



# **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**

**INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA**

**ASPECTOS A CONSIDERAR PARA LA ORGANIZACIÓN DEL  
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA**

**M O N O G R A F Í A**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**P R E S E N T A :**

**P.D.I.I. ERNESTINO MEJÍA TAPIA**

**Director: M. en A. BERNARDINO MARTINEZ MUÑOZ**

**MINERAL DE LA REFORMA, HIDALGO, MEXICO SEPTIEMBRE DEL 2007**

*Agradezco a Dios por iluminar mi camino y haberme  
brindado la oportunidad de concluir mi carrera profesional,  
que no hubiera sido posible sin la fuerza que el me da en la  
vida.*

---

---

*Con respeto a la memoria de mis padres.  
Sr. José María Mejía Moreno y  
Sra. María del Carmen Tapia Pérez.  
Que con su ejemplo me motivaron a superarme.*

---

---

*Con amor y gratitud a mi esposa.  
Sra. Eva Islas Rossano.  
Que supo darme todo su apoyo durante toda mi  
Carrera hasta hacer de mí un profesionalista.*

---

---

*Con especial cariño a mis hijos.  
María Angélica, María del Carmen, Eduardo, Eva María  
Y Ernesto.  
Que me apoyaron en todo momento para lograr mi  
propósito.*

---

---

*A mis nietos:  
José Marduck, Ariadna, Zaid, Berenice, Diana, Mónica,  
Luís Felipe, Mariana y Fernando.  
Por su cariño y apoyo.*

*A mis yernos y nuera:  
Marduck, Esteban, Felipe y Lina.*

---

---

*A mis hermanos:  
Eufrosina, Paula, Germán y Sebastián.*

---

---

*Al M. en C. Bernardino Martínez Muñoz.  
Por su apoyo desinteresado y dirección en el  
Desarrollo de este trabajo.*

---

---

*A la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo  
Y en especial a todos mis maestros del Instituto  
De Ciencias Básicas e Ingeniería.*

---

---

# ÍNDICE

	<b>PAG.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	01
<b>OBJETIVO GENERAL</b>	03
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	03
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	04
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>Conceptos generales de mantenimiento</b>	05
1.1. Sistemas básicos de mantenimiento	05
1.1.1. Tipos de mantenimiento.	05
1.2. Objetivo de la función de mantenimiento.	09
1.3. Necesidad del mantenimiento en una empresa.	11
1.3.1. Clase de empresa o fábrica.	12
1.3.2. Clase de servicios.	13
1.3.3. Clase de equipo.	14
1.3.4. Clase de conocimientos.	15
1.4. Condiciones ideales de funcionamiento del mantenimiento.	17
1.5. Lugar que ocupa el mantenimiento en una fábrica.	18
1.6. Importancia de la capacitación del personal de mantenimiento.	22
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>Planeación del mantenimiento</b>	23
2.1. Planeación del mantenimiento a largo, corto plazo y cotidiano	24
2.1.1. Planeación a largo plazo.	26
2.1.2. Planeación a corto plazo.	28
2.1.3. Planeación del mantenimiento cotidiano.	29
2.2. Técnicas de planeación.	30
2.3. Higiene y seguridad en el trabajo.	35
2.3.1. Programa de prevención de riesgos de trabajo.	35
2.3.2. Seguridad.	37
2.4. Prevención de accidentes.	39

## **CAPÍTULO 3**

### **Mantenimiento Preventivo**

43

3.1. Porque contar con un programa de mantenimiento preventivo.	44
3.1.1 Planeacion preliminar.	45
3.1.2 Instauración de un programa de MP.	45
3.2. Solicitudes de mantenimiento.	46
3.2.1. Ordenes de trabajo.	48
3.2.2. Examen de maquinaria y equipo dentro del MP.	49
3.3. Prioridades y frecuencia de las inspecciones.	50
3.3.1. Criterios y estándares.	51
3.3.2. Rutinas de inspección.	51
3.3.3. Coordinación de esfuerzos mantenimiento-producción.	52
3.3.4. Conservación de instalaciones y edificios.	52
3.4. Registro de reparaciones de la maquinaria y equipo.	53
3.5. Elaboración de reportes de comprobación del mantenimiento preventivo.	55
3.5.1. Control de herramientas.	57
3.5.2. Modificaciones y mejoras.	59
3.6. Organización y control del inventario de maquinaria y equipos.	59
3.6.1. Control de instalaciones y potencias instaladas.	62
3.7. Lubricación de maquinaria y equipo.	63
3.8. Control de mantenimiento.	66
3.8.1. Clínicas de costos de mantenimiento.	67
3.8.2. Reparaciones mayores.	67
3.8.3. Previsión de mantenimiento.	68
3.8.4. Revisión anual del programa de MP.	68

## **CAPÍTULO 4**

### **La inspección en la detección y prevención de averías**

70

4.1. La inspección como función general.	70
4.2. Inspección de cojinetes y rodamientos.	73
4.3. Lubricación de cojinetes.	75
4.4. Datos e inspección de motores eléctricos.	77

<b>CAPÍTULO 5</b>	
<b>Reconstrucción de maquinaria</b>	80
5.1. Fichas de ensayos o control de calidad de máquinas.	80
5.1.1. Calidad de máquina.	80
5.2. Guía de inspección.	81
5.3. Métodos de inspección de calidad de máquinas.	82
5.4. Programa de reconstrucción.	83
5.5. Consideraciones para el costo de un mantenimiento programado.	85
<b>CAPÍTULO 6</b>	
<b>Análisis de la organización del departamento de mantenimiento en algunas empresas</b>	87
6.1. Organigrama de la empresa.	87
6.2. Organigrama propuesto para un adecuado mantenimiento.	88
6.3. Inspección en mantenimiento preventivo.	90
6.4. Perfil del supervisor actual.	90
6.5. Qué personal debe ocupar el puesto de supervisor de mantenimiento.	91
<b>CONCLUSIONES</b>	92
<b>GLOSARIO</b>	94
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	97

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>DESCRIPCIÓN:</b>	<b>PÁGINA:</b>
Fig. 1-1 Organigrama de una Empresa Pequeña # 1	19
Fig. 1-2 Organigrama de una Empresa Pequeña # 2	20
Fig. 1-3 Organigrama de una Empresa Pequeña # 3	21
Fig. 2-1 Diagrama de flechas “camino crítico”	33
Fig. 2-2 Compostura mayor de bomba y turbina, planeada mediante camino crítico	33
Fig. 2-3 Compostura mayor de bomba y turbina, planeada mediante camino crítico	34
Fig. 2-4 Prensa Hidráulica	42
Fig. 3-1. Forma de solicitud de trabajo.	47
Fig. 3-2 Orden de trabajo de mantenimiento.	48
Fig. 3-3 Diagrama de Flujo Actividades de Mantenimiento	49
Fig. 3-4 Programa de lubricación en la maquinaria.	65
Fig. 3-5 Símbolos de lubricación.	66
Fig. 3-6 Programa de revisiones de mantenimiento preventivo a una prensa mecánica.	69
Fig. 4-1 Localización de la sección de inspección en el departamento de mantenimiento.	71
Fig. 4-2 Cuadro sinóptico de la función de la Inspección.	73
Fig. 6-1 Organigrama donde mantenimiento depende de la Sub-Dirección de producción, obtenido de un organigrama de la empresa bombardier en 2001	88
Fig. 6-2 Organigrama propuesto, donde mantenimiento depende directamente de la Dirección General.	89

## INTRODUCCIÓN

No hay duda que en nuestros días, los mercados se conquistan a base de calidad y bajos precios lo que exige que las empresas estén debidamente administradas, con la finalidad de que los recursos sean aprovechados en una forma equilibrada y acorde a una planeación inteligente.

Desafortunadamente, gran parte de las empresas son manejadas empíricamente, lo cual hace que existan muchas diferencias desde el punto de vista productivo y social.

Esto se debe a que los puestos de diferentes niveles de mando están ocupados por personal que carece de los conocimientos necesarios para llevar a buen fin el objetivo de su puesto y de la empresa.

En el caso del departamento de mantenimiento, sucede lo mismo, ya que éste es la clave en toda fábrica o empresa, y si mantenimiento no funciona correctamente, repercute directamente en la producción, porque las máquinas y equipos no están funcionando al cien por ciento.

Por lo que es muy importante que el mantenimiento cumpla con los objetivos de la empresa de la cual es parte integrante, para conseguir las metas de esta función deben figurar dentro del cuadro de propósitos generales de la empresa.

Los objetivos de mantenimiento básicamente son: maximizar la disponibilidad de maquinaria y equipo para la producción.

Preservar el buen estado de las instalaciones, minimizando el mal uso y el deterioro, y conseguir estas metas en la forma más económica y eficiente.

El mantenimiento industrial es una de las responsabilidades de más importancia de la dirección de una empresa, ya que de esta depende el buen funcionamiento del sistema productivo, la calidad de los productos, el buen estado de los equipos, edificios e instalaciones.

En el capítulo I se hace una breve descripción de los conceptos involucrados en el mantenimiento, mencionando los sistemas básicos de este departamento con sus objetivos y funciones dentro de la empresa haciendo ver cual es el papel que desempeña el departamento de mantenimiento y cuales son las condiciones ideales de funcionamiento de este departamento.



De igual forma se describe el lugar que ocupa el departamento de mantenimiento en una fábrica, se ilustran organigramas con los puntos clave para el buen funcionamiento de la empresa. También se hace mención de la importancia que tiene la capacitación que se le debe proporcionar al personal de mantenimiento para el buen desempeño de su trabajo.

En el capítulo 2, se menciona la forma de planear los trabajos a desarrollar en el departamento de mantenimiento, describiendo los tipos de mantenimiento, dependiendo de la empresa o industria de que se trate. Puede ser un mantenimiento para largo, corto plazo y cotidiano. De igual forma se hace mención de la necesidad que existe de involucrarse con la higiene y seguridad en el trabajo, para prevenir el riesgo de que sucedan accidentes.

En el capítulo 3, se toca el tema de mantenimiento preventivo, explicando el porque se debe implementar un buen programa preventivo, elaborando todos los registros de las reparaciones que se efectúan a la maquinaria y equipo, soportados con las ordenes de trabajo por escrito, así también saber con que frecuencia se hacen las inspecciones del mantenimiento preventivo, así se garantizará una correcta organización y control del departamento se hace también hincapié en la necesidad de aplicar un programa estricto de la lubricación de la maquinaria y equipo existentes.

En el capítulo 4, se menciona la inspección de averías efectuando inspecciones en toda la empresa, poniendo especial interés a los rodamientos y cojinetes de la maquinaria así como su lubricación adecuada.

En el capítulo 5, se toca la reconstrucción de la maquinaria, llevando su control de calidad de las maquinas a través de métodos de inspección y programas de reconstrucción y determinar el costo de su mantenimiento programado e instalaciones y equipo nuevo.

En el capítulo 6, expongo mi experiencia vivida dentro de una fábrica y poder conocer sus deficiencias y errores que llevarán a ésta fábrica a la quiebra por sus malos manejos y una organización muy deficiente no solamente en mantenimiento, sino en todos sus departamentos, y así como ésta fábrica existen muchas que fracasan por falta de capacidad administrativa.

## **OBJETIVO GENERAL**

Demostrar que un departamento de mantenimiento bien organizado y perfectamente estructurado, permite el desempeño de las actividades que en el se desarrollan, sean de la mejor calidad y que se realicen en una forma segura y confiable, con lo cual, en las áreas de producción se reflejará un buen funcionamiento de los equipos y máquinas, trayendo como consecuencia menos fallas y paros.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Proporcionar los elementos necesarios para que mantenimiento trabaje en una forma organizada y ordenada en una empresa, obteniendo como beneficio una mayor productividad.
2. Buscar que el personal que labora en una fábrica lo haga con la mayor seguridad posible, no escatimando los directivos de la empresa lo que cueste, porque siempre será menor este gasto, que lo que costarían los accidentes.
3. Mostrar que el mejor funcionamiento de un departamento de mantenimiento en una empresa se logra cuando en el organigrama se depende directamente del director general y no del director de producción como en muchas fábricas sucede.
4. Lograr que mantenimiento sea un departamento eficiente para que los servicios que presta, así como las maquinas y equipos de producción de una organización, funcionen satisfactoriamente, reduciendo con ello el menor número de paros en la producción.
5. Adquirir el compromiso moral encaminado a tener un equipo humano en este departamento, bien preparado en el aspecto técnico, anímico y psicológico, proporcionándoles capacitación constante de acuerdo a la especialidad que tengan dentro de su área de trabajo.
6. Lograr que la gerencia de mantenimiento incorpore a personal dedicado a la inspección, para que verifique el buen desempeño de los obreros y técnicos y que cumplan con los trabajos de revisiones y reparaciones previamente programados.

## **JUSTIFICACIÓN**

Uno de los problemas más relevantes que tiene una empresa es no dar la atención e importancia adecuada al departamento de mantenimiento obteniendo como consecuencia una disminución en la productividad y en ocasiones la presencia de accidentes. Es por ello que este trabajo busca crear conciencia en quienes tienen la responsabilidad de dirigir una empresa y a todos los departamentos que de una u otra forma necesitan de mantenimiento, para que se le de la jerarquía e importancia que este tiene y que se le preste todo el apoyo necesario para que pueda contar con la asesoría necesaria y libertad para que desarrolle los mejores métodos de organización para que en el desempeño de sus actividades sea más eficiente. Permittedosele la autonomía requerida para formar a los nuevos elementos que pasarán a ocupar puestos de mayor jerarquía, teniendo su propio equipo de capacitación con instructores del mismo departamento, previamente preparados y avalados por la secretaría de trabajo.

No es desconocido para nadie que los demás departamentos, de producción, fabricación, pintura, carpintería, acabados, etc., también requieren de capacitación, pero mantenimiento lo requiere con mayor intensidad, por la gran diversidad de actividades que en el se realizan, mantenimiento debe contar con personal diestro en mecánica industrial, mecánica automotriz, pailería, mecánica diesel, electricidad, electrónica, soldadura especializada, ajustadores, operadores de máquinas, herramientas, albañilería, cerrajería, fontanería, etc., etc.

Es por todo esto que existe la preocupación de que a mantenimiento se le exige mucho y poco se le ayuda.

# **CAPÍTULO 1**

## **CONCEPTOS GENERALES DE MANTENIMIENTO**

### **DEFINICIÓN:**

**Mantenimiento:** es conservar en condiciones óptimas de funcionamiento, algún objeto, equipo, maquinaria y servicios con el fin de que éste preste eficiente el servicio cuando se requiera.

### **1.1. SISTEMAS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO**

Los sistemas básicos de mantenimiento, son cuatro y los clasifico como tipos de mantenimiento y que en seguida menciono. Son los que mantienen funcionando todos los departamentos de cualquier empresa, en sus equipos, máquinas y todos los servicios que ellos requieran, así como sus instalaciones.

#### **1.1.1. TIPOS DE MANTENIMIENTO**

El mantenimiento se clasifica en: mantenimiento preventivo, correctivo, predictivo y el mantenimiento productivo total (TPM), mencionaremos aquí el significado de cada uno de ellos:

- a) **Mantenimiento Preventivo.-** Es un sistema que ha manifestado ser eficiente y su característica principal es la de revisar la maquinaria e instalaciones antes de que se presente una falla y detectar las fallas desde su fase inicial, para corregirlas en el momento oportuno; para aplicarlo, se requiere de sólidos conocimientos de los equipos inmuebles e instalaciones donde operara, así como de una organización eficiente.
  
- b) **Mantenimiento Correctivo.-** Este sistema es el que se ocupa de las fallas imprevistas y se deben solucionar en el momento en que se presentan. Para que el mantenimiento correctivo sea eficiente, las empresas deben contratar personal con ciertas características técnicas y experiencia suficiente para:

1. Solucionar fallas en equipos de producción y servicios.
2. Solucionar fallas en las instalaciones.
3. Mantener en condiciones óptimas de operación los servicios necesarios para el desarrollo satisfactorio de una planta. Por ejemplo: suministro de agua, luz, vapor, aire comprimido, aire acondicionado, generación de energía (emergente propia).
4. Dar solución inmediata a contingencias urgentes como por ejemplo: la rotura de una válvula de seguridad en un generador de vapor o que no funciona la maquina "x" de producción, que el anuncio luminoso de la entrada se cayó, etc.

Los cuatro ejemplos anteriores son clásicos de mantenimiento correctivo y no requieren de que alguien elabore una orden de trabajo para la corrección inmediata. Es en estos casos donde se valora la eficiencia del departamento de mantenimiento y la habilidad del personal que en el labora. Cuando la reparación del daño se prolonga, entonces debe de comunicársele al jefe de departamento, para que refuerce la mano de obra.

Una vez concluida la emergencia, cuando ya se reparó el daño y todo vuelve a la normalidad, entonces debe de documentarse la acción y se dejará constancia de los trabajos realizados. Se elabora una orden de trabajo, en donde se anotarán las actividades que se llevaron a cabo y las refacciones que se emplearon así como el tiempo de duración del mismo y el personal que intervino en tal evento.

De igual forma se debe de hacer un estudio y análisis del porque sucedió esta emergencia para tomar providencias o precauciones a futuro.

- c) **Mantenimiento Predictivo.-** Es mas una filosofía que un método de trabajo, se basa fundamentalmente en detectar la falla antes que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicio al servicio, utilizándose para ello, instrumentos de diagnóstico y pruebas no destructivas.
- d) **Mantenimiento Productivo Total.-** El TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Esto incluye "cero accidentes, cero defectos y cero fallos" en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores, incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos. Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. La obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos.

El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales. TPM busca:

- Maximizar la eficacia del equipo
- Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo por toda la vida del equipo
- Involucrar a todos los departamentos que planean, diseñan, usan, o mantienen equipo, en la implementación de TPM.
- Activamente involucrar a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los trabajadores de piso.
- Promover el TPM a través de motivación con actividades autónomas de pequeños grupos:

- Cero accidentes
- Cero defectos
- Cero averías

## **Objetivos del TPM**

### **Objetivos estratégicos**

El proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costos operativos y conservación del "conocimiento" industrial.

### **Objetivos operativos**

El TPM tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada.

### **Objetivos organizativos**

El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral en el trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, todo esto, con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato.

## **Características del TPM:**

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo
- Amplia participación de todas las personas de la organización
- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos
- Orientado a mejorar la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos

Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos

## **Beneficios del TPM**

### **Organizativos**

- Mejora de calidad del ambiente de trabajo
- Mejor control de las operaciones
- Incremento de la moral del empleado
- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas
- Aprendizaje permanente
- Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad
- Dimensionamiento adecuado de las plantillas de personal
- Redes de comunicación eficaces

### **Seguridad**

- Mejorar las condiciones ambientales
- Cultura de prevención de eventos negativos para la salud
- Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas
- Entender el por qué de ciertas normas, en lugar de cómo hacerlo
- Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes
- Eliminar radicalmente las fuentes de contaminación y polución

## **Productividad**

- Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las plantas
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos
- Reducción de los costos de mantenimiento
- Mejora de la calidad del producto final
- Menor costo financiero por cambios
- Mejora de la tecnología de la empresa
- Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado
- Crear capacidades competitivas desde la fábrica

### **1.2. OBJETIVO DE LA FUNCIÓN DE MANTENIMIENTO**

Mantener en condiciones óptimas de funcionamiento y seguridad, la maquinaria, equipos e instalaciones, minimizando el mal uso y su deterioro prematuro; lograr conseguir este objetivo en la forma más económica posible y con resultados duraderos, a largo plazo.

Para lograr el objetivo de mantenimiento es indispensable contar con personal capacitado y comprometido con sus tareas y con la empresa misma.

Mantenimiento tiene la misión de solucionar los problemas tanto a nivel administrativo como técnico, con la calidad y rápida respuesta, es decir realizar las cosas bien, una sola vez y en el momento oportuno. Para lograr esta misión en mantenimiento, hay que integrarse como equipo técnico administrativo y aunar varios conceptos, como son: liderazgo técnico, honradez, respeto, innovación, objetividad, percepción, imaginación, creatividad, amistad, confianza y colaboración mutua.

Algunos administradores de mantenimiento no conocen estos conceptos en la práctica, aunque si en la teoría. Solo les interesan los resultados, pero estos deben alcanzarse con distinción en el ámbito administrativo, técnico y humano. Un plan de trabajo y la práctica se encargan de darles estos calificativos que no se puedan imponer, lo manifestarán los buenos resultados y para lograrlos se deben cuidar los siguientes puntos:

1. Mantener activo el liderazgo técnico.
2. Atender con prontitud las solicitudes.
3. Vender calidad en todos los trabajos.
4. Aceptación total de nuestras responsabilidades.
5. Aplicación siempre de acciones positivas.
6. Cumplir con los tiempos compromiso.
7. Buena relación con todos los departamentos.
8. Respeto a sugerencias del usuario.
9. Opiniones escritas de quienes reciben nuestros servicios.



10. preocuparse siempre por la auto imagen.

Para lograr una buena evaluación y auto imagen, así como un valor real en los resultados, es necesario definir algunos puntos de lo que debemos hacer y lo que no debemos hacer.

**Lo que debemos hacer:**

- Captura correcta y oportuna de datos.
- Simplificación escrita de actividades.
- Limpieza permanente en áreas de trabajo.
- Señalamientos adecuados.
- Uso correcto del equipo de seguridad.
- Doble análisis (antes de desarmar).

**Tener:**

- Más tiempo para prevenir que para corregir.
- Siempre alternativas de solución.
- Organización al realizar un trabajo.
- Refacciones y materiales anticipadamente.
- Organización y distribución del tiempo.
- Criterio propio en toma de decisiones.
- Las herramientas necesarias en buenas condiciones.

**Lograr:**

- Ganarse la confianza del usuario.
- No retrasar el flujo de documentos.
- Conocer los conceptos básicos de la producción.
- Categorizar prioridad en fallas.
- Reprogramar asuntos pendientes.
- Evaluar y corregir focos de alto riesgo.
- Compartir decisiones (cuando así se requiera).

### **Como se integra:**

Como un conjunto organizado de medios administrativos, técnicos y profesionales que, coordinados, tienen como meta mantener la funcionalidad, seguridad y apariencia de los equipos e instalaciones de una empresa, cualquiera que sea el ramo o magnitud.

### **Lo que no debemos hacer:**

- No asumir responsabilidades fuera de nuestro alcance (saber decir no).
- No retener información que debe ser transmitida.
- No perder iniciativa por ceguera de taller.
- No dejar trabajar con instalaciones provisionales sin notificar o señalar.
- No probar si hay energía eléctrica con los dedos.
- No trabajar sobrecargando equipos e instalaciones.
- No trabajar con herramientas en mal estado.
- No trabajar sin equipo de seguridad.
- No trabajar sin observar los códigos y normas (universales o internas)

Todo esto sigue pareciendo obvio, sin embargo, hay ocasiones en que estos puntos se omiten por muchas razones. Una omisión impacta los resultados por eso en cada empresa deben ser evaluados para que los planes funcionen con un mínimo de tropiezos.

### **1.3. NECESIDAD DEL MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA**

Toda empresa, cualquiera que sea su ramo o magnitud, debe tener un equipo de mantenimiento profesional, el cual debe contar con especialistas en el área administrativa, técnica, laboral y humana; siendo personas leales, comprometidas con los objetivos de la empresa de la cual es parte integrante, para conseguirlo, es importante que las metas de esa función figuren dentro del cuadro de los propósitos generales de la compañía.

Por consiguiente todo trabajador que forme parte de la actividad de mantenimiento, tiene la responsabilidad de contribuir a la consecución de los fines generales de la empresa.

Hay algunos aspectos importantes de la organización general que afectan el papel del departamento de mantenimiento.

Hablaremos de ellos en el orden siguiente:

- 1.- Clase de empresa o fábrica
- 2.- Clase de servicios.
- 3.- Clase de equipo.
- 4.- Clase de conocimientos.

Los anteriores factores deben de ser tomados en cuenta en todas las unidades de producción, sin considerar su tamaño, ya que tanto las grandes, como las pequeñas, son de un tipo en particular; estas requieran conocimientos especializados. Ambas pueden necesitar servicios complejos para su funcionamiento.

Los factores citados delinear y circunscriben el papel del mantenimiento en la organización.

### **1.3.1.- Clase de Empresa o Fábrica**

**a) Tipo Básico.-** Existen locales fabriles que son satisfactorios para el uso a que se les destina, con solo tener piso de concreto, techo y paredes que protejan de la lluvia o conserven el calor.

Los edificios destinados a oficinas son del tipo básico, salvo que son más decorativas y cuentan con calefacción y acondicionamiento de aire. Exigen de un aseo más esmerado y albergan cosas delicadas, tales como cortinajes y alfombras. Las fábricas que se dedican a labores de ensamble pueden pertenecer a esta categoría.

Dichas fábricas precisan una capacidad administrativa mínima para su conservación. El papel del mantenimiento es relativamente, de poca importancia.

**b) Tipo Complejo.-** Esta clase de fábricas son proyectadas para albergar manufacturas o el equipo necesario para fabricar un producto, como sería el siguiente caso:

1.- Una fábrica de jabones necesita ollas con altura de varios pisos, en las cuales elabora el producto. Puede ser tarea de mantenimiento construir el equipo, instalarlo, conectarlo con los dispositivos de entrada y salida, así como proporcionar el servicio de conservación.

2.- Las refinerías de grasas, aceites, productos del petróleo, producción de fertilizantes, de tipo específico. A menudo la fábrica carece de edificios. La función principal es la fabricación, por tanto, el mantenimiento estará ligado a un íntimo conocimiento de las labores.

3.- A menudo se proyectan los edificios para albergar maquinaria para envasar. Las líneas de embotellado y empacado llegan a tener centenares de metros y no son fácilmente adaptables a locales construidos para otros usos. Con frecuencia se hacen necesarias adaptaciones que corresponden al departamento de mantenimiento.

**c) Tipo Multifábrica.-** La operación de la multifábrica presenta aspectos especiales. Es raro que fábricas pertenecientes a la misma firma, se dediquen a lo mismo, por lo que el mantenimiento deberá ajustarse a las particularidades de los procesos.

Pero cuando la organización industrial cuenta con fábricas de la misma naturaleza, el equipo a utilizar será igual o muy semejante, por lo que los procesos de mantenimiento deberán fijarse de acuerdo con la experiencia.

El papel del departamento de mantenimiento a nivel corporativo, deberá informarle al director local de fábrica y a éste, el director local de mantenimiento, etc.

En estos casos, el grado de complejidad y la naturaleza de los encuadres especiales, determinan el grado de importancia que tenga el mantenimiento para la organización en conjunto.

### **1.3.2.- Clase de Servicios**

Toda fábrica necesita servicios de infraestructura como son: energía eléctrica, agua, gas, etc. Los servicios de “salida”, a menudo necesitan un mantenimiento más concienzudo, como la eficaz eliminación de desechos por alcantarillas dispersión de contaminantes, disminución de humos, atrapamiento de cenizas volantes, etc.

**a) Servicios Básicos.-** Como son energía eléctrica, agua, alcantarillado, gas, son contratados por la empresa y suministrados por el gobierno local o compañías particulares. Hecha la instalación, poco será el contacto que se requiera con los proveedores y en virtud de esta clase de servicios, rara vez se necesitará mantener relaciones a alto nivel.

**b) Servicios Complejos.-** Aún cuando los servicios básicos suelen tornarse complejos, aquí nos referiremos a aquellos que requieran conocimientos especiales para instalar y controlar.

Tal vez influyan en la comunidad, pero cuando se manejan con propiedad, se les puede regular en forma satisfactoria y con un costo razonablemente bajo de mantenimiento. Ejemplo de ellos son:

Eliminación de interferencias de radio cuando se realizan actividades de soldadura a alta frecuencia o en las operaciones que tienden a perjudicar la recepción de señales de radio o televisión en el área.

Abatimiento del humo proveniente del consumo de combustibles en calderas que producen vapor para ciertos procedimientos, especialmente cuando las cargas de líneas varían en forma considerable y es difícil conservar un consumo económico.

Consumo de grandes cantidades de energía eléctrica cuando el factor fuerza es considerable o cuando se necesita un programa de energía suministrada en las horas de menor carga.

**c) Servicios Especiales.-** Muchos servicios que se prestan a fábricas o proceden de éstas, exigen un tratamiento especial. Es posible que en relación a ellos se necesite entrar en contacto y negociar con los gobiernos estatal, federal o municipal. Las grandes empresas que necesitan estos servicios, suelen contratar especialistas que se encarguen de los aspectos políticos y/o técnicos de las transacciones. En esta clasificación se incluyen los siguientes servicios:

- Instalación o retiro de tuberías intra o interestatales, conductoras de productos de petróleo, gas, etc.
- Control de anticontaminación.
- Eliminación de desechos venenosos, anticorrosivos y atómicos.

### **1.3.3.- Clase de Equipo**

**a) Equipo Básico.-** Empleamos el término “equipo de fabricación” para designar a las máquinas de tipos y tamaños predeterminados, cuyas partes de repuesto pueden comprarse en seguida con todos los abastecedores.

Es común que las fábricas cuenten con una existencia razonable de piezas de repuesto. Por lo general, este equipo es de naturaleza mecánica y sólo necesita algún ajuste a la dimensión física o a la reposición de piezas estándar.

El papel de mantenimiento, en este caso, es directamente proporcional a la naturaleza del equipo para la consecución de los objetivos de la fábrica como son:

Calderas

Calentadores de espacios

Componentes estándar de acondicionadores de aire

Tornos tipo catálogo, tornos revolver, fresadoras, etc.

Calibradores de temperatura o presión

Montacargas de horquilla, etc.

**b) Equipo de Diseño Especial.-** Cuando se trata de equipo de adaptación o diseño especial se torna más complejo su mantenimiento, haciendo que el departamento de mantenimiento cobre particular importancia, en virtud de los conocimientos expertos que se requieren; siendo indispensable un buen criterio para poder predecir el tipo y la cantidad de piezas de repuesto que conviene tener en existencia. Como se trata de un equipo especial, el tiempo de entrega de las piezas de repuesto determinará el monto de las existencias, que puede llegar a ser grande con esta clase de equipo, toda interrupción en el trabajo resulta muy costosa. Una lista de equipo de tipo especial sería interminable, pero unos cuantos ejemplos pueden servir de idea:

- Equipo para fabricación de hojas de afeitar.
- Máquinas para hacer vendajes.
- Máquinas para tratamientos médicos.
- Equipos extragrande para forjar o manejar componentes voluminosos y pesados para reactores o submarinos atómicos.
- Equipo de manufactura para vidrio.

#### **1.3.4.- Clase de Conocimientos**

Para maquinaria de tipo especial.- La maquinaria proyectada para fines particulares, se fabrica actualmente con base en conceptos avanzados de medición y control. Para operarla, son indispensables dispositivos de limitación muy precisos, aparejados a circuitos electrónicos que ponen en marcha, colocan en posición, controlan y miden operaciones de secuencia múltiple.

Para atender estos aspectos, se necesita personal de mantenimiento muy experto. El instalador debe disponer de ésta maquinaria con mayor precisión y acierto que nunca. El electricista tiene que capacitarse para la reparación y ajuste de controles electrónicos.

El mecánico debe colocar, disponer y ajustar los elementos relativos de la mejor manera.

Por consiguiente, y sobre todo, tratándose de máquinas de tipo singular, los nuevos equipos reclaman los conocimientos del especialista de mantenimiento. Ilustrativo de estos problemas es el equipo empleado para embotellar o llenar a alta velocidad, el empaquetado rápido, las líneas de traslado y el equipo controlado mediante cintas o tarjetas.

**a) Para Operaciones Especiales.-** Las operaciones o condiciones correspondientes al mantenimiento, pueden abarcar desde lo más sencillo, hasta lo más complejo. Tocante a la función de mantenimiento y su sitio en la organización, la simplicidad o complejidad de la operación no es factor tan determinante como el tipo de fábrica, de equipo, de servicios y de conocimientos que se precisan.

Las operaciones sencillas pueden exigir un mantenimiento complicado o extraordinario. Por otra parte, hay operaciones complejas que tal vez requieran un tipo de mantenimiento muy simple.

**b) Para operadores de equipo con Licencia.-** El manejo de plantas de vapor a alta presión y de equipo generador de energía eléctrica suele estar sujeto a reglamentos oficiales, el cual exige a los operadores que tengan licencia de varios niveles para que puedan manejar, en forma legal, esa clase de equipo.

Un trabajo altamente especializado como éste, confiere mayor importancia a la labor de mantenimiento. En diversos lugares, se requiere operadores con licencia para equipos de acondicionamiento de aire y hasta para compresores de aire.

**c) Para nuevos adelantos Técnicos.-** Esta necesidad hace que crezca en magnitud, el papel del mantenimiento en la empresa, ya que cada nuevo conocimiento exige un mayor grado de talento, habilidad y adiestramiento. Con frecuencia, se necesitan ingenieros graduados. No es sencillo encontrar personal que reúna todas las cualidades. Los nuevos conocimientos que se requieran para las operaciones de mantenimiento, incluyen cuestiones tales como:

Equipo o controles electrónicos.

Equipo coordinado, como son las líneas de traslado.

Equipo de energía nuclear y otras.

**d) Para la construcción.-** Esta se halla estrechamente relacionada al mantenimiento; puede definirse como la erección de nuevas áreas o instalaciones para la organización del mantenimiento. Esto puede abarcar desde situar o edificar oficinas, nuevas bodegas, instalación de aire, vapor, agua, hasta reubicación de edificios, pasillos, etc. Es pues, evidente que la clase de fábrica de servicios de equipo y de conocimientos tiene su parte en la tarea del mantenimiento dentro de una empresa. El papel de éste tiene mucho que ver

con el lugar que ocupa en la organización. Hemos hallado pues, una gran correlación entre el tamaño de la fábrica y la posición del mantenimiento.

#### **1.4. CONDICIONES IDEALES DE FUNCIONAMIENTO DEL MANTENIMIENTO.**

Para poder contar con un funcionamiento Industrial ideal, se debe cumplir con los siguientes aspectos:

- a) Que la maquinaria e instalaciones no cuenten con defectos en: proyecto, construcción, montaje o utilización y elevados costos de mantenimiento.
- b) Que puedan existir cierto número de horas, sin interferir con la producción, para darle mantenimiento a la maquinaria y equipo.
- c) Que exista perfección en la consecución del servicio de mantenimiento.

Además, se debe de tener en óptimas condiciones de funcionamiento, las actividades básicas desarrolladas por toda empresa, las cuales están conformadas por tres, núcleos, los cuales son:

- a) Maquinaria de producción.
- b) Maquinaria de mantenimiento.
- c) Maquinaria de administración.

**Maquinaria de Producción.-** Es el conjunto de organismos humanos y materiales, cada uno de ellos con una función específica y coordinada con los demás, teniendo al mismo objetivo: el de producir algún satisfactor humano.

Por ejemplo, una planta telefónica está compuesta por operadoras (organismos humanos); centrales automáticos y manuales, redes, etc. (organismos materiales); cada uno de estos componentes, ha sido diseñado y colocado en forma tal, que al desarrollar su función coordinadamente, consigue producir el servicio telefónico, el cual es el objetivo principal de esta maquinaria.



Cabe aclarar que los componentes humanos no propiamente han sido diseñados para ejecutar su función, si no que esto se refiere a que han sido colocados, previa selección, en puestos, los cuales si deben haber sido contemplados a fin de permitir llevar a cabo dicha función, por lo que es necesaria una ulterior capacitación de este personal, al comparar las necesidades del puesto con los conocimientos y habilidades del hombre.

**Maquinaria de Mantenimiento.-** Es notorio que todos los elementos son mutables y la maquinaria de producción no es la excepción; por tanto, si se desea que ésta siga funcionando de acuerdo con la idea que originalmente la concibió, es indispensable darle cierta atención a sus necesidades; hacer en ella una serie de trabajos, tales como inspecciones, pruebas, lubricaciones, reparaciones, limpieza, etc. Estas labores estarán a cargo de la maquinaria de mantenimiento, la cual está formada también por un conjunto de organismos humanos y materiales interrelacionados y cuyo objeto principal es lograr que la maquinaria de producción de los rendimientos previstos dentro de los costos también calculados.

**Maquinaria de Administración.-** Como la maquinaria de mantenimiento debe ser diseñada y estructurada, así como a la vez mantenida en óptimas condiciones existe un núcleo de individuos, generalmente de un nivel superior en inteligencia, cultura y moral, que, auxiliados por mecanismos muy elaborados, diseñan y estructuran las dos primeras maquinarias y posteriormente, dirigen y controlan la actuación de éstas, por lo común, a través del funcionamiento de la maquinaria de mantenimiento. Este conjunto de individuos y máquinas superiores forman lo que se le llama la maquinaria de administración cuyo objetivo principal es el de asegurar que las tres maquinarias funcionen armónicamente; de forma que cualquier desviación que nos aparte de las metas, pueda ser detectada y corregida de inmediato, corrección que por lo general, se hace sobre la maquinaria de mantenimiento (cuando la organización está automatizada en sus labores de producción), la que a su vez, obra sobre la producción.

Otro de los grandes atributos de la maquinaria de administración, es el que puede prever y llevar a cabo el crecimiento de toda la empresa en una forma equilibrada y económica, la cual es función directa de la calidad de los recursos humanos con que cuenta éste.

## **1.5. LUGAR QUE OCUPA EL MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA**

Al considerar el lugar que ocupa un departamento de mantenimiento en la empresa, hay que atender, en primer término, a su calidad de centro donde se adoptan decisiones y en segundo, a su carácter de sistema de función física. Es menester estudiarlo teniendo presente la administración y la organización estructural, y el departamento de mantenimiento físico.

El tamaño de la fábrica determina el número y el lugar de los centros de toma de decisiones en la organización. Estos centros son intersecciones o cruces de la corriente de información.

Los centros de adopción de resoluciones que influyen de una manera directa o indirecta en el mantenimiento también es, en sí, un Centro de Toma de Decisiones. La pregunta es ¿qué lugar ocupa el departamento en la red de centros decisorios en la empresa?

Como el tamaño de la organización empresarial determina, en gran parte, la naturaleza del intercambio de centros de toma de decisiones, tendremos que considerar, ante todo, la situación de una fábrica pequeña; después, en una de tamaño intermedio y finalmente en una empresa grande o compuesta de varias unidades fabriles.

La fábrica pequeña como determinante de los centros de adopción de resoluciones que influyen en el departamento de mantenimiento.

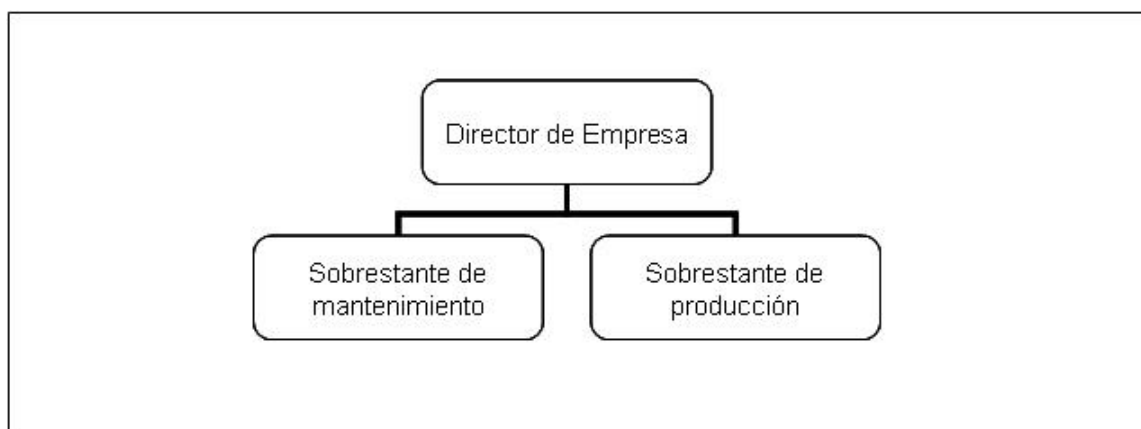


Fig. 1-1 Organigrama de una Empresa Pequeña # 1

Fuente: ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. E.T. NEWBROUGH

En este caso, hay tres centros de toma de decisiones: supervisor de mantenimiento, supervisor de producción y director de fábrica. El supervisor de mantenimiento se encuentra al mismo nivel de la organización que el de producción. El director de fábrica se halla en un nivel jerárquico superior.

Cada centro tiene sus responsabilidades propias, ya que adopta innumerables determinaciones, de acuerdo con los procedimientos de rutina, políticas, etc. Existe una comunicación tanto escrita como oral, entre éstos tres centros. En los casos en que la comunicación escrita es suficientemente explícita o de rutina, no hay necesidad de hablar.

Sólo será preciso esto último, cuando los dos centros inferiores son perjudicados por una decisión única. En el caso de un paro de máquinas, por ejemplo, el programa de mantenimiento se ve necesariamente interrumpido y la producción se detiene. Las situaciones de prioridad son objeto de una discusión y una decisión. Como los centros de mantenimiento y producción se encuentran al mismo nivel, es probable que se llegue a resoluciones sin que haya ninguna fricción. Las decisiones llegan a ser rutina, por que ambos departamentos tienen intereses de carácter común ya que los dos pugnan por hacer posibles los objetivos de la empresa. Veamos ahora la situación correspondiente a la fábrica pequeña, segundo caso en la figura.

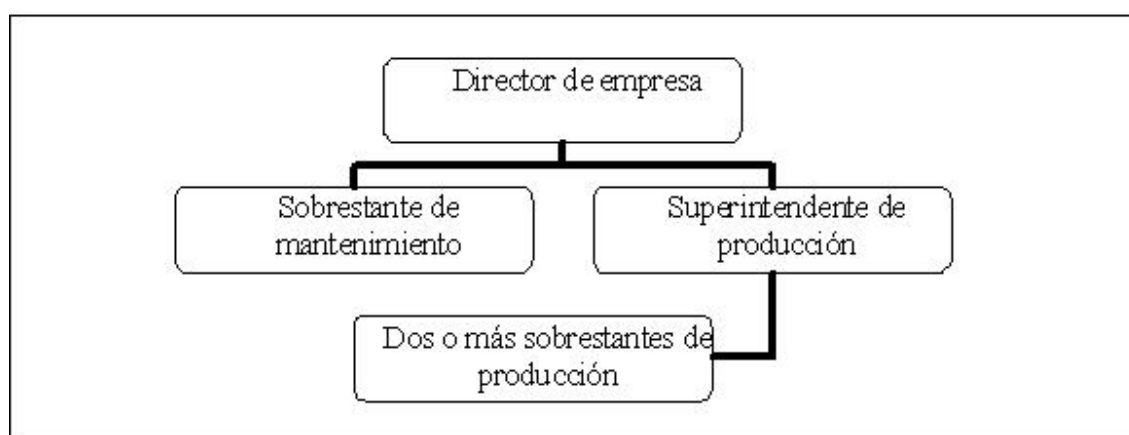


Fig. 1-2 Organigrama de una Empresa Pequeña # 2

Fuente: ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. E.T. NEWBROUGH

En este organigrama, se supone que el departamento de producción es tan complejo, que se necesita un superintendente que dirija a varios supervisores. De este modo, también queda supuesto que el papel del departamento de mantenimiento no resulta tan complicado como el de producción.

Cuando el supervisor de mantenimiento se ve ante un problema desacostumbrado y que atenta contra los objetivos de la producción en forma grave, es probable que no decida de un modo independiente, sino que discuta el problema con el supervisor de producción que resulte dañado por el mismo. Si después de ese cambio de impresiones, no se logra llegar a un acuerdo, se puede pasar a plantear el problema al superintendente de producción y hasta al director de la fábrica. De cualquier forma, el supervisor de mantenimiento tiene voz y voto cuando se consulte al superintendente. Y aun cuando el caso se lleve a la consideración del director de fábrica, es posible que siga teniendo intervención, aunque no siempre se acostumbra esto.

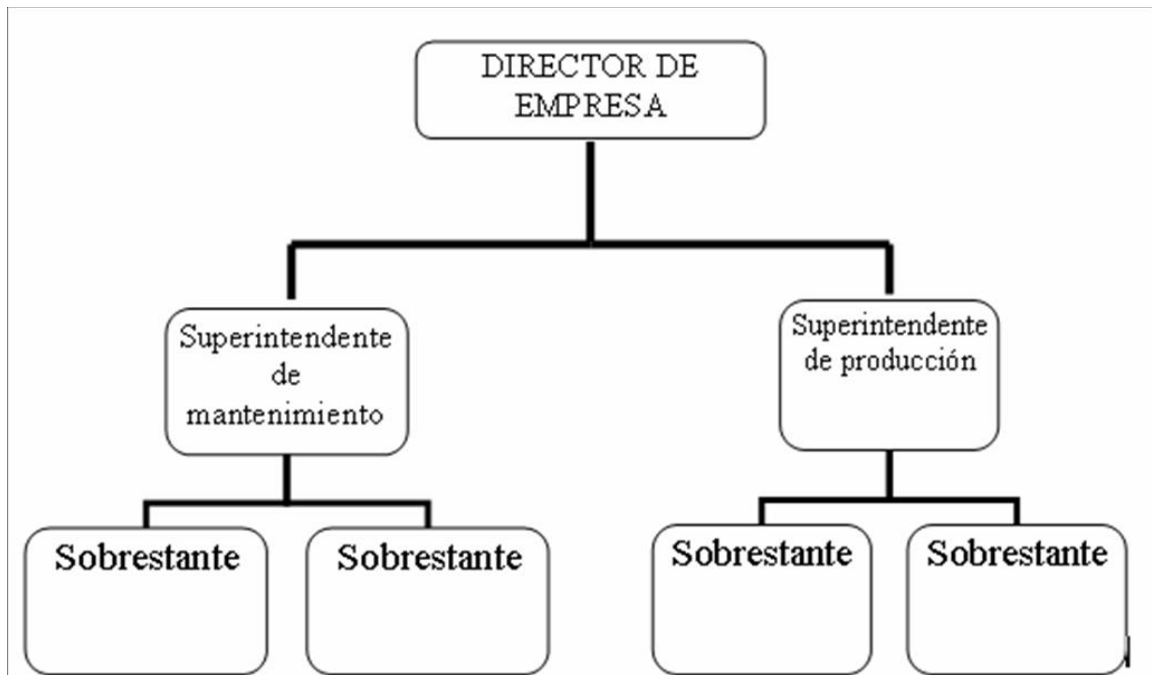


Fig. 1-3 Organigrama de una Empresa Pequeña # 3

Fuente: ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. E.T. NEWBROUGH

En la empresa pequeña # 3 se puede observar que mantenimiento y producción se hallan también al mismo nivel en la estructura orgánica.

Aquí, el departamento de mantenimiento es más grande o complejo y requiere un superintendente a cuyo cargo se encuentren los supervisores. Los departamentos de producción y mantenimiento están a la par y tienen la misma importancia en la empresa. En virtud de programas que se entrecruzan, es probable que el superintendente de mantenimiento, tenga repetidos contactos con el de producción para tratar asuntos que alcanzan al nivel de su centro de toma de decisiones. Si mantenimiento y producción topan con una dificultad tan compleja que no pueda ser plenamente resuelta, es evidente que tendrán que plantearla al centro decisorio inmediato superior.

La dimensión de la fábrica, el número de centros de toma de decisiones y la importancia del mantenimiento, aumentan en proporción a la magnitud de la producción.

## **1.6. IMPORTANCIA DE LA CAPACITACIÓN DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO**

La capacitación del personal de mantenimiento, es de suma importancia en cualquier empresa, ya que de esta depende la buena marcha y resultados en los objetivos que se buscan alcanzar.

La capacitación se da a todo el personal que labora en el departamento; directivos, jefes de departamento, supervisores y obreros en general a cada quien en su nivel y capacidad. La capacitación consistirá en temas relacionados con su trabajo, conocimiento del funcionamiento de cada una de las maquinas y equipos que existan en la empresa.

Cuando llega maquinaria nueva, deberá instruirse al personal encargado de las reparaciones, tanto mecánicos como electricistas y de ser posible se enviara a la planta armadora de esta maquinaria a personal capaz, a adiestrarse para después llegar con esos conocimientos y transmitirlos al resto del personal encargado de las reparaciones.

Así como se capacita al personal de mantenimiento en todo lo relacionado a los mecanismos de las maquinas, y a identificar en que consiste una reparación de tipo correctivo y preventivo, también se contratará a personas capacitadas para impartir cursos y seminarios de relaciones humanas, para concientizar al personal de cómo se debe tratar a sus compañeros, al personal subordinado y a sus superiores.

Un tema también relacionado con la capacitación, es la **SEGURIDAD INDUSTRIAL**.

Se le debe enseñar al trabajador a utilizar adecuadamente el equipo personal de seguridad. A usar la ropa indicada según las normas, zapatos de seguridad, guantes cuando el trabajo que realiza lo permita, gafas de protección para esmerilar, gafas para soldadura autógena y corte, careta para soldadura eléctrica con vidrio de las sombras correctas, enseñarles a utilizar sus cinco sentidos cuando transiten por áreas peligrosas.

La observación y aplicación correcta de la seguridad, representa para la empresa un gasto, pero que en nada se compara con lo que le costaría un accidente o los accidentes que podría ocasionar a los trabajadores el no velar por una correcta seguridad.

También se debe adiestrar a todo el personal que labora en la empresa a detectar las anomalías que hay en toda empresa, en todos sus departamentos, instalaciones, equipos, máquinas, bodegas, pasillos, oficinas. Estas anomalías se convierten en peligrosas cuando no se detectan y corrigen a tiempo. Cuando se toca el tema de la Seguridad, generalmente es uno de los puntos que se descuidan más.

## **CAPÍTULO 2**

### **PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO**

La planeación del mantenimiento de una fábrica es un programa de las actividades a realizar con la finalidad de mejorar las condiciones de operación en la maquinaria y equipos con el fin de alcanzar las metas deseadas a largo, corto plazo y cotidiano con respecto a la producción de la empresa.

Es necesario establecer que son tres, las áreas básicas de planeación para el mantenimiento, siendo la primera de ellas, la que abarca la planeación a largo plazo de las necesidades de mantenimiento y se encuentra íntimamente vinculada con los pronósticos de las ventas y de la producción, y dependiendo también de ellas. Dicha clase de planeación se lleva a cabo en empresas importantes por el respectivo personal encargado de elaborar un programa de esta índole, para la totalidad de la empresa.

Los encargados de la planeación trabajando con los ejecutivos de línea de las divisiones de operación, definen y expresan lo que se necesita en el terreno de las decisiones actuales, para poder alcanzar determinadas metas dentro de diez años. El nivel administrativo de los encargados de la planeación, suele ser elevado, pues informan directamente al presidente o al vicepresidente.

Los planes a largo plazo abarcan la administración total y los que afectan fabricación influyen en la planeación de ingeniería de fábrica, de la dirección de control de calidad y de la de producción.

En las organizaciones menores es probable que no haya un grupo encargado de preparar esta clase de planes. Tal vez, uno o dos individuos sean designados para prepararlos, trabajando en combinación con los directores de asesoría y de línea.

Los planes a corto plazo, que integran la segunda área, comprenden lapsos aproximadamente de un año y se preparan bajo la supervisión directa de los directores.

La tercer área, comprende planes inmediatos de la función de mantenimiento y viene a ser una planeación específica de trabajos de mantenimiento, esta clase de mantenimiento se elabora por técnicos del grupo de control de mantenimiento o por sobrestantes.

Es significativo que en las tres áreas de planeación, se difiera mucho en cuanto al tipo y lugar de desarrollo; mientras mas penetran los planes en el futuro, mayor es el nivel de responsabilidad. La planeación de largo alcance se hace por el presidente o vicepresidente, y un grupo de asesoría establece las metas, dicta las estrategias y diseña los programas

operativos para periodos de cinco, diez o más años. Es interesante observar que las compañías fabricantes de automóviles estudian, a nivel de asesoría, las tendencias y pronósticos de la rama de transportes por 35 años a partir de ahora, con el fin de definir mejor sus planes para satisfacer las demandas futuras.

La planeación inmediata la hace personal de categoría inferior y puede considerarse casi como de rutina, correspondiendo al día en curso, al de mañana y quizá, a la próxima semana.

Las tres áreas mencionadas, tienen muy poco en común salvo que todas figuran bajo la denominación de planeación y son necesarias para la consecución de los objetivos de la empresa.

## **2.1. PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO A LARGO, CORTO PLAZO Y COTIDIANO**

El propósito principal de largo alcance, es conservar al día los objetivos, políticas y procedimientos de mantenimiento, a efecto de que todos estos se hallen de acuerdo con los fines de la compañía. Desde luego para ello se necesita un conocimiento de los pronósticos de ventas y producción y tomar en cuenta todos los factores comprendidos en una planeación a largo plazo de la producción.

Además, una planeación del mantenimiento requiere una proyección de dos factores específicos, que son de suma importancia para la organización de dicha actividad; ellos son:

1. Los cambios en el equipo de mantenimiento y en las necesidades de instalaciones.
2. Los cambios en el equipo de producción por caducidad, una creciente mecanización, automatización, mayores velocidades de la maquinaria y otros perfeccionamientos tecnológicos. De aquí que la planeación de las necesidades de mantenimiento futuras comprende transformaciones dentro del departamento propio, y proyectar el trabajo que habrá que realizar, para respaldar la producción.

### **El Departamento de Mantenimiento**

Tanto el equipo como el espacio, las necesidades de emplazamiento, el personal y la estructura orgánica, el desempeño y la actitud en el trabajo y hasta la responsabilidad pública son elementos que conviene tomar en cuenta con 10 o 15 años de anticipación y hasta por más tiempo.

## **Equipo, espacio y ubicación**

Ocurre con frecuencia que el equipo de mantenimiento es viejo y usado en demasía. No es raro que tenga piezas improvisadas. Merece, pues, la pena definir si el equipo con que se cuenta satisface las complejas necesidades futuras de precisión. Si se carece de un plan de largo alcance, resultará difícil justificar la adquisición de equipo nuevo, especialmente cuando los rendimientos de la empresa son bajos. Un programa de compras o reemplazos a largo plazo, cuando busque sustituir equipo ineficaz, superado o gastado, tendrá perfecta justificación, y será más aceptable que hacer solicitudes aisladas por piezas individuales. Otra cosa que hay que tener presente, es la necesidad de espacio y de emplazamiento en el futuro, y su planeación puede eliminar o por lo menos, disminuir la posibilidad de mudanzas y traslados numerosos.

## **Trabajadores de Mantenimiento**

Es posible que sea difícil conseguir personal adiestrado para las actividades venideras, por tanto, conviene preparar planes de aprendizaje, incluyendo exigencias que vayan a presentarse, por lo menos, dentro de tres o cuatro años. Es casi imposible conseguir gente experta en nuevas especialidades, como electrónica y computadoras. Los mecánicos expertos del futuro probablemente surjan con los propios programas de adiestramiento del personal antiguo. Todos estos problemas tendrán que enfocarse en un plan a largo plazo, mas bien que a corto, ya que se precisa mucho tiempo para adquirir los nuevos conocimientos. No es posible hacer las cosas precipitadamente cuando se trata de adiestrar.

## **Administración Futura del Mantenimiento**

El Director de la empresa, superintendentes de mantenimiento y todo el personal administrativo, tienen que estar bien preparados para afrontar los retos que se afrontaran en un futuro próximo.

Todo programa de preparación de ejecutivos tiene que ser cuidadosamente elaborado, a efecto de que ayude a los elementos prometedores a que se capaciten para mejorar. El número de rectores en potencia a ser adiestrados debe encajar en los planes a largo plazo de la empresa, con una previsión de las pérdidas. Los planes para sustituir solo el personal ordinario faltante, servirán de muy poco.

Una constante preocupación por mantener bien preparados a los sobrestantes, en funciones y un adiestramiento de candidatos a ese puesto, obligan a las empresas a capacitar a dicho personal, aplicando nuevas técnicas para el mejor desempeño de su trabajo. Los sobrestantes tienen que estar actualizados con los nuevos adelantos de la ciencia por que la maquinaria cada día se va modernizando y se vuelve más complicado el mantenimiento.



Una administración moderna debe de contemplar todos estos aspectos de la capacitación constante.

Desde luego, para la organización de mantenimiento serán indispensables más individuos con título académico. El mejorar la calidad del personal dirigente de mantenimiento constituye un esfuerzo a largo plazo, de aquí que sea esencial planear las cosas con minuciosidad y antelación.

### **2.1.1. PLANEACIÓN A LARGO PLAZO**

#### **Mejoramientos Básicos**

Seguramente surgirán problemas debido a cambios en las necesidades de mantenimiento por la tendencia a adquirir maquinaria más complicada, o por manejo automático del material, controles electrónicos, velocidad y capacidad mayor del equipo, etc. Los adelantos básicos del equipo se conseguirán planeando a largo plazo, ya que son imprescindibles inversiones considerables y, consecuentemente, estudios meticulosos. Estas adquisiciones de importancia también pueden necesitar amplios plazos de previsión, teniendo en cuenta la eventualidad de nuevos diseños y perfeccionamientos.

Por tanto, habrá suficiente tiempo y posibilidad de elaborar planes de largo alcance para las nuevas exigencias de mantenimiento y prepararse para los cambios. Muy a menudo, la dirección de mantenimiento no hace planes extensos y de pronto se encuentra ante la urgencia de buscar o adiestrar expertos en electrónica que se requieren inmediatamente para encargarlos de un equipo que se va a instalar.

Ahora bien, la planeación a largo plazo de las necesidades de mantenimiento tendrá que coordinarse cuidadosamente con los planes del mismo tipo, correspondientes a la producción y la empresa. Es posible que en algunas fábricas esto imponga cambios de cierta importancia en la estructura orgánica de ingeniería, a efecto de que haya una representación en todos los niveles administrativos. De cualquier forma, la trascendencia de esta clase de planeación tiene que ser reconocida y atendida durante las primeras fases de una más amplia planeación de mejoramientos básicos. Cuando se tiene presente esto, es más fácil alcanzar los objetivos del mantenimiento.

Al identificar las metas de mantenimiento con la planeación de largo alcance, se abre la puerta a planteamientos de importancia que pueden contribuir a reducir el costo de preservar el nuevo equipo mediante un mantenimiento adecuado. Esto puede hacerse estando en estrecho contacto con el fabricante del equipo, sobre todo cuando se trata de diseños recientes para los cuales es posible que se requiera otro tipo de atenciones, nuevos conocimientos y piezas de repuesto.

### **Instalaciones existentes**

Otra clase de planeación a largo plazo es la que tiene que ver con una duración pronosticable de las instalaciones existentes, que son aquellas en que una porción del equipo, por ejemplo, los resguardos o cubiertas, se consumen gradualmente por la labor de la producción. Casos típicos son los altos hornos, hornos de hogar abierto, ollas de galvanización, etc. La planeación para reposición o reconstrucción se basa en el análisis de registros anteriores de deterioro y duración del equipo, así como de la proyección de necesidades de la producción. Si la historia es larga y consistente, la planeación tendrá que ser sensata. Es por esto que los planes tienen que ser flexibles y susceptibles de adaptación a los cambios.

Nuevas clases de equipo plantean problemas de tipo especial en los planes a largo plazo. El fabricante puede ser de gran ayuda al sugerir la extensión y regularidad del mantenimiento preventivo, contribuirá a suministrar datos sobre los cuales efectuar la programación de las labores. Más, como quiera que sea, los planes siempre deberán estar sometidos a posibilidades de transformación.

Con frecuencia, los trabajos importantes de mantenimiento previstos necesitan encajar en el plan financiero de largo alcance elaborado por la empresa. Puede, por ejemplo, ser conveniente posponer la pintura de la fábrica por un año, o la sustitución del techo, a fin de dar preferencia a la construcción de una nueva fábrica o a la adquisición de otra empresa. Además, el panorama de utilidades puede ser tal, que para aprovechar determinados beneficios de impuesto, un programa planeado para el futuro tenga que ser puesto en marcha luego.

Abundan organizaciones que no prevén situaciones de urgencia, lo que suele ser muy costoso. Inundaciones, incendios, destrucción de calderas, fallas en los compresores de aire y otros peligros que acechan a la productividad, podrían reducirse al mínimo si se elaboran planes atinados. Esta clase de previsión es tan válida como la de largo alcance, y quizá hasta más, aunque se desee no llegar a necesitar nunca su aplicación.

Hay ocasiones en que determinados factores de relaciones públicas imponen el tener que preparar planes generales a largo plazo que afectan a la ingeniería de fábrica y al mantenimiento. El departamento de mantenimiento debe tener muy en cuenta lo que se recomiende en dichos planes, así como los que traten de la eliminación eventual de la contaminación de ríos y atmósfera, y atender a la adquisición del equipo y la elaboración de planes de operación que se conformen a lo planeado en forma general por la empresa.

La inmensa mayoría del trabajo cíclico de mantenimiento en las instalaciones (que no tienen carácter frecuente) se realiza en periodos de cinco años o menos, y por consiguiente, se incluirán en una proyección de cinco años. Comúnmente una planeación adecuada

permitirá que esta clase de trabajos se efectúen en forma rutinaria, sin necesidad de que se suspendan las labores normales.

Cuando se trate de prevenir la sustitución o reconstrucción de nueva maquinaria, será indispensable tomar medidas para evitar cualquier situación inesperada. Esto requerirá la formación de un inventario de materiales de reparación, así como flexibilidad en el programa de elemento humano. La incertidumbre existente en la planeación de referencia, exige una combinación de datos reales y buen juicio, además de un enfoque consistente y organizado.

### **2.1.2. PLANEACIÓN A CORTO PLAZO**

La previsión a largo plazo de las necesidades y tareas de mantenimiento tal como ha quedado expuesta, y la programación cotidiana y semanal, constituyen funciones de especial relevancia. Pero también es preciso vincular esa clase de previsión con la de cada día. A esto se le llama planear a corto plazo, aunque el lapso real cubierto, sea más o menos de un año.

Por lo general, la planeación a corto plazo se asocia íntimamente al presupuesto anual. Hay tres fases básicas en esa planeación, a saber: instalación de equipo nuevo, trabajo de carácter cíclico y labor de mantenimiento preventivo. Además, hay procedimientos que mejoran la calidad de esa clase de planes.

#### **Instalación de equipo nuevo**

Cuando se tiene proyectada la instalación de unidades nuevas de maquinaria, corresponderá al departamento de mantenimiento colocarlas, ponerlas en condiciones de funcionamiento y preservarlas. En muchos casos, será necesario encarar problemas totalmente desconocidos en relación con la instalación y mantenimiento de equipo nuevo. A fin de planear bien y con anticipación de semanas y hasta meses, conviene formular un interrogatorio, como el que sigue:

1. ¿Qué clase de grúas, elevadores y tractores adicionales habrá que disponer?
2. ¿Han sido bien estudiados los tipos de maquinas para calcular sus necesidades de instalación, servicios, ventilación, etc.?
3. ¿Los planos son compatibles con instalaciones, servicios o equipo existentes?
4. ¿Los plazos fijados permiten la instalación sobre la base de tiempo ordinario o requieren tiempo extraordinario de trabajo?

5. ¿Disponen los distintos oficios necesarios de una dotación de personal suficiente?
6. ¿Las herramientas con que se cuenta, son en cantidad suficiente para una instalación eficaz y económica?
7. ¿Se ha llevado a cabo un estudio cuidadoso para establecer si el empleo de personal de la fábrica daría como resultado una mejor instalación?
8. En el caso de recurrir a un contratista, ¿estaría de acuerdo el sindicato?
9. ¿Se necesitará personal adicional para efectuar el mantenimiento?
10. ¿Para el mantenimiento de las máquinas nuevas, se requerirán conocimientos nuevos?
11. ¿El fabricante del equipo puede proporcionar un adiestramiento particular?
12. ¿Se podrá visitar algún lugar en que ya se encuentre instalada maquinaria igual, antes de colocar la propia?
13. ¿Estarán en condiciones de trabajar los hombres más indicados con el representante del fabricante del equipo durante la instalación de éste?
14. ¿Se cuenta con planos y herramientas especiales?
15. ¿Se han hecho planes con respecto a las piezas de repuesto?
16. ¿Se han coordinado la fecha de instalación con la producción, a efecto de minimizar el tiempo de paro?
17. ¿Se tienen dispuestos los contratos necesarios para trabajos auxiliares que llevaran a cabo contratistas?

La instalación del equipo nuevo, marchara con muchísimos menos tropiezos cuando se cuenta con planes elaborados con antelación. Sin embargo, gran parte de esa planeación ocupará meses de trabajo.

### **2.1.3. PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO COTIDIANO**

La planeación del mantenimiento diario, aun cuando es eso, solamente una planeación, no se parece a la de largo plazo, que se lleva al cabo por ingeniería de fábrica. Tampoco es como la de presupuestos a corto plazo, instalaciones de equipo nuevo, redistribuciones y composturas mayores cíclicas. Pero sigue siendo, como quiera que sea, una planeación y debe hacerse con acierto por los técnicos y sobrestantes responsables. Es probable que una buena planeación del mantenimiento global mejore la eficacia general de la organización casi en los mismos términos que una buena planeación a corto plazo.

Corre por ahí el concepto guasón del fenómeno que se pasa el tiempo haciendo viajes al taller en busca de cada pieza o herramienta que llega a necesitar. Por desgracia, esta imagen no está muy distante de la verdad, en lo tocante a las tareas de mantenimiento. Los estudios efectuados en departamentos de mantenimiento típicos denotan, a menudo, que menos del 25% de la jornada laboral se dedica a trabajo real efectivo, y que más de la mitad del tiempo, se gasta entre viajes y otras actividades, en lugar de en una obra directa y productiva. Se han efectuado investigaciones para encontrar una solución a este problema básico de utilización de la energía humana.

En esta solución figuran numerosos factores e instrumentos administrativos. Uno de esos instrumentos eficaces para la prevención de tal pérdida de tiempo y dinero, es la planeación del trabajo de mantenimiento.

La producción de piezas manufacturadas, aun las más sencillas, exige de una serie de pasos que comprenden a muchas personas para que lleven el producto desde la concepción original al diseño, selección de métodos, instrumentación y materiales, coordinación de las compras, elaboración, acabado y distribución. Pero el procedimiento completo para “fabricar” un “producto” de mantenimiento, se realiza, a menudo, por una sola persona: el oficial de mantenimiento, cuando pongamos por caso, se le envía para que “entreviste al sobrestante en el departamento 39, vea lo que quiere y hágalo”. Es él, pues, quien diseña el producto, decide métodos y materiales, consigue las herramientas y accesorios, entrega e instala y, a veces, ¡hasta decide a que cuenta cargar el costo del trabajo! Si verdaderamente queremos que dedique mas tiempo a trabajar en forma directa en lo que a él incumbe, lo lógico será ver la forma de que alguien se encargue de efectuar las funciones o actividades indirectas. Dicho de otro modo, la forma de evitar viajes innecesarios al taller en buscar de herramientas y materiales es elaborar, antes que iniciar el trabajo, una especificación detallada de lo que necesita. Para decidir si una pieza se hace o se compra, si el trabajo se efectúa o no se efectúa, es menester estudiar las cosas antes de dar principio a la obra. Esta es la función primordial de la planeación del mantenimiento.

## **2.2. TÉCNICAS DE PLANEACIÓN**

Ciertas técnicas son necesarias para la programación general básica y para la formulación de itinerarios de los trabajos de mayor importancia que atañen a la ingeniería de fábrica. Si la dirección careciera de medios para conocer el adelanto de la planeación y ejecución de los trabajos, caminaría a ciegas. La gráfica de Gantt y su complemento, el método de barras, han sido utilizados con muy buenos resultados por largo tiempo. Pero estas técnicas tienen sus limitaciones, tanto para la planeación como para el control. Más, a pesar de ello, se ha avanzado en estos últimos tiempos por el rumbo de un nuevo concepto de planeación y control que tiene su base en el empleo de un diagrama de flechas que muestra las interrelaciones entre las distintas tareas de un proyecto. Aún cuando es posible que no constituyan una solución integral a las necesidades directivas de contar con métodos perfectos, si las técnicas mencionadas son un medio para hacer planes en forma lógica y uniforme. Además, con ellas se pueden mantener los planes al día, según el adelanto del trabajo y los cambios de circunstancias. Por otra parte, se hace factible el comprender una acción correctiva antes de que surja el problema, en lugar de que dicha acción se efectúe después. Los procedimientos de referencia comprenden el conocido como MCC (método del camino crítico), PERT (revisión de evaluación de programas), estimación y programación del menor costo; control del análisis de producción; programación, control y automatización por sistemas de redes, y otros más. Estas técnicas se fincan en el mismo

concepto, utilizando un enfoque de red, semejante al usado en dinámica fluida, ingeniería eléctrica y otras áreas.

**Grafica de Gantt.-** Se trata de una gráfica ideada por Henry L. Gantt en la época de la Primera Guerra Mundial y se utiliza en la planeación muestra o programación. Cada tarea se inscribe en la porción izquierda en la gráfica. Los tiempos proyectados o programados, se trazan a la derecha de una escala horizontal y en forma de columnas o barras sin sombrear, cuya longitud indica el tiempo calculado de duración para el trabajo. El desempeño real se expresa mediante una columna o barra sombreada. En esta forma, podrá observarse en cualquier momentos cuáles trabajos van al corriente, cuáles retasados y cuáles por delante de lo estipulado, así como hasta que punto. La gráfica de Gantt tiene una limitación, consistente en que no apunta los problemas o demoras, sino hasta que han tenido lugar. Sin embargo, su empleo es muy apropiado para la programación maestra e información compendiada.

**El método de Barras.-** Este método se ideó en la época de la Segunda Guerra Mundial, para una planeacion mas completa de programas y un mejor control. En realidad, viene siendo un perfeccionamiento de la gráfica de Gantt. Mediante bloques individuales o barras, inscritos dentro de las barras no sombreadas de Gantt, se indican puntos definidos en los tiempos. Aun cuando el sistema constituye un avance sobre la gráfica de Gantt, carece también de una capacidad predictiva.

**MCC.-** El método del camino crítico recurre a un diagrama de flechas que representa las interrelaciones de los distintos trabajos de un proyecto según las figuras 2-1, 2-2 y 2-3. Ingeniería de fábrica hallará que el método le es sumamente útil para planear y controlar colocaciones de maquinaria y equipo, dar una nueva disposición a las instalaciones, reparaciones mayores, colocación de dispositivos auxiliares, ampliación de instalaciones, nuevas construcciones, reconstrucción de hornos, mantenimiento de plantas de energía y muchos otros proyectos.

El camino crítico se expresa, como ha quedado dicho, con un diagrama en flechas de los componentes básicos de un programa, como son: 1) eventos o nodos, que constituyen un punto claramente definido en el señalamiento del tiempo en que principia o termina un trabajo del proyecto, y 2) trabajos o actividades, que son los que se desarrollan entre evento y evento, y que tiene que terminarse antes de que tenga lugar la siguiente actividad. El empleo de flechas simbolizando los trabajos (con sus duraciones de tiempo señaladas) y de círculos que representan los eventos, hace que se pueda establecer una relación definida para el avance o progresión del proyecto. Este diagrama exige establecer el trazo de eventos y trabajos o tareas, analizar las relaciones entre ellos, estimar su tiempo de duración y fijar fechas para cada evento. La determinación del mayor tiempo transcurrido a lo largo del diagrama, es el camino crítico de principio a fin. El MCC tiene la ventaja de una extrema flexibilidad en cuanto a fechas. En cualquier momento, durante el desarrollo del proyecto, se puede determinar con exactitud, dónde es posible disminuir el plazo a efecto de abreviar el tiempo previsto para la terminación de aquél. El análisis indicará qué elementos del diagrama es probable que causen demoras, con lo que será dable emprender una acción inmediata para evitarlas, lo cual equivale a planear precrisis. La gráfica nos muestra un sencillo diagrama de MCC con los tiempos de las tareas señalados por números, los eventos por letras y el camino crítico por flechas gruesas.

La segunda figura muestra un diagrama para una compostura mayor típica, incluyendo relaciones entre los tiempos de indicación y fin de cada trabajo. Por ejemplo, el plazo para el trabajo 2-2, consistente en "limpiar todas las líneas de calibración y control", ha sido calculado en cuatro semanas. En virtud de su vinculación con otros trabajos, no puede ser empezado antes de la semana 14 y tiene que iniciarse en la 56, dejando un tiempo pendiente o "flotante" de 42 semanas. Por consiguiente, la fecha más próxima de realización es la semana 18, y la más tardía para dar fin al trabajo, será la semana 60. Tomando como base el estudio de estos tiempos para todos los trabajos, se habrá determinado el camino crítico, que se expresará mediante un diagrama de flechas.

PERT.- La técnica de revisión de evaluación de programas es parecida al método del camino crítico (MCC) en cuanto a que los elementos del programa se indican mediante un diagrama de flechas, "camino crítico".

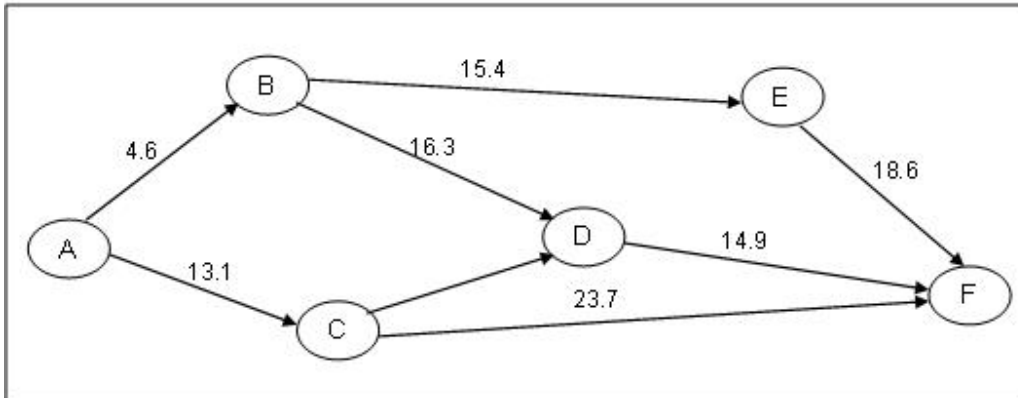


Fig. 2-1 Diagrama de flechas "camino crítico"

Fuente: ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. E.T. NEWBROUGH

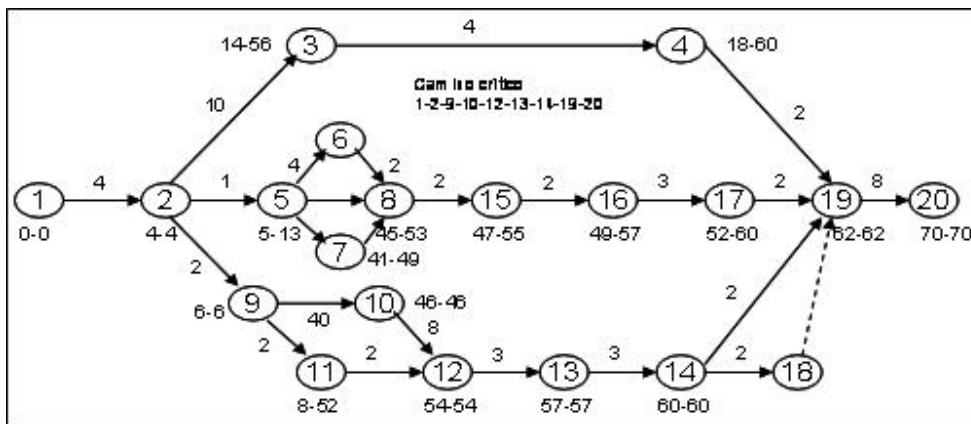


Fig. 2-2 Compostura mayor de bomba y turbina, planeada mediante camino crítico

Fuente: ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. E.T. NEWBROUGH



Numero de segmento de trabajo	Descripción del Trabajo	Tiempo calculado para el trabajo	Tiempo de iniciación mas próximo	Tiempo de iniciación mas remoto	Flotante	Trabajo critico
<b>1-2</b>	Revisar bomba eléctrica auxiliar	4	0	0	0	4
<b>2-3</b>	Reconstruir y calibrar todos los calibradores	10	4	4	0	
<b>2-5</b>	Desmantelar la cubierta de la bomba	1	4	4	0	
<b>2-9</b>	Desmantelar la cub. de la turbina y retirar el rotor	2	4	4	0	2
<b>3-4</b>	Limpiar todas las líneas de calibración y control	4	14	56	42	
<b>4-9</b>	Renovar calibradores	2	18	60	42	
<b>5-6</b>	Rehabilitar el sistema de lubricación	4	5	13	8	
<b>5-7</b>	Reconstruir impulsor	36	5	13	7	
<b>5-8</b>	Limpiar la cubierta de la bomba	4	5	13	8	
<b>6-8</b>	Ajustar chumaceras inferiores de la bomba	2	9	51	42	
<b>7-8</b>	Balancear impulsor	4	41	49	4	
<b>8-15</b>	Instalar impulsor	2	45	53	8	
<b>9-10</b>	Reconstruir el rotor de la turbina	40	6	6	0	40
<b>9-11</b>	Rectificar las chumaceras de la turbina	2	6	6	0	
<b>10-12</b>	Balancear el rotor de la turbina	8	46	46	0	8
<b>11-12</b>	Ajustar las chumaceras de la turbina	2	8	52	44	
<b>12-13</b>	Reinstalar el rotor de la turbina	3	54	54	0	3
<b>13-14</b>	Reinstalar la cubierta de la turbina	3	57	57	0	3
<b>14-18</b>	Probar los componentes	2	60	60	0	
<b>14-19</b>	Revisar tolerancias	2	60	60	0	
<b>15-16</b>	Ajustar chumaceras superiores de las bombas	2	47	55	8	
<b>16-17</b>	Reinstalar la cubierta de la bomba	3	49	57	8	
<b>17-19</b>	Instalar empaque de la flecha	2	52	60	8	
<b>19-20</b>	Comprobación final	8	62	62	0	8

Fig. 2-3 Compostura mayor de bomba y turbina, planeada mediante camino crítico

Fuente: ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. E.T. NEWBROUGH

La nomenclatura de PERT difiere de la de MCC, en que el diagrama de flechas, eventos y actividades de éste último, es la red de PERT, evento y actividad respectivamente. PERT utiliza un enfoque de tres tiempos, con: estimaciones del optimista, el más probable y el pesimista por cada actividad separada. Tanto el MCC como el PERT llevan a mejoramientos básicos en la profundidad de la planeación de cualquier proyecto, dando por resultado mejores estimaciones de tiempos. La capacidad para, controlar el proyecto se ve aumentada por la pronta identificación de eventos que se van arrastrando o que no han sido completados. Es factible una economía de tiempo y costo, ya que el plazo total del proyecto puede abreviarse por medio del análisis de la red y de una replaneación, con lo que se logra reducir al mínimo, las suspensiones en la producción. También se puede hacer bajar el costo mediante abreviamientos selectivos recurriendo a tiempo extraordinario de trabajo, si se hace necesario, para ciertas fases de la obra.

## **2.3 HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO**

Existen varios métodos para promover la seguridad industrial; citaré aquí, algunos de ellos:

- a) Reglamentación.- Esto es establecer normas coercitivas sobre las condiciones de trabajo en general, el diseño, construcción, conservación, inspección, verificación y funcionamiento del equipo industrial, las obligaciones de los empleados y trabajadores, la formación profesional, la inspección médica, los primeros auxilios, los exámenes médicos y otros.
- b) La inspección, para asegurar el cumplimiento de los reglamentos coercitivos.
- c) La investigación de estadísticas para determinar que tipos de accidentes ocurren, en que número y a que clase de personas, en que operaciones, por que causas, etc.
- d) La educación, que entraña la enseñanza de la seguridad como materia de formación en las escuelas técnicas a todos los niveles.

### **2.3.1 PROGRAMA DE PREVENCION DE RIESGOS DE TRABAJO**

La finalidad del Programa de Seguridad e Higiene en el Trabajo es: asegurar la protección de los trabajadores contra todo riesgo que perjudique a su salud y que pueda resultar de su trabajo o de las condiciones en que éste se desarrolle. Así como hacer posible su adaptación física y mental y en particular su colaboración en puestos de trabajo correspondientes a sus aptitudes, proponiendo y manteniendo el nivel mas elevado posible de bienestar físico, mental y social de ellos.

Además un Programa Preventivo de Riesgos de Trabajo debe contribuir a elevar la productividad de la empresa, en función de la disminución de casos de accidentes y enfermedades de trabajo.

#### **Bases del Programa**

**1. Conocimiento del trabajo que se desempeña y del riesgo potencial derivado del ambiente y de los factores humanos.** Es la primera condición del trabajo. Nadie debe desconocer su labor y los riesgos a que está expuesto si no cumple con los requisitos de seguridad e higiene en el trabajo. Ningún trabajador debe manejar una máquina sin saber su mecanismo y el riesgo que implica su manejo.

Nadie debe trabajar en un ambiente insalubre o peligroso sin saber su exposición al riesgo. De aquí se derivan los sistemas educativos para hacer las cosas con seguridad y los sistemas de capacitación y adiestramiento que deben existir en los centros de trabajo de la industria metalmeccánica.

**2. Atacar el riesgo en su fuente de origen.** Si se ataca la fuente de origen cubriendo la maquinaria en sus partes peligrosas, o se trabaja en circuito cerrado y sellado que impida la salida de gases o vapores tóxicos, se logrará incrementar la probabilidad para no sufrir las consecuencias de un hecho indeseable traducido en lesiones que tienen su origen o motivo en el trabajo realizado.

**3. Deben considerarse todos los riesgos de trabajo acaecidos.** Un ejemplo de ello son las investigaciones practicadas por Heinrich en el año de 1930, en donde se establece que según estudios de casos concretos por cada 330 accidentes, 300 no producen lesiones, 29 las producen leves y en un solo caso las lesiones son graves. La investigación debe ser completa para que de los que no produjeron lesión alguna, no puedan convertirse en leve y uno de éstos no llegue a ser grave. Así la cadena queda destruida.

**4. Deben investigarse las causas que engendraron los riesgos de trabajo, más que determinar culpables que los engendraron.**

Las causas directas son factores determinantes pero los circunstanciales indirectos que propiciaron el riesgo de trabajo son los que tienen más importancia en un momento dado. Por ejemplo una caída a nivel propiciada por una herramienta abandonada en el suelo (un trabajador que se encontraba reparando una grúa viajera dejó caer ésta herramienta al suelo accidentalmente). La causa directa de éste riesgo es la herramienta abandonada en el suelo y la indirecta, el acto inseguro del trabajador al dejar caer la herramienta; y otro acto inseguro más, es el del trabajador lesionado, al no fijarse al caminar sobre la zona de peligro.

**5. Investigar la repercusión que el riesgo provocó o pudo provocar en terceras personas dentro o fuera del centro de trabajo.** Ejemplo: una locomotora de patio chocó contra unos carros tanque cargados de gas butano, por situaciones de actos inseguros de los operarios causantes del siniestro (el conductor de la locomotora iba conduciendo a una velocidad que excedía la normada para maniobras, y por otro lado los carros tanque iban a ser retirados con anterioridad pero por negligencia de los operarios se habían dejado en la vía que más tarde utilizaría la locomotora). Hubo una explosión que destruyó dichos tanques, afectando seriamente a la estación de ferrocarril y propiciando la muerte de personas ubicadas a significativa distancia del percance. Este caso pudo ser evitado si no se hubieran cometido éstos actos inseguros.

**6. Participación de todos los trabajadores en la prevención.** La solidaridad humana es positiva y real, cuando todos contribuyen a defender lo que constituye un patrimonio común; la fuente de trabajo, ya que un riesgo puede ponerla en peligro, y esto afectará a todos por igual.

**7. Debe establecerse un sistema permanente de seguridad industrial.** La creación del reflejo condicionado de trabajar con seguridad, es el producto de una labor permanente durante mucho tiempo a fin de crear la conciencia de seguridad al grado de crear este concepto "Trabajar con seguridad o no trabajar". La seguridad no debe ser algo agregado al trabajo en forma secundaria sino íntimamente ligado a la misma actividad profesional. El trabajador debe saber que es lo que tiene que hacer en el trabajo para que su rendimiento sea máximo, con tendencia a la perfección; y saber lo que no debe hacer en aspiración a ésta meta, pero con tendencia a su propia seguridad. Tratando de ser audaz pero no temerario.

### **2.3.2. SEGURIDAD**

Generalmente es uno de los puntos que se descuidan más porque estamos acostumbrados a ver las cosas inseguras frecuentemente, por tanto, ya no las tomamos en cuenta. Muchas compañías deciden que debe existir una persona responsable de la misma, cuando la *responsabilidad es de todos*, pero quien aplica las soluciones es el departamento de mantenimiento, por disponer de los recursos materiales y técnicos para hacer que las cosas estén siempre bien; por ejemplo: cuando pasamos junto a una máquina nos percatamos que el operador hace funcionar el equipo para trabajar sin las guardas de seguridad; que un motor de poleas, catarinas o engranajes opera de la misma forma; o que un resorte metálico fue sustituido por una liga de hule o que un conjunto de cables cuelga porque se zafó la unión de un tubo flexible, etcétera.

Recuerde que la seguridad empieza desde el taller o la oficina del responsable de mantenimiento. Enseguida se señalan algunos puntos esenciales de la seguridad: limpieza, orden y disciplina (porque donde hay disciplina hay orden, y donde hay orden hay organización), y en estos casos los retos posteriores se superan más fácil.

Si la responsabilidad para la solución de actos o condiciones inseguras recae en mantenimiento, es para que no nos acostumbremos a lo que se define como *ceguera de taller* y nos anticipemos a la solución antes de que surja un accidente o una persona que nos diga que es lo que debemos corregir; para este caso, se señalan algunos ejemplos más comunes en cualquier empresa, con los que de manera inmediata nos acostumbramos a convivir con ellos:

- Tapas con tornillos incompletos.
- Condulets, registros, coladeras sin tapa.
- Vidrios sucios o sellados.
- Conexiones eléctricas sin aislar.
- Goteo en tuberías, uniones, válvulas.
- Válvulas sin volante.
- Bandas, cadenas sin guardas.
- Clavijas en mal estado.
- Soportes sueltos.
- Aceite, solvente u objetos tirados en áreas de alto tránsito.
- Vidrios rotos en ventanas y otras secciones.
- Tuberías de vapor o agua caliente sin aislamiento.
- Lámparas sin acrílicos.
- Tuberías eléctricas sueltas (sin soportes).
- Falta de líneas de demarcación.
- Tapiz o alfombras rotas.
- Paredes sucias o despintadas.
- Goteras en techos.
- Minaciones en paredes.
- Pasillos sin luz.
- Fugas de gas (interiores y exteriores).
- Focos de indicación dañados (en tableros).
- Solenoides sin tapas o cubiertas.
- Drenajes tapados.
- Diablitos (en instalaciones eléctricas).
- Instalaciones obsoletas (sin uso).
- Botes de basura sucios.
- Puertas caídas o colgadas.
- Cables fuera de ductos o charolas.
- Instalaciones provisionales (permanentes).
- Falta de señalamientos.
- Pértigas rotas o incompletas.
- Bombas tirando agua o producto.
- Materiales obsoletos apilados (muebles, desperdicios metálicos, entre otros).
- Hidratantes, extinguidores, escaleras, salidas de emergencia obstruidas.
- Reservas en cisternas (rebasadas o sin marcar).
- Pasamanos sueltos o astillados.
- Tubos flexibles sueltos o degollados.
- Microswitchs sueltos o dañados.
- Fusibles y/o cuchillas quemados.
- Lámparas fundidas.
- Chimeneas en mal estado o sin pintar.
- Anuncios rotos, sin luz o incompletos.
- Bandas desgastadas o flojas (rechinando).

- Equipo móvil con llantas (trabadas o cuadradas).
- Equipo de seguridad sucio.
- Sillones rotos.
- Regaderas de emergencia (sin cadena, sin manija).
- Escaleras y pisos resbalosos.
- Herramientas en mal estado.
- Extinguidores vacíos o incompletos.
- Falta de indicación en racks de almacenamiento.
- Capacidad máxima (tanques, montacargas, grúas, etc.).
- Mangueras de oxiacetileno cuarteadas.
- Equipo de oxiacetileno sin válvula antirretorno.
- Equipos autónomos de oxígeno vacíos.
- Lámparas de luz de emergencia dañadas.
- Luces de peligro en antenas o torres que no prenden o están obstaculizadas.
- Plafones rotos o fuera de su lugar.

Estos son algunos de los conceptos que existen y que son apenas 10% de los que se encuentran de acuerdo con el tipo de empresas, y que vemos como algo normal. Algunos de ellos solo son desagradables a la vista, sin que influyan en la seguridad del equipo o del personal, sin embargo, hay otros que se han convertido en parte de nuestra rutina por conveniencia de la propia dirección al no querer desembolsar capital a tiempo. Esto ha ocasionado que cuando ya no es uno, sino varios los puntos por corregir, el costo sea demasiado alto. Parte de lo expuesto es complementado en cada caso particular; si usted es el responsable, haga una lista o inventario real, resuélvalo y no espere que los directivos contraten a una compañía o persona externa para que los solucione.

## **2.4. PREVENCIÓN DE ACCIDENTES**

Independientemente de los sufrimientos que los accidentes de trabajo causan a los seres humanos, la pérdida total de producción resultante de un accidente, representa mucho más de lo que se cree. Una encuesta efectuada en las industrias metalúrgicas de Inglaterra reveló que, por cada 1000 trabajadores, el promedio de accidentes había sido el siguiente:

- Cada día:

Diez trabajadores reciben tratamiento quirúrgico y ocurren de 40 a 50 casos de lesiones leves.

- Cada semana:

Ocurre un accidente grave, que origina la pérdida de 10 a 20 días de trabajo.

- Cada dos años:

Ocurre un accidente grave que causa invalidez grave y permanente.

- Cada diez años:

Ocurre un accidente mortal.

Además de ésta pérdida directa, fueron todavía mayores las pérdidas de tiempo ocasionadas indirectamente por los accidentes. Según ciertas encuestas por sondeo, los capataces, obreros y empleados que auxiliaron a las víctimas de accidentes, perdieron en eso, cuatro veces más tiempo que los propios accidentados. Hay que añadir, además, el costo elevado de los materiales y herramientas estropeados, que se suma al de la asistencia médica y de indemnizaciones. Todo el tiempo perdido por accidentes hace aumentar el tiempo invertido para producir una cantidad determinada de bienes y servicios; por tanto, supone una disminución de la productividad. Recuérdese que la productividad probablemente se eleve en la misma proporción, suprimiendo las pérdidas innecesarias de tiempo, como mejorando los procedimientos y métodos de producción.

Aparte de la pérdida directa de tiempo cuando se interrumpe el trabajo por un accidente, se trabaja más lentamente cuando hay riesgos, puesto que se debe estar alerta al peligro y los movimientos pierden seguridad y rapidez. Son especialmente peligrosos los ejes y correas de transmisión, así como la maquinaria en movimiento situada cerca de donde las personas pasan o trabajan. Siempre debería aislarse con barandillas o tener resguardos que eviten contactos casuales.

Una de las misiones de la organización nacional del trabajo visitó un taller de tejidos donde los principales ejes de transmisión estaban situados en zanjas detrás de los telones. Estas zanjas estaban tapadas en los pasadizos e inmediatamente detrás de los telares donde se trabajaba, pero al descubierto y sin protección alguna donde salían las correas. El que estuviera detrás de los telares cambiando un plegador o buscando un cabo roto, tenía que moverse con el mayor cuidado: un paso lateral en falso significaba caerse en la zanja y casi seguramente, morir, cosa que había ocurrido más de una vez. Las precauciones con que se movían los operarios detrás de los telares eran evidentes, incluso para el visitante, e indudablemente hacían bajar el rendimiento, aunque más que no fuera por cambiar los plegadores, por que prolongaban la duración de esa operación.

El descontento de los trabajadores ante tales condiciones, había causado cierta agitación con las consiguientes pérdidas suplementarias de producción. Un pequeño desembolso para instalar barandillas de protección se hubiera amortizado en poco tiempo.

Al abordar la prevención de accidentes, lo primero que hay que hacer es eliminar las causas técnicas y humanas que pueden ocasionarlos. Los medios de lograrlo son demasiado diversos pero entre ellos figuran los siguientes: hacer respetar las normas y reglamentos técnicos, vigilar permanentemente al personal, conservar el material en perfecto estado, fomentar las buenas relaciones de trabajo, velar por la salud y bienestar de los trabajadores, acostumar a todos a cumplir las normas y practicas de seguridad, colocar avisos y usar colores distintivos para destacar los objetos que puedan ser peligrosos. Esta ardua labor recae en el departamento de seguridad industrial, que tiene que hacer efectivo todo lo que renglones arriba se menciona.

Aparte de las pérdidas materiales que causa un accidente a la fábrica, están los sufrimientos de los operarios y que repercute directamente en sus familiares principalmente cuando quedan con lesiones permanentes y en el peor de los casos pierden la vida, siendo así la peor tragedia familiar. Por eso hago hincapié en el sentido de que debe cuidarse y observarse todas las reglas de seguridad para preservar la vida e integridad física de los trabajadores y la economía de la empresa.

En la figura 2-4 muestro una maquina (prensa hidráulica) donde se observa la forma de operarla con seguridad. En el tablero tiene dos controles de operación, los cuales se deben accionar al mismo tiempo, uno con cada mano para evitar que una mano la tenga desocupada el operador y sobrevenga un accidente.

Se recomienda que cuando las maquinas instaladas en una fabrica no cuenten con doble botón de operación se le adapte uno para mayor seguridad.





Fig. 2-4 Prensa Hidráulica

Fuente: MANUAL DE CAPACITACION DE SEGURIDAD PARA OPERADORES DE PRENSAS MECANICAS DE DENNIS EBENS, JULIO DEL 2001.

## **CAPÍTULO 3**

### **MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

El mantenimiento preventivo, se puede definir como la conservación planeada de fábrica y equipo, producto de inspecciones periódicas que descubren condiciones defectuosas, teniendo como finalidad, reducir al mínimo las interrupciones y una depreciación excesiva, resultantes de negligencias. No debería permitirse que ninguna máquina o instalación llegase hasta el punto de ruptura; debidamente dirigido, el mantenimiento preventivo es un instrumento de reducción de costos, que ahorra a la empresa dinero en conservación y operación.

En todo plan de mantenimiento preventivo, se pueden introducir cuantos refinamientos se deseen. A un extremo del asunto, cuando se trata de una fábrica pequeña y la producción no es crítica, este tipo de mantenimiento puede constar de una inspección informal del equipo por parte del director de fábrica, de acuerdo con un plan periódico.

Al otro extremo, se encuentran algunas fábricas que usan equipo de control automático, que desconecta las máquinas después de que se ha producido una determinada cantidad de piezas, a fin de que puedan efectuarse las actividades de mantenimiento necesarias; también hay empresas que utilizan computadoras para escribir las órdenes de trabajo requeridas. Independientemente del grado de refinamiento a que se quiera llegar, un programa de mantenimiento preventivo bien intencionado, debe incluir:

1. Una inspección periódica de las instalaciones y equipo para descubrir situaciones que puedan originar fallas o una depreciación perjudicial.
2. El mantenimiento necesario para remediar esas situaciones, antes de que lleguen a revestir gravedad.

Si se permite que el equipo y/o instalaciones se deterioren, sea por un falso sentido de economía o por una producción muy presionada, es preciso trazar planes para elevar el nivel del equipo hasta un estándar mínimo de mantenimiento, antes de iniciar un programa de mantenimiento preventivo en regla, ya que es necesario llegar a una cierta condición de estabilidad para introducir técnicas de MP: de otro modo la fuerza de mantenimiento estará demasiado ocupada reparando averías para que se pueda llevar a cabo una inspección y mantenimiento bajo programa. Diremos, como regla empírica, que una fábrica que emplee más de 75% de su tiempo de mantenimiento en arreglar descomposturas, es posible que llegue a tropezar con serias dificultades para pasar a una situación de mantenimiento preventivo, a menos de que acondicione debidamente su maquinaria para que existan operaciones normales, más bien que anormales.

Este examen puede revelar la necesidad de aumentar temporalmente la fuerza de trabajo, con objeto de mejorar la condición de las máquinas o instalaciones hasta un nivel aceptable, con anterioridad a la instauración de un MP. En este caso, no podrá cargarse el costo al programa de MP, ya que más bien, corresponden a un mantenimiento diferido, consecuentemente a uno impropio en el pasado. El costo por tales reparaciones pretéritas puede establecerse por separado, a efecto de que la dirección general conozca su monto. Una vez establecido el programa, el número de trabajadores tendrá que ser inferior al que había cuando se inicio, como resultado de reparaciones más económicas y menos paros. Por otra parte, el tiempo perdido en la producción disminuirá, con un apreciable ahorro en los costos.

### **3.1. ¿POR QUE CONTAR CON UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO?**

Nunca faltara quien pregunte: ¿para que implantar un programa de mantenimiento preventivo, si como estamos nos hallamos bien? Se trata de una inquisición valida, sea que provenga del presidente de la empresa o del sobrestante de ingreso reciente. Una sencilla respuesta seria que si no pudiera demostrarse que la compañía obtendría un sensible ahorro con el mantenimiento preventivo, no habría por que adaptarlo. Pero si se le concibe, pone en obra y controla como debe ser, no hay por que pensar que no se conseguirán economías.

Desde luego, el objetivo principal para poner en práctica el MP es bajar los costos, pero esta economía puede asumir distintas formas:

1. Menor tiempo perdido, como resultado de menos paros de maquinaria por compostura.
2. Mejor conservación y duración de las cosas, por no haber necesidad de reponer equipo antes de tiempo.
3. Menor costo por concepto de horas extraordinarias de trabajo y una utilización más económica de los trabajadores de mantenimiento, como resultado de laborar con un programa, preestablecido, en lugar de hacerlo inopinadamente para componer desarreglos.
4. Menos reparaciones en gran escala, pues son prevenidas mediante reparaciones oportunas y de rutina.
5. Menor costo por concepto de composturas. Cuando una parte falla en servicio, suele echar a perder otras partes y con ello, aumenta todavía más el costo de reparación. Una atención previa a que se presenten averías, reducirá los costos.
6. Menos ocurrencia de productos rechazados, repeticiones y desperdicios, como resultado de una mejor condición general del equipo.

7. identificación del equipo que origina gastos de mantenimiento exagerados, pudiéndose así, señalar la necesidad de un trabajo de mantenimiento correctivo para el mismo, un mejor adiestramiento del operador, o bien, el reemplazo de máquinas anticuadas.
8. Mejores condiciones de seguridad.

Las ventajas del MP son múltiples y variadas, y benefician no solo a la fábrica pequeña, sino también, a los grandes complejos industriales. Asimismo, presenta ventajas para las fábricas que sirven sobre pedido, las de alta producción, las de elaboración o procesamiento, las de productos químicos; en fin, puede decirse que para toda clase y dimensión de instalaciones. Por lo que se considera conveniente formular la siguiente regla para el mantenimiento preventivo: a mayor valor de las instalaciones por metro cuadrado, mayor será el beneficio del MP.

### **3.1.1. PLANEACIÓN PRELIMINAR**

Antes de emprender un MP es indispensable trazar un plan general y despertar el interés de quienes participen en el mismo, e inclusive de quienes le sean ajenos.

Con objeto de establecer la base para apreciar los adelantos hay que elaborar, tan pronto como sea posible, un registro del tiempo de paro de la maquinaria causado por deficiencias de mantenimiento. No solo se identificaran las máquinas, sino que se anotaran en forma breve al motivo. Al principio se incluirá el tiempo de paro debido a defectos de diseño. Más tarde se podrá poner remedio al problema. En caso de ser posible, el costo de mantenimiento se acumulara con anterioridad a, o simultáneamente con el principio del programa.

Desde luego, habrá que dedicar gente a la iniciación y operación de un programa de MP. Las necesidades varían de acuerdo con el tipo y tamaño de la fábrica. Es un axioma que el programa deberá adaptarse a las exigencias de la fábrica de que se trate. Tendrá que implantarse poco a poco, paso a paso, mas bien que de golpe y porrazo.

Todo programa que reporte buenos resultados requerirá varios meses o años para quedar bien establecido. En la planeacion preliminar deberán tomarse en cuenta los objetivos del programa y un itinerario preciso, a efecto de poder evaluar e informar los beneficios.

### **3.1.2. INSTAURACIÓN DE UN PROGRAMA DE MP**

Un rasgo esencial del MP es la acumulación de datos históricos de reparación de maquinaria y equipo general, la cual se efectúa en formas de solicitud de mantenimiento mediante perforación de datos estadísticos, o bien en tarjetas de registro histórico donde se asientan manualmente las reparaciones importantes.

Quien dijo: “la rueda que hace más ruido es la que recibe la grasa”, no oyó hablar del MP como programa formal; pero su dicho sirve para subrayar que todo programa de MP

necesita iniciarse con un conocimiento de los problemas del equipo. Un estudio de las dificultades en el pasado dirá si es preciso o no un mantenimiento correctivo. También indicara la frecuencia con que habrá de efectuarse las inspecciones para reducir al mínimo las composturas. La información de referencia tendrá como fuente de origen cualquiera de las dos siguientes:

- 1) Revisión de las ordenes de trabajo de mantenimiento correspondientes a los dos últimos años, o antes.
- 2) Un análisis de los antecedentes del equipo, si es que existen.

### **3.2. SOLICITUDES DE MANTENIMIENTO**

Para un programa de MP eficiente, es necesario preparar una solicitud de mantenimiento u orden de trabajo que abarque toda la tarea, sin ella no habría forma de conservar registros históricos. Por lo tanto, se evitara los órdenes verbales. Si por alguna situación de urgencia, hubiera que darlas así, se confirmarían por escrito posteriormente.

El mayor volumen de trabajo será solicitado mediante la función de control como resultado de inspecciones periódicas, también se puede iniciar la prestación de servicios en varias otras formas como son:

- La supervisión de producción solicita un servicio de reparación como resultado de interrupciones en la producción u otros problemas de funcionamiento.
- La función de control de mantenimiento emite una orden de reparación para amparar trabajo solicitado en una compostura o arreglo importante programado.
- Los trabajadores de mantenimiento piden que se lleven a cabo determinadas tareas de reparación, como consecuencia de observaciones hechas por ellos durante trabajos de lubricación o cuando realizan otras labores de mantenimiento.
- El departamento de seguridad puede solicitar que se efectúen determinados arreglos, para lograr condiciones de trabajo seguras.
- El departamento de control de calidad pide que se lleven a cabo, determinados ajustes para reducir el desperdicio o mejorar la calidad del producto.

Las solicitudes de mantenimiento serán expedidas por la función de control de mantenimiento o por los supervisores de producción o mantenimiento.

Cuando la solicitud de un trabajo la hace otro departamento debe ser dirigida al departamento de mantenimiento, y deberá especificar lo siguiente:

- Fecha de la misma.
- Fecha en que estará disponible la máquina afectada.
- Fecha en que se desea que esté terminado el trabajo.
- Cuenta a la que se cargará el costo de tiempo y materiales.
- Prioridad.
- Descripción del trabajo a realizar.
- Ubicación (número de la máquina o descripción del sitio) donde se necesita el servicio.
- Firmas del solicitante (y de la autoridad que aprueba, si la hay.).

Ver figura 3-1 de una solicitud de trabajo:

GRUPO No.	FECHA	PRIORIDAD	TIEMPO LIMITADO POR	NOTAS:
CARGO A:	SOBRESTANTE No.	HORAS ESTANDAR	HORAS REALES	TURNOS
TRABAJO REQUERIDO				SOBRESTANTE GRAL.
PLACA No.	SOBRESTANTE MANTTO.	ORIGINADOR	CALCULO: MANO OBRA: _____ MATERIAL: _____ TOTAL: _____	

Fig. 3-1. Forma de solicitud de trabajo.

Fuente: PROPIA

### 3.2.1. ÓRDENES DE TRABAJO

Siguiente paso: mantenimiento emitirá una orden de trabajo que entregara al supervisor del área correspondiente según el tipo de falla o reparación de que se trate, para que el personal indicado lo realice.

Esta orden de trabajo es el documento que ampara y deja constancia de los trabajos realizados, como la que se muestra en la figura 3-2.

ORDEN DE TRABAJO			
Fecha Expedición	Fecha Terminación	Costo	Tipo de Mantenimiento
Solicitado Por:	Aprovado por:	Lugar de Trabajo	Denominación del Equipo
Trabajo ejecutado por Nombre                      Numero			Descripción del Trabajo
TOTAL:			
FECHA DE TERMINACION:		SUPERVISOR:	

Fig. 3-2 Orden de trabajo de mantenimiento.

Fuente: PROPIA

A continuación se muestra en la fig. 3-3, un diagrama de flujo de las reparaciones emergentes que se realizan como consecuencia de una orden de trabajo.

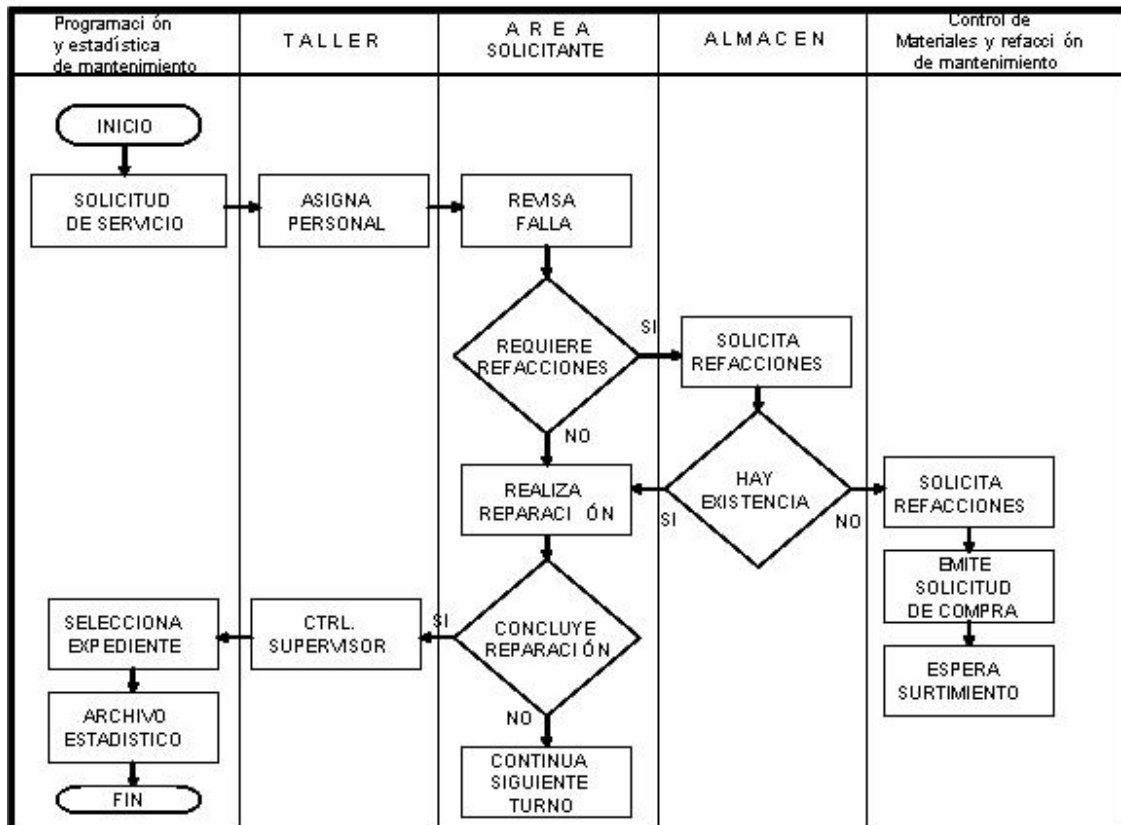


Fig. 3-3 Diagrama de Flujo Actividades de Mantenimiento

Fuente: LA ADMINISTRACIÓN EN EL MANTENIMIENTO DE DOUNCE VILLANUEVA ENRIQUE

### 3.2.2. EXÁMEN DE MAQUINARIA Y EQUIPO DENTRO DEL MP

Toda unidad de maquinaria y equipo dentro de un área determinada deberá ser revisada para precisar el trabajo que haya que realizarse para un preacondicionamiento, así como sus necesidades de lubricación sobre una base diaria, semanal, mensual, trimestral, etc., incluyendo un cálculo de la frecuencia con que habrán de realizarse reparaciones totales.

Sería muy apropiado contar con un control ya preparado con las secuencias de inspección para toda la maquinaria, pero no es posible elaborarlo, porque el mismo tipo de máquina puede necesitar una etapa distinta de revisión, según el lugar o fábrica en que se halle instalada y de las circunstancias de uso.



Un buen paso hacia la obtención de una lista de periodicidad de inspección básica, es mantener comunicación con los fabricantes de la maquinaria de que se trate. La mayoría de ellos se muestra dispuesta a brindar la ayuda que se le solicita; pero la información que proporciona deberá usarse como referencia complementaria de otros datos. Las siguientes organizaciones pueden suministrar informes respecto a los intervalos con que habrán de hacerse las inspecciones:

- National Electric Manufacturers Association, Nueva York.
- Factory Insurance Association, Hartford, Connecticut.
- Factory Mutual Engineering Division, Norwood, Massachusetts.
- National Safety Council, Inc., Chicago Illinois.
- Organizaciones de Especialidades Artesanales.
- La empresa de seguros con que opere.

Si se busca la mayor cantidad de información, se lee con cuidado las instrucciones de los fabricantes, se examinan los registros de equipo y se toma en cuenta su empleo, será dable fijar la periodicidad de las inspecciones. Si las circunstancias no son tan apremiantes, aquellas serán más espaciadas.

En el caso que no se estén empleando tarjetas de reparación, los datos necesarios para integrarlas, deberán recopilarse al hacerse la revisión.

El trabajo para establecer un MP, consiste en efectuar revisiones en busca de necesidades de mantenimiento, preparar hojas de comprobación para las revisiones. Deberá hacerse de una manera progresiva en varias áreas reducidas, que en conjunto abarcaran la instalación total. Cada una de dichas áreas, tendrá los límites indispensables para que el trabajo necesario para instaurar el programa, quede terminado antes de atender una nueva zona. Si se avanza de esta manera, el establecimiento del MP no se vera perjudicado por haber hecho las cosas a medias en varias jurisdicciones a la vez. Con anterioridad a la investigación de un área, habrá de establecerse la parte de exámen, según la cual, técnicos e inspectores laborarán gradualmente en las distintas áreas, sin tener que volver sobre sus pasos.

### **3.3. PRIORIDADES Y FRECUENCIA DE LAS INSPECCIONES**

Las prioridades y frecuencia las implantan los mismos equipos de producción, servicios o instalaciones sin embargo, es bueno que este criterio se establezca con el departamento de producción por que una prioridad de intervención y frecuencia, puede quedar en primer lugar para el equipo que más produce o para el que falle frecuentemente.

### **3.3.1. CRITERIOS Y ESTANDARES**

Hablar de criterios es saber cual será el mejor momento para la intervención del mismo por parte de los usuarios, porque generalmente producción dice: “háganlo cuando no trabajemos”, y como los turnos trabajan todo el año, entonces nunca se realiza, pero si por parte de producción o planeación se liberan las máquinas espaciadamente, su programa de producción es mas efectivo; otra opción seria cuando existen turnos en que no haya producción, al personal del mantenimiento preventivo se le puede desplazar a estos turnos para que siempre se cumpla con ese programa.

También se debe manejar un estándar inicial de tiempo aproximado según las actividades asignadas e ir corrigiendo estos tiempos sobre la marcha para que sean más reales. Este tipo de mantenimiento se puede realizar forzado por el antecedente de una posible falla, anunciada por una inspección, antes de que ésta ocurra en plena producción.

### **3.3.2. RUTINAS DE INSPECCIÓN**

Es necesario que las rutinas de inspección sean también parte del mantenimiento preventivo y éstas se hagan cuando el equipo esta en plena producción, de esta manera estamos analizando las variaciones mediante equipo de diagnóstico propio para cada caso. Esta intervención se programa y se anticipa al programa original de acuerdo con el riesgo que este latente, sin afectar la producción, porque ésta se puede adelantar o reprogramar, y así realizar el mantenimiento preventivo forzado y programado para la corrección de la falla detectada, y reactivar el funcionamiento del equipo para brindar el servicio que la producción requiere.

La rutina es algo que debemos o tenemos que hacer diario, como despertar, bañarnos, desayunar, transportarnos al trabajo, etc. Si analizamos cual es el resultado que obtenemos de estas rutinas que están dentro de nuestra actuación diaria, veremos que en lo personal es algo que ya se hace por tradición y que debemos forzosamente poner en practica obligada, si algo no se ejecuta tal vez no pase nada grave solo alguna molestia en nosotros mismos, al levantarnos tarde, dejar de bañarnos o no desayunar, etcétera.

En el ámbito industrial, la rutina se sigue como un método, en ocasiones escrita o solo de observación, pero siempre con un beneficio definido, es común que cuando alguna rutina deja de hacerse es cuando algo falla. El gerente, jefe o supervisor se autoimponen una rutina, por ejemplo: llegar a la empresa y realizar un recorrido por toda la planta, oficinas, etc., para cerciorarse que todo se encuentra en orden, y ser el primero que se percate de lo que esta mal y mande a la persona que corresponda a corregir el problema. Este tipo de autorutinas mejora el liderazgo como jefe y como persona al contacto directo con quienes trabajan en la compañía, aun cuando no sea directamente en su departamento.

En el caso de las rutinas de operación, éstas generalmente se elaboran por escrito y están debidamente organizadas y planeadas para un fin específico. Deben realizarse por personal del área técnica sin encargarse de manera exclusiva a una sola persona; aunque todos realicen éstas de la misma forma, algunos serán más objetivos y analíticos sobre riesgos laterales, en observaciones especiales que eviten caer en la “ceguera de taller”. Estas rutinas deben planearse de manera efectiva y el objetivo debe ser consecuente en resultados y tiempos.

### **3.3.3. COORDINACIÓN DE ESFUERZOS MANTENIMIENTO-PRODUCCIÓN**

En la mayoría de las compañías, producción y mantenimiento pueden coordinar esfuerzos en las actividades de mantenimiento de equipo y conservación de áreas, pues es el operador quien desarrolla más la sensibilidad de detección de fallas y le preocupa que su máquina funcione sin tropiezos; por tal motivo algunas de las actividades dentro del servicio al equipo, puede cubrirlas al propio operador con la autorización y acuerdo de los responsables de ambos departamentos. Se pueden englobar estas actividades en los procedimientos de operación de los propios equipos y que pueden ser: limpieza profunda, lubricación, fijación de piezas sueltas y corrección de pequeños detalles que no requieren de herramientas especializadas, y que no haya necesidad de desarmar o abrir partes que solo deben estar especificadas por escrito, llevando un control de las fechas en que se realicen, y establecer su frecuencia y periodicidad sin que estas actividades dejen de realizarse por personal de mantenimiento cuando se programe la intervención correspondiente.

### **3.3.4. CONSERVACIÓN DE INSTALACIONES Y EDIFICIOS**

Las instalaciones de toda empresa requieren de un mantenimiento constante (conservación), lo cual está relacionado con la apariencia y funcionalidad de los inmuebles. A continuación se señalan algunos:

- Limpieza.
- Pintura (mantenimiento de la misma).
- Impermeabilización.
- Plomería.
- Albañilería.
- Pulido de pisos (su frecuencia).
- Jardinería.

Este aspecto es uno de los que definen los principios de organización dentro de cualquier empresa, departamento o área, pues la limpieza y orden nos dan facilidad para crear los mejores planes, ambiente y organización. Además el departamento de mantenimiento debe destacar, porque no conozco alguna empresa en la que a éste le asignen a una persona ajena al mismo para el aseo, debido a que en el taller hay aparatos o instalaciones provisionales o en vía de prueba, que son de alto riesgo, por ejemplo: tableros, taladros, tornos, motores, entre otros, que solo pueden ser movidos, transportados o tratados por personal técnico. Por tal motivo, en la mayoría de los casos todo el personal implicado en mantenimiento, debe preocuparse por la imagen del departamento y acostumbrarse a trabajar con orden y limpieza, y deben ser sus principales características.

Estos puntos siempre traen consigo mayor seguridad y motivan al personal a mantener esa imagen, pues donde no se respetan estos conceptos hay caos.

Las actividades de pintura, impermeabilización, plomería, etc., son también actividades de mantenimiento y deben estar bajo su control, pues algunas veces se manejan por separado y esto provoca que los trabajos queden fuera de control y responsabilidad, sin embargo, reportando al mismo departamento es más fácil que todo se coordine sin protocolos administrativos, que cuando se manejan por separado. También esto evita la evasión de responsabilidades tanto de unos como otros, por eso es necesario que esta área sea coordinada por el responsable del departamento de mantenimiento, tomando en cuenta que en la mayoría de los casos la dirección del mismo la ocupe un ingeniero o una persona con amplios conocimientos y experiencia, tanto en el aspecto técnico como en las ramas generales relacionadas.

Todos los trabajos descritos tal vez jamás se cumplan con el personal interno, pero si se requiere que éstos sean coordinados por mantenimiento. Hay ocasiones en que producción u otros departamentos requieran de modificaciones dentro de su área de trabajo, y necesitan de varios servicios, como agua, vapor, gas, drenaje, instalaciones eléctricas, etc. Estas pueden ser realizadas por un contratista y se manejan por separado a cargo de producción, ya sea porque no hay personal calificado para este tipo de modificaciones o porque no esperan nada de mantenimiento y asumen toda la responsabilidad, pero posteriormente cuando existe una fuga de gas o se quema una instalación eléctrica, responsabilizan a mantenimiento con recursos y presupuesto del mismo. Por eso es necesario que el supervisor, técnico, gerente o responsable analice que configuración requiere este aspecto.

### 3.4. REGISTROS DE REPARACIONES DE MAQUINARIA Y EQUIPO

De las dos fuentes citadas, la que se lleva más que hacer es la revisión de las órdenes de trabajo. Solo se recurrirá a ella cuando la fábrica no cuente con datos sobre las reparaciones realizadas. Dichas órdenes se clasificarán por número o descripción del equipo, y por tipos de composuras, abarcando los dos últimos años o mayor anterioridad.

La información obtenida se asentará en una hoja de registro, por número y marca de máquina, incluyendo fecha y tipo de la reparación, así como una lista de las partes de repuesto usadas. Un examen de este registro señalará las situaciones que están exigiendo excesivas intervenciones de reparación. Por ejemplo, en determinada fábrica esta clase de análisis podrá revelar que una máquina está requiriendo la instalación de chumaceras cada diez semanas. Una investigación al respecto demuestra que hay una flecha fuera de alineación. Tan pronto como se corrige el defecto, desaparece la necesidad de la frecuente reposición de chumaceras. A esta clase de análisis y reparación se le conoce como *mantenimiento correctivo*, y se tratará con mayor amplitud posteriormente. Un estudio minucioso de la hoja de registro descubrirá situaciones de reiteración de intervenciones de mantenimiento.

Si, por ejemplo, el motor de una máquina ha tenido que remplazarse cada catorce meses por deficiencia del mismo, deberá establecerse cuál es la causa (sobrecarga, suciedad o humedad excesivas, etcétera) y procederse a hacer inspecciones anuales para asegurar que no se repita el problema. Aseo, carga, presencia de humedad, temperatura, lubricación, etcétera, deberán ser revisadas a efecto de aplicar un remedio eficaz.

La otra posibilidad es recurrir, en lugar de la hoja de registro mencionada, a un examen de los registros de maquinaria, si es que se tienen. En el caso de que no los haya, deberán llevarse a medida que avance el programa de MP. Es de gran importancia que toda reparación y ajuste que revista alguna seriedad queden apuntados, a fin de que sea factible hacer una comparación y estudio detallados. Solo sabiendo lo que ha tenido lugar en el pasado se pueden efectuar estudios para el mejoramiento de las funciones y disminuir los costos de mantenimiento en el futuro. Las tarjetas de registro de equipo suelen ser de 12.5 X 20 cm. y se archivan en un tarjetero de borde visible. El programa de inspecciones puede incorporarse fácilmente a esta clase de archivo.

En dichas tarjetas se anotan dos clases de datos:

- 1) Los de tipo permanente, físico, que se relacionan con la maquinaria y su instalación.
- 2) Los de reparaciones y ajustes de importancia.

Resulta ventajoso recopilar los datos físicos en una tarjeta y los de arreglos en otra, porque esto permite la reposición y archivo de la tarjeta con los datos de reparación, cuando ha quedado enteramente ocupada por las anotaciones. La tarjeta de datos físicos estará en el archivo mientras dure la maquinaria a que se refiere. En el caso de que esta última fuera trasladada a otro lugar, se hará el asiento respectivo.

Si se dispone de equipo para el procesamiento de datos, se pueden recopilar los costos de arreglo, al tiempo de paro y otros datos, y las tarjetas terminadas pueden utilizarse como registros de reparaciones y ajustes. En este caso, habrá que preparar una clave en cifras para identificar los distintos tipos de descomposturas y ajustes. Un archivo permanente de los datos físicos concernientes a cada pieza de maquinaria, es muy conveniente.

### **3.5. ELABORACIÓN DE REPORTES DE COMPROBACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Los reportes del personal técnico, supervisión o jefaturas contemplan la descripción de actividades, tiempo de ejecución, nombre de la empresa que las realizo, clave del equipo intervenido y algunas observaciones importantes.

El reporte del personal técnico debe ser conciso, como si fuera un telegrama, considerando que debe existir una historia clínica de cada equipo y ésta se interpretara con facilidad desde un principio; más si los datos se están registrando en un programa de computadora. Si le metemos basura, basura obtenemos, por tanto, este tipo de reportes no deben tomarse a la ligera y deben revisarse diariamente, para que siempre lleven el mismo estilo y criterio, hasta hacerse un hábito de trabajo y de máxima utilidad.

El reporte del supervisor debe ser más detallado, y debe contener los aspectos más relevantes que involucren a su jefe inmediato, pues él como responsable tomará acciones a seguir por el personal a su cargo, en cada una de las hojas clínicas de los equipos correspondientes. No todo lo que se reporta es necesario que obre en los expedientes, sólo aquellos que realmente aporten un beneficio o una tendencia que nos lleve a tomar acciones definitivas para evitar repeticiones en fallas subsecuentes. Por este motivo es necesario que el supervisor o encargado en el campo revise periódicamente las anotaciones vaciadas y retroalimente a su personal las acciones correctivas, tanto en la manera de elaborar el reporte, como en las soluciones definitivas sobre cada uno de los equipos cuando las fallas se presenten.

Por ejemplo:

#### **S22 Elevador de carga**

94-01-18 No eleva. Manguera rota Hid. Se instala nueva. J.GUT.

### **S25 Generador de vapor**

94-01-18 No enciende. T. Ing. Abierto. Se instalo nuevo. R.GAR.

Analice la manera en que se escriben, incluso la fecha de ejecución, pues ésta debe ser fácil de ajustar en un sistema, y la ordenación en un reporte, en caso de que sea necesario, se presente nítido.

Estos son ejemplos de los reportes del personal técnico sobre la ejecución directa a los equipos y deben realizarse diariamente.

En cambio, el reporte del supervisor debe ser semanal o mensual y su contenido debe ser diferente, ampliando las anotaciones más relevantes, nuevas instalaciones, soluciones y correcciones definitivas, consumo de combustibles, energía eléctrica, etcétera, con la finalidad de evitar repeticiones, excepto cuando sea necesario para enterar a sus superiores. Para que el supervisor complete datos precisos dentro de su reporte debe establecer rutinas a equipos e instalaciones, como:

- Medidores de agua.
- Medidores de energía eléctrica.
- Plantas de emergencia.
- Combustibles.
- Otros (revise las necesidades de su planta).

Al principio no quiera capturar todo lo que exista, pues tal vez el personal con el que cuenta no sea suficiente, pero si es necesario que inicie con algo y lo organice de manera congruente. Hay rutinas que deben realizarse diario, otras cada semana y otras mensualmente; en cada una de ellas se especificará la fecha y hora en que deben realizarse, el nombre del técnico que la realizó, y durante la ejecución analice los tiempos reales, para aumentar su eficacia y valorar si efectivamente sirve. Si es lo contrario cambie inmediatamente de estrategia, pues es tiempo perdido; por eso es necesario que en todas las acciones que se implementen se transmitan los resultados también al personal operativo para mejorarlos.

### **3.5.1. CONTROL DE HERRAMIENTAS**

A las herramientas de mantenimiento podemos dividir las de la siguiente manera: administrativas, técnicas, de taller e individuales.

#### *Herramientas administrativas*

- a) Archivo clínico (equipos).
- b) Archivo administrativo (compras, requisiciones, pedidos, memorandos, etc.).
- c) Listas de proveedores, directorios, agendas, papelería.

#### *Herramientas de técnicas*

- a) Memorias descriptivas.
- b) Memorias de cálculo.
- c) Dibujos.
- d) Lay outs.
- e) Boletines informativos.
- f) Tablas de conversión.
- g) Calendarios (cursos, seminarios).
- h) Diagramas topográficos.
- i) Diagramas eléctricos y electrónicos.
- j) Diagramas a bloques o flujo.
- k) Manuales de operación y mantenimiento.
- l) Manual de refacciones y lubricantes.
- m) Manual de asesores técnicos especializados.

Estas son algunas de las herramientas técnicas a las que el personal de mantenimiento debe tener acceso, encontrándose clasificadas e inventariadas, pues en algunos casos la información técnica es codiciada por algunas personas que la guardan celosamente y la ocupan para beneficio personal y ésta sólo se encuentra en su casa. La información es una fuente de consulta general o para la impartición de cursos internos sobre los equipos de manera específica, o para elaborar protocolos y cartas de lubricación. En los casos en que esta información ya no exista por alguna causa, es necesario que se elabore un manual generalizado para que sirva como guía de consulta en cada uno de los equipos instalados.

#### *Herramientas de taller*

- a) Multímetros, amperímetros.
- b) Termómetros, anemómetros, luxómetros, etcétera.
- c) Puentes de Weastone, fuentes de C.D y C.A.
- d) Tacómetros, estetoscopios, calibradores, micrómetros, entre otros.



- e) Tornos, taladros, tornillos de banco, fresadoras, esmeriladoras, pulidoras, plantas de soldar, oxiacetileno, etcétera.

De los equipos de taller que por su costo se clasifican como activos fijos contables, es necesario que se les abra un expediente clínico, donde se anoten todos sus accesorios (algunos son de consumo normal y no son necesarios estos controles). Todas las herramientas son necesarias para que un equipo de mantenimiento opere satisfactoriamente. En una empresa deben estar plenamente justificadas, pues el complemento de las mismas minimizará el costo de operación al evitar mandar a reparar piezas, accesorios o equipos a talleres especializados; sin embargo, puede que no exista personal especializado internamente, pero el registro correcto de las intervenciones y costos externos determinarán las bases para justificar necesaria la cobertura de dichos servicios en el interior, y que en un futuro próximo puedan cubrirse internamente con la herramienta adecuada a cada caso. También es conveniente que dentro de las herramientas de taller, se encuentre por lo menos con un par de *walkie-talkie*, para la coordinación de trabajos a distancia que así lo exijan. Esto traerá un ahorro de tiempo y seguridad en la coordinación de los mismos, ya que en estos casos es común que sin esta herramienta surjan malos entendidos; puede servir también como auxilio a tiempo en caso de requerirse.

#### *Herramientas individuales*

- a) Caja portaherramienta (para mecánicos, electricistas, electrónicos, etc.)
- b) Carcaj portaherramienta.
- c) Pinzas (varios tipos), desarmadores, juego de llaves, estrías mixtas, perico, entre otras.

Este tipo de herramientas son las más importantes, pues el personal mecánico, eléctrico, instrumentista, electrónico, etc., deben poseer un juego individual y el resto para uso estacionario. Toda empresa que contrate personal técnico debe asegurarse que se les proporcione la herramienta individual y la necesaria, como complemento para el buen e inmediato desempeño de labores. No perder de vista el control y reposición de las mismas cuando se vean afectadas en uso normal de trabajo, por desgaste excesivo o deterioro. Para el personal es obligación mantenerlas en buenas condiciones, y reponer de inmediato las que sean extraviadas para no estropear las actividades y buen desarrollo de su labor. Estos son los cuatro puntos mas importantes que cubre éste punto de control de herramientas, pues cada empresa, cada proceso, exige por si solo la herramienta ya diseñada o acondicionada para usos específicos, que se vuelven complemento en cada uno de los grupos mencionados y que facilitan el trabajo, acortando los tiempos de ejecución, aumentando y perfeccionando la eficiencia del personal.

### **3.5.2. MODIFICACIONES Y MEJORAS**

Las modificaciones y mejoras son generalmente decididas por varias personas o departamentos, pero quien las ejecuta y coordina es mantenimiento; por eso es necesario que estas sean controladas para cuantificar los costos y beneficios que traerán, y si estas serán provisionales o definitivas, debiendo registrarse en los expedientes de cada uno de los equipos afectados. Recuerde que si desde el principio se maneja todo organizado, el control resultara benéfico para todos.

Las modificaciones que se realicen a los equipos no deben afectar el funcionamiento original, la seguridad del personal, y la propia del equipo, por eso es necesario que estas sean revisadas y aprobadas. Si la mejora rebasa la calidad aplicada por el fabricante debe ser definitiva, pero debidamente especificada y asentada en los expedientes de los equipos, para que en el futuro se realice la consulta y fundamento que la origino.

Estas modificaciones o mejoras generalmente se realizan cuando no existe la refacción original o que los resultados del equipo no son los que se esperaban. Dichas modificaciones las puede realizar el técnico, ya que es necesario que algunas se pongan a prueba.

Por otro lado es muy común que en las empresas se realicen modificaciones en lo eléctrico o electrónico y en este caso resulta mas difícil el control, porque la persona que realiza la modificación no emite reporte, pero nadie se lo solicita porque el equipo funciona de manera normal y sin fallas; por eso cuando lo interviene una persona de nuevo ingreso, descubre que el diagrama ya no corresponde con el circuito del equipo. Este tipo de modificaciones no son necesariamente malas, sino que deben incluirse en los diagramas respectivos, para que todos se enteren y no se pierda tiempo averiguando que fue lo que se modifico, ya que en estos casos el daño se provoca directamente a la producción.

### **3.6. ORGANIZACIÓN Y CONTROL DEL INVENTARIO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS**

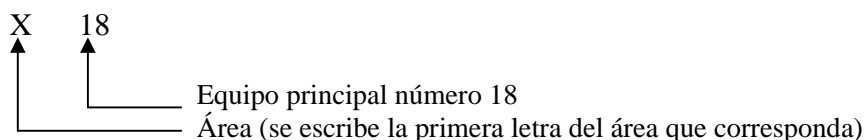
El control del inventario de equipos dentro de la organización, debe realizarse y mantenerse bajo estricta vigilancia, pues del número de equipos registrados en inventario e instalados en planta, dependerán sus planes de trabajo.

Para este propósito se sugiere la creación de una tarjeta de registro único por equipo, en donde se capturen los datos utilizables, tomando en cuenta que esto se realizara una sola vez y se actualizaran periódicamente para que sean útiles cuando se les requiera. Para iniciar este propósito (cuando no exista), se plantean algunos datos que deben actualizarse permanentemente por el departamento de mantenimiento, para evitar duplicidad de funciones y tener los mismos criterios con otros departamentos a los que también les interesa tenerlos bajo control, como ingeniería industrial, contraloría, seguridad, compras, etcétera.

- a) Clave asignada en planta a cada equipo como control único para cualquier propósito dentro y fuera de la misma.
- b) Numero de inventario o activo fijo (contable).
- c) Nombre técnico o genérico del equipo.
- d) Modelo.
- e) Tipo.
- f) Número de serie.
- g) Área y sección (en que se encuentran instalados y pueden ser localizados).
- h) Datos completos de placa (del equipo principal y de todos sus accesorios).
- i) Potencia total (absorbida o generada).
- j) Servicios necesarios (con gastos y diámetros de entrada y salida).
- k) Velocidad mínima (producción mínima).
- l) Velocidad máxima (producción máxima por hora permisible especificada por el fabricante).
- m) Fecha de adquisición (necesaria para saber la vida útil del equipo).
- n) Procedencia (necesaria para saber el alcance de las refacciones).
- o) Fabricante (dirección y teléfono).
- p) Proveedor (dirección, teléfono, telefax, etc.).
- q) Número de estaciones (dato importante).
- r) Tipo(s) y número de formato(s).
- s) Dimensiones.
- t) Peso bruto.
- u) Otros (que estime conveniente deban ser capturados en beneficio del departamento o área que los requiera).

En las empresas en donde existe una amplia organización, estos datos casi nunca los tiene a la mano ni bajo control el departamento de mantenimiento, y sólo algunos están controlados por otros departamentos. Analice el beneficio que brinda tener los datos actualizados, porque éstos van a servir a producción, ingeniería industrial, contraloría, compras, etc. Asegúrese de que sea su departamento el que los capture, actualice y conserve en lugar seguro, porque con el tiempo las placas de datos en los equipos se deterioran, caen o extravían.

Para los planes en la planta y para cualquier departamento sólo se requiere de un listado pequeño, versátil y efectivo, para que todos los departamentos y su personal conozcan los equipos por la clave de planta, la cual debe ser sencilla y fácil de interpretar, por ejemplo, utilizando una codificación alfa-numérica, como la siguiente:

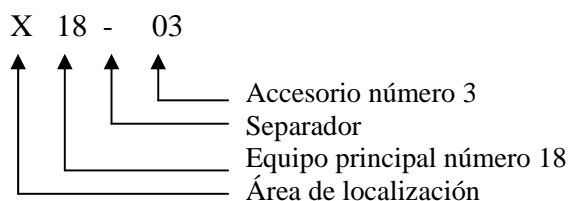
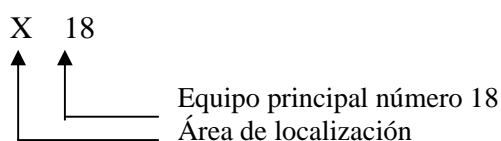


En la práctica estamos acostumbrados a definir numerosas áreas en toda la planta, pero le sugiero que sólo se consideren las más importantes y que durante el periodo de operación no sufrirán cambios; la letra al principio de la clave sugerida, indica el área escogida, generalmente la primera con que empieza la palabra, por ejemplo: **O**-ficinas, **P**-roducción, **A**-lmacén, **S**-ervicios, **E**-mpaque, etc. Enseguida de la letra se asigna el número que haya escogido para cada equipo “principal”, por ejemplo: P01 al P99... esto facilitará la identificación de los equipos, de modo que si algún equipo es cambiado de la posición original asignada, se percate inmediatamente de su nueva localización. Con las letras se dará cuenta de que ese equipo no pertenece al área en que está ubicado, y el tiempo que permanecerá es mucho, únicamente se actualiza su ubicación en los listados correspondientes de uso colectivo, para que todo el personal se entere de su nueva ubicación sin que se modifique la clave correspondiente durante la vida útil del equipo.

Los números que escoja deben ser bien pensados, considere que esta numeración inicia desde el número uno después de cada letra de área. La numeración puede ser corta (01 al 99), y cuando existan muchos equipos, debe ser larga (001 al 999).

Una recomendación: empiece desde el número uno tomando en cuenta el cero (01, 02...) debido a que si estas claves se ingresan a un equipo de cómputo se facilitará el orden cronológico a manera de listado, si pone los números solos, sin el cero, la indexación en los sistemas de cómputo se ordenan automáticamente en otra forma.

Recuerde que muchos equipos cuentan con accesorios propios y necesarios para la operación, y casi siempre son los más susceptibles de cambiarse voluntaria o involuntariamente y fácilmente se extraviarán. Para que esto no suceda y su localización siempre sea la misma, deberá asignárseles también un número o dos, de acuerdo con la cantidad de accesorios, y éstos se colocan adelante del número de la clave mediante algún separador (coma, punto, guión, etc.). Después se intercala el número del accesorio que corresponda como se ilustra en el ejemplo; observe que existe separación entre cada letra y número, sin embargo, esta separación es sólo para ejemplificar, pues en la práctica no deben dejarse espacios vacíos que causen trastornos en una base de datos.



Si tiene una computadora se le facilitará la tarea, si no, es necesario que consiga una. Actualmente todos los departamentos de mantenimiento deben contar con un sistema de cómputo, para facilitar las funciones administrativas y hacer más versátil la planeación y control de otros parámetros relacionados. Es necesario que siempre tenga a la mano la lista simplificada de los equipos instalados, conteniendo por lo menos los siguientes datos: nombre, marca, modelo, tipo, serie, área y sección. Éstos deben ser fáciles de interpretar para que no haya confusión cuando alguien se refiera a algún equipo.

Si utiliza una computadora mantenga una base de datos que pueda indexarse después de cada corrección (autorizada) a lo registrado, después agregar un equipo nuevo o accesorio más. En esta lista no son necesarios datos extras, pues no se ocupan, y cuando es necesaria la consulta de éstos, entonces accedamos la tarjeta individual por equipo, que es la que contiene los datos que fueron necesarios capturar para una consulta rápida, sin tener que tomarlos del campo en el momento que los necesitamos.

Cuando tenga bien definida la clave que corresponda a cada equipo, asegúrese de que aparezca en un lugar visible; las marcas pueden ser con pintura epoxica en placa de lamina, aluminio o latón, con número de golpe, vaciados, troquelados o cualquier otra forma que se facilite, asegurándose de que estas marcas no se desprendan fácilmente y que tampoco les afecte el agua, jabón, solventes, etcétera.

### **3.6.1. CONTROL DE INSTALACIONES Y POTENCIAS INSTALADAS**

También es necesario tener un registro detallado de instalaciones, que pueden ser:

1. Interruptores de cuchilla (tipo y capacidad).
2. Tableros de distribución (marca, modelo, tipo, capacidad total, cable instalado, número de interruptores, capacidad de cada uno, etc.).
3. Centros de carga de alumbrado (indicando capacidad total, carga total instalada, etc.); en el caso de las luminarias instaladas, su clave debe coincidir con el centro de carga y número de interruptor que corresponda, para saber, físicamente, si la carga total instalada es correcta o excedida y en cada caso debe indicarse el tipo de luminaria.
4. Centro de control de motores (marca, tipo y capacidad de protección, potencia máxima instalada, monofásico, trifásico, voltaje de operación, tipo de arranque, etc.).
5. Tableros de luz y fuerza, generación de emergencia.
6. Otros (clasifique).

Las instalaciones descritas también requieren de una codificación, y mantener actualizadas a cada una de ellas, anotando los cambios que se sucedan y por que se han generado éstos. Así se facilitarán los controles o planes futuros de acuerdo con las capacidades, pues muchos accidentes se suscitan por exceder las cargas instaladas y no considerar el máximo permisible en una línea o interruptor correspondiente.

Para codificación, utilice un criterio similar al de los equipos y una lista escrita simplificada y actualizada de los mismos, debiendo todo el personal contar con una disciplina para notificar al responsable los cambios o equipos que no tienen identificación, o que se ha borrado ésta, para que de inmediato sea actualizada.

### **3.7 LUBRICACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO**

La lubricación es parte del mantenimiento preventivo. En numerosas fábricas, este aspecto tan importante es visto con culpable negligencia. En una de ellas, por ejemplo, se hacia resaltar el hecho de usar menos tipos de aceite y grasas, en lugar de cuidar de que fuesen aplicados con regularidad.

Al instituir un programa de lubricación, debe cuidarse de hacer un exámen del equipo, a efecto de determinar cuales son los productos más apropiados para su correcto funcionamiento, así como la frecuencia con que deben ser administrados.

La mayoría de las empresas petroleras estarán dispuestas a colaborar en una investigación así, y proporcionar un manual de lubricación. Las recomendaciones que hagan, ayudaran a determinar las distintas clases de aceites o grasas a usar. A menos de que existan condiciones fuera de lo común, con ocho o diez tipos será suficiente.

Hecha la investigación, un cotejo mostrara los productos a utilizar y los anteriormente usados. En este cotejo, figuraran el número del producto especificado con el fabricante de grasas y aceites, y el del empleado por la empresa.

Una vez establecidos la frecuencia del engrasado y los tipos de lubricante a usar, se procederá a fijar las fechas en que se hará el trabajo. Este se apoyará en formas de lista de comprobaciones diarias, semanarias o mensuales. El modo mas conveniente de analizar el trabajo relacionado con las necesidades de MP, es valiéndose del número de minutos que se requieren para llevar a cabo el trabajo de lubricación. Si se emplean normas de tiempo para medir las actividades de mantenimiento, será cosa sencilla decidir el periodo necesario. Dichas normas de tiempo podrán utilizarse para preparar una lista de comprobación. Muy a menudo, esa lista habrá de incluir datos referentes a lugares que serán lubricados, tipo del producto a emplear y frecuencia con que se hará la tarea. Las estimaciones serán fidedignas, si se recurre a un procedimiento elemental consistente a calcular el tiempo necesario para engrasar los distintos dispositivos o receptáculos y el lapso requerido para

trasladarse de una máquina a otra, a razón de medio minuto por cada treinta metros, aproximadamente.

Ya efectuadas las estimaciones, establecidas las rutas y preparados los engrasadores, se comprobara el tiempo de traslación, a efecto de igualar el trabajo y ver que cada individuo tenga una carga de labor justa. El coordinador del MP puede acompañar a los engrasadores en su trabajo para verificar su adelanto y hará los ajustes indispensables para que la actividad quede equitativamente distribuida. Cuando hay equidad en la carga laboral, el resultado será economía de mano de obra y mejor desempeño.

Los engrasadores deberán ser individuos con cierta preparación, inteligentes, capaces de hacer un trabajo responsable. Hay fábricas que incurren en exageraciones al destinar montadores de ejes para que desempeñen la tarea de engrasador sobre la base de rotación, claro que pasándoles salario de montadores. Con ello, se asegura un trabajo bien hecho, pero más caro.

Los engrasadores deberán ser parte del personal de mantenimiento de maquinaria y equipo, trátase de taller de área o central, antes que parte del grupo de aseo o higiene. La lista de cotejo de lubricación tiene varios usos, pero su finalidad primordial es suministrar la certeza de que todas y cada una de las máquinas han quedado debidamente engrasadas.

Cuando se hace uso de normas de tiempo, dicha lista constituye la base para determinar el monto de trabajo hecho, al calcularse el desempeño. Es bueno verificar de cuando en cuando, la veracidad de la lista de cotejo entregada por los engrasadores, haciendo un recorrido de parte de la ruta que siguen y observando la condición de los dispositivos y receptáculos de lubricación.

Un buen plan de engrase implantado donde anteriormente se observaban procedimientos defectuosos, arrojara frutos notables. En una fábrica, el número de chumaceras repuestas descendió de dos a tres diarias, a menos de dos por una semana como resultado de un servicio de lubricación eficaz. También se redujo en forma considerable el tiempo de paro. Es probable que los beneficios no siempre sean tan espectaculares, pero a la larga, durará más la máquina.

	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB	DOM	LUN
ACEITE POR GOTEO	///	///	///	///	///	///		///
ACEITE Y PRESION	///		///		///			///
GRASA A CHUMACERA	///			///				///
GRASA A CORREDERAS			///					
CAMBIO DE ACEITE EN REDUCTORES	CADA 3 MESES							
ACEITE PARA ENGRANAJES	CADA 6 MESES							
COPAS ACEITERAS Y GRASERAS	CALIBRACION O REPOSICIÓN CUANDO SEA NECESARIO							

Fig. 3-4 Programa de lubricación en la maquinaria.

Fuente: PROPIA

Para una lubricación mejor, más eficiente y más económica, se ha establecido un criterio general que sirva de base para, posteriormente ir mejorando el método hasta llegar a obtener las óptimas condiciones. Para definir en cada maquina, en cada punto a lubricar, el tipo de lubricante a usar, se ha recurrido a marcar en el punto de aplicación (grasera, copa aceitera o caja de engranes), o en el lugar visible más próximo, una figura clave, como se indica en la figura 3-5.

BLANCO	ROJO	NARANJA	AMARILLO	VERDE	AZUL	CAFÉ	GRIS
CADA 1 HORAS	DIARIO	CADA 3 DIAS	SEMANAL	QUINCENAL	MENSUAL	TRIMESTRAL	CADA 6 MESES
PETRO LEO	UNIVERSAL ENGRANES MP-90	SUPERCHASSIS #2					
NACIONAL 150%	NACIONAL SPECIAL VALVULAS	UNIVERSAL ENGRANES MP-100					
ENGRANES GROSOS	FIBROSAS HD #2	MEXOLUB PREMIUM SA E-30					
PEMEXS-ESPECIAL SA E-20W-30_10	MULTILITIO #2						

Fig. 3-5 Símbolos de lubricación.

Fuente: PROPIA



### **3.8. CONTROL DE MANTENIMIENTO**

Los tres dieces principales:

Una manera muy conveniente de aprovechar la información acumulada mediante los servicios de mantenimiento, es identificar las máquinas y aparatos que ocasionaron mayores problemas y gastos en el mes anterior.

Se lograrán buenas economías, si el mantenimiento se concentra en:

1. Aquellas máquinas que hayan causado el mayor tiempo de paro.
2. En las diez que originaron mayores gastos.
3. En las que estuvieron fuera de operación, el mayor número de veces. El retiro de cierta máquina de la lista no reduce ésta, porque otra máquina pasará a ocupar el lugar vacante. El resultado neto es un mejoramiento constante de las máquinas más costosas de sostener.

El empleo de técnicas y controles de MP sacará a la luz situaciones de fallas repetidas por parte de una pieza o unidad de maquinaria. Cuando surjan estos casos, habrá que recurrir a un mantenimiento correctivo ó de rehabilitación para evitar su reiteración.

Al examinarse los registros de maquinaria para precisar la frecuencia de las inspecciones, es seguro que se vera la necesidad, será el análisis periódico indispensable, de la totalidad de los registros de reparación de maquinaria y equipo.

Al notar el inspector una falla repetida de alguna pieza o máquina, lo hará del conocimiento del ingeniero de fábrica, acompañando la información de un comentario apropiado en cuanto al estado y causa, si ésta se conoce, de la deficiencia.

El ingeniero de mantenimiento, previa aprobación, pasará a estudiar el problema y determinará que es lo que se necesita hacer para solucionarlo o reducirlo a su mínima expresión: esto tal vez, requiera de una modificación del diseño de la pieza, el empleo de un material diferente o de chumaceras más resistentes, controles de mayor eficacia, o quizá, hasta la sustitución de la máquina completa por una de mejor funcionamiento.

El mantenimiento correctivo, que se emplea de una manera apropiada, servirá para disminuir el costo de mantenimiento, mediante la resolución, con mejores diseños, de los problemas reiterados y será de gran ayuda a la producción, el reducir al mínimo los paros.

### **3.8.1. CLÍNICAS DE COSTOS DE MANTENIMIENTO**

Numerosas fábricas efectúan clínicas de costo de mantenimiento cada mes, o con mayor frecuencia, si son muchas las deficiencias de la maquinaria y equipo a corregir, para resolver problemas de mantenimiento que atañen al mejoramiento de la producción, reducción de costos y supresión de áreas con problemas constantes.

A éstas clínicas asisten directores o representantes de cada uno de los departamentos implicados, inclusive control de calidad, producción, contraloría, compras y otros. El analista de costos (que suele actuar de secretario) y el ingeniero de mantenimiento, disponen la orden del día. El director de fábrica o su auxiliar, funge como presidente.

La orden del día se redacta en una forma de registro de análisis de mantenimiento, destinándose una de esas formas para cada problema o máquina. Se lleva un registro de las decisiones y asignaciones de responsabilidad, hasta que el problema quede resuelto y el caso cerrado. Muchos problemas tocantes a mantenimiento correctivo y los problemas correspondientes a los “tres grupos de diez” quedarán resueltos, o por lo menos, asignadas las responsabilidades para remediarlos, valiéndose de las clínicas.

### **3.8.2. REPARACIONES MAYORES**

Además de las composturas originales en las inspecciones originarias de MP, puede ser conveniente hacer periódicamente, una revisión general de determinado equipo.

Esta clase de arreglos se precisarán estudiando los registros históricos de reparaciones a lo largo de dos o tres años, para observar la tendencia de las composturas que se han venido haciendo. Si la frecuencia de las mismas, su costo y el tiempo total de paro demuestran ir en aumento siempre con mayores costos, convendrá hacer una reparación general, la cual puede planearse con seis meses a un año de anticipación, para permitir la entrega oportuna de las piezas de repuesto que se necesitarán y que el departamento de producción pueda incorporar esa intervención a su programa.

Con anticipación a la obra, habrá de compararse el costo de la reparación en gran escala, con el de una máquina nueva. Otro factor a considerar, es el adelanto tecnológico ocurrido desde que se compro la máquina. Si el costo de la compostura es apenas una fracción del de una máquina nueva y si no han tenido lugar cambios de importancia en el diseño que pudiera incorporarse a la máquina vieja en forma económica, lo más prudente será reparar a fondo ésta última.

Cuando los talleres de mantenimiento se encuentran sobrecargados de trabajo que impida la reparación o reconstrucción de motores, bombas, controles, o cualquier otro tipo que suele hacerse en el taller, o cuando la fabrica carece de instalaciones para llevar a cabo ese tipo de tareas, se encargara el trabajo a un taller ajeno. También aquí, el análisis de los costos

determinara si se deberá recurrir a una fuente externa o si convendrá comprar una máquina nueva.

### **3.8.3. PREVISIÓN DE MANTENIMIENTO**

Una característica de mantenimiento preventivo que debe de ser planeada con tanta anticipación, a menudo no se le considera parte del programa de MP y en ocasiones, ni siquiera se le toma en cuenta, es la previsión de mantenimiento, que consiste en estructurar cualidades de bajo mantenimiento y larga duración, recurriendo para ello, a la adquisición planeada de maquinaria o equipos proyectados para reducir al mínimo, el tiempo de paro en la producción, así como el esfuerzo de mantenimiento, a la vez que aumentar al máximo la duración efectiva de las máquinas. Con este objeto, habrá que estudiar y buscar con cuidado, desde el punto de vista de mantenimiento, todo lo que convenga a los fines indicados. Al hacerlo, deberá olvidarse que lo que poco cuesta no da buenos resultados y que las economías exigen que se compre calidad. En este caso, serán útiles los registros históricos que apuntan el desempeño de ciertos tipos de maquinaria.

Todo tipo de diseño especial deberá ser estudiado cuidadosamente cuando todavía se encuentre en vía de realización, y si es posible antes de que se determinen las especificaciones y se hagan los planos. ¿Se necesitaran interruptores de límite a prueba de agua? ¿Se requerirá de una lubricación central? ¿Se podrán desmontar los protectores para hacer arreglos sencillos o engrasar? Todas estas preguntas y otras más, tendrán que ser contestadas para cumplir con los requisitos de la previsión de mantenimiento.

### **3.8.4. REVISIÓN ANUAL DEL PROGRAMA DE MP**

Por lo menos una vez al año, será necesario revisar el programa de MP para identificar cualquier tendencia o defectos surgidos en el transcurso del mismo. Habrá que precisar si la frecuencia de las inspecciones es la apropiada, que el contenido de las formas de cotejo sea el necesario, sin incurrir en exageraciones, que la maquinaria vital esta incluida en el programa, que las formas de papelería estén bien proyectadas y que los registros estén siendo llevados debidamente para que sean de positiva utilidad, y otros. Los cambios, que imponga la revisión, deberán hacerse de inmediato, pero habiéndolos sopesado antes con base en hechos concretos para que no haya que dar marcha atrás posteriormente.

Pero aún cuando se lleve a cabo esa revisión anual minuciosa, esto no eliminara la necesidad de una atención constante a los resultados del funcionamiento del MP. A menudo, sucede que cuando una unidad de equipo exige una dedicación mayor que la usual, conviene elaborar registros de fallados adicionales cuando se efectúan inspecciones detalladas, los cuales constituirán una base tangible para hacer los cambios antes de que se llegue la revisión anual a la que hemos referido.

El MP tiene por objeto, disminuir el costo de mantenimiento, así como reducir el tiempo de paro en la producción por medio de engrases, inspecciones, arreglos y reparaciones controlados, para asegurar un continuo funcionamiento de la maquinaria.

Aun cuando el mantenimiento preventivo no es una panacea, la corrección oportuna de cualquier deficiencia hallada en el curso de las inspecciones, servirá para evitar costosas intervenciones y descomposturas, que casi tienen lugar cuando no existe un programa de éste tipo.

En cualquier esfuerzo organizado los perfeccionamientos que se logran y los toques finales que se hacen, constituyen la diferencia entre mediocridad y excelencia. Esto es aplicable, sobre todo, al “pulimento” de un buen programa de MP.

En la figura 3-6, se muestra la forma de programar las revisiones y en su caso reparaciones, de las partes que integran una prensa mecánica, señalando el periodo de tiempo cuando le toca la revisión a cada uno de sus componentes.

REVISIONES:	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE
LIMPIEZA A FONDO	■						■						■
REVISION POLEAS Y BANDAS		■			■			■			■		
CHECAR FLECHAS Y CUÑAS		■			■			■			■		
REV. CHUMACERAS Y COPLES	■				■			■			■		■
REVISION Y AJUSTE DEL FRENO	■		■		■		■		■		■		■
REVISION Y AJUSTE EMBRAGUE	■			■			■			■			■
REV. BALEROS DEL VOLANTE	■						■						■
REV. Y CALIBRACION CORREDERAS		■					■					■	
REV. DE COJINETES Y BIELAS	■					■					■		
REVISION DEL SIST. NEUMATICO	■			■			■			■			■
REVISION DEL SIST. ELECTRICO	■			■			■			■			■
APRIETE TORNILLOS DEL BASTIDOR												■	
REVISION DEL MOTOR ELECTRICO		■						■					
PINTURA GENERAL												■	

Fig. 3-6 Programa de revisiones de mantenimiento preventivo a una prensa mecánica.

Fuente: PROPIA

## **CAPÍTULO 4**

# **LA INSPECCIÓN EN LA DETECCIÓN Y PREVENCIÓN DE AVERIAS**

Existen varias clases de averías, las cuales se clasifican en:

- a) El grado o carácter de la influencia en la capacidad de trabajo: totales, completas o catastróficas, cuando el equipo, o parte de éste, queda totalmente fuera de servicio y alteración completa de sus cualidades de utilización o capacidad de trabajo. Ejemplo de éstas son: roturas, explosiones, corto-circuitos, fractura, deformaciones, atascamientos, engranamientos de las piezas mecánicas. Parciales o completas cuando se manifiestan en el trabajo u operación, o se efectúa de un modo distinto al requerido por las condiciones tecnológicas.
- b) Según la relación con otras averías: la avería es un hecho dependiente, si la probabilidad de aparición de ésta en un elemento, se debe a la de otros.

Por lo contrario, es un hecho independiente, cuando la avería de un elemento cualquiera del sistema, no motiva la de otros elementos.

- c) Según la permanencia de la avería: las averías, sólo se eliminan con la reparación, regulación, o sustituyendo el equipo correspondiente.

### **4.1. LA INSPECCIÓN COMO FUNCIÓN GENERAL**

La inspección como función general o de staff, probablemente es una de las labores menos utilizada en nuestro medio, por lo que para aclarar el concepto de la inspección, podemos pensar en que si tenemos que atender en sus necesidades a los componentes de una maquinaria de producción por medio de la cada día mas complicada maquinaria de mantenimiento, es lógico que pasará lo mismo con esta ultima: que tiene que observarse que no falle; por lo que también necesitamos establecer puntos de control que nos sirvan de referencia para conocer su comportamiento.

Precisamente estos puntos de control son los que revisa periódicamente el inspector; y todos ellos deben llevar a la detección de fallas en la maquinaria de mantenimiento, las cuales contemplan o incluyen las fallas humanas. A un inspector sólo le deben interesar las fallas encontradas en los artefactos o en los procedimientos, desde el punto de vista que

éstas son producidas por alguna anomalía en la maquinaria humana, encargada de su atención.

La preparación de los inspectores debe incluir un conocimiento profundo en la técnica que va a inspeccionar, así como en los diferentes procedimientos que allí se utilizan. Desafortunadamente, los buenos técnicos tienen tendencias a dedicar más tiempo al arreglo de fallas en aparatos, que a analizar la falla humana que las originó y corregir ésta. Es muy común encontrar a un inspector de esta clase que, al observar, por ejemplo, que el personal de mantenimiento tiene problemas con un motor de combustión interna, dedica personalmente horas a la compostura del mismo; y una vez conseguido el arreglo, se olvida de la causa del problema, el cual de seguro se originó por falta de pruebas o de inspecciones oportunas o, simplemente, por un cambio de aceite no efectuado a tiempo, que causó un gran perjuicio a la máquina. Si investiga por qué no se hizo este cambio, tal vez encontrará que el personal de mantenimiento tiene problemas para conseguirlo; es precisamente en este punto, donde debe dar soluciones el inspector sin perjuicio de aconsejar técnicamente, o hasta ayudar a reparar las máquinas pero su labor más valiosa está en la solución de los problemas humanos.

La localización de las funciones de inspección, usadas como labores de auxilio o de ayuda (staff) la aclara el siguiente organigrama.

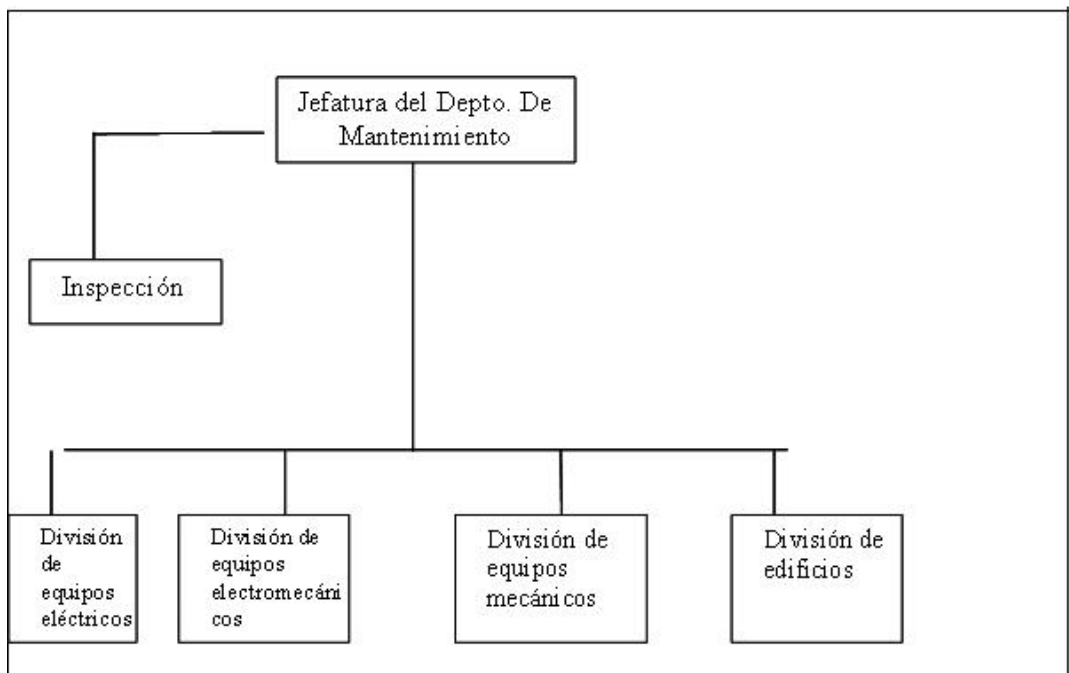


Fig. 4-1 Localización de la sección de inspección en el departamento de mantenimiento.

Fuente: LA ADMINISTRACIÓN EN EL MANTENIMIENTO DE DOUNCE VILLANUEVA ENRIQUE

De esta forma, el inspector visitara periódicamente y de acuerdo con un “programa de visitas”, las oficinas y lugares de trabajo del personal de cada división, inspeccionando los puntos de control, previamente escogidos y anotados en su programa de inspecciones.

Las anomalías encontradas, deben ser corregidas de inmediato por el propio personal de mantenimiento; pero si por algún motivo, esto no es posible, el inspector levantara una “nota de inspección”, describiendo el problema encontrado, el por qué del mismo y su solución y la entregara al personal de mantenimiento. En esta forma, seguirá operando el inspector, hasta completar su ciclo de visitas, al final del cual, será recibido por el jefe del departamento, a fin de enterarlo de su labor y criticar con él, las notas de inspección levantadas; posteriormente, vigilará que se cumpla lo ordenado en éstas notas.

El jefe del departamento debe vigilar que por ningún motivo, se dejen de llevar a cabo las visitas de inspección en la forma prevista, ya que es muy fácil perder de vista el verdadero espíritu de la inspección y usar a este personal en labores propias de mantenimiento. Si la inspección se descuida, se vivirá el fenómeno de que la maquinaria de mantenimiento, al presentar fallas que no son detectadas oportunamente, baje en su rendimiento y calidad de servicio, con perjuicio inmediato para la maquinaria de producción, empezándose a sentir las emergencias y la necesidad de que el inspector esté en varios lugares a la vez.

Con esta disposición, trabajando normalmente, se tienen los elementos de información necesarios para que el trabajo del jefe del departamento sea más efectivo, pues éste tendrá la facilidad de vigilar y verificar, sobre los programas de visitas, los trabajos de inspecciones y las notas de inspección de cada inspector. El cumplimiento, tanto de la labor de éste, como la del personal de mantenimiento de cada una de sus divisiones, pudiendo comprobarlo esporádicamente en el terreno, si él lo juzga necesario.

Los factores que intervienen en la inspección, tienen una disposición similar a los de mantenimiento, según podemos compararlo con el cuadro sinóptico siguiente:



Fig. 4-2 Cuadro sinóptico de la función de la Inspección.

Fuente: LA ADMINISTRACIÓN EN EL MANTENIMIENTO DE DOUNCE VILLANUEVA ENRIQUE

## 4.2. INSPECCIÓN DE COJINETES Y RODAMIENTOS

Falla por fatiga: Un cojinete de bolas o de rodillos efectivamente protegido y bien lubricado, funcionará indefinidamente hasta que los esfuerzos repetidos inicien grietas por debajo de la superficie que resultaran en desconchaduras de las superficies cargadas. Los primeros signos de desconchamiento, que son detectables, generalmente, por un funcionamiento ruidoso, denotan el final de la vida útil del cojinete. Cuando ocurre una falla por fatiga, el cojinete debe ser remplazado inmediatamente, puesto que el descascarrillamiento progresará con rapidez, lanzando fragmentos de metal dentro del sistema de lubricación y ocasionando un eventual agarrotamiento del eje.



Escasez de Lubricación: El funcionamiento de un cojinete con lubricación inadecuada mostrará decoloración por el calor y embarradura del metal, particularmente en el contacto con las bolsas del retenedor; esto está asociado generalmente, con un depósito carbonizado duro, que no es afectado por los disolventes de limpieza normales. Además, la operación prolongada con lubricación limitada o insuficiente, puede causar averías de superficie en los contactos de las pistas. Tales fallas tienen una apariencia muy similar a una falla por fatiga convencional.

Debe tenerse cuidado al seleccionar un lubricante de cojinete, de asegurarse que el aceite o grasa tenga características físicas adecuadas para lubricar y proteger el cojinete, para el rango completo de temperatura de funcionamiento.

Desgaste: Un cojinete antifricción no deberá gastarse, a menos de que penetre en su interior, suciedad o una materia abrasiva extraña. Si se permite entrar en el cojinete, tal materia extraña se mezclará con la grasa o el aceite y formará un compuesto abrasivo que desgastará rápidamente, los elementos giratorios y distorsionará la geometría de las pistas interiores y exteriores.

Para ciertas aplicaciones, los cojinetes son suministrados por el fabricante con una holgura interior mayor de la normal; por consiguiente, lo que puede parecer un juego interno excesivo, no deberá ser la única razón para condenar un cojinete en servicio. Cuando se ha producido un desgaste excesivo, las bolas y pistas mostrarán claramente, una apariencia de roce o desgaste bastante diferente de las superficies rectificadas de un cojinete nuevo.

Corrosión: Cualquier cojinete usado, mostrará manchas en la superficie, particularmente sobre las áreas exteriores. Tales cojinetes pueden volverse a usar, aunque deberá ejercerse un juicio considerable para seleccionar cojinetes de servicio dudoso, pues el costo de un recambio es, por lo general, insignificante en términos de costo de parada y mano de obra para una falla de funcionamiento. En general las manchas de corrosión pueden ser ignoradas sobre todas las superficies, mientras que las picaduras sobre las superficies críticas de rodamiento que no se puedan sentir fácilmente con un trazador de punta roma (esto es, tal como la bola de una pluma esferográfica, en el caso de cojinetes pequeños para aplicaciones críticas) no deberá ser causa de rechazo. Pueden establecerse normas más liberales con trazadores de radios mayores para cojinetes más grandes y menos críticos. Si un cojinete nuevo o usado se desengrasa o lava en un disolvente volátil frío, la humedad se precipitará sobre las superficies frías. Es posible que no se note la humedad, pero si entonces se sumerge el cojinete en aceite frío o se le cubre con un compuesto espeso frío, la humedad no puede evaporarse y se gastará en corroer las superficies del metal. La alternativa preferida es sumergir el cojinete en aceite caliente o compuesto espeso de temperatura apropiada y dejar que las partes del cojinete alcancen la temperatura del baño. Entonces toda la humedad desaparecerá y no puede haber oportunidad para la corrosión.

Otros tipos de daños en los cojinetes: El daño visible mas común en un cojinete en servicio, es la embarradura del agujero del cojinete o del diámetro exterior, debido a una practica de ajuste impropia. El anillo con ajuste flojo, generalmente el exterior estacionario, girará en servicio con mucha frecuencia y mostrará algunas líneas de contacto sobre el diámetro exterior y posiblemente, sobre la cara si el anillo está encajado en la chumacera.

Esta condición es normal y no es seria, a menos que el desgaste exceda los límites del trazo, que haya producido suficiente temperatura para causar decoloración por calor y posibles grietas por roce.

En cojinetes de bolas de empuje cargados ligeramente y operando a una velocidad bastante elevada, las bolas tienden a salirse de las pistas. Bajo tales condiciones, las pistas mostrarán una serie de marcas de desgaste tangencial y una abrasión correspondiente de los complementos de bola. La situación, puede corregirse fácilmente, disminuyendo la velocidad del eje o aumentando la carga de empuje. Si por accidente o diseño defectuoso, pasara corriente eléctrica a través de un cojinete giratorio, las superficies en giro tendrán multitud de pequeñas picadoras o cráteres causados por la fusión localizada del acero del cojinete. Con frecuencia, esta condición aparecerá como un patrón de tabla de lavar característico sobre el anillo interior o sobre el exterior. Las picaduras producidas por la electricidad son peligrosas, debido a la posibilidad de fallas por fatigas prematuras y debidas también, al rápido aumento en la holgura del cojinete, según el material fundido en la pista que forma un compuesto abrasivo con el lubricante del cojinete.

Como se mencionó previamente, en un cojinete inmóvil sujeto a vibración, los contactos entre las bolas y las pistas producirán diminutas bolsas que aparecerán como muy similares a las causadas por una sobrecarga estática extrema.

Tal daño puede ocurrir mientras una máquina se encuentra en tránsito o con un equipo estacionario sometido a la vibración de maquinaria funcionando en las inmediaciones. Este fenómeno puede ser reducido, sujetando firmemente el eje y la chumacera o alojamiento para prevenir la vibración de los cojinetes o haciendo girar lentamente los ejes sobre sus cojinetes cuando el equipo no se encuentra en operación.

### **4.3. LUBRICACIÓN DE COJINETES**

Fundamentalmente, el lubricante es suministrado a un cojinete giratorio para soportar los contactos deslizantes que existen entre el retenedor y las otras partes, y para acomodar el deslizamiento, que es inevitable en el área de contacto entre el elemento de rodamiento y las pistas. Además, el lubricante protege de la corrosión a las superficies finalmente acabadas del cojinete, y tiende a excluir la materia extraña, y en el caso de cojinetes de alta velocidad o de los que giren en un ambiente caliente, para retirar el exceso de calor del cojinete.

Es importante apuntar aquí, las características de las grasas, que son las siguientes:

- a) Penetración o consistencia.
- b) Punto de gota.
- c) Estabilidad mecánica.
- d) Pérdidas de evaporación.

Así podremos seleccionar el tipo de grasa a utilizar.

Lubricación por aceite.- Como un par de fricción bajo y, en consecuencia, una viscosidad de aceite mínima, son generalmente secundarios para una lubricación confiable con flujos de aceite más altos. El Comité de Ingeniería, después de una investigación extensa, ha desarrollado una grafica para selección de aceite. Las velocidades de operación, se dan sobre una coordenada del diagrama, y las cargas de cojinete en libras sobre la otra; ambas a una escala logarítmica. Las líneas que intersectan a las coordenadas, indican grupos de viscosidad para aceites que se refieren para estas cargas y velocidades, cuando la temperatura ambiente es baja, deben usarse los rangos de viscosidad inferiores, y cuando la temperatura ambiente es alta, deberá seleccionarse una viscosidad más alta. Para casos donde la carga de cojinetes no se conoce, es una buena regla seleccionar un aceite que tenga, al menos, la siguiente viscosidad a la temperatura de operación:

Para cojinetes de bolas y cojinetes de rodillos cilíndricos	70 seg. Saybolt
Para cojinetes de rodillos esféricos	100 seg. Saybolt
Para cojinetes de empuje de rodillos esféricos	150 seg. Saybolt

Pueden usarse sin dificultad, aceites de viscosidad más alta, aunque los lubricantes más espesos, causarán fricción de cojinete más alta, resultando en una aplicación giratoria más caliente. Además de una temperatura de cojinete más alta y un aumento en la pérdida de potencia, un aceite más espeso puede congelarse a tal extremo, como para causar el deslizamiento de los elementos de rodamiento, durante un arranque rápido o con operaciones a baja temperatura.

Lubricación por grasa.- Las grasas para cojinetes antifricción son, de ordinario, una mezcla de aceite lubricante y una base jabonosa. La última actúa simplemente para mantener el aceite en suspensión. Cuando las partes en movimiento de un cojinete entran en contacto con la grasa, una pequeña cantidad de aceite se adherirá a las superficies del cojinete. Por consiguiente, el aceite es removido de la grasa cerca de las partes giratorias. El aceite que es recogido por el cojinete, se descompone gradualmente por oxidación o se pierde por evaporación, fuerza centrífuga, etc. Por consiguiente, deberá continuar la extracción de la grasa para continuar suministrando una pequeña cantidad de aceite, que es usualmente suficiente para una operación satisfactoria. No es necesario mencionar que el cojinete no puede funcionar de manera apropiada, a menos que el suministro de aceite se mantenga de acuerdo con la demanda. Además, el proceso no puede continuar indefinidamente. En el curso del tiempo, la grasa se oxidará, de manera que el aceite en la grasa cerca de las partes

giratorias puede agotarse. Las grasas para usarse por debajo de 32 °F (0°C) deben contener jabón de litio como aceite solidificante, pues el jabón usado en grasas para operación a temperaturas mas altas de 32 °F (0°C) tales como los de sosa o sosa-cal, comienzan a espesarse o endurecerse a la temperatura mas baja. Para obtener la temperatura de rodamiento más baja posible, así como el más bajo, deberá usarse un acanalamiento apropiado de la grasa de cojinetes de bolas. Estas son usualmente, grasas más densas, con una penetración ASTM de 190 a 210 y se usan primordialmente, en aplicaciones de altas velocidades. Las grasas para usarse en cojinetes de rodillos deben tener una penetración mayor de 300 y no deberán ser canalizadas. Una grasa apropiada para cojinetes de bolas y de rodillos no deberá mostrar evidencia de deterioro después de 18 meses de almacenamiento en cojinetes empacados en cajas individuales selladas.

#### **4.4. DATOS E INSPECCIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS**

La maquinaria de toda empresa tiene una variedad enorme de motores eléctricos que son los que las impulsan. Por eso son de mucha importancia en una empresa, por lo que mantenimiento debe de tener información de todos y cada uno de estos motores, para tener conocimiento de su vida útil, reparaciones y refacciones que éstos requieran en un momento determinado. Independientemente de que cada motor debe portar su placa con sus datos de fábrica, estos deben ser registrados en el expediente de cada máquina, para conocer todas sus características, como son: marca, serie, tipo, capacidad, voltaje, amperaje, revoluciones por minuto, ciclos, fases y datos de bobinado. Toda esta información se puede obtener del manual técnico de cada máquina o solicitarla al fabricante.

A continuación doy algunos datos de motores eléctricos que deben tomarse en cuenta para incorporarlos en el expediente de cada maquina para cuando se tengan que reparar o bobinar.

Motor marca "GENERAL ELECTRIC"

Tipo K            Modelo 5K203 D3  
Caballos        1

Volts            220/440  
Ciclos          50/60  
R.P.M.         1720  
3 Fases

#### DATOS DE BOBINADO

El estator tiene 36 ranuras para 36 bobinas con paso de 1 a 8 ranuras.  
Cada bobina consta de 41 vueltas de alambre No. 22 esmaltado.  
Conexión para 220 volts doble paralelo Estrella y para 440 serie Delta.

Motor trifásico marca "GOTARD"

Tipo RPY – 844    No. 5674325  
Volts    220/440  
Caballos    5  
Ciclos 50/60  
R.P.M. 1450/1725

#### DATOS DE BOBINADO

El estator tiene 36 ranuras para 36 bobinas con paso de 1 a 8 ranuras.  
Cada bobina tiene 47 vueltas de alambre No. 16.  
Conexión para 440 serie Delta.  
Para 220 volts doble paralelo Estrella.

Motor trifásico marca "HAMILTON ELECTRIC"

Tipo C-18KF  
Volts 220/440  
Caballos 3  
Ciclos 50/60  
R.P.M. 1400/1800

Ranuras en el estator 36  
Paso de bobinas de 1-8  
39 vueltas por bobina de alambre No. 16  
Conexión Delta y Estrella.

Motor trifásico marca "HILLTON"  
Tipo U-34P No. 665438  
Volts 220 Caballos 2  
Ciclos 60 R.P.M. 1120

#### DATOS DE BOBINADO

El estator consta de 48 ranuras y 48 bobinas con paso de 1 a 8 ranuras.  
Cada bobina tiene 31 vueltas de alambre No. 18, conexión para 220 volts.  
Doble paralelo Estrella y para 440 volts. Serie Delta.

Motor trifásico marca "HILLTON"  
Tipo L.P. 65 R No. 3988798  
Volts 220 Caballos 5  
Ciclos 60 R.P.M. 1800

#### DATOS DE BOBINADO

El estator tiene 48 ranuras para 48 bobinas con paso de 1 a 10 ranuras.  
Cada bobina tiene 28 vueltas de alambre No. 15  
Conexión doble paralelo Estrella.

Motor trifásico marca "HILLTON"  
Tipo R.P. 5436 No. 7687500  
Volts 220 Caballos 7 ½  
Ciclos 60 R.P.M. 1.220

#### DATOS DE BOBINADO

El estator tiene 48 ranuras para 48 bobinas con paso de 1 a 8 ranuras.  
Cada bobina tiene 26 vueltas de alambre No. 13  
Conexión para 220 volts. Serie Delta para 440 serie Estrella.

## **CAPÍTULO 5**

### **RECONSTRUCCIÓN DE MAQUINARIA**

Para la reconstrucción de maquinaria, cualquiera que sea su tipo, se tiene que echar mano de todos los antecedentes que existan de ésta, su historial es muy importante, donde existirán todas las fallas que ha tenido y que ha sido necesario intervenirla por el mantenimiento correctivo, así también todos los servicios de mantenimiento preventivo y que existe en los reportes de estos servicios, que en su estructura y partes importantes requieran de una reconstrucción. En ocasiones durante las intervenciones de mantenimiento preventivo, no ha sido posible corregir esos problemas, o desgastes naturales originados por los años que lleva de trabajar, o que también por motivos de producción no se ha podido parar dicha máquina, entonces se debe programar para una fecha determinada, cuando se encuentre la máquina que ha de sustituirla en la línea de producción y que ya se encuentre previsto todo lo que se necesitará de material y refacciones que se usarán en su reconstrucción.

#### **5.1. FICHAS DE ENSAYOS O CONTROL DE CALIDAD DE MÁQUINAS**

En estas fichas, se realiza una revisión total de las máquinas para conocer su estado y poder así, llevar a cabo rutinas de mantenimiento preventivo, a fin de que se optimice su servicio.

##### **5.1.1. CALIDAD DE MÁQUINA**

Es el conjunto de propiedades que determinan la posibilidad de realizar el trabajo correspondiente a una categoría predeterminada.

Pongamos como ejemplo las maquinas herramientas, se clasifican de acuerdo con su peso y su grado de especialización.

Según su peso:

- a) Máquinas herramientas ligeras: hasta 1 tonelada.
- b) Máquinas herramientas medias: de 1 a 10 toneladas.
- c) Máquinas herramientas pesadas: más de 10 toneladas.

Según el grado de especialización:

- a) Universales: cuando se efectúan varias operaciones al maquinar diversas piezas.
- b) Especializadas: cuando se maquinan piezas deforma parecida, pero de diferentes dimensiones.

- c) De Aplicación General: cuando se realiza una cantidad limitada de operaciones en piezas de gran diversidad.
- d) Mono – funcionales: cuando se realiza el maquinado de piezas de un solo tipo funcional.

## 5.2. GUIA DE INSPECCIÓN

Guía de inspección para una máquina y operaciones que deberán ejecutarse durante el primer trimestre: Enero, Febrero y Marzo, así sucesivamente durante el segundo, tercero y cuarto trimestre de cada año.

Hacer las revisiones e inspecciones que se realizan cada uno, dos, tres y seis meses y así se ira ejecutando cada una de las inspecciones.

1ra revisión (enero): chequeo del estado físico de las bandas del motor; revisión de ranuras de las poleas; limpieza profunda de toda la máquina; lubricación de las partes inaccesibles, independientemente de la lubricación programada de diario, semanal y mensual; calibración de guías y correderas; revisión, chequeo de cuñas, cuñeros, opresores y tornillería en general.

2da revisión (febrero): checar engranes, desgaste de dientes y calibración entre dientes de engrane y piñón; si trabaja con presión de aire comprimido, checar tuberías, válvulas de paso, válvulas check, válvulas solenoide, diafragmas de pistones y manómetros.

3ra revisión (marzo): revisión de chumaceras, baleros, flechas, coples; revisión de embragues (todos sus componentes); frenos, pastas de fricción, discos y sus mecanismos. Así es como concluye el primer trimestre.

2º trimestre, que comprende los meses de Abril, Mayo y Junio.

Revisión de los motores eléctricos; baleros, bobinas, rotor, estator, escobillas, carbones, detección de roturas de partes vitales del motor, barnizado y apriete de conexiones.

Destapar chumaceras, revisión de desgaste en las flechas, destapar y desarmar reductores de velocidad, tambores de freno y sus mecanismos.

Así al concluir las revisiones de los cuatro trimestres se tendrá una revisión clara de las condiciones generales de la máquina, después de analizar los reportes de cada una de las revisiones efectuadas, se tendrá que programar una reconstrucción de la o las partes que presentan daño y que en las revisiones no se pudieron corregir, por que se requería desarmar a fondo la máquina y en ese momento no se considero oportuno hacerlo por motivos de tiempo o de producción.



Son motivo de reparaciones mayores: cambio de flechas, chumaceras, desgastes en las guías, discos de fricción rotos o agrietados, reparación general de bombas hidráulicas, fracturas en la estructura principal.

Después de reparada la máquina se pintara o simplemente retoques y está lista para volver a trabajar.

### **5.3. MÉTODOS DE INSPECCIÓN DE CALIDAD DE MÁQUINAS**

Programas de inspecciones, pruebas y rutinas.- son listas que indican las partes de un artefacto o maquinaria que hay que inspeccionar, probar o rutinar; generalmente, presentan lugares para anotaciones sencillas, durante todo un año. Deben estar colocadas al lado mismo de la maquinaria a que se refiere el programa, para permitirle al personal de inspectores y supervisores, verificar objetivamente si los trabajos que indican las anotaciones en este programa, han sido ejecutados en la máquina.

Como se considera que una frase escueta no da la idea plena de lo que tiene que hacer el personal de mantenimiento, en algunos casos se acostumbra colocar al alcance de éste, un pequeño folleto Guía de Mantenimiento, que da indicaciones detalladas.

Cada año se cambiará por un nuevo programa, debiendo ser estudiado el anterior para comprobar si las frecuencias de las visitas es la adecuada, ya que económicamente la empresa se ve afectada, tanto si son muchas visitas (daños mínimos), como si son pocas (daños repetidos). Para facilitar el diagnóstico, se tienen en dicho programa, dos columnas en cada visita, “P” indica visita por mantenimiento preventivo y “C”, por mantenimiento correctivo. (Falla en servicio que presta la máquina), por lo que al terminar el año, se podrán comparar estas anotaciones entre si y podrá analizarse con facilidad si la frecuencia de visitas es la adecuada, tomando siempre en cuenta otros factores, tales como “edad” y calidad de la máquina, cantidad de trabajo a que esta sujeta, etc.

En estos programas, hay que poner máximo cuidado para su elaboración, pues cada renglón que en él se considere, debe ser debidamente ponderado, a fin de no maltratar la máquina inútilmente. Hay que tomar en cuenta que solo las revisiones y pruebas de aquellas partes que nos indiquen la calidad de servicio que está prestando la máquina, pues si bien los programas de visitas nos obligan a “visitar cada máquina con mayor o menor frecuencia”, y si esta no esta adecuada, se experimentar pérdidas económicas. No es menos cierto considerar sin fundamento la atención a una parte de la máquina, en nuestro programa de inspecciones, pruebas y rutinas puede ser más peligroso que lo anterior.

A nadie se le ocurrirá hacer diariamente a su automóvil una afinación mayor, con la idea de que de esa manera, se tendrían perfectamente mantenido el carro, pues aparte de los costos tan grandes que se tendrían, seguramente a los pocos meses, se tendrían fuertes problemas con el carburador, el distribuidor o las entradas en las bujías.

Uno de los grandes problemas del mantenimiento, ya sea correctivo o preventivo, es que existe muy poco personal preparado para analizar el comportamiento de una máquina y diagnosticar acertadamente, en primera, si es necesario hacer otras pruebas para asegurar el diagnóstico, y, en segunda instancia, si hay que intervenir en ella. Generalmente, se encuentra uno con personas deseosas de desarmar de inmediato las cosas “para arreglarlas” o en otros casos, fundan su diagnóstico en apreciaciones muy subjetivas y poco cuidadosas, resultando éste erróneo y probablemente, después del cambio de piezas o repuestos, se dan cuenta de su error y tratan de remediarlo con otro diagnóstico, quizá igual al anterior. No cabe la menor duda de que si todo mantenimiento preventivo o correctivo lo basamos en un diagnóstico acertado, conseguiremos un mantenimiento perfecto, con lo que tendremos mayor vida de nuestras máquinas y una gran economía, por la reducción de paros y costos de mantenimiento.

Los programas de inspecciones, pruebas y rutinas, deben ser revisados cuando menos, una vez al año, a fin de actualizarlos, ya que puede existir un cambio de máquinas o simplemente, por el envejecimiento de ellas.

#### **5.4. PROGRAMA DE RECONSTRUCCIÓN**

En estos programas se indica por quién y cuando se debe hacer cada trabajo, cuando debe empezarse y cuando terminarse. Es necesario aclarar que, cuando se hacen los programas de inspecciones, pruebas y rutinas, los trabajos de mantenimiento ahí considerados, no forzosamente tienen que ser el 100% de los necesarios para obtener un alto grado de eficiencia en la máquina mantenida, sino que dichos trabajos, deben ser perfectamente aquilatados, a fin de que sean, exclusivamente, los indispensables desde el punto de vista económico. Es decir, tomando como ejemplo un aparato televisor, para hacer en él un buen funcionamiento, sería necesario cambiar periódicamente bulbos, condensadores, resistencias, etc., ya que éstos, con el tiempo, se van haciendo viejos, cambiando sus características electrónicas; sin embargo, será tolerable hacer periódicamente una limpieza general y el cambio de bulbos o partes que vayan resultando dañadas; no puede seguirse la misma política con todos los equipos, pues la importancia del servicio que prestan algunos, nos obliga a ser cuidadosos con su mantenimiento; pero en cualquier forma, se debe buscar siempre el mantenimiento mas económico, es decir, aquel que garantice un buen servicio de la maquinaria con el menor costo de mantenimiento, mas perdida del servicio por paros; debiendo tener cuidado de no sacrificar los gastos de éste y posteriormente, tener que lamentar gastos mayores, al vernos obligados a corregir de inmediato fallas (mantenimiento correctivo) que generalmente se presentan por un mantenimiento preventivo mediocre o mal calculado. Por tanto, es necesario considerar que los reportes de deficiencias

entregados al jefe de mantenimiento por su personal, están acusando los problemas originados por ese envejecimiento de nuestra maquinaria; es precisamente este trabajo, el que debe ser programado como labores de reconstrucción, para volver a poner en un nivel aceptable de funcionamiento, a nuestra maquinaria; así que el jefe de mantenimiento, auxiliado de los reportes de deficiencias, ordenará un estudio de la máquina afectada, a fin de expedir las ordenes de trabajo de mantenimiento (OTM) necesarias, las que serán programadas a fin de disponer de personal y material en el lugar y momento deseados.

Cuando la labor a desarrollarse es pequeña y se cuenta con los elementos necesarios, debe ser ejecutada de inmediato, pues precisamente para eso se debe haber calculado una parte del personal de mantenimiento, para llevar a cabo las labores de inspección, prueba y rutina, y otra parte se debe haber calculado para ejecutar ordenes de trabajo de mantenimiento, originadas por el personal mencionado en primer lugar, y, además, para ejecutar las labores de mantenimiento correctivo en forma emergente.

No así el personal dedicado a la atención de los “Programas de visitas” y de “Inspecciones, Pruebas y Rutinas” que no debe cesar en sus funciones, sino en casos de verdadera imposibilidad, emergencia, ya que si se suspende la labor de este personal, no se tendrán ordenes de trabajo de mantenimiento y, por tanto, el personal que ejecuta tales ordenes, no tendrá trabajo que desempeñar y sin embargo, los equipos irán incrementando día a día su necesidad de ser atendidos hasta que no puedan seguir funcionando. Esta situación causara emergencias por todos lados, y dará principio el caos y la anarquía en las labores. Todo el personal se concentrará, en estos casos, a dar “palos de ciego” y a tratar de cubrir emergencias, perdiendo cada vez mas tiempo y tratando de cubrirlas con mas personal, lo cual complicará la dirección del mismo; así, se establecerá un circulo vicioso del cual será muy difícil salir, pues se perderá la dimensión del problema y el nerviosismo originado por la tensión en que se vive, hará imposible ver con claridad un plan a seguir, pues generalmente, se planea para las emergencias y no para, además, cimentar el orden futuro de un mantenimiento debidamente administrado.

Las órdenes de trabajo de mantenimiento deben contener los siguientes datos, además, del número y cuestiones cantables:

- a)Cuál es la razón para hacer el trabajo.
- b) Fecha aproximada en que se recomienda hacer el trabajo.
- c) Explicar en qué consiste dicho trabajo.
- d) Clase de personal que debe ejecutarlo.
- e) Lista de materiales y repuestos necesarios.
- f) Los croquis y dibujos que se considera necesario, para hacer explicativo y claro el trabajo.
- g) Si es necesario, debe mencionarse la secuencia de trabajo.

### **5.5. CONSIDERACIONES PARA EL COSTO DE UN MANTENIMIENTO PROGRAMADO**

El costo de un mantenimiento programado, como sería la reconstrucción de un torno como parte del mantenimiento preventivo, o el costo de un programa de composturas mayores, como sería la reconstrucción de un sistema de transportadores elevados, no deberá ser considerado dentro del procedimiento presupuestario especificado con anterioridad. Se les suele clasificar como proyectos y se acostumbra planearlas para que se efectúen en algún lapso inactivo, como vacaciones.

Muy a menudo, habrá que elaborar un presupuesto especial para esta clase de trabajos, que se planearan para un momento oportuno.

Los proyectos comprenderán aquellos que se ejecutaran por cuadrillas de mantenimiento, así como los que harán por contrato. El trabajo mediante contrato incluirá reparaciones grandes de maquinaria, reposición de techos, pavimentación de mantenimiento, para vehículos y otros más, para los cuales el ingeniero de fábrica no tiene suficientes oficiales o los que tiene, no poseen los conocimientos adecuados.

Hay tres clases de métodos para preparar un presupuesto que ampare esta clase de labores y son:

- 1) Considerar que las horas-hombre estándar equivalen a las horas-hombre reales del trabajo realizado durante el mes. Esto no abarca la planeacion para un mejor desempeño de costos a efecto de tener algún control sobre el trabajo. Es la forma más sencilla.

- 2) Otra manera es calcular las horas-reparación por oficio necesarias para llevar a cabo el trabajo estipulado. Cuando quien hace el cálculo tiene suficiente experiencia, cabe esperar que éste sea razonablemente exacto para que puedan determinarse las horas presupuestadas para esta clase de labor.
  
- 3) La forma más precisa consiste en planear con atención el trabajo y aplicar las normas estándares correspondientes según las reglas de medición que utilice el departamento de mantenimiento, asignando las horas en el presupuesto, que señala el plan de trabajo. Este tiempo será fijado según oficios y se sumara al dedicado a reparaciones, como ya se dijo antes, por cada centro de costos o departamento.

Los diferentes costes que intervienen en la reconstrucción de una máquina son:

- a) Coste de mano de obra.
- b) Coste de recambios de materiales.
- c) Coste de producción perdida durante la reconstrucción.
- d) Gastos generales.

## **CAPÍTULO 6**

# **ANÁLISIS DE LA ORGANIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EN ALGUNAS EMPRESAS**

En este capítulo hago mención de acuerdo a mi experiencia laboral sobre el porque fracasan algunas fábricas cuando debería ser todo lo contrario, crecer o cuando menos sostenerse en el mismo nivel.

Estoy de acuerdo en que el mercado se satura o que se termina con una producción determinada, pero hay una diversidad de productos que pueden sustituir al anterior.

Yo trabajé en varias empresas en el departamento de mantenimiento y pude darme cuenta del funcionamiento y organización de todos sus departamentos, pero en este caso hablaré solamente de mantenimiento, que no se porque en muchas fábricas lo quieren ver tan pequeño e insignificante, que nadamas existe para servir a los demás. Siendo que es uno de los departamentos más importantes porque es el corazón de toda empresa.

Hago referencia a algunas deficiencias que observe en éste departamento y que a la larga contribuyeron a la quiebra de algunas empresas y todo esto es por la mala decisión al colocar al frente de puestos claves a personas que no conocen el trabajo de ese tipo de empresas o que por recomendación de alguien de arriba llegan a ocupar esos puestos.

### **6.1 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA**

Una de las principales problemáticas que enfrenta el departamento de mantenimiento en algunas organizaciones es, que ubican al departamento dependiente del área de producción.

En el organigrama de la fig. 6-1 se puede observar donde ubican a mantenimiento, hasta el final y dependiendo de la subdirección de producción, que en todo momento mantenimiento hará lo que producción quiere y que no le interesa como se le haga para que se cumpla con el programa de revisiones de preventivo. Producción dice; intervengan las máquinas cuando éstas no tengan trabajo, pero eso casi nunca sucede, entonces el gerente de mantenimiento tiene que formar unos turnos con calendario desplazado, trabajando de miércoles a domingo para poder disponer del fin de semana para las reparaciones mayores, pero en ocasiones y esto casi siempre sucede que también los sábados trabajan las máquinas tiempo extraordinario y nada más con el domingo no se puede hacer gran cosa. Esto contribuye a que en ocasiones se incrementen los trabajos de tipo correctivo.

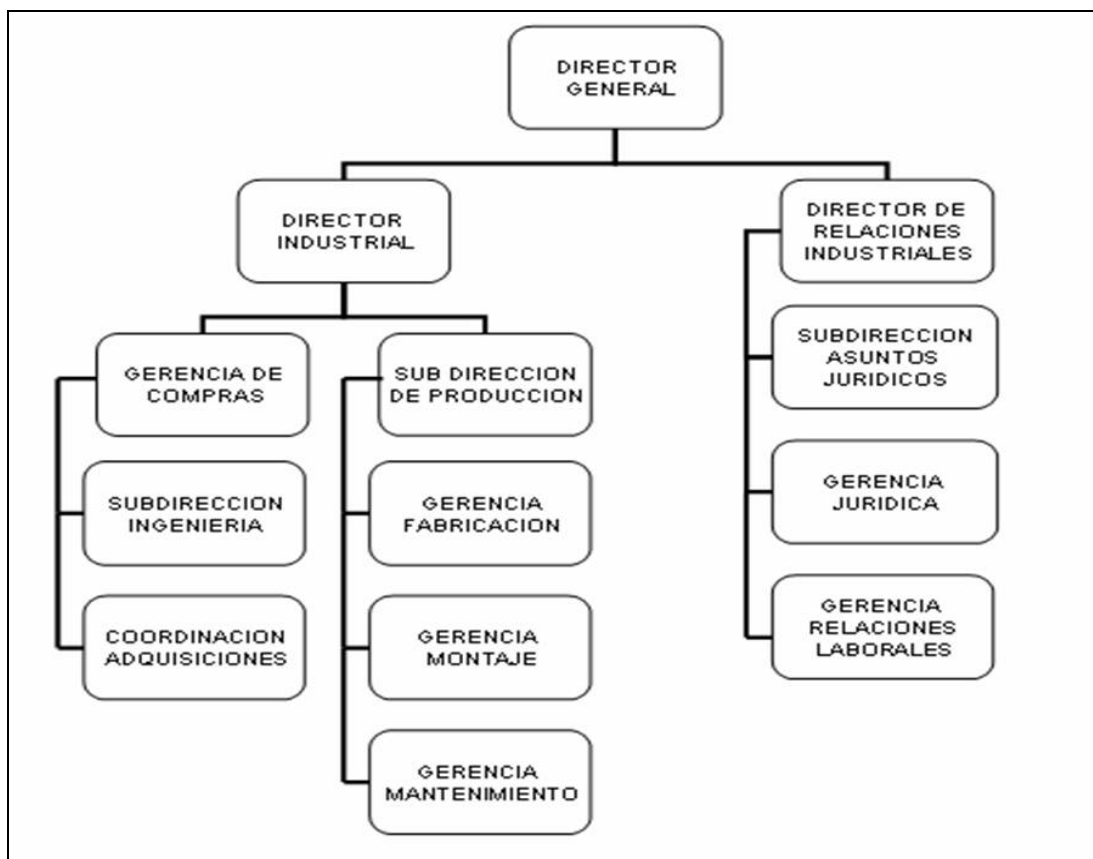


Fig. 6-1 Organigrama donde mantenimiento depende de la Sub-Dirección de producción, obtenido de un organigrama de la empresa bombardier en 2001. Con este organigrama no hay funcionamiento adecuado de mantenimiento ni cumplimiento con sus programas de trabajo.

## 6.2 ORGANIGRAMA PROPUESTO PARA UN ADECUADO MANTENIMIENTO

En comparación con el organigrama de la fig. 6-1, la gerencia de mantenimiento, debe depender directamente de la Dirección General o Director de Fabrica, como se ilustra en la fig. 6-2, para poder tener autonomía en sus decisiones y poder llevar a cabo de manera optima sus programas de trabajo.

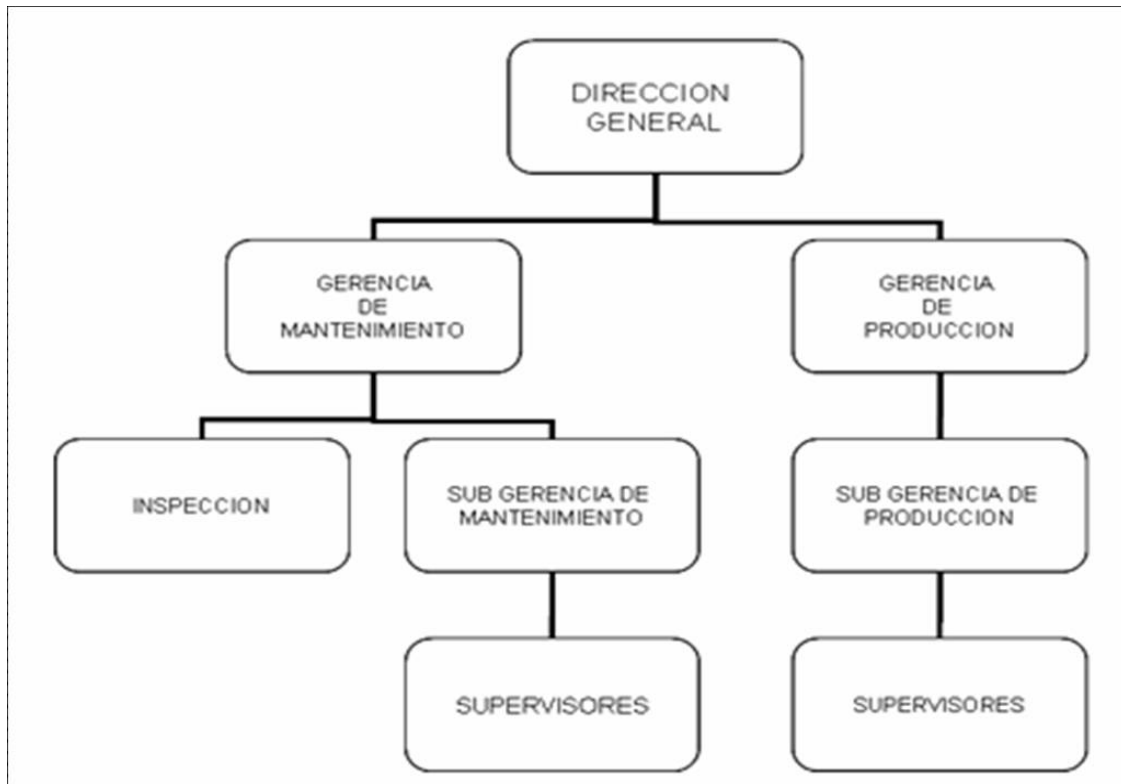


Fig. 6-2 Organigrama propuesto, donde mantenimiento depende directamente de la Dirección General.

FUENTE: PROPIA

Como mantenimiento y producción trabajan para la misma fábrica y con el mismo objetivo, por lo tanto ambas gerencias deberán ponerse de acuerdo, dialogar y coordinar las reparaciones a la maquinaria y equipos, porque los dos departamentos están en igualdad de jerarquía, pero no sucede así cuando producción esta por arriba de mantenimiento.

La dirección general debe girar instrucciones a la dirección industrial, de que coordine a mantenimiento y a producción para que trabajen de común acuerdo, ya que de estos dos departamentos depende el éxito o fracaso de la fábrica y concientizarlos de que del buen éxito de ambos departamentos será en beneficio de una mejor productividad y buen futuro de la empresa y de todas las familias que de ella dependen.



### **6.3 INSPECCIÓN EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

En las fábricas que trabajé durante tantos años, hay cientos de máquinas, de todos los tipos: prensas, guillotinas, conformadoras, punsonadoras, pantógrafos, máquinas para soldar de varios tipos, polipastos, grúas viajeras, tornos fresadoras, cepillos, taladros, esmeriles, bombas, motores eléctricos, montacargas, etc., etc. Toda la maquinaria y equipos están bajo la responsabilidad de mantenimiento y no existe una sección con personal dedicado a la INSPECCION y que dependa directamente de la gerencia de mantenimiento, siendo tan importante que se vigile el buen funcionamiento del personal de mantenimiento, que verifique que los programas de reparaciones de preventivo se cumplan como debe ser y en su momento, así como ver que se cumpla con la ejecución de algunas observaciones hechas por ellos mismos y reportar a la gerencia dichas observaciones y si se ejecutaron o no. También deben hacer inspecciones de rutina en toda la fábrica, tanto en el funcionamiento de las máquinas y equipos como en checar si se están operando correctamente. Con estas acciones también están cooperando con la ejecución del mantenimiento predictivo.

En ésta fábrica como en muchas otras existe esa falta de visión de parte de la gerencia para pensar que si existiera personal de inspección debidamente capacitado para efectuar con un amplio criterio sus funciones, no existirían tantos reportes de emergencia y paros en la producción.

Los supervisores deberán entender cual es la función de la inspección y que no se trata de competir con ellos, por el contrario, es una forma de colaborar para beneficio del buen funcionamiento del departamento, además que no seria posible que un supervisor tuviera que hacer las labores de inspección, aparte de supervisar a sus trabajadores y atendiendo a la ejecución de las ordenes de emergencia que surjan o las ordenes de preventivo programadas.

### **6.4 PERFIL DEL SUPERVISOR ACTUAL**

Los supervisores actuales son personas que cuando llegan a ocupar ese puesto, se sienten muy encumbrados e importantes, porque tienen el mando del resto de trabajadores, son hasta prepotentes, creen saberlo todo, pero la verdad es que son gente con escasos conocimientos técnicos, porque llegan a ocupar el puesto de supervisor por antigüedad y escalafón, y por si eso no fuera suficiente la gerencia no se preocupa por prepararlos con conocimientos teóricos relacionados con su especialidad.

Cuando ingresan a la fábrica entran como ayudantes, cuando se origina una vacante en su escalafón, de acuerdo a su antigüedad, pasan a ocupar el puesto de oficial de la más baja categoría y así es como van escalando a categorías más altas hasta llegar a la supervisión pero siempre con la protección del sindicato. Algunos (muy pocos) se preocupan por prepararse para los próximos ascensos, pero la mayoría dice: hay iré aprendiendo con el tiempo.

## **6.5 QUÉ PERSONAL DÉBE OCUPAR EL PUESTO DE SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO**

Deben ser personal de confianza de la empresa, no deben ser obreros sindicalizados, sino técnicos en su especialidad o ingenieros con experiencia y capacidad para desempeñar ese puesto que es de mucha responsabilidad.

Aparte de conocer mecánica y eléctricamente la estructura y funcionamiento de la maquinaria y equipos, debe saber interpretar los diagramas e indicaciones del fabricante contenidos en los catálogos de cada máquina o equipo, saber improvisar o modificar algún sistema que por causa de alguna avería se inutilizo algunas de sus partes, saber localizar refacciones equivalentes de acuerdo a las diferentes marcas existentes en el mercado, como por ejemplo, baleros, bandas, lubricantes, filtros, arrancadores, elementos eléctricos. Indicar al almacenista cual es el máximo y mínimo de cada una de las refacciones que mayor demanda tiene en las máquinas, conocer todas las herramientas e instrumentos de medición que se usan en los talleres y que son el auxilio para las reparaciones.

Tener suficiente facilidad de comunicación con sus subordinados y buen trato hacia ellos, cambiar impresiones a cerca del trabajo con su jefe inmediato superior, llevar buenas relaciones con sus colegas supervisores de otros departamentos para dar solución a algún requerimiento o contingencia que se origine en cualquier departamento de producción o en las oficinas, conocer bastante de relaciones humanas y conocer mucho de la seguridad industrial.

El máximo nivel escalafonario de los obreros sindicalizados debe de ser hasta obreros calificados, pero si hubiere alguna excepción de que algún obrero calificado que llegara a tener la capacidad suficiente para desempeñar el puesto de supervisor, éste deberá renunciar a sus derechos escalafonarios y al sindicato para pasar a ser empleado de confianza de la empresa y ocupar dicho puesto.

No se trata de marcar clases sociales ni discriminación hacia el obrero, sino velar por la superación de la empresa y crecer como país desarrollado y dejar de ser tercermundista.

## CONCLUSIONES

Siendo tan importante tener una buena organización en una fábrica desde la dirección general, pasando por todos los departamentos y en especial el que nos ocupa en este trabajo (mantenimiento), si se observan todas las sugerencias que se hacen para un buen funcionamiento del departamento, poniendo todo nuestro empeño en hacer las cosas y hacerlas bien con personas comprometidas a desempeñar con honradez y eficiencia su trabajo.

1. Con una buena organización y planeación de los trabajos de mantenimiento preventivo, se evitará paros en la producción y reduciremos considerablemente los reportes de fallas, o sea mantenimiento correctivo bajara su intensidad de carga de trabajo.
2. Respecto a la seguridad es algo que no se debe tomar a la ligera, porque se trata de cuidar al ser humano, independientemente de los bienes materiales. La seguridad debe de estar presente en donde quiera que se pare una persona; en una casa, en las oficinas, en la construcción, en una fábrica, en una escuela, etc., por eso es que hago énfasis en este tema, para que siempre la tengamos presente.
3. Un programa de mantenimiento preventivo se hace con el fin de llevarlo a cabo estrictamente, de lo contrario mejor no hacerlo y poner a todo el personal de mantenimiento a corregir fallas correctivas. A esto nos conduce el que mantenimiento este sujeto a los caprichos del departamento de producción cuando mantenimiento depende de el como sucede en muchas fábricas.
4. Poner especial cuidado en la lubricación de la maquinaria y equipo con personal especializado y preparado para desempeñar este trabajo, de ser así, la vida útil de las máquinas y equipos se prolongará enormemente.
5. Herramientas: una fábrica sin herramientas no funciona, hay herramientas en la oficina, en la producción y en mantenimiento, herramientas que se deben conservar en buenas condiciones y enseñarle al operario a usarlas adecuadamente para no dañarlas y extravíarlas.

6. El control de mantenimiento es parte muy importante en una fábrica que ayuda a la detección y prevención de averías en la maquinaria y equipos, porque verifica si mantenimiento esta realizando adecuadamente los servicios programados y observa el buen desempeño y cuidado de los operadores.
  
7. Y finalmente termino diciendo que en México hace falta mano de obra calificada, que las autoridades laborales y los gobiernos federal y estatal se preocupen por crear escuelas de oficios donde egresen las personas con los conocimientos necesarios para desempeñarse con eficiencia en las empresas. Y que internamente estas empresas cumplan con el ordenamiento que la Ley Federal del Trabajo les impone como obligación, de capacitar a su personal en todos sus niveles, para que sean unos empleados y obreros más eficientes. Cada fábrica debe contar con un departamento de capacitación, con instalaciones adecuadas, los equipos necesarios y con unos instructores bien preparados y avalados por la Secretaria del Trabajo y Previsión Social.

## **GLOSARIO**

**ANEMÓMETRO.-** Instrumento que sirve para medir la velocidad del viento.

**ANTELACIÓN.-** Anticipación con que, en orden al tiempo, sucede una cosa respecto a otra.

**BARANDILLAS.-** cerca, reja o barandal para protección.

**CARCÁJ.-** Estuche portaherramientas.

**CIRCUNSCRIBEN.-** Acción de reducir a ciertos límites o términos alguna cosa.

**COERCITIVAS.-** Reglas que reprimen o restringen alguna cosa.

**COJINETE.-** Punto de apoyo de un eje o rodamiento.

**CORPORATIVO.-** Perteneiente a una corporación u organización.

**CORROSIÓN.-** Partes manchadas y oxidadas en los metales.

**CONCIENZUDO.-** Persona que hace las cosas con mucha atención o determinación.

**CONDULETS.-** Tubos o conductos para instalaciones eléctricas.

**CONSECUCIÓN.-** Acción y efecto de conseguir.

**CHUMACERA.-** Punto de apoyo de un eje giratorio.

**DELINEAN.-** trazar la línea o ruta adecuada a seguir.

**DISTORSIONA.-** Que no va acorde con las reglas o normas.

**EMBARRADURA.-** Deformación o desgaste de un cojinete u orificio donde gira un eje o corredora.

**EMPÍRICAMENTE.-** Conocimientos basados en la experiencia.

**ENCUADRES.-** Guión técnico y que se hace sobre un objeto con el fin de ubicarlo con precisión

**EXCELENCIA.-** Referente a lo máximo de algo o alguien.

EXPLÍCITA.- Que todo lo explica.

FIABILIDAD.- Que es confiable.

HIDRANTES.- Toma de agua empleada para sofocar incendios.

INDEXARSE.- Agregando alguna cosa.

INOPINADAMENTE.- Que sucede sin haber pensado en ello, o sin esperarlo.

LAY OUTS.- Plano de localización de la maquinaria y equipos dentro de un departamento en una fabrica.

LIDERAZGO.- Que encabeza cualquier evento.

LUXÓMETRO.- Aparato que sirve para medir la velocidad de la luz.

MAQUINARIA DE ADMINISTRACIÓN.- Es el núcleo de individuos de un nivel superior en inteligencia que dirigen una empresa.

MAQUINARIA DE FABRICACIÓN.- Se le llama así al conjunto de organismos humanos y materiales en una fábrica.

MAQUINARIA DE MANTENIMIENTO.- Termino que se emplea para referirse al personal que integra al departamento de mantenimiento.

MEDIOCRIDAD.- Término usado para algo o alguien que poco vale o aporta a los demás.

MICRO SWITCH.- Interruptor de energía eléctrica.

MULTÍMETRO.- Instrumento que se usa para medir la energía eléctrica.

MUTABLES.- Cosas que están sujetas a cambio.

ORGANIGRAMA.- Lugar que ocupa un departamento o un puesto en una fabrica.

PANACEA.- Remedio que buscaban los antiguos alquimistas que curaba todo o algo que es muy eficiente.

PÉRTIGAS.- Varillas largas de acero.

PLANEACIÓN PRELIMINAR.- Es una planeación primaria.

PRESERVAR.- Poner a cubierto anticipadamente a una cosa o guardarla.

PRIORIDADES.- Preferencia por algo o alguien.

RELEVANTES.- Algo sobresaliente.

STAFF.- Labores de auxilio o de ayuda.

TACÓMETRO.- Aparato que sirve para medir las revoluciones por minuto en una maquina o motor.

TERMÓMETRO.- Sirve para medir la temperatura ambiente o de un cuerpo.

TPM.- Mantenimiento productivo total.

ULTERIOR.- algo que se hace, se dice o se ejecuta después de otra cosa.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Dennis Ebans, Julio del 2001. Manual de capacitación de seguridad para operadores de prensas mecánicas.

Dounce Villanueva Enrique. Junio 1975. La administración en el Mantenimiento. Editorial C.E.C.S.A, México.

E.T. Newbrough. Administración de Mantenimiento Industrial. 1994. Editorial Diana.

Gatica Ángeles Rodolfo R. 2000. Mantenimiento Industrial, Manual de Operación y Administración. Editorial Trillas.

H.B. Maynard. 1975. Manual de Ingeniería de la producción Industrial. Editorial Reverte S.A. México.

Lazo Cerna Humberto. 1990. Higiene y Seguridad Industrial. Editorial Porrúa S.A. 14ª Edición.

Ley del Seguro Social. 21 de diciembre de 1995. Publicada en el diario oficial de la federación.

Morrow L.C. 1975. Manual de Mantenimiento Industrial. Editorial Reverte S.A.

Organización Internacional del Trabajo. 1989. Introducción al Estudio del Trabajo. Oficina internacional del Trabajo.

Reglamento General de Seguridad e Higiene en el trabajo. 1994. Secretaria del trabajo y previsión social.

Sociedad Mexicana de Administración Científica.1985. Curso de Ingeniería Industrial.