



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

Facultad de Ingeniería

## **MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

**T E S I S**

Que para obtener el título de:

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**P r e s e n t a n :**

**Raúl Ramón Ramón**

**Enrique Arriaga Mendoza**

**Sergio Delgado Carrillo**

**Luis Felipe Camelo Santarelli**

**Roberto Hernández Santillán**

**José Javier Alberto Soto Mendoza**

**Director: Ing. Vicente Nacher Todo**



México, D. F.

1984



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION. ....	1
GENERALIDADES. ....	4
CAPITULO I	
CLASIFICACION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. .	15
1.1.- Procedimientos del mantenimiento. ....	15
a) Mantenimiento correctivo o de Urgen <u>cia</u> . ....	16
b) Mantenimiento preventivo. ....	19
1.2.- Nuevo enfoque a la definición del Man <u>tenimiento Industrial</u> . ....	27
- Definiciones propuestas. ....	29
CAPITULO II	
ORGANIZACION DE UN DEPARTAMENTO DE MANTENI <u>MIENTO</u> . ....	32
2.1.- Objetivos de la Organización. ....	32
a) La función de mantenimiento. ....	36
b) Comunicación. ....	40
2.2.- Organización general en el Departamen <u>to de mantenimiento</u> . ....	42
1) Clase de fábrica. ....	43
2) Clase de Servicios. ....	46

	Pág.
3) Clase de equipo. ....	47
4) Clase de conocimientos. ....	50
2.3.- Organigramas del Departamento de Mant <u>e</u> - nimiento. ....	53

### CAPITULO III

IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL SO- BRE LA PRODUCTIVIDAD. ....	76
--	----

### CAPITULO IV

MATERIAS AUXILIARES PARA EL BUEN FUNCIONAMIE <u>N</u> TO DE UN DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO. ....	85
4.1.- Herramientas. ....	85
4.2.- Máquinas-Herramienta. ....	89
4.3.- Fundición. ....	90
4.4.- Soldadura. ....	92
4.5.- Lubricación. ....	95

### CAPITULO V

ALMACEN Y CONTROL REQUERIDOS PARA EL BUEN - FUNCIONAMIENTO DE UN DEPARTAMENTO DE MANTENI <u>M</u> MIENTO. ....	103
5.1.- Instalación de un Almacén Organizado. .	104
5.2.- Localización de Almacenes y Métodos - de Almacenamiento . ....	108

	Pág.
a) Localización del Almacén. ....	108
b) Métodos de Almacenamiento. ....	112
5.3.- Cantidades necesarias. ....	113
5.4.- Entrega de Piezas de Repuesto. ....	117
5.5.- Registros. ....	117
a) Empresas pequeñas (hasta con 30 me- cánicos). ....	122
b) Empresas de Tamaño Mediano (30 a - 300 mecánicos). ....	123
c) Empresas Grandes (más de 300 mecáni- cos). ....	123

## CAPITULO VI

PLAN PROPUESTO DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL PARA UNA INDUSTRIA DE TAMAÑO MEDIANO. ....	125
1) Sistema de operación que debe llevar una fábrica. ....	128
2) Control y eficiencia de operación - de mantenimiento. ....	163
3) Objetivos. ....	164

## CAPITULO VII

RELACION DE LA NORMALIZACION CON EL MANTENI- MIENTO INDUSTRIAL. ....	167
7.1.- Necesidad de la Normalización con el- mantenimiento industrial. ....	167

	Pág.
7.2.- Ventajas de la Normalización en el mantenimiento. ....	170
7.3.- Organismos Nacionales e Internacionales de Normalización. ....	172

## CAPITULO VIII

PERSPECTIVA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL PARA MEXICO EN LA DECADA DEL 80. ....	174
8.1.- La función del mantenimiento en la industria. ....	175
8.2.- Evolución de la Empresa Industrial. ..	180
a) Tecnológica y Económicamente. ....	180
b) Organizativamente. ....	180
c) Entorno. ....	181
8.3.- Funciones y responsabilidades del mantenimiento. ....	184
8.4.- Formación y características que deberá reunir el futuro Jefe de Mantenimiento. ....	185
8.5.- El rol de las Asociaciones de Mantenimiento. ....	187

## CAPITULO IX

PAPEL QUE DEBE TENER EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL PARA EL ACTUAL DESARROLLO DE MEXICO. .	192
---	-----

Pág.

TERMI NOLOGIA . . . . .	196
CONCLUSI ONES . . . . .	197
BI BLI OGRAFIA . . . . .	202

## INTRODUCCION

Debido al uso constante de los medios que el hombre utiliza en la industria (máquinas, equipos, etc.) y a medida que la mecanización penetra más y más en el terreno de ésta, hace que el tiempo que puedan prestar servicios y la seguridad de funcionamiento en los mismos, constituya uno de los problemas fundamentales de la ingeniería.

Por la naturaleza misma de estos medios, se requiere inevitablemente prestar cuidados para conservar y mantener en condiciones adecuadas a las instalaciones, maquinarias, equipos, etc., ya que un funcionamiento inadecuado significa:

- Riesgo constante en cuanto a la seguridad e higiene del personal y del equipo mismo.
- Disminución de la eficiencia del conjunto.
- Emergencias, tiempos muertos y desperdicios en la producción, imputables a detenciones y averías por mal estado del equipo.
- Depreciación acelerada de los equipos y edificios.
- Inversiones en mano de obra, materiales y servicios para efectuar reparaciones.

Con notable incidencia en los costos reales, en la productividad y en la rentabilidad de la empresa.

El mantenimiento industrial consiste en los -



cuidados necesarios para tener en correctas condiciones de trabajo y funcionamiento los equipos de producción, comprendiendo los siguientes conceptos:

- "Inspeccionar", tratar de descubrir y diagnosticar las fallas en los equipos de producción y auxiliares.
- "Conservar", mantener en las mejores condiciones de trabajo los equipos de producción y los equipos auxiliares.
- "Reparar", tratar de reducir al mínimo las averrías y en lo posible mantener su funcionamiento en óptimas condiciones para reducir al mínimo -- los paros.
- "Realizar modificaciones", tratar de mejorar los equipos de producción.

La ingeniería de mantenimiento industrial, - busca cada día nuevas técnicas para mejorar tecnologías que permitan incrementar los medios de producción, teniendo como base el aspecto económico, - ya que un mantenimiento inadecuado trae como consecuencia costos muy elevados.

Por lo que respecta al mantenimiento industrial de México, desafortunadamente son muchas las empresas que no lo toman en consideración, originando con ello graves trastornos en la producción, lo cual provoca una decadencia tecnológica que va desde la importación misma de tecnología, máquinas herramientas, etc., hasta partes de repuestos, esto trae consecuentemente una gran inversión de divisas, por ello es de vital importancia preocupar-

se por elevar un buen desarrollo de la industria nacional.

Enmarcada dentro de este contexto, la presente tesis tiene como meta, el establecer la importancia que el mantenimiento industrial tiene dentro de una empresa como también sus ventajas dentro de la producción, si es posible lograr esto, no sólo se estará ayudando a la industria como tal sino también al medio que la rodea. Para lograr esto, es necesario que los Ingenieros Mecánicos-Electricistas, siendo los profesionistas más idóneos, salgan de las Facultades debidamente preparados.

En conclusión, el sistema siendo estructurado de manera adecuada, hará que el ingeniero de mantenimiento, disponga de lo necesario para modificar en el sentido más amplio la optimización del mantenimiento, además de lograr gran versatilidad en el desempeño de su trabajo.

Sobre todo va a poder desempeñar el doble papel que es el suyo: gestor y técnico responsable del instrumento de explotación, en posición de optimizar el mantenimiento.

Por lo tanto, sirva el presente estudio, como una aportación de carácter teórico-práctico de la forma en que los Ingenieros Mecánicos-Electricistas puedan enfrentar la problemática relacionada con el "Mantenimiento Industrial".

## GENERALIDADES

Toda persona relacionada con la producción - tiene una idea bastante aproximada de la importancia que representa el contar con un buen departamento de mantenimiento dentro de la industria.

Un buen mantenimiento sirve para asegurar la disponibilidad de máquinas, edificios y servicios necesarios en otras partes de la organización para desarrollar sus funciones en forma óptima. Por - tal motivo, la función del mantenimiento debe considerarse como el corazón mismo de una industria.

Los alcances de la ingeniería de mantenimiento dependen básicamente del tamaño y organización de cada industria, la cual sea grande o pequeña, - podrá estar segura de obtener un óptimo rendimiento al adaptar las funciones primarias y secundarias dentro de sus actividades de trabajo.

Se entienden como funciones primarias a las - actividades que justifican la existencia del departamento de ingeniería de mantenimiento. Las funciones secundarias, debido a la experiencia, conocimiento técnico, antecedentes y otros factores, o que no hay otra división lógica de la planta a la cual se le pueda asignar las responsabilidades de las mismas, se delegan al grupo de ingeniería de - mantenimiento.

### Funciones Primarias:

- 1.- Mantenimiento del equipo existente en la - - planta. Esta actividad es una de las - -

principales funciones axiomáticas de todos los grupos de mantenimiento. La responsabilidad incluida en esta actividad es proceder en forma rápida y económica a las reparaciones necesarias de la maquinaria utilizada en los procesos productivos; la anticipación de la necesidad de estas reparaciones y, cuando sea posible, tomar acciones preventivas; el mantenimiento de un grupo de técnicos calificados, capaces de desarrollar estas labores; minimizar el tiempo durante el cual la maquinaria y equipo no están disponibles para producir; llevar registros para la distribución adecuada de los cargos acumulados en la ejecución de este trabajo.

- 2.- Mantenimiento de los edificios existentes en la planta y de las construcciones. Esta actividad se ocupa de las reparaciones al edificio y las propiedades externas de la planta, como caminos, alcantarillas y cañerías de agua. Los renglones como servicio de limpieza que incluye la limpieza de ventanas, de pisos y limpieza general, a menudo se separan y se manejan por un grupo de empleados de servicio. Las reparaciones y mejoras pequeñas a los edificios (en los techos, pintura, reparación de vidrios) y el cuidado de las instalaciones eléctricas, y de plomería, deben ser manejados por la ingeniería de mantenimiento. Desde el punto de vista de la contabilidad de costos, se puede obtener-

mejor control si los renglones del verdadero mantenimiento de edificios y construcciones pueden separarse de los renglones del aspecto rutinario de limpieza.

- 3.- Lubricación e inspección. Estas funciones pueden manejarse por el departamento de producción o por el grupo de ingeniería de mantenimiento.

En las plantas en donde la mayor parte del tiempo de los operadores de producción se dedica a la atención de las máquinas, con tiempo adecuado para manejar la lubricación, es económicamente improcedente señalar a un grupo separado para este servicio, así mismo en plantas como fundidoras o fábricas de papel, en la que la operación del equipo requiere un conocimiento total de la construcción, y en la que la mayor parte de las inspecciones deben hacerse durante los paros no programados, que dejan ociosos a los operadores, la función de inspección es manejada en forma más económica por ellos. En todos los casos la interpretación de los resultados de la inspección y la responsabilidad de tomar las acciones correctivas necesarias, deben corresponder a la ingeniería de mantenimiento.

- 4.- Producción y distribución de equipo. En relación con la magnitud de estas actividades (producción y distribución de equipo), debe determinarse si se incluyen dentro del departamento de ingeniería de man

tenimiento en la planta promedio, donde - la cantidad de personas que prestan sus - servicios en la distribución de equipos - es pequeña en comparación con la fuerza - total de mantenimiento. Sucede lo contra - rio por ejemplo en plantas donde el prin- - cipal problema del equipo es la genera- - ción de electricidad y debe manejarse por un departamento de ingeniería eléctrica - que no tenga ninguna actividad de manteni- - miento.

5.- Modificaciones y nuevas instalaciones. - Los tres factores que determinan si las - actividades mencionadas corresponden a la ingeniería de mantenimiento son:

- Tamaño de la planta.
- Tamaño de la compañía que posee varias - plantas.
- Política de la compañía.

En las plantas pequeñas el trabajo lo hacen - contratistas, pero la administración es manejada - por el departamento de mantenimiento. En una plan - ta grande, es lógico que una organización separada maneja la principal porción de este trabajo, que - es ingeniería a nivel de la planta o de la compa- - ñía.

Funciones Secundarias:

1.- Almacenamiento. En ciertas plantas, hay - una diferencia entre almacenes mecánicos-

y almacenes generales. Los almacenes mecánicos son administrados por el grupo de ingeniería de mantenimiento por la estrecha relación de esta actividad con otras operaciones de mantenimiento.

2.- Protección de la planta. La protección de la planta incluye dos categorías:

- Los guardias y el departamento de incendios.

En la mayor parte de las plantas la policía interna informa a través del Departamento de Personal. El departamento de incendios se incluye en la función de ingeniería de mantenimiento por elegirse la mayoría de sus miembros de entre los grupos de técnicos.

3.- Disposición de desperdicios. Esta actividad se combina normalmente con la de mantenimiento de patios, sobre todo donde se incluyen la disposición de una planta, porque el trabajo que se hace en recoger y en disponer de los desperdicios es de un tipo semejante al que se usa en el mantenimiento de patios.

4.- Recuperación. La operación de un grupo encargado de la recuperación y la organización a la cual pertenece, dependen del tipo de material que se maneja y de la magnitud de la operación. Si la operación de recuperación implica fundamentalmente equipo mecánico, desperdicios de madera,-

papel, vajijas, etc., debe asignarse a la función de mantenimiento.

- 5.- Administración de seguros. Esta función incluye reclamaciones, inspección del equipo de recipientes sujetos a presión, servir de enlace con los representantes de los aseguradores y manejar las recomendaciones del seguro. La política de la compañía o las condiciones locales pueden requerir la asignación de esta función a algún otro departamento.
- 6.- Otros servicios. El departamento de ingeniería de mantenimiento debe dar la bienvenida a cualquier actividad que pueda aumentar el alcance del propio departamento, ya que existen actividades que ningún departamento quiere o puede manejar, pero nunca debe olvidar que su misión fundamental, es la de proporcionar mantenimiento adecuado a la planta en una forma satisfactoria.

Toda responsabilidad asignada al departamento de mantenimiento debe estar claramente definida, ya que, frecuentemente ocurren confusiones y mal entendidos, esto, principalmente en zonas que no se encuentran claramente definidas. Para evitar este problema los límites de autoridad y responsabilidad deben señalarse por escrito y recabar la firma de la Gerencia para servir de base para las operaciones del departamento de ingeniería de mantenimiento.



Para un departamento de ingeniería de mantenimiento en una planta de tamaño medio a continuación se proporciona una relación que define su autoridad y responsabilidad:

Asunto: Ingeniería de Mantenimiento.

Alcance: el alcance del departamento de ingeniería de mantenimiento incluye el mantenimiento, construcción, producción y distribución de equipo y numerosas fases de servicio de las operaciones de la planta.

Función: la función de este departamento es proporcionar los servicios técnicos de ingeniería requeridos para la operación segura y eficiente de la planta.

Responsabilidad: el departamento de ingeniería de mantenimiento se responsabiliza de:

1.- Trabajo de ingeniería del mantenimiento planeado, reparaciones, instalaciones pequeñas y reemplazos. Siendo sus principales objetivos:

- Evitar cualquier paro durante las operaciones de producción con el fin de reducir el tiempo ocioso resultante.
- Mantener el equipo a su máximo de eficiencia y asegurar así las operaciones confiables.

- Reducir al mínimo el costo de mantenimiento y mantener su nivel alto de ingeniería práctica de mantenimiento.
- 2.- Generación y distribución de energía y otros servicios, tales como la provisión de sistemas económicos y confiables de vapor, aire comprimido, energía hidráulica, agua y drenajes.
- 3.- Administración y supervisión de grupos técnicos, para manejar el trabajo mecánico implícito en el desarrollo de las funciones de mantenimiento. Estos grupos deben de contar con una fuerza de trabajo adecuada y adiestrada que disponga del equipo y herramientas y que esté correctamente supervisada. La responsabilidad total de la administración correcta de esta fuerza de trabajo se encuentra en el buen mecánico.
- 4.- Trabajo de ingeniería y supervisión de proyectos de construcción dentro del alcance del grupo.
- 5.- Administración de otros equipos de servicio delegados al grupo, tales como:
  - Almacenes centrales. El tipo y cantidad de artículos manejados se determina considerando las economías de los lotes de compra, frecuencia de uso, tiempo de envío y disponibilidad. La responsabilidad final recae en el ingeniero de planta.

- Patios, carreteras, lotes de estacionamiento, vías férreas de patio, cercas y desagües deberán encontrarse siempre en buenas condiciones.
  - Disposición y recolección de sobrantes y departamento de recuperación, para evitar la acumulación indebida de desperdicios y contaminación. Esto debe hacerse sobre una base rutinaria y programada. A la contaminación de ríos y aire debe prestársele la importancia suficiente.
- 6.- Servicio de ingeniería y consulta para supervisar la producción.
  - 7.- Protección contra incendios. El departamento de mantenimiento es responsable de todas las actividades relacionadas con los incendios incluyendo los contactos con las compañías aseguradoras.
  - 8.- Contabilidad de los bienes. El departamento de mantenimiento debe establecer y mantener registros e informes de todo el equipo, manteniendo siempre al tanto, al departamento de contabilidad.

### Organización.

Al establecer una organización para manejar la ingeniería de mantenimiento, se debe recordar que no existe una organización óptima que pueda ser utilizada en todos los casos. Una organización claramente definida, basada en algunas aseve-

raciones de validez universal y modificada para la situación local, asesorada por personas que entienden y aprecian los problemas de los demás, es la - que puede tener éxito con mayor facilidad.

Algunos de los conceptos básicos de una organización que debe tenerse en mente son:

- 1.- Una división razonable y clara de delegar la autoridad, sin entrecruzamientos o que éstos sean mínimos.
- 2.- Las líneas verticales de autoridad de responsabilidad, deben ser tan cortas como - sea posible.
- 3.- Mantener la cantidad óptima de personas - que informen a un solo individuo.
- 4.- Adecuar la organización a las personalidades, por medio de una estructura flexible que sea revisada periódicamente para ponerla a tono con los cambios de personal.

Es materia de discusión la siguiente interrogante ¿a quién le informa el departamento de ingeniería de mantenimiento?. Algunos consideran que - se puede obtener la máxima efectividad, si mantenimiento informa a los niveles más altos de la gerencia, no obstante la experiencia del grueso de las - empresas indica que la ingeniería de mantenimiento a un nivel que sea responsable de la mayor parte - de los grupos de otras plantas a las cuales sirve - la ingeniería de mantenimiento. Este puede ser el - gerente de la planta, el superintendente de producción o el gerente de producción, dependiendo de la organización.

Con esto se fundamenta el hecho de que no debe existir la necesidad de informar a la alta gerencia, o a través de una organización centralizada de ingeniería, o directamente a un vicepresidente, si se han establecido relaciones adecuadas entre las plantas.

#### Requerimiento de la fuerza de trabajo.

Uno de los principales problemas que enfrentan las compañías es la determinación del número de personas, tanto trabajadores como supervisores, adecuado para cubrir el mantenimiento de una planta, para lo cual se deben considerar muchos factores. Por lo mismo, ha resultado ser muy práctica una consideración basada en el tamaño estimado de los gastos de mantenimiento y el porcentaje que dichos gastos representa en relación con el gasto de trabajo.

Este tema se tratará más ampliamente en el capítulo II.

## CAPITULO I

CLASIFICACION DEL MANTENIMIENTO  
INDUSTRIAL

## 1.1.- PROCEDIMIENTOS DEL MANTENIMIENTO.

Constituye uno de los factores determinantes de la actividad industrial; producir calidad, oportunidad, cantidad, regularidad y puntualidad requeridas, para lo cual es imprescindible alcanzar - - cierto grado de seguridad funcional. Uno de los requisitos primordiales para obtener la seguridad satisfactoria, es realizar el mantenimiento adecuado de máquinas, equipos\* e instalaciones y edificios, con el fin de establecer la continuidad operativa-integral de la planta industrial que permita alcanzar el nivel de eficacia necesario. Es conveniente por lo tanto, ajustar los procedimientos de entretenimiento en relación al equipo, sus características, estado y tener conciencia del tipo de -

---

\* Equipo.- Maq.- herramientas, motores, alambiques, transportadores, etc.

averías que puedan presentarse, en especial al grado de seguridad requerido.

De acuerdo al modo de actuar, ya sea después de producida la avería o anticipadamente; el mantenimiento se divide en: (Ver fig. 1.1).

a) Mantenimiento correctivo.

b) Mantenimiento preventivo.

a) Mantenimiento Correctivo o de Urgencia.

El mantenimiento correctivo o de urgencia - consiste en la reparación de las averías que se - presentan de imprevisto: estas averías pueden estar originadas por explotación inadecuada, negligencia, mal funcionamiento, fallas en calidad, en el diseño de las máquinas y equipos, etc.

El mantenimiento correctivo se aplica a un hecho consumado, ya que se realiza para superar una situación creada bajo la influencia de varios factores. Por lo tanto, se impone la necesidad de efectuar las reparaciones necesarias de la manera más conveniente de acuerdo a las circunstancias y puede ocurrir, que apremiado por razones de urgencia se realice una reparación provisoria hasta obtener refacciones, por ejemplo, efectuar la reparación con soldadura a una pieza para después reemplazarla por una pieza nueva. Entre los factores que se toman más en cuenta, se destaca el grado de influencia que tiene la avería en la marcha del proceso y de la posibilidad de reemplazo del equipo, imponiendo una determinada urgencia en la eliminación de la avería.

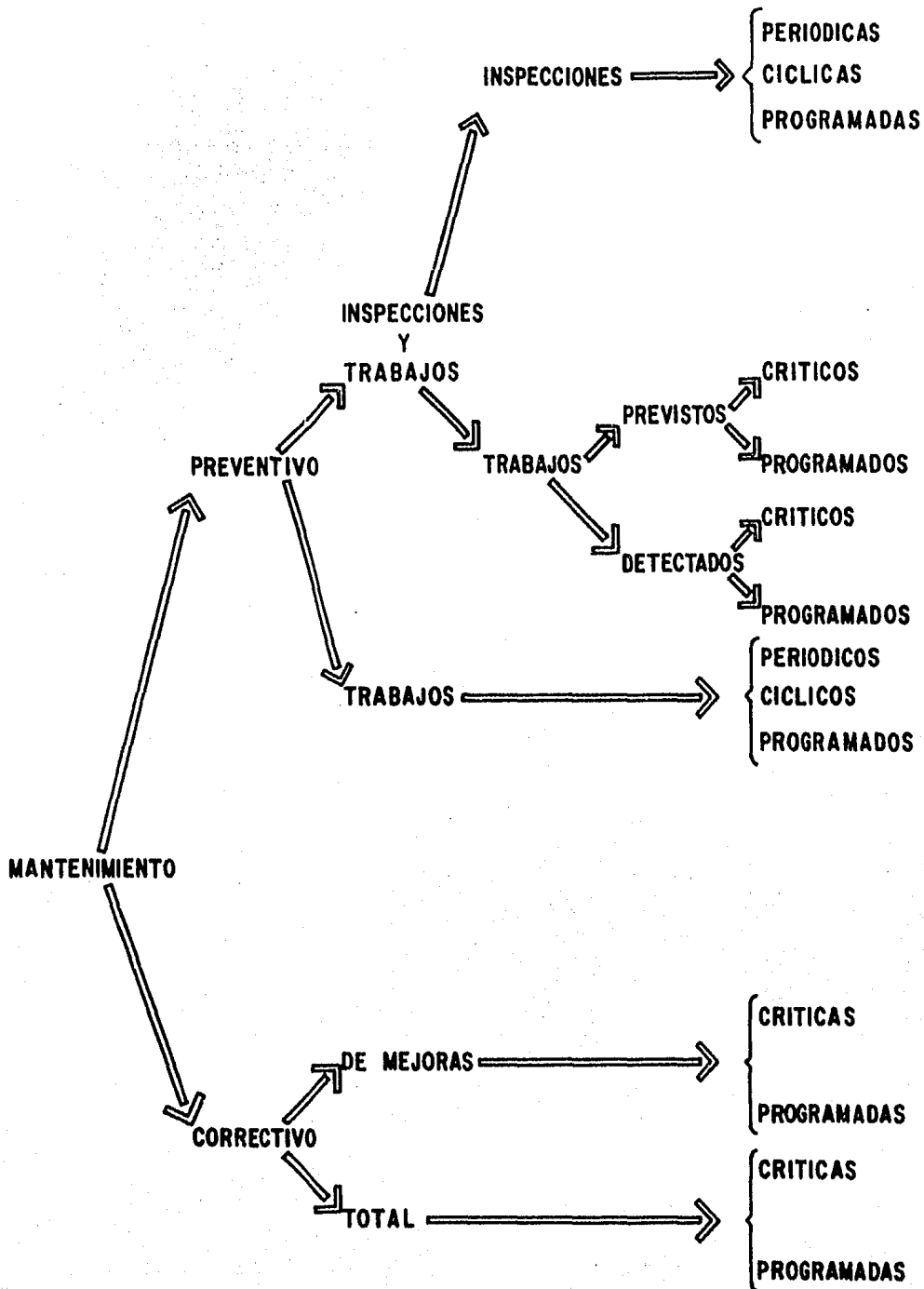


Fig. 1.1.- PROCEDIMIENTOS DEL MANTENIMIENTO



En función de la urgencia, el mantenimiento correctivo se divide en:

- Correctivo crítico.
- Correctivo programado.

Por lo general tanto el mantenimiento correctivo crítico como el programado no están separados y deben ser atendidos por un equipo de operarios - debidamente capacitados y que cuenten con los medios para cumplir con su cometido.

Se efectúa el mantenimiento "correctivo crítico" cuando la avería es urgente: de la manera - más directa, en el menor tiempo posible y con la - mejor preparación que permitan las circunstancias; y el mantenimiento "correctivo programado" cuando - la avería no es urgente, difiriendo la ejecución - para el momento más oportuno y con la preparación - más adecuada.

El carácter de no urgente, puede deberse a - que es posible utilizar otro equipo en reemplazo - al averiado o a no necesitarse el equipo por cam- - bio momentáneo de producción y a otras circunstan- - cias como el estado de cumplimiento del plan, si - está terminado o avanzado, por lo cual, es permisi- - ble distribuir o diferir la ejecución de la repara- - ción a una oportunidad que perturbe o no, lo menos - posible las exigencias de producción, dentro de - las posibilidades del mantenimiento. Por tal razón - debe coordinarse la reparación con producción y - planificación.

Al mantenimiento correctivo se le llama:

- De mejoras, cuando se introducen pequeñas mejoras que tienen una acción de corrección y prevención, que según el grado de urgencia se efectúan como trabajos críticos o programados.
- De emergencia, cuando deben efectuarse de inmediato las reparaciones porque la avería o defecto grave, pone fuera de operación económica aceptable la máquina, equipo o servicios críticos para la producción y claves para la economía empresarial.
- Común, cuando la avería permite ser reparada según programa acorde con la urgencia.

#### b) Mantenimiento Preventivo.

Si se pide a diez funcionarios de producción de la planta que defina el mantenimiento preventivo, probablemente se tendrían diez significados diferentes, porque el mantenimiento preventivo-MP-varía grandemente en alcance e intensidad de aplicación.

Muchos funcionarios piensan del MP sólo en términos de inspección periódica de la planta y equipo para evitar paros antes que sucedan. Además de esta consideración limitada, algunos añaden servicios repetitivos, conservación y reparación general.

No importa a que grado de refinamiento se desarrolle un programa de MP, todos incluyen estas actividades básicas:

- 1.- Inspección periódica de los activos y del equipo de la planta, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de producción o depreciación perjudicial.
- 2.- Conservar la planta para anular dichos aspectos a adaptarlos o repararlos, cuando se encuentren aún en una etapa incipiente.

El mantenimiento preventivo se fundamenta principalmente en la correcta apreciación de la confiabilidad\* de cada uno de los elementos o piezas y de la interrelación entre ellas, así como en la aplicación de las medidas necesarias para mantener la confiabilidad del conjunto, a un nivel adecuado a las necesidades de la explotación del equipo.

En algunos casos es necesario aumentar la confiabilidad y se alcanza introduciendo mejoras en el diseño, en la fabricación y en la utilización de los elementos, mecanismos y aparatos.

No se requiere que la confiabilidad de las partes exceda demasiado de la durabilidad\* del conjunto.

En cuanto al diseño corresponde conocer:

- El funcionamiento.
- Las causas y circunstancias de la avería.

---

\* Ver terminología.

- Las posibles alternativas adaptables.
- Los materiales.

En la fabricación corresponde aplicar:

- La disciplina tecnológica correspondiente.

En general, la detección de la probable o posible avería se fundamenta principalmente en la prevención y la predicción necesarias para que el equipo continúe funcionando en óptimas condiciones. Mientras que la prevención está determinada por el grado de seguridad óptima en relación a la explotación, la predicción suele, generalmente, estar basada en la realización de inspecciones y verificaciones que determinan:

- El límite de la vida útil, que es el tiempo estimado de operación, de un elemento o conjunto de elementos previstos y cercano al óptimo, sin desperfectos, cumpliendo su cometido funcional.
- A través del seguimiento de los parámetros de ejecución (performance\*), la evolución y tendencia de parámetros que "informan" sobre el desarrollo de anomalías internas.

A continuación se enumeran las principales retribuciones que el MP ha producido a las industrias que lo usan:

- 1.- Disminuye el tiempo ocioso, en relación-

---

\* Ver terminología.

con todo lo que se refiere a economías y beneficio para los clientes, debido a menos paros imprevistos.

- 2.- Disminuye los pagos por tiempo extra de los trabajadores de mantenimiento en - - ajustes ordinarios y en reparaciones y - paros imprevistos.
- 3.- Menor número de reparaciones en gran escala y de reparaciones repetitivas, por lo tanto, menor acumulación de la fuerza de trabajo de mantenimiento y del equipo.
- 4.- Disminuye los costos de reparaciones de los desperfectos sencillos realizadas antes de los paros imprevistos, debido a - la menor fuerza de trabajo, a las pocas técnicas empleadas y a la menor cantidad de partes que se necesitan para los pa--ros planeados, en relación con los pre--vistos.
- 5.- Menor número de productos rechazados, menos desperdicios, mejor control de calidad, debido a la correcta adaptación del equipo.
- 6.- Aplazamiento o eliminación de los desembolsos por reemplazo prematuro de planta o equipo, debido a la mejor conservación de los activos e incremento de la vida - probable.
- 7.- Menor necesidad de equipo en operación, - reduciendo con ello la inversión de capital.

- 8.- Reducción de los costos de mantenimiento, de mano de obra y materiales, para las - partidas de activos que se encuentran en el programa.
- 9.- Identificación de las partidas con los - altos costos de mantenimiento, lo cual - lleva a investigar y corregir causas como: (1) Aplicación inadecuada, (2) Abuso del operador, (3) Obsolescencia.
- 10.- Cambio del mantenimiento deficiente de - "paros" a mantenimiento programado menos costoso, con lo cual se logra mejor control del trabajo.
- 11.- Mejor control de refacciones, lo cual - conduce a tener un inventario mínimo.
- 12.- Mejores relaciones industriales, para - que los trabajadores de producción no sufran detenciones involuntarias o pérdi--das de las bonificaciones por incentivos provenientes de los paros imprevistos.
- 13.- Mayor seguridad para los trabajadores y mejor protección para la planta, lo cual conduce a una compensación más baja y menores costos de seguro.
- 14.- Menor costo unitario de producción.

Todos los puntos mencionados, son beneficios reales que se aplican a cualquier economía industrial. En pocas palabras, los beneficios de MP son los mismos que los que se reúnen en cualquier planta con buen mantenimiento, además de las economías que resultan de una mayor eficiencia de la planta-

y de disminuir los costos totales de producción. - En conclusión, todas las industrias grandes o pequeñas deben "adoptarlo" sobre todo donde existan los tiempos ociosos, ya que el MP los reducirá, y nadie quedará exento de sus beneficios.

A continuación como ejemplo se mencionan algunos de los equipos que el MP debe inspeccionar, en una planta de productos químicos.

- 1.- Equipo de proceso (hornos, intercambiadores de calor, tuberías, bombas, compresoras, motores, alambiques, instrumentos).
- 2.- Equipo de seguridad (válvulas de alivio de presión y vacío, controladores de flama, equipos de respiración y primeros auxilios).
- 3.- Equipo de servicio (calderas principales, generadores eléctricos, suministros, almacenes y sistemas para distribución de agua, vapor y tuberías de aire comprimido).
- 4.- Tanques y equipo accesorio (tanques de almacenamiento, tuberías, diques, zanjas, caños, calibradores e instrumentos de medición).
- 5.- Edificios de planta (incluye áreas de embarque y almacenamiento, también equipo de transporte como carros-tanques y bombas de transferencia).
- 6.- Equipos de protección contra incendio - (abastecimiento de agua y tuberías, bombas, instalaciones permanentes para ex-

y de disminuir los costos totales de producción. - En conclusión, todas las industrias grandes o pequeñas deben "adoptarlo" sobre todo donde existan los tiempos ociosos, ya que el MP los reducirá, y nadie quedará exento de sus beneficios.

A continuación como ejemplo se mencionan algunos de los equipos que el MP debe inspeccionar, - en una planta de productos químicos.

- 1.- Equipo de proceso (hornos, intercambiadores de calor, tuberías, bombas, compresoras, motores, alambiques, instrumentos).
- 2.- Equipo de seguridad (válvulas de alivio de presión y vacío, controladores de flama, equipos de respiración y primeros auxilios).
- 3.- Equipo de servicio (calderas principales, generadores eléctricos, suministros, almacenes y sistemas para distribución de agua, vapor y tuberías de aire comprimido).
- 4.- Tanques y equipo accesorio (tanques de almacenamiento, tuberías, diques, zanjás, caños, calibradores e instrumentos de medición).
- 5.- Edificios de planta (incluye áreas de embarque y almacenamiento, también equipo de transporte como carros-tanques y bombas de transferencia).
- 6.- Equipos de protección contra incendio - (abastecimiento de agua y tuberías, bombas, instalaciones permanentes para ex--



tinguir fuego con espuma, niebla, gas, - rociadores de polvo seco, extinguidores-auxiliares, camiones de bomberos y sistemas de alarma).

El mantenimiento preventivo es la resultante de un conjunto complejo de acciones tales como:

- El mantenimiento Predictivo.
- El mantenimiento Previsivo.
- Las modificaciones Técnicas.
- Las medidas complementarias.

#### 1.- Mantenimiento Predictivo.

Son aspectos del mantenimiento preventivo cu ya necesidad de realización se puede prever y programar por medio del seguimiento de performance o-mecánicos, cuya tendencia de deterioro constituye un índice que permite predecir en que oportunidad, desde el punto de vista técnico económico, será -- conveniente realizar.

Este tipo de mantenimiento debe realizarse - cotidianamente en cada empresa, ya que de él se de rivarán en gran parte las actividades de manteni-- miento que se llevarán a cabo en el presente y en el futuro cercano, facilitando la labor del inge-- niero de mantenimiento, ya que ello le permite pro gramar adecuadamente las actividades de los mante- nimientos, ya sea del preventivo o del correctivo, así como al personal necesario para dichas activi- dades.

El mantenimiento predictivo en gran escala, - se conoce en la industria como "la revisión diaria

de los equipos e instalaciones".

Esta revisión diaria debe ser programada en sus actividades de acuerdo con el equipo que se maneje, permitiendo conocer mediante ésta, los principales parámetros de cada equipo y analizar el estado de operación en que se encuentra el conjunto de equipos e instalaciones que forman una empresa. Se entiende como "parámetro" a las características de operación propias del equipo, como son: voltaje, amperaje, temperatura, rpm, etc.

Así, el mantenimiento predictivo permite "tener al día" todos y cada uno de los equipos de una planta industrial.

El costo del mismo podría parecer muy alto - por las horas-hombre empleadas en esta actividad; pero comparado con el costo del mantenimiento correctivo de los equipos que no son sujetos a este tipo de mantenimiento, se abate sensiblemente, - bien por el costo directo de mano de obra y de refacciones, o bien por el costo indirecto de pérdida de producción que representa el mantenimiento correctivo.

De lo anterior se desprende que es muy necesaria esta actividad del mantenimiento para la buena conservación y operación de los equipos de una industria.

## 2.- Mantenimiento Previsivo.

Son aquellos aspectos del mantenimiento preventivo relacionado al asesoramiento técnico de mantenimiento que involucran: las acciones, recomendaciones, informes, etc., para la adquisición de nuevos equipos con el fin de reducir los incon-

venientes de mantenimiento.

### 3.- Modificaciones técnicas.

Son aquellos aspectos del mantenimiento preventivo que tienden a eliminar o a reducir las fallas, a mejorar el rendimiento productivo y a mejorar la confiabilidad de la máquina o equipo. Para tal fin, realiza modificaciones de diseño, de material, etc. y aún propone normas operativas, boletines técnicos de modificación, de utilización, etc.

### 4.- Medidas complementarias.

Son aquellos aspectos del mantenimiento preventivo que completan el tema. Para tal fin se desarrollan los aspectos organizativos, de los equipos de los talleres de mantenimiento, las medidas precautorias como normas de seguridad y se efectúan los controles administrativos, técnicos de higiene, etc.

Consideraciones que en una fabricación en donde intervienen muchas operaciones seriadas, es de mucha utilidad para el mantenimiento, tener conocimiento del informe que emita el inspector en proceso dependiente del Departamento de Control de Calidad, en el momento en que se emita dicho informe.

## 1.2.- NUEVO ENFOQUE EN LA DEFINICION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.

Hasta la fecha no existe una definición clara, de lo que es el mantenimiento industrial y menos aún de las diferencias bien delineadas que existen en las labores de mantenimiento correctivo

(MC) y de mantenimiento preventivo (MP). Esto trae como consecuencia muchas dificultades para su administración; ya que da lugar a situaciones como las siguientes:

- 1.- Fricciones frecuentes entre el personal de producción y el de mantenimiento de una fábrica; porque mientras el primero trabaja por la elaboración de un producto, el segundo lo hace por el "bienestar" de las máquinas; es decir, mientras uno piensa en el servicio o producto que elabora la fábrica, el otro piensa en la buena conservación de las máquinas.
- 2.- Al no estar claras en la mente del personal de mantenimiento, las labores de MC, sus acciones traspasan frecuentemente -- los linderos del MP, con la correspondiente elevación de costos; no sólo por trabajos de mantenimiento, sino también, por tiempo de paro, desperdicio y repeticiones.
- 3.- Se utiliza generalmente el mismo personal para hacer labores de MC y MP, sin tomar en cuenta de que las primeras exigen ante todo habilidad para el diagnóstico, por su condición de aleatoriedad y emergencia; en cambio las de MP siempre podrán adecuarse a cada problema específico.
- 4.- En la fábrica no se puede fácilmente desarrollar un sistema de mantenimiento, que involucre las labores de MC y MP en forma de subsistemas bien relacionados y dentro de un marco económico.

La realidad de nuestros días exige una separación de enfoques bien definidos: se tiene que encontrar una definición válida, de lo que es el Mantenimiento Industrial, el Mantenimiento Correctivo y el Mantenimiento Preventivo; para aplicar buenos criterios, sobre todo al mantenimiento de servicio, proporcionado por máquinas de alta tecnología electrónica, con las cuales nos enfrentamos más fre- -  
cuentemente.

Todos estos problemas, son ocasionados por - un común denominador; y éste es, que se considera que el mantenimiento se les debe dar a la máqui--nas y no al servicio que prestan. Con este enfoque no tenemos concepto firme, ya que siempre estare--mos arreglando o corrigiendo algo a las máquinas - que están a nuestro cuidado, es decir siempre estaremos haciendo labores de MC y prácticamente nunca de MP.

Para evitar estos problemas, a continuación se proponen las siguientes definiciones:

a) Definición de Mantenimiento Industrial.

"Es la actividad industrial que tiende a conservar la calidad del servicio que - -  
prestán las máquinas, instalaciones y edificios, en condiciones seguras, eficientes y económicas de acuerdo a normas pre-  
establecidas".

b) Definición de Mantenimiento Correctivo.

"Es la actividad industrial desarrollada en máquinas, instalaciones o edificios, -  
cuando a consecuencia de una falla han de

jado de prestar la calidad del servicio -  
requerido".

c) Definición de Mantenimiento Preventivo.

"Es la actividad industrial desarrollada en máquinas, instalaciones o edificios, con el fin de asegurar que la calidad de servicio que éstos proporcionan, permanezca en lo posible dentro de los límites presupuestados".

Se considera que usando las definiciones - aquí vertidas, se estará en posibilidades de calificar con toda claridad las labores de mantenimiento que se vayan o estén desarrollando en un momento dado, porque basta pensar que es el servicio que se mantiene y los arreglos se hacen a las máquinas; en cualquier momento está uno en capacidad de saber la clase de servicio que debe aplicarse a determinada máquina para poder determinar la clase de mantenimiento que deberá darse: mantenimiento correctivo o mantenimiento preventivo.

Con este enfoque, se obtendrán resultados positivos en cualquier situación problemática que pueda surgir; se ponen por ejemplo los siguientes puntos:

- 1.- Se tenderá a reducir las fricciones que pueden surgir entre el personal de producción y el de mantenimiento, puesto que ambos perseguirán el mismo objetivo, es decir la calidad del producto o servicio que manufactura la fábrica.

2.- Al estar claros en la mente del personal de mantenimiento los conceptos de MC y - MP procurarán llevar a cabo los trabajos esenciales de MC en beneficio del servicio, haciendo trabajos con la provisióna adecuada que garantice la buena ca lidad del servicio, hasta que a la máquina puedan efectuársele trabajos de MP.

3.- Se desarrollará más el criterio de que - para trabajos de MC debe emplearse personal de altos conocimientos técnicos en - su rama y con un sentido del diagnóstico muy elevado.

Asimismo se empleará personal de conocimientos más limitado pero con habilidad- manual para efectuar trabajos de MP.

4.- En las fábricas pueden organizarse gru-pos o departamentos de mantenimiento, cuyo centro de planeación sea el eje de un sistema que tome cuenta los trabajos de MC y MP como subsistemas bien relaciona-dos y dentro de un marco económico.

## CAPITULO II

ORGANIZACION DE UN DEPARTAMENTO DE  
MANTENIMIENTO

La organización del mantenimiento de una fábrica se desenvuelve en forma gradual. Esta organización se establece como resultado de dicho desenvolvimiento, sea siguiendo un plan o por el azar mismo. Se trata de una estructura de relaciones prácticas para ayudar a la consecución de los objetivos de la empresa. Y esto es irremediable, porque el mantenimiento es parte de una entidad compleja, en movimiento, con la cual debe coordinarse. A continuación se mencionan en detalle, las tres funciones en que se rige la organización del mantenimiento.

## 2.1.- OBJETIVOS DE LA ORGANIZACION

Es obligación primordial de la función de mantenimiento el propugnar por la obtención de los objetivos de la empresa de la cual es parte integrante. Para conseguirlo, las metas de esa función deben figurar dentro del cuadro de los propósitos-



generales de la compañía. Las susodichas metas particulares se enclavan, por lo regular, de una manera modificada, en las diferentes subdivisiones de la función, llegando a ser, en un momento dado, - parte integrante de los deberes laborales del trabajador con salario por hora, calificado o no, que realiza la tarea básica. 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.

Los objetivos de la función de mantenimiento son los siguientes:

Maximizar la disponibilidad de maquinaria y equipo para la producción.

Preservar el valor de las instalaciones, minimizando el deterioro.

Conseguir estas metas en la forma más económica posible y a largo plazo.

Como los objetivos nunca son estáticos, pueden ocurrir cambios en algunos de ellos según las circunstancias.

La autoridad se trasmite al director de mantenimiento por un funcionario ejecutivo. Es precisamente esta delegación de autoridad la que hace posible la organización. El director de mantenimiento otorga, a su vez, autoridad a sus subalternos, y así sucesivamente a lo largo de la línea.

Al delegar autoridad un superior a un subalterno se crea una obligación por parte de este último, en el sentido de realizar bien sus labores.-

Esta obligación o responsabilidad tiene que ver con el esfuerzo decidido del subalterno hacia la consumación de los fines de la organización.

El vocablo "organización" implica un propósito, una finalidad. Sin un propósito no puede haber organización.

Pero cualesquiera que sean sus metas subordinadas, son muy pocas las empresas que pueden operar sin percibir una utilidad. Por tanto, suele decirse que el objetivo primordial es la obtención de una utilidad o beneficio. La utilidad puede computarse con precisión. Por ende, el término "objetivo" se refiere, en este caso, a una serie de datos comprobables. Hablar de "utilidades" no es hablar de algo borroso; prueba de ello son los estados financieros.

También para el departamento de mantenimiento el propósito primario y último es impulsar y cooperar a la generación de utilidades por la empresa.

Si el objetivo final es la utilidad, resulta necesario conservar las instalaciones que contribuyen a la producción en un estado de eficiencia máxima y con un costo mínimo. Esto exige lo siguiente:

- a) Mantenimiento preventivo, como limpiar, engrasar, ajustar, etc., con miras a economizar en la producción. Cuando el equipo está en malas condiciones tienen lugar pérdidas cuantitativas y cualitativas.
- b) El aseo personal, la salud y la seguridad

de los trabajadores mejoran el trabajo y el aprovechamiento.

- c) La planeación debe hacerse en conformidad con los objetivos de tiempo establecidos:

La imprecisión en la estimación del tiempo repercute en los plazos, causa trastornos en los asuntos prioritarios, suscita efectos negativos en los costos y perturba la coordinación y sincronización de otros departamentos.

- d) La planeación deberá basarse en el costo real de la mano de obra de reparación.

Una diversificación en los costos de mano de obra tendrá efectos en los cálculos y hará que se exceda el presupuesto.

- e) La planeación tendrá que ser de acuerdo con la disponibilidad de materiales actual y los costos:

Toda desviación de los materiales disponibles implica demoras, con el consiguiente desorden de programas y prioridades.

La desviación en los costos de materiales afecta las estimaciones y ocasiona aumentos en el presupuesto.

- f) Es menester establecer controles para determinar si se está cumpliendo o no con los planes y si se está avanzando hacia la realización de los objetivos. Tendrán que hacerse los ajustes necesarios en el desempeño antes de que las imprecisiones

perjudiquen producción, mantenimiento y otras metas, y de que llegue a ser imposible evaluar la calidad de la operación de mantenimiento.

De hecho, toda operación en el departamento de mantenimiento tiene que estar sujeta a controles. Si éstos son pasados por alto o no se efectúan como debe de ser, tanto el mantenimiento como la empresa sufrirán pérdidas computables en dinero.

#### a) La función de mantenimiento.

Resulta indudable que lo que más importa es que los deberes, objetivos, responsabilidades y resultados que se esperan de la función de mantenimiento estén descritos con todo detalle.

También es necesario establecer las especificaciones de puesto en las tareas administrativas, a efecto de que pueda acomodarse la persona adecuada al trabajo y a fin de que esta sepa bien que es lo que se espera de ella y las áreas de trabajo en que se irá a desenvolverse. Su capacidad tendrá que ser juzgada según la forma en que satisfaga esas especificaciones.

Las distintas actividades y funciones de las unidades de mantenimiento deberán ser delineadas con toda precisión y consignadas por escrito, a fin de que puedan alcanzar sus objetivos. Ejemplos de quehaceres básicos de mantenimiento son los siguientes:

- 1.- Seleccionar y adiestrar a personal calificado para que lleve a cabo los dis-

tintos deberes y responsabilidades de la función proporcionando reemplazos de trabajadores calificados.

- 2.- Planear y programar en forma conveniente la labor de mantenimiento.
- 3.- Disponer la relevación de máquinas, equipo en general, carros montacargas y tractores de trabajo de producción, para realizar las labores de mantenimiento planeadas.
- 4.- Conservar, reparar y revisar maquinaria y equipo de producción, herramientas - eléctricas portátiles y equipo para el manejo de materiales (incluyendo montacargas y tractores), manteniendo todas las unidades respectivas en buen estado de funcionamiento.
- 5.- Conservar y reparar locales, instalaciones, mobiliario, equipos de oficina y cafetería.
- 6.- Instalar, redistribuir o retirar maquinaria y equipo, con miras a facilitar la producción.
- 7.- Revisar las especificaciones estipuladas para la compra de nueva maquinaria, equipo y procesos, con objeto de asegurar que estén de acuerdo con las ordenanzas de mantenimiento.
- 8.- Escoger y proveer a la aplicación, en los plazos requeridos, de los lubricantes necesarios para las maquinarias y el

equipo.

- 9.- Iniciar y sostener los programas de conservación para la adecuada utilización - de aceites y grasas lubricantes, aceites de lubricación para cortes y desgastes, - así como aceites hidráulicos.
- 10.- Proporcionar servicio de limpieza en toda la fábrica, en relación a maquinaria, equipo y sistemas de elaboración, tales como cámaras de pintura por pulverización, tanques de aceite soluble, lavadoras, recolectores de polvo, ductos, etc.
- 11.- Proporcionar servicio de aseo de pisos y sanitarios a toda la fábrica.
- 12.- Juntar, seleccionar y deshacerse de desperdicios, combustibles, metales y material que puede volverse a utilizar.
- 13.- Preparar estadísticas para su incorporación a los procedimientos y normas de - mantenimiento, tanto locales como de toda la corporación.
- 14.- Solicitar herramientas, accesorios, piezas especiales de repuesto para máquinas y, en fin, todo el equipo necesario para efectuar con éxito la función de mantenimiento.
- 15.- Preparar solicitudes de piezas de reserva para maquinaria y equipo, revisar las listas de esta clase de artículos según sea necesario, y controlar el programa - de conservación de partes de repuesto y-

material de mantenimiento.

- 16.--Cercionarse de que los inventarios de --- piezas de reserva, accesorios de manteni- miento y partes de repuesto especiales - sean conservados en un nivel óptimo.
- 17.--Conservar en buen estado los dispositi- vos de seguridad y cuidar de que se ob- serven las normas de seguridad para cal- deras, hornos y similares.

Tienen gran importancia los organigramas de la empresa y del departamento de mantenimiento no sólo para apreciar con claridad la organización es tablecida, sino también para analizarla y mejorar las comunicaciones y vinculación del personal. Esta clase de gráficas, además de fijar el lugar del departamento de mantenimiento en la empresa, espe- cialmente con respecto a los centros de decisión, - también son descripciones que determinan las lí- - neas de autoridad. Además capacitan al personal - de mantenimiento para formarse una relación clara de su vinculación individual y de la función misma, con el resto de la organización. Esto quiere decir que los organigramas contribuyen a la comprensión del papel y lugar de cada operario y función del - departamento.

El papel del operario se hace explícito; -- cuando cada uno sabe cuál es su misión y conoce el lugar que ocupa en el departamento.

La confianza en el mantenimiento es el bien- más importante del departamento. Cada una de sus - operaciones será indispensable. Cualquier punto dé- bil en alguno de los eslabones de la cadena será -

suficiente para ocasionar un perjuicio inesperado. La tarea principal del jefe de mantenimiento la constituirá organizar un departamento que suscite seguridad y permita alcanzar los objetivos de la compañía. Todo operario deberá conocer bien su tarea y el sitio que ocupa. Cuando esto sea así, se integrará como miembro de un equipo que funcionará en términos de solidaridad. Puede, por consiguiente, afirmarse que los fines del departamento de mantenimiento; son los mismos de los operarios que lo componen.

#### b) Comunicación.

A medida que las organizaciones crecen y se tornan más complejas, va siendo cada vez de mayor importancia que las informaciones fluyan con facilidad entre los distintos elementos de la empresa. A esta corriente de información se le llama comunicación. Puede definirse ésta como un procedimiento que comprende transmisión y recepción. La comunicación sólo será tal mientras tenga lugar una recepción. No requiere necesariamente de un acuerdo, pero sí de entendimiento. Todo ser humano transmite y recibe ideas, hechos, sentimientos y experiencias. La comunicación industrial toma la forma de pedidos, órdenes, sugerencias, planes, objetivos, instrucciones, registros, solicitudes, preguntas, informes, cartas, etc. Esta corriente de información no sólo aglutina las diferentes partes del departamento de mantenimiento, sino también vincula a los demás departamentos y a la organización en general. Si el flujo de información no constituye un enlace en el conjunto de finalidades de la organización, solo podrá calificársele de ruido que



obstruye los canales. Sin comunicaciones que tengan un propósito no habrá coordinación de las actividades o funciones que realice la organización para la consecución de sus fines.

La corriente de comunicación se mueve en dos sentidos: vertical y horizontal. Cuando es hacia abajo sirve para dictar órdenes, políticas de la empresa, procedimientos, etc., a los subalternos. Se emplea para motivar, hacer que actúen o reaccionen los empleados. Cuando es hacia arriba, asume el carácter de informes, que exponen el adelanto de actividades o actos relacionados con el trabajo de los subalternos, o solicitan una determinada actuación de los superiores. La comunicación horizontal, también indispensable para el correcto funcionamiento de la organización, tiene que ver principalmente con el traspaso de información entre personal o departamentos de un mismo nivel. Es muy probable que la importante coordinación de las funciones (por ejemplo: entre un supervisor de mantenimiento y uno de producción) no podría conseguirse sin la comunicación horizontal.

A veces se establecen barreras para la comunicación eficaz, las cuales ocasionan fricciones, malos entendimientos y confusión. Cuando surgen estos impedimentos no es posible realizar el trabajo proyectado o crear los sentimientos o reacciones planeados. Las barreras suelen tener multiplicidad de orígenes, como por ejemplo, naturaleza de la organización (dispersión geográfica, falta de políticas, organización deficiente, supervisión inepta, etc.), dificultades lingüísticas (distinta procedencia geográfica, étnica, educativa o económica,

etc.), factores psicológicos (diferencias individuales, emocionales, sentimientos, intereses, etc.) y así por el estilo. Al reconocimiento de que existe esta clase de barreras se debe proceder a un análisis de por qué existen o pasan, y en consecuencia eliminarlas. Es conveniente proponer el uso de terminología adecuada a normas, para eliminar esta falta de entendimiento.

Es necesario recordar que la comunicación es un ambiente, una disposición que desafía toda definición. Cuando no existe un medio que la favorezca surgen fricciones, falta de eficacia y fracasos. Desde luego, la comunicación no es un fin; es un mecanismo administrativo cuyo objeto final es dirgir con acierto.

## 2.2.- ORGANIZACION GENERAL EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Hay algunos aspectos importantes de la organización general que afectan el papel del departamento de mantenimiento. Se hablará de ellos en el orden siguiente: 1) Clase de fábrica, 2) Clase de servicios, 3) Clase de equipo, y 4) Clase de conocimientos.

Estos cuatro factores tienen que ser tomados en cuenta en todas las fábricas, independientemente de su tamaño. Tanto las instalaciones fabriles grandes como las pequeñas, son de un tipo particular. Estas requieren conocimientos sumamente especializados. Ambas pueden necesitar servicios muy complejos. Una fábrica grande tal vez emplee equipo convencional, mientras que una pequeña quizá demande equipo de gran especialización.

Los cuatro factores mencionados delinear y circunscriben el papel del mantenimiento en la organización; determinan lo que el mantenimiento hace y su papel en la organización total.

### 1) Clase de fábrica

Tipo básico. Hay locales fabriles que son satisfactorios para el uso a que se les destina, con solo tener un pavimento de hormigón, techo y paredes que preserven de la lluvia o conserven el calor.

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

Dichas plantas precisan una capacidad administrativa mínima para su conservación. El papel de la función de mantenimiento es, relativamente, de poca importancia.

Tipo complejo. Esta clase de fábricas (en contraste son las del tipo básico) con proyectadas para albergar manufacturas o el equipo necesario para fabricar un producto, como serían los siguientes ejemplos:

- a).- Un fabricante de jabones necesita ollas con una altura de varios pisos, en las cuales elaborar el producto. Tal vez se adapte un edificio antiguo para tal fin. Puede ser tarea de mantenimiento construir el equipo, --

instalarlo, conectarlo con los dispositivos de entrada y salida, y proporcionar el servicio de conservación.

- b).- Una cervecera utiliza ollas semejantes a las del manufacturero de jabón, pero también necesita tubería intrincada y sistema de bombeo. Habrá que erigir edificios apropiados para refrigeración. La proyección y construcción de estas instalaciones suele contratarse con especialistas ajenos a la empresa, pero la conservación del equipo de refrigeración corresponderá al departamento de mantenimiento.
- c).- Una fábrica de automóviles es diseñada y construida con atención especial a los aspectos del manejo de material, ya que las partes de los vehículos llegan a la fábrica y de ella salen los coches terminados. Como es de vital importancia la coordinación de las líneas de ensamble principales con las de subensamble, la responsabilidad de la función de mantenimiento es muy grande. Los cambios anuales de modelo complican las cosas, necesiéndose importantes modificaciones a la disposición del equipo.
- d).- A menudo se proyectan los edificios para albergar maquinaria para envasar. Las líneas de embotellado y empaquetado 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.

- e).- Los procedimientos atómicos exigen edificios especiales por necesidades de labores y seguridad. En este caso, es probable que se requiera un servicio de mantenimiento altamente especializado.
- f).- Las refinerías de grasas, aceites, productos del petróleo, etc., son de tipo específico.- A menudo la fábrica carece de edificios. El procedimiento es la fábrica. Por tanto, el mantenimiento estará ligado a un íntimo conocimiento de las labores.

Tipo multifábrica. La operación multifábrica presenta aspectos especiales. Rara vez diferentes fábricas pertenecientes a la misma empresa se dedican a lo mismo. Esto quiere decir que el mantenimiento para cada una tendrá que ajustarse a las exigencias particulares. Por tanto, el papel del departamento será distinto en cada una de las distintas entidades.

Pero cuando la organización industrial cuenta con varias fábricas de la misma naturaleza, el equipo a usar será muy semejante. En este caso, los procedimientos de mantenimiento podrán fijarse de acuerdo con la experiencia. El papel del departamento se determinará a nivel corporativo. En cuanto al nivel de fábrica, el director local de mantenimiento informará al director local de fábrica. En estos casos, el grado de complejidad y la naturaleza de los encuadres especiales determinan el rango de importancia que tenga el mantenimiento para la organización en conjunto.

## 2) Clase de servicios.

Toda fábrica necesita servicios que proceden de afuera. Ejemplos de ellos son la energía eléctrica, el agua y el gas. Los servicios de salida a menudo precisan un mantenimiento más concienzudo. - Muestras de éste las constituyen la eficaz eliminación de desechos por alcantarillas, dispersión de contaminantes, disminución de humos, atrapamientos de cenizas volantes, etc.

- a) Servicios básicos. Los servicios básicos como energía eléctrica, gas, agua y alcantarillado - 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 la estabilidad de esta clase de servicios, rara vez se necesitará mantener relaciones a alto ni vel.

Servicios complejos. Desde luego, los servicios básicos pueden tornarse complejos, pero aquí - más bien se trata de aquellos que requieren 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 tienen un costo razonablemente bajo de mantenimiento. Ejemplos de los mismos son:

- Eliminación de interferencias de radio cuando se suelda a altas frecuencias o en las operaciones que tienden a perjudicar la recepción de señales de radio o televisión en el área.

- Disminución de esparcimiento de polvos, como en molinos de harina o granos, operaciones de trituración de piedra y preparación de calizas.
  - Abatimiento del humo proveniente del consumo de combustibles en calderas que producen vapor para ciertos procedimientos, especialmente cuando las cargas de línea varían en forma considerable y es difícil conservar un consumo económico.
- b) 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 federal, estatal o municipal. Las grandes empresas que necesitan estos servicios suelen contratar especialistas que se encarguen de los aspectos políticos y 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 anticontaminación.
  - Eliminación de desechos venenosos o corrosivos.
  - Eliminación de desechos atómicos.

### 3) Clase de equipo

- a) Equipo básico. Se emplea el término "equipo de fabricación" para designar a las máquinas de ti

pos y tamaños predeterminados, cuyas partes de repuesto se pueden conseguir rápidamente con los abastecedores. Es común que las fábricas cuenten con una existencia razonable de ellas para empleo inmediato. Este equipo es de naturaleza mecánica y sólo necesita algún ajuste a la reposición de piezas estándar.

El papel del mantenimiento en este caso, es directamente proporcional a la importancia del equipo para la consecución de los objetivos de la fábrica.

Algunos ejemplos son:

- Calderas.
  - Calentadores de espacios, en tamaño estándar.
  - Componentes estándar de acondicionador de aire.
  - Tornos tipo catálogo, tornos revólver, frezadoras, etc., de control manual e impulso eléctrico.
  - Montacargas de horquilla y otros vehículos que se encuentran en catálogos.
  - Calibradores de temperatura o presión, o registros de tipo estándar.
- b) Equipo de diseño especial. Son muchísimas las operaciones industriales que requieren maquinaria u otra clase de equipo con un diseño especial. También es posible que se utilice esta clase de equipo porque no se pueda conseguir alguno de tipo estándar, porque se requiera hacer



una adaptación del equipo normal, o debido al tamaño del producto (grande o chico) que se encuentre fuera de los límites especificados en el equipo de catálogo.

Cuando se trata de equipo de adaptación específica o diseño especial se torna más difícil su mantenimiento. Esto hace que el departamento cobre particular importancia, en virtud de los conocimientos específicos que se requieren. Es indispensable un buen criterio para poder predecir el tipo y la cantidad de piezas de repuesto que conviene tener siempre 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 (tiempo de producción perdido) resulta muy costoso. Una lista de equipo de tipo especial resultaría interminable, pero unos cuantos ejemplos pueden servir de idea:

- Equipo de manufactura de vidrio para soplar tubos al vacío en miniatura.
- Equipo para fabricación de hojas de afeitar.
- Máquinas para hacer vendajes.
- Máquinas para tratamientos médicos.
- Líneas de traslado compuestas de unidades especializadas para taladrar, roscar, fresar, ranurar, etc., vaciados o fundidos de piezas de automóviles o de otra clase.
- El equipo extragrande para forjar o manejar componentes voluminosos y pesados para reacto

res o submarinos atómicos.

#### 4) Clase de conocimientos.

- a) 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 esta 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 lí- - neas de traslado y el equipo controlado mediante cintas o tarjetas de cualquier clase.

- b) 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 manteni- -- miento y su sitio en la organización, la simpli- -- cidad o complejidad de la operación no es un -

factor tan dominante como lo es 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 requieren un tipo muy simple de mantenimiento.

- c) 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 fijados por el gobierno estatal o local. Se exige a los operadores que tengan licencia de varios niveles para que puedan manejar en forma legal esa clase de equipos. Una lectura de dichos reglamentos precisará el nivel de la licencia exigida. Un trabajador altamente especializado como éste confiere mayor importancia a la labor de mantenimiento. En diversos lugares se requieren operadores con licencia para los equipos de acondicionamiento de aire y hasta para compresoras de aire.
- d) Para nuevos adelantos técnicos. Hay adelantos técnicos que demandan nuevos conocimientos. Esta necesidad hace que crezca en magnitud el papel del mantenimiento en la empresa. Porque cada nuevo conocimiento exige un mayor grado de talento, habilidad y adiestramiento. Con frecuencia se necesitan ingenieros graduados o profesionales para desempeñar la función de mantenimiento. No es cosa fácil encontrar gente que esté debidamente preparada y que reúna todas -

esas cualidades. Este solo hecho puede ejercer una gran presión para determinar la parte y hasta la posición del mantenimiento dentro de la organización.

Los nuevos conocimientos que se requieren para las operaciones de mantenimiento incluyen cuestiones tales como:

- Equipo o controles electrónicos.
- Equipo coordinado como son las líneas de traslado.
- Operaciones controladas por medio de tarjetas o cintas magnéticas.
- Equipos de energía nuclear o de otra clase, que exijan habilidades y experiencia específica.

e) Para la construcción. Esta se halla estrechamente relacionada al mantenimiento; puede definirse como la fundación de nuevas áreas o instalaciones para la organización de mantenimiento. - Esto puede abarcar varias cosas, desde edificar oficinas o áreas nuevas dentro de lo ya instalado, hasta ampliar lo ya construido. También incluye la instalación de otros servicios, ya sean eléctricos, de aire, vapor, agua o alcantarillados, de acuerdo con las necesidades de la nueva área o instalación.

Relacionada con la construcción, también se encuentra la redistribución de maquinaria o equipo que a menudo es necesaria debido a cambios de modelos o procedimientos. Reubicación de instalaciones,

servicios a edificios, pasillos, etc., figuran en el trabajo a realizar. Una tarea de esta naturaleza cuando es grande, puede abarcar la renovación de un edificio entero, para el establecimiento de líneas de producción.

Es evidente, que la clase de fábrica, de servicios, de equipo y de conocimientos tiene su parte en la tarea de mantenimiento dentro de una empresa. El papel de éste tiene mucho que ver con el lugar que ocupa en la organización y se ha hallado una gran correlación entre el tamaño de la fábrica y la posición del mantenimiento.

### 2.3.- ORGANIGRAMAS DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

La definición, propósito, alcance y resultados que se esperan de una organización se indican en la tabla 2.1. Al establecer una organización de mantenimiento, es esencial reconocer:

- 1.- Que la necesidad básica es mantener una planta a un nivel de acuerdo con bajo costo y alta productividad.
- 2.- Que todo el personal de supervisión debe seleccionarse de acuerdo con las obligaciones y responsabilidades implícitas.
- 3.- Se debe dar igual trato al personal calificado de nómina.
- 4.- El tratamiento de la era automática y atómica indica una mayor necesidad de las técnicas y habilidades de la ingeniería moderna.

Tabla 2.1

- 1.- TITULO: Organización.
- 2.- DEFINICION: La organización establece la autoridad, responsabilidad y relaciones para obtener con efectividad los objetivos de la organización.
- 3.- PROPOSITO: Establecer:
  - a.- La estructura administrativa que se requiere.
  - b.- Las obligaciones y responsabilidades para todos los niveles de supervisión.
  - c.- El trabajo de ingeniería requerido para alcanzar todos los niveles de producción.
- 4.- ALCANCE: La organización se aplica a la planta, departamentos, compañía -grupos de línea y consultores- personal administrativo.
 

Para cada nivel de supervisión se debe asignar autoridad y responsabilidad que sea capaz de cumplir su función, sin que se requieran actividades innecesarias o duplicadas.

En todos los casos, las funciones del puesto se deben establecer con la debida consideración y conocimiento de las condiciones locales. La estandarización rígida no es posible ni deseable.
- 5.- RESULTADOS: Se debe esperar que la organización:
  - a.- Promueva la mejoría y uniformidad de las prácticas y procedimientos de la operación.
  - b.- Elimine la duplicación de esfuerzo y el entrecruzamiento de funciones.
  - c.- Estimule prácticas mercantiles más económicas.
  - d.- Utilice todos los medios disponibles para mejorar la ejecución.

Se presenta un organigrama en la figura 2.1. El gerente o ingeniero de una pequeña planta, puede llegar a la conclusión de que no es aplicable - para ella. Sin embargo, los mismos deberes y responsabilidades existen en la planta pequeña y en la grande, excepto que algunos aspectos de ingeniería no pueden incluirse o que no existen algunas condiciones de operación. Los problemas en una planta pueden ser fundamentalmente desgaste, corrosión y abrasión; en otra pueden ser las obligaciones y responsabilidades que existen en la pequeña-planta y en la grande, excepto que algunos aspectos de ingeniería no se pueden incluir o no hay algunas condiciones de operación. Esto quiere decir que consideraciones como revestimientos de protección, materiales para impedir la corrosión y el efecto de la operación de aceites y grasas, pueden ser diferentes en ambas plantas. Así como las consideraciones de esfuerzo, diseño, desgaste y tolerancias. Pero todas las plantas tienen problemas de mantenimiento y necesitan una organización de mantenimiento para manejarlos. Dicha organización debe ser organizada y administrada en forma correcta.

La organización que se muestra en la figura-2.1. señala un ingeniero de planta y su asistente. El tipo de operación de planta a través del comité empleado actualmente en las plantas industriales, requiere que el ingeniero de planta dedique bastante tiempo a analizar los problemas de costos, producción y otros aspectos de ingeniería, con el fin de mejorarlos. Los servicios de un ayudante o asistente se necesitan para administrar la ejecución y los aspectos del personal de la organización.

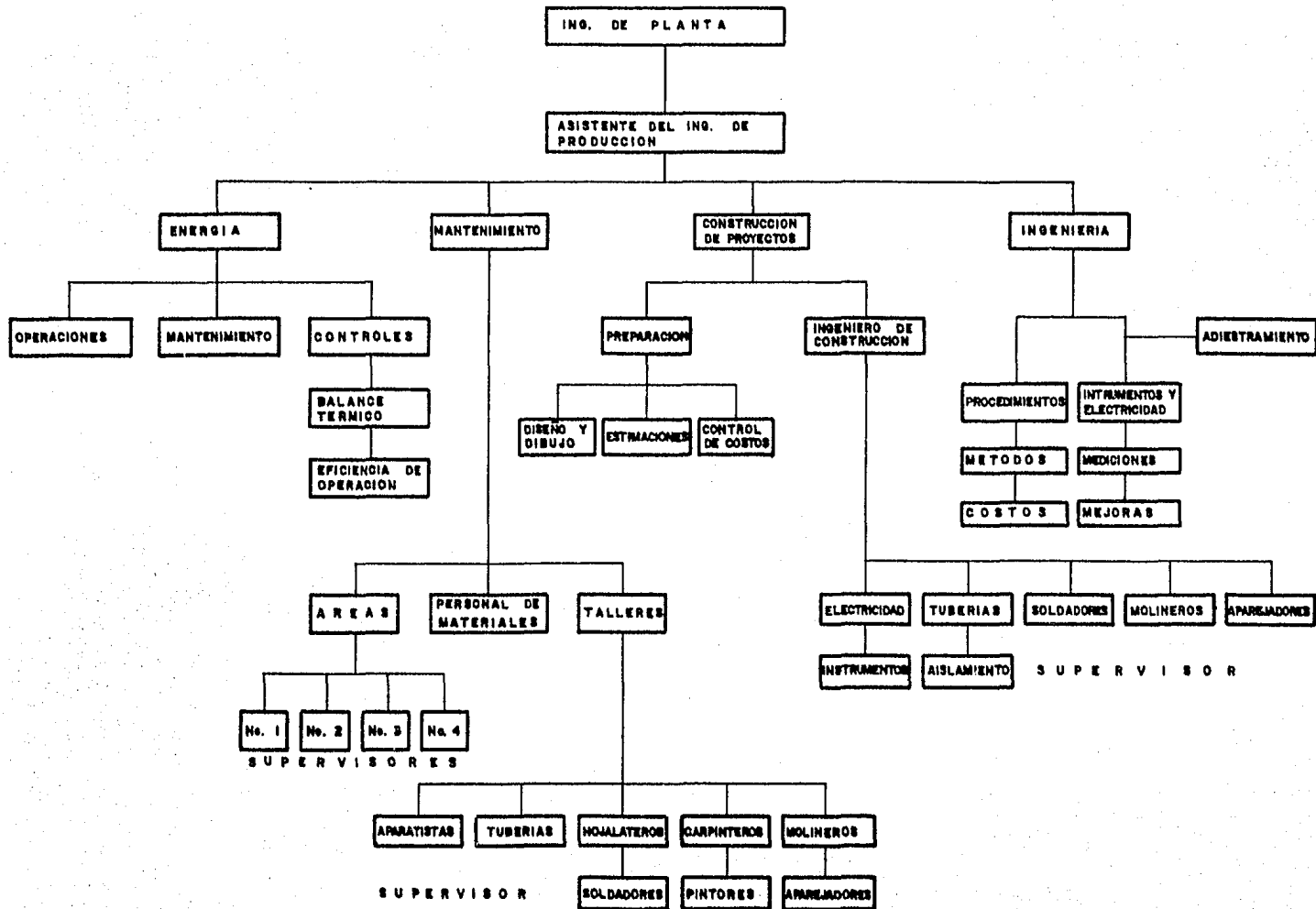


FIG. 2.1. ORGANIZACION PROPUESTA COMO BASE, PUEDE AÑADIRSELE O QUITARSELE DE ACUERDO CON EL TAMAÑO DE LA PLANTA.



El organigrama de la figura 2.1 muestra que el ingeniero de energía se responsabiliza de la operación, del mantenimiento y del control de la planta de energía. El combustible es renglón de alto costo y el ingeniero de energía debe establecer controles, normalmente basados en el equilibrio térmico y en la eficiencia de los costos, para operar el mínimo de equipo con un máximo de eficiencia. Para mantener su planta en forma adecuada, él debe utilizar los mismos procedimientos, métodos y controles usados para mantener la maquinaria y equipo. En algunas plantas hay un grupo de mantenimiento de energía que le reporta al ingeniero de energía. En otros casos, el mantenimiento del equipo de la planta de energía se responsabiliza de la organización de la planta de mantenimiento. En cualquier caso, el principal trabajo de taller y fabricación de herramientas es una función de la organización del mantenimiento de la planta que se interesa por la inversión mínima. Las mismas reglas se aplican a los proyectos, construcciones y asistencia de ingeniería, siempre que sea posible.

El siguiente departamento principal que se muestra en el organigrama de la figura 2.1 es mantenimiento, encabezado por un ingeniero titulado y dividido en dos fases: áreas y talleres. Los ingenieros prestan servicios a ambos y los supervisan.

El ingeniero de área se responsabiliza de los procedimientos, controles, costos, mejoras, adiestramiento y técnicas. Su función es trabajar con el personal de supervisión de la operación, ayudar al adiestramiento de sus supervisores, analizar costos y condiciones para la reducción de tiempo ocioso y mejoría de equipo, destacar la se-

guridad industrial y las buenas relaciones entre - los empleados y utilizar la ayuda de la ingeniería, siempre que sea posible.

En la operación de talleres, la función principal es el servicio a las áreas, incluyendo energía. Este grupo ocupa un status o nivel secundario en el que el trabajo se origina en las áreas o proviene de construcciones pequeñas. En operaciones - grandes, el trabajo de taller puede ser la función principal del grupo de pequeñas construcciones, dejendo a los talleres centrales que dependen totalmente en lo que se refiere a la carga de trabajo - de las áreas. Sin embargo, las inversiones en herramientas y maquinarias actualmente son de tal - magnitud que el servicio máximo a las operaciones - debe ser una consideración de primer orden.

En este punto considérese la acumulación o - control de mantenimiento de personal para alcanzar los requerimientos máximos. La experiencia en muchas plantas indica que siempre que el retraso normal es mayor de dos semanas en la mayor parte de - los trabajos de taller, afecta a los grupos de - - área en forma considerable. La misma condición puede reflejarse en los trabajos rutinarios o de servicios en una área que tiene un retraso normal demás de dos semanas, algunas veces de más de una. A su vez, en ciertas técnicas o aspectos constructivos puede ser posible trabajar con un retraso de - cuatro a seis semanas, sin causar interferencias - indebidas y sin provocar emergencias. Se debe recordar que cuanto mayor sea el retraso que se pueda tener, es menor el grupo de mantenimiento que - se necesita, siempre y cuando no se afecten las - operaciones.

En el control de retrasos téngase presente - que la aplicación de mejores métodos, de herramientas mejores (tanto manuales como mecánicas), el uso de métodos de análisis de movimientos y el adiestramiento y readiestramiento permanente del personal de mantenimiento y de construcciones pequeñas, son de la mayor importancia para reducir ambos.

Las técnicas de mantenimiento se usan en todos los aspectos de cualquier negocio. Una industria que maneja estas técnicas en forma adecuada, alcanzará el éxito máximo en su campo. Téngase presente que antes de la automatización, la relación de personal de producción a personal de mantenimiento era de cinco a uno. Actualmente, en muchos casos, la relación se ha invertido; de ahí la mayor importancia de los costos de mantenimiento, que deben ser disminuídos con el uso de mayor eficiencia.

En la operación de talleres es indispensable que el ingeniero de talleres conozca las últimas técnicas en equipo de mantenimiento. Esto incluye tuberías, moldeado, trabajo de soldadura, maquinado, pailería, ensamble, manejo y otros.

El equipo de control automático de una área puede incluir instrumentación, electrónica y otros tipos de conocimientos o de técnicas especializadas. Se requiere adiestramiento de mecánicos especializados, establecer inspecciones y programar la vigilancia sobre la base de las condiciones de operación.

En las áreas, las razones supervisor-mecánico pueden variar de uno a diez, hasta de uno a quince. En los talleres, pueden variar de uno a diez hasta uno a veinticinco, dependiendo de las condiciones. El advenimiento de técnicas especiales, de métodos e instrumentos en todas las especialidades, además del uso de trabajo planeado y medido, ha indicado la necesidad de supervisión más competente, si la ingeniería moderna y las prácticas estándar van a ser una parte del trabajo de mantenimiento.

La construcción de proyectos que se muestra en el organigrama de la figura 2.1 como la tercera función principal, es una de las principales bases de una organización de trabajo de ingeniería. Se refiere al control de procesos, adiciones a la planta, mejoras a la planta y ejecución del trabajo implícito en estos servicios. Es particularmente importante que los ingenieros de la planta conozcan los costos de la misma en relación con obsolescencia, depreciación, operaciones y equipo de capital. En la confección de proyectos, los costos cargables a las operaciones, son costos de mantenimiento. Muchas veces, al valuar la organización del trabajo de ingeniería en relación con las necesidades de la planta, se pierden de vista ambos, los costos de materiales y mano de obra que se pueden asignar a la inversión de la planta y los que se incluyen en las operaciones o el mantenimiento.

Los trabajos menores de construcción en muchas plantas, normalmente se separan del mantenimiento en relación con las fuerzas físicas implícitas. Esto es muy poco común en las pequeñas plantas, en las que se puede confinar a un supervisor-

y a diez o quince mecánicos. Las razones son obvias: El trabajo es en su mayor parte nuevo; incluye una gran derrama o cambio; o el grupo representa un aspecto monolítico que puede añadirse o reducirse a medida que este tipo de trabajo se contrae o se expande. Debido a esta condición, la reacción sindical en muchas plantas favorece que este grupo se considere unido al mantenimiento. Sin embargo, desde el punto de vista de la planta es ventajoso mantenerlo separado.

En algunas plantas, para evitar la creciente inversión en edificios, herramientas y equipo, ciertos tipos de trabajo de taller se confinan al mantenimiento o a las construcciones menores, de acuerdo con los requerimientos totales de la planta. Esto implica una coordinación más estrecha de los grupos, en la planeación y programación de todo el trabajo.

Una actividad importante de este grupo es el control de costos. Los costos de los proyectos se mantienen sobre base diaria. Esto es necesario para evitar excesos o faltantes. Las estimaciones de costos, basados en la planeación adecuada y en la medición del trabajo, van a ayudar a mejorar este aspecto, en caso que exista.

Otra fase muy importante de la aplicación de proyectos es no sólo el costo, sino si se han alcanzado o no los objetivos. Esto es actualmente así debido al uso de la planeación de diagramas de flecha, o programación de camino crítico.

El grupo de ingeniería, al que se le concede el cuarto lugar en el organigrama de la figura 2.1,

es uno de los más importantes en las plantas modernas. Las funciones de asesoría, a las cuales pertenece, representan gastos indirectos y a menudo no han sido favorecidos, considerando el punto de vista de la administración de las plantas sobre la base exclusiva del costo. Esta es una política miope. La organización de línea está totalmente ocupada en conservar el equipo de operación y su funcionamiento con un mínimo de tiempo ocioso y con un alto nivel de mantenimiento. Esto requiere que los servicios que se refieren a la función de mejoría, así como los servicios preventivos y correctivos, sean efectuados por otros grupos. En las plantas pequeñas, estos servicios pueden combinarse en una sola persona, conocida como ingeniero de planeación y programación. En las plantas grandes, pueden incluir ingenieros de métodos, aplicadores de planeación y de mediciones, y especialistas en herramientas, espacio, ingeniería de materiales, instrumentación, electrónica y otras consideraciones.

Para medir la importancia de una función de mantenimiento, sólo se tiene que hacer una comparación de la fuerza de producción con la de mantenimiento hace quince años y ahora. Como ejemplo: En las plantas químicas, en las que la razón de personal de operación a personal de mantenimiento era de ocho a uno, en la actualidad es de uno a uno, y en algunos casos es de uno a tres.

Como indicación de la necesidad de técnicos altamente especializados, se tiene sólo que ver la principal inversión de las plantas, haciendo a un lado los bienes raíces, en las que la instrumentación, la electrónica y el equipo especial, ante---

riormente representaban sólo un porcentaje muy pequeño. Actualmente es de un diez por ciento y está incrementándose. Consecuentemente, se convierte en una función de este grupo de ingeniería proporcionar los servicios de asesoría a otros grupos de la organización de trabajos de ingeniería, ya sea que impliquen estudios de métodos, análisis de costos, planeación o cualquier otro tipo de técnicas de ingeniería.

Al establecer una organización para manejar la ingeniería de mantenimiento, se debe recordar que no hay una organización óptima que pueda ser usada en todos los casos. La organización debe diseñarse para satisfacer las situaciones específicas técnicas, geográficas y de personal. Sin embargo, hay algunas reglas básicas que deben ser usadas al establecer cualquier organización para la acción efectiva del grupo. Además, hay varios factores del problema de mantenimiento local que deben considerarse al desarrollar la organización óptima. Es muy importante que la estructura formal establecida no produzca una relación artificialmente burocrática que pueda obstaculizar la operación uniforme del departamento. También es importante que exista cierta relación formal reconocida, especificando las líneas de autoridad y responsabilidad. Una organización claramente definida, basada en algunas aseveraciones de validez universal y modificada para la situación local, asesorada por personas que entienden y aprecian los problemas de los demás, es la que puede tener éxito con mayor facilidad.

Estos son algunos de los conceptos básicos -

de una organización que deben tenerse en cuenta:

- 1.- Una división razonable y clara de delegar la -  
autoridad, sin entrecruzamientos o que éstos -  
sean mínimos. La división de la autoridad pue-  
de ser funcional, geográfica, basada en la ex-  
periencia, o una combinación de las tres. Sin-  
embargo, debe haber una definición clara de la  
línea limítrofe, para evitar la confusión y --  
los conflictos posibles que pueden resultar --  
del entrecruzamiento de autoridad. Esto es par-  
ticularmente importante en el caso de asesores  
asistentes.
- 2.- Las líneas verticales de autoridad de responsa-  
bilidad deben ser tan cortas como sea posible.  
El amontonamiento o el uso de asistentes debe-  
ser reducido al mínimo, a menos que se pueda -  
hacer una clara división entre asistente y - -  
asistido. Entre los intereses de una organiza-  
ción eficiente está evitar el uso de cualquier  
nivel, sólo como medio de transmitir informa-  
ción a la parte superior e instrucciones a la  
inferior.
- 3.- Mantener la cantidad óptima de personas que in-  
formen a un solo jefe. Esto es un aspecto que-  
ha sido tratado acuciosamente por diferentes -  
expertos del campo de la organización. La opi-  
nión general es que la organización más efecti-  
va es la que limita de tres a seis la cantidad  
de personas que informan a un supervisor. Esto  
se acepta que sea la cantidad promedio de cere-  
bros humanos que un cerebro humano puede mane-  
jar con efectividad. Por supuesto, hay muchos-  
factores que pueden afectar esta limitación, y



frecuentemente, cuando la cantidad de supervisión es pequeña y el tipo de trabajo supervisado sigue el mismo esquema general, se pueden aumentar esta cantidad, algunas veces hasta diez o doce. Al diseñar una organización que satisfaga a un departamento específico de mantenimiento, es bueno considerar cuidadosamente esta razón; muy pocas personas que informen a un individuo pueden producir desperdicio del talento supervisorial, y demasiadas pueden producir una supervisión inadecuada.

- 4.- Adecuar la organización a las personalidades.- Otro principio de la buena organización es considerar las personalidades de los individuos que se encuentran en ella. Por supuesto, desde el punto de vista teórico, se debe considerar que una organización es técnicamente correcta y que las personas se deben adaptar a ella. Sin embargo, la aceptación de la tesis de que su organización debe ser un medio para lograr el funcionamiento correcto del departamento de mantenimiento, requiere considerar a las personas que están vitalizando a la organización. Esto implica una organización de estructura flexible que sea revisada periódicamente para ponerla a tono con los cambios en el personal y en las condiciones.

Puede haber algunos otros factores básicos que deben considerarse al desarrollar la estructura de una organización, pero la experiencia ha probado que los anteriores son de importancia extraordinaria.

La consideración de los aspectos básicos de una buena organización de ingeniería de mantenimiento debe acompañarse de la consideración de una cantidad de problemas locales. No hay dos plantas iguales, y sus diferencias necesitarán modificaciones en el énfasis dentro de la misma estructura organizacional básica de una planta a otra.

- Tipo de operación. El mantenimiento puede ser predominante en una área o campo, por ejemplo: edificios, maquinaria, tubería o equipo eléctrico. Hasta el grado que predomine uno de estos campos afectará el carácter del trabajo y la cantidad y tipo de supervisión. El predominio de una de estas categorías también puede evitar el uso de asesores.
- Continuidad de las operaciones. Las operaciones llevadas a cabo en cinco días, en un solo turno, contra operaciones de siete días y de tres turnos, afectarán la magnitud de la fuerza de mantenimiento y la estructura de la organización de supervisión. La supervisión nocturna introduce un problema de coordinación total. El mantenimiento planeado y preventivo asume en ambos casos aspectos enteramente diferentes que pueden requerir reconocimiento organizacional. Por ejemplo: en una planta que trabaje cinco días y con un solo turno, todo el programa de mantenimiento preventivo puede ser llevado a cabo por un grupo de inspectores asesores que informen a una persona. En operaciones continuas, donde estas funciones puedan desarrollarse sola-

mente cuando el equipo no labora, esta responsabilidad debe dividirse a un nivel en que pueda ejercerse cuando surja la ocasión.

- Situación geográfica. El tipo de organización de mantenimiento más efectivo en una planta compacta donde la fuerza puede operar desde una localización central, debe modificarse considerablemente para manejar una planta dispersa. Una planta que ocupa una área considerable requiere descentralización y puede funcionar con varias organizaciones paralelas que desarrollen el mismo tipo de trabajo en localizaciones diferentes.
- Tamaño de la planta.- El tamaño de la planta, en cuanto afecta a la cantidad de mantenimiento, debe considerarse en cualquier organización de mantenimiento. El efecto no es tanto en la estructura de la organización, como en la determinación de la cantidad de empleados de supervisión que se necesitan. Esto, a su vez, afecta la cantidad de niveles de supervisión necesarios para la administración efectiva. En una planta con una gran cantidad de empleados de mantenimiento de supervisión, la densidad debe aumentarse considerablemente al nivel más bajo, para proporcionar un alto grado de especialización. Se pueden justificar muchas más subdivisiones, tanto de línea como del personal asesor de la supervisión, dado que este gasto indirecto se distribuye en una gran cantidad de personas. Sin embargo en una planta pequeña, con frecuencia es necesario duplicar la

responsabilidad, lo cual produce una organización compuesta de menos personas, pero más versátiles.

No hay reglas específicas para la relación exacta entre la magnitud de la fuerza de mantenimiento y la organización necesaria para administrarla adecuadamente. Esta relación puede afectarse en forma sensible por otros factores, pero, en general, cuanto más pequeña sea la planta, mayor es el costo de supervisión que se requiere para un mantenimiento adecuado.

- Alcance del departamento de mantenimiento de la planta. En relación con aspectos ya tratados, parece que la política de la planta, en cuanto determina las actividades del grupo de mantenimiento de la planta, debe considerarse para desarrollar la organización de este departamento. Aunque muchas de estas actividades puedan manejarse por supervisión adicional a niveles más bajos, tales diferencias, como la inclusión de servicios o el énfasis en diseño y construcción, así como en el mantenimiento, deben reconocerse en todos los niveles de una organización. En un departamento de ingeniería de mantenimiento, cuya responsabilidad se limite a un estricto mantenimiento de maquinaria y edificios, el alcance de la organización debe ser mucho menor que cuando se necesita proporcionar una organización para manejar actividades más variables.

- Etapa de adiestramiento y confiabilidad de la fuerza de trabajo. El estado de adiestramiento y de confiabilidad de la fuerza de trabajo variará de una localización a otra y debe considerarse al diseñar una organización, debido al efecto en la densidad de supervisión y en las provisiones de adiestramiento. Cuando predomina una industria de máquinas y herramientas la disponibilidad de técnicos especializados y de supervisión competente se traduce en la necesidad de una organización supervisora mucho más pequeña, suponiendo que todos los demás factores permanezcan inalterables. Sin embargo, en una área rural, o en otras áreas donde los técnicos especializados son escasos, se necesita una supervisión más estrecha en todos los niveles y se requerirá un programa más amplio de adiestramiento. Otro factor es el grado hasta el cual un grupo no especializado puede ser efectivamente descentralizado. Con la necesidad de supervisión técnica más estrecha, el costo indirecto de la descentralización puede resultar prohibitivo.

Todos estos puntos deben considerarse al desarrollar la organización óptima de ingeniería de mantenimiento. A menudo se necesita comprometerse en algunas áreas, en tal forma que la estructura resultante sea la que produzca la operación inicial y ordenada del departamento, y que sea lo bastante flexible para que haya modificaciones que cubran las condiciones cambiantes, como crecimiento-

de la planta, modificación de la producción, desarrollo de personal y fluctuaciones de actividad. - Más adelante hay varios organigramas básicos que - muestran las modificaciones impuestas por algunos- de los factores mencionados.

Hasta cierto grado, cada una es un compromiso con el ideal.

La figura 2.2 muestra la compañía A, una empresa de tamaño medio, que utiliza trescientos - - empleados de mantenimiento. El grupo de ingeniería de mantenimiento tiene a su cargo el mantenimiento de la planta (incluyendo maquinaria, edificios y - bienes), la generación y distribución del equipo, - el mantenimiento de algunas construcciones nuevas, llevar los registros de todos los bienes y muchos- otros servicios, como protección contra incendios, almacenes y seguros.

La figura 2.3 muestra la planta de la compañía B, de tamaño y área semejante a la compañía A, pero donde el departamento de ingeniería de mantenimiento maneja únicamente la central de manteni- - miento. Las demás funciones están a cargo de otros departamentos.

La figura 2.4 muestra la organización de la compañía C, una planta pequeña de veinticinco a -- treinta empleados de mantenimiento, donde la organización a cargo del mantenimiento se responsabiliza de todos los tipos de trabajo que no corresponden a producción, ventas o contabilidad.

La figura 2.5 es la compañía D, es una planta grande, con una fuerza de trabajo de más de --

15000 personas y una fuerza de mantenimiento de 3000. La función de mantenimiento se limita al mantenimiento de equipo y a la elaboración de registros necesarios para satisfacer los requerimientos contables. La mayor parte de las operaciones se desarrollan en un turno, con una semana de trabajo de cinco días.

Toda esta sección podría dedicarse a las variaciones que se encontrarán en los departamentos de mantenimiento bien organizados como resultado de las variables cubiertas previamente. Las ilustraciones presentadas indican algunas de estas modificaciones.

# COMPANIA "A"

INO. DE LA PLANTA

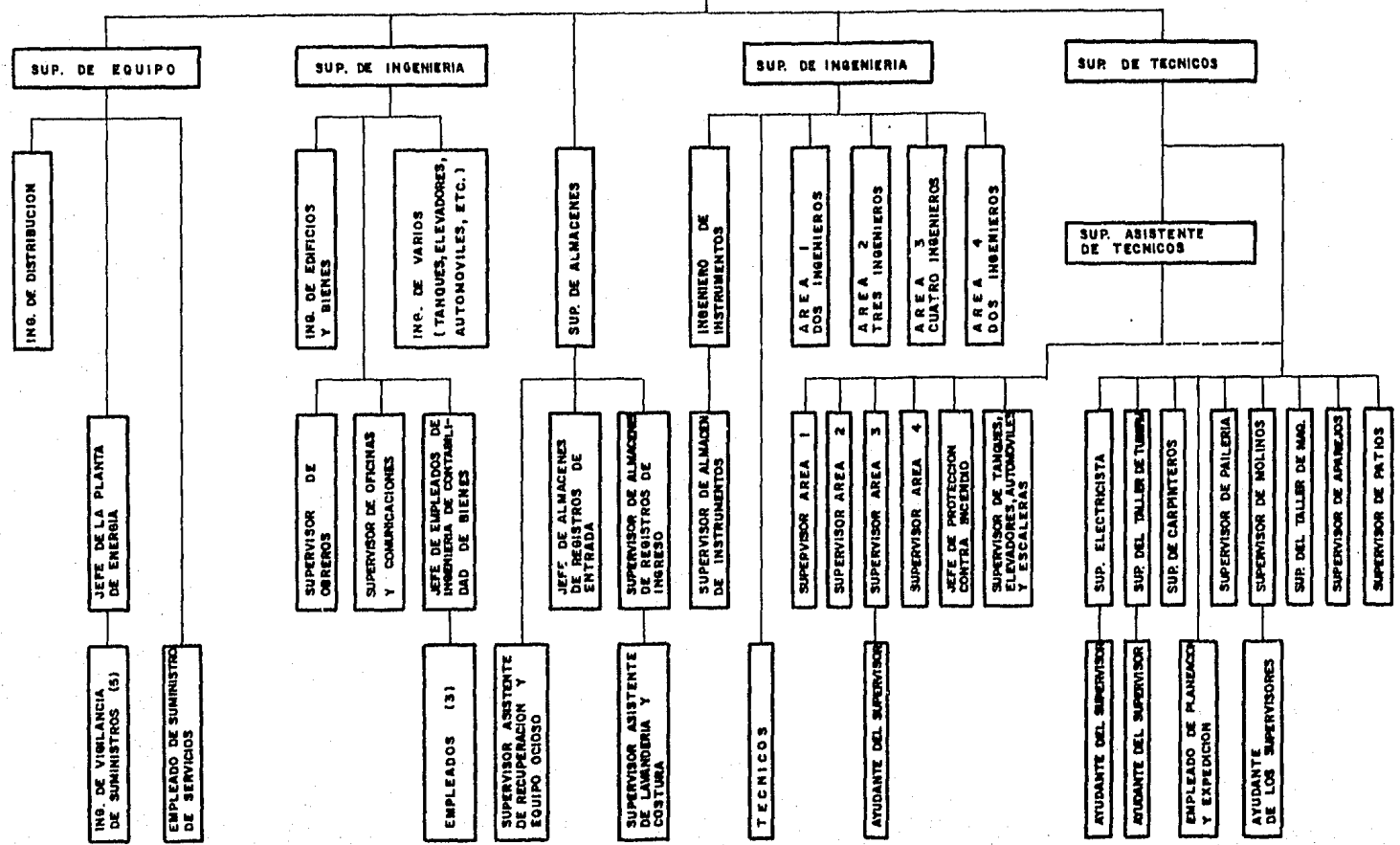
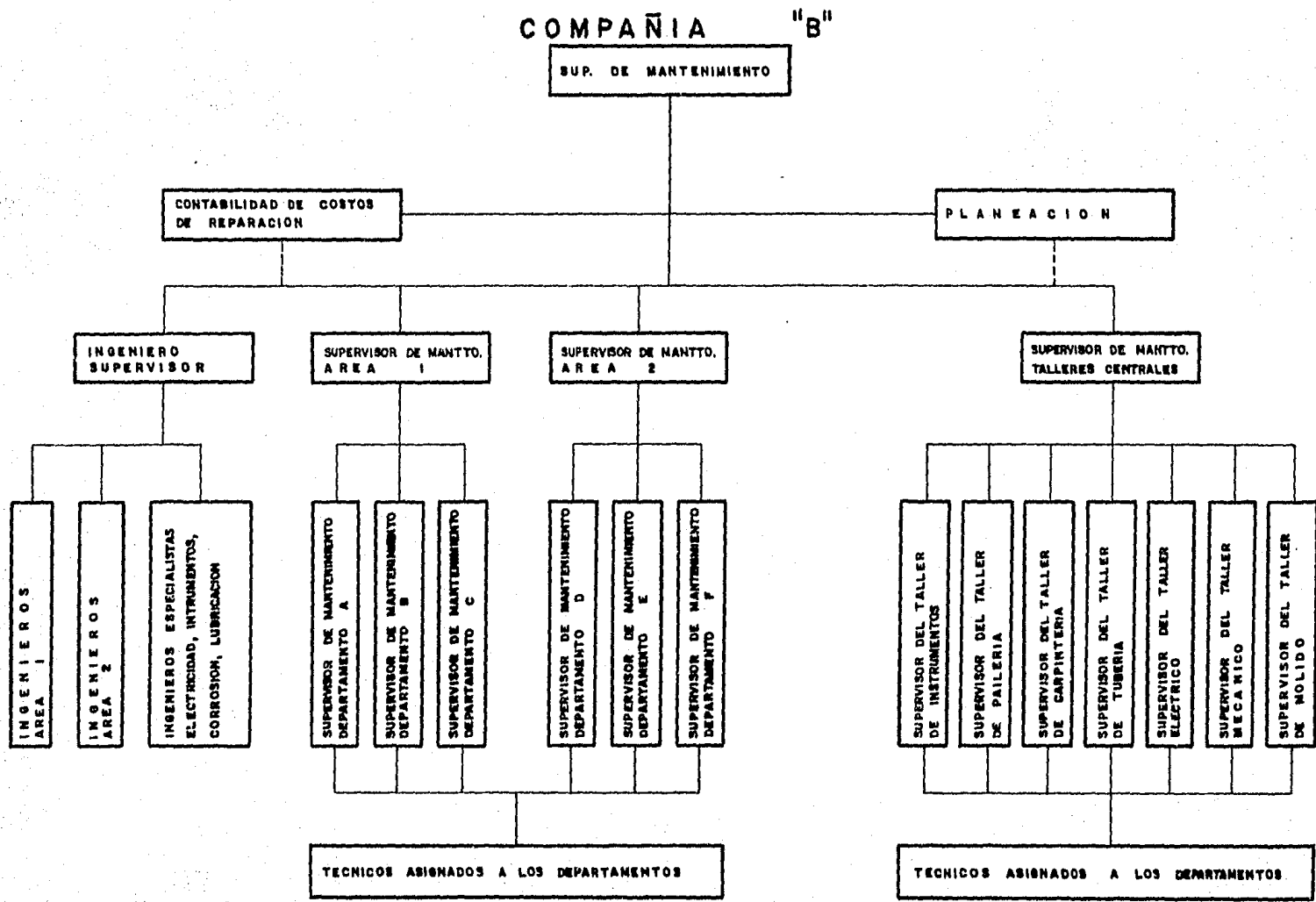


FIG. 2.2.- COMPANIA "A" 300 TRABAJADORES DE MANTENIMIENTO; EL GRUPO DE INGENIERIA DE MANTENIMIENTO ES RESPONSABLE DE LOS BIENES Y MUCHOS OTROS SERVICIOS.





**FIG. 2.3. COMPANIA "B", SEMEJANTE A LA COMPANIA "A", EXCEPTO EL GRUPO DE INGENIERIA DE MANTENIMIENTO QUE MANEJA SOLAMENTE ESTA FUNCION.**

COMPANÍA "C"

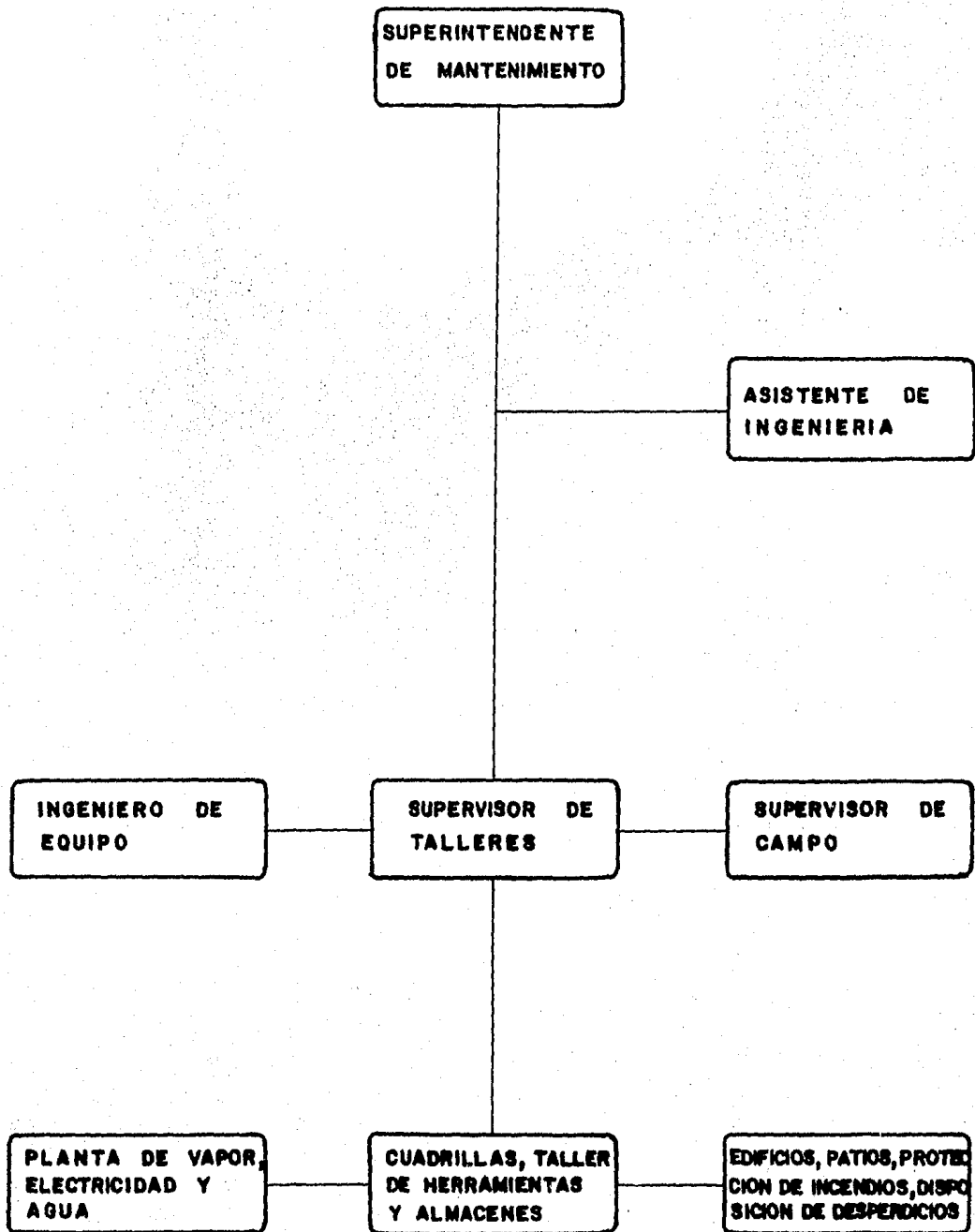


FIG. 2.4.- COMPANÍA "C" DE 25 A 30 EMPLEADOS DE MANTENIMIENTO; EL MANTENIMIENTO ES RESPONSABLE DE TODOS LOS TIPOS DE TRABAJOS QUE NO SE INCLUYEN EN PRODUCCION, --VENTAS O CONTABILIDAD.

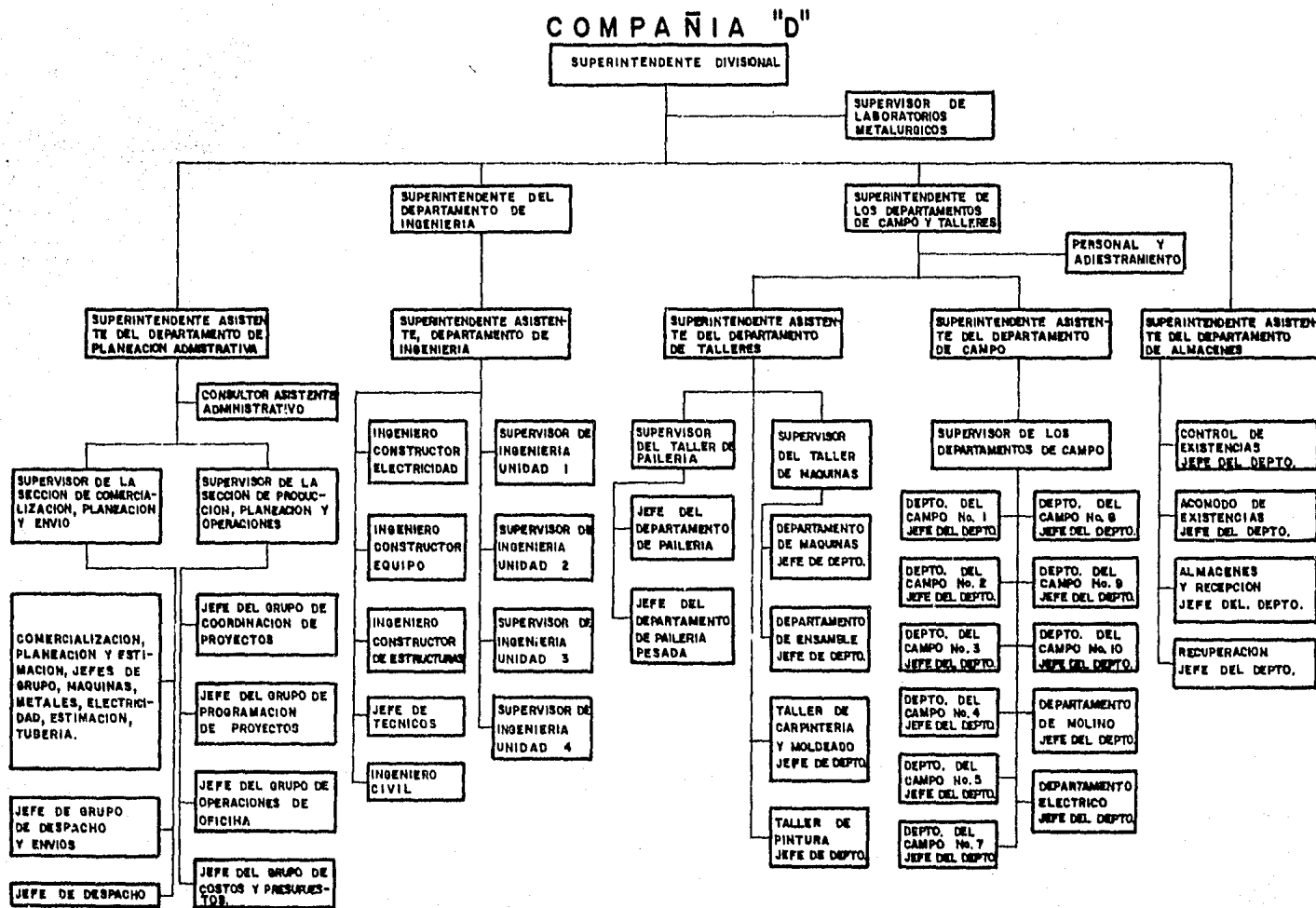


FIG. 2.5.- COMPANIA "D", FUERZA DE MANTENIMIENTO 3000 PERSONAS, FUERZA TOTAL 15000. EL MANTENIMIENTO SE LIMITA AL EQUIPO Y A LLEVAR REGISTROS.

## CAPITULO III

IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL  
SOBRE LA PRODUCTIVIDAD

Se ha definido lo que es el mantenimiento, - ahora para entender qué importancia tiene éste sobre la productividad, habrá que definir otros conceptos al igual que el de la productividad.

La productividad es la relación entre lo producido y los materiales más los insumos empleados. Más sencillamente, la productividad, es el cociente entre la cantidad producida y la cantidad de - los recursos que se hayan empleado en la producción.

Los recursos que deben tomarse en cuenta pueden ser:

- Terrenos y Edificios.

Terreno bien situado para levantar los edificios y demás instalaciones necesarias para los negocios de la empresa, y los edificios que se construyan en ese terreno.

- Materiales.

Materiales que pueden ser transformados en productos para la venta, incluidos el combustible, los productos químicos que se utilizan en el proceso de fabricación y los materiales de embalaje.

- Máquinas.

Instalaciones, herramientas y equipo necesario para llevar a cabo la fabricación, manipulación y transporte de los materiales; equipo de calefacción y ventilación, e instalación generadora de energía; muebles y útiles de oficina.

- Mano de Obra.

Personal de uno y otro sexo para llevar a cabo las operaciones de fabricación, proyectar y dirigir, desempeñar trabajos de oficina, diseñar e investigar, comprar y vender.

Generalmente expresados en unidades consumidas o cantidades en pesos consumidas.

El producto es generalmente expresado como:

- Valor agregado.
- Valor monetario del producto.
- Horas-hombre equivalente.
- Unidades físicas.

Elevar la productividad significa producir - más con el mismo consumo de recursos, o sea, al - mismo costo, también puede ser, producir la misma - cantidad, pero utilizando menos recursos; de modo - que los recursos así economizados, puedan dedicar - se a la producción de otros bienes.

Un aumento de producción no supone de por sí un aumento de productividad.

Una mayor productividad ofrece posibilidades de elevar el nivel general de vida, principalmente mediante:

- Mayores cantidades, tanto de bienes de consumo, como de bienes de producción, a un - costo menor y a un precio menor.
- Mayores ingresos reales.
- Mejoras de las condiciones de vida y de - trabajo; tratando de lograr jornadas de - trabajo de menor duración.
- En general, un esfuerzo de las bases econó - micas del bienestar humano.

Muchos de los productos que necesita una co - munidad moderna son muy complejos, o para que en - grandes cantidades pueda fabricarlos la artesanía - o la industria en pequeña escala. Las locomotoras, los camiones, los generadores eléctricos, los telé - fonos, etc., son productos que necesitan costosa - maquinaria para su fabricación, equipos especiales para su transporte y una multitud de trabajadores - especializados en muchos oficios. Cuanto mayor sea la productividad de las empresas que fabrican esos artículos, tanto mayores serán las posibilidades -

de poderlos vender en cantidad suficiente y a precios bastante accesibles al público en general.

Son muchos los factores que influyen sobre la productividad de cada industria, y no hay ningún factor que sea independiente de los demás. La importancia que deberá atribuirse a cada uno de los recursos, depende de la empresa, de la industria y posiblemente del país de que se trate. En las industrias en que el costo de la mano de obra es bajo, en comparación con el de la materia prima o con el capital invertido en instalaciones y equipo, las mayores oportunidades de reducir los costos están en el aprovechamiento de las materias primas, de las instalaciones y de los métodos de trabajo aplicados, todo de acuerdo a determinadas normas. En los países en que escasean el capital y la mano de obra especializada, pero abunda la mano de obra no calificada y mal pagada, es de especial importancia que se trate de aumentar la productividad aumentando la automatización, por instalación o por trabajador especializado. Con frecuencia, resulta ventajoso contratar a más trabajadores no especializados, si así se logra incrementar la producción de los capacitados.

Para lograr elevar la productividad al máximo, se necesita la acción de todos los sectores de la comunidad; gobierno, empleadores y trabajadores. Los gobiernos pueden crear condiciones favorables a los esfuerzos de los empleadores y de los trabajadores para aumentar la productividad. Por ello es preciso, entre otras cosas:

- Disponer de programas equilibrados de desarrollo económico.
- Adoptar las medidas necesarias para mantener el nivel de empleo.
- Tratar de crear oportunidades de empleo para los desempleados o subempleados y para los que pudieran quedar sin empleo como consecuencia de mejoras de la productividad en determinadas industrias.

Esto tiene particular importancia en los países económicamente subdesarrollados como México, donde el desempleo constituye un grave problema.

Una de las mayores dificultades con que se tropieza para obtener la cooperación activa de los trabajadores, es el temor de que el aumento de la productividad conduzca al desempleo, es decir, que sus propios esfuerzos los lleven a quedar sin empleo. Este temor se acentúa donde ya existe desempleo, y donde es difícil que el trabajador que pierda su empleo encuentre otro.

Si no se dan al trabajador garantías de que lo ayudarán a resolver sus dificultades, se opondrá a cualquier medida que, con razón o sin ella, le parezca que lo llevará al desempleo.

Aunque existan garantías escritas, las medidas encaminadas a aumentar la productividad probablemente tropiecen con resistencias, éstas se reducen generalmente al mínimo si todos los interesados comprenden la naturaleza y motivo de cada medida y participan en su aplicación. Debe instruirse a los representantes de los trabajadores en las



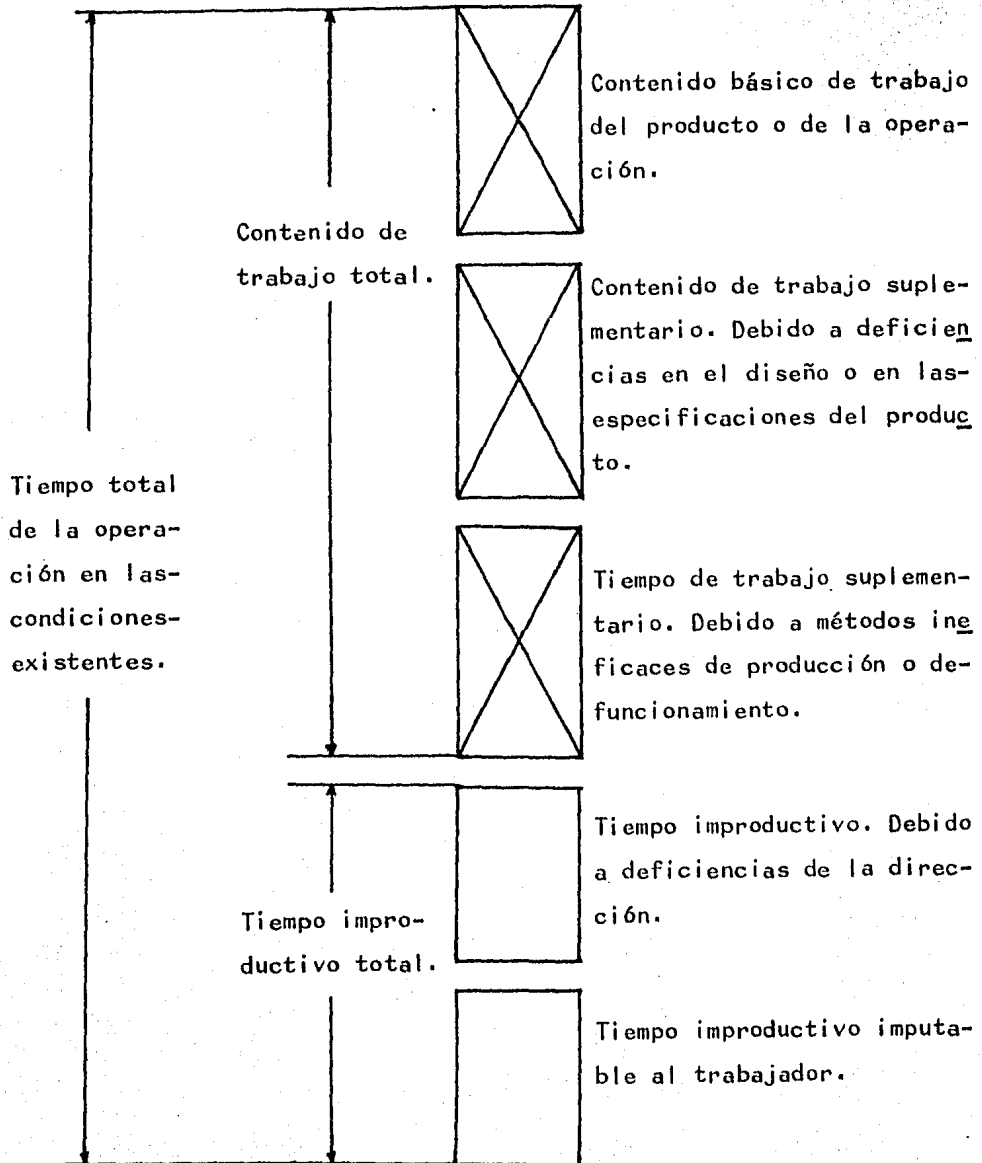
técnicas de aumento de la productividad, para que puedan explicarlas a sus compañeros y utilizar sus conocimientos para impedir que se adopten medidas que perjudiquen directamente a la clase trabajadora.

El aprovechamiento eficaz o la máxima productividad de terrenos y edificios, además de la maquinaria, puede ser una causa muy importante de reducción de costos, particularmente cuando la empresa está en expansión y necesita ampliar sus locales. Toda reducción que se haga en el proyecto original antes de adquirir el terreno, construir los edificios y compra de maquinaria, representa, menos capital que inmovilizar, un ahorro de materiales e instalaciones que posiblemente habría que importar, una probable economía en el pago de impuestos y además, un ahorro en futuros gastos de mantenimiento.

Hasta aquí se ha hablado de la productividad, pero no se ha mencionado hasta qué punto es importante en el mantenimiento, el cual se verá en algunos factores que tienden a reducir la productividad.

Es muy importante hacer notar lo siguiente, - para calcular la productividad se toma como base - la cantidad de piezas que se obtienen de una máquina o de un trabajador en un tiempo dado y se le expresa entonces, como la producción de mercancías - o servicios en cierto número de horas-máquina o de horas-hombre.

El tiempo invertido por una máquina o por un hombre para llevar a cabo una operación o producir una cantidad determinada de productos, puede descomponerse de la manera como se indica gráficamente.



El contenido básico de trabajo es el tiempo mínimo irreducible que se necesita teóricamente para obtener una unidad de producción, que presupone una labor ininterrumpida, que en la práctica raras veces se logra, incluso en las empresas mejor organizadas. Toda interrupción que obligue al trabajador o a la máquina, o a ambos, a suspender la producción o las operaciones que estaban realizando, sea cual fuere la causa, deberá ser considerada tiempo improductivo, ya que durante el período de interrupción no se realiza ninguna labor que sirva para concluir la tarea iniciada.

El tiempo improductivo disminuye la productividad al prolongar el período de paro en la operación; aparte, las interrupciones por causas que nadie puede evitar dentro de la empresa.

Es aquí donde tiene importancia el mantenimiento para disminuir los tiempos improductivos y así poder aumentar la productividad.

Causas que producen tiempos improductivos y que están dentro del mantenimiento poder evitarse:

- No tener las herramientas, refacciones y demás elementos necesarios para efectuar reparaciones, o sustituir piezas, de modo que la fábrica y los trabajadores tienen que perder tiempo.
- Por no conservar las instalaciones y la maquinaria en buen estado, se presentan interrupciones por averías, este punto es importante, ya que debe existir un mantenimiento preventivo para evitar parar de golpe.

pe la producción, porque no solamente son horas, sino hasta varios días en que puede paralizarse la producción.

- Por permitir que las instalaciones y la maquinaria funcionen en mal estado, o en trabajos inadecuados, o con herramientas impropias, trae como consecuencia desechos y rectificaciones en el trabajo, y el tiempo invertido en repetir algún trabajo es tiempo improductivo, al igual que si el mantenimiento correctivo no es el adecuado.
- El trabajador, por descuido o a propósito puede originar desechos o repeticiones del trabajo realizado, destrucción de maquinaria (sabotaje) debido a problemas laborales o negligencia.

Por esto se debe tener una buena administración de mantenimiento, que se aplica a edificios, instalaciones y equipos, constituyendo una base para el plan de operaciones a corto, mediano y largo plazo. Permitiendo asegurar un alto nivel de disponibilidad, confiabilidad, utilización de las instalaciones, equipos y recursos de respaldo. Dentro de su exacta oportunidad y costo.

La efectividad del mantenimiento, no depende de lo modesto o complejo del sistema administrativo, sino del cumplimiento y contribución de los responsables para aumentar la productividad.

## CAPITULO IV

## MATERIAS AUXILIARES PARA EL BUEN FUNCIONAMIENTO DE UN DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO.

Debido al cambio y sustitución de elementos dañados para lograr la reparación de las maquinarias y de los equipos dentro del mantenimiento correctivo o de urgencia, es importante hacer resaltar la importancia que pueden tener en todo momento las herramientas, máquinas-herramienta, fundición, soldadura y lubricación dentro de un departamento dedicado al mantenimiento.

Por este motivo, a continuación se hace mención en forma breve de la importancia que tiene cada una de estas materias auxiliares dentro de un departamento de mantenimiento.

## 4.1. HERRAMIENTAS.

Para el departamento de mantenimiento es muy importante que se disponga de una adecuada variedad de herramientas que serán valiosas colaboradoras, si se saben seleccionar y elegir las más apropiadas.

piadas para cada caso y saberlas manejar correctamente.

La herramienta es un instrumento de uso necesario mediante la cual, se puede realizar un trabajo específico y repetitivo; cuando por limitaciones de las características físicas del hombre (fuerza, precisión, rapidez) obliga a que dicho trabajo se realice con el auxilio de ésta.

Al seleccionar las herramientas adecuadas para cada trabajo, es preciso conocerlas, ya que es muy extensa la variedad de herramientas que existen; así como los tipos que de las mismas se derivan.

Por lo cual es muy importante normalizarlas y clasificar los diferentes tipos de herramientas, siendo ésta una manera útil y práctica para su utilización, geometría y operación. Entendiéndose por su utilización al provecho, conveniencia, interés o fruto que se saca del trabajo específico que realiza mediante una determinada herramienta.

Por geometría la forma de la herramienta, dimensión y material que la constituye para que en el trabajo requerido, no dañe las partes o se dañe dentro del montaje y desmontaje de piezas, ya que el material y la dimensión deben de corresponder. La operación se refiere a la ejecución del trabajo.

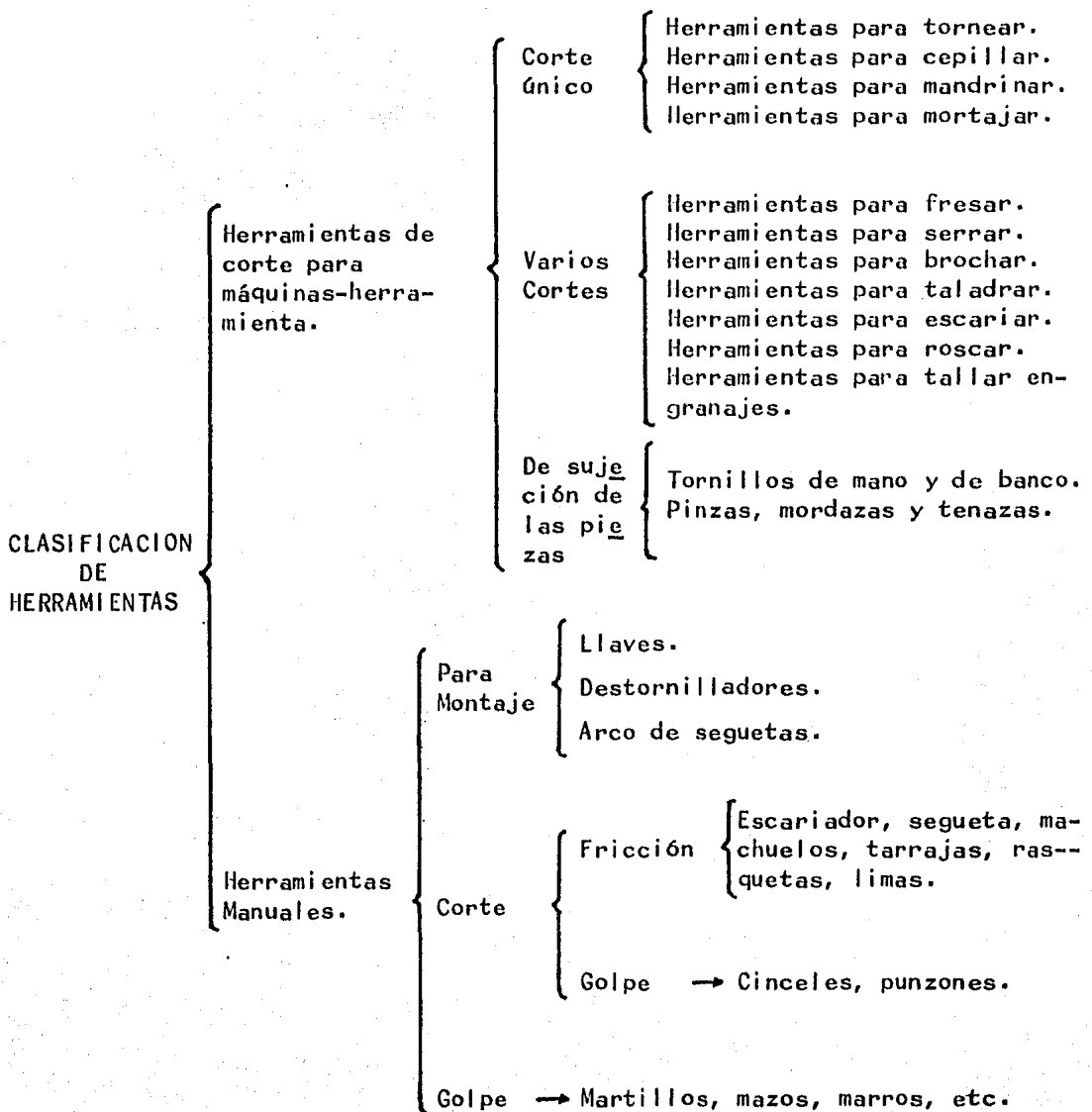
Así mismo el personal de mantenimiento debe estar capacitado y familiarizado para conocer la variedad de herramientas, que existan en su departamento para optimizar al máximo la utilidad de éstas; se le sugiere clasificarlas para que las utilice en los trabajos adecuados, por otra parte debe ponerse al día con las innovaciones tecnológicas, lo cual es recomendable hacerlo por medio de revistas técnicas.

Después de este análisis se puede entonces proponer la siguiente clasificación basándonos en la utilización y operación de las herramientas.

CLASIFICACION  
DE  
HERRAMIENTAS

Herramientas para corte	Por fricción	Hojas de seguetas, brocas helicoidales, brocas para centros, machuelos, tarrajas, rimas, rasquetas, fresas o cortadores, cuchillas de corte para torno y cepillo, limas.
		Por golpe
	Herramientas manuales para montaje	Pinzas de chofer, de punta, de electricista, de presión, llaves de caja en cruz y en escuadra, llaves españolas de doble boca, de cola de bayoneta, de cola recta, llaves stillsons de estrías, autoclés, o de caja, allen, inglesas (pericos), inglesas tipo reforzado, de boca cerrada, de pasador, ajustables de gancho, desarmadores rectos y de estrella, prensa de carpintero o brida en "C", arco de seguetas.
	Instrumentos de medición.	Micrómetros, de exteriores, de interiores, de profundidad, reloj indicador de carátula, calibrador pie de rey, vernier o calibrador de alturas, de profundidades para engranes, transportador vernier para ángulos, calibradores o galgas, de espesores, de radios para roscas o cuenta hilos, para producción de pasa y no pasa, etc., niveles de precisión galgas telescópicas (telescopios), escantillones o galgas para rosca ACME, sin fin y rosca de 60° (JUIL).
	Herramientas de medición y trazo.	Metros, escalas (152,4 mm, 203,2 mm, 304,8 mm, 609,6 mm, y 1219,2 mm), escuadras fijas o de tope, escuadras falsas, escuadras universales compuestas por escala, block talón transportador de ángulos y block para centros, compases de exteriores de puntas, de interiores, hermafrodita, de varios puntos de golpe, rayadores, trusquines.
Herramientas para golpe.	Martillos de bola, de peña, mazos de madera, de hule, de plomo, de cobre, de plástico, marros de hierro o acero, martillos de garra, asentadores, suajes.	

Una siguiente clasificación tomando en cuenta las herramientas de uso manual y las herramientas de corte para máquinas-herramienta, es la que se muestra a continuación, la cual fue tomada de la norma oficial mexicana correspondiente a la clasificación de herramientas de corte.





#### 4.2. MÁQUINAS-HERRAMIENTA.

Las máquinas-herramienta dentro de un departamento de mantenimiento tienen el objetivo fundamental de transformar físicamente un cuerpo, sea en el sentido geométrico (forma) o en el dimensional (medida). La transformación física, que tiene por objeto hacer adquirir a un elemento una forma diferente a la original, puede acaecer con o sin producción de viruta. Tanto en uno como en otro caso es necesario operar con herramientas adecuadas, aplicables a las máquinas-herramientas mismas.

Es sabido que un elemento perteneciente a un conjunto mecánico (sea este motor o máquina) debe tener una forma y una función bien definida.

Inicialmente dicho elemento tiene una forma todavía basta, que puede ser: lingote, fundición, barra, estampado, etc. El elemento en su estado indefinido, debe ser transformado gradualmente con una serie de procedimientos tecnológicos a fin de obtener una forma final de aplicación.

La sucesión ordenada de tales transformaciones se llama ciclo de fabricación mecánica. Este ciclo debe desarrollarse con un cierto método en relación a diversos coeficientes que imponen también la elección del tipo de máquina-herramienta.

Las exigencias técnicas y comerciales de hoy imponen la necesidad de fabricar un gran número de productos (y por tanto elementos) iguales entre sí.

Con el auxilio de un utilaje adecuado, apli

cado racionalmente, y una determinada máquina-herramienta, es posible reproducir, un gran número - de veces, un mismo ciclo de transformación y por - este medio crear piezas idénticas, partiendo de material en bruto.

La finalidad de este punto es la de dar a conocer las máquinas-herramienta, para poderlas utilizar mediante procedimientos racionales en la fabricación de piezas claves, de que están constituidos los diferentes mecanismos empleados en la producción; y que debido al uso constante con que se emplean durante el período de producción llegan a deteriorarse, como puede ser el caso de ejes, flechas, engranes, etc.

Es por estos motivos, que las máquinas-herramienta deben encontrarse a disposición del taller de mantenimiento; así como mantenerse en buen estado, para que al ser requeridas para resolver un - problema de mantenimiento, eviten paros innecesarios que perjudiquen la producción de la empresa.

#### 4.3. FUNDICION.

Para tener una idea apropiada, de la ayuda - que puede proporcionar el proceso de la fundición en el departamento de mantenimiento; basta recordar que existen piezas metálicas que sólo pueden - fabricarse por un procedimiento, pero en general - el ingeniero como jefe de mantenimiento; tendrá - que elegir entre varios procedimientos y decidir - por razones de perfección, rapidez o economía cual es el adecuado.

Muchas veces sin embargo no se eligen los procedimientos más idóneos para la fabricación de las piezas, que se encuentran en turno de ser reemplazadas; debido a una falla en la maquinaria, sino que se utilizan los que están disponibles en el taller.

Los aspectos que a continuación se detallan, ayudarán a decidir el uso de la fundición de acuerdo al tipo de problema que se presente:

- En muchas máquinas (motores de combustión interna, turbinas, compresores, máquinas-herramientas, etc.) el componente en peso de la máquina correspondiente a la fundición, es de un 60 al 80% del peso total en la máquina; es obvio que un gran número de sus componentes son piezas fundidas.
- Con la ayuda de la fundición pueden obtenerse piezas de configuración compleja, imposibles de ejecutar con otros procedimientos.
- Últimamente se ha profundizado extraordinariamente en la técnica de la fundición, lo que ha traído como consecuencia, nuevos métodos para la obtención de piezas por fundición; con más rapidez, mayor economía y una alta precisión de medidas, hasta el punto de hacer innecesaria la mecanización posterior.
- La calidad de la pieza fundida dependerá de la tecnología de fundición y de los recursos con que se cuenten en el taller, para la fabricación de la misma.

Por todo lo mencionado anteriormente, se hace resaltar una vez más la importancia que la fundición tiene dentro de un departamento de mantenimiento; por lo cual se hace recomendable utilizar la fundición como el medio más inmediato para reponer la pieza dañada, si es que un análisis de costos así lo amerita.

Las operaciones ya descritas pueden lograrse también mediante forja en caliente o frío; para lo cual será necesario disponer de una fragua, que reúna características de tamaño y capacidad para desarrollar el trabajo a que esté destinada.

#### 4.4. SOLDADURA.

Entre los usos más importantes de la soldadura en el departamento de mantenimiento de la planta, está la reparación y la fabricación de piezas de maquinaria y equipo de la misma. A este respecto, la soldadura es una herramienta indispensable, sin la cual, pronto se detendrán las operaciones de producción.

Afortunadamente, las máquinas y los electrodos de soldar han sido desarrollados hasta un punto tal, que se pueden realizar soldaduras confiables bajo las circunstancias más adversas. Frecuentemente, la soldadura se debe hacer bajo condiciones algo menores que las ideales y por tanto el equipo y los hombres para la soldadura de mantenimiento deben ser de lo mejor. La soldadura se puede hacer tanto en el departamento de mantenimiento de la planta, como en el lugar donde se localice -

la falla.

Además de la rápida reparación en su lugar - de las partes de maquinaria rotas, la soldadura - ofrece al departamento de mantenimiento un medio - de hacer muchas partes necesarias para llenar una - demanda particular en un mínimo de tiempo requeri - do, por ejemplo:

- Los dispositivos para el manejo de materiales, pueden hacerse de manera que se ajusten a las dimensiones físicas de la planta.
- Se pueden instalar grúas oscilantes individuales, y transportadores, tanto del tipo de rodillos, como el de bandejas, que pueden hacerse a la medida requerida para su aplicación particular.
- Pueden hacerse recipientes u otros dispositivos para el manejo de los productos, así como las tenazas, ganchos y otros equipos de manejo para embarcar y despachar.
- El herramental sencillo, puede hacerse en el departamento de mantenimiento, así como herramental permanente o temporal para un lote de prueba.

En lo concerniente a la soldadura, no se presentarán problemas particulares, si los soldadores tienen el entrenamiento y experiencia necesaria de las numerosas técnicas de soldadura que se pueden emplear.

Para lograr esto, el departamento de mantenimi

miento ha de lograr los procedimientos más rígidos y exigentes de control de calidad, con ayuda del - espectógrafo de rayos "X" y el espectógrafo óptico, que son elementos típicos del equipo de soldadura - que se requieren para lograr el nivel de control - de calidad fijado. Este control se aplica a todas - las materias primas recibidas, así como a través - de las varias etapas del proceso de producción y - finalmente, a los depósitos de soldadura que se hi - cieron en cada producto.

Por medio de soldadura, un grupo de manteni - miento puede fabricar y erigir muchas de las es - tructuras requeridas por una planta, incluso hasta el punto de hacer estructuras de acero para una ex - pansi3n mayor de la planta.

El término de vida promedio antes de la fa - lla es usado por los ingenieros en diseño, para in - dicar el promedio de vida esperado para piezas de - maquinaria o algún componente particular.

Actualmente, dando énfasis en el aumento de - la productividad y de la maquinaria, son más las - industrias que toman conciencia de lo inadecuado - del concepto de vida promedio antes de la falla, - por lo tanto, la vida de las piezas vitales de ma - quinaria y herramientas puede a menudo ampliarse - mucho más, a través del uso adecuado de un progra - ma de mantenimiento preventivo por soldadura. A la ampliación de la vida de servicio proporcionada - por las aleaciones de soldadura especialmente dise - ñadas, se le llama factor de prolongación de vida, que se incluye al usar el proceso adecuado de sol - dadura.

El adecuado uso de las aleaciones de soldadura especialmente diseñadas para el mantenimiento - con las condiciones específicas del servicio en la industria, puede acabar con la teoría derrochadora, y no sólo aumentar la productividad sino también - alcanzar el máximo de utilidades en su operación.

Por lo tanto, la industria que no esté convencida de los ahorros potenciales logrados por medio del factor de prolongación de vida, con la ayuda - de la soldadura, se le sugiere que desarrolle un - programa de mantenimiento preventivo; que con una - planeación adecuada a sus necesidades, podrá establecer un modelo de eficiencia y economía, ya que - éste tendrá como objetivo prolongar la vida en las piezas de maquinaria y herramientas, con lo cual - se trata de evitar que la producción o la realización de servicios quede interrumpida.

Con toda propiedad, se puede afirmar que casi no existe industria en la actualidad que no sea afectada en una u otra forma, por los procesos de soldadura en sus diversas aplicaciones.

#### 4.5. LUBRICACION.

Los lubricantes se utilizan para reducir el rozamiento en todas aquellas partes y superficies - deslizantes de las máquinas, disminuyendo así el - desgaste, calentamiento y posibilidad de agarrotamiento de las piezas.

La lubricación de una máquina es vital y da lugar a un funcionamiento suave, aún cuando podría

considerarse como un trabajo demasiado largo y difícil.

Hay paros que con frecuencia son debidos a una lubricación inadecuada, ocasionando con ello retraso en la producción.

Como ya se ha mencionado, cualquier máquina funciona mejor si está lubricada correctamente. La elección de lubricantes, su almacenamiento, su distribución y empleo así como el establecimiento de intervalos adecuados para las operaciones de lubricación y la comprobación de la misma, son actividades de gran interés para el ingeniero de mantenimiento.

Un programa de lubricación completo, fiable y efectivo es esencial pero se debe señalar que a veces no es suficiente con la existencia del programa de lubricación; sino que debe combinarse con otras operaciones para alcanzar resultados óptimos.

El período de lubricación dependiendo del tipo de máquina puede llegar a necesitar una revisión diaria, semanal, etc.

Cuando se trata de máquinas especiales, debe tomarse en cuenta que los operarios no podrán realizar esta labor ya que requerirán de un tiempo para el cual no están destinados y por la complejidad de las máquinas, se requiere de personal especializado, por lo cual la responsabilidad recae en la sección de mantenimiento.

Se aconseja que el empleado que realice la lubricación e inspección sirva siempre al mismo



grupo de máquinas, para que se acostumbre a ellas y conozca sus necesidades particulares y fallas.

La experiencia en muchas fábricas nos demuestra que los intervalos entre cambios de aceite, no deben ser demasiado cortos ya que el aceite suele ser de larga duración.

Por lo cual es aconsejable que el encargado de la lubricación tome una muestra de aceite a intervalos regulares y haga analizar en un laboratorio su acidez, su viscosidad y contenido de agua.

Si la prueba resulta aceptable, se ahorrará tiempo, aceite y trabajo evitando por consiguiente el cambio del aceite.

Es necesario que el encargado de la lubricación, esté bien equipado en herramientas, manómetro, depósitos y recipientes, acoplamientos de repuesto, tubos y filtros e instrucciones de lubricación.

La compra y almacenamiento de lubricantes debe ser supervisada por el jefe de mantenimiento. - Porque la elección del tipo correcto de lubricante es muy importante y por lo tanto se debe encomendar a personal debidamente capacitado.

Casi siempre el precio del lubricante resulta mucho menos importante para la economía total; - en comparación con los riesgos de un desgaste prematuro, las fallas y averías provocadas, debido a usar una calidad de aceite inadecuada.

Por otra parte puede ocurrir que el lubricante recomendado por el fabricante resulta antieconómico

mico por exceso de calidad y una investigación por parte del ingeniero de mantenimiento puede dar lugar a la elección, de otro menos caro y con la calidad requerida.

Como el buen almacenaje y la distribución de lubricantes conciernen al jefe de mantenimiento, -- suele encargársele la responsabilidad de su mane--jo.

Debe prevenirse la contaminación y la degradación de los lubricantes debido a la presencia de agua y polvo. Los almacenes deben estar limpios y no estar sometidos a grandes variaciones de temperatura.

En las recomendaciones para lubricación que suelen acompañar a la maquinaria y otros equipos, -- los fabricantes nombran ciertos tipos de lubricantes. Seguir estas recomendaciones estrictamente -- nos llevaría a almacenar de cuarenta a sesenta tipos distintos de lubricante, lo que evidentemente, no es razonable.

El uso de lubricantes normalizados reduce el stock de éstos a seis u ocho aceites y dos o tres tipos de grasa, que son utilizadas para uso general o para trabajo pesado.

Por razones técnicas y económicas es esencial saber que aceites pueden mezclarse entre sí. -- Si una máquina requiere aceite de viscosidad especial, puede obtenerse éste por mezcla de dos aceites de distinto espesor, aun cuando sean de marcas distintas.

Al cambiar el aceite en un sistema de engrase, siempre queda una pequeña cantidad del aceite usado. Estos aceites no se deben mezclar puesto - que pueden presentarse dificultades.

Por suerte esto no suele presentarse con frecuencia y la mayoría de los aceites pueden mezclarse, además los distribuidores indican cuáles son mezclables; ya que existen algunos que no se mezclan por contener ciertos aditivos.

Cuando se elija un método para lubricar, el punto más importante a considerar es tener la seguridad de que en todo momento exista un abundante - suministro de aceite, cualquiera que sea el método empleado.

De lo mencionado en el párrafo anterior, resulta ser más fiable realizar la lubricación mediante un dispositivo automático, en vez de que lo haga la persona encargada de esta actividad; llegando a la situación de que sólo se tiene que comprobar periódicamente el nivel correcto de aceite en el depósito y aún cuando se olvidara de hacerlo, no ocurrirá nada grave porque si aquel nivel es - muy bajo la máquina no entraría en funcionamiento.

Como una lubricación correcta es probablemente la operación más esencial; estimar el tiempo - que ésta requiere, es una función del mantenimiento.

Muy a menudo se combinan las operaciones de lubricación, inspección y limpieza, para que se realicen antes o después de la jornada diaria, o bien durante los paros a las horas de las comidas.

Se considera que lo expuesto hasta aquí es sólo una breve recopilación del extenso tema de lubricación; pero suficiente para tener presente, que en todo departamento de mantenimiento que se preste de ser responsable y capaz, la lubricación deberá ser aplicada de la forma más confiable posible, logrando así seguridad para la operación de máquinas y equipos, y prolongar la vida de los mismos.

Para terminar la exposición sobre la importancia de la lubricación, se presentan a continuación las Tablas 4.1 y 4.2, en las cuales se describen las aplicaciones en la industria de los principales lubricantes y grasas.

TABLA 4.1.

EQUIPO	TIPOS DE ACEITE LUBRICANTES	VISCOSIDAD SSU* A 100°F	CLASIFICACION
Transformadores o switches	Aceite para transformadores	60	Trans.- 60
Usos textiles	Aceites para textiles	105	Tex.- 105
Turbinas de vapor directamente conectadas	Aceites tipo turbina	150	T.- 150
Turbinas a vapor con transmisión de engranes	Aceite tipo turbina	300	T.- 300
Sistema Hidráulicos	Aceite hidráulico	300	H.- 300
Motores Diesel	Aceite especial	700 700	S1.- 700 S3.- 700
Cilindros de vapor	Aceite compuesto para cilindros	3,150	CC.- 3,170
Cilindros de vapor	Aceite de cilindros mineral	3,150	CM.- 3,150
Reductores de corona y sinfn	Aceite compuesto para cilindros	3,150	CC.- 3,150
Motores			
Herramientas neumáticas	Aceite neumático	300 500	N.- 300 N.- 500
Lubricaciones escasas		300	AD.- 300
Reducidas a toda pérdida	Aceite adhesivo	500 700	AD.- 500 AD.- 700
Engranes hipoidales que operan a presiones extremas	Aceite compuesto	4,650	EP.- 4,650
Refrigeración para corte de metales	Aceite soluble	150	SC.- 150
Corte de metales no ferrosos	Aceite azufrado	150	AZ.- 150
Corte de metales ferrosos	Aceite compuesto	150	F.- 150
Transmisiones o reductores con engranes rectos, helicoidales o doble helicoidales.	Aceite tipo turbina	600	T.- 600

\*.- SSU.- Segundos Saybolt Universal

TABLA 4.2.

E Q U I P O	TIPOS DE GRASAS LUBRICANTES	GRADOS NLGI**	CLASIFICACION
Cojinetes sencillos	Grasas a base	2	C - 5
	de calcio	5	
Cojinetes de rodamientos	Grasas de sodio	1	S - 1
	Grasas de litio	1	L - 1
	Grasas de sodio	3	S - 3
	Grasas de litio	2	L - 2
Cojinetes alta temperatura	Grasa bentonita	3	B - 3
Cojinetes de extrema presión	Grasa Molibdeno	2	M - 2
Cojinetes de alta temperatura	Grasa grafitada	3	GG - 3
Cojinetes de extrema presión	Grasa a base de litio con agentes de E.P.	3	LEP - 3

\*\* NLGI.- Clasificación establecida por National Lubricating Grease Institute.

## CAPITULO V

ALMACEN Y CONTROL REQUERIDOS PARA EL BUEN  
FUNCIONAMIENTO DE UN DEPARTAMENTO  
DE MANTENIMIENTO

Al desarrollarse la maquinaria y equipos industriales y hacerse cada vez más complicados, es indispensable que la administración se percate de que no es posible resolver los problemas de mantenimiento con "alambre de enfardar y varillas de soldadura". Un factor importante para la reducción de costos es el control adecuado de las piezas de repuestos, materiales y accesorios de mantenimiento. En la mayoría de las fábricas, independientemente de su tamaño, existe la tendencia a subestimar la importancia de ese control, que cuando no se ejerce como debe ser, origina costos exagerados con la consiguiente pérdida de utilidades. Cuando se tiene una existencia demasiado baja de algún artículo necesario, puede causarse un grave perjuicio a la producción debido a una paralización prolongada, amén de mayores gastos como resultado de la necesidad de fabricar especialmente la pieza de que se trate. Por otra parte, tener una

existencia demasiado alta resulta costoso, debido a los intereses inútiles que devenga el capital invertido al espacio de almacenamiento indebidamente ocupado, al inventario de bienes o impuesto de bodega que ha menudo hay que pagar, y al riesgo de que caigan en desuso las piezas.

En este capítulo se expondrá cómo establecer y organizar un almacén con los accesorios y piezas de repuesto necesarios. En cuanto a precisar las cantidades que se requieren, cómo almacenar los artículos, cómo manejar ese almacén y que registros llevar, se hablará de ello también en este mismo capítulo.

### 5.1. INSTALACION DE UN ALMACEN ORGANIZADO

El primer paso para el control de los materiales, consiste en inventariar y catalogar las piezas de repuesto que se encuentran dispersas en la fábrica (inclusive las que estén guardadas en los armarios de los mecánicos). Cada pieza se identificará por la máquina a que corresponda y su número, nombre y cantidad se registrarán en un marbete que se le adherirá. También se anotará en el registro de piezas de repuesto según la máquina o departamento a que corresponda, indicando el lugar donde se encuentra. Si una pieza determinada se utiliza en más de un máquina, debe asentarse este hecho tanto en el marbete como en el registro. Tan pronto como una pieza es marbetada, se instruirá a quienes la usen, que cuando dispongan de ella entreguen el marbete respectivo a fin de que el inventario se mantenga al corriente y se pueda orde-



nar su reposición. Esto puede ser el principio de un sistema de inventario perpetuo susceptible de ampliación posterior. Más adelante, al tratar de los registros, se hablará detalladamente de este asunto.

Levantar un inventario físico de material de almacén necesita planeación y organización. La responsabilidad debe ser de alguien que esté familiarizado con la maquinaria y el equipo de la fábrica y que conozca el costo y disponibilidad de los diferentes artículos. Esta persona necesita el tiempo suficiente y la ayuda humana adecuada para llevar a cabo una labor minuciosa y precisa. Asimismo, debe contar con el material impreso (catálogos y fotografías) necesarias para la identificación de las piezas.

Una vez escogido el lugar para el establecimiento de la bodega, se procederá a eregir los anaqueles de almacenamiento. El área debe ser protegida en forma que se pueda conservar el control de las partes y accesorios. Las piezas mayores se almacenarán en las áreas designadas por su cercanía al sitio donde van a ser utilizadas, teniendo cuidado de protegerlas de todo deterioro indebido. Hay que hacer hincapié en que este material, aún cuando se halla fuera del almacén, sigue bajo el control de este último y, por tanto, al disponer del mismo tendrá que darse aviso al almacén para reponer la existencia y hacer el registro correspondiente. Toda pieza que haya caído en desuso, deberá ser retirada del local de la fábrica y vendida o enviada a desperdicios.

Una vez que se ha realizado el inventario físico, el siguiente paso será decidir qué piezas y accesorios conviene seguir teniendo en existencia y que cantidades mínimas y máximas deben fijarse para cada artículo. En cuanto a esto último, cuando no existan registros de la utilización real, la decisión estará sujeta al criterio personal, que se ilustrará en la información que proporcionarán supervisores y mecánicos. La determinación de que renglones llevar en existencia y sus montos, se basará en el empleo que se espera y en los plazos de entrega de proveedores. Por ejemplo, si una banda se sustituye cada dos semanas y la entrega normal es de seis semanas, conviene tener en existencia un mínimo absoluto de cuatro bandas. En el caso de un motor cuya utilidad es de importancia crítica, o cualquier pieza grande y costosa del mismo, habrá que ver si tener en almacén un motor entero es conveniente, porque podría costar más de lo que resulte práctico invertir. Si la respuesta fuese negativa, convendría ver si sería apropiado llevar en existencia una bobina del campo como mínimo indispensable. También habría que precisar si una armadura de repuesto sería una inversión conveniente que echaría a andar el equipo nuevamente y casi tan aprisa como instalando un motor nuevo. Es fácil efectuar un estudio de costos para evaluar el monto de tener en existencia el total o una parte de una pieza costosa, comparando con los perjuicios causados a la producción por no llevarla en existencia, y teniendo en cuenta el tiempo necesario para su instalación.

Hay, a no dudar, numerosos casos en los que-

se llegan a tener en existencia más artículos de los establecidos como máximo. Tal vez sea entonces posible y convenientes revenderlos al proveedor; en otras ocasiones, los artículos se dejarán en el almacén, dejando que su utilización normal reduzca el número hasta alcanzar la cantidad fijada como base.

Una vez completada la lista de las piezas que deben tenerse en existencia, se pasará a elaborar un análisis de costos, a efecto de determinar la inversión total que representarán. Este momento se hará del conocimiento de la dirección general para que se le hagan las modificaciones necesarias. Habrá casos en los que podrá hacerse que los proveedores sean quienes conserven en existencia el artículo, ahorrándose con ello costos de inventarios a la fábrica, además de disminuir el espacio de almacenamiento.

Suele ser beneficioso llevar primero al almacén todas las partes correspondientes a un departamento de producción. Todas las chumaceras se ubicarán en una sección, todos los motores en otra, todas las cajas de engranes en otra, etc. Al colocar los artículos pertenecientes al siguiente departamento y los de departamentos sucesivos, es necesario comprobar qué chumaceras y otras partes son intercambiables, con objeto de colocarlas en un mismo anaquel. Esto puede tardar algo, pero vale la pena el tiempo y esfuerzo que se inviertan. Fijada la intercambiabilidad, se anotarán los números de las diversas máquinas que utilizan la pieza en la tarjeta de anaquel, para evitar equivocaciones o duplicaciones.

Fuera del almacén es conveniente establecer un sistema para que todas las piezas sean limpiadas antes de almacenarlas.

## 5.2.- LOCALIZACION DEL ALMACEN Y METODOS DE ALMACENAMIENTO.

### a) Localización del almacén.

Pocas personas, inclusive supervisores de mantenimiento, se percatan de la frecuencia con que acuden los mecánicos al almacén, y del costo que representa estos viajes. Un examen de las órdenes de trabajo demostrará, muy probablemente, que 80 a 65 por ciento de los trabajadores se llevan menos de dos horas en su ejecución y que la mayoría de los mismos requiere cuando menos de un viaje al almacén. Este debería hallarse situado en el centro de la fábrica; pero, suponiendo que su ubicación actual exija caminar un excedente de 90 metros y que el promedio de velocidad de avance al caminar es 60 metros por minuto, el tiempo requerido por un mecánico para trasladarse al almacén, ascenderá a más de 40 horas al año. Esta pérdida anual, que equivale a una semana de tiempo de mecánico, demuestra la importancia que tiene instalar el almacén en un punto central.

Sin embargo, para tener una economía, conviene que el almacén de partes de repuesto se ubique tan cerca como fuese posible del centro de actividad de los mecánicos que necesitan de sus servi-

cios. El emplazamiento del almacén afectará mucho más a los mecánicos que, pongamos por caso, a los carpinteros, cuyos efectos o accesorios se encuentran situados de ordinario cerca del taller de carpintería.

Si la fábrica se halla en expansión, la dirección en que se está efectuando la ampliación, es un factor que hay que tomar en cuenta para escoger el sitio de emplazamiento, porque lo que es central y práctico ahora, puede no serlo mañana. Es probable que la expansión exija reubicar el almacén.

La figura 5.1 presenta una disposición de fábrica en que los talleres de mantenimiento y los almacenes de partes y materiales se encuentran cerca del centro del área de fabricación, y se adaptan a talleres y áreas de reparación. Es evidente que la ubicación está determinada por la posibilidad de que la demanda de partes y materiales de mantenimiento sea mayor en los departamentos de labrado y soldadura mecánica que en los de productos terminados, troquelado y montaje. La ampliación de la fábrica en las direcciones indicadas, puede necesitar una revisión del tamaño y emplazamiento de almacenes y talleres, dependiendo de la importancia de dicha ampliación; pero si ésta no va a cambiar mucho el centro de la actividad de mantenimiento, las instalaciones respectivas pueden seguir en su sitio.

Un almacén de piezas de repuesto establecido

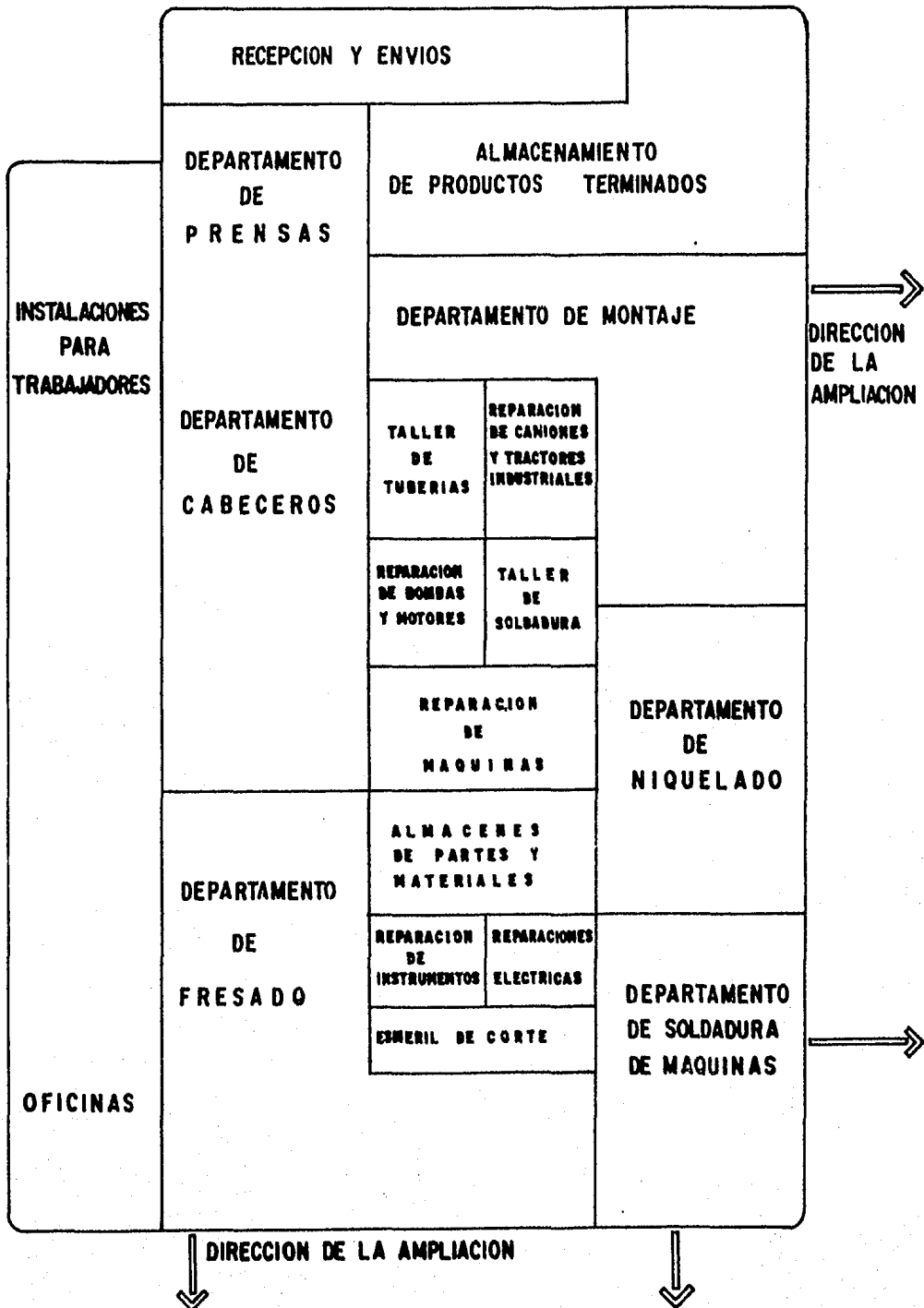


FIG. 5.1. EMPLAZAMIENTO DEL ALMACEN EN RELACION A LOS TALLERES DE MANTENIMIENTO Y AL MOVIMIENTO DE MECANICOS PARA LA FABRICA.

en el centro geográfico de la fábrica, no estaría bien si las instalaciones productoras se hallaran en un extremo del local y el almacén general y desembarques, en el otro.

Las dimensiones del almacén dependerá del tipo de industria, de la complejidad de la maquinaria, de la ubicación de la fábrica, de los fondos de que se dispone para la adquisición de piezas, y de muchos otros factores. El espacio se planeará, siempre que sea posible, con una previsión de cinco años, tomando en cuenta una expansión vertical y horizontal. A veces convendrá colocar artículos usados en un segundo piso o mezzanine. Aproximadamente se necesitarán 4.64 metros cuadrados por operario de mantenimiento, excluyendo carpinteros, pintores y otros artesanos que guardan sus materiales y accesorios en sus talleres. En casos especiales, convendrá hacer un estudio de las necesidades de espacio, tomando en cuenta las circunstancias conocidas.

Las partes y materiales se guardarán de manera que su entrega sea rápida a los operarios de mantenimiento. En la distribución ilustrada en la figura 5.1, deberá abrirse una ventanilla de entrega a cada extremo del almacén. Las partes necesarias para los departamentos de troquelados, labrado y cabeceado, se colocarán en el extremo izquierdo, y los de los departamentos de montaje, niquelado y soldadura mecánica, al extremo derecho. Todo se pondrá en lugares fácilmente accesibles, con base en la frecuencia del empleo y tipo de las piezas.

La mayoría de los entrepaños serán de 23 centímetros de ancho, 23 de alto y 30 de profundidad. Aunque es difícil predecir el número de entrepaños que se necesitarán, puede anticiparse que, para empezar, un 80 por ciento será de las medidas citadas. Un receptáculo abierto, con divisiones, deberá contener tuercas, pernos, clavos, tornillos y otros artículos estándar.

## b) Métodos de almacenamiento

La primera decisión que hay que tomar es -- respecto a lo que debe almacenarse. Esto, desde -- luego, depende de las circunstancias particulares; pero hay varios principios que pueden servir de -- guía. El primero, que los artículos grandes, voluminosos y especiales, se almacenarán cerca del punto donde se vayan a usar (almacenes de repuestos -- especiales). Esto disminuye las maniobras y pérdidas de tiempo en su traslado. El segundo principio es que todo artículo expuesto a la posibilidad de hurtos, se guardará en un almacén bajo control. -- Las piezas muy costosas o delicadas, como válvulas electrónicas, reóstatos, excitatrices, dispositivos para prueba y motores de engranes, se guardarán también en el almacén.

En cuanto a tuercas, pernos, tornillos, fusibles eléctricos, bandas y otros artículos de uso común y constantes, se ubicarán al frente del almacén, con objeto de que el almacenista no tenga que caminar mucho y que el mecánico que los solicita -- no pierda tiempo aguardando. Se deberá tener a la mano pequeñas cantidades de estos artículos, en al



macenamiento no controlado, para que dispongan de ellos fácilmente los mecánicos de área. Las cajas de interruptores eléctricos, motores de repuesto y otros artículos que se usen de cuando en cuando, se guardarán al fondo del almacén o en un segundo piso. El objetivo será utilizar lo mejor que se pueda el espacio disponible, a la vez que atender en el menor tiempo las demandas de los artículos que se usen con frecuencia.

Se destinará bastante espacio en los anaquelles, para engranes, fusibles, bombillos eléctricos, brochas, interruptores eléctricos, conexiones de tubería, etcétera. En algunos casos será aconsejable fijar un lugar específico para todas las partes de alguna unidad importante de equipo.

Madera para los carpinteros, hojas de metal para los hojalateros, pintura para los pintores y otros artículos de este tipo, suelen almacenarse en o cerca de los talleres respectivos, con objeto de economizar tiempo.

### 5.3.- CANTIDADES NECESARIAS

Las cantidades a almacenar varían según el tamaño de la empresa y el ramo industrial. Sin embargo, pueden considerarse varios aspectos útiles. La finalidad básica de un almacén es proporcionar cantidades normales y razonables de materiales y accesorios que se necesitan para que los tiempos de paro sean mínimos y mantener la fábrica en funcionamiento.

La mayor parte de materiales, accesorios y partes de repuesto se almacenan sobre una base de máximo-mínimo. La cantidad mínima es la considerada ligeramente mayor que la suficiente para durar desde el momento en que se llega al mínimo, hasta que una entrega normal restituya el nivel. La cantidad máxima se finca en consideraciones económicas. Por una parte se puede desear fijar el máximo como la cantidad sobre el mínimo que permitirá comprar una cantidad que represente un precio bajo. Por otra, es menester recordar que todo lo almacenado tiene que pagar su sitio de espacio de almacenaje, inversión de capital y pérdida de los intereses sobre ese capital invertido; además, los artículos, en un momento dado, pueden caer en desuso, haciendo que gran parte de la inversión se pierda. Como si esto fuera poco hay organismos del gobierno que imponen un impuesto de propiedad sobre los inventarios de partes de repuesto, lo mismo que sobre productos. Al determinar la existencia máxima, debe tenerse en cuenta también lo que se necesitaría en el caso de que tuvieran lugar dos o tres descomposturas de importancia al mismo tiempo. Esto no es raro en una fábrica de tamaño mediano o grande, y debe ser tomado en cuenta al decidir sobre existencias máximas tales como chumaceras, que a menudo son intercambiables entre diferentes máquinas.

Cuando se utiliza maquinaria de diferentes fabricantes, conviene estudiar sus necesidades de cojinetes o chumaceras, con objeto de determinar las posibilidades de intercambiabilidad entre las distintas máquinas. A fin de ahorrar tanto en la

compra como en el almacén de las chumaceras, varias instalaciones de montaje de automóviles ordenan dicho artículo para maquinaria accionada con aire comprimido por el número de fabricantes de chumaceras, más bien que por el del fabricante de la máquina. Como los estudios indican que surtirse de dos a cinco proveedores da por resultado entregas más rápidas y mejores precios competitivos, es conveniente proceder así. Esta clase de estudios son factibles y útiles con relación a otros artículos.

El tiempo de entrega es un factor importante a considerar para establecer cantidades máximas y mínimas. En los artículos que el proveedor surte con prontitud, el saldo máximo de inventario puede ser disminuido. Los artículos que tienen plazos de entrega largos, a menudo se tardan todavía más, porque por lo regular son complicados y pueden sufrir demoras en la fabricación. Por desgracia, son la clase de piezas o artículos que pueden paralizar por completo una máquina o la fábrica entera. Las cantidades máximas de piezas intercambiables, como son accesorios de cañería y brochas, pueden ser mantenidas bajas, porque casi siempre hay fuentes próximas de abastecimiento.

Al fijar las cantidades para existencias, hay que recordar que muchas piezas pueden reconstruirse de una manera económica, mediante soldadura por roció u otras, regresándolas al inventario y reduciendo con ello los saldos del mismo.

Muchos abastecedores mantienen existencias de partes para entrega inmediata. Aun cuando no

suelan hacerlo normalmente, puede persuadirseles a que lo hagan, aun cuando el volumen de compras no sea elevado. Esta clase de servicio al cliente cada vez es más común, ya que los proveedores buscan ganar pedidos y tener contentos a sus clientes.

La mayoría de los fabricantes de maquinaria suministran, al serles solicitada, una lista de cantidades máximas y mínimas que recomiendan se tengan en existencia de las partes de repuesto. Conviene tomar en cuenta estas sugerencias; pero habrán de modificarse cuando sea necesario, pudiendo combinarse con las necesidades particulares. En cuanto a las cantidades correspondientes a piezas intercambiables, pueden ser ajustadas, dependiendo de las circunstancias especiales que concurren.

Si la experiencia que se ha tenido con una determinada pieza no ha sido satisfactoria, conviene pedirle al fabricante que la surta en un material más resistente, duro o mejor. Si la solicitud se rechaza, se puede hacer que los dibujantes de la empresa la detallen en forma de plano, buscando perfeccionarla para que rinda mejor servicio, y luego mandarla a hacer en un taller. Aun cuando el costo de ordenar pocas piezas de un artículo puede ser elevado, es probable que convenga con tal de lograr una duración mayor de la pieza y evitar los paros y pérdidas en la producción.

#### 5.4.- ENTREGA DE PIEZAS DE REPUESTO

Cuando se planea un trabajo deberá hacerse una lista de las piezas de repuesto que se necesitan para llevarlo a cabo. Estas piezas se entregarán en el lugar de la reparación por el personal del almacén, con anterioridad al momento en que se iniciara aquélla, a efecto de que no incurra ninguna demora en la ejecución del trabajo. Muchas empresas han elaborado sistemas para efectuar dichas entregas. A menudo se recurre a carros o bicicletas de tres ruedas, con pequeños portabultos para que los mecánicos reduzcan su tiempo de traslación entre el lugar de trabajo y el almacén. Instalar aparatos telefónicos en lugares apropiados en todo el recinto de la fábrica, permitirá que los operarios de mantenimiento hagan pedidos a los almacenes y reciban así lo que necesitan, con mayor rapidez reduciéndose con ello el tiempo de ejecución del trabajo encomendado y el tiempo de paralización de la máquina.

Una eficaz comunicación y transportación son tan esenciales para un eficiente manejo de las piezas en existencia, como lo es el tamaño y ubicación del almacén.

#### 5.5.- REGISTROS

La documentación debe reducirse al mínimo. El sistema ideal es el que utiliza equipo electrónico de procesamiento de datos y un inventario perpetuo. Los saldos máximos y mínimos se revisarán a intervalos de seis meses a un año. La fig. 5.2 pre

### AVISO DE CAMBIO MATERIAL DE MANTENIMIENTO

Descripción del artículo	Número de identificación			
	Tipo de cambio		Fechas de expedición	
No. de Ident. del proveedor (si se conoce)	Canc. comp.	Otro cambio	Especific. prev.	Está especific.

#### DATOS DE USO ESPECIFICO

#### DATOS DE NECESIDADES

Se usa para (No. de parte y operación; descrip. del equipo, etc.)			Unidad de medida	Costo unitario real	Cambiar cantidad	
					De	A
Número de serie de máquina			Número de marbete metálico		Existencia mínima	
Sustituye artículo No.			Sustituido por artículo No.	Fecha efectiva	Existencia máxima	
Motivo del cambio			Utilización estimada		Meses	
No. repetitivo (Ordenar para uso inmediato solamente)						
<input checked="" type="checkbox"/>	Qué se recomienda hacer con el material cancelado		Costo de cambio de especificación			
			Inventado	O.P. canc.	Reacond	Total
	Consumir el saldo antes de implantar el nuevo artículo		Cantidad			
	Utilizarlo en lugar de		Valoración ampliada			
	Reacondicionarlo a (Ver cambio de costo de especificación)		Lo consume	Concurrencia el Depto. No.		Jaula No.
	Venderlo a desperdicio		Especif. Depto. No.	Originador		Aprobado

FIG. 5.2. AVISO DE CAMBIO : MATERIAL DE MANTENIMIENTO.

senta una forma típica de aviso de cambio, que se utiliza para revisar las cantidades en existencia. A intervalos, el costo del inventario de piezas disponibles se divide por el costo promedio de las piezas empleadas por mes en los seis o doce meses anteriores. Esto indicará el número de meses que durará el saldo existente, con base en el consumo real. Debido a la posibilidad de que haya muchos artículos, uno de cada modelo, es probable que el número de meses cubiertos por la existencia sea mayor de lo esperado. Se puede entonces establecer un estándar, con base en la situación particular, para el número de meses de existencia que se desee en el inventario.

Cuando se analicen las cantidades a tener en almacén, el personal de mantenimiento deberá estar siempre alerta a la posibilidad de que existan mejores materiales o una forma más apropiada de efectuar el trabajo con mayor beneficio para la empresa. En lugar de tener en existencia 40 distintos lubricantes, tal vez sea posible consolidar los diferentes tipos y sólo almacenar siete. También -- pudiera ser factible emplear filtros de papel tratado, en lugar de los de fibra de vidrio desechables. Cuando los fallos de sellos de soporte ordinario sean numerosos, puede resultar ventajoso instalar sellos mecánicos. Si las compras anteriores de acero han sido hechas a distribuidores, tal vez convenga prever el consumo que se vaya a hacer de dicho material y adquirirlo al mayoreo a precio más bajo. Cuando las cadenas de acero suave de un transportador se desgastan por una atmósfera abrasiva, se les puede sustituir a veces con cadenas -

de acero que contengan un 11 a 14 por ciento de manganeso (acero austenítico), ahorrando dinero. La sustitución de fusibles eléctricos de elemento sencillo, por fusibles de doble elemento, evita con frecuencia las costosas interrupciones de energía eléctrica. Estas son unas cuantas de las muchas situaciones que pueden revisarse al analizar las cantidades de inventario. Debe recordarse que se puede aplicar muy bien la ingeniería de valores a las prácticas y almacenes de mantenimiento del mismo modo que se hace con la producción.

En el caso de fábricas pequeñas y medianas, el empleo de requisiciones volantes (véase la figura 5.3) es muy conveniente, porque con ellas se elimina tener que redactar toda la información pertinente cada vez que se ordenen partes. Además, la requisición volante proporciona un registro compuesto de todas las compras y entradas. Puede convenir también una tarjeta de inventario como la del modelo en la figura 5.4.

De cualquier forma, siempre deberá haber un registro del número de pieza por fila y compartimiento de almacén, así como las cantidades máximas y mínimas a tener en existencia.

En empresas pequeñas el único registro que se necesita es el marbete de anaquel.

El departamento de compras tiene que hacerse responsable de conseguir los mejores precios, pero sin sacrificar la calidad. Si se necesita hacer alguna sustitución en alguna máquina, es indispensable que sea aprobada por el departamento de mantenimiento antes de que proceda a comprarse la pieza



**REQUISICION VOLANTE**

NOMBRE DE LA PARTE \_\_\_\_\_ NUMERO DE LA PARTE \_\_\_\_\_

QUIEN LA USA \_\_\_\_\_ MAXIMO \_\_\_\_\_ MINIMO \_\_\_\_\_

PROVEEDOR \_\_\_\_\_ PRECIO \_\_\_\_\_ ENTREGA \_\_\_\_\_

PROVEEDOR \_\_\_\_\_ PRECIO \_\_\_\_\_ ENTREGA \_\_\_\_\_

PROVEEDOR \_\_\_\_\_ PRECIO \_\_\_\_\_ ENTREGA \_\_\_\_\_

PARTE INTERCAMBIABLE No. \_\_\_\_\_

REFERENCIA DE NUMERO \_\_\_\_\_ TAMAÑOS \_\_\_\_\_

---

N-Compra normal  
COMPRAS T-Teléfono  
A-Activar

Fecha de requisición	Fecha de entrega que se necesita	Cant.	Aprobación	Fecha de compra	Proveedor No.	Orden de compra No.	Cantidad comprada	Procedimiento N, T o A	Entrega requerida	Fecha de recepción	Lugar de la existencia
Estas columnas pasan al dorso											

FIG. 5.3. REQUISICION VOLANTE

**TARJETA DE CONTROL DE ALMACEN** PARTE NUMERO. \_\_\_\_\_

NOMBRE DE LA PARTE \_\_\_\_\_ MAX. \_\_\_\_\_ MIN. \_\_\_\_\_

QUIEN LA USA \_\_\_\_\_ SERIE No. \_\_\_\_\_

PARTE INTERCAMBIABLE No. \_\_\_\_\_

PLAZO DE ENTREGA NORMAL \_\_\_\_\_ VALOR \$ \_\_\_\_\_

UBICACION EN EL ALMACEN: FILA \_\_\_\_\_ ANAQUEL \_\_\_\_\_ COMPARTIMIENTO \_\_\_\_\_

Recibido			Retiros			Salda disponible	Recibido			Retiros			Salda disponible	Ubicación en alm.
O. O.	Fecha	Cant.	Req. No.	Fecha	Cant.		O. O.	Fecha	Cant.	Req. No.	Fecha	Cant.		
Estas mismas columnas al dorso														

FIG. 5.4. TARJETA DE CONTROL DE ALMACEN

requerida, pues, de lo contrario, el daño causado al equipo y un costo y tiempo de paro excesivos, - podrían ser el resultado de una omisión en este as pecto.

a) Empresas pequeñas (hasta con 30 mecánicos)

En las empresas pequeñas, tal vez sea sufi--  
ciente con uno o dos supervisores de mantenimiento.  
En este caso, la documentación debe mantenerse al  
mínimo.

El único registro de partes será el número -  
y cantidades máxima y mínima de las mismas, anota--  
dos en la tarjeta de compartimiento. Esto suele -  
ser suficiente, ya que el control es virtualmente--  
personal. Por lo regular, el supervisor entrega a--  
sus mecánicos las partes necesarias, con lo que es  
indispensable hacer uso de boletas de retiro. Sin  
embargo, se proporcionará una forma que deberá fir--  
marse para que se puedan llevar al día los regis--  
tros y ordenar de inmediato la reposición de exis--  
tencias.

Cuando se trate de operaciones de un solo -  
turno, no es necesario que haya personal de planta  
que atienda el almacén, ya que de esto se pueden -  
encargar el supervisor o supervisores de manteni--  
miento, el supervisor de producción tendrá en su -  
poder la llave del almacén y acompañará al mecáni--  
co para retirar lo que necesite del mismo, o bien--  
se le puede confiar a uno de los mecánicos dicha -  
llave.

b) Empresas de tamaño mediano (30 a 300 mecánicos)

Las empresas de tamaño mediano necesitan registros de control, aunque no sean del tipo electrónico de procesamientos de datos. Las formas que aparecen en las figuras 5.3 y 5.4 sirven para dicho control y se llenan manualmente.

c) Empresas grandes (más de 300 mecánicos)

Las empresas grandes necesitan del procedimiento electrónico de datos (PED), que proporciona los datos necesarios en forma rápida y a costo mínimo.

Los informes de PED señalarán que artículos se encuentran por debajo del mínimo fijado, o de cuáles ya no hay existencia. También apuntarán cuáles artículos no tienen suficiente movimiento y cuáles es probable que entren en desuso. Además, dichos informes mostrarán usos anormales de renglones costosos y artículos que requieren de plazos largos para su entrega por el proveedor, así como otros datos importantes.

Aún cuando hay empresas grandes que piensan que la función de almacén no es lo bastante importante para garantizar la instalación de un proceso electrónico de datos, un estudio completo de los costos en esa área, incluyendo producción pérdida, inversión en existencia y obsolescencia, suelen justificar su empleo. Mediante su uso, el personal encargado de los registros se reduce al mínimo, con sólo una supervisión normal del almacén.

El inventario perpetuo se mantendrá al corriente y en forma simple, utilizando el sistema PED. Las boletas para el retiro de artículos del almacén se preperforarán y las transacciones se deducirán mecánicamente del saldo existente. Los recibos también se preperforarán con base en el informe de recepción, y se aumentan al saldo. En el caso de necesitarse, se puede preparar una tabulación de saldos diaria o semanal, con los números de artículos y nombres de los departamentos -- consumidores. Periódicamente, sea mensual o trimestralmente, este registro se comprobará y ajustará mediante un inventario físico. Las órdenes de compra se pueden elaborar con dicho equipo al llegar las cantidades al mínimo. Las tabulaciones mensuales de costo de inventario son también fáciles de elaborar.

## CAPITULO VI

## PLAN PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL PARA UNA INDUSTRIA DE TAMAÑO MEDIANO

Debido a los problemas por los que atraviesa actualmente la industria con respecto a los paros no previstos de la maquinaria y equipo, se hace necesario planear y establecer una organización que obedezca a la óptima funcionalidad de un sistema de operación que asegure el logro de los objetivos de un departamento de mantenimiento en forma eficiente y productiva para las industrias.

Por ello, en este capítulo se propone un plan de mantenimiento industrial para una empresa de tamaño mediano, ya que actualmente en nuestro país lo componen la mayor parte de este tipo de empresas; porque el mantenimiento de una fábrica cualquiera, es una pieza más del engranaje que forma la productividad, el ser productivo representa que se debe caminar hacia el objetivo principal de toda empresa: Las utilidades. Cada pieza defectuosa del engranaje mengua la productividad, al inte-

gnar las acciones, los sistemas, la organización, los controles con la orientación para cumplir con los objetivos departamentales, se está cumpliendo con la función dentro de la empresa para el logro de una mayor productividad.

Se ha mencionado que los objetivos de toda empresa deben estar encaminados a mejorar la productividad, es decir al mejor aprovechamiento de los recursos, por lo que el primordial objetivo del departamento de mantenimiento será el "evitar fallas en la maquinaria y equipo". Para esto se debe disponer del equipo para mantenerlo antes de que ocurran las fallas, por lo que como segundo objetivo será "disponer del equipo el tiempo justo requerido para mantenerlo en buenas condiciones de operación".

Desde luego, si la empresa no sabe que tanto tiempo es el "justo", debe de partir de sus condiciones iniciales para fijar una meta razonable (en base histórica) para cada objetivo, que una vez alcanzadas se cambiaran por otras más ajustadas y así sucesivamente hasta llegar a determinar cuál es su meta.

Para poder cuantificar las metas, se debe hablar en términos de Eficiencia de Operación de Mantenimiento, este concepto desde luego está íntimamente ligado con los paros.

Lo anteriormente expuesto debe dar resultado si se crea un Departamento que coordine, supervise y lleve a cabo un vasto plan ambicioso de mantenimiento, tanto correctivo como preventivo, siendo denominado dicho Departamento como Departamento de

## Planeación y Programación.

Una vez aprobado éste, se debe proceder a estructurarlo tomando como base la información técnica existente del equipo, experiencia de la gente involucrada en el conocimiento de la maquinaria y equipo y se debe proceder a diseñar además del manual de mantenimiento preventivo y correctivo, las formas necesarias para el control de las diversas actividades que conforman dicho plan de mantenimiento expuesta ya en el mencionado manual.

Las formas propuestas a diseñar son las siguientes:

- a) Orden de Trabajo.
- b) Tarjeta de Equipo.
- c) Boleta de Traslado de Maquinaria y Equipo, Inventariada.
- d) Historial del Equipo.
- e) Ficha Técnica.
- f) Plan de Mantenimiento Preventivo Anual.
- g) Programa de Actividades.
- h) Inspecciones Diarias.
- i) Situación de los Trabajos Retrasados.
- j) Máximos y Mínimos de Refacciones para Stock de Almacén.
- k) Registro Mensual de Averías.
- l) Averías Repetitivas del Equipo de Producción.

- m) Horas Perdidas por Averías del Equipo.
- n) Gráfica de Eficiencia de Operación de Mantenimiento
- o) Formas de Lubricación.
- p) Contabilización de las Formas de Lubrica-ción.
- q) Hoja de Control de Trabajos de Taller.

Estas formas propuestas, se explican y se encuentran anexas en el siguiente subtema.

- 1) Sistema de operación que debe llevar una fábr-ica.

Los objetivos de cualquier fábrica, deben estar encaminados a prevenir los problemas y resol--ver acertadamente los que se presenten, para ello se debe operar fundamentalmente bajo un "Sistema de Mantenimiento" que englobe todas las facetas - del mantenimiento que son:

- a) Mantenimiento Preventivo (MP).
- b) Mantenimiento Correctivo (MC).
- c) Trabajos Especiales.

En la figura 6.1 se presenta un diagrama del sistema de mantenimiento que se debe llevar en una industria y el cual se explica a continuación:



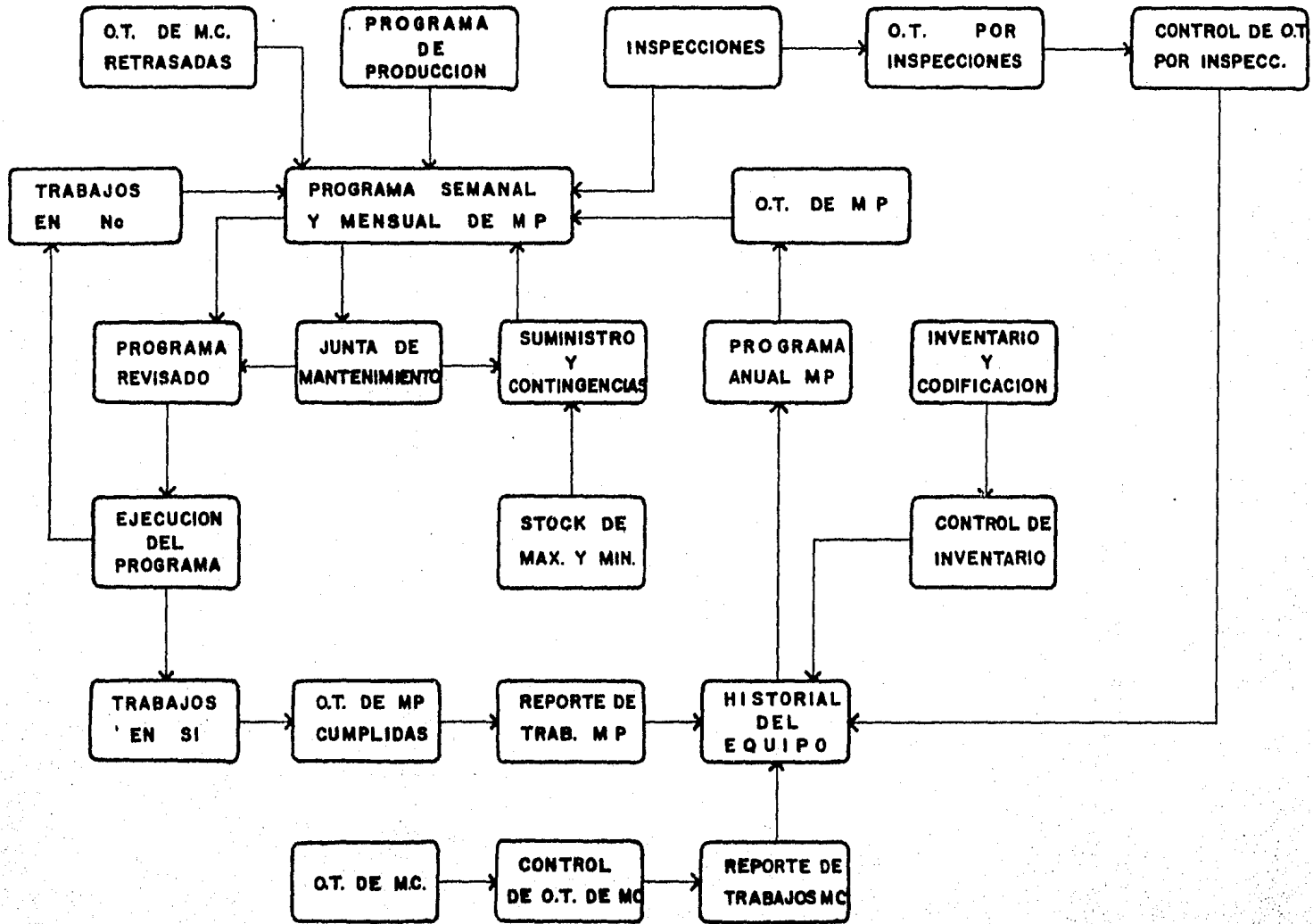


FIG. 6.1. SISTEMA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO

1.- Para la "Organización del Mantenimiento", el Departamento de Planeación y Programación debe tomar como primer objetivo, realizar el inventario del equipo y maquinaria con la que cuenta la fábrica, para posteriormente codificarlo partiendo así a una base sólida que permita llevar a cabo un eficiente servicio al equipo.

Por ello se debe realizar primordialmente el inventario del equipo para saber en todo instante:

- a) Ubicación de una máquina.
- b) Situación de una máquina.
- c) Máquinas afines a una determinada y por en de posibilidad de sustitución.
- d) Características más representativas.

La confección de dicho inventario tendrá como objetivo:

- El registro de todas y cada una de las má-- quinas y unidades a cargo de la empresa.
- Servir de base sobre la cual se desarrolle el sistema de conservación, al poder apli-- car a las máquinas un código y una terminología subjetiva.
- Comprobar la existencia de todas las unidades contabilizadas.

El inventario nos dirá como en la instala-- ción, donde está situada, cuál es su tamaño, su costo, de qué tipo de maquinarias y equiu

pos auxiliares dispone, cuál es el tipo de construcción y quizás también su valor de reposición.

Posteriormente se deberá codificar el inventario para:

- a) Dar un "nombre" más manejable que el propio de la maquinaria que a veces se presta a confusiones con otras máquinas (caso de bombas duplex o triplex, motores, etc.)
- b) Facilitar el archivo y ordenación de todos los documentos, que hagan referencia a cada máquina (catálogos, planos, fichas históricas, listas de repuestos, cotizaciones, etc.)
- c) Dar acceso a una fácil mecanización de la información, y en resumen para facilitar el control.

Para la codificación del equipo, aprovechar los centros de costos. Así como en algunas ocasiones la numeración ya establecida del equipo; todo esto con la finalidad de que el personal se adapte más rápidamente a dicha codificación. Así mismo la documentación del equipo se encontrará con el centro de costo y referencia.

Una vez que se tenga debidamente inventariada y codificada la maquinaria es conveniente "Etiquetarla", físicamente por dos razones:

- a) Para facilitar su localización y evitar confusiones con otras máquinas similares.
- b) Para controlar las máquinas "Móviles".

La forma de etiquetarlas será de acuerdo a la característica de cada máquina. A unas se les pintará el código a otras se les colgará una chapa con remaches "pop" o se les colgará un letrero, -- etc. Por ello se debe hacer un estudio físico de la necesidad de cada máquina, para determinar qué tipo de etiqueta llevará.

Con el objeto de que el personal de Mantenimiento y Producción sepa el lugar exacto donde se encuentra localizado el equipo, se deberá elaborar un croquis por cada división, donde se establecerá su ubicación exacta así como su código respectivo. Huelga decir que en ellos no aparecen los equipos "móviles" y los de refacción, los cuales también se codificarán.

Finalmente la información recabada en el inventario se llevará al sistema de tarjetas a la vista (Anexo No. 1) y para mantener al día el inventario se debe auxiliar de la forma "Boletín de traslado de maquinaria inventariado" (Anexo No.2), con el que se controlaran los cambios de ubicación del equipo, así como las altas y bajas del mismo.

2.- Después de haber realizado el inventario y codificación del equipo, se debe vaciar la información obtenida en el historial del equipo.

El historial del equipo tendrá como finalidad llevar un registro de todo cuanto ocurre al equipo, tales como: Modificaciones, Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Preventivo, Servicios, etc. vaciándose esta información en la tarjeta del Anexo No. 1.

También en dicho historial de equipo, se concentran toda la información técnica y administrativa del mismo, como lo son: Manuales, planos, catálogos, cotizaciones, requisiciones, etc., los que se llevarán en folders para cada equipo, registrándose el contenido en la forma de "Historial del Equipo" (Anexo No.3).

El historial se irá incrementando a medida que solicitemos manuales de operación y mantenimiento, catálogos, etc. a los diferentes proveedores de maquinaria. También fuente de información muy importante son las Ordenes de Trabajo (O.T) ejecutadas por MP y MC y por inspección.

Al archivar correctamente el historial del equipo se tendrá toda la información necesaria y referente al mismo, de una forma rápida y confiable.

- 3.- Toda vez que se lleve a cabo un inventario y un historial del equipo estamos en posibilidades de formular un plan anual de MP para las tres divisiones seleccionando aquellos problemas que son repetitivos con cierta frecuencia y de la información técnica que se tenga de la máquina. Este plan debe formularse para cada máquina y equipo en particular auxiliándose con la forma "Plan de Mantenimiento Preventivo" (Anexo No. 4), el cual llevará la información a efectuar, la frecuencia con que se va a realizar dicha operación así como las horas hombre de mano de obra que se considera, se llevará para efectuar dicha operación o actividad.

Del programa anual se derivarán los programas semanales y mensuales del MP (Anexo No. 5).

- a) El Departamento de Planeación y Programación revisará cada semana este plan anual formulando un programa de mantenimiento preventivo semanal (Anexo No. 5) y una serie de O.T. en base a los trabajos que se puedan efectuar sin necesidad de parar la producción, o bien con paro auxiliándose del programa de producción de la semana para poder incluir trabajos de mantenimiento durante los paros por cambio de producto o porque no haya carga de trabajo para un equipo o parte de él, con el objeto de reducir el tiempo de paro en el MP mensual.
- b) El programa mensual de mantenimiento preventivo se elaborará en base a lo siguiente:
  - A la revisión del programa anual en donde indicara a que equipo y qué actividad específica le corresponde esa fecha.
  - A las anomalías detectadas en las inspecciones (Anexo No. 6) del equipo llevadas a cabo por parte de los inspectores del Departamento de Planeación y que no se pudieron corregir cuando se descubrieron por ser necesaria su reparación con máquina parada. Conforme el plan anual se vaya delineando, este tipo de anomalías detectadas por inspección deberán reducirse a cero.
  - A las O.T. retrasadas que no se hayan efec

tuado por falta de material o porque se - tratase de una modificación, incluyéndose estas actividades asegurándose que ya no - exista ninguna contingencia que impida su realización, esta fuente de alimentación - al programa mensual de MP deberá reducirse a cero conforme el programa de MP se - vaya perfeccionando. Así mismo, la forma - "Situación de los trabajos retrasados" - (Anexo No. 7) entrará en desuso.

- 4.- Ya que esté elaborado el programa de MP se deberá realizar una junta de Mantenimiento donde se de a conocer el programa a las diferentes - especialidades de Mantenimiento para que con sus experiencias, mencionen las limitaciones especiales que puedan surgir en cuanto al personal, materiales y refacciones, para que en el aspecto del personal se ajuste el tiempo de paro de acuerdo a las actividades por realizarse y el personal disponible.

Con lo que respecta al material y refacciones - necesarias, se debe revisar el stock de máxi-- mos y mínimos del almacén (Anexo No. 8)(véase - Cap. V), y si alguna actividad no se puede rea - lizar por falta de refacciones, se sacará del - programa dejándose pendiente para el siguiente, a la vez que se elaborarán las requisiciones - correspondientes.

- 5.- Una vez analizado lo anterior, se debe enviar - una copia del programa revisado a cada partici - pante junto con las O.T. respectivas correspon - dientes a su especialidad.

- 6.- Cada especialidad será responsable de realizar trabajos programados con la mejor calidad y de acuerdo a los tiempos estimados, resolviendo cualquier contingencia que se presente en el momento.

Por su parte el Inspector de Planeación y Programación encargado de esa área estará supervisando los problemas que se susciten y tomarlos en consideración para la siguiente programación.

- 7.- Las O.T. ejecutadas deberán regresar al Departamento de Planeación para que se anoten en el registro e historia (Anexo No. 3 y 5) teniendo con esto cada día más información del equipo, mejorando así el plan anual.

En base a las O.T. se tendrá un control de los tiempos programados y los tiempos reales, elaborando un informe de la eficiencia del MP.

- 8.- A los trabajos que no se llevaron a cabo se les deberá hacer un análisis para determinar las causas por las que no se efectuaron y se reprogramarán para seguir así el ciclo de MP.

- 9.- En cuanto al mantenimiento correctivo, se hará un reporte de las fallas ocurridas durante el mes a cada uno de los equipos (Anexo No.9), las averías repetitivas del equipo durante el mes (Anexo No. 10) llenándose también un record de las horas perdidas en cada mes del año lectivo (Anexo No. 11) graficándose posteriormente en el Anexo No. 12 la eficiencia por Mantenimiento.



10.-Como se ve en los puntos anteriores, tanto el MP como el MC se llevan a cabo mediante omisión de la O.T. que se debe llevar con éxito en cualquier empresa.

A continuación se hace una descripción de la forma en que debe ser llenada una orden de trabajo O.T. (Anexo No. 13).

- Prioridad.

Como no todos los trabajos realizados por mantenimiento presentan la misma urgencia se debe establecer una prioridad con la cual se indicará el tiempo en que se comprende que puede ser realizado el trabajo, además de la gravedad del mismo, se propone la siguiente clasificación:

Extra Urgente E Máximo un día para su ejecución.

Urgente U Un día a 2 semanas para su ejecución.

Prioridad A De 2 a 3 semanas para su ejecución.

Prioridad B Más de 3 semanas para su ejecución.

- Planta (Tratándose de una empresa Siderometalúrgica).

El solicitante anotará la planta de que se trate.

- Aceración

- Acabado

- Forja
- Taller mecánico
- Etc.

- Sección.

El solicitante anotará el Departamento donde será efectuado el servicio.

- Equipo.

Anotará el solicitante, nombre del equipo al que se le va a realizar el trabajo.

- Código.

El solicitante anotará el número del código de la empresa.

- Tipo de servicio que se solicita.

Los tipos de trabajo vienen estipulados en cada O.T. que para uniformidad de criterios los definimos así:

- a) Nuevo montaje.- Las intervenciones solicitadas a Mantenimiento para el montaje de una nueva instalación o para la ampliación de una ya existente.
- b) Mejoras o modificación.- Las intervenciones solicitadas para cualquier modificación respecto al montaje o instalación primitiva y/o que trae consigo una mejora en el funcionamiento de la máquina o instalación.

- c) Equipo auxiliar.- Las intervenciones al -  
equipo de reserva toda vez que éste cum--  
plió su cometido de suplir al principal -  
o periódicamente para tener la certeza de  
su óptimo funcionamiento.
  - d) Avería.- Las intervenciones a máquinas -  
provocadas por paros imprevistos de la -  
misma, o por anomalías importantes que -  
obliguen al paro.
  - e) Preventivo.- Las intervenciones motivadas  
por la realización del programa anual, ya  
sea de mecánico, eléctrico o instrumentista.
- Indicación de cómo debe realizarse el traba-  
jo.

El solicitante anotará colocando una X en el  
cuadro respectivo, las condiciones en que -  
debe realizarse el trabajo:

- a) Máquina parada
  - b) Instalación parada
  - c) En próximo cambio de producto
  - d) En próximo paro
  - e) En cualquier momento
- Hágase con preparación de:

En este punto se debe seleccionar el tipo de  
trabajo a realizar, esta sección la llenará-  
el Departamento de Planeación, para efectos-  
de un programa de mantenimiento preventivo o  
trabajos especiales.

- Personal y tiempo
- Materiales
- Herramental
- S/croquis adjuntos
- C/croquis adjuntos
  
- Departamento.  
Se anotará con una X el Departamento al cual va dirigida la orden de trabajo.
  - a) Mecánico
  - b) Eléctrico
  - c) Instrumentación
  - d) Producción, etc.
  
- Trabajo solicitado.  
Descripción del servicio que se está solicitando, procurando hacer una descripción clara y concisa de lo que se desea.
  
- Nombre del solicitante.
  
- Fecha y hora de emisión anotada por el solicitante.
  - a) Fecha y hora de iniciación.- En este punto se anotará la fecha y hora en que fue solicitado.

b) Fecha y hora de terminación.- En este punto se anotará la fecha y hora en que es posible terminarlo de acuerdo a las características de la falla y necesidades de la planta.

- Trabajo realizado.

En este espacio anotará el ejecutor el reporte del trabajo realizado, en su respectiva hoja.

- Tiempo estimado.

Este espacio será llenado por el supervisor de turno, en caso de un programa de Mantenimiento Preventivo.

- Tiempo real.

Este espacio será llenado por el Departamento de Planeación.

- Límite de terminación.

En este espacio se anotará el máximo de tiempo que se pueda realizar el trabajo, siendo llenado por el emisor y/o el Departamento de Planeación.

- Nombre y categoría.

Se anotará el nombre y categoría del ejecutor y/o ejecutores, el cual será llenado por el supervisor y/o el Departamento de Planeación.

- Vo. Bo. Producción.

Esta será firmada de conformidad en la hoja del ejecutor al terminar el trabajo.

- Vo. Bo. Mantenimiento.

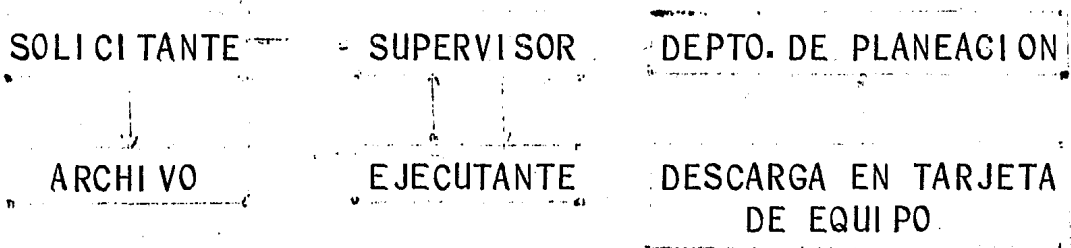
Será firmada por el supervisor, de enterado y en caso de ser emitida una O.T. por cualquiera de los Departamentos de Ingeniería de Planta solicitando un servicio a Producción y/o cualquier Departamento se firmará de conformidad.

A continuación se describe la secuencia de una O.T.

- 1.- Solicitante.- Emite la Orden de Trabajo entregándola al supervisor y quedando se con su copia.
- 2.- Supervisor.- Distribuye las Ordenes de Trabajo, entregando su respectiva copia al ejecutor, enviando la que corresponde al Departamento de Planeación y reteniendo su copia; en la hoja del ejecutor; en tiempos muertos de la O.T. se anotarían causas por las cuales no fue realizada dicha O.T.
- 3.- Ejecutor.- Anota el reporte del trabajo realizado, los materiales que ocupó, observaciones; respecto a los materiales deberá anotar cantidad y número de vale del material empleado.

- 4.- Departamento de Planeación.- Toma nota de la O.T. emitida y checa con la del ejecutor que el trabajo fue realizado descargando en su respectiva hoja de equipo.

#### DIAGRAMA DE BLOQUES DE UNA ORDEN DE TRABAJO



#### 11.-Implantación de rutinas.

Se elaborarán rutinas de mantenimiento para establecer rutinas de: lubricadores, mecánicos, eléctricos e instrumentistas (Anexo No. 14) y se deben controlar con las formas de "Contabilización de rutinas (Anexo No. 15). Estas formas serán de mucha utilidad para el mantenimiento preventivo, porque estableciendo rutinas, se asegura de que la maquinaria y equipo tenga constantemente servicios necesarios para su buen funcionamiento, disminuyendo con esto actividades en el mantenimiento programado que restarían tiempo para otras de mayor envergadura.

- 12.-Es necesaria la implantación de un control de trabajos realizados en los talleres de mantenimiento mecánico, eléctrico y de instrumentación, con la finalidad de saber los trabajos de taller que de las O.T. se derivan y así tener un conocimiento de todo cuanto ocurre para llevar a buen término la ejecución de una O.T., para ello se debe auxiliar del formato "Hoja de control de trabajos de taller" (Anexo No. - 16), esta hoja la debe llevar cada jefe de mantenimiento en sus diferentes especialidades.
  
- 13.-Se debe llevar a cabo un estudio sobre la adecuada lubricación a las partes del equipo que así lo requieran, ya que actualmente la lubricación no es muy tomada en cuenta por las compañías, teniendo por consecuencia un acortamiento en la vida útil de las piezas componentes de los equipos motrices. El estudio conducirá a la elaboración acertada de las rutinas de lubricación.



DESCRIPCION DE MAQUINA										
PROVEEDOR NOMBRE Y DIRECC.		COMPRA			FECHA DE		FECHA DE NECES		COSTO	
		<input type="checkbox"/> NUEVA			NO. DE PEDIDO		PESO		COMPRA	
		<input type="checkbox"/> USADA							FLETE	
								TOTAL		
MODELO		TIPO			NO. DE SERIE		NO. DE ACT. FIJO			
LOCALIZACION		FECHA		DEPARTAMENTO			LOCALIZACION			
MOTORES										
MARCA	N.P.M.	TIPO	VOLTS	AMPS.	CICLOS	FASE	R.F.	CARCAN	SERIE No.	F.S.
ACCESORIOS										
DESCRIPCION								No. DE ACTIVO FIJO		
PARTES DE REPUESTO										
CODIGO DE FAB.	CODIGO EMPR.	FABRICANTE			ITEM			CANT.	COSTO UNIT.	



INDUSTRIA S.A.		FICHA TECNICA		PARTES MEC. Y ELECTRICAS	
CENTRO DE COSTO:		HISTORIAL DE EQUIPO		DIVISION:	
UBICACION: .....				HOJA DE .....	
<b>MOTOR</b> MARCA ..... MODELO ..... No. SERIE ..... ARMAZON ..... DISEÑO ..... POTENCIA ..... R. P.M. .... VOLTS ..... AMPS. .... FASES ..... RODAM. ....			<b>POLEA MOTRIZ</b> <b>MOVIDA</b> No. RANURAS ..... TIPO ..... Ø EXTERIOR ..... Ø INTERIOR ..... CUÑERO ..... MATERIAL ..... BUSHING .....		
<b>REDUCTOR</b> MARCA ..... SERIE ..... MODELO ..... POTENCIA ..... REL. VEL. ....			<b>POLEA ASTRIADA MOTRIZ</b> <b>MOVIDA</b> MARCA ..... No. DIENTES ..... PASO ..... Ø EXTERIOR ..... Ø FLECHA ..... CUÑERO .....		
<b>P. I. V.</b> MARCA ..... MODELO ..... SERIE .....			<b>CADENA</b> MARCA ..... PASO ..... TIPO ..... MTS. ....		
<b>CATARINA MOTRIZ</b> <b>MOVIDA</b> No. DIENTES ..... PASO ..... TIPO ..... Ø EXTERIOR ..... Ø FLECHA ..... CUÑERO ..... MATERIAL .....		<b>BANDA</b> MARCA ..... TIPO ..... No. .... CANTIDAD .....			
		<b>CHUMACERA L. MOTRIZ</b> <b>L. MOVIDO</b> MARCA ..... TIPO ..... Ø FLECHA ..... RODAMIENTO ..... CANTIDAD .....			
OBSERVACIONES .....					

INDUSTRIA, S.A.		HISTORIAL DEL EQUIPO				INFORMACION GENERAL	
EQUIPO _____ CODIGO _____				DIVISION _____			
MANUALES DE	SI	NO	SI	PRESTADOS EN PODER DE	PRESTADOS	DEVUELTOS	
INSTALACION							
OPERACION							
SERVICIO							
MANTENIMIENTO							
PLANOS DE	SI	NO	PLANERO No.	SI	PRESTADOS EN PODER DE	PRESTADOS	DEVUELTOS
INSTALACION							
OBRA CIVIL							
MECANICOS							
ELECTRICOS							
INSTRUMENTOS							
SERVICIOS							
MODIFICACIONES							
VARIOS	SI	NO		SI	PRESTADOS EN PODER DE	PRESTADOS	DEVUELTOS
CATALOGOS							
LISTA DE PARTES REPARC. RECOMENDADAS							
REPORTE DE PRUEBAS							
COTIZACIONES							
REQUISICIONES							
PEDIDO O. DE COMPRA							
PERMISO IMPORTACION							
COPIA DE FACTURA							
LISTA DE EMBARQUES							
FABRICANTE _____					TEL : _____		
PROVEEDOR _____					TEL : _____		
SERVICIO _____					TEL : _____		
OBSERVACIONES _____							



**PROGRAMA DE ACTIVIDADES**

PROYECTO \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_

No.	ACTIVIDAD																		
			[Diagonal hatching pattern]																

ANEXO No. 5

INDUSTRIA S.A.		INSPECCION					INSPECTOR _____
							DIVISION _____
							FECHA _____
CODIGO	EQUIPO	LIMPEZA	LUBRIC.	FUGAS	DESGASTE	MAL MANEJO	O. T. No.
	_____						
	_____						
	_____						
	_____						
	_____						
	_____						
	_____						
	_____						
	_____						
	_____						







INDUSTRIA S.A.		REGISTRO MENSUAL DE AVERIAS				DIVISION			
INSPECTOR _____			MES _____		HOJA _____		DE _____		
MAQUINA	O. T. No.	AVERIA Y OBSERVACIONES	COMENZO		FINAL		MINUTOS DE AVERIA	EJECUTORES	
	CODIGO		DIA	HORA	DIA	HORA			
<b>MINUTOS TOTALES</b>									

INDUSTRIA S.A.	AVERIAS REPETITIVAS DEL EQUIPO DE PRODUCCION DIVISION _____															EQUIPO _____ CODIGO _____ MES _____																
DETALLE DE LA AVERIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
TOTAL																																

INDUSTRIA S.A.	HORAS PERDIDAS POR AVERIAS DEL EQUIPO 190__									Vc. Bo. GTE. DE MTTO. DIV. _____			HOJA _____ DE _____
EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOV.	DIC.	TOTALES
TOTALES													

INDUSTRIA S. A.

DIVISION \_\_\_\_\_

	META	REAL

MES DE: \_\_\_\_\_


81 82 83  
(PROM. MENS.)

E F M A M J J A S O N D  
1 9 8 4

1a 2a 3a 4a 5a  
S E M A N A

REAL MES 

--	--	--

REAL ACUM. 

--	--	--

META MES 

--	--	--

META ACUM. 

--	--	--

DIFER. 

--	--	--



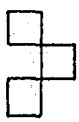
ANEXO No. 18

RESPONSABLE \_\_\_\_\_

PRIORIDAD <input type="checkbox"/>		ORDEN DE TRABAJO		Nº	
SOLICITANTE	PLANTA.....			EQUIPO: .....	
	SECCION.....			CODIGO.....	
NUEVO MONTAJE <input type="checkbox"/>	MEJORA O MODIFICACION <input type="checkbox"/>	EQUIPO AUXILIAR <input type="checkbox"/>	AVERIA <input type="checkbox"/>	PREVENTIVO <input type="checkbox"/>	
ESTE TRABAJO DEBE REALIZARSE			HAGASE CON PREPARACION DE		
MAQUINA PARADA			PERSONAL Y TIEMPO		
INSTALACION PARADA			MATERIALES		
EN PROXIMO CAMBIO DE PRODUCCION			HERRAMIENTAS		
EN PROXIMO PARO			S/ PLANOS ADJUNTOS		
EN CUALQUIER MOMENTO			S/ CROQUIS ADJUNTOS		
DEPTO.	MEC. <input type="checkbox"/>	ELEC. <input type="checkbox"/>	INST. <input type="checkbox"/>	PROD. <input type="checkbox"/>	
TRABAJO SOLICITADO.....					
NOMBRE DEL SOLICITANTE.....					
FECHA DE EMISION..				HORA :..	
FECHA INICIACION.....			FECHA TERMINACION.....		
HORA INICIACION.....			HORA TERMINACION.....		
TRABAJO REALIZADO.....					
TIEMPO ESTIMADO			TIEMPO REAL		
ORD.	EXT.	HH	ORD.	EXT.	HH
LIMITE DE TERMINACION			FECHA :		
			HORA:		
NOMBRE			CATEGORIA		Vo. Bo. PRODUCCION
SR.					Vo. Bo. MANTENIMIENTO
SR.					
SR.					
SR.					

DEPTO. DE PLANEACION

ANEXO No. 13

<b>INDUSTRIA, S.A.</b>	<b>RUTINA</b>	<b>DIVISION</b>																																																						
<b>MAQUINA CODIGO</b>		<b>No. RUTINA:</b>																																																						
<b>EJECUTOR ES:</b>																																																								
<b>MAQUINA EN:</b>	<b>PARO</b> <b>MARCHA</b> <b>PARO O MARCHA</b>																																																							
<b>FRECUENCIA</b>	<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td></tr> <tr><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td></tr> <tr><td>37</td><td>38</td><td>39</td><td>40</td><td>41</td><td>42</td><td>43</td><td>44</td><td>45</td><td>46</td><td>47</td><td>48</td><td>49</td><td>50</td><td>51</td><td>52</td><td></td><td></td></tr> </table>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																							
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36																																							
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52																																									
	L <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> J <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> <b>PARO      FRECUENCIA      SEMANAL</b>																																																							

INDUSTRIA, S.A.		CONTABILIZACION DE LAS RUTINAS				MECANICO ELECTRICISTA INSTRUMENTISTA LUBRICADOR			
DIVISION: _____		MES _____							
DIA	RUTINAS EXPEDIDAS	R. EJECUTADAS		TOTAL	No.	P	%		HORAS HOMBRE
				REALIZADAS	EJECUTADAS		V	O	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									

V: CUANDO SE REALIZA LA RUTINA Y LA MAQUINARIA SE ENCUENTRA EN ESTADO CORRECTO.  
 X: CUANDO SE REALIZA LA RUTINA Y SE ENCUENTRAN ANOMALIAS EN LA MAQUINARIA.  
 O: CUANDO NO SE A PODIDO REALIZAR LA RUTINA.  
 P: CUANDO SE ENCUENTRA LA MAQUINARIA PARADA/EN MARCHA Y NO SE PUEDE EJECUTAR LA RUTINA, PORQUE DEBE SER RUTINA DE MAQUINA EN MARCHA/PARADA.



INDUSTRIA S.A.

HOJA DE CONTROL DE TRABAJOS DE TALLER

DEPARTAMENTO \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_

TURNO \_\_\_\_\_ HOJA No. \_\_\_\_\_

CODIGO DEL EQUIPO	CORRECT. PREVENT.	O. T. No.	DESCRIPCION DEL TRABAJO	Vo. B. RESPONSABLE DEL TURNO		OPERARIOS No.	HORA DE		TIEMPO TOTAL (T <sub>2</sub> -T <sub>1</sub> )
				AL INICIO	AL TERMINO		INICIO T <sub>1</sub>	TERM. T <sub>2</sub>	

TOTAL

## 2) Control.

De alguna manera se necesita medir los resultados para conocer las desviaciones con respecto a las metas, y para ello se propone trabajar el siguiente método bajo los siguientes índices.

## Eficiencia de Operación de Mantenimiento.

Es un indicador que dice, que tan efectivos somos en nuestro trabajo ya que determina del tiempo que la máquina debió estar trabajando, el tiempo que realmente trabajó, debido a fallas y a la disponibilidad de la máquina por mantenimiento.

$$\text{EF. OP. MTO. MAQUINA} = \frac{\text{Tiempo Programado} - \text{Tiempos de Paros}}{\text{Tiempo Programado}} \times 100$$

Este índice se calculará por máquina y para ver la efectividad total a nivel planta, será la suma de horas-máquinas programadas y de paros las que se tomen en cuenta.

Si el valor de este índice disminuye estará diciendo que se está realizando mal la programación de los trabajos y la calidad de la ejecución; si se incrementa, indicará que se están mejorando ambas cosas.

El hecho de considerar que el tiempo progra-

mado está basado en que si la máquina está parada, no hay fallas, y si se efectúa una reparación cuando la máquina está parada por no tener trabajo, no se está afectando su productividad.

### 3) Objetivos.

Los objetivos que se cubrirán una vez que se hayan llevado a cabo los puntos antes mencionados, son fundamentalmente el minimizar los paros en el equipo por mantenimiento, disminución del tiempo extra por mantenimiento al equipo y por consecuencia un aumento de producción con menos costos.

Se espera que dicho plan propuesto, sea de gran ayuda para lo que respecta al Mantenimiento Industrial de las Industrias de nuestro país.

Por último a continuación se detallan una vez más los beneficios que se obtienen con el Mantenimiento Preventivo:

- a) Disminuye los paros por tiempo extra de los -- trabajadores de mantenimiento, en ajustes y en reparaciones en paros imprevistos.
- b) Menor número de reparaciones en gran escala y de reparaciones repetitivas, por lo tanto, menor acumulación de la fuerza de trabajo de mantenimiento y del equipo.
- c) Disminuye los costos de los desperfectos sencillos realizados antes de los paros imprevistos, debido a la menor fuerza de trabajo, a las pocas técnicas empleadas y a la menor cantidad -

de partes que se necesitan para los paros, planeados, en relación con los no previstos.

- d) Menor número de productos rechazados, menos - desperdicios, mejor control de calidad, debido a la correcta adaptación del equipo.
- e) Aplazamiento o eliminación de los desembolsos - por reemplazo prematuro de maquinaria o equipo, debido a la mejor conservación de los activos - e incremento en la vida probable.
- f) Menor necesidad de equipo en operación, redu- - ciendo con ello la inversión de capital.
- g) Reducción de los costos de Mantenimiento, de - mano de obra y materiales, para las partidas - de activos que se encuentran en el programa.
- h) Identificación de las partidas con los altos - costos de mantenimiento, lo cual lleva a inves- tigar y corregir causas como:
  - 1.- Aplicación inadecuada
  - 2.- Abuso del operador
- i) Cambio del mantenimiento deficiente de "paros" a mantenimiento programado, menos costos, con- lo que se logra mejor control del trabajo.
- j) Mejor control de refacciones, lo cual conduce - a tener un inventario mínimo.
- k) Mejores relaciones industriales, por lo que - los trabajadores de Producción no sufren deten- uciones involuntarias o pérdidas de las bonifi- caciones por incentivos provenientes de los pa- ros imprevistos.

- l) Mayor seguridad para los trabajadores y mejor-protección para la planta.
- m) Mayor eficiencia de la planta, disminuyendo -- los costos totales de producción.

MENOS PAROS DEL EQUIPO = MAYOR PRODUCCION A MENOR COSTO

## CAPITULO VII

RELACION DE LA NORMALIZACION CON EL  
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL7.1.- NECESIDAD DE LA NORMALIZACION EN EL MANTENI-  
MIENTO INDUSTRIAL.

Desde hace ya bastante años, a medida que vamos avanzando en el transcurso del tiempo, nos vemos más precisados a considerar que la idea de normalización debe penetrar dentro de la industria y extenderse todo lo posible en buena parte de las actividades humanas; hoy en día nadie duda de su influencia beneficiosa en la evolución de la técnica y de la economía.

La normalización nos concierne a todos, tanto al fabricante como al consumidor, ya que consiste en la adopción y en la utilización de lo mejor que hay en la inmensa cantidad de conocimientos y de experiencias de la vida diaria.

Normalizar significa pensar y trabajar económicamente; no hay duda que la normalización bien -

aplicada constituye siempre un progreso, puesto - que es la mejor base de partida para llegar a la - racionalización. Normalización equivale a unifica- ción y se define como el establecimiento de leyes- para la unificación de las dimensiones y caracte- rísticas de herramientas y productos para simplifi- car la producción y disminuir los precios de cos- tos, y racionalización equivale a simplificación.- Por ello la normalización y la racionalización con- tribuyen a disminuir el esfuerzo y aumentar el ren- dimiento. Casi siempre la primera debe preceder a- la segunda. Las normas no siempre consiguen ventaj- as inmediatamente apreciables; por otra parte, - nunca son definitivas, porque deben a veces ser co- rregidas o modificadas a causa de mejoras obteni- das con ciertos progresos en los procedimientos de fabricación, o bien, a causa de una modernización- de los productos o de nuevos métodos que son conse- cuencia de variaciones de las propiedades de las - primeras materias.

El valor de una norma depende en parte de - las ventajas que produce y del momento de su apli- cación; estos dos factores pueden determinarse por la utilidad de la materia u objeto normalizado y - por el tiempo disponible hasta el momento de intro- ducción de la norma. El número de piezas a fabri- car o la amplitud del campo de aplicación de la - norma, y la economía que se obtiene, tienen tam- - bién influencia sobre el valor de la misma.

A consecuencia del crecimiento de la indus- tria en el mundo y que día a día se hace necesario el desarrollo de nuevos procesos de fabricación pa

ra la obtención de diversos productos que satisfagan la demanda y necesidades actuales, se requiere entonces de equipos que ayuden a tal fin. Muchas veces debido a la aceleración tecnológica y a la competencia que existe entre las diferentes industrias, el equipo que comúnmente se utilizaba pasa entonces a ser obsoleto por lo que se requiere entonces el diseño y fabricación de equipo cada vez más complejo y por lo mismo un aumento en sus costos, el cual frecuentemente implica de un tiempo largo para su realización.

Por esto es necesario, en el mundo industrializado en que vivimos, establecer criterios que siendo comúnmente aceptados por todos, simplifique notablemente la interpretación de las cosas y también la actividad humana en determinados aspectos.

La solución que ha aminorado los diversos problemas que se suscitan en el desarrollo y fabricación de las herramientas, se ha encontrado debido principalmente a la normalización.

Por ello la normalización juega un papel importante para la solución de la problemática actual, ya que implica un vínculo más estrecho entre los fabricantes, usuarios y distribuidores de los diversos productos normalizados, unificando de esta manera criterios, mejorando la calidad de los productos y con esto recobrar la confianza y facilitar la disponibilidad e intercambiabilidad, y es aquí, donde la normalización juega un papel importante dentro de un departamento de mantenimiento.



## 7.2.- VENTAJAS DE LA NORMALIZACION EN EL MANTENIMIENTO.

La normalización permite:

### a) La intercambiabilidad.

Si una pieza de máquina o aparato se rompe, podrá reponerse de inmediato por otra fabricada por otro fabricante distinto.

### b) La fabricación en serie.

Pueden fabricarse piezas en número muy elevado, con la total confianza de que cualquiera de ellas podrá servir con otras fabricadas en otros lugares y momentos.

Como consecuencia de lo anterior se logrará:

#### 1.- El abaratamiento de los productos.

Ya que la fabricación en serie y la simplificación de modelos permite reducir los tiempos de fabricación, simplificar la utilización de las máquinas y disminuir el número de herramientas distintas a utilizar.

#### 2.- Mejora de la calidad de fabricación.

Debido a la mayor racionalización de los procesos, a la especialización que se logra al producir muchas piezas de pocos modelos distintos, y la posibilidad de utilizar elementos de verificación especiales para cada tarea.

- 3.- Mejorar posibilidades y suministro a -- clientes, garantía de sustitución de pie zas y almacenaje.

La simplificación de modelos y tipos diferen tes, facilita el proceso de almacenaje y puesto a disposición del consumidor de todos los modelos -- existentes. Si el número de éstos fuese muy eleva-- do sería difícil disponer de todos en cualquier mo mento. En una palabra productividad.

La normalización dentro del departamento de-- mantenimiento se vale de los siguientes conceptos:

- a) Normas de dimensión.
- b) Normas de calidad.

a) Normas de dimensión.- Especifican la for-- ma y tamaño de los elementos. Tienen una-- gran importancia ya que de ellos depende-- la intercambiabilidad de éstos.

b) Normas de calidad.- Con independencia de-- las normas de dimensión o forma que se es tablezca para cada elemento, existen las-- normas de calidad que especifican en espe cial:

- Calidad de materiales a utilizar (carac terísticas químicas y mecánicas).
- Calidad de acabado superficial (caracte rísticas físicas y diseño).

Un mismo elemento puede cumplir las especifi caciones de dimensión y estar fabricado con mate--

rial de distinta calidad o con diferente acabado superficial.

Es de destacar que, así como las normas de dimensión es preciso cumplirlas con absoluto rigor, las normas de calidad señalan límites mínimos que un fabricante puede superar.

### 7.3.- ORGANISMOS NACIONALES E INTERNACIONALES DE NORMALIZACION

La importancia que tiene la normalización en nuestros días ha hecho que gran número de organismos de reconocido prestigio dediquen sus esfuerzos a este tema e incluso que se hayan creado otros con el fin específico de dotar a cada país de las normas precisas para su desarrollo.

En los países más relacionados industrialmente con el nuestro, las normas en vigor son:

NORMA	PAIS	ORGANISMO
ASA	E.U.A.	AMERICAN STANDARDS ASSOCIATION.
BSI	INGLATERRA	BRITISH STANDARDS INSTITUTION.
DIN	ALEMANIA	DEUTSCHER NORMENA USSCHUSS.
NF	FRANCIA	ASSOCIATION FRANCAISE DE NORMALISATION.
UNI	ITALIA	ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE.
UNE	ESPAÑA	INSTITUTO NACIONAL DE RACIONALIZACION DEL TRABAJO.

**NORMAS ISO.**- International organization for Standardization. Esta organización está recogiendo y publicando normas de aplicación prácticamente mundial, con el nombre de ISO. En los últimos - - años las normas ISO van ganando prestigio y desplazando a otras de carácter nacional e internacional.

**DIRECCION GENERAL DE NORMAS.**- Es un organismo patrocinado por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial que se encarga de la elaboración de las normas oficiales en nuestro país.

## CAPITULO VIII

PERSPECTIVAS DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL  
PARA MEXICO EN LA DECADA DEL 80

El mantenimiento industrial, al igual que -  
otras funciones ligadas a la producción, debe ir -  
adaptándose a las cambiantes necesidades de cada -  
momento para poder dar adecuada respuesta a los -  
distintos "roles" que se le exigen. Sólo una buena -  
previsión conseguirá que esta adaptación se vaya -  
haciendo en forma racional y rentable.

Partiendo de unos considerandos históricos -  
que nos han llevado a la situación actual, se ha -  
extrapolado y previsto cuáles van a ser las solici -  
taciones, a corto y mediano plazo, a las que va a -  
estar sometido el mantenimiento. Estas sollicitacio -  
nes estarán en función del contexto económico-so -  
cial y las particularidades de cada empresa.

En nuestro sistema económico actual el mante -  
nimiento ha dejado de ser una función cuya única -  
misión es la de dar un servicio a la producción, -  
con técnicas preventivas más o menos sofisticadas-

y organizadas, para pasar a formar parte intrínseca de la misma producción llegando, para determinadas empresas y sectores, a incidir de lleno en los aspectos comerciales de las mismas, relacionados con la venta de bienes de equipo y transferencia de tecnología entre otros y a través de los modernos diseños que introducen en forma cuantificada - aspectos sobre fiabilidad\*, durabilidad\* y mantenibilidad\*, además de toda la compleja gama de la organización de los servicios post-venta y políticas de fabricación de recambios que lógicamente se complican en el caso de la exportación.

Por último, se tratará sobre el papel que -- las asociaciones nacionales y federaciones internacionales de mantenimiento pueden desarrollar: Normalización y terminología, formación e información de los hombres del mantenimiento, relaciones y colaboración con la administración pública, son los aspectos en que las mismas pueden colaborar para orientar políticas adecuadas.

## 8.1.- LA FUNCION DEL MANTENIMIENTO EN LA INDUSTRIA

Esta antigua función es con el inicio de la civilización industrial cuando va adquiriendo progresivamente forma y durante la segunda guerra mundial y al finalizar la misma cuando realmente toma cuerpo como tal. Pero es sólo a nivel de las fuerzas armadas y algún tipo de industria (Aviación, - Ferrocarriles, Refinación de petróleo, etc.) donde

---

\* Ver terminología.

se aplican nuevos conceptos y tecnologías que van desde el diseño del equipo y estudio de su fiabilidad y mantenibilidad hasta la renovación del mismo pasando por la etapa de su uso y conservación a niveles y standars o predeterminados. Otros sectores siguen aún anclados en la tradición y la rutina y se limitan sencillamente a reparar.

El auge y desarrollo que a nivel mundial toma la industria como consecuencia de la política de economía de consumo aplicada en E.U.A. al finalizar la segunda guerra mundial en 1945 fuerzan a producir más para cubrir la demanda de un mercado desabastecido y la necesidad de irse ciñendo a unos costos acordes con unos precios de venta que se mantengan competitivos, obligan a que las instalaciones, muchas de ellas de diseño cuestionable, funcionen el máximo de horas posibles, siendo sus paros muy onerosos por lo que no se regatean esfuerzos para subsanarlos: se dispone de recambios, personal y toda clase de medios en abundancia para conseguir que los paros, generalmente imprevistos, sean lo más cortos posibles.

Es lo que se podría denominar, primera etapa de Mantenimiento Industrial.

Una segunda etapa se inicia con la mecanización y automatización de los sistemas productivos a conservar que surgen como respuesta a la necesidad de seguir manteniendo costos competitivos, incrementos de producción y un nuevo concepto a tener en cuenta cuál es la satisfacción de la demanda, por parte de la sociedad, de ir eliminando trabajos pesados y peligrosos. Otro aspecto surgido y

que incide de lleno en esta etapa es la necesidad de mantener las calidades de los productos terminados dentro de unos standars estipulados.

Todo ello conlleva para el mantenimiento industrial:

- a) Mayores dificultades tecnológicas en la -diagnosis y reparación de averías ya que los equipos son más complejos.
- b) Ya no es suficiente que las instalaciones funcionen; han de hacerlo dentro de unos límites de capacidad específicos.
- c) Las inversiones son elevadas y se pide máxima rentabilidad de las mismas. El mantenimiento se responsabiliza en una alta -disponibilidad de equipo.

Sin embargo la empresa es rentable y el mantenimiento dispone de recursos propios y capacidad para contratar externamente con lo que vaya sur- -giendo una política de contratación de mantenimiento que entre otras ventajas flexibiliza los medios disponibles en función de las necesidades.

La crisis de la energía desencadenada a partir de 1973 y el posterior encarecimiento de las -materias primas, paulatinamente ha ido modificando comportamiento y estilos de vida en las economías, deficitarias en dichos recursos para adaptar sus -estructuras a las nuevas situaciones y poder pasar de una época de despilfarro de energía y materias-primas baratas que a su vez inducían costos bajos-que coadyuvaban a fomentar el consumo y por lo tanto el crecimiento de la producción de bienes, a -



otra en que la incidencia de los recursos naturales en los costos de la producción es progresiva.

Paralelamente a esta situación estamos asistiendo al espectacular desarrollo de la informática y de la electrónica (Microordenadores, Robótica, etc.) así como a una evolución rápida de las tecnologías y por último a un encarecimiento del dinero y también a situaciones laborales cada vez más conflictivas o a lo sumo menos cómodas.

Todo ello ha ocasionado una inflación en los costos y una recesión en el consumo que han situado a las empresas en una delicada situación que da origen para el Mantenimiento Industrial a una tercera etapa de imprevisibles consecuencias. Por lo pronto la situación para el mantenimiento industrial es la siguiente:

- a) Sus costos intrínsecos de explotación, basados eminentemente en mano de obra muy calificada, crecen desmesuradamente. La plantilla de mantenimiento va disminuyendo al no reponer las empresas el personal que desaparece, que la contratación externa no supe en todos los casos ya que sus niveles han disminuído.
- b) La evolución exponencial del costo de los equipos cuestiona constantemente su sustitución con lo que la edad de los mismos está aumentando peligrosamente.
- c) En demasiados casos las empresas intentan mantener su rentabilidad a costa de dejar de hacer mantenimiento cuyas consecuencias son de todos conocidas.

- d) La Administración del Estado inicia una fase de reglamentaciones y normativas cada vez más estrictas en materia de seguridad de las instalaciones que condicionan muchas actuaciones por las responsabilidades que frente a terceros se tienen.

Estas etapas descritas se han superpuesto y siguen coexistiendo unas y otras de forma distinta en cada empresa.

Han condicionado constantemente las decisiones tomadas que no siempre han sido ni las más idóneas ni las más racionales, con lo que las organizaciones y mentalidades existentes generalmente no son las más adecuadas para hacer frente a una dinámica y racional gestión de mantenimiento. Así se tiene que la función mantenimiento se ha disgregado, centralizado o mezclado con otras constantemente, siguiendo criterios no sólo equivocados sino incluso caprichosos de tal forma que es normal encontrarnos en la empresa con una función, la del mantenimiento, siempre en entredicho. Frente a esta situación es por la vía de la determinación de los hechos, los costos registrados y las economías demostradas, como el grupo de mantenimiento puede ganarse la confianza de la alta dirección con sus actividades y procedimientos. Siendo por otra parte la alta dirección la responsable de conseguir que el mantenimiento sea considerado como una parte integral de la organización de la producción entendiéndose como tal no al equipo que usan los medios productivos sino a la administración de todos los recursos necesarios para la obtención de los bienes previstos.

Paralelamente la formación de las personas - no ha seguido el ritmo requerido y la oferta-demanda nunca ha estado equilibrada a nivel cualitativo. Este problema en épocas de fácil movimiento de personas y de captación de recursos externos era solucionable. Sin embargo hoy es uno de los principales Problemas que tiene sobre la mesa el responsable de mantenimiento.

## 8.2.- EVOLUCION DE LA EMPRESA INDUSTRIAL.

### a) Tecnológica y económicamente.

- 1.- Creciente automatización y sofisticación técnica de las instalaciones. - Utilización de nuevas y variadas tecnologías.
- 2.- Instalaciones cada vez más caras cuya sustitución necesita mayores recursos de capital.
- 3.- Mayores conocimientos y posibilidades para el control de los parámetros técnicos que definen el estado de marcha de una instalación.  
  
Conocimiento de la fiabilidad de los elementos que componen una instalación o máquina.
- 4.- Beneficios decrecientes respecto a los capitales invertidos.

### b) Organizativamente.

- 1.- La informática modificará sustancial

mente los actuales modelos de organización.

- 2.- Será necesaria una mayor delegación de funciones y una mayor responsabilización en los resultados obtenidos.
- 3.- Mayores dificultades en la gestión del personal.

c) Entorno.

- 1.- Mayores exigencias en las instalaciones en cuanto a las normas que sobre seguridad e higiene se vayan elaborando.
- 2.- Mayores exigencias en las instalaciones en cuanto a su repercusión en la degradación del medio ambiente.
- 3.- Aumento de la presión del mundo laboral.

A continuación se presenta un resumen de los resultados de encuestas realizadas a nivel de países desarrollados cuyo objetivo es el de establecer la previsión tecnológica para la década del 80 en los países avanzados en el área de mecanizado, se espera que dicho resumen sea de gran ayuda para la industria de nuestro país en el área de mantenimiento.

- Existirán métodos exactos que permitan predecir el rendimiento del mecanizado (vida de herramienta, precisión, acabado, productividad), para cada combinación pieza-máquina y herramienta.

- Se desarrollarán nuevos procesos físicos y químicos que permitirán el mecanizado de materiales no metálicos con mayor productividad que en el mecanizado convencional.
- Será realidad el diseño por computador de herramienta en mecanizado electrolítico y electroerosión.
- Más del 50% de las máquinas-herramienta producidas en el futuro no serán instaladas independientemente, sino que formarán parte de sistemas flexibles de fabricación equipadas de medios de manutención automáticos y controladas por un ordenador central de proceso.
- El uso del laser, para sistemas de control en máquinas se extenderá al control en proceso de la precisión.
- Las estructuras de máquinas-herramienta serán construídas por una combinación de metales y no metales con objeto de mejorar la estabilidad térmica, su rigidez estática y dinámica y sus características de ruido y desgaste.
- El 75% de las máquinas serán diseñadas utilizando programas de computador.
- El ruido de las máquinas-herramienta será reducido al 50%.
- El 75% de las máquinas pesadas o medias serán equipadas con guías hidrostáticas o de rodadura.

- Los problemas técnicos de sustitución automática de herramientas desgastadas o inutilizadas habrán sido resueltos.
- La producción de máquinas con control numérico representará en valor el 50% de la producción total de máquinas-herramienta.
- Los sistemas de control numérico se simplificarán y su costo será reducido.
- Se dispondrá de captadores para control adaptativo de todas las operaciones corrientes de mecanizado.
- Se utilizarán controles adaptativos optimizantes en electroerosión y mecanizado electroquímico.
- Se utilizarán generalmente "paletas" normalizadas para fijación de piezas.
- Será desarrollado y utilizado un sistema de software de computador, para una automatización y optimización de todas las etapas de fabricación de una pieza (selección de gama, máquinas, operaciones, herramientas y condiciones de corte).
- El 75% de la industria utilizará tecnología de grupos.
- Se dispondrá de sistemas de software que permitirán una predicción de los costos de fabricación a partir únicamente de la definición de la pieza.
- Aproximadamente el 40% de las averías serán diagnosticadas por ordenador.

### 8.3.- FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL MANTENIMIENTO.

Las siguientes conclusiones fueron elaboradas por un grupo de expertos pertenecientes a asociaciones de mantenimiento. El objetivo de este trabajo será el de establecer una previsión para la década del 80 sobre la evolución que dentro de la industria van a tener las funciones del departamento de mantenimiento.

- a) A corto plazo se mantendrá la tónica en cuanto a las competencias actuales del mantenimiento. Sin embargo aumentará el nivel de responsabilidades que se le exigirán pero también dispondrá de una mayor delegación de funciones así como una participación total en el establecimiento de objetivos y toma de decisiones.
- b) No se prevé por el momento que en las empresas industriales, salvo excepciones, se cree la figura de un responsable único que coordine la función mantenimiento, como un "todo uno". Esta función que en gran medida se desarrolla en el departamento de mantenimiento tiene una parte que seguirá siendo competencia de la ingeniería, la producción, la administración, los aprovisionamientos y en definitiva de la dirección.
- c) El establecimiento y administración del presupuesto será función intransferible del mantenimiento.

- d) Participar activamente en la toma de decisiones en la adquisición de nuevos equipos e instalaciones será una exigencia cada vez mayor.
- e) Se evolucionará hacia departamentos de mantenimiento fuertemente tecnificados con expertos en cada tecnología, responsables claros de su área de actuación. La formación permanente de su personal será imprescindible para poder seguir el ritmo de la evolución tecnológica.
- f) Organizaciones bien apoyadas en la informática y la aplicación de microordenadores se tendrá un espectacular desarrollo.
- g) El desarrollo de las técnicas predictivas y el conocimiento de la fiabilidad de los elementos, máquinas e instalaciones será un elemento de capital importancia para las organizaciones de mantenimiento.
- h) La contratación de la realización de trabajos de mantenimiento será un instrumento más para la optimización de resultados.

#### 8.4.- FORMACION Y CARACTERISTICAS QUE DEBERA REUNIR EL FUTURO JEFE DE MANTENIMIENTO.

Las funciones y responsabilidades que progresivamente van a ir pidiéndose al departamento de mantenimiento, condicionarán las exigencias académicas y profesionales que deberán reunir los futu-



ros jefes; entendiendo como futuro mañana mismo.

Las características que deberá reunir el futuro responsable de mantenimiento son las siguientes:

- 1.- Imprescindible disponga de formación universitaria, a nivel de Escuela Técnica - Superior de Ingeniería, con base técnica de tipo generalista. Deberá comunicarse con sus colaboradores que cada vez estarán más preparados en técnicas específicas.
- 2.- Imprescindible una buena experiencia - - práctica no necesariamente adquirida en mantenimiento, aunque si es recomendable que sea en el mismo.
- 3.- Aptitud para las relaciones con sus colaboradores, con los mandos del resto de - la empresa, con la dirección y con el exterior (proveedores, contratistas, administración). Buen comunicador.
- 4.- Gran capacidad para coordinar, supervi- - sar y motivar a personal altamente cali- ficado con competencias y responsabilidades técnicas y económicas propias. Capaz de delegar, fijar objetivos y controlar.
- 5.- Amplios conocimientos sobre administra- - ción de empresas, control presupuestario, etc.
- 6.- Capacidad para adaptarse a situaciones - nuevas y cambiantes. Receptivo a las nuevas tecnologías.

- 7.- Muy motivado para implantar planes de formación para el personal de su departamento.
- 8.- De gran prestigio personal dentro de la empresa.

Se considera que el futuro Jefe de Mantenimiento deberá desarrollar una función de dirección al más alto nivel dentro del conjunto de funciones que componen la producción. Es el Ingeniero Mecánico Electricista el más abocado a cubrir estas necesidades de la industria.

#### 8.5.- EL ROL DE LAS ASOCIACIONES DE MANTENIMIENTO

Tan compleja función, con unas repercusiones tan directas en los resultados económicos de la empresa, con una carga tecnológica tan elevada, que requiere que al frente de la misma existan unos hombres de las características apuntadas anteriormente, era normal que se generara la necesidad de que fuesen constituyéndose unos entes que agrupando a hombres y empresas, sin ánimos lucrativos, interesados en el estudio de dicha problemática constituyesen asociaciones y posteriormente federaciones que al margen de situaciones políticas tienen como objetivos principales:

- 1.- Establecer contactos entre las organizaciones nacionales de mantenimiento a nivel mundial con el fin de promover el intercambio de información sobre mantenimiento.

- 2.- Estimular el estudio de técnicas y prácticas de mantenimiento.
- 3.- Fomentar la publicación de estudios científicos, técnicos y prácticos realizados en el campo del mantenimiento.
- 4.- Promover la organización de congresos internacionales sobre mantenimiento.
- 5.- Ayudar a petición y hasta el punto que lo permitan los recursos, a los países en vías de desarrollo (México), en un esfuerzo por desarrollar el mantenimiento en sus países, de preferencia a través de organizaciones internacionales, pero también a través de asociaciones nacionales o regionales de mantenimiento.

Con la formación de este tipo de asociaciones y federaciones, se pretende realizar estudios sobre:

- 1.- Desarrollo de la administración (management) en mantenimiento.
- 2.- Terminología.
- 3.- Formación (training) en mantenimiento.
- 4.- Aplicación de la informática.
- 5.- Tribología.- Técnica que estudia el rozamiento entre los sólidos con el fin de producir mejor deslizamiento y menor desgaste entre ellos.
- 6.- Mantenimiento de equipamiento médico y hospitalario, etc.

Respecto a las asociaciones nacionales, independientemente de las particularidades de cada una de ellas, existen unos objetivos comunes a todas ellas, tales como:

- Participación con la administración pública en la normalización de asuntos relacionados con el Mantenimiento Industrial.
- Formación e intercambio de experiencias. -  
Publicación de trabajos. Organización de -  
certámenes.
- Organizar coloquios, seminarios y congresos sobre temas relacionados con las técnicas del mantenimiento. Publicar y coadyuvar a la publicación de los resultados obtenidos.

Por último sólo unas breves líneas para esbozar el tema exportación de Bienes de Equipo-Mantenimiento.

En el Apartado 8.2 se ha expuesto un resumen de las perspectivas de desarrollo tecnológico de un sector, incluido dentro de los bienes de equipo y se ha visto las repercusiones que el mismo va a tener en el mantenimiento industrial.

Por lo tanto a continuación se hace resaltar otro aspecto del problema:

- 1.- Frente a la creciente complejidad de los equipos difícilmente la empresa industrial podrá ser autosuficiente y resolverse ella misma todos los problemas técnicos que se le presenten ni disponer de un arsenal de piezas de recambio.

- 2.- Difícilmente la empresa contratista dispondrá de técnicos en todas las tecnologías y con los conocimientos específicos de cada equipo y menos aún dispondrá del Stock de piezas de recambio necesarias para atender a sus clientes.
- 3.- Difícilmente todos los países van a ser autosuficientes para abastecer su mercado de demanda de Bienes de Equipo. En un libre mercado seguirá desarrollándose el intercambio de Bienes y Servicios de un país a otro.

Existen unos principios en la selección y adquisición en toda compra de equipo: "performances", precios y servicios post-venta (disponibilidad de recambios en lugares operativos precios de estos - recambios, asistencia técnica, etc.). Todos hemos sufrido problemas derivados de deficiencias del tercer aspecto apuntado y no sólo a nivel empresarial sino incluso particular en los casos de equipo doméstico de importación.

No es motivo de esta comunicación el profundizar en este tema, que por sí solo merece la atención de muchos especialistas, pero si se quisiera terminar haciendo un llamamiento a:

- Los fabricantes, para que además de precios y "performances" ofrezcan eficaces Servicios Técnicos de Post-Venta.
- Las empresas usuarias para que a través de sus hombres de mantenimiento estudien bien las condiciones, funcionamiento y precios-

de los servicios post-venta ofrecidos.

- Las administraciones públicas para que marquen pautas y establezcan controles en este campo de la actividad comercial.

## CAPITULO IX

PAPEL QUE DEBE TENER EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL  
PARA EL ACTUAL DESARROLLO DE MEXICO.

La esperanza del mantenimiento industrial en el actual desarrollo de la industria en México, se halla afectada por diversos condicionantes. En primer lugar resalta el abismo entre las posibilidades técnicas, y las realidades económicas por las que atraviesa el país.

Está plenamente comprobado en las sociedades desarrolladas, que el mal uso de tecnología abocada al mantenimiento ha contribuido a disminuir la calidad de los productos. Partiendo de esta consecuencia, se deduce que, para poder tener competitividad de productos en el mercado internacional, es necesaria la observación y aplicación de un mantenimiento exhaustivo desde la elaboración de materia prima, así como durante el desarrollo en los diferentes procesos a que es sometido todo producto. El no observar este lineamiento de dependencia tecnológica y económica del país con otros países técnicamente más industrializados, obedece básica-

mente al hecho de haber implantado un mantenimiento óptimo en su producción.

En las sociedades en desarrollo, desprovistas de tecnología propia, obligadas a importarla de segunda mano y en pequeñas dosis, para cualquier industria salir de este círculo vicioso significa, una aventura difícil, no obstante, si se comienza por desarrollar internamente investigación eficiente, al mismo tiempo se estará fabricando ciencia y tecnología aplicada a la industria, introducir en estas etapas, un buen programa de mantenimiento, es tarea de muchas personas, que habiendo aprendido en centros educativos los fundamentos y técnicas, estarán en condiciones de conseguir la productividad necesaria.

Las aplicaciones tecnológicas pueden por tanto, multiplicar extraordinariamente la producción nacional y se puede vislumbrar con optimismo para los próximos años, el resurgimiento de una industria nacional, técnica e independiente.

Si se inicia la revolución técnica en nuestro país, comenzarán a sucederse los descubrimientos, provocando que el problema de importación que nos aqueja, se traslade a otros países en desarrollo.

Siendo nuestro país una fuente inagotable de recursos naturales, se presta hoy, más que nunca, el intento de todo tipo de posibilidades. Lo que en otros países ha dado resultado, en el nuestro deberá de serlo. La llamada Revolución Verde (aplicación de ciertos descubrimientos a la producción de trigo, maíz y otros granos), nuestras reservas-



de carbono, o los elementos minerales que hay de sobra en nuestra superficie, son agentes que esperan ser explotados por medio de la tecnología que seamos capaces de crear. En todo momento no debe olvidarse el mantenimiento como herramienta fundamental para mejores logros.

Actualmente, el país por su incapacidad económica y tecnológica, no puede enfrentarse a transformaciones técnicas de más altura, tales como la substitución del petróleo como fuente de energía por el hidrógeno procedente del agua marina, la energía de las mareas, los generadores isotópicos. Algo parecido cabe decir sobre la inmensidad de los recursos hidráulicos que están todavía vírgenes en nuestro país, en espera del capital e infraestructuras que permitan su aprovechamiento.

El mantenimiento deberá considerarse para todo esto, como una de las herramientas más útiles y valiosas.

Es un hecho controvertible que la tecnología recorre todos los caminos del mundo, en todos los sentidos. Desde el país más pequeño, hasta el más poderoso y tecnificado se intercambian tecnología que puede ser de cualquier nivel, sencilla o compleja, de alto o bajo precio de manera continua. Partiendo de este principio, la actividad del mantenimiento industrial en el actual desarrollo, va cobrando cada día más importancia, ya que se relaciona íntimamente con los incrementos de la producción y con los costos de la misma. Entiéndase que el aumento de la productividad es la base del crecimiento industrial y representa una salida, qui-

zás, la única salida para elevar los niveles de bienestar, que satisfagan las necesidades básicas de nuestro país.

Otro aspecto que merece ser mencionado, es la importancia del mantenimiento para este cambio de industrialización que se avecina (Ver Cap.VIII)

En los países con elevada tecnología, encontramos que las gentes de mantenimiento, son técnicos sumamente capacitados que han propiciado las innovaciones y los avances tecnológicos que cada día nos toca presenciar. Es en esas áreas, donde la reflexión sobre el proceso tiene opción de madurar y eso, debe tener una señalada importancia para el fortalecimiento de nuestra capacidad de autodeterminación, primero y posteriormente la generación de nuevas tecnologías surgidas, en lo que se fundamentarán las características de producción con ideas mucho más acordes y con los requerimientos de nuestro pueblo, en substitución con lo que actualmente tenemos que importar de los países técnicamente más avanzados. Y es en esta tarea en la que los técnicos de mantenimiento tienen una función muy importante que realizar; la cual se irá acrecentando en el futuro, y que cada día será más valiosa y necesaria.

Por último se puede afirmar, que México puede lograr superar su crisis económica e industrial, si todos los mexicanos cooperamos con nuestro trabajo, ya que todo cede a la pujanza del trabajo in fatigable y también a la necesidad.

## T E R M I N O L O G I A

- 1.- CONFIABILIDAD: Probabilidad de trabajo bien - realizado y en buen estado de un equipo, máquina, elemento, etc.
- 2.- CONDITION MONITORING: Categoría del instructor o calidad del instructor.
- 3.- DURABILIDAD: Probabilidad de vida en trabajo - útil de un equipo, máquina, elemento, etc.
- 4.- FIABILIDAD: Probabilidad de un buen funciona-- miento de un equipo, máquina, elemento, prueba repetida, etc.
- 5.- MANTENIBILIDAD: Probabilidad de mantener un - buen estado de funcionamiento de equipos, má-- quinas, elementos, etc.
- 6.- MANAGEMENT: Acción de dirigir, administrar, manejar, etc., empresas.
- 7.- TRAINING: Acción de entrenar personal para realizar determinadas actividades de enseñanza, -- instrucción, educación, entrenamiento.
- 8.- TRIBOLOGIA: (Tribo y Logía) Tribo: idea de frote, rozamiento. Se define como la técnica que estudia el rozamiento entre los sólidos, con - el fin de producir mejor deslizamiento, redu-- cir al máximo el desgaste entre ellos.
- 9.- PERFORMANCE: Factor de rendimiento, control, - cumplimiento.

## CONCLUSIONES

Como una respuesta a las necesidades actuales de México, se ha pretendido durante el desarrollo de esta investigación, abordar todos aquellos temas de mantenimiento industrial considerados de importancia fundamental en los diferentes campos de la industria.

El esfuerzo solidario que la industria ha demostrado en los últimos años ha sido insuficiente debido a que no ha implantado programas constantes de mantenimiento industrial, esto porque no se ha logrado entender que el mantenimiento industrial es una herramienta indispensable. El camino hasta ahora seguido ha sido causa de cierto retraso y las consiguientes pérdidas que esto ha ocasionado en el campo industrial.

Esto puede ser la causa de que mientras nuestra industria no establezca las bases del progreso técnico adecuado, puede provocar un estancamiento en el mantenimiento industrial.

En su afán de producir "cueste lo que cueste" tanto el sector público como el privado han mantenido un plan industrial con miras siempre de alcanzar "grandes producciones" en lugar de "buenas producciones", entiéndase lo mencionado como una manifestación de total falta de criterio, ya que si bien se ha logrado las metas concebidas, al mismo tiempo la deficiente calidad ha creado una imagen deprimente a nivel nacional e internacional.

Mientras las empresas transnacionales "son - cuidadosas y esto hay que reconocerlo", la inmensa mayoría de las empresas nacionales (grandes, medianas y pequeñas) por falta de información y de recursos, pero sobre todo por el afán de producir - "cueste lo que cueste", aunado a la falta de técnicas de mantenimiento industrial, sobretrabajan a las máquinas y a los equipos industriales hasta dejarlos inservibles, ejemplos hay muchos, siendo de los más recientes los ingenios azucareros y las plantas manufactureras, los cuales con el tiempo - al no seguir produciendo, nos convierten en importadores de nuestras necesidades básicas.

Es un hecho irrefutable que la falta de mantenimiento industrial, se traduce en deficiente calidad de la producción, baja productividad, menor duración de equipo y toda una serie de aspectos - que en última instancia, se reflejan en el mercado nacional e internacional; la creciente actividad - que se deriva al hacer uso del mantenimiento industrial, da como resultado el equilibrio entre "Producción y Desarrollo Industrial".

A lo largo de todos los capítulos del presente trabajo, se ha mencionado la importancia del papel que debe desempeñar el mantenimiento industrial, y para constatar la realidad por la que - atraviesa éste, se fue personalmente a la industria donde se realizaron observaciones, logrando de esta manera reunir las conclusiones que a continuación se mencionan:

- Con lo que respecta a la organización, en todas las industrias visitadas se detectó, que realmen

te existe una profunda preocupación de que se --  
desenvuelva en forma gradual, ya que se conside-  
ra como una estructura de relaciones prácticas -  
para llegar a la consecución de los objetivos de  
la empresa.

- En cuanto a la productividad, se pudo comprobar-  
que no siempre se alcanzan las metas fijadas, de-  
bido a los siguientes factores: dificultad para-  
conseguir la materia prima, falta de herramien-  
tas, refacciones y demás elementos para efectuar  
reparaciones, no conservar las instalaciones y -  
maquinaria en buen estado, provocando paros en -  
la producción y desperdicios excesivos al permiti-  
tir que las instalaciones y maquinarias funcio-  
nen en mal estado o en trabajos inadecuados.
- En lo concèrniante a las máquinas-herramienta, -  
herramientas, fundición, soldadura y lubricación  
son pocas las industrias que cuentan con algunos  
de estos equipos auxiliares para proporcionar el  
mantenimiento adecuado. Hacemos resaltar la im-  
portancia que en todo momento puede tener este -  
material auxiliar, ya que no existe en la actua-  
lidad, ninguna industria que no se vea afectada  
con los logros potenciales de éstos.
- Por lo que se refiere a la ubicación conveniente  
de los almacenes, la mayor parte de las indus- -  
trias no lo tienen cerca de los lugares de consu-  
mo, propiciando pérdidas de horas-hombre y conse-  
cuentemente atrasos en la producción. En térmi-  
nos generales, la ubicación siempre debe encon-  
trarse lo más cercano posible a los lugares de -  
consumo.

- La utilización de la normalización en las industrias, ha tenido poca importancia debido a: la falta de experiencia en el tema, el poco desarrollo de las normas, la escasa conciencia de la necesidad de normalizar, así como lo reducido de su mercado, ha propiciado a que nuestros productos tengan poca importancia en el mercado internacional, por ello, las industrias de nuestro país, deben hacer conciencia que la normalización aplicada a los diversos campos industriales, proporciona una ayuda invaluable, ya que facilita el mercado interno como externo.
- En cuanto al personal de mantenimiento, se observó que tiene una gran habilidad para el desarrollo de diferentes trabajos, ya que demuestra entoda actividad; imaginación e iniciativa, no obstante su falta de constancia lo vuelve limitado y poco confiable. Estas deficiencias se reducen en cuanto se le proporcionan capacitación adecuada y los recursos técnicos apropiados aunados a un incentivo que vaya acorde a su capacidad.
- De toda la información obtenida y experiencia adquirida en las diferentes industrias con las que se tuvo contacto, se logró diseñar un plan de mantenimiento para una empresa de tamaño mediano. Se hizo para este tipo de empresa, por ser éstas las que en su mayoría conforman al país.

Se espera que dicho plan propuesto, sea de gran ayuda y utilidad en estos momentos en que el país atraviesa una crisis económica e industrial.

La finalidad que se persiguió para el desarrollo de éste, fue fundamentalmente, el que la indus--

tria mediana tuviera un punto de apoyo que le permita desarrollar en forma desahogada todas aquellas actividades necesarias que comprende un correcto plan de mantenimiento industrial.

- De las apreciaciones hechas en el campo práctico, la que mayor impresión causó, fue la que contempla el poco interés que presta la industria al mantenimiento preventivo. Por este hecho y debido a las graves consecuencias que se acarrearán, se hace por medio de este trabajo, un llamamiento a todas las industrias con el fin de que lo "adopten" y ninguna quedará exenta de sus múltiples beneficios.

Por último cabe decir, que durante todo este trabajo se expusieron conceptos y técnicas cuyo mérito ha sido demostrado por la experiencia, hay que aclarar que todo lo dicho no es la última palabra sobre el tema; es una responsabilidad intrínseca que en el futuro deba seguir estudiándose e investigándose para lograr nuevos avances. Conforme la maquinaria y las fábricas se automaticen y se vuelvan más complejas y refinadas, la función de mantenimiento irá siendo más relevante. Actualmente nos encontramos dentro de una era de mayor conciencia en la importancia de dicha actividad.

Todos los logros abocados a la técnica del mantenimiento, así como la necesidad de alcanzar metas más altas, servirán para poner más realce a la importancia y responsabilidad de la función de éste y de los encargados de dirigirlo.

Es el Ingeniero Mecánico-Electricista el más idóneo para cubrir estas necesidades de la industria y de nuestro país.



Diffícilmente se hubieran alcanzado las metas fijadas de no haber contado con la ayuda proporcionada por los siguientes organismos y empresas a quienes se les agradece sus atenciones.

- AMIME MEXICO
- AMIME MONTERREY
- INDUSTRIAS C.H., S.A.
- VITRO FIBRAS S.A.
- PEMEX.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1.- A. Higgins, Lindley R. "Mantenimiento de Ingeniería en las Empresas". Ed. Mc. Graw-Hill, - 1977.
- 2.- A. Jardine. "Mantenimiento, Reemplazo y Rehabilitación". Ed. J. Wiley, 1973.
- 3.- Alfonso Alfonso Armando. "Elementos de Mantenimiento". Ed. Centro Nacional de Productividad, México, 2a. ed., 1972.
- 4.- Amime. "El Congreso Iberoamericano de Mantenimiento Industrial". Ponencias. México, 1981.
  - Dounce Villanueva Enrique. "Nuevo Enfoque a la Definición del Mantenimiento Industrial" México.

- Fabrés Díaz José Luis. "Perspectiva del Mantenimiento Industrial en la Década del 80.- España.
  - Garduño Maximiliano. "Organización y Con--troll del Mantenimiento para Atender a Cero Fallas". México.
  - Lemarque Jean Claude. "La Informática como--Ayuda a la Optimización del Mantenimiento". Francia.
  - Zavala Robles Miguel Angel. "El Mantenimiento en el Desarrollo Industrial". México.
- 5.- Amime. "Seminario de Productividad Aplicada". Ponencias. Monterrey, Nuevo León, Méx. 1983.
- Elizondo Suárez Sergio. "Los círculos de - Productividad, su Filosofía y Aplicación".
  - Noé Páez Roberto. "Enfoques de Productivi--dad Industrial".
  - Rangel García José Roberto. "El Concepto de Mantenimiento y sus Objetivos".
  - Solís Barrera José Orlando. "La productivi--dad y la Seguridad e Higiene Industrial en el Trabajo".
- 6.- Asociación Nacional de Contadores de los - - EE.UU. "Control de Costos de Mantenimiento".- Infotec-Conacyt, 1980.
- 7.- Begeman Myron L. "Procesos de Fabricación". - Ed. Cecsá, México.

- 8.- Camarena M. Pedro. "Manual de Mantenimiento - Eléctrico Industrial". Ed. Compañía Editorial Continental. México, 1982.
- 9.- Corder, Anthony S. "Maintenance Management - Techniques". Ed. Mc. Graw-Hill. London, 1976.
- 10.- Charles F. James Jr. "The Design of a Maintenance System" Ed. Asian Productivity Organization. Tokyo, 1979.
- 11.- Dirección General de Normas. "Normas Oficiales Mexicanas". Catálogo. México.
- 12.- Dr. Sohei Hibi. "How To Measure Maintenance - Performance". Ed. Asian Productivity Organization. Tokyo, 1977.
- 13.- Espinosa Islas Raúl. "Procesos de Manufactura I y Procesos Industriales Mecánicos". Apuntes. Ed. UNAM Fac. de Ingeniería, México.
- 14.- E.T. Newbrough. "Administración de Mantenimiento Industrial". Ed. Diana. México, 1981.
- 15.- García Calvo Guillermo. "Mantenimiento Preventivo por Resultado". Memoria del Primer Symposium Técnico Administrativo de Producción de Aceros. Ed. Conacyt. México, 1978.
- 16.- Jaimes Barrientos Raymundo. "El Mantenimiento Preventivo en las Plantas Industriales". México, 1964.

- 17.- L.C. Morrow. "Manual de Mantenimiento Industrial". Ed. Compañía Editorial Continental. - Tomos I, II, III. México, 1974.
- 18.- Pappaterra Caballero "Mantenimiento Industrial" México 1983.
- 19.- Porrit William. "Mantenimiento y Reconstrucción de Maquinaria". Ed. Hispano-Europea. Barcelona, 1973.
- 20.- P W Powers. "Improving Maintenance Productivity". Infotec, México.
- 21.- R C Cribbs. "Maintenance Cost Up". Check your Maintenance Function. Infotec, México.
- 22.- Rossi Mario. "Máquinas-Herramienta Modernas". Ed. Científico-Médica, Vol. I y II.
- 23.- Sward Knuz. "Mantenimiento de las Máquinas-Herramienta". Ed. Blume. Barcelona, 1972.
- 24.- W H Weiss. "Improving the Quality of Maintenance". Infotec, México.
- 25.- Westinghouse Electric Corporation. "Maintenance Hints". 1 Volumen. Pittsburgh, 1960.
- 26.- W Irving Daniel. "Power Tool Maintenance". Ed. Mc. Graw-Hill Book Company, 1971.