

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA TULA-TEPEJI**

*Organismo Descentralizado de la Administración pública del Estado de Hidalgo*

Nombre del proyecto:

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

Para obtener el título de Ingeniero en Mantenimiento Industrial

Presenta:

GUSTAVO CERVANTES GONZÁLEZ

Asesor Industrial

---

Lic. Carlos Contreras Conde

Asesor Académico

---

Mtro. Ramón Alejandro  
García Maldonado

TULA DE ALLENDE HIDALGO

AGOSTO, 2011

## Agradecimiento

A Dios

A mis padres

Lino Cervantes López

María del Socorro González Pérez

A mi esposa

Norma Angélica Hernández Velázquez

A mis hijos

Ángel Gustavo Cervantes Hernández

Olín Normando Cervantes Hernández

A mis hermanos

Martín Cervantes González

René Cervantes González

Ivon Cervantes González

Erick Cervantes González

Omar Cervantes González

A mis compañeros de la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA TULA TEPEJI

## DEDICATORIA

A mis padres

Lino Cervantes López

Ma. Del Socorro González Pérez

A mi esposa

Norma Angélica Hernández Velázquez

A mis hijos

Ángel Gustavo Cervantes Hernández

Olín Normando Cervantes Hernández

A mis hermanos

Martín Cervantes González

René Cervantes González

Ivon Cervantes González

Erick Cervantes González

Omar cervantes González

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
-------------------	---

RESUMEN.....	6
--------------	---

## CAPÍTULO I

HISTORIA.....	13
---------------	----

## CAPÍTULO II

2.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
---------------------------------------	----

2.2.- OBJETIVO GENERAL.....	15
-----------------------------	----

2.3.1.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
------------------------------------	----

2.3.- ESTRATEGIAS.....	16
------------------------	----

2.4.- METAS.....	17
------------------	----

2.4.1.- LÍNEA DE TRABAJO. ....	17
--------------------------------	----

2.4.2.-TECNOLOGÍA DE PROCESO.....	17
-----------------------------------	----

2.5.- JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
--	----

2.5.1.- DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
---	----

## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO

3.1.- ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
---	----

3.1.1.- HISTORIA DEL MANTENIMIENTO .....	22
--	----

3.2.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO: CONCEPTO.....	23
---	----

3.3.- CARACTERÍSTICAS DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	24
---	----

3.3.1.- IDENTIFICAR LAS POTENCIALES FALLAS EN LAS MÁQUINAS:.....	25
--	----

3.3.2.- PLANEACIÓN PREVIA DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO:.....	25
---	----

3.3.3.-SELECCIÓN DEL PERSONAL ADECUADO PARA EJECUTAR EL MANTENIMIENTO....	25
---	----

<b>3.3.4.- MANTENER UN INVENTARIO DETERMINADO DE REFACCIONES AJUSTADO A LAS DEMANDAS.....</b>	<b>25</b>
<b>3.3.5.- EVITAR ALTOS COSTOS DE REPARACIÓN:.....</b>	<b>25</b>
<b>3.4.- CAMPOS DE APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....</b>	<b>26</b>
<b>3.5.- IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....</b>	<b>26</b>
<b>3.6.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....</b>	<b>27</b>
<b>3.6.1.- ALCANCE:.....</b>	<b>27</b>
<b>3.6.2.- VENTAJAS.....</b>	<b>27</b>
<b>3.6.3.- DESVENTAJAS.....</b>	<b>28</b>
<b>3.7.- DIFERENCIA ENTRE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....</b>	<b>29</b>
<b>3.7.1.- CÓMO SE PERCIBE UN MANTENIMIENTO DEFICIENTE.....</b>	<b>29</b>
<b>3.7.2.- BENEFICIOS DE UN BUEN MANTENIMIENTO.....</b>	<b>30</b>
<b>3.8.- DIFERENCIA ENTRE MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR USO Y POR TIEMPO....</b>	<b>31</b>
<b>3.7.3.- CLASIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....</b>	<b>32</b>
<b>3.9.- CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREDICTIVO.....</b>	<b>32</b>
<b>3.9.1.- MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....</b>	<b>33</b>
<b>3.9.2.- MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....</b>	<b>33</b>
<b>3.10.- PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....</b>	<b>34</b>
<b>3.10.1.- PLANIFICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS PROGRAMAS.....</b>	<b>34</b>
<b>3.11.- SOLICITUD DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO Y SU PROCEDIMIENTO PARA SU AUTORIZACIÓN .....</b>	<b>35</b>
<b>3.12.- INSPECCIÓN.....</b>	<b>36</b>
<b>3.13.- LUBRICACIÓN.....</b>	<b>36</b>

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS

<b>4.1.- ANÁLISIS DEL PROBLEMA.....</b>	<b>39</b>
<b>4.2.-INVENTARIO Y DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS.....</b>	<b>40</b>
<b>4.3.- DESCRIPCIÓN DE FORMATOS Y ACTIVIDADES A REALIZAR E INSPECCIONAR.....</b>	<b>41</b>
<b>4.3.1.-PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MÁQUINA PULVERIZADORA DE PINTURA CADA SEMANA .....</b>	<b>43</b>
<b>4.3.2.-PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MÁQUINA PULVERIZADORA DE PINTURA CADA MES.....</b>	<b>44</b>
<b>4.3.3.-PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MÁQUINA PROFIMAR WEINING.....</b>	<b>45</b>
<b>4.3.4.-PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MÁQUINA PROFIMAR WEINING CADA SEMANA .....</b>	<b>46</b>
<b>4.4.1.-CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DIARIO A LA MAQUINARÍA DEL DEPARTAMENTO DE MARCOS Y MOLDURAS.....</b>	<b>47</b>
<b>ANÁLISIS COSTO BENEFICIO.....</b>	<b>50</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>57</b>
<b>TABLAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MAQUINARÍA DEL DEPARTAMENTO DE MARCOS Y MOLDURAS</b>	
<b>ANEXO II.....</b>	<b>67</b>
<b>ESPECIFICACIONES DE LA MAQUINARÍA Y LISTAS DE PARTES</b>	
<b>PULVERIZADORA DE PINTURA CAMPBELL HAUSFELD SIN AIRE PS2330B</b>	
<b>TABLA DE MANTENIMIENTO DE LA PULVERIZADORA CAMPBELL HAUSFELD</b>	
<b>CABEZA COMPRESORA DE LA PULVERIZADORA DE PINTURA CAMPBELL HAUSFELD</b>	
<b>PISTOLA PULVERIZADORA CAMPBELL HAUSFELD</b>	
<b>PULVERIZADORA COMPLETA CAMPBELL HAUSFELD</b>	
<b>PROFIMAT 23 E MARCA WEINIG</b>	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MÁQUINA PROFIMAT 23 E MARCA WEINIG</b>	
<b>DIARIO</b>	

## **TRABAJOS DE ENGRASE CON PANEL DE ENGRASE CENTRAL PARA EL ENGRASE AXIAL (OPCIÓN)**

**TENSIÓN DE LAS CORREAS DE LAS UNIDADES DE ACCIONAMIENTO DE LOS HUSILLOS**

**HUSILLOS HORIZONALES Y VERTICALES**

**LIJADORA ORBITAL MIRKA CON ENGRANAJES 12,000 RPM**

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**PARTES DE LIJADORA ORBITAL MIRKA**

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LIJADORA ORBITAL MIRKA**

**LUBRICACIÓN**

**COMPRESOR INGERSOLL RAND 30 HP**

**CARACTERÍSTICAS**

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO A COMPRESOR INGERSOLL RAND 30 HP**

**MOTORES WEG DE 3 A 15 HP**

**CARACTERÍSTICAS**

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOTORES WEG DE 3 A 15 HP**

**MOTORES SIN GRASERA**

**MOTORES CON GRASERA**

**ESPECIFICACIONES DE LA PULVERIZADORA DE PINTURA CAMPBELL HAUSFELD**

**LISTA DE PIEZAS DE LA CABEZA COMPRESORA CAMPBELL HAUSFELD**

**LISTA DE DE PIEZAS DE LA PISTOLA PULVERIZADORA CAMPBELL HAUSFELD**

**LISTA DE PIEZAS PULVERIZADORA COMPLETA CAMPBELL HAUSFELD**

**TRABAJOS DE COMPROBACIÓN Y DE MANTENIMIENTO**

**ESQUEMA DE LUBRICACIÓN Y DE MANTENIMIENTO MÁQUINA WEINIG**

**LISTA DE PARTES DE LIJADORA ORBITAL MIRKA**

**ANEXO III.....87**

**DOCUMENTACIÓN DE UN CORRECTO MANTENIMIENTO**

**GLOSARIO.....95**

**BIBLIOGRAFÍA.....97**

## INTRODUCCIÓN

En toda empresa uno de los aspectos más importantes es, el *mantenimiento* de los equipos, maquinarias e instalaciones; ya que un adecuado plan de mantenimiento aumenta la vida útil de éstos, reduciendo la necesidad de repuestos y minimizando el costo anual del material usado, como se sabe muchas de las máquinas utilizadas en nuestro país son importadas, al igual que muchos materiales y algunas piezas de repuesto.

El mantenimiento, es un proceso donde se aplica un conjunto de acciones y operaciones orientadas a la conservación de un bien material y que nace desde el momento mismo que se concibe el proyecto, para luego prolongar su vida útil. Para llevar a cabo dicho mantenimiento tiene que ser a través de Programas, que correspondan al establecimiento de frecuencias y la fijación de fechas para la correcta realización de cualquier actividad de mantenimiento que se desee llevar a cabo.

El Departamento de Marcos y Molduras (M y M) perteneciente a la empresa Antiguo Arte Europeo (AAE), está constituido principalmente por un área de máquinas, que deben estar en óptimas condiciones para realizar los procesos de fabricación de marcos y molduras de manera eficaz y eficiente; por lo que se considera de vital importancia el desarrollo del Plan de Mantenimiento Preventivo (PMP).

Dicho Plan está constituido de la siguiente manera:

**Parte I.** Se refiere al diagnóstico que caracterizará la investigación a través del planteamiento del problema, justificación, objetivos generales, objetivos específicos y la delimitación de la investigación.

**Parte II.** Consiste en la búsqueda de información técnica y científica que permita presentar los aspectos generales y teóricos referentes a las operaciones del departamento de M y M, las normas a seguir, la literatura relevante y la definición de la terminología básica.

**Parte III.** Encierra la metodología en el que se describen los pasos a seguir en el desarrollo del PMP, la definición de variables e indicadores, la población, muestra e instrumentos y su respectiva validación o descripción de algunos de los equipos a utilizar en el desarrollo del proyecto.

**Parte IV.** Trata del análisis costo-beneficio, conclusiones, recomendaciones, anexos, glosario y bibliografía.



## Resumen

La empresa ANTIGUO ARTE EUROPEO S. A. DE C. V. (AAE) cuenta con distintos departamentos, de los cuales, el departamento de MARCOS Y MOLDURAS (M y M) es uno de los más importantes; en el que no se permiten demoras o defectos en la fabricación de molduras de madera para la realización de cuadros o tableros. Por lo que se desarrolló un estudio para la realización de un Programa de Mantenimiento Preventivo (PMP) que permita evitar paros o fallas inesperadas por causa de una mala planeación o administración del mantenimiento en las líneas de producción, esto representa un aumento considerable en la productividad que se traduce en utilidades para la empresa.

El mantenimiento preventivo, es el que garantiza un adecuado funcionamiento de las máquinas en el área de producción y de la misma forma sirve para maximizar su tiempo de servicio. A través del mismo se logra eliminar la improvisación en las actividades de mantenimiento, las cuales representan un alto costo para la empresa.

Como objetivo general, se desarrollará un PMP para los equipos del departamento de M y M, que contribuya a mejorar las operaciones de producción de marcos y molduras. Como objetivos específicos, el análisis de la situación existente del mantenimiento a los equipos del departamento de M y M, la aplicación de los lineamientos técnicos utilizados en el diseño de un PMP, la revisión y análisis de documentos e historial de vida de los equipos, así como el empleo de los principios del PMP para la elaboración de los programas y rutinas de mantenimiento de cada equipo.

La solución de la situación de la empresa se fundamentó en los beneficios del mantenimiento, que bien aplicado tiene altos costos, pero genera buenos beneficios como son:

- a) Cumplimiento y mejoramiento de las metas de producción de la planta garantizada por una mayor disponibilidad operacional de los equipos.
- b) Reducción importante de las fallas de los equipos y de los costos involucrados por disminución de los trabajos de emergencia y/o de los accidentes e incidentes ocasionados por fallas mayores de los equipos.
- c) Menor desperdicio de tiempo y materiales, mayor calidad de los trabajos de mantenimiento y de los productos de la planta; lo que genera menores costos anuales y mayores ahorros de divisas, si los repuestos son importados.
- d) Reducción de accidentes y riesgos para el personal, así como para el funcionamiento de planta.

e) Extensión de la vida útil de la maquinaria y reducción de gastos por reemplazo de los equipos.

f) Personal mejor entrenado, ordenado y con mayor capacidad técnica, lo que se traduce en un ambiente de trabajo más limpio y seguro.

g) Mejor disponibilidad y selección de herramientas de manera técnica, asegurando su manejo responsable y conservación por personal experto.

h) Personal más satisfecho y de mayor productividad.

i) Productos industriales de mejor calidad y mejor costo.

Para dar inicio al proyecto se tendrá que hacer un inventario de todos los equipos existentes y sus características, además de su programa de mantenimiento a cada equipo, ya que no se cuenta con esta información vital para realizarlo, después se procederá a descargar toda esta información en un programa general, donde se calendarizará el periodo en que hay que realizar el mantenimiento de los equipos del Departamento.

## SUMMARY

The company ANTIGUO ARTE EUROPEO S. A. de C. V. counts on different departments, of which the department of MARKS and MOLDINGS is one of most important of the company, it thus is not possible to be allowed to delays or defects in the manufacture of molding of wood for the accomplishment of pictures or boards, therefore making a study it for the accomplishment of a program of preventive maintenance that allows to avoid stop or unexpected faults because of a machine in the line of production, this represents a considerable increase in the productivity of the company that is translated in utilities for the company.

The preventive maintenance is the one that guarantees a suitable operation of the machines in the production area and as the same form it serves to maximize his time on watch. Through the same one it is managed to eliminate the improvisation in the maintenance activities, which represent a high cost for the company.

As general mission we must make a Program of Preventive maintenance to the equipment of the department of Marks and Moldings that contributes to improve the operations of production of marks and moldings and like specific objectives, analyzing the existing situation of the maintenance to the equipment of the department of Marks and Molding, the application of the used technical norms in the design of a maintenance program, the document revision and analysis and file of life of the equipment, as well as the use of the principles of the preventive maintenance for the elaboration of the programs and routines of maintenance of each equipment.

The solution of the situation of the company this based on the benefits of the maintenance, that applied well has stops costs, but generates good benefits as they are:

- a) Fulfillment and improvement of the goals of production of the plant guaranteed by a greater operational readiness of the equipment.
- b) Important reduction of the faults of the equipment and the costs involved by diminution of the works of emergency or the accidents or incidents caused by greater faults of the equipment.
- c) Smaller waste of time, materials and greater quality of the works of maintenance and products of the plant, which generates smaller annual costs and greater currency savings if the spare parts are concerned.
- d) Reduction of accidents and risks for the personnel and the operation of plant.
- e) Extension of the life utility and smaller expenses available of the equipment.

- f) Personnel better trained, with greater technical capacity, more ordered what he is translated in an atmosphere of cleaner and safe work
- g) Greater availability of tools adapted by being selected by technical hands and to be better well-taken care of. In addition to that will be handled of expert and safe way conserved more responsibly by the workers.
- h) Personnel more satisfied and with greater productivity.
- i) Industrial Products of better quality to a better cost

In order to make this project firstly it will have to inventory of all the existing equipment and their characteristics, in addition to its program of maintenance to each equipment, since it is not counted on this vital information to make the project later will be come to unload all this information in a general program where it was programmed when there is to give maintenance to the equipment of the department.

# CAPÍTULO I

## ANTECEDENTES

## Historia:

Con una trayectoria empresarial de 75 años, el consorcio CONDE, nombrado así por el primer apellido del fundador JORGE CONDE GOMEZ dedicado a la venta de automóviles, lácteos e inmobiliaria: tiene la inquietud de llevar a nivel industrial uno de los hobbies más interesantes y antiguos de su fundador que con más de 30 años de experiencia fabricaba muebles de madera con un estilo clásico europeo y el 22 de septiembre de 1997 cuando inicio ANTIGUO ARTE EUROPEO , siendo también uno de los objetivos, se recomienda a nivel nacional e internacional por sus diseños y su calidad.

En el 2000 los muebles de ANTIGUO ARTE EUROPEO son por primera vez vendidos al corporativo Operadora Turística Costa Maya S.A de C.V. Despertando así el interés de satisfacer las necesidades del ámbito hotelero, restaurantero entre otros.

En 2001 nace una nueva línea Antiguo Arte Europeo en muebles con el fin de ampliar nuestro mercado de clientes detallistas y la demanda.

En 2009 la empresa incursiona por primera vez en el mercado de la formaica para satisfacer las necesidades de hospitales como Juan María Salvatierra en baja California Sur desarrollado por el corporativo ICA "Ingenieros Civiles Anónimos". Fabricando muebles que encierran el círculo de hospitales en los últimos días.

Preparados para el futuro Antiguo Arte Europeo adquiere constantemente nueva tecnología de vanguardia buscando satisfacer las necesidades de diseño, calidad, espacio de sus posibles y actuales clientes.

Tomando muy en cuenta la importancia de la fijación de metas y objetivos, el Sr. JORGE CONDE GÓMEZ junto con los directivos de la empresa se formula la visión, misión y filosofía que ha llevado al éxito al consorcio CONDE.

### **Visión:**

Satisfacer las necesidades del cliente, mediante productos innovadores, confiables y visionarios; de alta calidad y precios razonables, cumpliendo así con las expectativas que el mercado demanda y el cuidado del medio ambiente.

### **Misión:**

Buscamos ser una empresa competitiva en el ramo industrial, capaz de proporcionar al mercado productos de finos acabados que satisfagan sus necesidades y cuyo valor esté respaldado con la calidad que armoniza el destino de nuestros muebles; así mismo ser una fuente importante de trabajo, que contribuya al desarrollo económico y social del personal que la conforma.

### **Filosofía:**

La atención total del cliente es lo esencial, con una atención esmerada y oportuna en todo momento.

# Capítulo II

## DESARROLLO



## 2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desarrollo de toda empresa depende del funcionamiento de sus equipos y del personal que labora en ella; para poder elaborar productos de alta calidad y competitivos en el mercado. Dentro de la empresa A.A.E. dedicada a la fabricación de muebles de madera en general, se desea reducir problemas en los equipos, ya que se han detectado en el proceso de manufactura defectos en el producto, que afectan directamente la buena calidad y eficiencia de la planta.

En el departamento M y M se llevó a cabo la tarea de identificar los problemas más comunes para la elaboración de un PMP, que beneficiará a la empresa en aumentar la vida útil de los equipos, disminuir los paros innecesarios y evitar fallas que afectan directamente la calidad y productividad del Departamento.

Por ser un Departamento prácticamente nuevo el mantenimiento aplicado a dichos equipos no reúne las funciones necesarias para reducir el coste del mantenimiento, razón por la cual es necesario diseñar un PMP que se adapte a las actividades y necesidades del departamento, logrando así los objetivos de la empresa.

La empresa consciente de la importancia que posee el mantenimiento dentro de cualquier organización para el logro de sus objetivos; busca reducir el costo y maximizar las operaciones, siendo primordial para esta meta estructurar todo el programa para el mantenimiento de los equipos del departamento de M y M.

Algunos de los problemas son los siguientes:

- Máquinas paradas frecuentemente por mantenimiento correctivo.
- Máquinas paradas varios días por falta de refacciones.
- Producción de mala calidad.
- Falta de refacciones en el almacén.

Por lo antes mencionado se puede expresar la siguiente interrogante:

¿El Diseño e Implantación del Programa de Mantenimiento Preventivo al Departamento de M y M permitirá disminuir los costos de las operaciones en cuanto a la producción de marcos y molduras?

## **2.2 OBJETIVO GENERAL.**

Realizar un Programa de Mantenimiento Preventivo a los equipos del departamento de Marcos y Molduras que contribuya a mejorar las operaciones de producción de marcos y molduras.

### **2.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Analizar la situación existente acerca del mantenimiento de los equipos del Departamento de M y M.
- Aplicar los lineamientos técnicos utilizados en el diseño de un Programa de Mantenimiento Preventivo.
- Revisar y analizar documentos e historial de vida de los equipos.
- Emplear los principios del PMP para la elaboración de los programas y rutinas de mantenimiento de cada equipo.
- Diseñar el Programa de Mantenimiento Preventivo para los equipos del Departamento de Marcos y Molduras.

## 2.2 ESTRATEGIAS

- Conocer las áreas de trabajo y equipos.
- Reunir información sobre los equipos involucrados en el PMP.
- Integrar expedientes de cada equipo.
- Investigar causas que originan el paro de los equipos.
- Elaborar formatos del PMP.
- Conocer sus componentes principales y cuáles son los que están más expuestos a dañarse.
- Elaborar diagrama de Gantt
- Consultar bitácoras.
- Elaborar ruta crítica
- Realizar lista de daños.
- Consultar manuales.
- Inspeccionar rutinariamente.
- Platicar con los operadores que están a cargo de los equipos del área de M y M acerca del funcionamiento de su maquinaria.

## 2.4 METAS

- Evitar paros innecesarios en las máquinas.
- Reducir costos de mantenimiento correctivo.
- Mejorar la eficiencia de la maquinaria.
- Mantener la producción estándar.
- Reducir gastos en refacciones.

### 2.4.1 LÍNEA DE TRABAJO.

Mantenimiento

### 2.4.2 TECNOLOGÍA DE PROCESO.

Mejora de proceso

Optimizar las actividades del mantenimiento y las condiciones de operación de los equipos a través de técnicas y herramientas de confiabilidad para incrementar la eficiencia global de los equipos y reducir los costos de mantenimiento como apoyo a la sustentabilidad y la competitividad de la empresa.

## 2.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dado los aspectos más resaltantes de los PMP en la actualidad éste representa un proceso de cambio en los equipos, los cuales cuantifican su uso determinando qué es conservar y/o repotenciar los equipos a un estándar requerido de operación (Dixon, 2000, p. 34).

El interés de llevar a cabo la realización de éste estudio, es por la importancia que tiene para la empresa AAE diseñar e implantar un PMP, que les permita controlar y garantizar el funcionamiento de los equipos para poder brindar confiabilidad en el desenvolvimiento de las operaciones.

El Diseño e Implantación del PMP a los equipos del departamento de M y M, obedece al estudio de aspectos de gran ayuda para la implementación de dicho programa; ya que con su aplicación se espera minimizar los costos, maximizar la producción y la búsqueda de confiabilidad que responda las operaciones además de prolongar la vida útil de los equipos para poder cumplir con el proceso de producción establecida; incorporar nueva tecnología que permita mejorar la productividad y reducción de costos, suplir de servicios indispensables para la continuidad operacional de los equipos e instalaciones.

De esta manera se pretende que el estudio de estos equipos sirva como marco de referencia para activar y profundizar trabajos aplicados sobre PMP. El desarrollo de este trabajo quiere dar respuestas a la problemática planteada y de esta manera introducir un proyecto en el ámbito de seguridad, confiabilidad y garantía derribando así los viejos esquemas sobre el mantenimiento preventivo.

### 2.5.1 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

La presente investigación estará enmarcada en el Diseño del PMP de los equipos y maquinaria del departamento de M y M, la cual está programada para realizarse en el periodo Enero-Abril 2011.

# CAPÍTULO III

## MARCO TEÓRICO

### 3.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

Una de las formas de alcanzar las condiciones óptimas en el funcionamiento de los equipos y continuidad, es a través del establecimiento e implantación de Programas de Mantenimiento que garanticen la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia en su más alto nivel; es aquí donde, el mantenimiento preventivo juega un papel importante.

De acuerdo a la revisión efectuada, los investigadores quienes han abordado la temática en estudio, dentro de los cuales se destaca:

- Chirinos Lesbia María y Palencia Javier. “Diseño De Un Programa De Mantenimiento Preventivo para los Compresores Copeland Semi-Sellados Herméticamente de la Empresa MARAVEN S.A.” 1997 p.17. (1).

Establecen la necesidad de fomentar un mantenimiento preventivo en el aspecto operacional de los distintos tipos de maquinarias.

De igual manera proponen pautas para la conservación más adecuada de los equipos e instalaciones, basadas en la rutina de lubricación y de inspección de cada equipo, así como la lista de las partes más críticas de dichos equipos. Esta información es necesaria para poder aplicar el mantenimiento que necesitan las máquinas para funcionar durante más tiempo sin que se presenten fallas graves o deterioros prematuros.

- Briceño Yajaira, Colina Maribel y Espinoza Ana. “Manual de mantenimiento preventivo para los equipos auxiliares de la Planta de Vapor T-6 de la empresa Maraven S.A.” 1995, p. 23 (2).

Afirman de acuerdo a las investigaciones que han realizado, que es de vital importancia que en toda empresa se establezcan mecanismos para conservar y mantener los equipos dentro de las condiciones necesarias para evitar paradas o fallas incipientes en equipos e instalaciones de la empresa, todo esto representa un elemento clave para maximizar la calidad y minimizar los costos. También se destaca que el mantenimiento preventivo en los equipos e instalaciones permite alargar la vida útil en los mismos.

#### **Bases teóricas.**

Para la sustentación de la presente investigación se relacionaron ciertos aspectos teóricos que a continuación se desarrollan.

## CONCEPTOS GENERALES SOBRE MANTENIMIENTO.

Según el Manual del Mantenimiento centrado en la fiabilidad (RCM) demuestra que la idea general del mantenimiento está cambiando. Los cambios son debidos a un aumento de mecanización, mayor complejidad de la maquinaria, nuevas técnicas de mantenimiento y un nuevo enfoque de la organización y de las responsabilidades del mismo.

El mantenimiento también está reaccionando ante nuevas expectativas. Estas incluyen una mayor importancia a los aspectos de seguridad y del medio ambiente, un conocimiento creciente de la conexión existente entre el mantenimiento y la calidad del producto, y un aumento de la presión ejercida para conseguir una alta disponibilidad de la maquinaria al mismo tiempo que se contienen los costes.

Los cambios están poniendo a prueba el límite, las actitudes y conocimientos del personal en todas las ramas de la industria. El personal de mantenimiento desde el Ingeniero al gerente tiene que adoptar nuevas formas de pensar y actuar. Al mismo tiempo se hacen resaltantes las limitaciones de los sistemas actuales de mantenimiento, a pesar del uso de ordenadores.

Frente a esta avalancha de cambios, el personal encargado del mantenimiento está buscando un nuevo camino, quieren evitar a toda costa equivocarse cuando se toma alguna acción de mejora; en lugar de ello tratan de encontrar un marco de trabajo estratégico que sintetice los nuevos avances en un modelo coherente, de forma que puedan evaluarlos racionalmente y aplicar aquellos que sean de mayor valía para ellos y sus compañías.

En el manual Curso de Formación de Tres Días en Reability - Centred Mainteance, RCM 1999, p. 8 (3), introduce una filosofía que provee justamente ese esquema de trabajo. Lo llamamos Reliability Centred Maintenance, o RCM (Mantenimiento centrado en la fiabilidad).

Si se aplica correctamente, RCM transforma la relación entre el personal involucrado, la planta en sí misma, y el personal que tiene que hacerla funcionar y mantenerla. También permite poner en funcionamiento nueva maquinaria a gran velocidad, seguridad y precisión. Este manual explica cómo puede hacerse, comenzando con un examen retrospectivo de la evolución del mantenimiento en los últimos 50 años.



### 3.1.1 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

En todos los tiempos, el hombre ha sentido la necesidad de mantener sus maquinarias y equipos de trabajo en óptimas condiciones. Por lo general ocurrían descomposturas en ciertos equipos, producto del mal manejo del operador. Los mantenimientos se practicaban al momento de la falla, es decir, mientras el equipo estaba en funcionamiento, a este acontecimiento se le llamó mantenimiento reactivo o de ruptura, también conocido como mantenimiento correctivo.

Fue hasta el siglo XX, que un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un concepto diferente en mantenimiento, que se apegaban o guiaban de las recomendaciones del fabricante del equipo, las cuales hacían referencia a las limitaciones del equipo, forma y cantidades de trabajo al día, tipo de mantenimiento, forma de operar, maquinarias y materiales a utilizar en el mantenimiento.

A esta nueva tendencia se le llamó mantenimiento preventivo, se extendió a otros campos dentro de la empresa, ya que muchos gerentes de planta se interesaron en aplicar estos conceptos en departamentos como: mecánica, electricidad, transportación entre otros.

El año 1970 dio lugar a la globalización del mercado, lo que trajo consigo fuertes competencias entre las compañías por ser cada día más competitivas y escalar niveles más altos en comparación con las demás empresas.

A partir del año 1990 se le da la verdadera importancia a los sistemas de mantenimiento como parte integral del sistema de producción y como apéndice del sistema de calidad total, que muchas empresas utilizan eficazmente.

En el año 2002 el mantenimiento industrial no sólo entrenaba como al inicio departamentos específicos, sino que también, todo el conglomerado de la empresa, desde sus gerentes y administradores hasta la persona que hace la operación más simple.

En los comienzos del siglo XX, los estudios realizados por el científico Frederic W. Taylor cambió de manera pacífica las malas aplicaciones que existían en las empresas antiguas. “A partir de sus observaciones empíricas llegó a diseñar métodos de trabajo donde la persona y la máquina eran una sola entidad, una unidad inspirada por un salario atractivo para operar la máquina de acuerdo con las instrucciones requeridas”. (Diseño e Implantación del Programa de Mantenimiento “BETICO” 1992).

## 3.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

### *Definición de Mantenimiento.*

Según el RCM, 1999 p. 6. (7) “Es asegurar que todo elemento físico continúe desempeñando las funciones deseadas, esto es porque el mantenimiento (el proceso de causar que continúe) solamente puede entregar la capacidad incorporada o fiabilidad inherente de cualquier elemento (no puede aumentarla). En otras palabras, si cualquier tipo de equipo es incapaz de realizar el funcionamiento deseado en principio, el mantenimiento por sí solo no puede realizarlo. En tales casos, debemos modificar los elementos de forma que pueda realizar el funcionamiento deseado o por el contrario reducir nuestras expectativas.”

Se puede decir que el objetivo principal del mantenimiento preventivo (MP), es garantizar que las maquinarias de un proceso productivo estén en óptimas condiciones para desarrollar el trabajo asignado de forma eficiente y eficaz.

“El mantenimiento preventivo se definió como una serie de tareas planeadas previamente, que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de las funciones para las que fue creado un activo. Puede planearse y programarse con base en el tiempo, el uso o la condiciones del equipo”. (Dixon, 2000, p. 77) (8)

El mantenimiento preventivo puede ser planeado previamente, aunque en algunos casos se pueden encontrar posibles fallas que ameriten de su corrección inmediata, aunque no fue planeada la ejecución con anticipación.

Es importante resaltar, que el mantenimiento se lleva a cabo o se programa de formas diferentes, todo dependerá del tiempo, de las condiciones, del uso y del lugar donde opere el equipo.

La incógnita más crítica en el mantenimiento preventivo es: ¿Qué conjunto de tareas deben realizarse para impedir una falla?

Es lógico que si se entiende el mecanismo de la falla real del equipo, que pueda decidir qué tareas serán prioritarias atender para impedir que se presente el fallo o la descompostura.

El mantenimiento programado que se realiza con el fin de *prevenir* la ocurrencia de fallas. Se conoce como **Mantenimiento Preventivo Directo o Periódico** por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo. Se basa en la Confiabilidad de los Equipos sin considerar las peculiaridades de una instalación dada. Ejemplos: limpieza, lubricación, recambios programados.

Como es evidente, ningún sistema puede anticiparse a las fallas que no nos avisan por algún medio. Por lo tanto las fuentes que determinan la programación del mantenimiento preventivo están constituidas, por los registros o historiales de reparaciones existentes en la empresa, los cuales nos informan sobre todas las tareas de mantenimiento que el bien ha sufrido durante su permanencia en nuestro poder.

Se debe tener en cuenta que los bienes existentes tanto pudieron ser adquiridos como nuevos (sin uso) o como usados.

Forman parte de las mismas fuentes, los archivos de los equipos e instalaciones con sus listados de partes, especificaciones, planos generales, de detalle, de despiece, los archivos de inventarios de piezas y partes de repuesto (spare parts) y, por último, los archivos del personal disponible en mantenimiento con el detalle de su calificación, habilidades, horarios de trabajo, sueldos, etc.

### **3.3 CARACTERÍSTICAS DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

De acuerdo a Gabriel Alvendy 1985, p. 556 (9). Las principales características de Mantenimiento Preventivo son las siguientes:

- Establecer un programa continuo que deberá ser establecido y operado por personas que están capacitadas en el mantenimiento del equipo.
- Preparar lista de verificación que también deberá ser realizadas por personas que conozca de mantenimiento. Estas listas son utilizadas para hacerles inspecciones programadas en forma regular.
- Planear si es a corto o largo plazo la revisión de equipo, está es una de las características principales en los equipos. El a corto plazo se refiere a que el equipo deberá ser revisado en un mínimo tiempo estipulado, para que siga siendo productivo. El a largo plazo este afectaría normalmente el equipo de servicio de la planta.

#### **Clasificación del Mantenimiento Preventivo:**

MORROW 1986, p. 15, (10) Clasifica el Mantenimiento Preventivo de la siguiente manera:

- **MANTENIMIENTO PREVENTIVO RUTINARIO**

Es aquel donde se dan una serie de instrucciones precisas para atender de forma satisfactoria el equipo y a su vez para atender el equipo en forma frecuente y estable.

- **MANTENIMIENTO PROGRAMADO PERIODICO**

Se basa en instrucciones de Mantenimiento de los fabricantes, para obtener y realizar en cada ciclo la revisión y sustitución de los elementos más importantes de los equipos.

- **MANTENIMIENTO ANALÍTICO**

Es el análisis de fallas que indica cuándo se deben aplicar las actividades de mantenimiento para prever las fallas de equipo.

### **3.3.1 IDENTIFICAR LAS POTENCIALES FALLAS EN LAS MÁQUINAS:**

En esencia, saber antes de que ocurra una falla en un equipo, es la principal tarea del mantenimiento preventivo. La idea es predecir, planear y ejecutar el mantenimiento de un aparato antes de la descompostura, garantizando que todos los componentes para el trabajo estén disponibles.

### **3.3.2 PLANEACIÓN PREVIA DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO:**

Uno de los pilares más importante del mantenimiento preventivo lo representa la planificación, en virtud de que la esencia del mantenimiento es prevenir las fallas antes que se originen, para lo cual es necesario desarrollar métodos que permitan organizar el tiempo, lugar, materiales y personal que realizará la tarea de mantenimiento.

### **3.3.3 SELECCIÓN DEL PERSONAL ADECUADO PARA EJECUTAR EL MANTENIMIENTO:**

Es elemental contar con el personal calificado para desarrollar la tarea de mantenimiento, es decir, se procura eliminar la improvisación, la pérdida de materiales y garantizar la calidad del trabajo realizado.

### **3.3.4 MANTENER UN INVENTARIO DETERMINADO DE REFACCIONES AJUSTADO A LAS DEMANDAS:**

Un programa de mantenimiento efectivo siempre tendrá en cuenta que las piezas o refacciones estén disponibles a la hora de realizar el trabajo, también, evitará mantener un excesivo inventario de piezas que regularmente no se utilicen, haciendo un balance adecuado a la demanda y las frecuentes fallas.

### **3.3.5 EVITAR ALTOS COSTOS DE REPARACIÓN:**

Un programa de mantenimiento bien estructurado, garantiza la calidad del trabajo ejecutado, disminuye el tiempo de reparación, utiliza los materiales adecuados, lo que a su vez genera una disminución considerable en los gastos en ese sentido.

### **3.4 CAMPOS DE APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Los altos niveles de automatización y los avances tecnológicos, han provocado que las empresas modernas y no tan modernas, utilicen cada vez más el mantenimiento preventivo como instrumento importante para alcanzar sus objetivos.

Se están usando los conceptos de mantenimiento preventivo en el área de servicio, informática, en la rama automotriz, electrónica y muy ampliamente en las industrias y talleres mecánicos.

Las empresas manufactureras se han visto beneficiadas de una forma muy importante aplicando los conceptos de mantenimiento preventivo de manera correcta. Los costos para producir un bien o servicio, por lo regular, son muy elevados y un paro o falla por causa de una máquina en la línea de producción representa una disminución considerable en la productividad de la empresa que se traduce en pérdidas de tiempo, dinero, materia prima y recursos.

### **3.5 IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

El mantenimiento preventivo es el que garantiza un adecuado funcionamiento de las máquinas en el área de producción y de la misma forma sirve para maximizar su tiempo de servicio. A través del mismo se logra eliminar la improvisación en las actividades de mantenimiento, las cuales representan un alto costo para la empresa.

“Si el mantenimiento se define como el aseguramiento de que una instalación, un sistema de equipos, una flotilla u otro activo fijo continúen realizando las funciones para las que fueron creados, entonces el mantenimiento preventivo es una serie de tareas planeadas para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de dichas funciones”. (Dixon, 2000, p.75).

Las actividades de un mantenimiento procuran disminuir las fallas en las maquinarias y optimizar la vida útil de los equipos, garantizando su buen funcionamiento durante el tiempo de utilidad.

Cuando se tiene un programa de mantenimiento preventivo efectivo, las empresas no tendrían que mantener un inventario excesivo de refacciones y materiales para ser usados en mantenimiento.

Los tiempos muertos o tiempo de parada de las máquinas se reducen en su mínima expresión garantizando así menos desperdicios de materiales, tiempo y recursos necesarios para alcanzar de manera satisfactoria los objetivos propuestos por la administración en una empresa.

En lo que concierne a la integridad física de los empleados, el mantenimiento preventivo a través de sus constantes revisiones y planeaciones, evita que se produzcan accidentes provocados por una descompostura de un equipo en pleno trabajo, con lo que se reducen las tasas de accidentes y enfermedades ocupacionales.

### **3.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

La importancia de aplicar el mantenimiento Preventivo dentro de una empresa radica en la confiabilidad de que con su ejecución los equipos tendrán una mayor vida útil, con lo que se obtendrá una reducción de costos y un menor riesgo de paros de producción.

Es decir, con la implantación del mantenimiento Preventivo se puede tener un mayor control de los equipos que se encuentran en planta disponiendo del personal, tiempo y momento justo para realizar las rutinas de mantenimiento y paros programados.

#### **3.6.1.- ALCANCE.**

Con el mantenimiento Preventivo se busca lograr un mejor desempeño de la maquinaria y personal de la planta; garantizando la disponibilidad y confiabilidad planeada de las funciones, satisfaciendo todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa, maximizar el beneficio global, mejora parcial de la confiabilidad del equipo así como disminuir los paros no planeados.

#### **3.6.2.- VENTAJAS.**

- a) Confiabilidad, las maquinarias operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado y sus condiciones de funcionamiento
- b) Planeación de los trabajos del departamento de mantenimiento, así como una previsión de los cambios o medios necesarios.
- c) Se concreta de mutuo acuerdo el mejor momento para realizar el paro de las instalaciones con la producción.
- d) Reducción de accidentes y daños físicos a los colaboradores.
- e) Seguridad. Se puede establecer un lugar adecuado para realizar las revisiones y/o asegurar la zona en donde se realizan las tareas.
- f) Costo de reparaciones. Es posible reducir el costo de reparaciones, ya que remplazar una pieza o parte del equipo que no se encuentre en estado óptimo puede evitar que el equipo resulte con un daño mayor y por lo tanto más costoso.

- g) Carga de trabajo. La carga de trabajo es más uniforme ya que el personal tiene asignadas las tareas que va a realizar.
- h) Reduce las fallas y tiempos muertos.
- i) Incrementa la vida de los equipos e instalaciones. Si se tiene un buen cuidado con los equipos puede ayudar a incrementar su vida útil. Sin embargo, requiere de involucrar a todos en la idea de cumplir fielmente con el programa.
- j) Mejora la utilización de los recursos. Cuando los trabajos se realizan con calidad y el programa se cumple fielmente. El mantenimiento preventivo incrementa la utilización de maquinaria, equipo e instalaciones.
- k) Reduce los niveles del inventario. Al tener un mantenimiento planeado puede reducir los niveles de existencias del almacén ya que se dispone de lo que se va a necesitar.
- l) Ahorro. Un peso ahorrado en mantenimiento son muchos pesos de utilidad para la compañía. Cuando los equipos trabajan más eficientemente el valor del ahorro es muy significativo.

### **3.6.3 DESVENTAJAS:**

- a) Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.
- b) La falta de un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.
- c) Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo producen falta de motivación en el personal.
- d) Se requiere de mucho esfuerzo y disciplina para mantener y mejorar un programa de mantenimiento preventivo, por parte de la gerencia y de cada uno de los trabajadores.

### **3.7 DIFERENCIA ENTRE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Existen numerosas diferencias entre el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo, las cuales se presentan a continuación:

- El mantenimiento preventivo prevé y planea los paros antes de que ocurran. El mantenimiento correctivo no siempre reemplaza la pieza en el momento de la falla, ya que en ocasiones sólo requiere de ajuste o apriete de los elementos que están sometidos a la vibración o desgaste.
- El mantenimiento correctivo aumenta de forma considerable el costo de producción debido a los paros, en el mantenimiento preventivo no ocurren estos casos, porque los paros son planeados de forma que no se vea afectada la producción.
- Un mantenimiento preventivo garantiza la confiabilidad y duración de los equipos, por su parte, el mantenimiento correctivo se limita sólo a reparar al momento de la falla.
- El mantenimiento preventivo trabaja apegado con las especificaciones y normas de mantenimiento de cada equipo proporcionada por los fabricantes de los mismos.
- En el mantenimiento correctivo se pierde mucho tiempo para realizar o poner en servicio nuevamente una máquina, debido a que no existe una planificación previa y las refacciones, por lo regular no están oportunamente disponibles cuando se requieren. En el caso del mantenimiento preventivo es diferente, debido a que todo está planeado antes de hacer la corrección.
- Los inventarios de refacciones cuando no se lleva un programa de mantenimiento preventivo, por lo regular son inestables, porque tienen piezas que por lo regular no se usan o por el contrario no la tienen cuando se requieren. En el mantenimiento preventivo siempre se tiene lo necesario, por esta razón, los costos de mantener estas refacciones en inventario es menos costoso en comparación del correctivo.



### 3.7.1 COMO SE PERCIBE UN MANTENIMIENTO DEFICIENTE.

Un mantenimiento deficiente tiene una o más de las siguientes características:

- a) Frecuentes paros de producción originada por fallas repetitivas o irreparables de los equipos de producción o por estar los equipos de respaldo inservibles o fuera de servicio.
- b) Alto número de accidentes ocasionados por descuidos operacionales, reparaciones mal ejecutadas o roturas de partes por suciedad, aceite derramado, corrosión entre otros.
- c) Desgaste acelerado de los equipos por deficiencia en la lubricación o en el mantenimiento preventivo básico lo que reduce la vida útil de los mismos.
- d) Altos costos de reparación o reemplazo de equipos originado por la ejecución de labores de mantenimiento imprevisto, debido a emergencias o por compras compulsivas de repuestos y partes.
- e) Elevado número de trabajos a causa de la baja calidad de las reparaciones por defectos en las partes o repuestos o por la poca pericia técnica de los trabajadores.
- f) Utilización de herramientas inadecuadas, por inexistencia de las adecuadas o por estar estas últimas dañadas o extraviadas. Manejo inexperto e inseguro de las herramientas.
- g) Desconocimiento de las características, recomendaciones del fabricante e historial de los equipos, máquinas y herramientas por no tener un inventario y una historia ordenada de los mismos.
- h) Inexistencia o incumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo, por carencia de una programación o por falta de una interacción efectiva entre el personal de mantenimiento y el de producción u operaciones y el de los servicios de apoyo.
- i) Poca pericia técnica del personal debido a deficiencia o inexistencia de programas de adiestramiento del personal artesanal, técnico y supervisor o una selección inadecuada de dicho personal.
- j) Baja productividad, disciplina y entusiasmo del personal de mantenimiento por sentirse relegado y poco apoyado.
- k) Aspecto sucio y deteriorado de las instalaciones, acompañado generalmente por algún tipo de contaminación ambiental.
- l) Un mantenimiento deficiente tiene un elevado número de actividades correctivas y de emergencia y trae como consecuencia, menor confiabilidad y vida útil de los equipos, mayores costos de mantenimiento, menores índices de seguridad, menor desempeño del personal y en general menor productividad.

### **3.7.2 BENEFICIOS DE UN BUEN MANTENIMIENTO.**

Un mantenimiento bien aplicado tiene altos costos, pero genera buenos beneficios:

- a) Cumplimiento y mejoramiento de las metas de producción de la planta garantizada por una mayor disponibilidad operacional de los equipos.
- b) Reducción importante de las fallas de los equipos y de los costos involucrados por disminución de los trabajos de emergencia o de los accidentes o incidentes ocasionados por fallas mayores de los equipos.
- c) Menor desperdicio de tiempo, de materiales y mayor calidad de los trabajos de mantenimiento y de los productos de la planta, lo que genera menores costos anuales y mayores ahorros de divisas, si los repuestos son importados.
- d) Reducción de accidentes y de riesgos para el personal y para el funcionamiento de planta.
- e) Extensión de la vida útil y menores gastos de reemplazo de los equipos.
- f) Personal mejor entrenado, con mayor capacidad técnica, más ordenado lo que traduce en un ambiente de trabajo más limpio y seguro.
- g) Mayor disponibilidad de herramientas adecuadas por ser seleccionadas por manos técnicas y estar mejor cuidadas. Además de que serán manejadas de manera experta y segura, conservadas más responsablemente por los trabajadores.
- h) Personal más satisfecho y de mayor productividad.
- i) Productos industriales de mejor calidad a un menor costo.

### **3.8 DIFERENCIA ENTRE MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR USO Y POR TIEMPO**

Es determinante establecer esta diferencia, debido a que se trata de planear el mantenimiento antes de que ocurra la falla, por tal razón, se dice que el mantenimiento preventivo por uso se refiere a la cantidad de horas que un determinado equipo opera en el día, semana, mes o año.

Cuando se tienen los datos sobre la cantidad de horas que trabaja una máquina, de manera fácil se puede determinar cuándo una pieza adquiere desgastes, cuándo es necesario hacer ajustes, cuándo es posible cambiar aceite y así sucesivamente.

Mantenimiento preventivo basado en el tiempo, habla de la vida útil de la maquinaria y de los años que tiene en operación. Muchos fabricantes de equipos, maquinarias, rodamientos, entre otros, estiman un tiempo de utilidad para sus productos, especificando que transcurrido ese tiempo, ya el equipo no trabaja con mucha confianza o seguridad.

Es importante saber este dato a la hora de comprar una maquinaria que ya ha sido utilizada, ya que a través de esta información, los encargados de mantenimiento pueden inferir de manera oportuna cuáles son los posibles riesgos o potenciales fallas que se pueden presentar al momento de ponerla en operación durante un tiempo determinado.

De manera clara se puede establecer, que el mantenimiento preventivo basado en el uso se refiere a las horas o jornadas de trabajo que tiene un equipo y el mantenimiento preventivo basado en el tiempo se refiere a la vida útil del mismo.

De acuerdo a (Gabriel Alvendy 1985, p. 556) Las principales características de Mantenimiento Preventivo son las siguientes:

- Establecer un programa continuo que deberá ser establecido y operado por personas que están capacitadas en el mantenimiento del equipo.
- Preparar lista de verificación que también deberá ser realizadas por personas que conozca de mantenimiento. Estas listas son utilizadas para hacerles inspecciones programadas en forma regular.
- Planear si es a corto o largo plazo la revisión de equipo, está es una de las características principales en los equipos. El a corto plazo se refiere a que el equipo deberá ser revisado en un mínimo tiempo estipulado, para que siga siendo productivo. El a largo plazo este afectaría normalmente el equipo de servicio de la planta.

### **3.7.3 CLASIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO:**

Clasifica el Mantenimiento Preventivo (MORROW 1986, p. 15):

Mantenimiento preventivo rutinario:

- Es aquel donde se dan una serie de instrucciones precisas para atender de forma satisfactoria el equipo y a su vez para atender el equipo en forma frecuente y estable.
- Mantenimiento programado periódico:
- Se basa en instrucciones de Mantenimiento de los fabricantes, para obtener y realizar en cada ciclo la revisión y sustitución de los elementos más importante de los equipos.
- Mantenimiento analítico:
- Es el análisis de fallas que indica cuándo se debe aplicar las actividades de mantenimiento para prever las fallas de equipo.

### 3.9 CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREDICTIVO.

Según Briceño Rafael, Manzanero Osman y Sulvaran Jorge, en su tesis especial de grado titulado “MANTENIMIENTO PREVENTIVO”, aplicado a las turbinas de gas Westinhouse de la Planta Compresora T.J #3 de la empresa Lagoven zona Occidente 1994, p. 23 (5), Un diagnóstico, una propuesta para obtener el título de Técnico Superior Universitario en Sistema Administrativo de Mantenimiento, en el Instituto Universitario de Tecnología de Cabimas extensión Ciudad Ojeda. ; 1995, p. 16. (6). EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO es una actividad programada e iniciada independientemente de la condición actual de equipo y de la necesidad obvia de su reparación.

E.T. NEWBROUGH, 1997, p. 220 (7), señala basado en sus investigaciones que el Mantenimiento Preventivo puede ser definido como la conservación planeada de fábrica y equipo que permitiendo inspecciones periódicas descubren condiciones defectuosas y reducción de costos.

De igual forma plantea que es una actividad programada e iniciada independiente de la condición actual del grupo y de la necesidad obvia de su reparación. Por lo tanto se deben aplicar programas acordes con la tecnología y equipos, garantizando de esta forma la operación óptima de ellos en los procesos.

CARRASCO JUAN 1992, p. 22, (8), da una definición más precisa del Mantenimiento Preventivo como un conjunto de acciones que de una manera planificada y programada se aplica a los equipos, con el fin de prevenir y corregir condiciones favorables, asegurado de esta manera que la calidad de servicio permanezca dentro de los límites establecidos.

En mantenimiento, se agrupan una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones, etc.

Lo anterior se debe a la variabilidad del desempeño de cada uno de los componentes del sistema y su grado de dependencia o independencia, sobre todo cuando es la mano de obra uno de los componentes, pues si no llevamos a cabo una actividad de mejora y de control será muy difícil obtener confiabilidades resultantes elevadas. También es cierto que es a través de esta actividad de mejora donde se puede lograr la diferencia entre un buen y un mal servicio como producto.

Las actividades de mantenimiento pueden ser realizadas mediante diferentes sistemas y se aplican según las características de los bienes y según diversos criterios de gestión.

Estas actividades pueden ser clasificadas en tres tipos de mantenimiento; Mantenimiento Correctivo, Preventivo y Predictivo.

### 3.9.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Es aquel que se lleva a cabo con el fin de corregir (reparar) una falla en el equipo. Se clasifica en:

- **No planificado:**

Es el que debe actuar lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores.

Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

- **Planificado:**

En este tipo de mantenimiento se sabe con anticipación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa ante un hecho cierto.

La diferencia con el de emergencia, es que no existe el grado de apremio del anterior, sino que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro, sin interferir con las tareas de producción.

### 3.9.2 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Es el Servicio de seguimiento del desgaste de una o más piezas o componentes de equipos prioritarios a través de análisis de síntomas, o estimación hecha por evaluación estadística, tratando de extrapolar el comportamiento de esas piezas o componentes y determinar el punto exacto de cambio. Es también conocido como Mantenimiento Preventivo Indirecto o Mantenimiento por Condición.

Pretende detectar las fallas antes de que se desarrollen en una rotura u otras interferencias en producción. Está basado en inspecciones, medidas y control del nivel de condición de los equipos.

A diferencia del Mantenimiento Preventivo Directo, que asume que los equipos e instalaciones siguen cierta clase de comportamiento estadístico, el Mantenimiento Predictivo verifica muy de cerca la operación de cada máquina operando en su entorno real. Sus beneficios son difíciles de cuantificar ya que no se dispone de métodos tipo para el cálculo de los beneficios o del valor derivado de su aplicación.

### **3.10 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

#### **3.10.1 PLANIFICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS PROGRAMAS.**

Desde el punto de vista del mantenimiento, el atributo más valioso de los operarios es que están cerca del equipo durante mucho tiempo. Como consecuencia, ellos son los que pueden realizar muchas de las tareas simples de “a condición” y búsqueda de fallos.

Cuando tales tareas las tienen que hacer los operarios, necesitamos asegurarnos que las realizan a los intervalos de tiempos apropiados. Como tienden a ser tareas de alta frecuencia la mayoría se deben hacer diariamente o incluso una vez por turno (o incluso “continuamente” como se dijo anteriormente), es por lo tanto necesario planificar y distribuir los programas a intervalos regulares por las razones siguientes:

En la mayoría de los casos, sistemas de advertencia simples, son adecuados para éstos los sistemas formales, es probable que produzcan una gran cantidad de papeleo, especialmente si se produce una lista de chequeo nueva para cada operario en cada turno.

Los sistemas de advertencia simples que pueden usarse en lugar de las hojas de chequeo formales incluyen: Incorporar los chequeos de mantenimiento en los procedimientos operacionales estándar para el equipo en cuestión

Colocar la lista de chequeo permanentemente sobre la pared o en una cabina de control donde los operarios puedan verla fácilmente

Entrenar a los operarios de tal forma que las búsquedas de los fallos se conviertan en su segunda naturaleza (un planteamiento que tiene mucho riesgo).

### **3.11 SOLICITUD DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO Y SU PROCEDIMIENTO PARA SU AUTORIZACIÓN**

Todo trabajo debe originarse en un documento a efecto de evitar la realización de labores sin importancia, innecesarias o no autorizadas para contar con el registro de las tareas efectuadas por máquinas.

La demanda de servicio puede provenir del personal de producción o de mantenimiento directamente. La solicitud deberá ser firmada por el personal de producción, mantenimiento y por el por el coordinador de mantenimiento preventivo.

Todas las solicitudes de servicio se detallarán en forma estándar. Este documento constituye la autorización básica para el trabajo que se realizará y la fuente de toda la información sobre reparación de rutina, mantenimiento general, etc. Que pasara a formar parte de los registros históricos. Dichas formas se utilizaran para todos los equipos en todo el departamento.

Quien haga la solicitud deberá especificar lo siguiente:

- Fecha de solicitud.
- Fechas en que se realizó el mantenimiento.
- Descripción del trabajo a realizar.
- Ubicación y número de máquina.
- Prioridades.
- Firma del solicitante.
- Nombre del responsable de la ejecución de mantenimiento.
- Tiempo estándar para la realización del mantenimiento.
- Hora de inicio y terminación del trabajo.

### 3.12 INSPECCIÓN

La determinación de lo que debe inspeccionarse y con qué frecuencia debe hacerse es uno de los puntos críticos y del que depende en gran parte el éxito o el fracaso de un programa de mantenimiento preventivo. Al respecto conviene capacitar al personal en términos y técnicas de control de calidad, incluyendo la elaboración de hojas de inspección.

Como guía general se dan a continuación las siguientes recomendaciones para inspeccionar:

- Todo lo susceptible de fallas mecánicas progresivas, como desgaste, corrosión y vibración.
- Todo lo expuesto por acumulación de materias extrañas: humedad, envejecimiento de materiales aislantes, depositación etc., como es el caso de contactores eléctricos, cables eléctricos, aceites aislantes, obstrucción en tuberías, resumideros de tanques y depósitos.
- Todo lo que sea susceptible de fugas, como es el caso de sistemas de lubricación, sistemas hidráulicos, sistemas neumáticos, sistemas de gas y de tuberías de distribución de fluidos.
- Las variaciones de límites pueden ocasionar fallas como niveles de depósitos de lubricación, niveles de aceites aislantes, niveles de anticongelante de los sistemas de enfriamiento, etc.
- Los elementos reguladores de todo lo que funciona con características controladas de precisión, gasto, temperatura, holgura mecánica, voltaje, intensidad de corriente, niveles de aislamiento, etc., generalmente requiere de pruebas.

### 3.13 LUBRICACIÓN

Los lubricantes realizan diferentes funciones, la primera y más obvia es reducir la fricción y el desgaste de las piezas en movimiento, además los lubricantes pueden:

- Proteger las superficies de los metales contra herrumbre y corrosión
- Controlar la temperatura y actuar como agente de transferencia de calor.
- Enjuagar y arrastrar los contaminantes.
- Transmitir potencia hidráulica.
- Absorber y amortiguar los choques.
- Formar sellos.



### Hay tres categorías principales de los lubricantes:

- **Lubricantes líquidos:** Los lubricantes líquidos más frecuentes son los que se basan en fracciones del petróleo refinado y son de uso más extenso, debido a su adaptabilidad general a la mayoría de los equipos existentes o por su disponibilidad a un costo moderado o por ambas cosas.
- **Lubricantes semisólidos (Grasas):** Son lubricantes que se forman al dispersar un agente espesor en un lubricante líquido, pueden utilizarse ingredientes adicionales con el fin de lograr propiedades especiales, algunos de los espesadores más comunes son: jabones complejos, pigmentos arcillas modificadas, productos químicos y polímeros. Los espesadores sirven solamente para mantener el lubricante en su lugar, para evitar fugas y para bloquear la entrada de los contaminantes.
- **Lubricantes sólidos:** Es una película delgada constituida por un sólido o una combinación de sólidos introducida entre dos superficies en rozamiento con el fin de modificar la fricción y el desgaste. La lubricación de la película sólida incluye numerosas variedades y tipos de materiales que pueden tener diferentes propiedades, límites de operación y métodos de aplicación o adherencia a la superficie que se va a lubricar.

Para la selección de un lubricante se debe basar en lo siguiente:

- Temperatura
- Velocidad
- Carga
- Método de aplicación
- Sellado
- Tipo de servicio

Por lo general se recomienda la lubricación con aceite cuando el funcionamiento de los equipos está expuesto a las altas temperaturas y alta velocidad, requiere enfriamiento y circulación. Las grasas permiten el “sellado permanente”, con una reducción en el mantenimiento.

# CAPÍTULO IV

## ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS

#### **4.1 ANÁLISIS DEL PROBLEMA.**

En el departamento de marcos y molduras se tiene oportunidad de mejorar, ya que no se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo que especifique la periodicidad con la que se debe realizar el mantenimiento a cada equipo, en qué tiempo se debe hacer y con qué frecuencia se debe inspeccionar.

Esto ocasiona que la vida útil de los mecanismos como son: rodamientos, cadenas, bielas, engranes, cojinetes, catarinas, correas, bandas, flechas, etc., disminuya gradualmente y por lo tanto sean cambiados continuamente y hasta en muchas ocasiones se quede parada la máquina por falta de refacciones en almacén también esto ocasiona gastos excesivos en el mantenimiento y en la producción.

Otra de las situaciones que afecta en gran parte es que no se cuenta con un inventario de los equipos que existen en dicho departamento y mucho menos un historial de cada equipo para su análisis y mantenimiento, muchos de los manuales esta extraviados lo que hace más difícil la situación en que encuentra el departamento.

Para realizar dicho proyecto primeramente se tendrá que hacer un inventario de todos los equipos existentes y sus características, además de su programa de mantenimiento a cada equipo a continuación se presentan las imágenes de los equipos y sus especificaciones técnicas de los equipos.

## 4.2 INVENTARIO Y DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

No. de equipos	EQUIPO	MARCA	ÁREA	CANTIDAD DE EQUIPOS	Fecha de adquisición
1	Pulverizadora de pintura	CAMBELL HAUSFELD	Barniz	6	10/ 03/08
2	Molduradora profimat	WEINING	Destroce	1	23/07/01
3	Lijadora orbital	MIRKA	Pulido	15	02/02/09
4	Compresor recíprocante 30HP	INGERSOLL RAND	Máquinas	3	2001
5	Lijadora orbital	GONI	Pulido	12	11/08/04
6	Cepillo desbastadora	INVICTA	Destroce	3	2003
7	Moldeador	INVICTA	Destroce	1	2003
8	Guillotina 45°	CASSESE	Armado	1	Julio 2003
9	Engrapadora electrónica	CASSESE	Armado	1	2004
10	Engrapadora manual	CASSESE	Armado	1	Agosto 2002
11	Sierra de banda	CENTAURO	Destroce	3	2004
12	Clavadoras	FIFA	Armado	12	Desde 2001
13	Pistolas de gravedad	GONI	Barniz	16	2006
14	Pistola de lengüetas	GONI	Armado	2	2004
15	Rebajadoras	BOSCH	Destroce	3	2010
16	Motores 3 a 15 HP	WEG	Todo el departamento	27	2001
17					

Algunos de los equipos en la lista de inventario, su mantenimiento tanto preventivo como correctivo lo realiza personal externo o los propios distribuidores se encargan de él correcto funcionamiento de los equipos para mantener la garantía de los equipos.

### 4.3 DESCRIPCIÓN DE FORMATOS

#### Actividades a realizar e inspeccionar

Son actividades que frecuentemente se deben realizar para el buen funcionamiento de las máquinas así como la inspección de algunos de sus componentes que están expuestos a mayor desgaste y que muy frecuentemente se están dañando.

La lubricación es una de las actividades más importantes de un programa de mantenimiento, esta actividad se debe realizar ya que la maquinaria está expuesta a largas jornadas de trabajo y casi el cien por ciento de la maquinaria en el mundo necesita de lubricación y los equipos del departamento de marcos y molduras no cuentan con un sistema de lubricación automático como los demás departamentos, es por lo cual que se programaran las actividades que se deben realizar a cada equipo para mantenerlo operando en óptimas condiciones, otras de las actividades a realizar son:

- Limpieza del cuerpo de la máquina.
- Revisión de poleas.
- Inspeccionar rodamientos.
- Vibración excesiva.
- Temperatura.
- Voltaje amperaje.
- El ajuste de la tornillería en general es necesario ya que por la vibración que ocasiona la maquinaria consecuentemente afloja los tornillos y pueden llegar al punto de caerse e incluso la avería de la máquina.

A continuación se presentan algunos ejemplos de los programas de mantenimiento preventivo de las diversas máquinas utilizadas en el departamento de Marcos y Molduras. El resto de los programas se encuentra en (**ANEXOS I**).

### 4.3.1 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MÁQUINA PULVERIZADORA DE PINTURA.

ACTIVIDADES A REALIZAR E INSPECCIONAR CADA SEMANA

FECHA. \_\_\_\_\_

NO. MÁQUINA. \_\_\_\_\_

DEPARTAMENTO \_\_\_\_\_

TURNO \_\_\_\_\_

DURACIÓN \_\_\_\_\_

Actividades a inspeccionar y a lubricar	Condiciones			Se reparó		Observaciones	Insumos
	Buena	Regular	Mala	Si	No		
Ajuste del gatillo							
Revisar mangueras							
Tubo de succión							
Tubo de derivación							
Filtro de succión							
Válvula de pulverizado							
Botón de pulsación							
Pernos del bloque							
Boquilla de pulverización							
Conectores de mangueras							

\_\_\_\_\_  
Autorizó

\_\_\_\_\_  
Realizó

\_\_\_\_\_  
Recibió

### 4.3.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MÁQUINA PULVERIZADORA DE PINTURA.

ACTIVIDADES A REALIZAR E INSPECCIONAR CADA MES.

FECHA. \_\_\_\_\_

NO. MÁQUINA. \_\_\_\_\_

DEPARTAMENTO \_\_\_\_\_

TURNO \_\_\_\_\_

DURACIÓN \_\_\_\_\_

Actividades a inspeccionar y a lubricar	Condiciones			Se reparó		Observaciones	Insumos
	Buena	Regular	Mala	Si	No		
Filtro de succión							
Filtro de pistola							
Válvula de pulverizado							
Botón de pulsación							
Válvula de entrada							
Válvula de salida							
Boquilla de pulverización							
Ensamble de diafragma							
Aceite							Aceite
Bloque							

\_\_\_\_\_  
Autorizó

\_\_\_\_\_  
Realizó

\_\_\_\_\_  
Recibió

### 4.3.3 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MÁQUINA PROFIMAR WEINING.

ACTIVIDADES A REALIZAR E INSPECCIONAR TODOS LOS DÍAS.

FECHA. \_\_\_\_\_

NO. MÁQUINA. \_\_\_\_\_

DEPARTAMENTO \_\_\_\_\_

TURNO \_\_\_\_\_

DURACIÓN \_\_\_\_\_

Actividades a inspeccionar y a lubricar	Condiciones			Se reparó		Observaciones	Insumos
	Buena	Regular	Mala	Si	No		
Limpieza general							Trapos y solventes
Verificar ruidos extraños							
Inspeccionar las cuchillas							
Eliminar virutas							Aire
Rellenar el depósito de diesel							Diesel

\_\_\_\_\_  
Autorizó

\_\_\_\_\_  
Realizó

\_\_\_\_\_  
Recibió



#### 4.3.4 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MÁQUINA PROFIMAR WEINING.

ACTIVIDADES A REALIZAR E INSPECCIONAR CADA SEMANA.

FECHA. \_\_\_\_\_

NO. MÁQUINA. \_\_\_\_\_

DEPARTAMENTO \_\_\_\_\_

TURNO \_\_\_\_\_

DURACIÓN \_\_\_\_\_

Actividades a inspeccionar y a lubricar	Condiciones			Se reparó		Observaciones	Insumos
	Buena	Regular	Mala	Si	No		
Verificar nivel de aceite							Aceite
Eliminar residuos de grasa y virutas							Trapos y solventes
Engrasar los husillos							Grasa
Verificar la tensión de las bandas							
Reapriete de tornillería Gral.							

\_\_\_\_\_  
Autorizó

\_\_\_\_\_  
Realizó

\_\_\_\_\_  
Recibió

En el ANEXO 1 se muestra el resto de los programas de mantenimiento preventivo al resto del equipo para el departamento de M y M en Antiguo Arte Europeo.

#### 4.4.1 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DIARIO DE LA MAQUINARÍA DEL DEPARTAMENTO DE MARCOS Y MOLDURAS

Máquina	Tiempo	HORAS										
		1	2	3	4	5	0	6	7	8	9	10
Pulverizadora de pintura	P											
	R											
Molduradora PROFIMAT	P											
	R											
Lijadora orbital MIRKA	P											
	R											
Compresor recíprocante	P											
	R											
Lijadora orbital PORTER	P											
	R											
Cepillo desbastadora	P											
	R											
Moldeadora	P											
	R											
Guillotina 45	P											
	R											
Engrapadora manual	P											
	R											
Sierra de banda	P											
	R											
Clavadoras	P											
	R											
Pistola de gravedad	P											
	R											
Pistola de grapas	P											
	R											
Rebajadoras	P											
	R											
Motores trifásicos	P											
	R											
Engrapadora electrónica	P											
	R											
Mantenimiento semanal	P											
	R											
Mantenimiento semanal	P											
	R											

P = PROGRAMADO

R = REAL

MANTENIMIENTO SEMANAL



Autorizó

Realizó

Recibió

#### 4.4.2 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANAL A LA MAQUINARÍA DEL DEPARTAMENTO DE MARCOS Y MOLDURAS

Máquina	Tiempo	SEMANA					
		1	2	3	4	5	6
Pulverizadora de pintura	P						
	R						
Molduradora PROFIMAT	P						
	R						
Lijadora orbital MIRKA	P						
	R						
Compresor recíprocante	P						
	R						
Lijadora orbital PORTER	P						
	R						
Cepillo desbastadora	P						
	R						
Moldeadora	P						
	R						
Guillotina 45	P						
	R						
Engrapadora manual	P						
	R						
Sierra de banda	P						
	R						
Clavadoras	P						
	R						
Pistola de gravedad	P						
	R						
Pistola de grapas	P						
	R						
Rebajadoras	P						
	R						
Motores trifásicos	P						
	R						
Engrapadora electrónica	P						
	R						
Mantenimiento mensual	P						
	R						
Mantenimiento mensual	P						
	R						

P = PROGRAMADO

R = REAL

MANTENIMIENTO MENSUAL



Autorizó

Realizó

Recibió

### 4.4.3 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL A LA MAQUINARIA DEL DEPARTAMENTO DE MARCOS Y MOLDURAS

Máquina	Tiempo	SEMANA 1						SEMANA 2						SEMANA 3						SEMANA 4					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Pulverizadora de pintura	P																								
	R																								
Molduradora PROFIMAT	P																								
	R																								
Lijadora orbital MIRKA	P																								
	R																								
Compresor recíprocante	P																								
	R																								
Lijadora orbital PORTER	P																								
	R																								
Cepillo desbastadora	P																								
	R																								
Moldeadora	P																								
	R																								
Guillotina 45	P																								
	R																								
Engrapadora manual	P																								
	R																								
Sierra de banda	P																								
	R																								
Clavadoras	P																								
	R																								
Pistola de gravedad	P																								
	R																								
Pistola de grapas	P																								
	R																								
Rebajadoras	P																								
	R																								
Motores trifásicos	P																								
	R																								
Engrapadora electrónica	P																								
	R																								
Tiempo extra	P																								
	R																								
Tiempo extra	P																								
	R																								

P = PROGRAMADO

R = REAL

TIEMPO EXTRA



Autorizó

Realizó

Recibió

## 4.5 ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

Si bien es cierto, la inversión que se pretende hacer en el Departamento de M y M es un poco ambiciosa, también lo es la pretensión de alcanzar el máximo de tiempo disponible de la maquinaria ya que el departamento no cuenta con un PMP que permita disminuir en gran medida los paros no programados que afectan directamente la producción de cuadros y tableros de madera.

Cuando se habla de mantenimiento preventivo lo importante no es cuanto se invierte sino cuanto nos beneficiará a futuro con una maquinaria altamente disponible, para lo cual se necesita una inversión aproximada de \$560,000.00 pesos de mano de obra (Recuadro 1.1), entre ingeniero y técnicos de mantenimiento, otro punto a invertir es en la herramienta adecuada para el departamento de mantenimiento que aproximadamente serían como \$166,000.00 pesos por única ocasión (Recuadro 2.2) y \$90,000.00 para almacén de mantenimiento.

PUESTO	DÍAS	SUELDO
Jefe de mantenimiento	5	\$2,400
Tec. Mecánico	5	\$1,700
Tec. Eléctrico	5	\$1,700
Instrumentista	5	\$1,700
Ayudante en de mecánico	5	\$1,200
Ayudante de eléctrico	5	\$1,200
Ayudante de mantenimiento	5	\$900
Total por semana de mano de obra		\$10,800

(Recuadro 1.1)

En el recuadro anterior se presenta el sueldo aproximado que se pretende para los integrantes del departamento de mantenimiento y el sueldo a percibir por semana además de puestos a desempeñar.

HERRAMIENTA	MARCA	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
Cajón combo	Craftsman	2	\$14,375.00	\$28,750.00
Kit esencial de mecánico	Craftsman	2	\$ 20,900.00	\$ 41,800.00
Kit esencial de electricista	Craftsman	1	\$ 16,862.25	\$ 16,865.25
Kit de dados de impacto	Craftsman	1	\$ 25,000.00	\$ 25,000.00
Kit de llaves Allen	Allen	1	\$ 1,125.00	\$ 1,125.00
Kit de llaves Torx	Craftsman	1	\$ 1,645.00	\$ 1,645.00
Kit de pinzas bota seguros	Craftsman	1	\$ 1,250.00	\$ 1,250.00
Kit de extractores poleas	Craftsman	1	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
Kit de machuelos y tarrajas	Craftsman	1	\$ 3,750.00	\$ 3,750.00
Kit de calibradores digitales	Craftsman	1	\$ 1,937.50	\$ 1,937.50
Pirómetro		1	\$ 980.00	\$ 980.00
Rebajadora (moto tools)	Ingersll Rand	1	\$ 3,750.00	\$ 3,750.00
Mini pulidora	Craftsman	1	\$ 1,937.00	\$ 1,937.00
Taladro industrial de banco (Estándar)	Craftsman	1	\$ 28,750.00	\$28,750.00
Kit de brocas para acero	Craftsman	1	\$1,237.00	\$ 1,237.00
Multímetro	Fluke	1	\$ 2,156.00	\$ 2,156.00
Total			\$165,937.00	

(Recuadro 2.2)

En el recuadro anterior se muestra la herramienta y precio aproximado de cada herramienta que es indispensable en el departamento de M y M y poder estar preparado para cualquier contingencia.

REFACCIONES	CÓDIGO	MARCA	CANTIDAD MÍNIMA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Rodamiento	NL6916 61L7	INA	2	\$ 3,892.00	\$ 7,784.00
Rodamiento	629.2RSR	FAG	10	\$ 60.00	\$ 600.00
Rodamiento	6203-2RS	SKF	10	\$ 85.00	\$ 850.00
Rodamiento	6000-C-2Z-C3	SKF	10	\$ 75.00	\$ 750.00
Rodamiento	688-2RS	SKF	20	\$ 65.00	\$ 1,300.00
Rodamiento	627 Z NS	SKF	20	\$ 60.00	\$ 1,200.00
Rodamiento	607 F20	SKF	15	\$ 60.00	\$ 900.00
Rodamiento	5001RS	IJK	12	\$ 340.00	\$ 4,080.00
Rodamiento	6206 Y.HB	SKF	12	\$ 95.00	\$ 1,140.00
Rodamiento	6306.C3	SKF	12	\$ 310.00	\$ 1,140.00
Rodamiento	6009.2ZR.C3	SKF	12	\$ 340.00	\$ 4,080.00
Rodamiento	6204-2RS	SKF	12	\$ 110.00	\$ 1,320.00
Rodamiento	6202-2RS	SKF	20	\$ 110.00	\$ 2,200.00
Rodamiento	6201-2RS	SKF	20	\$120.00	\$ 2,400.00
Boquilla spray	240,360	CAMPBELL	4	\$ 320.00	\$1,280.00
Boquillas goni	HI413	GONI	4	\$ 120.00	\$ 480.00
Válvula de presión	AL13140SV	CAMPBELL	2	\$ 1,346.00	\$ 2,692.00
Juego del diafragma	AL173700SP	CAMPBELL	2	\$ 1,756.00	\$ 3,512.00
Cadena 222	TRS319S	CROM	12 Mtro.	\$ 268.00	\$ 3,216
Cadena 223	TRS321S	CROM	12 Mtro.	\$ 284.00	\$ 2,840.00
Polea de 12"	FSVB12	CROM	10 pza.	\$ 435.00	\$ 4,350.00
Manguera flexible	Rs65mm	GOODYEAR	60 Mtro.	\$ 87.00	\$ 5,220.00
Conexión rap. M de ½"	377*	MILLTON	30 pza.	\$189.00	\$ 5,670.00
Conexión rap. E de ½"	356*	MILLTON	30 pza.	\$ 55.00	\$ 1,650.00
Espiga copleé ½"	256*	MILLTON	25 pza.	\$ 55.00	\$ 1,375.00
Espiga copleé M ½"	456*	MILLTON	25 pza.	\$ 55.00	\$ 1,375.00
Espiga copleé E ½"	356*	MILLTON	25 pza.	\$ 55.00	\$ 1,375.00
Aceite p/ compresor	Synthetic 30HP	INGERSOLLRAND	38 Litros	\$ 138.00	\$ 5,244.00
Aceite p/ transmisión	SAE 250	SKF	19 Litros	\$ 87.50	\$ 1,662.50
Grasa	M88 NLGI0	METATRON	19Kg	\$ 534.00	\$ 10,146.00
Grasa	GRA-TM NGLI0	SKF	19 Kg.	\$ 68.00	\$ 1,292.00

(Recuadro 3.3)

En el recuadro 3.3 se muestra algunas de las refacciones más importantes además de su clave, la cantidad necesaria y su costo aproximado en el mercado para tenerlo en almacén

Toda esta inversión equivale a 7.5 % de las utilidades de la empresa además recordemos que esta inversión es inicial conforme se implemente el programa de mantenimiento, el costo poco a poco va a ir disminuyendo y los beneficios serán muy notorios.

La importancia del **mantenimiento preventivo** en el departamento de M y M nunca será menor ni se insistirá lo suficiente si se considera la importancia de una planta de equipos y máquinas confiables y completamente funcionales. El trabajo de reparación y los servicios de emergencia en el departamento de M y M pueden convertirse en una tarea costosa y pérdida de tiempo valioso.

El mantenimiento preventivo que incluya: evaluación del sistema, mediciones, ajustes y reemplazo de partes puede eliminar tiempos (muertos) de paro no programados en las operaciones de los sistemas.

Cuando se considera la relación entre pesos ganados durante el desempeño pico con los pesos perdidos durante las reparaciones no planeadas, el costo beneficio puede verse y claramente es a favor del mantenimiento preventivo. Siempre es beneficioso asegurarse de estar utilizando un personal de mantenimiento capacitado adecuadamente para los equipos que existen en el departamento.

El seguir los protocolos industriales para el mantenimiento preventivo no requiere de un personal experto. Requiere supervisión y la capacidad de las personas que realizan el mantenimiento para acceder a la información actualizada en relación al procedimiento adecuado. Sin embargo, si el mantenimiento preventivo que se está realizando se contrata, es importante asegurarse que los individuos involucrados usen tecnologías aprobadas y actualizadas.

Un ingeniero de mantenimiento que siga la programación regular de reemplazo de partes y requisitos de reacondicionamiento lleva a un entorno laboral proactivo. Los sistemas y equipos que reciban mantenimiento preventivo constante durarán más que sus contrapartes.



Algunos estándares industriales en relación con este tipo de mantenimiento estructurado son:

- Recomendaciones OEM
- Opiniones expertas
- Registros de mantenimiento de equipo similar
- Resultados verificables e indicadores de desempeño

La implementación del mantenimiento preventivo en el departamento de M y M puede empezarse simplemente con una revisión diaria y actualización de los registros del sistema. Los registros que se lleven durante incluso períodos cortos de tiempo pueden crear las bases para anticipar fallas en los equipos a fin de prevenirlas. En una capacidad a largo plazo los beneficios financieros de cada tipo de medida preventiva pueden evaluarse y eliminarse si son justificados e incrementar además los dividendos por la inversión de los operadores del sistema.

El gerente de planta exitoso, lidera dando ejemplo y delega la responsabilidad al personal para que tomen decisiones productivas. La asignación del tiempo en una programación de producción para el mantenimiento preventivo permite que se implementen las mejores prácticas y desarrolla un entorno general de seguridad.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los sistemas de mantenimiento preventivo son aplicables a cualquier organización, y surge como necesidad de adelantarse a las fallas para evitar sobre costos por paro de maquinarias, incumplimiento en la entrega y daños graves en los componentes de la maquinaria.

El mantenimiento de equipos, infraestructura, herramientas, maquinaria, etc. representa una inversión que a mediano y a largo plazo acarreará ganancias no sólo para el empresario sino también repercutirá en mejoras de producción, e índices de siniestralidad bajos.

La implementación de un sistema de mantenimiento preventivo requiere en términos generales la realización de los siguientes pasos:

- 1.- Inventario de equipos.
- 2.-Codificación de equipos.
- 3.-Definir rutinas y frecuencias.
- 4.-Descargar los datos en un sistema de información.
- 5.-Definir cronogramas de mantenimiento.

Las rutinas y frecuencias para las operaciones de mantenimiento se realizan basados en dos conceptos principales: la información proporcionada por el fabricante y la experiencia de los operadores.

Las fichas de instrucción e inspección son el resultado de todas las características consignadas de acuerdo a la máquina y el previo análisis entre información del fabricante y experiencia del operador.

El uso de sistemas de mantenimiento preventivo, minimiza el riesgo de falla y disminuyen los costos de operación comparado con operaciones del mantenimiento correctivo.

La responsabilidad y persistencia en la toma de datos de acuerdo a las funciones de mantenimiento preventivo permite generar presupuestos como medida de control financiero.

El análisis económico para verificar la viabilidad de un proyecto de implementación de mantenimiento preventivo, sólo es posible caracterizando en relación a los costos ahorrados después de la implementación. Esto debido a que no existen datos iniciales con los cuales se pueda comparar.

Se debe mejorar la cultura en relación a las actividades de mantenimiento, pues estas funciones las debe ejecutar todo el personal relacionado con la actividad económica. Esto reduce los costos por mano de obra en mantenimiento en general. La cultura organizacional logrará en el proceso de implementación de mantenimiento preventivo un acercamiento muy importante para el proceso de mejora continua.

Es necesario realizar constantemente la re-evaluación de las actividades de mantenimiento preventivo para no incurrir en sobre costos. Se debe implementar un sistema de mejoramiento continuo y culturizar la empresa para futuros procesos como por ejemplo certificaciones, así como un sistema de gestión de indicadores; lo que no se mide, no se puede controlar”.

Se debe asignar responsables para las funciones en relación a la orden de trabajo, inventarios, codificación de equipos nuevos, etc. Se debe trabajar en cultura organizacional, todos los sistemas de gestión se deben integrar para llevar a la compañía al éxito.

Se recomienda para la reposición de equipos evaluar cuando las garantías dadas por el fabricante hayan caducados y los costos por mantenimiento hayan superado el rango entre el 35 y el 40% del valor de la maquinaria en precio de compra.

## ANEXO I

### PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS DEL DEPARTAMENTO DE MARCOS Y MOLDURAS PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MÁQUINA PROFIMAR WEINING.

ACTIVIDADES A REALIZAR E INSPECCIONAR CADA MES.

FECHA. \_\_\_\_\_

NO. MÁQUINA. \_\_\_\_\_

DEPARTAMENTO \_\_\_\_\_

TURNO \_\_\_\_\_

DURACIÓN \_\_\_\_\_

Actividades a inspeccionar y a lubricar	Condiciones			Se reparó		Observaciones	Insumos
	Buena	Regular	Mala	Si	No		
Checar sensores de limite							
Engrasar correderas							Grasa
Engrasar flechas							Grasa
Reapriete de tornillería							
Verificar dispositivo de retención							
Asegurar el seguro de contragolpe							

\_\_\_\_\_  
Autorizó

\_\_\_\_\_  
Realizó

\_\_\_\_\_  
Recibió

## PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A PULIDORAS ORBITALES MIRKA.

ACTIVIDADES A REALIZAR E INSPECCIONAR TODOS LOS DÍAS.

FECHA. \_\_\_\_\_

NO. MÁQUINA. \_\_\_\_\_

DEPARTAMENTO \_\_\_\_\_

TURNO \_\_\_\_\_

DURACIÓN \_\_\_\_\_

Actividades a inspeccionar y a lubricar	Condiciones			Se reparó		Observaciones	Insumos
	Buena	Regular	Mala	Si	No		
Limpiar el escape							Trapo
Regular la presión 90psi							
Purgar el filtro							
Verificar el nivel de aceite							Aceite
Verificar fugas							

\_\_\_\_\_  
Autorizó

\_\_\_\_\_  
Realizó

\_\_\_\_\_  
Recibió

## PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A PULIDORAS ORBITALES MIRKA.

ACTIVIDADES A REALIZAR E INSPECCIONAR CADA SEMANA.

FECHA. \_\_\_\_\_

NO. MÁQUINA. \_\_\_\_\_

DEPARTAMENTO \_\_\_\_\_

TURNO \_\_\_\_\_

DURACIÓN \_\_\_\_\_

Actividades a inspeccionar y a lubricar	Condiciones			Se reparó		Observaciones	Insumos
	Buena	Regular	Mala	Si	No		
Limpieza Gral.							Trapos y solvente
Limpiar el filtro de escape							Trapos
Verificar manómetro							
Verificar ruidos extraños							
Partes flojas							

\_\_\_\_\_  
Autorizó

\_\_\_\_\_  
Realizó

\_\_\_\_\_  
Recibió

## PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A PULIDORAS ORBITALES MIRKA.

ACTIVIDADES A REALIZAR E INSPECCIONAR CADA MES.

FECHA. \_\_\_\_\_

NO. MÁQUINA. \_\_\_\_\_

DEPARTAMENTO \_\_\_\_\_

TURNO \_\_\_\_\_

DURACIÓN \_\_\_\_\_

Actividades a inspeccionar y a lubricar	Condiciones			Se reparo		Observaciones	Insumos
	Buena	Regular	Mala	Si	No		
Revisar almohadilla							
Revisar conexiones y coplees							
Lavar filtro de aire							Solvente
Checar fugas en tubería							
Verificar la vibración excesiva							

\_\_\_\_\_  
Autorizó

\_\_\_\_\_  
Realizó

\_\_\_\_\_  
Recibió

## PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A COMPRESOR RECIPROCANTE.

ACTIVIDADES A REALIZAR E INSPECCIONAR TODOS LOS DÍAS.

FECHA. \_\_\_\_\_

NO. MÁQUINA. \_\_\_\_\_

DEPARTAMENTO \_\_\_\_\_

TURNO \_\_\_\_\_

DURACIÓN \_\_\_\_\_

Actividades a inspeccionar y a lubricar	Condiciones			Se reparó		Observaciones	Insumos
	Buena	Regular	Mala	Si	No		
Drenar tanque y trampas							
Revisar ruidos excesivos							
Revisar el nivel de aceite							Aceite
Limpiar las aletas de refrigeración.							Trapos y solvente
Verificar fugas							

\_\_\_\_\_  
Autorizó

\_\_\_\_\_  
Realizó

\_\_\_\_\_  
Recibió



## PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A COMPRESOR RECIPROCANTE.

ACTIVIDADES A REALIZAR E INSPECCIONAR CADA SEMANA.

FECHA. \_\_\_\_\_

NO. MÁQUINA. \_\_\_\_\_

DEPARTAMENTO \_\_\_\_\_

TURNO \_\_\_\_\_

DURACIÓN \_\_\_\_\_

Actividades a inspeccionar y a lubricar	Condiciones			Se reparó		Observaciones	Insumos
	Buena	Regular	Mala	Si	No		
Revisar nivel de aceite							Aceite
Limpieza Gral.							Trapos solvente
Limpiar los filtros de aire							Trapos
Lavar la unidad de mantenimiento							Gasolina y trapos
Revisar tacones							
Revisar válvulas de seguridad							

\_\_\_\_\_  
Autorizó

\_\_\_\_\_  
Realizó

\_\_\_\_\_  
Recibió

## PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A COMPRESOR RECIPROCANTE.

ACTIVIDADES A REALIZAR E INSPECCIONAR CADA MES.

FECHA. \_\_\_\_\_

NO. MÁQUINA. \_\_\_\_\_

DEPARTAMENTO \_\_\_\_\_

TURNO \_\_\_\_\_

DURACIÓN \_\_\_\_\_

Actividades a inspeccionar y a lubricar	Condiciones			Se reparó		Observaciones	Insumos
	Buena	Regular	Mala	Si	No		
Verificar válvulas de seguridad							
Limpiar filtros de aire							Gasolina y trapos
Verificar el aceite (contaminación)							Aceite
Reapriete de tornillería							
Fugas de aire y aceite en el sistema							
Limpieza Gral.							Gasolina y trapos
Cambiar aceite cada seis meses							Aceite

\_\_\_\_\_  
Autorizó

\_\_\_\_\_  
Realizó

\_\_\_\_\_  
Recibió

## ANEXO II

### Especificaciones de la maquinaria

#### ESPECIFICACIONES DE LA PULVERIZADORA DE PINTURA CAMPBELL HAUSFELD

Presión de trabajo	Clasificación de corriente de Modelo A-D	Clasificación de corriente de Modelo E y F	Sistema de seguridad
0-206.9 bar	115 voltios C.A.	220-240 voltios C.A.	Seguro del gatillo de la pistola
	60Hz	50Hz	Protección del gatillo de la pistola
	8.5 Amperios	4.6 Amperios	Difusor de presión de la pistola
			Válvula para liberar exceso de presión Prime/Spray (Preparación/pulverizado)

Capacidad (GPM)					
Modelo	Peso (kg.)	a o bar	a 137.9 bar	Tamaño Max. De la manguera	Tamaño Max. De la boquilla
PS2###B/E	22.2 3*	1.59	0.94	30.5m	0.38mm(0.015")
PS2###C/F	24.9 5*	1.89	1.13	45.7m	0.43mm(0.017")
PS2###D	24.9 5*	2.27	1.56	60.9m	0.48mm(0.019")
*El peso no incluye el montaje					

## LISTA DE PIEZAS DE LA CABEZA COMPRESORA CAMPBELL HAUSFELD

No. de ref.	Descripción	No. De pieza	Cantidad
1	Ensamble de la válvula de salida	AL129600SV	1
2	Adaptador de manguera	AL104700SV	1
3	Juego de diafragmas	Pág. 17 manual	1
4	Juego del pistón	AL131502SV	1
5	Juego de excéntrica	Pág.17 manual	1
6	Tornillos de la placa de recubrimiento	HP007118AV	10
7	Placa de recubrimiento fundida	AL04510AV	11
8	Junta de la placa de recubrimiento	AL045102AV	1
9	Ensamble de válvulas de presión	AL131413SV	1
10	Juego de la carcaza	Pág. 17 manual	1
11	Juego de válvulas de retención	AL163220SV	1
12	Ensamble de válvulas de pulverización	AL132100SV	1
13	Bloqueo de la bomba	AL042413SV	1
14	Juegos de botones de salida	AL159500SV	1
15	Sello del botón de cebado de salida	AL162000AV	1
16	Ensamble de la válvula de entrada	AL165400SV	1
17	Pernos de bloqueo	ST070819AV	4
*	Sello del eje (motor)	AL045503AV	1
*	Motor	Pág. 17 manual	1
*	Aceite hidráulico	AL170200AV	1

## LISTA DE DE PIEZAS DE LA PISTOLA PULVERIZADORA CAMPBELL HAUSFELD

No. de ref.	Descripción	No. de pieza	cantidad
1	Juego de mango derecho	AL184401SV	1
2	Juego de mango izquierdo	AL184400SV	1
3	Inserción pistola	AL179803AG	1
4	Juego de pro vástago difusor	AL183400SV	1
5	Resorte	AL048600AV	1
6	Reten resorte de la pistola	AL020201AV	1
7	Sello pistola	AL020300AV	1
8	Arandela sello	AL153801AV	1
9	Arandela retén asiento	AL005404AV	1
10	Juego de sellos de la pistola	AL183600SV	1
11	Pasador actuador de la pistola	AL024102AV	2
12	Actuador pistola	AL182700AV	1
13	Tuerca	ST073804AV	1
14	Gatillo y tornillos de la pistola	AL183100SV	1
15	Filtro de la pistola	AL086101AJ AL086100AJ	2 2
16	Arandela filtro largo	MJ105402AV	1
17	Adaptador filtro largo	AL072301AV	1
18	Ensamble conector giratorio	AL183500AJ	1
19	Protección del gatillo	AL184600AV	1
20	Anillo en o	MJ106511AV	1
21	Tornillos no. 5-40	MJ103804AV	4
22	Mango derecho Prof.	AL184302AV	1
23	Mango derecho negra	AL184301AV	1

## LISTA DE PIEZAS PULVERIZADORA COMPLETA CAMPBELL HAUSFELD

No. de ref.	Descripción	Numero de Pieza	Cantidad
1	Mango	AL167960JJ	1
2	Perno del carro	MJ103305AV	2
3	Perilla	PM080900AV	2
4	Arandela	ST090200AV	2
5	Espaciador	AL007001AV	2
6	Contratuerca	AL066300AV	2
7	Rueda	WA120100AV	2
8	Carro	AL167991JJ	1
9 <sup>a</sup>	Tubo de derivación y abrazadera	AL174300SV	1
9 <sup>b</sup>	Opcional, resistente a los solventes	AL174302SV	1
10	Campana de succión con filtro	AL111000AJ	1
11 <sup>a</sup>	Ensamble del tubo de succión	AL138400SV	1
11 <sup>b</sup>	Opcional, resistente a los solventes	AL138404SV	1
12	Soporte para balde con tornillos	AL168080SV	1
14	Rueda neumática	WA005620AV	2
15	Tapa de goma	MJ110300AV	2
16	Carro con soporte para balde	AL167992JJ	1
17	Mango del soporte	AL168021JJ	1
18	Pata con tapa en el extremo	AL168011SJ	2