			Joel Ramirez	11/05/2021	11/05/2021	Plan	Real							
G	4														

Ilustración 30 PDCA con acciones preventivas 1.

Fuente: Arbomex

En la ilustración 31, se muestra PDCA con acciones preventivas marcadas en amarillo.



**ARBOMEX**  
Código de colores:

**R** Retrasado  
**Y** Riesgo de Retraso  
**G** En tiempo

## PDCA

Indicador / Referencia: **ME-268 OP. 70 (Rectificado de apoyos) alarma de drives-** Última Revisión: **11/05/2021**

Planta	MAGUNADO 2		Departamento:	MANTENIMIENTO		Emitido por:		Armando Gasca						
PLAN:			DO:			ACT:								
Código de actividad	No. Item	ET / Area	Indicador / Iniciativa:	Acción(es):	Responsable:	Fecha	Fecha Prog.	Programación						
						Inicio	cierre	Avance						
								20%	40%	60%	80%	100%		
G	1	MAZDA	MTTR/MTBF	Habilitación de drive indramat	Armando Gasca	11/05/2021	11/05/2021	Plan						
						Real								
2	Mandar ejes a posición de datum y de carga			Armando Gasca	11/05/2021	11/05/2021	Plan							
				Real										
3	3			Cambio de drive y mandar reparar el dañado	Armando Gasca	11/05/2021	16/05/2021	Plan						
					Real									
G	4			Realizar programa de servicios de mantenimiento electrónico anual a drives con proveedor y tener una refacción para cambio rápido	Armando Gasca	11/05/2021	16/05/2021	Plan						
					Real									

Ilustración 31 PDCA con acciones preventivas 2.

Fuente: Arbomex

También se trabajó mediante los manuales (ilustraciones 32, 33) de la máquina de donde se obtiene información de mantenimientos preventivos dada por el fabricante, para así de esta manera ayudar a alimentar y reforzar las tareas de mantenimiento que se tienen y que faltaban.



En la ilustración 32, se presenta un manual de la maquinaria de donde se obtiene información.

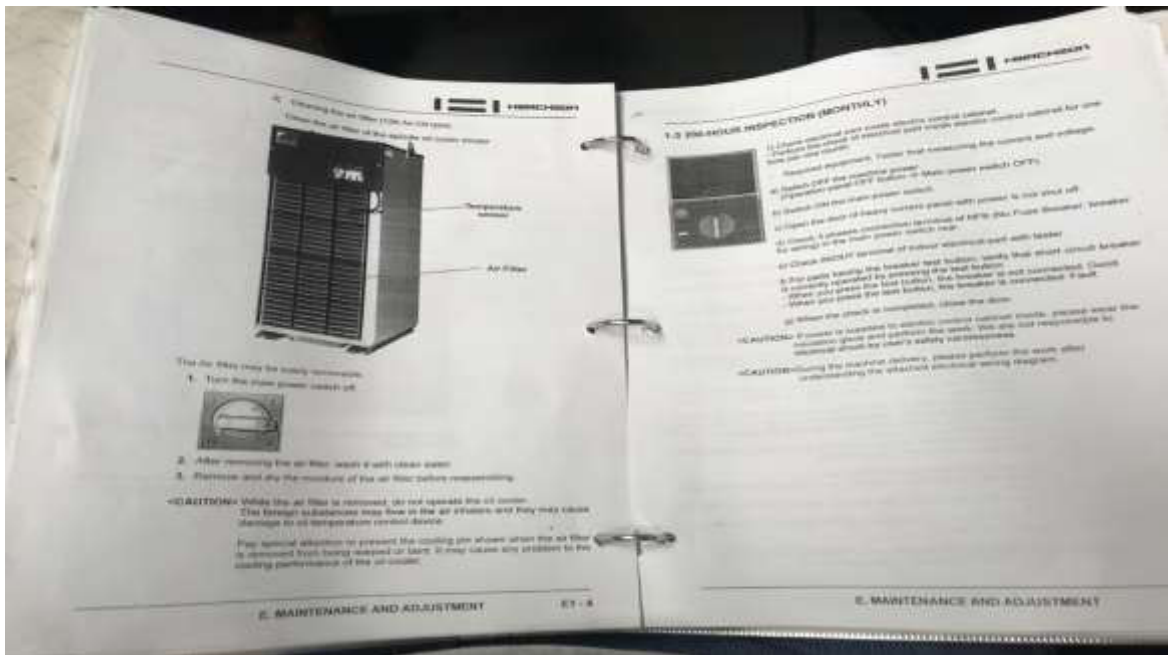


Ilustración 32 Manuales de maquina 1.

Fuente: Arbomex.

En la ilustración 33, se presenta un manual de la maquinaria de donde se obtiene información.

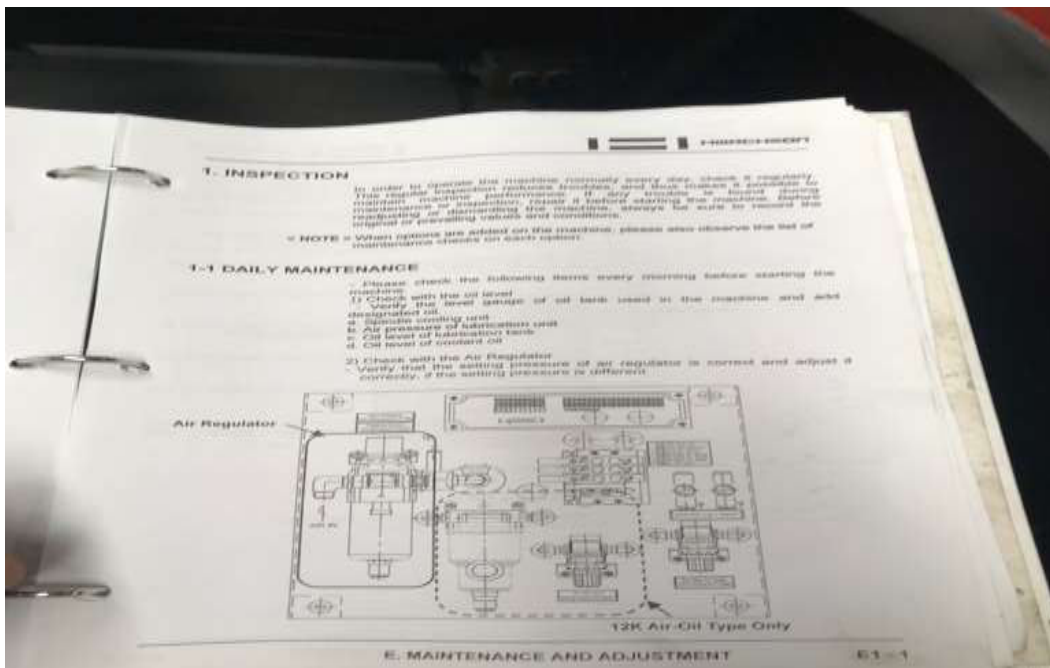


Ilustración 33 Manuales de maquina 2.

Fuente: Arbomex.

En la ilustración 34, se muestra la gaveta de manuales donde se resguardan estos documentos.



Ilustración 34 Gaveta de manuales

Fuente: Arbomex.

De igual manera se obtiene información sobre mantenimiento autónomo de unas placas que están en la máquina (ilustraciones 35, 36) que ayudaron a integrar tareas nuevas a las rutinas.

En la ilustración 35, se muestra una placa que se encuentra en una de las máquinas de donde se obtiene más información.

**PREVENTIVE MAINTENANCE FOR THE MACHINE**

☞ = Daily		☞ = Weekly		☞ = Months	
1	Check operating pressure of hydraulic unit daily 10 to 12 bar	10	Check the tension in Wheel Head and workhead belts	18	☞ = 6 M Change filter element on Power Pack
2	Check operating pressure of lubrication line for X - axis daily 0.3 to 0.7 bar	11	Check oil level in hydraulic and lubrication tank 20 lit (optional)	19	☞ = 6 M First time Fill Up Power Pack with Oil IOC Servoway H68/Castrol-Magna BDX68/SHELL-Tonna T88
3	Check operating pressure of lubrication line for Z - axis daily 0.2 to 0.7 bar	12	Check coolant level in tank	20	☞ = 12 M Check state of seals and 'O' Ring for workhead
4	Drain out coolant from Coolant-oil Separator Box	13	Check oil level in CENLUB unit (Option)	21	☞ = 24 M Replace the seals and 'O' Ring for workhead
5	Check for proper Lubrication in Wheel head through the oil sight glass. Top Up if necessary	14	Check level of Oil in oil sight glass of Work Head (Only Hyd Dynamic Workhead)	22	☞ = 3 M Clean Filter on Wheel Head Replace filter if Damaged
6	Clean the coolant & grinding dust on Tail stock Quill for smooth operation and oil after work, to prevent rusting	15	Clean coolant Dump Tank	23	☞ = 12 M Check state of wiper seals for tailstock quill
7	Check for proper lubrication of Table Guideways through the oil sight glass	16	Clean Drain vent in With Cover Brackets	24	☞ = 24 M Replace the wiper & seals for tail stock quill and hyd. cylinder
8	Check Operating pressure of air purging unit daily 0.5 to 0.8 bar	17	Clean Out machine centers from PEG unit		☞ = 1 M Fill up with the recommended coolant SHELL SUPERS CUT PLUS 3-5% emulsion
9	Check air pressure of air purging for Glass scale unit daily 0.5 to 0.8 bar				☞ = 6 M Replace Wheel Head Oil Oil used: IOC Servoway 2

Ilustración 35 Placa de información de mantenimiento preventivo 1.

Fuente: Arbomex.

En la ilustración 36, se muestra una placa que se encuentra en una de las máquinas de donde se obtiene más información.

**PREVENTIVE MAINTENANCE FOR THE MACHINE**

☞ = Daily		☞ = Weekly		☞ = Months	
1	Check operating pressure of hydraulic unit daily 10 to 12 kgf/cm <sup>2</sup>	8	Check the tension in Wheel Head and work head belts	15	☞ = 6 M Change filter element on Power Pack
2	Check operating pressure of lubrication line for X - axis daily 0.3 to 0.7 Bar	9	Check oil level in hydraulic and lubrication tank 20 lit (optional)	16	☞ = 6 M First time Fill Up Power Pack with Oil IOC Servoway H68/Castrol-Magna BDX68/SHELL-Tonna T88
3	Check operating pressure of lubrication line for Z - axis daily 0.2 to 0.7 Bar	10	Check coolant level in tank	17	☞ = 12 M Check state of seals and 'O' Ring for workhead
4	Drain out coolant from Coolant-oil Separator Box	11	Check oil level in CENLUB unit (Option)	18	☞ = 24 M Replace the seals and 'O' Ring for workhead
5	Check for proper Lubrication in Wheel head through the oil sight glass. Top Up if necessary	12	Check level of Oil in oil sight glass of Work Head (Only Hyd Dynamic Work Head)	19	☞ = 3 M Clean Filter on Wheel Head Replace filter if Damaged
6	Clean the coolant & grinding dust on Tail stock Quill for smooth operation and oil after work, to prevent from rusting	13	Clean coolant Dump Tank	20	☞ = 12 M Check state of wiper seals for tail stock quill
7	Check for proper lubrication of Table Guideways through the oil sight glass			21	☞ = 24 M Replace the wiper & seals for tail stock quill and hyd. cylinder
					☞ = 1 M Fill up with the recommended coolant 3-5% emulsion
					☞ = 6 M Replace Wheel Head Oil Oil used: IOC Servoway 2

Ilustración 36 Placa de información de mantenimiento preventivo 1.

Fuente: Arbomex.

Con el trabajo realizado se integran nuevas actividades (ilustraciones 37, 38) a los programas preventivos de las maquinas ya mencionadas con anterioridad, que fueron las que tuvieron más eventos en el año anterior y se atacaron con la finalidad de que el indicador MTBF mejorar y se alcanzara el objetivo plasmado para este proyecto.

**ARBOMEX**

**PROGRAMA DE MTTD. PREVENTIVO MAZDA**

MAQUINA / PALADORA NO. 940 PERIODO BIMESTRAL  
TIEMPO PLANEADO






PUNTOS DE REVISION	MEDICIONES / COMENTARIOS
1-LIMPIEZA DE ABRILLA	
2-REVISION DE LUBRICACION HASTA PUNTO DE APLICACION	
3-LIMPIEZA Y ENGRASE DE TRANSPORTADOR	
4-LIMPIEZA Y LUBRICACION DE TORNILLO ENRALLADO	
5-RETIRAR EXCESOS DE LIJAS Y LUBRICACION DEL SISTEMA DE EXTRACCION	
- Limpieza de terminales de sensores	
- verificar funcionamiento de sensores inx	
- verificar funcionamiento de sensores Gankx y grifer	
- verificar funcionamiento de sensores Corberamb	
- verificar funcionamiento de sensores elevador	
- verificar funcionamiento sensores de sistema de bases	
- Limpieza de atornilladores	
- Rellenar grado de lubricacion del sistema.	

OBSERVACIONES GENERALES:

---

**TRABAJO REALIZADO MANTENIMIENTO**      **TRABAJO RECIBIDO PRODUCCION**

NOMBRE Y FIRMA \_\_\_\_\_ NOMBRE Y FIRMA \_\_\_\_\_  
 FECHA DE EJEC \_\_\_\_\_ SEMANA DE INICIO/OTI \_\_\_\_\_ 26  
 TURNO \_\_\_\_\_

1-MQ-000 REV 3 Comisión

Ilustración 37 Integración de tareas a programas preventivos 1 (manera física).

Fuente: Arbomex

En la ilustración 38, se muestran actividades que se integran al programa de mantenimiento preventivo.

**ARBOMEX**  
PROGRAMA DE MTO. PREVENTIVO MAZDA  
MAQUINA : CENTRO DE MAQUINADO NO. 832 PERIODO: SEMESTRAL  
TIEMPO PLANEADO:

PUNTOS DE REVISION	MEDICIONES / COMENTARIOS
1-Cambio de silenciadores valvula de alta presion	
2-Verificar estado y/o recondicionamiento soportes de camastillo	
3-Cambio de tornillos de fijacion de cilindros de porta hta	
4-Verificar apriete de contrabuerca de ajuste de altura de camastillo de cilindros	
5-Verificar estado/ cambio de manometros	
- Verificar funcionamiento de de sensora de camastillo	
- Veri fijacion y conexiones de fijas en electrovalvulas	
- Limpieza o cambio de silenciadores de electrovalvulas	
- Cambio de bridas de succion de bozias	

OBSERVACIONES GENERALES:

TRABAJO REALIZADO MANTENIMIENTO: NOMBRE Y FIRMA: FECHA DE EJEC.: TURNO:

TRABAJO RECIBIDO PRODUCCION: NOMBRE Y FIRMA: SEMANA DE IMPRECCION: 19

199  
EQ-005

Emisión: 2010  
Revisión: 1.0

Ilustración 38 Integración de tareas a programas preventivos 2 (manera física).

Fuente: Arbomex

Al contar con las tareas definidas, se procede a integrarlas a los archivos de manera digital (ilustraciones 39, 40, 41, 42) para que ya sean actividades a realizar cada que se deba hacer la rutina.

En los anexos 3, 4, 5, 6, 7, 8 se muestran más hallazgos encontrados en las rutinas preventivas y sus actividades que se integraron.

En la ilustración 39, se muestran el archivo digital con nuevas tareas de mantenimiento agregadas.

<b>ARBOMEX</b>	
<b>PROGRAMA DE MTT. PREVENTIVO MAZDA</b>	
MAQUINA : <u>PULIDORA</u>	NO. <u>940</u>
PERIODO: <u>BIMESTRAL</u>	
TIEMPO PLANEADO:	
PUNTOS DE REVISION	MEDICIONES / COMENTARIOS
1-LIMPIEZA DE MIRILLA	
2-REVISION DE LUBRICACION HASTA PUNTO DE APLICACIÓN	
3-LIMPIEZA Y ENGRASE DE TRANSPORTADOR	
4-LIMPIEZA Y LUBRICACION DE TORNILLO EMBALADO	
5-RETIRAR EXCESOS DE LIJAS Y LUBRICACION DEL SISTEMA DE EXTRACCION	
6-LIMPIEZA DE TERMINALES DE SENSORES	
7-VERIFICAR FUNCIONAMIENTO SENSORES INDEX	
8-VERIFICAR FUNCIONAMIENTO SENSORES GANTRY, GRIPPER	
9-VERIFICAR FUNCIONAMIENTO SENSORES CONTRAPUNTO	
10-VERIFICAR FUNCIONAMIENTO SENSORES ELEVADOR	
11-VERIFICAR SENSORES DE SISTEMA DE BRAZOS DE AVANCE - RETROCESO	
12-LIMPIEZA DE ELECTROVALVULAS	
13-RELLENAR GRASA DE LUBRICACION DEL SISTEMA	
OBSERVACIONES GENERALES :	
TRABAJO REALIZADO MANTENIMIENTO	TRABAJO RECIBIDO PRODUCCION
NOMBRE Y FIRMA: _____	NOMBRE Y FIRMA : _____
FECHA DE EJEC: _____	SEMANA DE IMPRESIÓN: _____
TURNO: _____	
EPP:	
	
<b>ORDENADO DE SEGURIDAD</b>	Protección obligatoria de las manos
	
	Protección obligatoria de los pies
	
	Protección obligatoria del oído
	
	Protección obligatoria del cuerpo

Ilustración 39 Integración de tareas a programas preventivos 1 (manera electrónica).

Fuente: Arbomex

En la ilustración 40, se muestran el archivo digital con nuevas tareas de mantenimiento agregadas.


<b>ARBOMEX</b>	
<b>PROGRAMA DE MTT. PREVENTIVO MAZDA</b>	
MAQUINA : <u>CENTRO DE MAQUINADO</u>	NO. <u>832</u>
PERIODO: <u>SEMESTRAL</u>	
TIEMPO PLANEADO:	
PUNTOS DE REVISION	MEDICIONES / COMENTARIOS
1-Cambio de silenciadores valvula de alta presion	
2-Verificar estado y/o reacondicionamiento soportes de canastilla	
3-Cambio de tornillos de fijacion de cilindros de porta hta	
4-Verificar apriete de contratuerca de ajuste de altura de canastilla de cilindros	
5-Verificar estado/ cambio de manómetros	
6-Verificar estado de sensores de canastilla	
7-Verificar estado y/o cambiar switch de llave de editar	
8-Verificar Fugas de aire de electrovalvulas	
9-Limpieza y cambio en caso necesario de silenciadores de electrovalvulas	
OBSERVACIONES GENERALES :	
<b>TRABAJO REALIZADO MANTENIMIENTO</b>	<b>TRABAJO RECIBIDO PRODUCCION</b>
NOMBRE Y FIRMA: _____	NOMBRE Y FIRMA: _____
FECHA DE EJEC: _____	SEMANA DE IMPRESIÓN: _____
TURNO: _____	
EPP:	
	
CAJAS DE SEGURIDAD	Protección obligatoria de las manos
	
	Protección obligatoria de los pies
	
	Protección obligatoria del oído
	
	Protección obligatoria del cuerpo

Ilustración 40 Integración de tareas a programas preventivos 2 (manera electrónica).

Fuente: Arbomex

Además, también se crea programa preventivo para la maquina 168 que no contaba con ninguna actividad de mantenimiento y se muestra en la ilustración 41.






<b>ARBOMEX</b>	
<b>PROGRAMA DE MTT. PREVENTIVO MAZDA</b>	
MAQUINA : <u>TORNO MORI SEIKI</u>	NO. <u>168</u>
PERIODO: <u>MENSUAL</u>	
TIEMPO PLANEADO:	
PUNTOS DE REVISION	MEDICIONES / COMENTARIOS
1-Correccion de fugas en conexiones neumaticas, hidraulicas y <i>lubricación</i>	
2-Corregir fugas de refrigerante	
3-Reacondicionamiento ventilador y motor bomba de refrigerante	
4-Limpieza de motor bomba de soluble	
5-Limpieza en succion a bomba de refrigerante	
6-Eliminar lodo acumulado en mapara a bomba de refrigerante	
7-Limpieza y lubricación a guias corredera de puerta	
8-Retirar viruta en interior de máquina	
9-Lubricar guias de guardas telescópicas en general	
10-Completar tornilleria de guardas	
11-Limpieza de disipadores de calor de motor hidraulico	
12-Limpieza de motores transportadores de rebaba	
13-Verificar funcionamiento y estado sensores de chuck	
OBSERVACIONES GENERALES :	
<b>TRABAJO REALIZADO MANTENIMIENTO</b>	<b>TRABAJO RECIBIDO PRODUCCION</b>
NOMBRE Y FIRMA: _____	NOMBRE Y FIRMA: _____
FECHA DE EJEC: _____	SEMANA DE IMPRESIÓN: _____
TURNO: _____	
EPP:	
 <b>GUARDARRETO DE SEGURIDAD</b>	 <b>Protección obligatoria de las manos</b>
 <b>Protección obligatoria de los pies</b>	 <b>Protección obligatoria del oído</b>
 <b>Protección obligatoria del cuerpo</b>	

Ilustración 41 Programa preventivo mensual maquina 168.

Fuente: Arbomex



En la ilustración 42, se muestra el programa nuevo de mantenimiento que se crea para la maquina 168.






<b>ARBOMEX</b>	
<b>PROGRAMA DE MTTO. PREVENTIVO MAZDA</b>	
MAQUINA : <u>TORNO MORI SEIKI</u>	NO. <u>168</u>
PERIODO: <u>TRIMESTRAL</u>	
TIEMPO PLANEADO:	
PUNTOS DE REVISION	MEDICIONES / COMENTARIOS
1-Verificar lubricacion hasta puntos de aplicación	
2-Retirar exceso de aceite en guias de ejes	
3-Destapar barridos de refrigerante	
4-Retirar guardas, validar y lubricar tornillos embalados	
5-Revizar que no presente fuga de aceite y actuado de vastago de suministro de soluble en torreta (cambio de orings)	
6-Verificar accionamiento/limpieza de valvulas hidraulicas	
7-Verificar estado y/o cambio de filtro para llenadode aceite (hidraulico y lubricación)	
8-Verificar funcionamiento interruptor de presión	
9-Verificar funcionamiento de sensores de puerta izquierda y derecha.	
OBSERVACIONES GENERALES :	
<b>TRABAJO REALIZADO MANTENIMIENTO</b>	<b>TRABAJO RECIBIDO PRODUCCION</b>
NOMBRE Y FIRMA: _____	NOMBRE Y FIRMA: _____
FECHA DE EJEC: _____	SEMANA DE IMPRESIÓN: _____
TURNO: _____	
EPP:	
	
Protección obligatoria de los ojos	Protección obligatoria de las manos
	
Protección obligatoria de los pies	Protección obligatoria del oído
	Protección obligatoria del cuerpo

Ilustración 42 Programa preventivo trimestral maquina 168.

Fuente: Arbomex

Con las actividades que se realizaron se presentan los resultados obtenidos respecto al indicador MTBF.

En la ilustración 43, se muestra la gráfica con los resultados de MTBF del 2020.

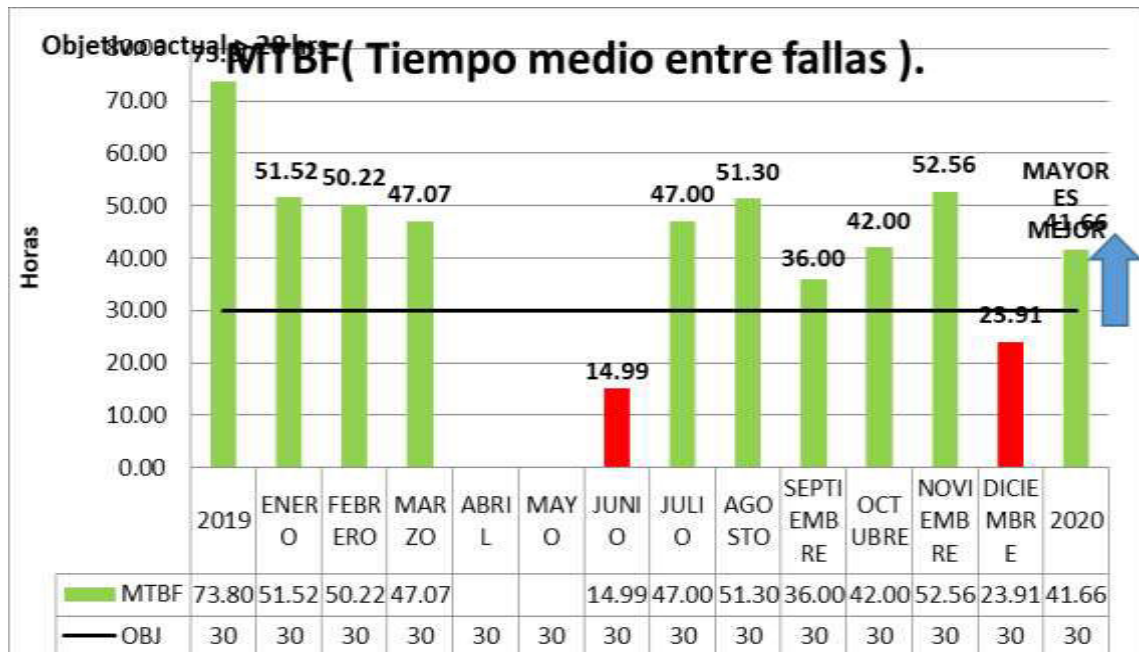


Ilustración 43 Indicador MTBF año 2020.

Fuente: Arbomex

En la ilustración 44, se muestra la gráfica con los resultados del MTBF hasta junio del 2021.

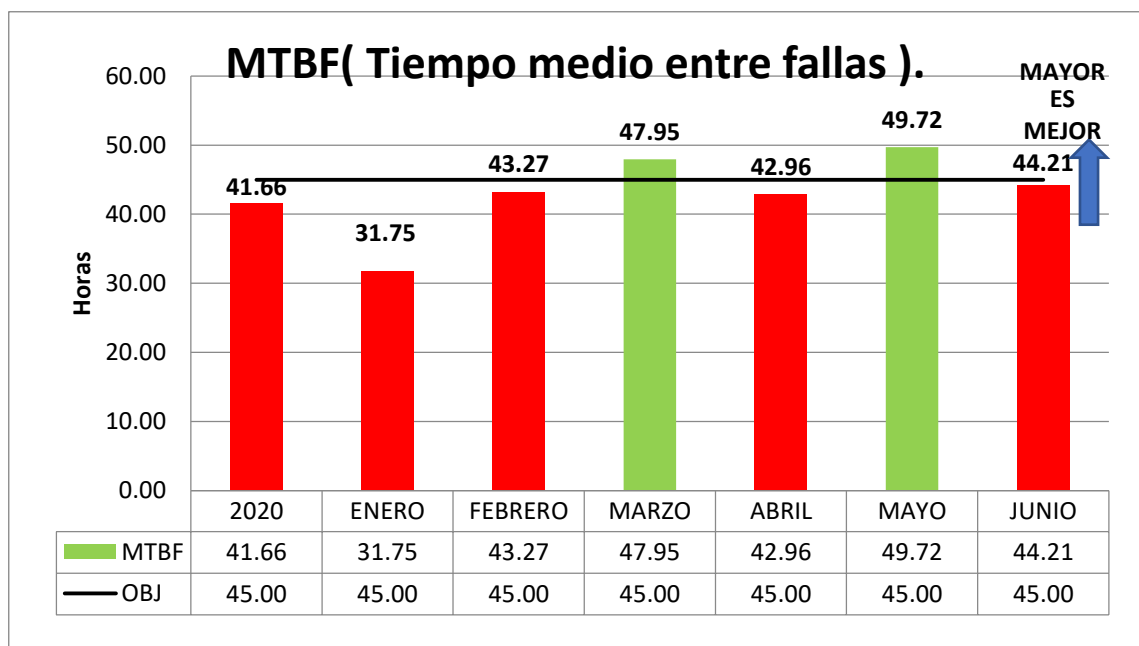


Ilustración 44 Indicador MTBF año 2021.

Fuente: Arbomex

Como resultado promedio que se tiene en 2020 para el MTBF en la ilustración 43 es de 41.66 horas para este indicador.

Para 2021 se traza un objetivo de 45 horas para este indicador, en la ilustración 44, se puede observar que solo en los meses de marzo y mayo se logra cumplir con el objetivo y solo se dio seguimiento hasta el mes de junio.

En contraste con el año anterior se mejora el indicador con 41.6 horas a 43.31 horas con un aumento de 1.71 horas.

Mas sin embargo no se llega a cumplir con el objetivo plasmado ya que se tenía planeado cumplir con un promedio de 45 horas y se obtiene solo ese objetivo en los meses ya mencionado y no como promedio.

#### 5.4 Mejora de indicador MTTR con objetivo de 6.93hrs a 3hrs.

Como primera actividad que se realizó para el cumplimiento de este objetivo, se crea la lista de refacciones (ilustraciones 45, 46, 47), donde se plasmó información necesaria sobre cada refacción, cabe destacar que el documento aún no está completo debido al tiempo del proyecto, pero ya cuenta con gran avance y relevancia en el desempeño del área.

En la ilustración 45, se muestra una parte de la lista de refacciones creada.

codigo	descripcion	modelo	marca	ubicacion
5005447	BOMBILLA DE 130V 5W			
5002138	Sensor Tipo: NBB8-18GM50-E2-V1. Marca: Pn	NBB8-18GM50-E2-V1	PEPPERL	
5003133	Sensor Tipo: OBT300-18GM60-E3-V1 N/P	OBT300-18GM60-E3-V1	PEPPERL	
5004788	SENSOR CONEXION M12 8MM PNP M12 NP: NBB8-18GM10-E2-V1 MCA:	NBB8-18GM10	PEPPERL & TUOH	
5003388	FILTRO DE LINEA SCREEN HIGH STRENGTH SAFETY	EA3723	LANDIS	
5004988	SENSOR DE TEMPERATURA NP: TR7432 MCA: IF	TR7430	IFM	
5004979	DETECTOR DE PRESSION NP: LK7023 MCA: IFM	LK7023	IFM	
5004696	DETECTOR DE CAUDAL 24V PNP NO/NC NO: 313010	313010	IFM	
5004993	604024 Cables M12 con conexion, codo 2 metros L 2,000 PZA	V1-W-E2-20-PUR	PEPPERL	
5004718	DETECTOR DE PRESSION A-400 BAR CONEXION I	PN7270	3004718	
5001724	FUSIBLES 45A N/P FRS-R-45. Passtron B	FRS-R-45	BUSSMAN	
5001725	FUSIBLES 5A N/P FRS-R-5. Passtron Bas	FRS-R-5	BUSSMAN	
5001790	FUSIBLES 11A N/P FRS-R-15	FRS-R-15	BUSSMAN	
5003224	FUSIBLES 15A FRN-R-15. BUSSMAN	BUSSMAN	BUSSMAN	
5003724	FUSIBLE CLASE RK5 5 AMP NP: FRN-R-5 MCA: L 3,000 PZA	FRN-R-5	BUSSMAN	
5003725	FUSIBLE CLASE RK5 10 AMP NP: FRN-R-10 MC L 3,000 PZA	FRN-R-10	BUSSMAN	
5003732	FUSIBLE FRN-R-20 FUSIBLE DE 20A	FRN-R-20	BUSSMAN	
5005009	FUSIBLE CLASE RK5 8 AMP NP: FRS-R-8 MCA:	FRS-R-8	BUSSMAN	
5005014	FUSIBLE CLASE RK 125AMP NP: FRS-R-125 MC	FRS-R-125	BUSSMAN	
5005015	FUSIBLE CLASE RK5 175 AMP NP: FRS-R-175	FRS-R-175	BUSSMAN	
5005019	FUSIBLE CLASE RK5 25 AMP NP: FRS-R-25 MC	FRN-R-25	BUSSMAN	
5005435	VENTILADOR EXT PARA DRIVE INDRAMAT 115V	LUEFTERWEHRT QUERSTRUM 115V	INDRAMAT	EN DISIPADORES DE DRIVES DE GANTRY

Ilustración 45 Lista de refacciones 1.

Fuente: Arbomex

En la ilustración 46, se muestra una parte de la lista de refacciones creada.

1	codigo	Descripcion	modelo	marca	UBICACION	DESCRIPCION
2	5004738	SENSOR CONEXION M12 3MM PNP M12 NP: NBB6-18GM30-E2-V1 MCA:	NBB6-18GM30	PEPPERL & FUCHS	DETECTADO DE GIRO DE PIEZA	SENSOR 18MM CON CONECTOR M12, 3 HILO 3MM DE SENSADO Y 30 MM DE LARGO
3	5004738	SENSOR CONEXION M12 3MM PNP M12 NP: NBB6	NBB6-12GM50	PEPPERL & FUCHS	DETECTADO STEADYS, PUSHERS	SENSOR 12MM CON CONECTOR M12, 3 HILO 3MM DE SENSADO Y 30 MM DE LARGO
4	5002139	Sensor Tipo: NBB4-12GM50-E2-V1, 3/P, 30	NBB4-12GM50-E2	PEPPERL		SENSOR 12MM CON CONECTOR M12, 3 HILO 3MM DE SENSADO Y 30 MM DE LARGO
5	5004988	SENSOR DE TEMPERATURA NP TR7432 MCA: F	TR7430	IFM		
6	5004730	CABLE AMARILLO CONEXION RECTA 7/8" 4 PV	V54-6-V54M	PEPPERL		
7	5004989	CABLE AMARILLO CONEXION CODO 4 PINES NP: V54-W-YEAM-STOOW		PEPPERL & FUCHS		
8	5004991	CABLE AMARILLO CONEXION CODO NP: V55-W-Y	V55-W-Y4M	PEPPERL		
9	5004661	Fuente de poder (TVDS) S-15-031L		INDRAMAT		
10	5005027	CONECTOR 108/MATICO: 1/4-8	CONECTOR RECTO 8MM-1/4			
11	5005044	CONECTOR CODO 108/MATICO: 1/4-8	CONECTOR CODO 8MM-1/4			
12	5001729	FUSIBLE CLASE R10 2 AMP NP: FR5-R-2 MCA: BUSSMAN		BUSSMAN		
13	5003988	FILTRO DE LINEA SCREEN HIGH STRENGTH SAFETY	GA3723	LANDIS		FILTRO DE LINEA HIDROSTATICO Y LUBRICAC MUSILO
14	5005685	SWITCH PFCWARTY 052507M MCA: GRACO	58377	GRACO	SENSOR DE BLOQ LUBRICACION	DE 24V DC
15	5005011	FUSIBLE CLASE R15 50 AMP NP: FR5-R-50 MC	FRN-R-50			
16	5005445	VALVULA AZUL 0290A017	0290A017	ASCO	SOLUBLE	
17	5005124	FUSIBLES BUSSMAN FRN-R-5	FRN-R-5	BUSSMAN		
18	5005125	FUSIBLES BUSSMAN FRN-R-10	FRN-R-10	BUSSMAN		
19	5005000	ELECTROVALVULA NEUMATICA NP: V5N2120R-3D				

Ilustración 46 Lista de refacciones 2.

Fuente: Arbomex

En la ilustración 47, se muestra una parte de la lista de refacciones creada.

1	codigo	Descripcion	modelo	marca	cantidad	estatus	
2	207049	Lubricante vacra 2L 1.000 PZA		MOBIL	1		
3	207053	Lubricante DT24L		MOBIL	1		
4	5005044	Conector CODO a manguera de 8mm 1/8NPTC			1		
5	5005042	GUARDAMOTOR 1 - 1.6 AMP NP: 140M-C2B-B10	140M-C2B-B10	ALLEN BRADLEY	2		
6	5005043	GUARDAMOTOR 2.5 - 4 AMP NP: 140M-C2B-B40	140M-C2B-B40	ALLEN BRADLEY	2		
7	5005044	GUARDAMOTOR 14.5 - 20 AMP NP: 140M-C2B	140M-C2B	ALLEN BRADLEY	3		
8	5005046	GUARDAMOTOR 6.3 - 10 AMP NP: 140M-C2B-C	140M-C2B-C10	ALLEN BRADLEY	3		
9	5005047	GUARDAMOTOR 4 - 6.3 AMP NP: 140M-C2B-B6	140M-C2B-B63	ALLEN BRADLEY	2		
10	5005051	CONTACTO ALUMINUM 15A 1 NO NP: 100FA13 M	100FA13 M	ALLEN BRADLEY	2		
11	5005013	CONTACTOR 110 AMP NP: 100-D113B211 MCA	100-D113B211	ALLEN BRADLEY	3		
12	5005195	Rodamiento NN309K					
13	5005245	Retes 28447s7					
14	5005196	Rodamiento 7204					
15	<b>REFACCIONES EN VARIAS MAQUINAS</b>						
16	5005060	CONTACTOR 12 AMP BOBINA 120 VAC NP: 100-	100C12D10	ALLEN BRADLEY	3		
17	5005061	CONTACTOR 12 AMP BOBINA 24 VDC NP: 100-C	100C12F10	ALLEN BRADLEY	3		
18	5002010	ROTORI HONGO ROJO SOSTENIDO ZB48534 SCHNE	ZB48534	SCHNEIDER	22MM	5002010+5002226 +5002911	
19	5002812	CONTACTO ZBE-101 SCHNEIDER	ZBE-101	SCHNEIDER	22MM	NORMALMENTE ABIERTO	
20	5002911	CONTACTO ZBE-102 SCHNEIDER	ZBE-102	SCHNEIDER	22MM	NORMALMENTE CERRADO	
21	5005226	BASE PARA ROTORES ZB482009 SCHNEIDER	ZB482009	SCHNEIDER	22MM	10	

Ilustración 47 Lista de refacciones 3.

Fuente: Arbomex

También se realiza el alta de refacciones nuevas en el almacén, esto para contar con cambios rápidos y generar una respuesta vertiginosa y efectiva antes las averías de máquinas generando un mejoramiento en el indicador

En la ilustración 48, se muestran algunas de las altas de nuevos materiales y/o refacciones.

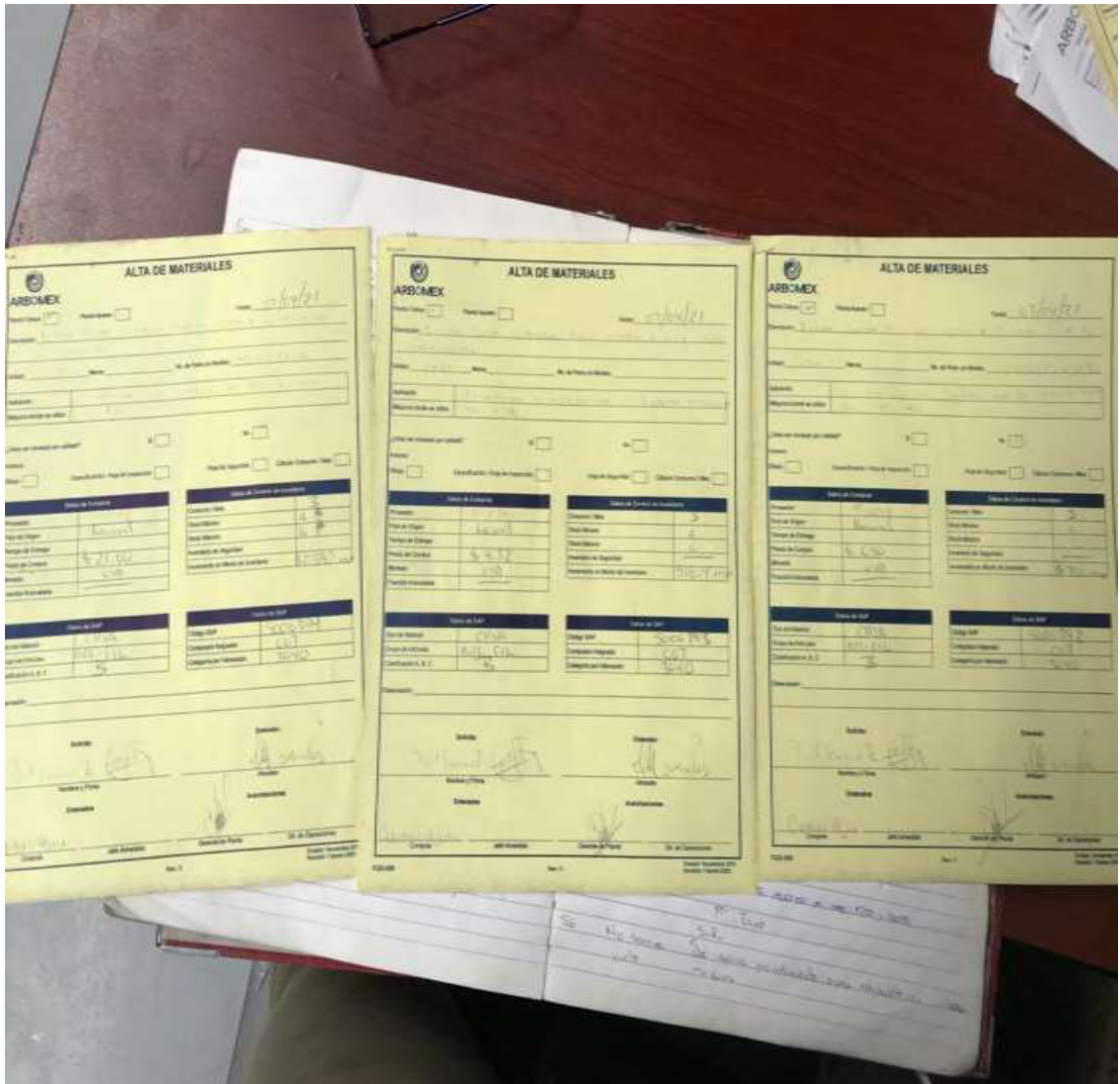


Ilustración 48 Alta de refacciones 1.

Fuente: Arbomex

En la ilustración 49, se muestran algunas de las altas de nuevos materiales y/o refacciones.

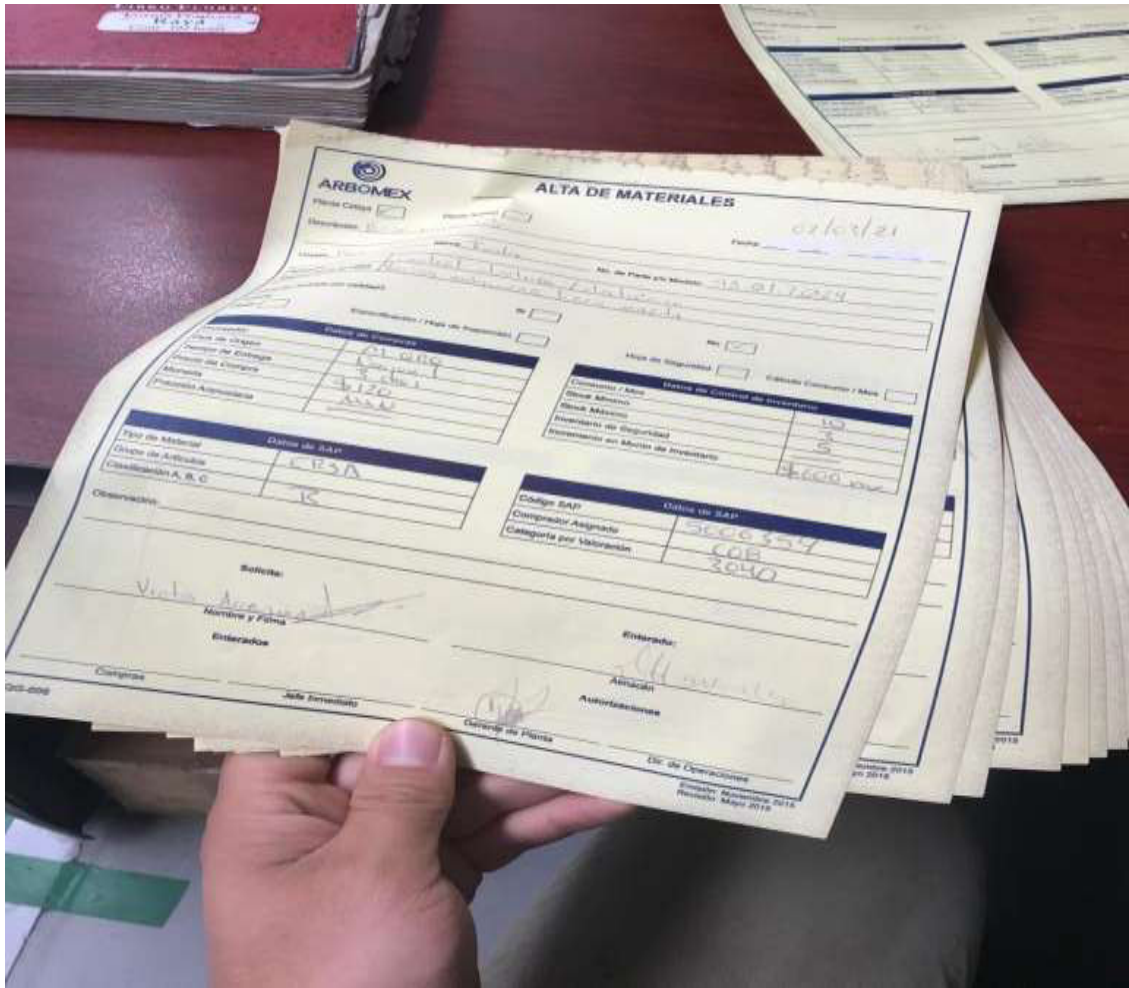


Ilustración 49 Alta de refacciones 2.


Fuente: Arbomex

Ahora se cuenta con 21 refacciones nuevas dadas de alta en almacén y que estarán disponibles para poder realizar cambios rápidos y así disminuir el tiempo de paro en maquinaria y que sea más rápido el tiempo de reparación. Para la realización del alta de dichas refacciones primero se especifica dentro del formato FQG-006 la descripción y datos en general de la refacción, así como el stock que se requiere, después se tiene que firmar por el que solicita la refacción, seguido de esto se debe solicitar la firma de gerencia y así después poder pasar al almacén donde será firmado por el encargado y por el gerente de compras, y ya con esas firmas se libera la compra de la refacción. Cabe destacar que solo para compras que excedan los 50 dólares se requiere firma del director de operaciones.

Así mismo se realiza la actividad de dar seguimiento a los PDCA para completar y cerrar los círculos de la calidad y poder lograr la mejora continua en el departamento.

En la ilustración 50, se muestra un PDCA antes de realizar seguimiento.

**PDCA**



Indicador / Referencia: **ME-267 FUGA DE ACEITE** Última Revisión: **12/01/2020**

Planta:	MAQUINADO 2	Departamento:	MANTENIMIENTO	Emitted por:	ARMANDO GASCA									
PLAN:		DO:		ACT:										
Cód. de planta	No. ITEM	ET / Area	Indicador / Inicialiva:	Acción(es):	Responsable:	Programación								
						Fecha Inicio	Fecha Prog. cierre	Avance						
						20%	40%	60%	80%	100%				
G	1	MAZDA	MTTR/MTBF	CAMBIO DE MANGUERA DE LUBRICACION DE HUSILLO	ARMANDO GASCA	11/01/2020	11/01/2020	Plan						
										Real				
G	2					PEDIR MANGUERAS DE REPUESTO	ARMANDO GASCA	11/01/2020	11/01/2020	Plan				
										Real				
G	3			COLDCAR SUJECCION PARA EVITAR ROSE CON PARTES MECANICAS	ARMANDO GASCA	11/01/2020	11/01/2020	Plan						
								Real						
G	4				ARMANDO GASCA	11/01/2020	11/01/2020	Plan						
								Real						

Ilustración 50 PDCA antes de seguimiento 1.

Fuente: Arbomex

En la ilustración 51, se muestra un PDCA antes de realizar seguimiento.

Comentarios	Fecha Cierre Real	CHECK: Revisión:		Revisión:		Comentarios de la revisión
		Por:	Fecha:	Por:	Fecha:	
		ciones tomadas efectivas? (Revisión)				

Ilustración 51 PDCA antes de seguimiento 2.

Fuente: Arbomex

En la ilustración 50, se observa la primer parte del documento PDCA que se llenaba correctamente pero la segunda parte (ilustración 51) que corresponde a REVISAR y ACTUAR, se tenia en el olvido y nunca se concretaban por lo que los círculos de la calidad nunca se cerraba y no se observaba mejoras en la parte de evitar que los problemas volvieran a aparecer.

Ahora se lleva un seguimiento de los PDCA ayudando a seguir mejorando las actividades del departamento de mantenimiento, determinando acciones efectivas, acciones correctivas y acciones preventivas.

En la ilustración 52, se muestra un PDCA después de realizar seguimiento.

**PDCA**

Indicador / Referencia: **ME-168 DPERL 75 (THRUST ACE) NO DETECTA PUERTA ABIERTA SENSOR Última Revisión: 05/04/2021**

Planta: <b>MAQUINADO 2</b>		Departamento: <b>MANTENIMIENTO</b>		Exitado por: <b>ARMANDO GASCA</b>		ACT:							
PLAN:				DD:		Programación							
Código de artículo	No. Item	ET / Area	Indicador / Iniciativa:	Acción(es):	Responsable:	Fecha Inicio	Fecha Prog. cierre	Plan	Avance				
								20%	40%	60%	80%	100%	
G	1	MAZDA	MITRIMTB	REVISION DE CABLEADO DE SENSOR DE PUERTA ABIERTA DERECHA	ARMANDO GASCA	05/04/2021	05/04/2021	Plan					
				Real									
G	2			REVISION DE SENSOR DE PUERTA ABIERTA DERECHA	ARMANDO GASCA	05/04/2021	05/04/2021	Plan					
				Real									
G	3			CORRECCION DE FALSO CONTACTO EN SENSOR DE PUERTA ABIERTA IZQUIERDA	ARMANDO GASCA	05/04/2021	05/04/2021	Plan					
		Real											
G	5			ACTIVIDAD PREVENTIVA REVISION DE FUNCIONAMIENTO DE SENSOR DE PUERTA TRIMESTRAL	ARMANDO GASCA	05/04/2021	05/04/2021	Plan					
								Real					

Ilustración 52 PDCA después de seguimiento 1.

Fuente: Arbomex

En la ilustración 53, se muestra un PDCA después de realizar seguimiento.

Comentarios	Fecha Cierre Real	CHECK:		¿Acciones tomadas efectivas? (Revisión):		Comentarios de la revisión
		Por:	Fecha:	Por:	Fecha:	
		Por:	Fecha:	Por:	Fecha:	
SE REvisa Y CAMBIA CABLEADO DE SENSOR	05/04/2021	ARMANDO GASCA	09/04/2021	Ricardo Morales	12/04/2021	La acción correctiva fue efectiva no ha vuelto a presentar la falla.
SE REVISÓ Y SE CAMBIO EL SENSOR DE PUERTA	05/04/2021	ARMANDO GASCA	09/04/2021	Ricardo Morales	12/04/2021	La acción correctiva fue efectiva no ha vuelto a presentar la falla.
SE DETECTA UN FALSO CONTACTO Y SE CORRIGE.	05/04/2021	ARMANDO GASCA	09/04/2021	Ricardo Morales	12/04/2021	La acción correctiva fue efectiva no ha vuelto a presentar la falla.
SE ANEXA ACTIVIDAD DE REVISION DE SENSOR EN RUTINAS PREVENTIVAS TRIMESTRALES.	05/04/2021	ARMANDO GASCA	09/04/2021	Ricardo Morales	12/04/2021	Ya se tiene integrada la acción preventiva en las rutinas.

Ilustración 53 PDCA después de seguimiento 2.

Fuente: Arbomex

En la ilustración 52, se observa en amarillo una acción preventiva que se desprende después de verificar la efectividad de las acciones correctivas y determinar que se necesita para que no vuelva ocurrir un problema además que



se tiene a manera de registro para tener historial de que actividades fueron determinantes para corregir fallas y puedan estas ayudar a brindar información en un futuro.

Y para complementar el cumplimiento del objetivo se realiza el método 5S en gaveta de tornillería debido al desorden y mala identificación que había, se reordena y clasifica tornillería, así como se crea etiquetas de identificación. En la ilustración 54, se muestra la gaveta de tornillería antes de realizar la metodología 5S.



Ilustración 54 Gaveta de tornillería antes de 5S.

Fuente: Arbomex

En la ilustración 55, se muestra la gaveta de tornillería después de realizar la metodología 5'S.



Ilustración 55 Gaveta de tornillería después de 5s.

Fuente: Arbomex

Como resultado de todas las actividades anteriores, se hace la comparación del indicador MTTR del año anterior contra el indicador del año en curso.

En la ilustración 56 se muestra los resultados del indicador MTTR del 2020.

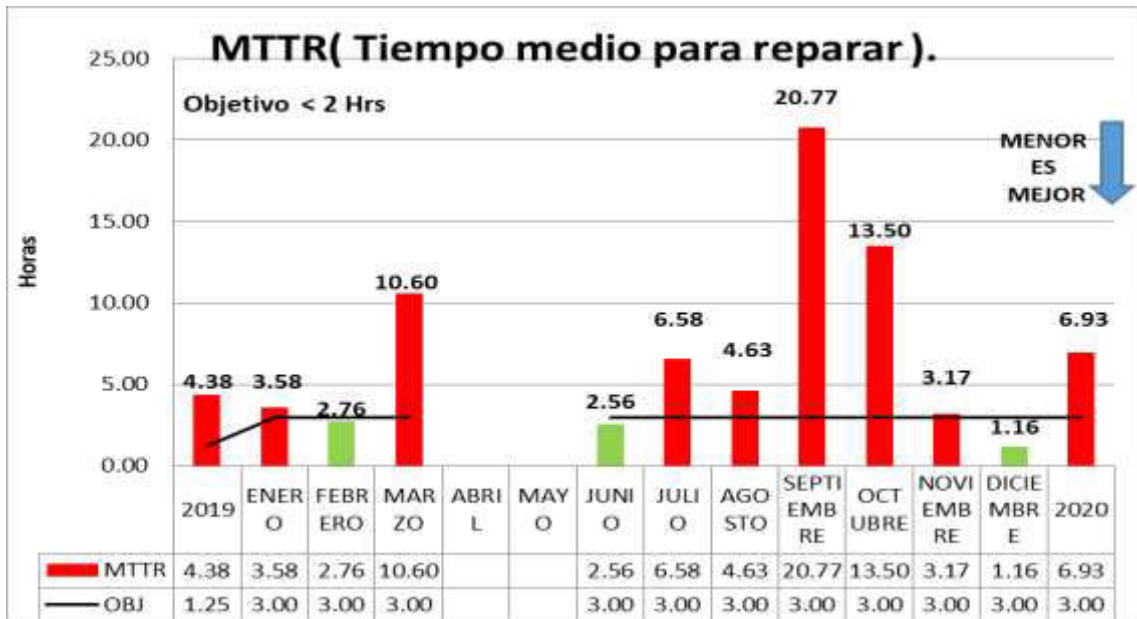


Ilustración 56 Indicador MTTR año 2020.

Fuente: Arbomex

En la ilustración 57, se muestra los resultados del indicador MTTR hasta junio del 2021.

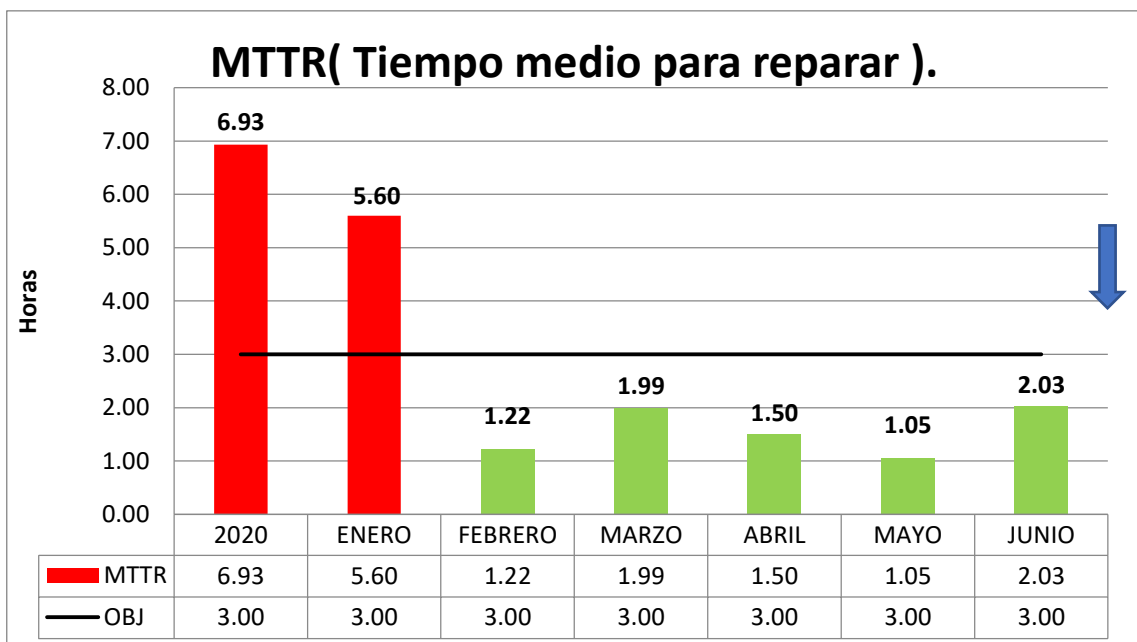


Ilustración 57 Indicador MTTR año 2021.

Fuente Arbomex

En la ilustración 57 se observa que el año 2020 se cierra con un promedio de 6.93 hrs como tiempo medio para reparar.

Para el año 2021 se traza un objetivo de 3hr como tiempo medio para reparar, para lo cual en contraste con el año 2020, el año 2021 al mes de junio lleva un promedio de 2.23 hrs para reparar, lo que significa un cumplimiento y alcance de este objetivo y mejora significativa en el indicador.

Cabe destacar que solo el mes de enero no se cumplió el objetivo debido a que se venía arrastrando fallas significativas desde el año anterior, de ahí en fuera se cumple el objetivo reduciendo 4.7 hrs el tiempo para reparar. Y es hasta el mes de junio que se le puede dar seguimiento al proyecto.

### 5.5 Aumento de la disponibilidad de la maquinaria de un 86% a un 93%.

Al obtener mejoras en los objetivos 6 y 7 se crea un incremento en la disponibilidad de la maquinaria.

Se realiza un contraste de comparaciones de graficas de resultados del año anterior respecto al año en curso.

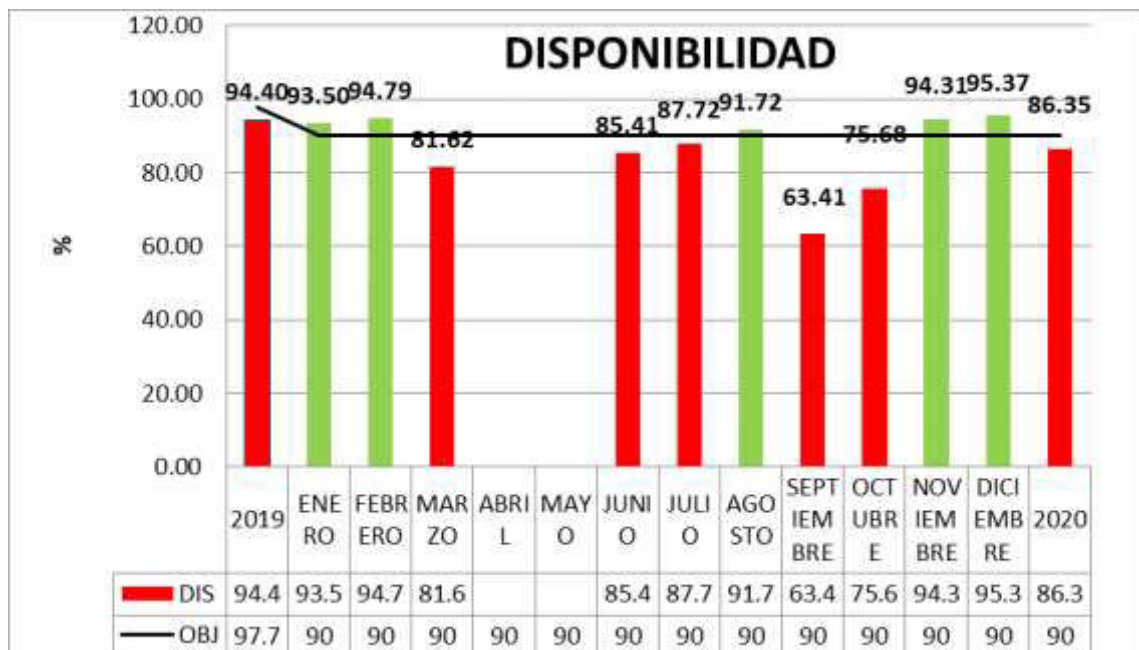


Ilustración 58 Resultados de disponibilidad 2020.

Fuente: Arbomex

Se cierra el 2020 con un promedio de disponibilidad de maquinaria en el 86.3% (ilustración 58)

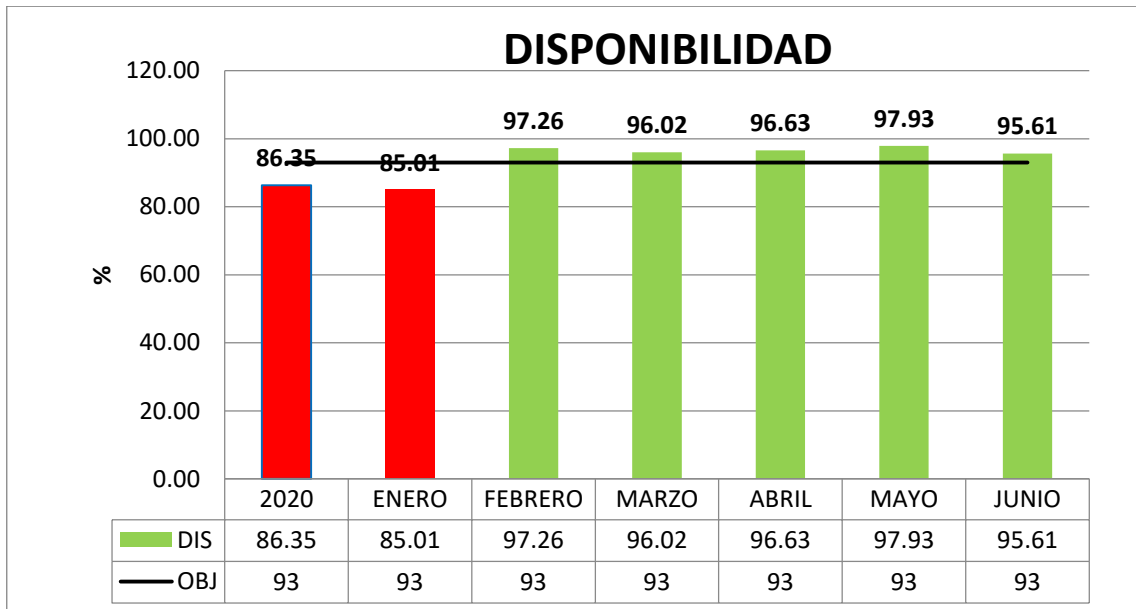


Ilustración 59 Resultados de disponibilidad 2021

Fuente: arbomex

Al mes de junio se tiene un promedio de disponibilidad de maquinaria en el 94.4%, mejorando en promedio al 2020 con un aumento del 8.05%, y alcanzando el objetivo propuesto para este proyecto, es hasta este mes de junio donde se le dio seguimiento al proyecto.

En el completamiento del objetivo de detectar items dentro de los check list que no estan correctos y fue necesario el redefinir algunos parametros (ilustraciones 60, 61, 62).

**BOMEX**

**CHECK LIST DE ARRANQUE DE MÁQUINA**  
Operación 70.- Rectificado de apoyos

Operador de producción: \_\_\_\_\_ Supervisor: \_\_\_\_\_ Mes: 2da

Se debe cumplir con los estándares de la tabla aplicar el siguiente plan de reacción:

- 1.- Detener operación y/o máquina
- 2.- Dar aviso al supervisor de producción en turno
- 3.- El supervisor de producción coordinará acciones para volver a controlar la operación y/o máquina.

ITEM	VERIFICAR	DESCRIPCIÓN	RANGO OPTIMO	
1	Presión de aire de guntas	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	70-90 psi ✓
2	Presión de aire de máquina	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	55-65 psi ✓
3	Presión de hidráulico switch de corte	Switch digital	El valor de la presión debe verificarse en el switch digital	850-950 psi ✓
4	Presión de aire del diamante	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	12-22 psi
5	Presión de regulación del diamante	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	300-400 psi
6	Presión del hidráulico del diamante	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	550-750 psi
7	Presión del hidráulico línea caudal reguladora	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	250-450 psi ✓
8	Nivel de aceite del hidráulico	Deposito	Verificar el nivel de aceite min-max en la mirilla	Visual
9	Herramental	Desgaste	Revisar que el herramental esté en buenas condiciones	Visual
10	Fugas	Máquina	Revisar que en el interior y en su periferia de la máquina, no tenga fugas o derrames en mangueras o tubos	Visual
11	Calibración	Que esté realizado	Verificar que los dispositivos de medición estén calibrados	Visual

10-15 PSI

EMISION OCTUBRE 15  
REVISION DICIEMBRE 18

redefinir a manómetro en presion max 5 PSI se modifio 3-7

HOJA 1 DE 1


REV. 3

redefinir en 700 psi tiene 700 psi

Ilustración 60 Errores detectados en *check list 1*

Fuente: Arbomex

**BOMEX**



**CHECK LIST DE ARRANQUE DE MÁQUINA**  
Operación 110.- Lavado

Operador de producción \_\_\_\_\_  
Supervisor \_\_\_\_\_ Me: 988

En caso de no cumplir con los estándares de la tabla aplicar el siguiente plan de reacción:

- 1.- Detener operación y/o máquina
- 2.- Dar aviso al supervisor de producción en turno
- 3.- El supervisor de producción coordinará acciones para volver a control la operación y/o máquina

No.	ITEM	VERIFICAR	DESCRIPCIÓN	RANGO OPTIMO
1	Presión del aire	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	70-90 psi ✓
2	Presión del detergente	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	20-45 psi ✓
3	Presión de aceite	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	500-700 psi ✓
4	Nivel de aceite	Depósito	Verificar el nivel min-max de aceite en el depósito	Visual
5	Temperatura del detergente	Termómetro	El valor de la temperatura debe verificarse en el termómetro digital	20-27°C <i>Pon: 27</i> ✓
6	Concentración del detergente	Reflectómetro	El valor de la concentración debe verificarse en el reflectómetro	0.5-1% ✓
7	Herramental	Desgaste	Revisar que el herramental esté en buenas condiciones	Visual
8	Fugas	Máquina	Revisar que en el interior y en su periferia de la máquina, no tenga fugas o derrames en mangueras o tubos	Visual
9	Lavadoras	Depósito	Revisar que se encuentre el detergente a la altura de la base de los filtros	Visual

20-27 °C HOJA 1 DE 3

REVISIÓN OCTUBRE 15  
REVISIÓN DICIEMBRE 18

REV. 1  
*15-25 °C*

Ilustración 61 Errores detectados en *check list 2*.

Fuente: Arbomex

**CHECK LIST DE ARRANQUE DE MÁQUINA**  
**Operación 70.- Rectificado de apoyos**

Operador de producción,  
 Supervisor,

Me: 267

En caso de no cumplir con los estándares de la tabla aplicar el siguiente plan de reacción:

- 1.-Detener operación y/o máquina
- 2.-Dar aviso al supervisor de producción en turno.
- 3.-El supervisor de producción coordinara acciones para volver a control la operación y/o máquina.

No.	ITEM	VERIFICAR	DESCRIPCIÓN	RANGO ÓPTIMO
1	Presión de aire de gantrys	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	70-90 psi ✓
2	Presión de aire de máquina	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	55-65 psi ✓
3	Presión de hidroestático ruedas de corte	Switch digital	El valor de la presión debe verificarse en el switch digital	850-950 psi ✓
4	Presión de aire del diamante	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	20-30 psi ✓
5	Presión de lubricación del diamante	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	100-200 psi <i>redefinir</i>
6	Presión del hidraulico del diamante	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	700-800 psi ✓
7	Presión del hidrostático banca ruedas reguladoras	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	150-250 psi ✓
8	Nivel de aceite del hidráulico	Depósito	Verificar el nivel de aceite min-max en la mirilla	Visual
9	Herramental	Desgaste	Revisar que el herramental esté en buenas condiciones	Visual
10	Calibración	Que esté realizado	Verificar que los dispositivos de medición estén calibrados	Visual

EMISION OCTUBRE'15  
 REVISIÓN DICIEMBRE'18

*300-500*

H01A 1 DE  
 1  
 REV. 1

*En promedio  
 solo en 2do PSI*

Ilustración 62 Errores detectados en *check list* 3.

Fuente: Arbomex



Posteriormente se procede a realizar la rectificación de estos errores (ilustraciones 63, 64, 65).


ARBOMEX				
<b>CHECK LIST DE ARRANQUE DE MÁQUINA</b>				
<b>Operación 70.- Rectificado de apoyos</b>				
Responsable: -Operador de producción. - Supervisor.			Me:	268
En caso de no cumplir con los estándares de la tabla aplicar el siguiente plan de reacción:				
1.-Detener operación y/o maquina				
2.-Dar aviso al supervisor de producción en turno				
3.-El supervisor de producción coordinara acciones para volver a control la operación y/o máquina.				
No.	ÍTEM	VERIFICAR	DESCRIPCIÓN	RANGO ÓPTIMO
1	Presion de aire de gantrys	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	70-90 psi
2	Presion de aire de maquina	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	55-65 psi
3	Presión de hidroestático ruedas de corte	Switch digital	El valor de la presión debe verificarse en el switch digital	850-950 psi
4	Presión de aire del diamante	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	5-15 psi
5	Presión de lubricación del diamante	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	550-750 psi
6	Presión del hidráulico del diamante	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	550-750 psi
7	Presión del hidrostático banca ruedas reguladoras	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	250-450 psi
8	Nivel de aceite del hidráulico	Depósito	Verificar el nivel de aceite min-max en la mirilla	Visual
9	Herramental	Desgaste	Revisar que el herramental esté en buenas condiciones	Visual
10	Fugas	Máquina	Revisar que en el interior y en su periferia de la máquina, no tenga fugas o derrames en mangueras o tubos	Visual
11	Calibración	Que esté realizado	Verificar que los dispositivos de medición estén calibrados	Visual
				HOJA 1 DE 3
FPM-086		EMISION OCTUBRE'15 REVISION DICIEMBRE'18		REV. 3

Ilustración 63 Correcciones a *check list* 1

Fuente: Arbomex

**CHECK LIST DE ARRANQUE DE MÁQUINA**  
**Operación 110.- Lavado**

Me: 988

Responsable: -Operador de producción.  
 - Supervisor.

En caso de no cumplir con los estándares de la tabla aplicar el siguiente plan de reacción:

- 1.-Detener operación y/o maquina
- 2.-Dar aviso al supervisor de producción en turno
- 3.-El supervisor de producción coordinara acciones para volver a control la operación y/o máquina.

No.	ÍTEM	VERIFICAR	DESCRIPCIÓN	RANGO ÓPTIMO
1	Presión del aire	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	70-90 psi
2	Presión del detergente	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	20-45 psi
3	Presión de aceite	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	500-700 psi
4	Nivel de aceite	Depósito	Verificar el nivel min-max de aceite en el depósito	Visual
5	Temperatura del detergente	Termómetro	El valor de la temperatura debe verificarse en el termómetro digital	15-25 °C
6	Concentración del detergente	Reflectómetro	El valor de la concentración debe verificarse en el reflectómetro	0.5-1%
7	Herramental	Desgaste	Revisar que el herramental esté en buenas condiciones	Visual
8	Fugas	Máquina	Revisar que en el interior y en su periferia de la máquina, no tenga fugas o derrames en mangueras o tubos	Visual

HOJA 1 DE 3

FPM-086

EMISION OCTUBRE'15  
 REVISION DICIEMBRE'18

REV. 3

Ilustración 64 Correcciones a *check list* 2

Fuente: Arbomex

**CHECK LIST DE ARRANQUE DE MÁQUINA**  
**Operación 70.- Rectificado de apoyos**

Responsable: -Operador de producción.  
 - Supervisor.

Me: 267

En caso de no cumplir con los estándares de la tabla aplicar el siguiente plan de reacción:

1.-Detener operación y/o maquina

2.-Dar aviso al supervisor de producción en turno

3.-El supervisor de producción coordinara acciones para volver a control la operación y/o máquina.

No.	ÍTEM	VERIFICAR	DESCRIPCIÓN	RANGO ÓPTIMO
1	Presión de aire de gantrys	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	70-90 psi
2	Presión de aire de máquina	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	55-65 psi
3	Presión de hidroestático ruedas de corte	Switch digital	El valor de la presión debe verificarse en el switch digital	850-950 psi
4	Presión de aire del diamante	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	20-30 psi
5	Presión de lubricación del diamante	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	300-500 psi
6	Presión del hidráulico del diamante	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	700-800 psi
7	Presión del hidrostático banca ruedas reguladoras	Manómetro	El valor de la presión debe verificarse en la carátula del manómetro	150-250 psi
8	Nivel de aceite del hidráulico	Depósito	Verificar el nivel de aceite min-max en la mirilla	Visual
9	Herramental	Desgaste	Revisar que el herramental esté en buenas condiciones	Visual
10	Calibración	Que esté realizado	Verificar que los dispositivos de medición estén calibrados	Visual

HOJA 1 DE 3

FPM-086

EMISION OCTUBRE'15  
 REVISION DICIEMBRE'18

REV. 3

Ilustración 65 Correcciones a *check list* 3.

Fuente: Arbomex

Cabe destacar que para la realización de estos cambios se monitoreo la máquina y los parámetros y antes de postear los cambios se realizó una

validación de las modificaciones y fue un trabajo en conjunto llevado a cabo por el departamento de manufactura y mantenimiento, para después corregirlos de manera digital y de esta manera imprimirlos y postearlos de nuevo en la línea para su correcto llenado y de esta manera conocer de manera más verídica las condiciones de dichos parámetros.

Como resultado de esta actividad se adecua una gaveta exclusiva para el resguardo de archivos, que fueron debidamente separados y clasificados para llevar un orden y control de los mismos para ello se muestra el antes (ilustraciones 66, 67) y después (ilustración 68).



Ilustración 66 Preventivos antes de su ordenamiento.

Fuente: Arbomex

Solamente se contaba con una caja de cartón donde estaban almacenadas y revueltas con registros de otras líneas de producción.



Ilustración 67 Gaveta para archivos antes de limpieza

Fuente: Arbomex

Aquí se muestra el cambio, donde ya se adecua la gaveta exclusivamente para esos documentos y se ordenamiento.



Ilustración 68 Gaveta limpia y ordenada.

Fuente: Arbomex

Además, se crea un registro digital (ilustración 69) donde se llena la información sobre mantenimientos preventivos elaborados cada semana esto con el fin de llevar doble control de la información.

PREVENTIVO SEMANA 15 MAZDA							
ITEM	EQ./INTERV.	EJECUTAR AL 100%	P/EJEC.	% EJECUTADO	FREC.	FECHA EJEC.	REALIZO
1	ME-92	10	15	100%	3M	10/04/2021	Rafael
2	ME-167	5	5	100%	2M	10/04/2021	Rafael
3	ME-168	9	9	100%	3M	10/04/2021	Salvador
4	ME-269	15	15	100%	1M	11/04/2021	Israel
5	ME-382	13	13	100%	1M	10/04/2021	Rafael
6	ME-383	13	13	100%	2M	10/04/2021	Salvador
7	ME-430	2	2	100%	3M	11/04/2021	J.Pablo
8	ME-695	9	9	100%	6M	10/04/2021	Santiago
9	ME-696	14	14	100%	1M	10/04/2021	Miguel Angel
10	ME-807	8	8	100%	1M	11/04/2021	Israel
11	ME-807	6	6	100%	2M	11/04/2021	Israel

Ilustración 69 Registro digital de mantenimiento preventivo.

Fuente: Arbomex

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## Conclusiones

Con la realización de este documento a la línea de árboles de levas Mazda en la empresa Arbomex, se logra mejorar indicadores de mantenimiento, que se logró a través de mejoras y creación de planes de mantenimiento, también la línea ahora cuenta con nuevos *check list* para ajustadores que ayudaron a reforzar la prevención de averías y fallas, además se adecua el *check list* de máquinas con ítems que no estaban correctos.

También se inicia con la capacitación de personal de producción en tareas de mantenimiento autónomo.

Por lo que se llega a la conclusión que el tener documentación correcta, tareas específicas y puntuales de mantenimiento y una planeación adecuada del mismo ayuda a resolver problemas, prevenir fallas, obtener ahorros económicos, maximizar utilidades y fomentar una cultura de mejora continua a una organización o departamento, en este caso mantenimiento.

## Recomendaciones

En este proyecto se obtuvieron resultados favorables para la línea de árboles de levas, sin embargo el trabajo es extenso y quedan muchas tareas por realizar, cabe destacar que la línea es una gran oportunidad de mejora y se debe seguir atendiendo por que con este proyecto queda claro que con pequeñas acciones se generan cambios positivos por lo que se recomienda realizar más mejoras a los planes de mantenimiento preventivo, así como involucrar a todo el personal de producción (operadores) en las tareas de mantenimiento autónomo, además también se recomienda que en se deba crear un programa de mantenimiento predictivo exclusivo para la línea , debido a que se depende de otro departamento para este servicio así como dividir la plantilla de técnico de mantenimiento en 2 para que sea departamento preventivo y correctivo y así de esta manera el trabajo sea más especializado y detallado.

# FUENTES DE INFORMACIÓN

## Bibliografía

- Alavedra, C., Gastelu, Y., Mendez, G., Pineda, B., Rios, K., & Moreno, C. (2016). Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. *Ingeniería Industrial*(34), 11-26.
- Arenas, J. C. (2016). *Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento para la optimización del desempeño de la empresa MANFER S.R.L contratistas generales Arequipa 2016*[Tesis de licenciatura,Universidad catolica San Pablo]. Repositorio escolar. Obtenido de file:///C:/Users/Ricardo/Downloads/VILLEGAS\_ARENAS\_JUA\_OPT.pdf
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación* . Caracas : Editorial Epiteme .
- Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación* . Ciudad de Mexico: Grupo editorial Patria.
- Bastar, S. G. (2012). *Metodología de la investigacion* . Estado de Mexico : Red tercer milenio .
- Cansino, E. A. (2016). *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para la fábrica minera*[Tesis de licenciatura,universidad Politecnica Nacional]. Repositorio academico. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10469/1/CD-6192.pdf>
- Carro, R., & Gonzalez, D. (s.f.). *Administracion de la calidad total*. Universidad nacional de mar del plata , Buenos Aires.
- Cornu, E. F., Rio, M. C., Escobedo, E. P., Guerrero, F., & Morales, D. (2010). *Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para la empresa Moraly*[Tesis de licenciatura,Instituto Politecnico Nacional]. Reposito Institucional. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/6075/1/I2.1152.pdf>
- Devis, A., & Orestes, H. (2020). Propuesta de un nuevo programa de mantenimiento a los motores Hyundai de grupos fuel oil. *Ingeniería Energetica, XLI*, e1212.



- Delgado, E. (18 de Septiembre de 2017). *TPM-7 pasos del mantenimiento autonomo* . Obtenido de SPC Consulting group : <https://spcgroup.com.mx/tpm-7-pasos-del-mantenimiento-autonomo/#:~:text=Mantenimiento%20Total%20Productivo%20es%20una,de%20las%20I%C3%ADneas%20de%20producci%C3%B3n>.
- Delgado, E. (21 de Septiembre de 2018). *SPC Consulting Group* . Obtenido de 7 Desperdicios : <https://spcgroup.com.mx/7-desperdicios/>
- Eliel, M., Oscar, C., & Flor, R. (2020). Implementación de mejora continua de los procesos del área de mantenimiento en servicios de la industria manufacturera electrónica Científica. *Científica*, 24, 59-65.
- Garro, E. (2017). *7 herramienta de la calidad* . PXS School of excellence .
- Gonzalez, G. C. (2011). *Realizar el plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria del departamento de marcos y molduras en la empresa antiguo arte europeo S.A DE C.V*[Tesis de licenciatura,Universidad Tecnologica Tula-Tepejil]. Repositorio academico. Obtenido de <https://www.utt.edu.mx/catalogouniversitario/imagenes/galeria/71a.pdf>
- Gutierrez, H., & Vara, R. D. (2009). *Control estadístico de la calidad* . Mexico D.F: Pearson .
- Lopez, B. S. (17 de Junio de 2019). *Lección de un punto*. Obtenido de Ingenieria Industrial online.com: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-y-control-de-calidad/leccion-de-un-punto-lup-opl/>
- Michael, H., & Yoenia, D. (2016). Metodología e implemetacion de un programa de gestion de mantenimiento. *Ingenieria Industrial*, XXXVII, 2-13.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingenieria Industrial Métodos, estandares y diseño del trabajo* . Mexico D.F: McGrawHill.
- Nieto, E. C. (2008). *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducción de costos del servicio de alquiler*[Tesis de licenciatura,Universidad Peruana de ciencias aplicadas]. Repositorio academico. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/273470/EChang.pdf;jsessionid=6E2F2777E0B7C53347339919C1073928?sequence=2>
- Pulido, H. G. (2010). *Calidad y Productividad* . Mexico D.F: McGrawHill .

- Rogej, M., Jose, V., & Edith, M. (2019). Modelo de diagnostico-planeacion y control del mantenimiento. *Ingenieria Industrial, XL*, 148-160.
- Sampieri, R. H. (2018). *Metodologia de la investigación , las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de Mexico: McGrawHill.
- Santiago, H. (2018). *Herramientas para la gestion de calidad*. España: Circulo rojo.
- Tavares, L. (2000). *Administración moderna del mantenimiento*. Brasil: Novo Polo .
- Torres, J. C. (2010). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa extruplas S.A*[Tesis de licenciatura,Universidad politecnica Salesiana]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/831/12/UPS-CT001680.pdf>

## ANEXOS

Anexo 1. Capacitación sobre mantenimiento autónomo 1.



Anexo 2. Capacitación sobre mantenimiento autónomo 2.



Anexo 3. Correcciones a rutinas preventivas 1.

**ARBOMEX**  
PROGRAMA DE MTT. PREVENTIVO MAZDA  
MÁQUINA - RECOMENDADA NO. 385

PERIODO BIMESTRAL  
EQUIPO PLANTADO

PUNTO DE REVISIÓN	MEDICIONES / COMENTARIOS
1- Verificar el funcionamiento de fluido? Tipo de aceite	
2- Verificar estado de gomas en general	
3- Revisar líquidos? Lubricar partes de punto frontal y otros	
4- Revisar limpieza de filtros base de sistema de lubricación de bomba hidráulica	
5- Revisar limpieza de filtros base de sistema de lubricación de ayuda	
6- Cambio filtros de presión de lubricación y de circulación de aceite de sistema hidráulico/hidráulico. Confianza a octubre 2018, momento de sustitución de filtros	
7- Revisar funcionamiento eje de eje X	
8- Limpieza y curas de calidad de fuerza (presión de combustible)	
9- Limpieza y curas de calidad sistema de control (presión de combustible)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza y lubricación de misas de punto X, Z</li> <li>- Verificación de válvulas de fuerza hidráulica</li> <li>- Verificación de funcionamiento de línea, abombador y consumo</li> </ul>	

OBSERVACIONES GENERALES:

TRABAJO REALIZADO MANTENIMIENTO

TRABAJO RECIBIDO PRODUCCIÓN

FECHA DE A.C.C. \_\_\_\_\_ TURNO \_\_\_\_\_

FECHA DE A.C.C. \_\_\_\_\_ TURNO \_\_\_\_\_

Anexo 4. Correcciones a rutinas preventivas 2.

**ARBOMEX**  
PROGRAMA DE MTT. PREVENTIVO MAZDA  
MÁQUINA - RECOMENDADA DE AJOS NO. 385

PERIODO BIMESTRAL  
EQUIPO PLANTADO

PUNTO DE REVISIÓN	MEDICIONES / COMENTARIOS
1- Verificar lubricación fuerte partes de servicio a todo eje X	
2- Limpieza de sistema de lubricación punto eje X	
3- Limpieza de sistema de lubricación servicio a todo eje X	
4- Revisar estado de alimentación aceite hidráulico	
5- Verificar estado de punto	
6- Verificar estado de control de engranes en general	
7- Limpieza de sistema de sistema HCC	
8- Limpieza de ventiladores de enfriamiento de aceite	
9- Revisar estado de engranes	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- realizar limpieza de filtro de línea hidráulico, mantener día 200 PSI</li> <li>- realizar limpieza de filtro de aceite de motor, 200 PSI</li> <li>- realizar limpieza de filtro de aceite de bomba hidráulica 200 PSI</li> </ul>	

OBSERVACIONES GENERALES:

TRABAJO REALIZADO MANTENIMIENTO

TRABAJO RECIBIDO PRODUCCIÓN

FECHA DE A.C.C. \_\_\_\_\_ TURNO \_\_\_\_\_

FECHA DE A.C.C. \_\_\_\_\_ TURNO \_\_\_\_\_

Anexo 5. Correcciones a rutinas preventivas 3.

**ARBOMEX**  
PROGRAMA DE MITO. PREVENTIVO MAZDA  
MAQUINA : RECTIFICADORA NO. 381 PERIODO: SEMESTRAL  
TIEMPO PLANEADO:

PUNTOS DE REVISION	MEJORAS / COMENTARIOS
1- Destape y frote de bornas de eje	
2- Verificar estado/ funcionamiento guardas telescópicas eje 2 der.	
3- Verificar estado/ funcionamiento guardas telescópicas eje 2 izq	
4- Cambio de filtro de sistema hidráulico	
5- Cambio de filtro de circulación de sistema de enfriamiento de aceite	
6- Cambio de filtro de sistema hidráulico	
7- Verificar/ cambiar aceite para de emergencia si lo requiere	
- Verificar funcionamiento de botón de parada y modo de modo reversos y/o Cambio de SW de fase para evitar	
OBSERVACIONES GENERALES:	
<b>TRABAJO REALIZADO MANTENIMIENTO</b>	<b>TRABAJO RECIBIDO PRODUCCION</b>
NOMBRE Y FIRMA:	NOMBRE Y FIRMA:
FECHA DE EJEC:	SEMANA DE APLICACION: 17
TITULO:	

6.008

Anexo 6. Correcciones a rutinas preventivas 4.

**ARBOMEX**  
PROGRAMA DE MITO. PREVENTIVO MAZDA  
MAQUINA : RECTIFICADORA DE ACEITE NO. 288 PERIODO: TRIMESTRAL  
TIEMPO PLANEADO:

PUNTOS DE REVISION	MEJORAS / COMENTARIOS
1- Verificar lubricación en: Dismantelado de goma (muelle eje X)	
2- Verificar funcionamiento de Filtro de filo de aceite	
3- Destapar/ lubricar de aceite con aire comprimido/ tamaño de bornas de aceite	
4- Verificar estado y/o cambiar aceite de eje X	
5- Asistir limpieza y revisión de tornillo anclado eje X	
6- Verificar estado/ lubricar goma (muelle de corte de distancia rueda reguladora)	
7- Verificar estado de cadena flexible de transfer	
8- Verificar estado/ lubricar graper de sistema de transfer	
9- Revisión de bandas ranura alternas y cambio en caso necesario	
10- Verificar estado y/o cambiar filtro de aceite	
10- Verificar funcionamiento interruptor de presión	
11- Verificar funcionamiento de sensor de flujo	
- Lubricación de unidades de Probro de control - Cambio de banda de husillo de diamante SM325 catiso SCS512	
OBSERVACIONES GENERALES:	
<b>TRABAJO REALIZADO MANTENIMIENTO</b>	<b>TRABAJO RECIBIDO PRODUCCION</b>
NOMBRE Y FIRMA:	NOMBRE Y FIRMA:
FECHA DE EJEC:	SEMANA DE APLICACION: 17
TITULO:	

6.008 REV 3

Anexo 7. Correcciones a rutinas preventivas 5.

**ARBOMEX**  
PROGRAMA DE MTTQ. PREVENTIVO MAZDA  
MEDICINA RECTORADORA NO. 081 PERIODO ANUAL  
EJECUTIVO PLANEACION

1	REVISIONES Y CORRECTIVOS
1-Cambio de aceite de motor para tractor eje v	
2-Revision y limpieza de alfileres de eje v	
3-Revision y limpieza de alfileres de eje de eje v/2	
4-Cambio de aceite de motor para tractor de ruedas articulado	
- <i>Sojar mundo de PLC e toda de sus partes (Cableado, soldados)</i>	
- <i>verificar aislamiento de transformadores</i>	

OBSERVACIONES GENERALES

---

**TRABAJO REALIZADO MANTENIMIENTO** **TRABAJO RECIBIDO PRODUCCION**

NOMBRE Y FIRMA: \_\_\_\_\_ NOMBRE Y FIRMA: \_\_\_\_\_  
FECHA DE EJEC: \_\_\_\_\_ SEMANA DE EJECUCION: **26**  
TURNO: \_\_\_\_\_

Anexo 8. Correcciones a rutinas preventivas 6.

**ARBOMEX**  
PROGRAMA DE MTTQ. PREVENTIVO MAZDA  
MEDICINA TENDR MOVI MINO MAZ 082 PERIODO SEMESTRAL  
EJECUTIVO PLANEACION

1	REVISIONES Y CORRECTIVOS
1-Cambio filtro de aceite hidráulico	
2-Ajustar y/o cambio de alfileres para el engranaje	
3-Reparar nivel de aceite a conductor del extractor de rocas	
4-Verificar estado y/o cambiar alfileres de grande eje v	
5-Verificar estado y/o cambiar alfileres de grande eje v	
6-Verificar estado y/o cambiar alfileres	
7-Verificar estado del sistema de refrigeración, verificar que funcione por agua y aceite de motor en cantidad y calidad	
- <i>revisar el cableado de motor con multímetro</i>	
- <i>revisar el estado de sistema, verificar alto, unidades motor</i>	
- <i>verificar y realizar limpieza de Amm magnetico de eje v</i>	

OBSERVACIONES GENERALES

---

**TRABAJO REALIZADO MANTENIMIENTO** **TRABAJO RECIBIDO PRODUCCION**

NOMBRE Y FIRMA: \_\_\_\_\_ NOMBRE Y FIRMA: \_\_\_\_\_  
FECHA DE EJEC: \_\_\_\_\_ SEMANA DE EJECUCION: **27**  
TURNO: \_\_\_\_\_