

13
2 E.
J

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

“CUAUTITLAN”



TECNICAS OPERACIONALES
DE MANTENIMIENTO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N

LUCIANO FAJARDO VAZQUEZ

MARTIN CHAVEZ OCHOA

DIRECTOR DE TESIS: ING SALVADOR CORTES FERNANDEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDD. DE MEX

1987



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 está 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

INTRODUCCION	7
OBJETIVO	3
CAPITULO UNO	
EL PROCESO DE ADMINISTRAR	4
1.1 PLANEACION	9
a) Objetivos	
b) Políticas	
c) Procedimientos	
d) Programación	
e) Presupuestos	
1.2 ORGANIZACION	15
a) Puestos	
b) hombres	
c) Autoridad	
d) Responsabilidad	
1.3 EJECUCION	19
a) Motivación	
b) Comunicación	
c) Dirección	
d) Coordinación	
1.4 CONTROL	23
a) Establecimiento de Normas	
b) Comparación del desempeño	
c) Análisis de Desviaciones	
d) Corrección de Desviaciones	

CAPITULO DOS

CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO	25
2.1 Mantenimiento del Servicio	27
2.2 Nueva Definición de Mantenimiento	30
2.3 Mantenimiento Preventivo	33
2.4 Mantenimiento Dirigido	36
2.5 Mantenimiento Integrado	37

CAPITULO TRES

TECNICAS DE APOYO AL MANTENIMIENTO	39
3.1 Duración del Equipo	41
3.2 Fiabilidad de los Equipos	44
3.3 Determinación de la Fiabilidad de los Equipos	49
3.4 Rehabilitación	55
3.5 Recuperación de Refacciones	56
3.6 Partes Necesarias a Mantener en Stock	57
3.7 Indices RIME	60
3.8 Principio de Pareto	64

CAPITULO CUATRO

LA ADMINISTRACION EN EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL ...	66
4.1 PLANEACION	67
- Objetivos	
- Políticas	
- Procedimientos	
- Programas	
- Presupuestos	
4.2 ORGANIZACION	85
-Puestos	
-Hombres	
-Autoridad y responsabilidad	

4.3	EJECUCION	94
	- Motivación	
	- Comunicación	
	- Dirección	
	- Coordinación	
4.4	CONTROL	104
CAPITULO CINCO		
	MANTENIMIENTO INTEGRADO (MI)	105
5.1	Bases del M.I.	105
5.2	Mecánica del M.I.	109
5.3	Ejecución del Mantenimiento Dirigido	111
CAPITULO SEIS		
	CASO REAL.....	113
CAPITULO SIETE		
	CONCLUSION	124
	BIBLIOGRAFIA	125

I N T R O D U C C I O N

Se entiende por mantenimiento a la actividad humana que conserva la calidad del servicio que prestan las máquinas, instalaciones y edificios, en condiciones seguras, eficientes y económicas.

Es de apreciable importancia considerar que el mantenimiento además de ser costoso a las empresas, afecta directamente a la calidad y cantidad del producto, volumen de desperdicio, seguridad del personal y muchas cosas más. De ahí que los esfuerzos de mantenimiento se enfilan hacia los siguientes objetivos:

1. Minimizar costos debido a las paradas por averías accidentales de la maquinaria que produzcan pérdidas de producción.
2. Mantener las instalaciones y equipo en aceptables condiciones de servicio.
3. Asesorar a la gerencia y trabajadores en aquellos aspectos de organización y procedimientos que permitan elevar de una manera sistemática y permanente la eficiencia de la Planta.

Es principalmente en los países en vías de desarrollo donde al mantenimiento no se le ha dado la importancia como uno de los elementos reguladores del sistema económico industrial, relegándolo a un segundo término. Y es en nuestro país donde resulta inaplazable la realización del esfuerzo para sistematizar la amplia colección de estudios y de experiencias de recursos como el mantenimiento.

Por lo anterior la realización de este trabajo estará fundamentada en 3 conceptos básicos.

- Teoría administrativa del mantenimiento
- Concepto de servicio
- El mantenimiento como restaurador de servicio

Resulta de mucha importancia la realización de trabajos como el que a continuación se desarrollará, a manera de manifestar nuestra inquietud por conocer y dar a conocer temas de ingeniería que por lo común, salen fuera de los programas de estudio de las universidades y que resulta de importancia para la formación profesional de cada egresado.

O B J E T I V O

El creciente desarrollo industrial en el país, ---
aunado a las carencias económicas y tecnológicas propias --
del mismo, obliga a la conservación de los recursos indus--
triales de una manera económica y efectiva.

Dado que en el país a la ingeniería de mantenimiento
se le ha colocado en un estado secundario de importancia
y desarrollo. El objetivo de este trabajo es mostrar las -
posibilidades e importancia de la ingeniería de mantenimiento
dentro de la industria. Apoyándonos en el conjunto de -
métodos operativos que establece la teoría administrativa -
para poder desarrollar óptimamente los programas de mante--
nimiento.

CAPITULO UNO

EL PROCESO DE ADMINISTRAR

No es exagerado afirmar que la función del mantenimiento industrial se caracteriza por el desarrollo de un servicio en favor de la producción, para ofrecer ampliamente tal servicio se debe tener la capacidad de administrar todos y cada uno de los recursos disponibles (de tipo técnico, material y humano), de una manera coordinada y efectiva.

Mucho se ha discutido acerca de la administración, de si es un arte, una ciencia o una técnica. Aquí solamente se le dará aplicación en una área netamente técnica, partiendo de la base de que ésta ha dado buenos resultados en todos los campos industriales donde ha sido aplicada correctamente, y en todo caso considerarla como teoría administrativa.

Uno, entre otros motivos de este capítulo, es hacer relevante la importancia y efectividad de los conceptos, principios y teorías administrativas que son necesarias para todas aquellas personas que por su posición jerárquica dentro del mantenimiento industrial, tienen como función básica lograr los objetivos preestablecidos, a través de la coordinación de los esfuerzos de sus subalternos.

No a cualquier persona, por el simple hecho de "dirigir" un grupo humano se le puede considerar un administrador; pues éste para que lo sea, debe poseer determinadas y bien estructuradas características intelectuales, culturales y morales; además amplios conocimientos sobre la teoría administra-

tiva, y mucho sentido común.

Dentro del área de ingeniería se puede considerar que el ser un buen ingeniero, no implica ser un buen administrador, pues en algunos casos, lo único que se lograría sería perder un buen ingeniero para ganar un pésimo administrador. Más sin embargo en la realidad un buen ingeniero debe ser un buen administrador.

"Los ejecutivos que tratan de administrar sin teoría y sin conocimiento estructurado por ella, deberán confiar en la suerte, en la intuición o en lo que ellos mismos hicieron en el pasado. Con un conocimiento organizado, tienen una mayor oportunidad de encontrar una solución integral y eficaz para el problema administrativo."]

Hay un número de definiciones de la administración como otro tanto de autores que han escrito de ella. Cada definición diverge en mínima parte con respecto al resto y en general nos representan un fondo común.

A continuación se da una definición que se considera aceptable a nuestros propósitos.

DEFINICION: Administración es una ciencia social compuesta de conceptos, principios, teorías y técnicas cuya aplicación a conjuntos humanos permite establecer sistemas racionales de esfuerzo cooperativo, a través de los cuales se pueden alcanzar propósitos comunes que individualmente sería muy difícil lograr.

Respecto a la definición anterior, se considerarán cuatro características propias de la administración:

1.- Es universal; por se aplicable con igual validez a todo tipo de empresa (públicas o privadas, militares o ci_viles, etc.), y en toda clase de culturas.

2.- Es de naturaleza social. Al constituirse en un - proceso necesario a todos los esfuerzos colectivos.

3.- Es adaptable ante los cambios externos o internos del medio donde se aplique. Esto es, considera los medios eco_nómicos, tecnológicos, sociales, políticos y étimetros los que de alguna manera, afectan la trayectoria en la consecución de - los objetivos.

4.- Se encuentra respaldada por conocimientos propios como son: Patrones de departamentalización, técnicas adminis_trativas de control, etc; así como de conocimientos que per_tenen a otros campos como por ejemplo: análisis matemático, - toma de decisiones, motivación y liderazgo, etc.

Anteriormente se hizo mención de la utilización de la - teoría administrativa como herramienta en la ingeniería de man_tenimiento. ...Posiblemente tal elección pudo haber parecido a primera instancia un tanto arbitraria, pero no es así. Su -- justificación es de tipo práctico; o lo que Harold Koontz y - O'Donnell llaman de enfoque "operacional", o sea, se conside_ra a la administración desde el punto de vista de lo que los administradores hacen.

El planear, organizar, ejecutar y controlar cada uno de los trabajos diarios de un conjunto humano, con vista a objetivos concretos han sido consideradas desde hace tiempo como las disciplinas de los administradores más aptos.

Cada una de las actividades anteriores serán tratadas - en este trabajo en el orden en que fueron mencionadas, considerándolas como parte de un proceso administrativo, bajo el cual fundamentaremos el desarrollo general del tema básico -- que nos ocupa.

En la práctica, los procesos administrativos llevan un orden al inicio del ciclo y después de iniciado en algunos casos, van traslapados unos con otros con el fin de resolver los problemas que se presenten. Pues después de todo, la administración es una red sistemática y no un conjunto de deberes para desarrollarse en secuencia.

Antes de iniciar a enunciar los procesos administrativos, es importante hacer notar algo que ya se ha hecho evidente por sí sólo. No es el objeto de este trabajo desarrollar el tema sobre administración, desde el punto de vista doctrinario, tampoco intentar convencer de su aplicación particularmente universal; pues la efectividad del razonamiento humano comprobado no está en evidencia. Simplemente se hace énfasis en las características más relevantes de los procesos en cuestión, ya que ellos en conjunto, son la base para la creación de una disciplina propia para la ingeniería de mantenimiento.

En el presente capítulo se mostrarán los procesos administrativos en forma concisa, para después utilizar esta teoría como herramienta en la administración de la ingeniería de

mantenimiento, realizando, por supuesto, las debidas adaptaciones del campo administrativo puro, al de ingeniería.

1.1 PLANEACION

La planeación prevee, concibe y formula todo lo que concierne a la operación e implica una sucesión de pasos que se debe seguir en forma ordenada y continua, logrando, si ésta bien realizada, una actitud de estudio, análisis y proyección futura, además de ahorro y conservación.

Ante un mundo de agresiva competitividad, la planeación se hace necesaria, siempre prescindiendo al resto de los procesos administrativos. Por esta razón muchos administradores, teóricos y prácticos, la colocan en un lugar de honor dentro de la misma teoría administrativa, dándole además, la tarea esencial de observar que los objetivos y los métodos para lograrlos sean perfectamente entendidos; incluyendo la selección de los diversos cursos de acción que llevarán a la consecución de los objetivos.

Es bueno considerar que ante toda situación, aún el mejor plan, siempre será una elección comprometida, pues éste reduce los factores aleatorios pero no los elimina. Esto hace pensar de la planeación como un proceso de alto riesgo, pero necesario.

DEFINICION: "La planeación consiste, por lo tanto, en fijar el curso completo de acción que ha de seguirse, estableciendo los principios que habrán de orientarlo, la secuencia de operaciones para realizarlo y las determinaciones de tiempos y de números, necesarias para su realización".²

Para su desarrollo práctico, la planeación cuenta con varias etapas que le permiten determinar su meta y los medios para aplicarla. A continuación se mencionan las más importantes.

a) **OBJETIVOS.**- Toda empresa debe tener un objetivo que se convierta en su meta de realizaciones; en algo por conseguir y en función del cual deben formularse todos los planes. Además, también debe ser el lugar hacia donde se encaminan la organización, ejecución y control.

Dado que vivimos en sociedad, el objetivo esencial en toda empresa, es y será siempre de tipo social, que en última instancia, resulta ser la razón misma de cada empresa.

Hay quienes clasifican a los objetivos en individuales y colectivos, a corto y largo plazo, etc., pero esto no importa porque esas clasificaciones llevan, en esencia, la misma meta: Servir a la Sociedad.

El dinamismo que caracteriza a cada empresa, obliga a revisar y ajustar constantemente sus objetivos particulares aún considerando que tales objetivos fueron fijados al inicio de cada ciclo laboral. Dichos ajustes se realizan -- conforme a las necesidades.

Quizás se debe a que la teoría de la administración es realmente un recurso nuevo que en algunas de sus etapas - poco se ha desarrollado. Respecto a la fijación de objetivos en administración, no existe ninguna técnica que nos sirva de apoyo. Mas sin embargo en ingeniería nos podemos auxiliar del método científico fijar específicamente los objetivos. Es pues la fijación de objetivos una labor exclusiva del juicio humano y una etapa insoslayable, pues cuanto más específicamente se defina el objetivo, más claramente se sabrá lo que se quiere y llegar a su término.

b.) **POLITICAS.**- Por políticas se entiende al conjunto de normas de conducta y determinaciones que dirigen - las actividades de toda empresa hacia el cumplimiento de sus objetivos.

Las políticas delimitan el área dentro de la cual una decisión debe ser tomada y aseguran que esté de acuerdo con los objetivos.

Existen varios tipos de políticas que controlan las acciones en una empresa, por ejemplo: Políticas externamente impuestas a corto y largo plazo, etc. Estas últimas, son - las más comunes y las que tienen mayor influencia en toda empresa.

Independientemente del tipo de políticas que se trate, éstas deberán cumplir algunas características. Entre otras las siguientes:

- Quedar perfectamente establecidas por escrito
- Tienen que ser bien difundidas, principalmente en las áreas de acción directa.
- Deberán ser revisadas periódicamente para evitar a toda costa su obsoletización.

Haciendo referencia al tercer punto, se aclara que es difícil saber si una política establecida será la correcta o incorrecta para el logro de los objetivos, más aún si - dicha política es perfecta, puede ser que en determinadas --

circunstancias tenga implicaciones negativas o que dicha política se haya convertido en algo tradicional, o sea, aceptable por propio derecho, sin referencia a los factores que originalmente llevaron a que fuera aceptada.

Ante tales situaciones, la solución más aceptada es instituir una forma de revisión periódica de políticas que bien podría estar aunada al ciclo de planeación.

C.) PROCEDIMIENTOS.- Se definen como los planes que nos muestran la secuencia cronológica de realización de las funciones.

Los procedimientos se encuentran formados por métodos, los cuales son en la mayoría de los casos, de carácter puramente técnico, por lo cual es recomendable revisar los procedimientos a manera de evitar los errores que son muy comunes; se pueden mencionar como ejemplos:

- La obsoletización de procedimientos.
- La superespecialización que en muchos casos resulta cara por superflua.

Todo procedimiento debe estar respaldado por los estudios correspondientes, basados sobre hechos concretos -- sin suposiciones o ambigüedades y tomando en cuenta los objetivos, los recursos humanos como también los materiales con que se cuenta; así también, se debe considerar la clase de función a desarrollar.

d.) **PROGRAMACION** .- La programación se define como la técnica que consiste en formular detalles dentro de un plan y que lo completa operativamente.

Los programas son listas o gráficas que muestran, claramente, quien debe hacer cada trabajo, cuando empezarlo y cuando terminarlo. Con esto se facilita la coordinación y recursos al equilibrar éstos con las necesidades.

Para su mejor evolución, la programación se apoya en los pronósticos, los cuales contribuyen a la toma de decisiones basándose en datos obtenidos a través de investigaciones y análisis estadísticos, esto entre otros muchos medios, para conseguirlos.

e.) **PRESUPUESTOS**.- Nos muestran las necesidades o resultados futuros a los que se presupone llegar. Los presupuestos se elaboran con base a los programas resultantes de la planeación y nos pueden indicar diferentes parámetros y no exclusivamente el que se refiere al dinero.

Los presupuestos son imprescindibles para llevar a cabo el control, ya que en base a ellos se puede comparar lo obtenido y saber el grado de desviación que se pudo haber efectuado, para aplicar el correctivo que se juzgue necesario.

La realización de planes exigen ciertas características de desarrollo. A continuación se mencionan algunas:

1. Un plan debe estar dirigido hacia un objetivo -- plenamente definido.

2. Debe ser sencillo, a manera de evitar toda complejidad futura.

3. Estos deberán ser precisos, sin afirmaciones vagas o ambigüedades ya que regirán acciones concretas.

4. Los planes deberán ser uniformes, o sea, deberán estar regidos por normas de actuación o medición.

5. Deben ser continuos.

6. Todo plan debe ser flexible, es decir, debe dejar margen para los cambios necesarios, pero sin desviarse de los objetivos establecidos.

7. Cada administrador deberá relacionar el grado de compromiso de sus recursos con la necesidad de planes definidos.

8. Los planes deben ser respaldados por el nivel supremo de decisión.

9. Los planes deben ser apoyados por los ejecutores directos de los mismos.

1.2 ORGANIZACION

La planeación precede a la organización y, a diferencia de ésta, considera al factor humano, dotándolo de derechos y deberes, como base elemental en la consecución de sus objetivos. Con apoyo en la planeación, la organización adopta un rasgo peculiar en cada ambiente donde se desarrolla.

"La organización es un conjunto de fuerzas humanas, con sus propias características físicas, psicológicas, etc., que constituyen un campo particular de acción" 3

El buen diseño de una organización tiene una importancia específica, pues aún la persona más competente se da donde las partes separadas operan en pugna, tan sólo cuando existe conexión y esfuerzo unificado puede desarrollar el personal, su potencial completo.

DEFINICION: Por organización se entiende un sistema de esfuerzo cooperativo, previo concientemente planificado y coordinado para que cada uno de los que participan en él de antemano, conozcan las labores, responsabilidades y derechos que le corresponden en su condición de integrante del grupo.

Para su desarrollo sistemático, la organización cuenta con 4 etapas características: Puestos, hombres, autoridad, responsabilidad.

a) **PUESTOS:** El desarrollo de las funciones específicas parte de la premisa siguiente: Al aumentar la cantidad de labores o al ser éstas de naturaleza heterogénea, ninguna persona es capaz de desarrollarlas plenamente por sí sola. - De ahí que hay la necesidad de realizar una división de labores y asignarlas a los individuos para su ejecución.

Por lo tanto, para determinar cada uno de los puestos necesarios con sus características únicas dentro del contexto administrativo en particular se hacen necesario:

- 1.- Enlistar labores a realizar.
- 2.- Separarlas en grupos afines de funcionalidad
- 3.- Determinar las horas - hombre de cada grupo con el objeto de determinar cuantos puestos de esa categoría son - necesarios.
- 4.- Realizar el análisis de puestos.
- 5.- Conocer las condiciones de trabajo a que estarán sometidos los ocupantes de dichos puestos.

Solamente de esta manera, lograremos equilibrar nuestros recursos humanos con nuestras necesidades de una manera adecuada.

b) **HOMBRES:** Habiendo conocido el puesto estamos en condiciones de seleccionar a la persona más adecuada, pues sabemos que atributos necesitamos de ella, por lo que la selección estará basada en el análisis del puesto.

Consideremos algo especialmente importante: Un puesto nunca deberá adaptarse para el hombre, pero sí, el hombre deberá adaptarse a los requerimientos del puesto. Claro, lo anterior sucederá como consecuencia de una administración

sana y equilibrada, características que muy difícilmente cubren las empresas mexicanas.

c.) **AUTORIDAD:** Como se hizo notar anteriormente, nadie dentro de una empresa, puede realizar todas las labores. Así también es imposible, a medida que una empresa crece, que una sola persona ejerza toda la autoridad; entendiéndose por ésta, como el derecho que tiene una persona, por su nivel jerárquico otorgado, a exigir a otra el cumplimiento responsable de los deberes que le ha asignado en su condición de subordinado.

Se consideran tres tipos de autoridad básicos:

1. **FORMAL.** - La cual se enunció en la parte superior.
2. **TECNICA.** - Esta se adquiere por el conocimiento o habilidad particular en cualquier campo del saber.
3. **PERSONAL.** - Esta autoridad es adquirida por simpatía o capacidad humana. Independiente de todo tecnicismo, administrativo, algunos autores consideran que el liderazgo dentro de cualquier nivel, es la base para la realización de objetivos.

Se considera como líder a aquella persona que por iniciativa propia compete, innova, es audaz y dinámicamente agresiva. además es seguido incondicionalmente por sus subordinados para quienes el líder significa el maestro, el consejero, el confidente, etc., por quienes trabajan entregando siempre lo mejor de sí, con celo y confianza.

En general, el que decide (con independencia del nivel de decisión), comanda y desea ver realizados los objetivos propuestos y aún los propios, debe de mantener al personal bajo su mando en un estado, de motivación conveniente.

d.) **RESPONSABILIDAD:** Esta es la obligación que tiene una persona de responder ante sus superiores por su actuación durante el desempeño de sus labores. La responsabilidad no puede delegarse como la autoridad, sólo se comparte; es decir, el superior puede delegar responsabilidad a un subordinado, pero no por eso deja de ser responsable ante su Jefe del buen o mal uso que el subordinado pueda dar a la autoridad que le fue delegada.

1.3 E J E C U C I O N

Este proceso es el más real y humano. Aquí se atienden los problemas como son realmente. Se conjugan en forma práctica los recursos materiales, técnicos y humanos, lo que dá a este proceso un ambiente imprevisible y quizá, hasta un tanto inestable dadas la reacciones humanas.

Es muy importante, para el administrador, lograr conciliar los intereses personales de todos aquellos que laboran en la empresa, esto es, lograr que todas aquellas personas comprendan, concientemente, que de los resultados generales de la acción de cada uno de ellos depende la realización de sus proyectos particulares.

El concepto anterior se puede apoyar en el siguiente enfoque:

" El problema de jefatura en una organización... es básicamente el de conseguir la ayuda y colaboración de personas con recursos e intereses variables en la realización de una tarea común en la cual cada contribución personal es justamente una parte del conjunto." 4

Para su desarrollo, la ejecución considera cuatro etapas que son: Motivación, comunicación, dirección y coordinación.

a.) **MOTIVACION.**- Se ha observado que la capacidad del hombre por el desarrollo de su trabajo va más allá de la obtención de un salario, después de haber satisfecho sus necesidades básicas, inclinándose hacia un desarrollo personal de autorrealización.

La motivación es un factor humano que toda persona necesita para trabajar, para ahorrar, para encontrar un sentido positivo a la vida. En la industria, la gente realizadora de trabajo de campo, necesita que alguna persona lo motive, siendo su jefe más cercano en la mayoría de los casos.

La motivación es muy necesaria para realizar los trabajos encomendados con gusto y entusiasmo. Un trabajo realizado con motivación será un trabajo bien hecho y duradero. Hay diversas formas de motivar a la gente, esto puede ser personal o en grupo, para que sea puntual al entrar al trabajo, para guardar las normas de higiene y seguridad, para realizar con rapidez y eficiencia su trabajo, etc., En sí, la motivación nos redituará objetivos positivos para la empresa.

b.) **COMUNICACION.**- Se considera a la comunicación como una etapa de intercambio verbal, escrito o visual, para transmitir y recibir criterios, informes, pensamientos, aspiraciones, etc.

La comunicación es el medio por el cual se unifica la actividad organizada, se modifica la conducta, se efectúan los cambios se hace que la información sea productiva, etc.

Es importante hacer notar que la comunicación siempre será bilateral. Nunca podrá ser unilateral, ya que siempre se necesita un elemento de transmisión y otro de recepción.

Quién comunica (trasmisor) debe considerar los siguientes factores:

- Dar una clara idea de lo que quiere comunicar
- Escoger el lenguaje adecuado para las personas que escuchan (receptoras) lo comprendan.
- Observar si la respuesta del receptor es la esperada y de acuerdo a lo comunicado.

El cuerpo receptivo puede ser individual o colectivo. Es oportuno dejar claro que sin comunicación no hay coordinación y sin ésta tampoco hay administración.

c.) **DIRECCION.**- Es la etapa del proceso administrativo que conduce las actividades de los individuos a través de un marco formal de actuaciones.

La dirección no es un fin sino un medio para llegar a la coordinación de los esfuerzos de cada persona.

Para Lyndall Orwick, "... Una buena definición operativa de direcciones... La función ejecutiva de guiar y supervisar a los subordinados. Su propósito principal es señalarles, darles la información necesaria para sus labores, revisar los trabajos y sus métodos y tomar la acción que permita la mejor realización" 5

d.) **COORDINACION.**- Otro de los puntos esenciales en la ejecución es lograr que los esfuerzos del grupo estén sincronizados y adecuados en tiempo, cantidad y dirección.

La coordinación es la etapa administrativa que integra los diferentes deberes o funciones y los niveles de autoridad que forman la cadena administrativa, de suerte que funcionen armónicamente y sin fricciones, dando a cada sector o individuo su máxima contribución al cumplimiento del objetivo trazado de la empresa o institución de que se trate.

"El propósito principal de la coordinación es el de sincronizar las distintas acciones de distintos individuos su principal obstáculo es precisamente eliminar o disminuir lo más posible las consecuencias de los puntos de vista opuestos o distintos que llevan iniciativas heterogéneas." 6

El grado de importancia de la coordinación es tal que su ineficiencia o inexistencia desvirtúa totalmente el proceso administrativo.

1.4 CONTROL

El control es el último proceso administrativo y muy necesario, pues verifica el desarrollo de las actividades previamente planeadas, evaluándolas y corrigiéndolas, cuando sea necesario, a manera de garantizar de una manera mejor -- los objetivos de una empresa.

El control administrativo es mucho más eficaz y -- rápido, cuando se encuentra en los casos en que no se logra lo previsto, más bien que en los resultados que se obtubieron como se había planeado.

DEFINICION: Control es el proceso que permite conocer las realizaciones, compararlas con las metas y planes, establecer normas de autoevaluación y tomar la acción correctiva que se considere más adecuada.

El control para su desarrollo requiere básicamente de 4 etapas: Establecimiento de normas. Comparación del desempeño contra normas. Análisis de desviaciones. Corrección de desviaciones.

a.) ESTABLECIMIENTO DE NORMAS.- sin esta etapa es imposible comparar; base de todo control.

Las normas son puntos seleccionados en un programa de planeación donde se realizan medidas de evaluación de tal manera que puedan orientar a los administradores respecto de

como marchan las cosas sin que éstos tengan que observa cada paso en la ejecución de los planes.

b.) **COMPARACION DE DESEMPEÑO.**- Hacer este tipo de medición frecuentemente es muy complejo. Muchas veces el establecimiento de normas medibles también lo es.

La función de esta etapa es detectar las desviaciones antes de su ocurrencia real, a manera que éstas sean evitadas mediante los remedios adecuados. El llevar a cabo esta etapa suele ser una práctica propia de técnicos especialistas en las áreas donde se deban realizar dichas mediciones por ejemplo, especialistas en tiempos y movimientos.

c.) **ANALISIS DE DESVIACIONES.**-Las desviaciones o variaciones que se tengan deben ser analizadas, el porqué de su origen, pues muchas veces se están acarreado errores en el uso de los métodos de los cuales nos daremos cuenta hasta que se haga un análisis exhaustivo.

d.) **CORRECCION DE DESVIACIONES.**- Aquí se observa que corregir desviaciones es realmente donde los otros procesos aparecen en escena. Pues el administrador puede corregir replanteando los planes o modificando la meta, ejerciendo su función de reorganización a través de la reasignación de los deberes o a través de mejor dirección o liderazgo, etc.

CAPITULO DOS

CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO

Las necesidades del hombre, por si solas, traen como consecuencias otras que son mantenedoras de las primeras. Esto es que, en la vida del hombre como ser social, siempre existe la acción mantenedora de sus recursos disponibles, por ejemplo: Mantenerse sano, limpio, con empleo, dentro de una familia y un estatus social, etc.

Por otro lado, dentro del sector productivo el concepto de mantenimiento ha desarrollado altos niveles de importancia; pues dentro del proceso de la producción donde una máquina produce cientos de piezas de un producto determinado, si dicha máquina sufre un avería por la que se tenga que parar la producción, el costo de paro puede alcanzar índices que están en función del beneficio obtenido por dicha máquina.

Es por esta razón, que en los últimos años la ingeniería de mantenimiento ha tenido un alto grado de importancia dentro de la industria y es cada vez mayor a medida que los procesos se hacen más complejos y por consiguiente las fallas más críticas.

Para la mejor aplicación de la ingeniería de mantenimiento, al campo industrial, hoy día existen dos enfoques del mantenimiento los cuales tienen origen a través de la naturaleza del trabajo que se vaya a realizar.

En este trabajo, se mostrará la importancia que tiene la mantención del servicio de los recursos que conciliarán los objetivos productivos, para lo cual se usarán como herramientas básicas los conocidos mantenimientos, correctivos y preventivos, los cuales después de conjuntarlos adaptarlos a las necesidades particulares de cada empresa. Podrán ser manejados como un mantenimiento integrado.

2.1 MANTENIMIENTO DEL SERVICIO

El concepto tradicional de mantenimiento nos dice:

Mantenimiento es la conservación del equipo en óptimas condiciones de operación (confiable, eficiente y económicamente), con un mínimo de demoras efectuando las necesarias correcciones, modificaciones, reparaciones y M.P. para evitar un mal funcionamiento y/o deterioro para asegurar la máxima vida útil y continua del equipo, instalaciones y locales de la planta.

De acuerdo a la anterior definición la labor de mantenimiento se enfoca de la siguiente manera:

- Lo importante es reparar el equipo para que funcione como se diseñó.
- Cuando hay un daño físico en los componentes de un equipo es necesario corregirlo (MC).
- Es necesario hacer trabajos de reparación para evitar daños físicos en componentes de una máquina (MP).

El enfoque anterior nos muestra un concepto tradicional del mantenimiento industrial que ha sido aplicado a través de muchos años.

Actualmente se ha desarrollado un nuevo concepto de mantenimiento basado en la conservación del servicio que da el equipo, más que del equipo mismo.

Entiéndase como servicio a la utilidad que presta un equipo o a las acciones de una persona (o grupos de personas), para lograr la satisfacción directa o indirecta de -- una necesidad. Dicho servicio deberá poseer, en base a calidad, el grado de satisfacción necesario para cubrir adecuadamente dicha necesidad.

Para medir la calidad de un servicio, es necesario citar los parámetros de interés, que no son más que las características más representativas de la calidad de servicios, los cuales permiten evaluar mediante su medición y análisis el grado de desviación que ha provocado la degradación de las cualidades físicas de los componentes de una máquina, en el servicio que ésta proporciona.

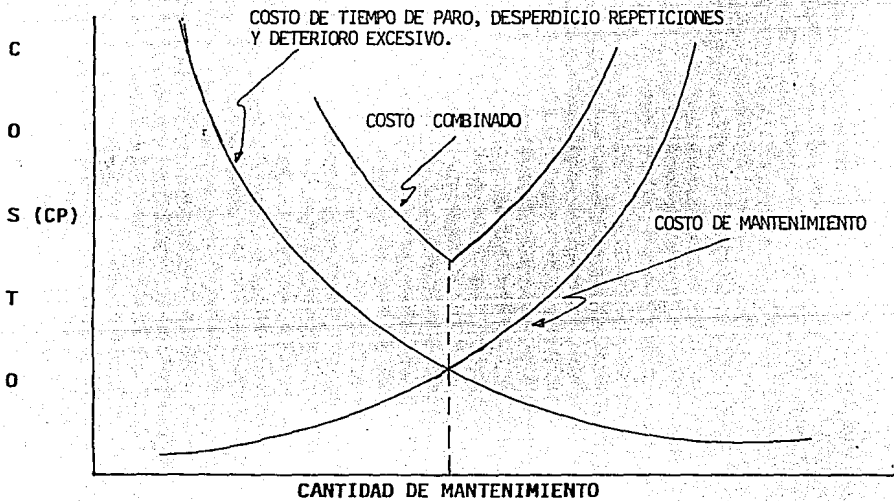
La determinación de los parámetros de calidad de servicio está ligada directamente al costo-beneficio obtenido con la aplicación de mantenimiento. La forma de encontrar los parámetros de calidad es empleando el análisis estadístico de los diferentes elementos ligados al proceso analizando su interrelación y variaciones.

Una vez definido el parámetro o sea la característica más representativa de la calidad de servicio, se hace necesario darle valores.

Cualquier método que se emplee en la actualidad para determinar el nivel óptimo de mantenimiento está sujeto a una serie de factores como el tipo de empresa, la antigüedad de su personal, la obsolescencia de su equipo, etc. Un enfoque consiste en precisar mediante informes de producción contra tiempo, las pérdidas por "tiempo de paro en máquinas", los --

desperdicios causados por baja calidad del producto, el deterioro excesivo del equipo y todas las causas que afecten la producción o servicio prestado por la empresa y sean atribuibles a mantenimiento; una vez hecho esto; cuantificar las pérdidas y graficarlas en unidades de costo contra unidades de tiempo, así mismo graficar el costo del mantenimiento y obtener la curva de costos combinados, el nivel óptimo de mantenimiento será aquel en el que los costos combinados sean menores (ver figura)

COSTO MINIMO DE OPERACION



CONDICION PARA EL COSTO MINIMO DE OPERACION: $CP = CM$

Por todo lo anterior, concluimos que concebir una máquina como medio y no como un fin, permitirá orientar adecuadamente los trabajos de mantenimiento que en ella se realicen tendientes a la conservación del servicio.

2.2 NUEVA DEFINICION DE MANTENIMIENTO

Mantenimiento es la actividad humana que conserva la "calidad del servicio" que prestan las máquinas, instalaciones y edificios en condiciones seguras, eficientes y económicas.

De acuerdo a esta nueva mentalidad, la labor de mantenimiento se enfoca de la siguiente manera:

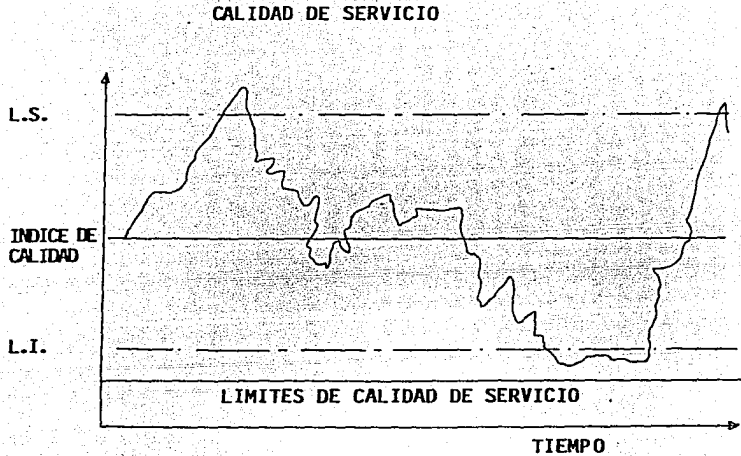
- Lo importante es mantener en condiciones aceptables para el usuario el servicio que proporcionan las máquinas.
- Cuando el servicio que proporciona una máquina es inferior a lo que el usuario requiere, es necesario rehabilitarlo (MC)
- Es necesario efectuar trabajos de reparación en la máquina para evitar que el servicio que ésta proporciona, se reduzca a un nivel inferior al aceptado por el usuario.

Hacemos hincapié en que el punto de vista del mantenimiento debe ser tomado con respecto al servicio; así en caso de que una máquina presente un reducción de calidad de servicio (ésto es que la calidad del servicio quede fuera de los límites pre-establecidos), los trabajos que se desarrollen en dicha máquina serán de mantenimiento correctivo.

Obsérvese la siguiente gráfica:

CALIDAD DE
SERVICIO

RANGO DE BUENA
CALIDAD DE
SERVICIO



Con los conceptos antes establecidos y con apoyo en la gráfica anterior se define al mantenimiento correctivo como la actividad humana desarrollada en máquinas, instalaciones o edificios, cuando a consecuencia de una falla, han dejado de prestar la calidad del servicio para lo cual fueron diseñados.

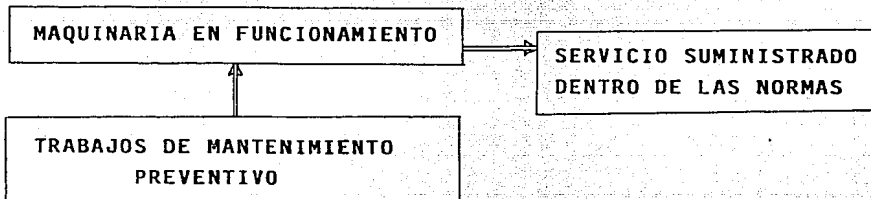
Por lo tanto, las labores que en este caso deben llevarse a cabo tienen por objeto la recuperación inmediata de la calidad de servicio; es decir que ésta se coloque dentro de los límites esperados (superior e inferior) ya sea que para tal efecto se hagan arreglos provisionales o definitivos.

Toda labor de mantenimiento correctivo, exige una atención inmediata, por lo que ésta no puede ser programada, sólo se tramita y controla por medio de reportes "máquina -- fuera de servicio", por lo que el personal debe efectuar los trabajos absolutamente indispensables, evitando arreglar -- otros elementos de la máquina o hacer cualquier trabajo adicional que no sea necesario para que pueda seguir prestando su servicio.

2.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es la actividad humana desarrollada en máquinas, instalaciones o edificios, con el fin de asegurar que la calidad del servicio que éstos proporcionan, permanezca dentro de los límites del presupuesto.

Los trabajos de mantenimiento preventivo se efectuarán en la maquinaria antes de que la calidad del servicio de ésta salga de los límites preestablecidos, según la gráfica anterior.



Con este nuevo enfoque, para conocer si un determinado trabajo es de mantenimiento correctivo o preventivo, basta con preguntarse a uno mismo:

- ¿ Qué tipo de servicio y que calidad de éste espero de la máquina?
- ¿ He perdido el rango de calidad esperado?

Si la contestación de la 2a. pregunta es positiva, se tendrá un caso de mantenimiento correctivo; y si es negativa se tratará de mantenimiento preventivo.

La necesidad de mantenimiento en equipos e instalaciones con diferentes condiciones ha determinado la necesidad de diferentes prioridades y técnicas para la aplicación del MP, existen varios tipos de mantenimiento preventivo. Los más adaptables ante este nuevo enfoque de mantenimiento -- son los siguientes:

- Mantenimiento progresivo
- Mantenimiento periódico
- Mantenimiento técnico
- Mantenimiento analítico
- Mantenimiento predictivo

Las particularidades de cada uno de los tipos de mantenimiento preventivo se muestran en el cuadro siguiente.

CLASE DE MANTENIMIENTO	CONDICIONES REQUERIDAS PARA SU APLICACION	CARACTERISTICAS
PROGRESIVO	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer periódicamente de cortos tiempos ociosos del equipo. - Confiabilidad no estricta. - Contar con historial de fallas y recomendaciones del fabricante que permitan fijar períodos de inspección y cambio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Periodicidad de los trabajos computada cronológicamente. - Cambio de partes por inspección y solo si es necesario. - Económico pero poco confiable.
PERIODICO	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de equipo auxiliar o del tiempo necesario para no afectar el servicio. - Que se requiera alta confiabilidad. - Conocer la vida útil de partes clave para determinar su cambio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Periodicidad de trabajos, computada por horas trabajadas. - Cambio de partes sin inspección. - Poco económico pero confiable.
TECNICO	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer periódicamente de mayores tiempos ociosos, aún que insuficientes para hacer todo el mantenimiento. - Confiabilidad no estricta. - Contar con estadística, para fijar períodos de inspección y cambio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Periodicidad de trabajos computada por horas trabajadas. - Combinación de cambio de partes, unas con otras sin inspección. - Más económico y confiable.
ANALITICO	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de registro y estadística de fallas. - Que se requiera muy alta confiabilidad. - Contar con estadística que permita un análisis profundo para hacer diagnósticos confiables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajos efectuados solo si se requieren. - Combinación de cambio de partes, unas con otras sin inspección. - Poco económico, muy confiable.
PREDICTIVO	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de equipo automático o de supervisores, que permitan un diagnóstico permanente. - Requerir alta confiabilidad y seguridad en la operación. - Disponer de máquinas redundantes en donde la importancia es vital. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajos efectuados solo cuando y donde se requieran. - Alto costo de implementación. - Altos niveles de inspección a los equipos. - Económico y altamente confiables.

2.4 MANTENIMIENTO DIRIGIDO

Este tipo de mantenimiento es una extracción racional de las actividades más ventajosas que se desarrollan en los diversos tipos de mantenimiento antes mencionados, dirigidos exclusivamente a las necesidades del equipo en particular.

El mantenimiento preventivo dirigido, se compone de labores rutinarias y no rutinarias; estas últimas ocasionadas por desviaciones en el índice de calidad, pero sin salirse de este (anomalías), las cuales se manejan mediante órdenes de trabajo.

Las labores rutinarias, son un conjunto de actividades repetitivas que se ejecutan bajo un programa preestablecido. Dichas rutinas se diseñan para cada equipo en particular, tomando en cuenta los siguientes parámetros:

MPR

- Análisis de la vida útil del equipo.
- Pruebas de recepción de la instalación
- Recomendaciones del fabricante.
- Trabajo a que está sujeto el equipo.
- Inspección visual.
- Pruebas o mediciones de las condiciones actuales.
- Medio ambiente que impera.
- Historial de fallas.
- Análisis de calidad de mano de obra de la instalación.
- Análisis de la calidad de mano de obra de mantenimiento.

2.5 MANTENIMIENTO INTEGRADO

El dinamismo industrial provocado por las exigencias del mercado y los avances tecnológicos, ha llevado a las empresas a contar con algún sistema de mantenimiento, en la mayoría de los casos propios, a sus medios productivos.

Ahora bien, para que dicho sistema sea óptimo debe ser una mezcla racional, y adecuada de los sistemas preventivo y correctivo, también deberá contener los elementos necesarios complementarios. El Mantenimiento Correctivo no se puede eliminar de ningún sistema, pues aunque se apliquen -- las técnicas más depuradas e ideales del mantenimiento preventivo, forzosamente se suscitarán fallas preventivas en el servicio que presta el equipo.

De ahí se ha desarrollado la idea de un nuevo procedimiento de trabajo que posee los atributos mencionados y contemplados bajo un enfoque económico. A dicho procedimiento se le ha dado el nombre de Mantenimiento Integrado (MI) y se define como:

LA ACTIVIDAD HUMANA QUE REUNE ACCIONES PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS, ADECUADAMENTE INTERRELACIONADAS DENTRO DE UN MARCO ECONOMICO, A FIN DE CONSERVAR EL SERVICIO QUE PRESTAN LAS MAQUINAS EN CONDICIONES SEGURAS EFICIENTES Y ECONOMICAS.

LO ANTERIOR EN FORMA ALGEBRAICA

$$MI = MC + MPD \quad \text{y como:}$$

$$MPD = MPR + MPA \quad \text{tendremos:}$$

$$MI = MC + MPR \quad \text{donde:}$$

MPD: M.P. Dirigido.
MPR: M.P. Rutinario
MPA: M.P. Por Anomalias

CAPITULO TRES

TECNICAS DE APOYO AL MANTENIMIENTO

En este capítulo se hará mención de las técnicas que sirven de apoyo en el desarrollo de la función de mantenimiento, las cuales darán soluciones de acuerdo al equilibrio, respecto a toda la empresa, con que sean aplicadas, apoyadas y desarrolladas.

Se hace hincapie en que las técnicas a que se hará referencia son solamente algunas de un conjunto extenso, y en casos particulares sofisticadas; éstas últimas no serán tratadas a fondo precisamente por su grado de sofisticación; aclarándose el hecho de que no es que no puedan ser empleadas plenamente en mantenimiento, sino que dicho grado de complejidad ya no está al alcance de este trabajo; además de que las condiciones verdaderas de la industria mexicana no permite la aplicación de dichas técnicas a esos niveles.

Por experiencia (y buena costumbre), más que como resultado del desarrollo de alguna técnica en especial, al considerar algún equipo, máquina, sistema, etc., es importante establecer algunas especificaciones como son las siguientes:

1. Registro: Identificación (nombre, ubicación, uso, razón)
2. Fragmentación: Subsistema, componentes, o conjuntos, unidades y en general elementos de que consta.
3. Valor del sistema
4. Capacidad
5. Fabricante
6. Datos de placa

7. Mantenibilidad: O sea de la cantidad de servicios o la frecuencia con que éstos se tengan que realizar, ejemplo:

- Ajustes periódicos necesarios
- Lubricación, limpieza de elementos, pintura, etc.
- Revisión de alineación o nivelación
- Niveles de vibración
- Cambio periódico de alguno de sus elementos

Una función que afecta grandemente a la mantenibilidad es la disponibilidad de refacciones, así que es bueno evaluar los siguientes puntos.

-- RELACION = $\frac{\text{Valor de Refacciones}}{\text{Valor del Sistema}}$

- Refacciones almacenadas y cantidad
- Identificar los niveles de seguridad
- Dificultad del reabastecimiento

8. Fiabilidad: Aquí debemos analizar la susceptibilidad con que el sistema está provisto para evitar una falla o mala operación que provocarían al sistema dejará de trabajar, y que pudieran ser los siguientes:

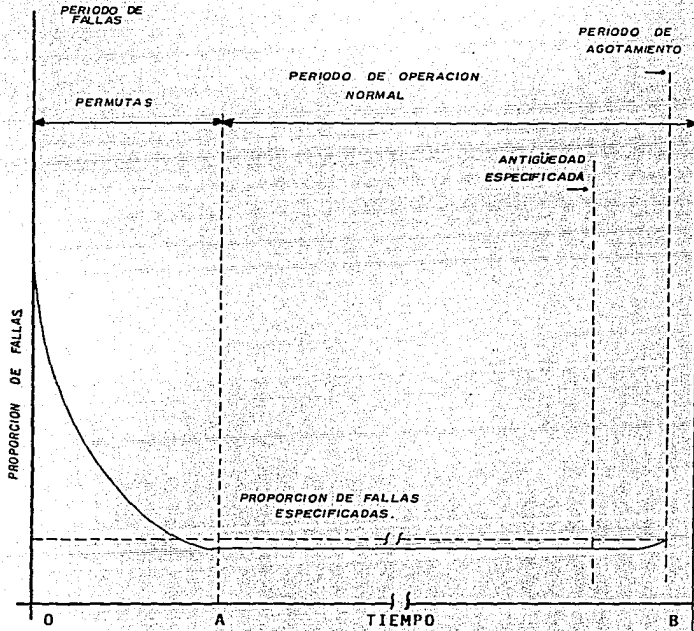
- Switch centrifugos
- Interruptores de flujo o presión
- Robustores de la construcción
- Alarmas instaladas
- Diseño de fabricación de velocidades
- Etcétera.

3.1 DURACION DEL EQUIPO

Basándonos en observaciones efectuadas en equipos en general se ha determinado que la cantidad de fallas que se presentan, no es uniforme a lo largo de la vida del equipo, sino que existen incrementos muy marcados durante los períodos inicial y final, así como un lapso comprendido entre éstos, en el cual las fallas son relativamente constantes.

Aún cuando es muy completo, es posible graficar el comportamiento futuro de un equipo, apoyándose como principio en las leyes estadísticas de la duración de la vida, en forma tal que se obtenga una descripción bastante precisa del patrón de fallas del equipo; la curva que nos representa tal patrón de fallas del equipo es llamada "Curva de la Bañera" y se muestra en la siguiente figura:

CURVA DE LA BAÑERA



La curva de la bañera se explica de la siguiente manera: El período inicial de fallas o de depuración, se -- inicia después de las pruebas de instalación, cuando el equipo es puesto en servicio y entregado al departamento de producción o el que corresponda para su operación. Durante este período según la gráfica, se presenta un máximo de fallas lo que en unión con el tipo de equipo y proceso, determinará los sistemas de mantenimiento a emplear, complementados obligatoriamente por un intenso mantenimiento correctivo, el cual se irá reduciendo a medida que se aproxime al final del deterioro. El rango de este período va de 0 - A en la gráfica.

El comienzo del período de operación normal es -- marcado por el promedio de fallas, que se vuelve relativamente constante, éste es considerado como el de mayor productividad y su duración va en proporción directa con la efectividad del sistema de mantenimiento que se aplique, la forma de operación, la cualidad del equipo, etc. En la gráfica este período va de A - B.

Como se aprecia en la figura el período de agotamiento se caracteriza por un incremento progresivo de fallas, lo que provoca que la intensidad y costo del mantenimiento correctivo sea cada vez mayor, reduciendo la utilidad de explotación del equipo, hasta el punto donde la sustitución o rehabilitación debe ser considerada. En la gráfica este período va de B - en adelante.

3.2 FIABILIDAD DE LOS EQUIPOS

El conjunto de temas que en el lenguaje corriente se agrupan con el nombre de "Teoría de la Fiabilidad" comprenden un conjunto de teorías y métodos matemáticos y estadísticos, procedimientos organizativos y prácticas operativas que mediante el estudio de las leyes de ocurrencia de las fallas están dirigidos a la resolución de problemas de previsión, estimación y optimización de la probabilidad de supervivencia, duración media de vida y porcentaje de tiempo de buen funcionamiento de un sistema.

Cabe hacer notar que la fiabilidad, con los conceptos que contiene, está adquiriendo una gran importancia en las actividades productivas del hombre, de manera especial en los países técnica y científicamente más avanzados.

Trataremos ahora, aunque de manera breve, de aclarar los motivos por los que la industria, se ve en cierto sentido, obligada a utilizar las técnicas de la fiabilidad.

1. Los productos modernos tienden a crecer en complejidad. No se olvide que la fiabilidad se origina en el hecho de -- que al aumentar la complejidad, la probabilidad de fallo crece hasta el punto que es imposible hacer funcionar lo que se ha proyectado con el máximo cuidado.
2. Necesidad de reducir el peso y volumen de los productos.
3. Necesidad de aumentar la duración del funcionamiento de un producto.
4. Necesidad de los bienes de gran consumo, contraria a la anterior, de acortar la vida útil técnico-económica del

producto con objeto de conseguir, gracias al aumento de consumo, el máximo beneficio derivado de la combinación óptima de los factores precio de venta y duración del producto.

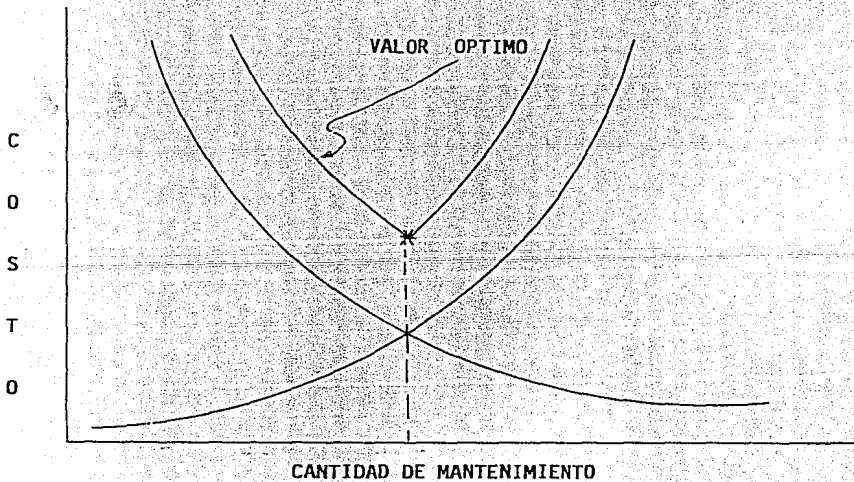
5. Dificultad de mantenimiento, una mayor duración del funcionamiento equivale a una mayor utilización del producto con las ventajas económicas correspondientes; puede aparecer entoces dificultades para mantener las partes menos accesibles de la máquina, partes que deberán tener en consecuencia mayor fiabilidad.
6. Tendencia a un mayor empleo de los componentes electrónicos. En la electrónica se hace uso de la fiabilidad, sea porque los sistemas electrónicos tienden a aumentar en complejidad, sea porque los componentes están muy normalizados, con los que es fácil recoger datos sobre su funcionamiento.
7. Necesidad de eliminar el riesgo de pérdidas de vidas humanas y, en general de pérdidas valiosas.
8. Las consecuencias económicas del mal funcionamiento de una máquina tiende a aumentar, sea porque las máquinas tienden a ser más caras, sea porque se destinan a mayores volúmenes de producción.
9. La fama de la fiabilidad califica al producto ahí donde la fiabilidad es indispensable y le permite conquistar el mercado.

La fiabilidad cuesta y mucho, pues al aumentar el grado de fiabilidad los estudios tienen que ser más precisos los proyectos más comprometidos, la experimentación más rigurosa, las construcciones más concienzudas y con empleo de medios técnicamente más avanzados, etc., todo lo cual comporta un aumento en los costos propios de estas actividades, a los

que llamamos "costos de producción".

Ahora bien, al aumentar el grado de fiabilidad disminuirémos los costos que son inherentes a las fallas, a los que llamaremos "costos de mantenimiento" y que comprenden, además del mantenimiento en sí, los recambios, los costos derivados de la falta de productividad, etc.

Pues bien, el costo de la fiabilidad es la suma de los costos mencionados, suma que tendrá un mínimo al que corresponderá un cierto valor óptimo de fiabilidad; véase siguiente figura.



Hemos hablado de la fiabilidad, demóstre ahora una definición: La fiabilidad de un elemento se define como la probabilidad de que dicho elemento funcione sin fallas durante un tiempo "t" determinado en unas condiciones ambientales dadas.

Al elemento considerado se le pueden asignar dos estados que lo caracterizan en todo instante de su vida: El de buen funcionamiento, y el de funcionamiento defectuoso; a dicho elemento puede asociarse la probabilidad de hallarse en uno u otro de ambos estados.

La anterior definición presupone:

1. Que sea fijado de forma inequívoca el criterio que determina si el elemento funciona o no funciona. A veces, este criterio es tan obvio que la definición del estado - "no funciona" es inmediata, por ejemplo, una soldadura aguanta o no aguanta. Se trata en estos casos de sistemas bien estables; otras veces, el estado de fallo se puede definir solamente con la concreción de un límite admisible en las presentaciones del aparato en cuestión, más allá del cual se hablará del fallo.
2. Que sean establecidas exactamente las condiciones ambientales y de utilización y que se mantengan constantes en el período de tiempo en cuestión.
3. Que sea definido el intervalo de tiempo "t" durante el cual se requiere que el elemento funcione.

Fijadas las dos primeras condiciones, la fiabilidad de un elemento es función solamente del tiempo, función cuya forma depende de la ley problemática con la que el no -

funcionamiento o fallo pueda darse en el tiempo.

Hasta ahora se ha dado un breve comentario respecto a lo que significa fiabilidad pero, como se señaló anteriormente la complejidad de ciertas técnicas, como es la fiabilidad, salen fuera del alcance de este modesto trabajo; eso no quiere decir que no vayamos a considerar la fiabilidad.

La usaremos en una forma práctica y accesible a las necesidades generales de la planta mediana y pequeña que es la que más nos interesa.

3.3 DETERMINACION DE LA FIABILIDAD DE EQUIPOS

A fin de obtener que las labores de mantenimiento - que se desarrollan en algún equipo estén enfocadas al punto - de vista económico, es necesario calcular con anticipación -- cuáles son los costos de mantenimiento y de operación que se espera va a tener el equipo; de manera de anotar éstos en la - "carta" de preparación de trabajos del equipo en cuestión.

Este enfoque puede resolverse determinando el grado de fiabilidad que se espera tener del equipo.

Para fines de estudio podemos considerar los cinco que son estimados como factores universales; es decir, cualquier tipo de máquina los contiene; en la inteligencia de que existirán otro tipo de máquinas que acepten más de estos factores.

Los cinco Factores Universales son:

1. Edad del Equipo
2. Medio Ambiente
3. Trabajo a que está sujeto el Equipo
4. Inspección Visual
5. Pruebas o Mediciones.

EJEMPLO: Consideremos que necesitamos conocer el grado de - fiabilidad que debe tener un transformador eléctrico - co de 100Kva, considerando los cinco Factores Univer - sales, tendríamos:

<u>Factor N°</u>	<u>Concepto</u>	<u>% DE FIABILIDAD</u>
1°	Edad	20
2°	Ambiente	17
3°	Trabajo	23
4°	Inspección	13
5°	Pruebas	27

El porcentaje de fiabilidad lo calculamos por la experiencia que se tiene en el trabajo de la máquina; es decir, nosotros llegamos al acuerdo que las pruebas que llevamos a efecto en nuestro transformador, si éstas resultan buenas, nos dan una fiabilidad del 27% la cual puede irse perdiendo, cuando el resultado de dichas pruebas nos acuse la existencia de algunas cuestiones fuera de las tolerancias asignadas a la máquina.

Asimismo consideramos que el trabajo o la carga a que está sujeto este transformador sigue en importancia al anterior factor, por lo que después de un análisis le hemos dado una calificación del 23% que corresponde a la máxima fiabilidad cuando el transformador se encuentra trabajando dentro de sus normas de trabajo, también esta fiabilidad se irá perdiendo conforme vaya siendo mayor la carga de trabajo para esta máquina. En esa forma se consideran los restantes puntos obteniéndose los datos anotados en la columna % de Fiabilidad.

Para ser más acuciosos en nuestros cálculos, es necesario dividir cada uno de los cinco factores anteriores en sub-factores y también a su vez calificar éstos en unidades de medida relativos al tipo de factor que se está estudiando y así tendremos:

1 FACTOR EDAD

<u>Sub-Factor</u>	<u>Edad en Años</u>	<u>% Fiabilidad</u>
A	0 - 2	100
B	2 - 4	75
C	4 - 6	60
D	6 - 8	50
E	8 - 10	25
F	más de - 10	10

La tabla mostrada, considera que 10 años es la vida normal de un transformador y que el transcurso del tiempo irá reduciendo su fiabilidad en un porcentaje mostrado en la columna (% de fiabilidad)

2. FACTOR MEDIO AMBIENTE

<u>Sub-Factor</u>		
A	Limpio, Humedad entre 50 y 60° Temperatura entre 22 y 25°	100
B	Limpio, Humedad entre 50 y 60° Temperatura entre 10 y 30°	80
C	Limpio, Humedad mayor de 60° o menor de 50° Temperatura entre 22 y 25°	50
D	Limpio, Humedad mayor de 60° o menor de 50° Temperatura entre 10 y 30°	30
E	Sucio, Humedad mayor de 60° o menor de 50° Temperatura entre 10 y 30°	10

3 FACTOR CARGA DE TRABAJO

<u>Sub-Factor</u>	<u>Carga de Trabajo</u> <u>%</u>	<u>Temperatura de Trabajo</u> <u>°C</u>	<u>Fiabilidad</u> <u>%</u>
A	80	10 - 25	100
B	90	26 - 30	85
C	100	31 - 38	70
D	110	39 - 45	30
E	120	46 - 50	15
F	más de 120	más de 50	5

4 FACTOR DE INSPECCION

<u>Sub-Factor</u>	<u>Inspección Visual</u>	<u>% Fiabilidad</u>
A	Limpio, sin fugas, sin que braduras Instalaciones den tro de normas.	100
B	Limpio, sin fugas, sin que braduras Instalaciones fue ra de normas.	82
C	Limpio, sin fugas, con que braduras Instalaciones fue ra de normas.	60
D	Sucio, con fugas, con que braduras Instalaciones den tro de normas.	40
E	Sucio, con fugas, con que braduras Instalaciones fue ra de normas.	10

5 FACTOR PRUEBAS Y MEDICIONES

<u>Sub-Factor</u>	<u>Mediciones</u>	<u>% Fiabilidad</u>
A	Aislamiento 10 meghoms	100
B	Aislamiento 9.9 a 5 Meghoms	75
C	Aislamiento 4.9 a 2 Meghoms	50
D	Aislamiento 1.9 a 1 Meghoms	10
E	Aislamiento menos de 1 Meghoms	0

Con todos estos datos dentro de la "Hoja de Preparación de Trabajo", se califica el grado de fiabilidad que en un momento dado pueda tener el transformador; pues basta con verificar el estado que éste guarda con respecto a los cinco factores, para que nos den la fiabilidad asignada en ese preciso momento en que se hacen las observaciones o mediciones, etc., **Por ejemplo:**

Consideremos que al inspeccionar un transformador montado en nuestra fábrica, lo encontramos con las siguientes características:

<u>Factor</u>	<u>Condiciones encontradas</u>	<u>% Factor</u>	<u>Fiabilidad</u>	
			<u>% Sub-Factor</u>	<u>% Total</u>
Edad	3 años	20	75	15
Ambiente	Limpio, Temperatura 100 a 30° Humedad 50 a 60	17	80	13.6
Trabajo	Carga 80% Temperatura 10° -25°	23	100	23
Inspección	Sin fugas, sin quebraduras, Inst. OK.	13	100	13
Pruebas	Aislamiento 1.5 megh.	27	10	2.7
Total		100		67.3

En síntesis, este transformador nos representa una fiabilidad del 67.3% y es notorio que lo que más abate ésta, es el bajo aislamiento que registran las pruebas, por lo tan to de be ar re gl ar s e é ste, siempre que sea económico, al compa rar lo con el cambio de un nuevo transformador.

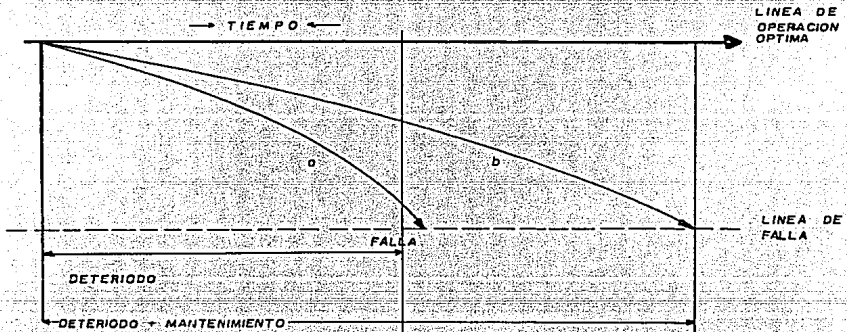
Este enfoque también ayuda a preparar presupuestos de mantenimiento, ya que un análisis de los factores que de ben ser mejorados para e le var la fiabilidad de la máquina, - nos mo stratá los trabajos a realizar en ella y por lo tanto tendremos una idea muy aproximada de los costos que ésto re presentará con lo cual podemos decidir si la máquina debe me jorarse o si se llega el caso de hacer un cambio de ésta por una nueva.

3.4 REHABILITACION

Podríamos definir la rehabilitación como la readaptación o reconstrucción del equipo que ha llegado al límite de su vida útil y que por consiguiente las características de los elementos que lo conforman han cambiado debido al desgaste, evenjamiento, etc., lo que requerirá un trabajo a fondo en el taller de la especialidad.

Observemos las siguientes curvas, las cuales nos muestran el comportamiento de los equipos con mantenimiento de cualquier naturaleza.

La curva (a) nos muestra la línea de operación de un equipo, desde su punto de operación óptima, hasta su punto de falla.



En la curva (b) se muestra el tiempo de falla del mismo equipo después de haber sido integrado a un plan de mantenimiento.

Por lo anterior, concluimos que con el mantenimiento preventivo o correctivo, el deterioro que sufre el equipo no se detiene, sino solamente se retarda.

3.5 RECUPERACION DE REFACCIONES

Es necesario, en toda la industria, que el departamento de mantenimiento deba estar siempre actualizado en el reemplazo de sus refacciones. Esto debe acentuarse en las fábricas que tiene poca maquinaria o que ésta haya sido fabricada en forma especial.

Hay piezas que sufren desgastes muy acelerados siendo en éstos casos donde debe enfocarse la atención, para así tener las piezas de respuesto en el momento en que se requiera.

Creemos pertinente mencionar este tema, porque un mantenimiento será efectivo solamente si se administra adecuadamente el ciclo de recuperación de refacciones, uno de los serios problemas en cualquier industria, es la obsoletización de su maquinaria; este fenómeno hace más difícil la recuperación de refacciones; pues por lo regular cuando ya han pasado unos diez o quince años de edad en el equipo; en ocasiones ni el mismo fabricante nos puede vender la refacción.

Lo que se puede hacer, en este caso, es fabricar en el taller de rehabilitado las refacciones que sea posible hacer, y las que no se puedan fabricar se pueden obtener del desmantenimiento de otra máquina vieja. Además de esta manera se estará presionando a la empresa a comprar equipo y al mismo tiempo se estará terminando con la obsoletización de la maquinaria.

Un buen sistema de mantenimiento puede disminuir su efectividad, o llegar al fracaso, si no cuenta con refacciones en el momento adecuado; por esta razón es importante tener un inventario actualizado siempre no cayendo en el error (de antemano aclaramos), de tener un inventario alto, porque es contra productivo.

3.6 PARTES NECESARIAS A MANTENER EN STOCK

Para poder determinar las refacciones que son necesarias que estén siempre en inventario se debe hacer un análisis previo en la maquinaria y hacer lo siguiente:

1º Partes que tienen la posibilidad de fallar o bien, que pueden ocasionar una falla en la máquina. Para elegir la pieza se debe considerar su movimiento, su velocidad,

2º Cuantificar el valor de la falla, esto en caso de que sucediera por el desgaste de alguna pieza.

El origen de la refacción puede ser por:
Fabricación de la pieza fuera o dentro de la compañía,
Por la fábrica que construyó el equipo o recuperando una pieza ya usada.

La determinación de la cantidad de refacciones a mantener en inventario, es una actividad propia de mantenimiento, nunca del almacén como se acostumbra.

Para determinar las refacciones, mantenimiento deberá considerar lo siguiente:

- Demanda o consumo
 - Costo
 - Proveedor (origen de obtención)
 - Factores de Inventario (máximo y mínimo)
- Con lo anterior el almacén podrá determinar;
- La clasificación en que debe ser considerado
 - Tiempo de entrega
 - Costo de compra

Un factor de inventario se establece en base a los costos de:

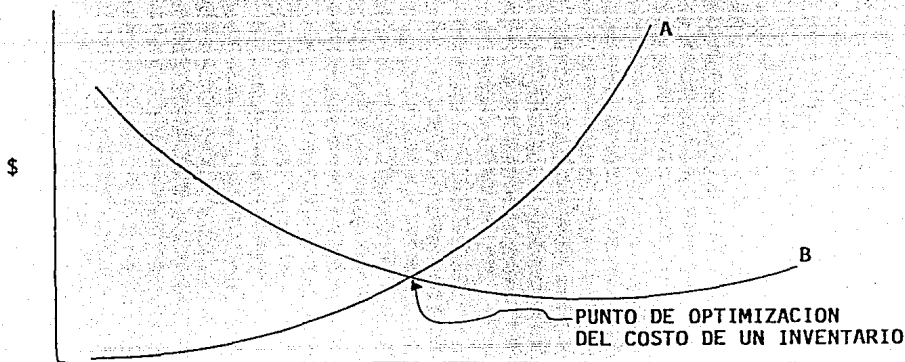
- Hacer un pedido (M. de O. de compras, sistema administrativo, fletes, etc.)
- Mantener el inventario (instalaciones, seguros depreciación, etc.)

El costo de pedir gravará el acuerdo a la frecuencia con que se pida y esto puede deberse al inventario a mantener.

Muchos pedidos al año (inventario bajo)

Pocos pedidos al año (inventario alto)

Representando graficamente lo anterior se tiene:



A: CANTIDAD INVERTIDA

B: FRECUENCIA DE PEDIR

Después de obtener la cantidad a pedir en cada pedido de acuerdo con los consumos anuales, se determinan las fechas en que éstos deben ser efectuados, siendo más real si se considera la existencia de partes y estableciendo un punto de pedido. Un punto de pedido puede ser el mínimo más el consumo en tiempo de entrega.

El factor mínimo es considerado como la cantidad de seguridad que garantice el mantenimiento del equipo bajo alguna contingencia: Retarde de reposición, consumo fuera de lo normal, etc.

El factor máximo será determinado sumando el mínimo y la cantidad a pedir en un pedido.

El establecimiento óptimo de estos factores será mejor mientras más óptimo sea el mantenimiento preventivo.

3.7 INDICES RIME

(Ranking Index For Maintenance Expeditor)

INDICES DE PRIORIDAD PARA EJECUCION DE MANTENIMIENTO

Un jefe de mantenimiento, por lo regular, se va a ancontrar con un problema muy típico que alcanza considerables niveles de dificultad; y es el de tener suficientes razones para jerarquizar los trabajos de mantenimiento que tiene que realizar; esto es necesario porque en algunos casos todas -- las máquinas que se deben realizar están bajo el control de varios supervisores de producción, y éstos no consideran más importante otra máquina que las de cada uno de ellos; siendo que en ocasiones otras máquinas guardan más importancia de -- mantenimiento.

Con el fin de dar una programación adecuada a las actividades de mantenimiento se ha diseñado un método que permite hacerlo y el cual proporciona razones lógicas para asignar prioridades a los trabajos de mantenimiento ya sean de -- correctivo o preventivo. La Mécanica es la siguiente:

Se analiza todo el inventario de maquinaria, instalaciones, edificios, etc.; que está a cargo del departamento de mantenimiento; dicho análisis debe ser enfocado a la importancia que dichos equipos o instalaciones tengan para la producción o servicio al que se dedica la fábrica; de tal forma que se puedan hacer 10 grupos con importancia jerarquizada.

Es importante no olvidar que en este aspecto hay -- que tomar en cuenta para la jerarquización de equipos, la capacidad del equipo o porcentaje de utilización, el porcentaje

de rentabilidad, la relación que este equipo tiene con respecto a otros, etc., Por ejemplo: Si en una fábrica se determinó que el equipo que influye en más de un proceso es de máxima importancia para la producción; este tendrá una calificación máxima dentro del grupo y de lo en que se ha dividido el inventario y en la misma forma se irán calificando el resto de los equipos hasta determinar cuales pertenecen a cada código y obtener una table así:

CODIGO

M A Q U I N A

10	Equipo que influye en más de un proceso
9	Equipo no duplicado y ubicado en la línea de producción.
8	Equipo duplicado en la línea de producción sin refacciones.
7	Equipo de control de calidad al final de línea de producción.
6	Equipo auxiliar de producción.
5	Equipo de control de inventarios
4	Equipo de embalaje y pintura
3	Unidades de transporte, materia prima y productos.
2	Edificios y sistemas de seguridad
1	Oficinas e instalaciones estéticas.

Lo siguiente es hacer un listado de los diferentes trabajos de mantenimiento (correctivo o preventivo), siendo necesario clasificar a cada uno de los equipos de nuestro -- listado (en la misma forma que en el caso del código máquina) dividiendo en 10 grupos a dichos trabajos teniendo cuidado - de asignarles una categoría de acuerdo a la importancia que guardan éstos con respecto a la productividad.

CODIGO

T R A B A J O

- 10 Mantenimiento correctivo y trabajos de seguridad de personal.
- 9 Mantenimiento preventivo tendiente a eliminar correctivo a corto plazo.
- 8 Trabajos de auxiliar a producción.
- 7 Mantenimiento preventivo tendiente a eliminar correctivos a largo plazo.
- 6 Mantenimiento preventivo tendiente a eliminar causas que pudiesen provocar correctivos aunque éstos no se visualicen de inmediato.
- 5 Trabajos de mantenimiento en herramientas o equipo de mantenimiento.
- 4 Trabajos necesarios para facilitar el mantenimiento y aumentar su calidad.
- 3 Trabajos no pertenecientes a mantenimiento pero aprobados y convenientes por la reducción de costos de producción que representan.
- 2 Trabajos de estética realizados en equipos donde el personal de limpieza no puede intervenir debido a los riesgos o delicadeza del equipo.
- 1 Trabajos de distribución de herramientas y aseo de instalaciones del departamento de mantenimiento.

Para poder entender mejor estos conceptos, se ponen varios casos que nos sirven de ejemplo.

En la compañía "Auto Precisa, S.A.", se producen anillos para motores de combustión interna. Trabaja las 24 horas continuas; el departamento de mantenimiento siempre espera la primera oportunidad para dar mantenimiento a las instalaciones y equipo. En una ocasión inesperada se avisó a mantenimiento, con tres días de anticipación, que el próximo fin de semana la planta pararía en el primero y segundo turno por fal

ta de materia prima de importancia.

El jefe de mantenimiento hizo su relación de equipos que necesitaban mantenimiento, codificándolos, para poder decidir las prioridades en que deberían efectuarse cada uno de ellos. La tabla siguiente nos indica la facilidad para tomar una decisión usando los índices RIME.

	<u>CODIGO</u> <u>MQUINA</u>	<u>CODIGO</u> <u>TRABAJO</u>	<u>GRADO DE</u> <u>PRIORIDAD</u>
Rectificadores	8	9	70
Bombas de torre de enfriamiento.	10	9	90
Subestación	10	10	100
Pintar gabinetes y tableros de control.	4	2	8
Fugas de aire	6	8	48
Limpieza de compresores	1	2	2
Servicio de Caldera	9	4	36

De esta manera el jefe de mantenimiento realizó primeramente el trabajo de mayor prioridad y se siguió con los otros en forma cronológica.

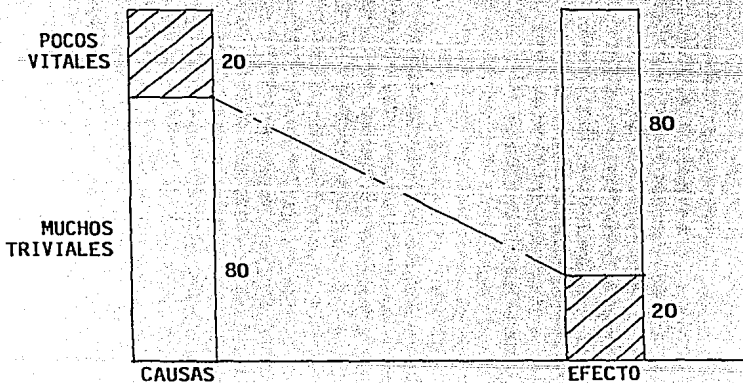
3.8 PRINCIPIO DE PARETO

En la naturaleza se puede apreciar y confirmar que cualquier fenómeno para que suceda se tienen que integrar varios factores los cuales todos contribuyen a la realización del fenómeno unos en mayor grado que otros pero todos son necesarios que intervengan.

De lo anterior, el principio de Pareto dice lo siguiente:

"Si hacemos una lista con las causas que contribuyen a la obtención o aparición de cualquier efecto que nos interese analizar y las ordenamos de mayor a menor respecto a su contribución al efecto, en contraremos que la importancia relativa de las primeras es tan grande con respecto a las últimas que en promedio el 20% de ellas son responsables de 80% del efecto total y el 80% restante, sólo provoca el 20% del efecto".⁷

Esto en forma gráfica se puede visualizar de la siguiente manera:



Para lograr resultados positivos por la aplicación de este principio, es necesario adquirir el hábito de analizar los problemas y tomar acciones según corresponda.

La aplicación del principio de Pareto se sugiere de la siguiente manera:

- Identificar el efecto que se desea analizar.
- Hacer una lista de las causas que contribuyen a tal efecto, definiendo el valor de contribución de cada una.
- Ordenar las causas en base a su contribución de mayor a menor.
- Asignar al efecto completo el 100% y determinar el porcentaje relativo de contribución de la causa, en base a su valor de contribución.
- Identificar los pocos vitales y tomar acciones correctivas acordes al objetivo de forma individual.
- Identificar los muchos triviales y establecer soluciones generales o de grupo.

CAPITULO IV

LA ADMINISTRACION EN EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

La fuerte responsabilidad que posee mantenimiento, como parte integral de una organización de mantener en condiciones operativas la planta productiva, obliga a que cada uno de sus actividades sea planeada organizada, ejecutada y controlada, de acuerdo al nivel de los resultados deseados.

Traduciendo lo anterior a un punto de vista práctico, cada actividad a realizarse deberá desarrollarse de una manera natural; es decir, considerarse en términos de un objetivo a lograr y no simplemente como una actividad a realizar, así, pensaremos y actuaremos administrativamente, ésto es:

PLANEAR: Como voy a llegar, como se hará mejor lo que quiero que se lleve a cabo, como voy a transmitirlo a las personas - de tal forma que todas sepan y estén enteradas.

ORGANIZAR: Seleccionar a los más capaces, a los que sepan hacer mejor la tarea que les voy a encomendar y organizarles o sea, arreglar a las personas y a los recursos con que se cuenta de tal forma de que los trabajos se realicen de la manera más eficiente.

EJECUTAR: Esta función es especialmente compleja, pues consiste en hacer que las personas les vean como su líder y que las tareas que se les encomendó les importe llevarlas a cabo hasta su terminación.

CONTROLAR: Una vez iniciado el trabajo es necesario tener medios para checar y saber si el trabajo tiene el avance deseado y se está haciendo en forma satisfactoria. Adoptando medidas correctivas para restaurar el daño o rectificar el avance en caso que estén retrasados.

4.1 P L A N E A C I O N

No es la planeación por sí sola, una panacea ante los problemas de administración del mantenimiento, pero sí, una poderosa herramienta y fundamental en el correcto desarrollo de la función del mantenimiento industrial.

Los resultados que ofrezca la planeación estarán en función de la habilidad con que sean realizados los planes para la ejecución de las diversas órdenes de trabajo. De ahí, que dichos planes deberán considerarse como el análisis de las actividades a realizar en términos de:

- Operaciones Necesarias
- Mano de Obra requerida
- Materiales a emplearse
- Equipos a utilizar.

Los puntos anteriores deberán tomarse en cuenta, -- así, en conjunto y con mucha conciencia, pues depende de ello y del equilibrio entre si con que sean considerados el desarrollo de la labor de mantenimiento.

Existen tres tipos de planeación recomendables y -- son los siguientes:

Planeación a largo plazo
Planeación a corto plazo
Planeación cotidiana

Cada uno de estos niveles tiene sus características particulares, a corde a las necesidades para las cuales fueron creados, por ejemplo:

La planeación a largo plazo, considera principalmente los pronósticos y los planes de producción, los cambios en la maquinaria de producción, ya sea que ésto se realice por caducidad, creciente mecanización, automatización o algunos otros adelantos tecnológicos. Por esta razón, también considera los respectivos cambios en el equipo de mantenimiento que serán necesarios para satisfacer las innovaciones en la maquinaria de producción. En este tipo de planeación, en las grandes empresas transnacionales se condieran lapsos de 10 ó 15 años, o algunas veces hasta más. En nuestro país con el tipo de industria pequeña y mediana que básicamente se tiene, estos lapsos son prácticamente imposibles de considerar, por esta razón, sólo podemos hacer hincapie en una concientización real del estado general que guarda nuestra industria.

La planeación a corto plazo se considera en un lapso de un año y además va íntimamente ligada al presupuesto anual. Considera la instalación de quipo nuevo, los trabajos de carácter cíclico como son los mantenimientos mayores, etc. Cabe señalar que estos tipos de mantenimiento se llevan a cabo en un número muy limitado de empresas (comunmente las que se considerán más organizadas como son PEMEX, C.F.E. y la Industria Siderúrgica entre otras). Por último, también se considera al mantenimiento preventivo general, el cual deberá ir siempre sincronizado con los planes y programas de producción anuales a manera de que no se interfieran mutuamente.

En los planes cotidianos se presenta la coordinación de toda una labor que deberá estar bien estructurada con anterioridad, aquí cada recurso (humanos, materiales, dinero, equipos, métodos y tiempo), ha sido previamente seleccionado considerando su razón de ser. Aquí más que en ningún otro lugar de la administración del mantenimiento, no hay lugar al empirismo ni adivinanzas, nada pueda ser subjetivo y está en manos de los que planean el mantenimiento, que en todo instante sea objetivo y cuantitativo.

OBJETIVOS:

Genericamente hablando, los objetivos de la función del mantenimiento industrial son los siguientes:

1. Minimizar costos debido a paradas por averías accidentales de la maquinaria que comporten pérdidas de producción.
2. Mantener las instalaciones y equipos en buenas condiciones operacionales.
3. Asesorar a la gerencia y trabajadores en aquellos aspectos de organización y procedimientos que permitan elevar de una manera sistemática y permanente la eficiencia productiva de la plata.

Los anteriores objetivos como cualesquiera otros, son medibles en base a un conjunto de resultados obtenidos, por ejemplo:

- Total de unidades producidas y aprobadas.
- Tanto por ciento de tiempo perdido por razones de mantenimiento al equipo o maquinaria.
- Tanto por ciento de las maquinarias en producción.

-- Costos de mantenimiento (refacciones, equipo, -
mano de obra etc.)

Es importante hacer notar que cada uno de los resul_ tados que se acaban de indicar, pueden ser mejorados por la -
solidaridad declarada de cada departamento que tenga que ver
con mantenimiento. Por ejemplo: La eficiencia de las máqui_
nas puede mejorarse cuando los operadores y la sección de man_
tenimiento dejen de culparse mutuamente sobre algún problema
y se concentren en lo que se puede hacer resolver el problema
conjuntamente.

Siempre, para que los objetivos propuestos tengan -
posibilidades de ser alcanzados, éstos deberán ser comprensi_
bles fácilmente, específicos y factibles, definirse como resul_
dados que deben lograrse más bien que actividades para ejecu_
tarse, organizarse de acuerdo a su prioridad, que a su vez, -
debe reflejar sus relaciones con los trabajos que se realizan
en otros departamentos.

La delineación de objetivos claros y en forma preci_
sa tiene ventajas que contribuirán al mejor funcionamiento del
departamento de mantenimiento.

P O L I T I C A S

Una vez definidos los objetivos, el paso a seguir es definir un conjunto de normas las cuales guiarán las decisiones generales del departamento.

Las políticas de mantenimiento deberán estar en armonía con la naturaleza misma del trabajo y en absoluto equilibrio con las políticas generales de la empresa.

Existen diferentes tipos de políticas, las cuales nos auxilian en el desarrollo de las diferentes labores a realizar, éstas podrian ser para:

- Control de fallas
- Definición de prioridades
- Sustitución de equipo
- Stock de materiales
- Ascensos de personal
- Uso de herramienta y equipo, etc.

A continuación damos un ejemplo de políticas para las actividades a realizar por el personal de mantenimiento.

ACTIVIDADES A REALIZAR POR EL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

1. INSPECCION

Se realiza para verificar el funcionamiento seguro, eficiente y económico de la maquinaria y del equipo de producción.

A partir de la inspección se toman decisiones para efectuar el mantenimiento oportuno.

2. SERVICIO

Comprende fundamentalmente los siguientes elementos:

- Lubricación adecuada.
- Limpieza de elementos y mecanismos críticos de la maquinaria y equipo.
- Servicio de: Pintura, tratamiento anticorrosivo.

3. REPARACION

Se efectúan cuando las condiciones de trabajo así lo requieran.

Esta reparación se realiza:

- Con interrupción de la producción o sin interrupción de la producción.

Por su magnitud puede ser:

- Reparación mayor o menor.

4. CAMBIO

Consiste en substituir un elemento que ha agotado su vida útil por otra en perfecto estado. Se realiza previo

estudio y se determina por razones técnicas, económicas y de seguridad.

5. MODIFICACION

Se efectúa alterando el diseño o construcción original de una máquina para eliminar o reducir las fallas repetitivas que por mal diseño están afectando la producción también se llegan a realizar modificaciones para aumentar la eficiencia y seguridad de una máquina o conjunto de máquinas, para elevar la productividad de la empresa.

6. MANUFACTURA

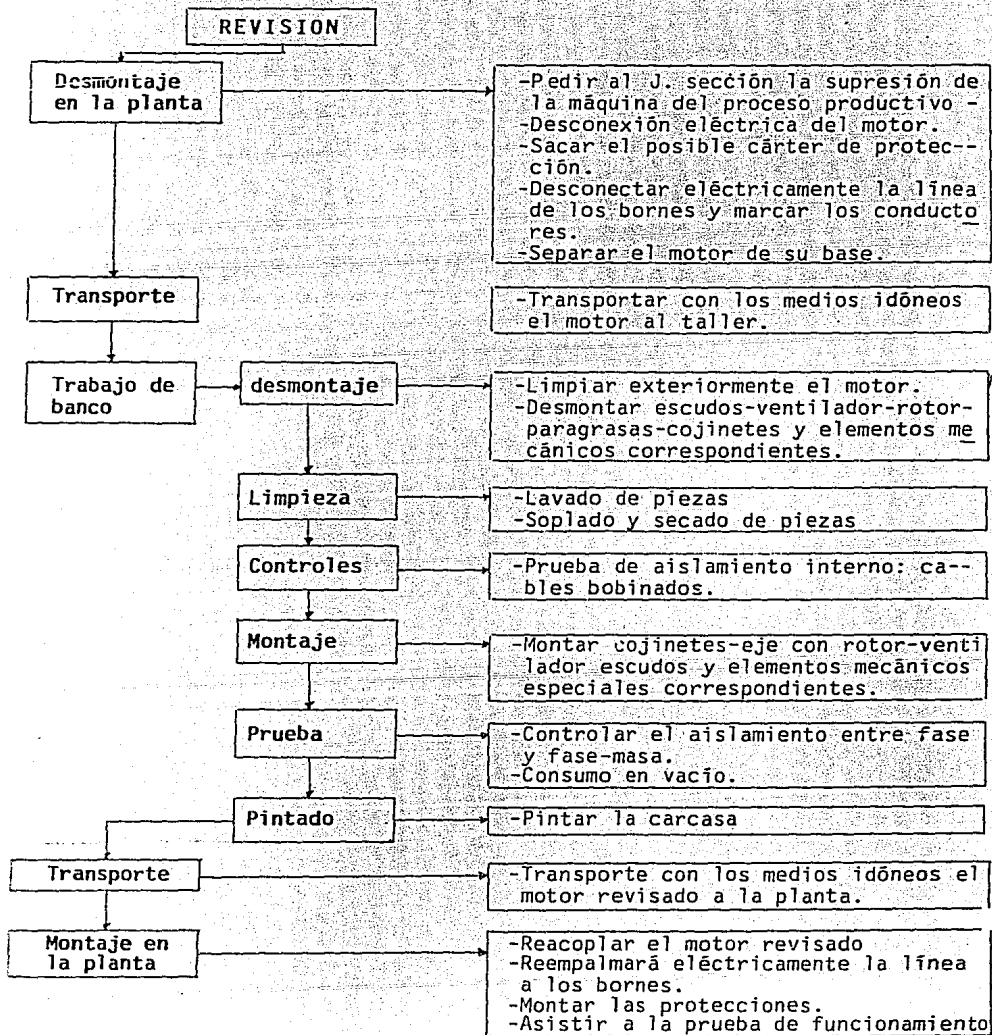
Auxiliares para la producción
Refacciones para la maquinaria y equipo.

Por el avance tecnológico, en algunos casos, no se puede formalizar políticas por mera observación o experiencia, en tal situación mantenimiento debe ponerse a la altura de las circunstancias para lo cual deberá hacer uso de técnicas probabilísticas que por lo regular son complejas en su desarrollo, pero si existe realmente la necesidad y se cuenta con la capacidad para desarrollarlas éstas se harán.

PROCEDIMIENTOS Y METODOS

La ventaja de los procedimientos es que nos van -- llevando de la mano en la realización de las actividades en forma cronológica para su buen desarrollo; de otra manera, - difícilmente podríamos coordinar cada una de las acciones a realizar en los equipos.

Obsérvese a continuación el procedimiento a efectuarse en un programa de mantenimiento preventivo a un motor eléctrico acíncrono.



El ejemplo anterior nos sirve de referencia para hacer lo mismo con todo tipo de equipo. Además podemos apoyarnos de técnicas (como el uso de la ruta crítica y diagrama de Gantt), en casos donde sea necesario.

Inherente a los procedimientos están los métodos; éstos nos guían técnicamente en el desarrollo de cada uno de los procedimientos de un cuadro general. Cabe aclarar que los métodos pueden variar, pero no necesariamente los procedimientos, si así lo piden las condiciones en que se encuentran los equipos.

Siguiendo con el ejemplo del motor, podemos elegir cualquiera de las etapas del procedimiento; así por ejemplo, nos decidimos por:

"Demostaje en la Planta"

Para realizar esta parte del procedimiento, se necesita un método y éste consta de los siguientes pasos:

1. Pedir al J. sección la supresión de la máquina del proceso productivo.
2. Desconexión eléctrica del motor.
3. Sacar el posible cárter de protección
4. Desconectar eléctricamente la línea de los bornes y marcar los conductores.
5. Separar el motor de su base, etc.

PROGRAMAS

A través del concepto de programación es posible gestionar de una manera real y efectiva, todos aquellos recursos disponibles equilibrándolos con las necesidades reales.

Cada programa deberá estructurarse de acuerdo a las necesidades y posibilidades particulares de cada empresa con virtiéndose así en el análisis de las actividades a realizar en términos de:

Prioridades

Disponibilidad de mano de obra

Disponibilidad de materiales

Disponibilidad de equipos y herramientas.

pero realmente, ¿Cuales son las ventajas de tener un sistema de planeación del mantenimiento?. Las ventajas son:

- Mejorar la calidad del servicio proporcionado a producción por parte de mantenimiento.
- Aumentar la disponibilidad del equipo y mantener el mismo en condiciones óptimas de operación.
- Reducir los costos de mantenimiento al planear y programar en forma adecuada los recursos humanos y materiales necesarios, disminuyendo de esta manera los tiempos de ejecución y aumentando a su vez la productividad de mano de obra.
- Aumentar la habilidad y eficiencia de las superintendencias de mantenimiento para que puedan organizar, dirigir y controlar la función, mantenimiento (con los datos de planeación y los índices de mantenimiento).

- Asignar costos reales de mantenimiento centros específicos o de costos para lograr y mantener las historias de máquinas correspondientes.
- Auxiliar al personal supervisor para que ejerza una supervisión más estricta sobre sus subordinados al proporcionar les actividades a desarrollar secuencia lógica y programaciones adecuadas de todos los trabajos.
- Evaluar y comparar las actuaciones de los mantenimientos de las plantas a través de índices de medición y ejecución.

Obsérvese que los puntos anteriores, son substancialmente benéficos a los objetivos generales de la empresa. De ahí la importancia de la programación antes de iniciar toda actividad.

Para hacer un programa de trabajo es recomendable seguir las siguientes etapas:

- Determinar o estimar el tiempo calendario que se lleva a cada actividad y/o subactividad del plan.
- Fijar las secuencias de las actividades.
- Elaborar la programación (en forma gráfica, etc.) asignando personas, materiales, máquinas, equipo y demás recursos necesarios.

Información necesaria para Programar.

Para elaborar un programa, básicamente se necesita de la información siguiente:

- Cantidades que van a intervenir dentro del plan
- Fechas calendario en que se necesitan o se deben entregar las partes y/o servicios a:
 - Otros Departamentos
 - Talleres
 - mismo Mantenimiento
- Tiempos de duración de:
 - Operaciones: Directas
 - De Preparación y Retiro
 - Procesos de adquisición de partes.
 - Actividades Técnicas - Teóricas, etc.
- Capacidad de: Las Operaciones
 - De la Planta o Departamentos
 - Ya asignada.
- Días o tiempos Festivos (Ociosos)
 - Para Mantenimiento
 - Para Producción
 - Para Proveedores

A continuación se expone un ejemplo práctico de programación, el cual deberá ejecutarse después de haber considerado todas las prioridades:

Fuerza de trabajo disponible
 Categoría
 Condiciones de trabajo

15 Personas
 12 Mécánicos/3 electricos
 Turno de 8 horas.

PROGRAMA DIARIO

ACT Nº	TPO HRS.	H.O HMS	HH	CAT/NIV	HORARIO			TIEMPO NORMAL					T. EXTRA			
					1	2	3	4	5	6	7	8	1x	2x	3x	
1	4	1	4	Mecs.												
2	6	2	12	Mecs.												
3	5	2	10	Elec.												
4	8	4	32	Mecs.												
5	7	1	7	Mecs.												
6	4	2	8	Mecs.												
7	3	1	3	Mecs.												
8	4	3	12	2M/IE.												
9	8	3	24	2M/IE												
10	2	1	2	Mecs.												
11	3	2	6	1M/IE.												
12	2	2	4	Mecs.												

Fuerza de trabajo disponible 15 personas
 Categoría 12 mecánicos/3 Electricistas
 Condiciones de trabajo Turno de 8 horas
 Total fuerza de trabajo disp..... 99 HH. mecs/24 HH. Elecs.
 Total carga de trabajo..... 99 HH. mecs/25 HH. Elecs.
 Déficit para realizar el trab..... 3 HH. mecs/1 HH. Elecs.

PROGRAMA DIARIO

ACT N°	TIPO HRS.	M.O. HOMES	HH	CAT/NIV	HORARIO								TIEMPO NORMAL			T. EXTRA			
					1	2	3	4	5	6	7	8	1x	2x	3x				
1	4	1	4	Mecs										1			1	1	1
2	6	2	12	Mecs			2	2	2	2	2	2	2						
3	5	2	10	Elec.	2	2	2	2	2										
4	8	4	32	Mecs	4	4	4	4	4	4	4	4	4						
5	7	1	7	Mecs	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
6	4	2	8	Mecs	2	2	2	2											
7	3	1	3	Mecs	1	1	1												
8	4	3	12	2M/1E							2/1	2/1	2/1	2/1					
9	8	3	24	2M/1E	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1						
10	2	1	2	Mecs				1	1										
11	3	1	6	1M/1E							1/1	1/1	1/1						
12	2	2	4	Mecs	2	2													
			124	99M/25E	12	12	12	12	10	12	12	12	12	3	1	1			
					3	3	3	3	3	3	3	3	3	1					

Después de haber realizado nuestro programa debe existir un medio de comunicación entre mantenimiento y producción para que ésta última esté enterada y ceda el equipo que se le está solicitando con anticipación. Una de las maneras de comunicación se puede hacer a través de la siguiente forma.

FECHA: _____
HORA: _____
Nº: _____

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

**SOLICITUD DE EQUIPOS PARA REALIZACION DE
TRABAJOS PROGRAMADOS**

Nombre del equipo : _____
Fecha del Trabajo programado : _____ Nº _____
Tiempo aproximado en que se realiza : _____
Trabajos a efectuarse : _____

Observaciones _____

A T E N T A M E N T E

PROGRAMACION MANTENIMIENTO

El formato anterior es sólo un ejemplo, ya que cada industria puede elaborarlo de acuerdo a sus necesidades.

NIVELES DE PROGRAMACION

La programación de los trabajos de mantenimiento se deberá de efectuar a varios niveles, los más adaptables a nuestras posibilidades, necesidades, y aún a nuestro medio son -- las siguientes:

PROGRAMACION ANUAL. -- Aquí se define básicamente el presupuesto general que deberá servir como base económica para el logro de los objetivos de la función de mantenimiento durante todo el año. También podrán definirse los trabajos de mantenimiento mayor que se deberán realizar en el lapso -- mencionado, considerando todos los recursos (Técnicos, materiales, humanos y tiempo) necesarios para el desarrollo de labores tan especiales como lo es un mantenimiento mayor.

Se harán observaciones respecto a los trabajos de mantenimiento preventivo en general, para ajustar en lo más que se pueda estos planes con respecto a los programas de producción, pues al fin y al cabo, mantenimiento es un departamento de servicio a la orden de producción.

Es importante hacer notar que: La experiencia de los años anteriores en cuanto al presupuesto y al trabajo real de mantenimiento serán clave para el diseño del programa -- anual respectivo.

PROGRAMA SEMANAL. -- En esta programación se deberán calcular las cargas en el taller o talleres, se asignarán -- prioridades a los distintos trabajos, se examinará la posibilidad de los recursos y se comprueba el grado de realización del programa en curso.

Un servicio de mantenimiento racionalizado deberá tener una carga media de trabajo de 4 semanas como mínimo. Considérese la carga media como la relación entre el total de horas correspondientes a trabajos ya preparados, los que puede que no haya recursos disponibles, y el total de horas semanales programables. Se puede considerar la carga de 4 semanas como la espera media antes de la ejecución, observándose que en programa semanal se reconsidera forzosamente el programa anual, al que hay que hacer retoques y actualizarlo.

PROGRAMACION DIARIA:

Aquí se concreta y desarrolla en detalle el programa anual y semanal considerando además las urgencias.

El programa diario es imprescindible para poder coordinar las distintas especialidades, equipos, materiales y tiempo que intervendrán en los muy variados trabajos que se deberán realizar.

Respecto a las emergencias y urgencias enunciadas anteriormente, se pueden estimar en un 20% de los recursos programables, esto es muy importante pues la programación deberá demostrar aquí su flexibilidad con la que deberá ser diseñada.

P R E S U P U E S T O S

Los presupuestos son imprescindibles de toda actividad ya que si no existieran éstos, no sería posible llevar un control; es decir, si no sabemos lo que esperamos tener o alcanzar no tenemos ninguna referencia para corregir los avances que se tengan.

Dicho de otra manera, es la base para toda la planeación, programación y control. Aunque el término presupuesto normalmente se aplica a cuestiones financieras, en el sentido amplio de la palabra se usa como la expresión de un plan en términos cuantitativos. Estos términos cuantitativos pueden ser artículos producidos, número de trabajadores requeridos, cantidad de materiales y equipo a usar, etc. y por último, las cantidades se expresan en su costo monetario.

4.2 ORGANIZACION

En mantenimiento entendamos a la organización como el proceso de combinar el trabajo que los individuos, en grupos, tienen que realizar con las facultades necesarias de manera que los deberes así creados, proporcionen los mejores conductos para la aplicación eficiente, sistemática, positiva y coordinada del esfuerzo disponible, o simplemente como la ciencia de la eficiencia colectiva.

Cada empresa, independientemente de su tamaño, tiene necesidad de la sección de mantenimiento, dependiendo el grado de organización de éste, de la posición y papel que --llegue con respecto al resto de toda la empresa.

En muchas empresas es común que la organización de mantenimiento queda a cargo del Jefe del departamento, quién sin conocimiento en la materia, "organica" el área de la manera que él cree más adecuada. Esto es contrario a que todo buen juicio, pues dichos departamentos en tales empresas crecen fuera de equilibrio, originando, así, perjuicios económicos y pérdida de coordinación. Lo indicado es que la Dirección General guíe la creación de la organización de mantenimiento para sí lograr un equilibrio departamental con el resto de la empresa, siendo necesario que cada año se debe revisar dicha organización actualizándola de acuerdo con las modificaciones obligadas por cuestiones impoderables.

La forma de una organización es tan importante para su buen funcionamiento, como las capacidades del personal que la componen. Una persona competente se "frustra" y se hace "ineficiente" en una organización fragmentada, donde -- las partes separadas operan en pugna. Sólo cuando existe co nexión y esfuerzo unificado puede desarrollar el personal su potencial completo.

Para poder constituir una organización eficiente, es necesario tener en cuenta los elementos siguientes:

- Puestos
- Hombres
- Autoridad
- Responsabilidad.

PUESTOS

Los diferentes puestos que constituyen una organización de mantenimiento; está íntimamente relacionado con el tipo de instalación y su eficiencia. Los principales puntos a tener en cuenta son:

- Forma y distribución de la instalación
- Tipo de producción
- Estado de la maquinaria
- Grado de automatización
- Cantidad de mantenimiento deseada
- Disponibilidad de medios e instrumentos de trabajo.

En base a los puntos anteriores, podremos definir, dependiendo de la industria de que se trate, cuales son las necesidades de puestos que requeriremos para mantener nuestra instalación.

Obsérvese que, por lo anterior, no se ha hecho referencia a las características particulares del puesto, sino únicamente hemos definido la necesidad del mismo.

Antes de solicitar un puesto, ante todo y esto hay que tenerlo bien claro, se debe hacer un análisis del mismo en base a:

- Identificación de las tareas físicas y mentales que deberán hacerse.
- Agrupación de las tareas en trabajos que puedan hacerse en un sólo puesto.
- Una vez establecido los trabajos, definir los límites de éste y sus alcances en términos de especialidad, conocimientos, área geográfica, capacidad física, etc.

Los puestos y sus características estarán en función al desarrollo o variación del proceso productivo de la fábrica en particular.

HOMBRES

Una vez definidos los puestos y sus características el siguiente paso es ver o seleccionar a la persona adecuada a dicho puesto.

Esto en otras palabras se puede visualizar de la siguiente manera. Supongamos que decidimos procrear 4 puestos para electricistas. Estos electricistas van a instalar y dar mantenimiento a equipos sencillos y sofisticados; por lo que no todos deben de tener el mismo nivel de conocimientos básicos de electricidad y para los trabajos sofisticados como son el control y la electrónica se requieren hombres con conocimientos actualizados tanto de control como de electrónica en diferentes áreas. Esta misma analogía se debe hacer para todos los demás puestos como: mecánicos, electrónicos, dibujantes, secretarias, soldadores, etc.

Como ya se tienen identificados plenamente las características de cada puesto, es fácil seleccionar al hombre que las tenga ya que siempre hay que llevar el hombre al puesto y no el puesto al hombre.

AUTORIDAD Y RESPONSABILIDAD

Hablaremos de "autoridad" en mantenimiento porque es necesario tener claros muchos puntos sobre como se van -- deslindando responsabilidades según la autoridad que poseeé - cada persona.

Dentro de toda industria, dejando al consejo de - accionistas por un lado, la máxima autoridad la tiene el -- gerente o director general, porque esta persona dá la solu-- ción que no se pudo dar en ningún departamento de la compañía

En la misma empresa, como es obvio, habrá varias - áreas o departamentos que tendrán una persona que responda - por dicho departamento. A esta persona se le llama Gerente Departamental o Jefe de Area.

En el caso del departamento de mantenimiento, la - máxima autoridad está depositada en el gerente. La autoridad es un parámetro que varía de acuerdo a las responsabilidades de cada persona, pero no por ésto se puede decir que una per- sona, entre más responsabilidades tenga, automáticamente su autoridad crezca; sino la autoridad se puede entender como el poseer el poder de mando y al mismo tiempo la posesión de -- los subordinados. Así, por ejemplo, el gerente de manteni-- miento es, en un momento dado, responsable ante la compañía, de todo lo que haga el Jefe de Mantenimiento, los superviso- res y los propios trabajadores. Claro no con ésto se le va a quitar la responsabilidad que cada quien tenga sobre su -- trabajo.

Mantenimiento debe proporcionar, y es su responsabilidad, la capacidad que le permite a la máquina producir un producto. Es necesario que se considere la responsabilidad en el esfuerzo de mantenimiento cuando se considere la asignación de los labores, precisamente esto es lo que llena de orgullo a los trabajadores cuando se logran días de buena producción.

Para dar un ejemplo real de una organización de mantenimiento, mencionaremos el análisis del departamento de una filial de Grupo Spicer, denominada Auto Precisa, S.A. de C.V. localizada en Carlos B. Zetina #130, Xaloxtoc, Edo. de México

Este departamento consta de una gerencia de mantenimiento, cuya función es administrar al departamento, cuenta también con 3 jefaturas que son:

- Mantenimiento de producción
- Taller mecánico y servicios generales
- Ingeniería y proyectos.

Cada una de ésta tiene como función:

La jefatura de mantenimiento de producción se encarga de organizar y dirigir el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria utilizada en producción.

La jefatura de taller mecánico y servicios generales se encarga de organizar y dirigir los trabajos heterogéneos de fabricación de piezas y afilado de herramientas para la maquinaria y equipo de producción, así como también de coordinar las actividades de servicios generales canalizados a través de un analista.

La jefatura de ingeniería de proyectos tiene como finalidad la de elaborar nuevos proyectos y de innovar a la maquinaria y equipo, así como ampliaciones que se generan en la Planta; estas tres jefaturas reportan directamente a la gerencia de mantenimiento.

Ahora bien, jefatura de mantenimiento de producción tiene a su vez 4 supervisores a su cargo, estando distribuidos de la siguiente manera:

Uno en el primer turno. Uno en el segundo turno. Uno en el tercero y uno defasado.

Las funciones de cada uno de éstos son las siguientes: Revisión o inspección de las órdenes de servicio - que reporta producción en cada uno de los turnos respectivamente.

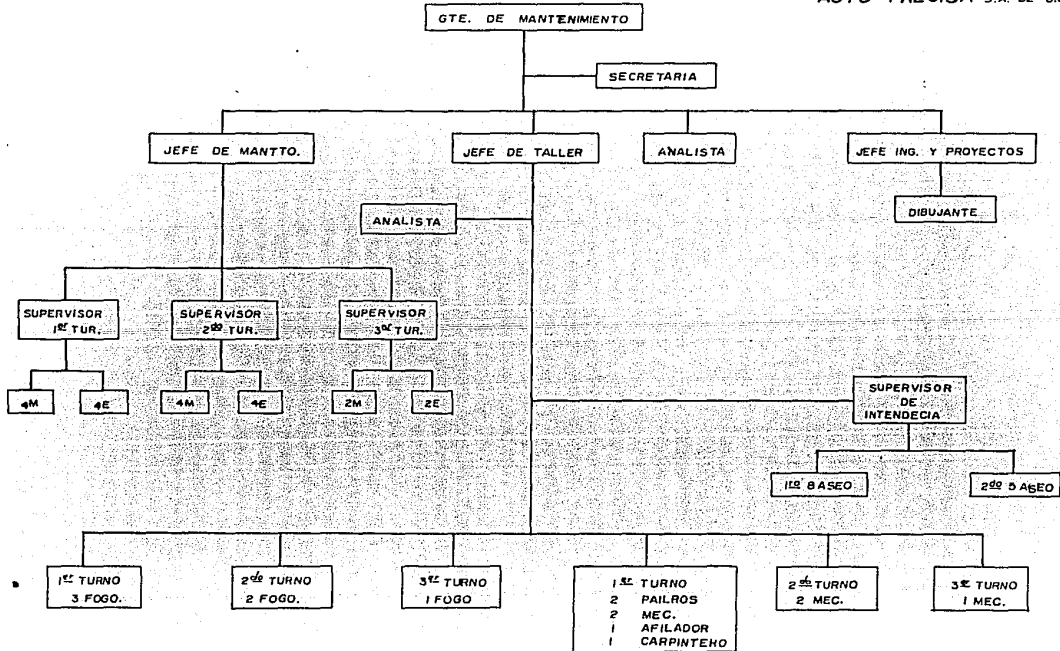
Cada supervisor de diferente turno tiene a su cargo 6 personas, las cuales tienen como función la de reparar las fallas que presente la maquinaria y equipo.

Por otro lado el departamento de mantenimiento -- cuenta también con 2 analistas, los cuales tienen como función principal la de revisar, administrar y auxiliar a las 3 jefaturas del departamento, a la elaboración de programas de trabajo (donde se involucran la planeación de proyectos y trabajos de manera preventiva o correctiva), esto es administración cien por ciento; mientras que la revisión se puede considerar como el seguimiento que se haga de los diferentes programas para que se lleven a su realización.

La jefatura de taller mecánico y servicios generales cuenta con la colaboración de 20 personas, cuya función es la de recuperar, construir y reparar las diferentes piezas solicitadas y/o entregadas por el departamento de producción. En este taller mecánico se fabrican todas las piezas de la maquinaria que así lo requiera. Así como también se

recuperan o reparan las piezas que están poco deterioradas. De esta misma jefatura depende también un supervisor de intendencia, cuya función es la de tener, en todo momento a la planta en general en óptimas condiciones de limpieza, pintura y jardinería. Este supervisor de intendencia cuenta con la colaboración de 8 personas, cuya función es realizar todos los trabajos de intendencia, pintura y jardinería, reportando sus trabajos al supervisor de intendencia, y éste a la jefatura de servicios generales.

El departamento de mantenimiento, en esta compañía, también cuenta con un dibujante técnico, cuya función es colaborar en la elaboración de trabajos ordenados por -- las 3 jefaturas, los 2 analistas y la gerencia del departamento. Ver siguiente diagrama.



El ejemplo anterior nos muestra claramente como - dicha empresa soluciona la necesidad de sus puestos, ya que todas las funciones en cada uno de ellos son realizadas por las personas adecuadas en cada nivel jerárquico.

Se puede ver, también, la delegación de autoridad y el comportamiento de responsabilidades desde el nivel más bajo hasta la gerencia del departamento.

4.3 E J E C U C I O N

Una vez que se planeo y se organizo el trabajo, - ahora hay que ejecutarlo, esto es, llevar a la practica lo que se ha planeado con antelacion; considerando que dependiendo de la habilidad con que se desarrollen las labores - que a cada quien le corresponde dentro de la organizacion - de mantenimiento, dependera la calidad de los resultados. Esto es, no por el hecho de que la planeacion y la organizacion sean las adecuadas, se estaran garantizando los objetivos preestablecidos.

M O T I V A C I O N

Todos los trabajos necesitan (aparte de materiales, conocimientos, destreza, equipos y herramientas adecuadas, etc.), de algo que mueva la iniciativa del trabajador; ese "algo" es lo que hace ameno y placentero el estar realizando todo tipo de trabajo, esto es lo que hace precisamente la motivacion.

Un trabajador motivado se entrega a su labor con apego y dedicacion sin pensar, necesariamente, en la recompensa economica, sino mas bien en la satisfaccion de un trabajador bien realizado.

La forma de motivar depende de las politicas generales de cada empresa, de sus niveles de organizacion y aun de su situacion financiera.

Los medios de los cuales nos podemos valer para lograr un estado de motivación podrían ser: Reconocimientos - públicos en forma verbal o a través de diplomas, promoviendo cursos de capacitación, ascensos laborales, compensaciones - salariales, premios especiales, etc.

Lo importante es que la motivación se logre y se mantenga y que sea retroalimentada. Solamente así mantendremos la moral alta en cada uno de nuestros trabajadores, los cuales son el principal recurso y los que nos llevarán al logro de nuestros objetivos.

C O M U N I C A C I O N

Una vez que el personal se encuentra en un estado de motivación, el siguiente paso es comunicarle todo aquello que deseamos que ellos realicen, lo cual se debe hacer - de manera verbal o escrita según lo indique el manual de procedimientos del departamento.

El concepto de comunicación se debe de dar de industria a industria, de departamento a departamento y de jefe a subordinado. De esta forma se estará solidificando la organización propia de un departamento en particular y de la empresa en general.

El objetivo de la comunicación es lograr el intercambio correcto de la información e ideas garantizando, así, la coordinación para el buen desarrollo de los trabajos. Todo el personal de mantenimiento debe mantener una comunicación eficiente para la continuidad de los trabajos entre turno y turno o etapa y etapa de cada trabajo; de esta manera - los resultados serán efectivos e inmediatos y pronto se llegará a los objetivos deseados.

La forma de comunicación se da en base a los niveles del personal dentro de la organización. Esto lo podemos ver claramente en el departamento de mantenimiento donde hay gente con diferentes jerarquías por ejemplo:

- Relación Gerente General -- Gerente de Mantenimiento
 - a) Aspecto Humano b) Aspecto Técnico c) Aspecto Financiero
- Relación Gerente de Mantenimiento -- Jefe de Mantenimiento
 - a) Aspecto Humano b) Aspecto Técnico

- Relación Jefe de Mantenimiento -- Supervisor de Manto.
 - a) Aspecto Humano
 - b) Ordenes de Trabajo.
- Relación Supervisor de Mantenimiento -- Obrero
 - a) Aspecto Humano
 - b) Motivación
 - c) Ordenes de Trabajo
 - d) Entrega de trabajo.

Este análisis deja ver claramente como el aspecto humano prevalece en todo momento en un departamento que requiere de coordinación para obtener mejores resultados en eficiencia y durabilidad.

Relación Gerente General--Gerente de Mantenimiento

Dentro de la organización del departamento este nivel jerárquico es el más sobresaliente en el aspecto de las relaciones humanas. Esto es por el necesario uso que de ellas hacen las personas que están en estos niveles de organización.

a) ASPECTO HUMANO.- Por la jerarquía propia de la gerencia, es evidente esperar del gerente una manera de trato muy especial para con cada uno de los jefes de los distintos departamentos y las demás personas que con él traten. Por lógica la persona que ocupa una gerencia, ya cuenta con la experiencia de manejo de gente a todos los niveles de la organización y además esta capacitado académicamente y tiene conocimientos sólidos de aspectos claves de las relaciones humanas. Por esta razón, su trato siempre debe ser cordial y por lo regular se hará gala de un vocabulario refinado y correcto. Aquí siempre se encuentran todas las reglas de cortesía que "adornarán" una bonita relación humana entre dos gerentes.

b) ASPECTO TECNICO Y FINANCIERO.- Por lo regular el Gerente de Mantenimiento tendrá una relación de tipo técnico muy escueta con el Gerente General, porque muchas veces en algunas compañías la Gerencia General está en manos de un Contador Público o un Licenciado en Administración de Empresas y estas personas no tienen un lenguaje técnico, pues su área es la administración. En la Gerencia de Mantenimiento siempre habrá un ingeniero. La relación técnica entre Gerente General y Gerente de Mantenimiento, será sólo la necesaria para aportar información del equipo que se requiere comprar o reparar en el departamento de mantenimiento. Esta relación es necesaria porque la Gerencia General es la que da luz verde o pone alto al proyecto, esto depende de la situación económica de la compañía y sólo el Gerente General la conoce.

RELACION GERENTE DE MANTENIMIENTO -- JEFE DE MANTENIMIENTO

La relación entre estas dos personas ya es más abierta, desde el punto de vista técnico, ya que las dos personas están técnicamente preparadas, cosa que no pasaba con la Gerencia General.

a) ASPECTO HUMANO.- La relación de carácter humano es indispensable entre estas dos personas; ya que el Jefe de Mantenimiento siempre estará en contacto con el Gerente de Mantenimiento para programar las actividades que requieren la colaboración de otros departamentos. Este caso se da cuando hay que parar alguna maquinaria o equipo. Para esto el Gerente de Mantenimiento se comunicará con otros departamentos para que el mantenimiento se haga en coordinación.

En esta comunicación necesaria, es cuando se hace hincapie de la necesidad de unas buenas relaciones humanas - entre Gerente de Mantenimiento y otros Gerentes Departamentales; junto con sus subordinados. Es de suma importancia llevar una buena relación y saberse ganar la simpatía de los demás directivos, ya que se creará un ambiente de cordialidad y confianza; siendo así, más productivos los resultados obtenidos con este sistema de trabajo.

b) **ASPECTO TECNICO.**- Es necesario dejar claro que una buena relación siempre será un foco de acercamiento entre dos o más personas. En el caso del Gerente de Mantenimiento y el Jefe de Mantenimiento, el tipo de relación técnica es muy amplia, pues es aquí donde hacen las órdenes de innovaciones en el equipo o bien donde se generan las órdenes de trabajo para realizar en los diferentes niveles de la organización. El Gerente de Mantenimiento es el responsable de los trabajos entre la Gerencia General y el Jefe de Mantenimiento es el responsable ante el departamento.

Todo trabajo que deba ser empleado o proyectado -- primeramente para poder realizarse, el Gerente de Mantenimiento son las personas que más intervención tienen y la comunicación técnica entre ellos es vital y por consiguiente debe ser crítica.

RELACION JEFE DE MANTENIMIENTO Y SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO

a) **ASPECTO HUMANO.**- Por lo regular a este nivel de la organización ya se ha quedado atrás la etapa de proyecto y es de estas personas debe ser formal, amistosa y sobre todo brindarse confianza mutuamente para así poder transmitirla a las personas que van a realizar los trabajos de campo.

b) **ORDENES DE TRABAJO.**- Para la realización de los trabajos es necesario ordenarlos por su orden de importancia. Una de las funciones del Jefe de mantenimiento es la coordinación de todos los trabajos que salen al momento y los que hay pendientes. Mediante las "Ordenes de Trabajo" se selecciona al personal que sea el adecuado para desarrollar cierto trabajo, esto es porque en ocasiones se requiere personal especializado en cierto equipo. El Jefe de Mantenimiento gira las órdenes de trabajo en forma personal y el supervisor de mantenimiento sirve de portador de las mismas.

El Supervisor de Mantenimiento será el encargado de dar las órdenes al personal que él considere pertinente; de acuerdo a la capacidad de conocimiento de su gente y la especialidad que en el trabajo se requiera.

Relación: **SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO-OBRAERO**

a) Aspecto Humano. b) Ordenes de Trabajo c) Entrega de Trabajo.

El Supervisor es la persona que representa a la empresa hasta este último grado. El supervisor como representante de la empresa, frente al obrero, está obligado a exigir al obrero el máximo rendimiento de su trabajo y para esto debe presionarlo en todo momento. Es en este punto donde se tiene peligro de entrar en choques continuos con los obreros si no se saben manejar con cautela.

a) **ASPECTO HUMANO.**- Las relaciones humanas son para el supervisor de herramienta fundamental para poder mover a la gente obrera. Por lo regular a los obreros siempre les disgusta que los estén vigilando en sus trabajos, que les ordenen con autoritarismo, en fin son piezas muy delicadas que se deben saber manejar.

Lo único que ayuda a que todo marche bien es que se les dé afecto, se traten con respecto y no se violen sus derechos como trabajadores y como humanos. Al hacer ésto, sólo - se está haciendo uso de unas buenas relaciones humanas.

b) ORDENES DE TRABAJO.- En el área de mantenimiento, todo trabajador requiere de una "Orden de Trabajo" que es medio de canalización para la organización de todos los trabajos desarrollados. El supervisor de mantenimiento es la persona responsable de dar a cada trabajador su orden de trabajo respectiva. El Supervisor seleccionará a la gente para cada orden; siendo el que decide sobre la más relevante para su -- pronta realización. Todo ésto hace una relación supervisor-- obrero un tanto más estrecha porque los dos están atacando el mismo problema mancomunadamente.

c) ENTREGA DEL TRABAJO.- Una vez concluida la orden de trabajo se debe probar dicho trabajo; ésto previamente el supervisor lo debe hacer antes de entregar la máquina o -- equipo al operador o persona que haya solicitado el trabajo. La relación del supervisor y trabajador es muy estrecha por - la razón de que en todo momento están haciendo diálogo de cual debe ser la mejor manera de solucionar el problema en caso de no haber quedado el trabajo satisfactoriamente.

Nunca hay que perder de vista que el hombre entre - mejor comunicado esté, sus relaciones serán más óptima y sus resultados, en los trabajos, serán de calidad.

D I R E C C I O N

Después de motivar al personal y comunicarles las labores a desarrollar, el siguiente paso es dirigirlos en las actividades a que se hayan encomendado.

La persona que tiene la Dirección debe actuar con habilidad y pensar en lo importante que es motivar, orientarlo y comunicarse con sus subordinados. Si la persona que dirige siempre lo lleva a cabo, estaremos asegurando la mayor parte de nuestras labores. Dirigir al ser humano es una tarea un tanto complicada, porque el director estará tratando o dirigiendo a personas (en forma personal o en grupos) y no a máquinas.

La buena dirección, sin lugar a duda, es vital para dar mayor confianza y acelerar más los trabajos; beneficiando directamente a la producción y por consiguiente a la empresa.

Por otro lado, la persona que dirige no tendrá seguidores si no da solución a las necesidades de los subordinados; a éstos siempre les gusta ser dirigidos con efectividad y buen trato. Si no es así, trabajarán apenas lo suficiente para salir adelante; con una dirección efectiva aportarán hasta el máximo de sus capacidades.

C O O R D I N A C I O N

Uno de los principales problemas de mantenimiento es la falta de coordinación interna y con el departamento de producción. En el primer caso no se llegan a sincronizar los recursos necesarios para la realización de los trabajos, ya sea por el retardo de material, poca destreza de la mano de

obra, falta de equipo, etc., lo que implica el retardo en la entrega de los trabajos, además, en algunos casos de substan
ciales pérdidas económicas.

El peor de los casos se presenta cuando se deben -- realizar trabajos de diferente naturaleza o en equipos distin
tos ya que la falta de coordinación nos lleva a que en cada - trabajo a desarrollar, siempre nos faltará un recurso por es_ tar ésto dando su función en otro lugar geográfico, tal proble ma se presenta principalmente en el caso de mantenimientos ma yores cuando estos son realizados por personal de la planta. La solución a este tipo de problemas es usar técnicas como -- las mencionadas en el Capítulo III, además del uso de los dia
gramas de Gantt y ruta crítica.

Para el segundo caso la solución al problema es lle gar a coordinarnos con el equipo de producción, ésto es que - producción, durante el desarrollo de sus planes de trabajo -- considere los planes de mantenimiento para que de esta manera nuestros planes de trabajo sean sincronizados desde antes del inicio y con suficientes antelación principalmente para el ca so de mantenimientos preventivos.

4.4 C O N T R O L

En todo trabajo es importante llevar un control de su avance, y además, encontrar que se logre lo que nosotros queremos al terminar dicho trabajo, para lograr ésto se deben tener puntos de referencia tales como medir y/o comparar para así corregir en el caso de no haber alcanzado el objetivo inicial, para facilitar el control es necesario hacer uso de los factores como: medir, comparar, analizar y corregir, ésto estará en función de que se trate nuestro proceso o nuestro trabajo. En el caso que nos ocupa, se hace uso de todos los factores que integran el control pues en mantenimiento se tiene que llevar una rígida vigilancia de que todos los trabajos de mecánica, electricidad, hidráulica, etc., se hagan conforme a un previo plan; en este momento ya estamos analizado y comparando el trabajo real con lo que nos dicen los planos del trabajo que se este ejecutando, si por alguna razón hemos caído en algún error.

Es claro que se deben tener bien planeados los objetivos pues éstos serán nuestros puntos de referencia a través de todo el desarrollo de nuestro trabajo y dependiendo de que tan felxible sean las tolerancias que tengamos contemplados en la planeación; así será la rigidez con que sean aplicados los factores de nuestro control.

Resultaría muy aventurado, para los trabajos de mantenimiento, si no se llevará un control del avance y calidad de todos y cada una de las tareas que se realizan. Es por eso que el personal supervisor siempre debe estar a la banguardia de todos los trabajos para que el control sea eficiente para el logro de los objetivos planeados.

CAPITULO CINCO

MANTENIMIENTO INTEGRADO (MI)

Se deberá observar este capítulo con especial interés, pues aquí se integra un concepto totalmente nuevo sobre mantenimiento, el cual, viene siendo aplicado a principios de los 80's en países altamente industrializados, pero que actualmente en nuestro país quizás por su papel de subdesarrollado (situación que es tomada muy a pecho) tal aplicación es francamente nula, de hecho, el conocimiento que hay sobre de él es casi cero, causa principal de su escasa aplicación.

Todo lo anteriormente expuesto en este trabajo tiene aplicación en el contexto general del mantenimiento integrado, el cual ya fue mencionado brevemente en el capítulo II.

La intención es fomentar el uso de este sistema de mantenimiento a nuestra industria, la cual urge de métodos y técnicas operativas que le apoyen a resolver sus problemas de supervivencia.

5.1 BASES DEL (MI)

En el Capítulo II se ha definido en base a la conservación del servicio que deben prestar las máquinas. El mantenimiento integrado recordándolo de otra manera:

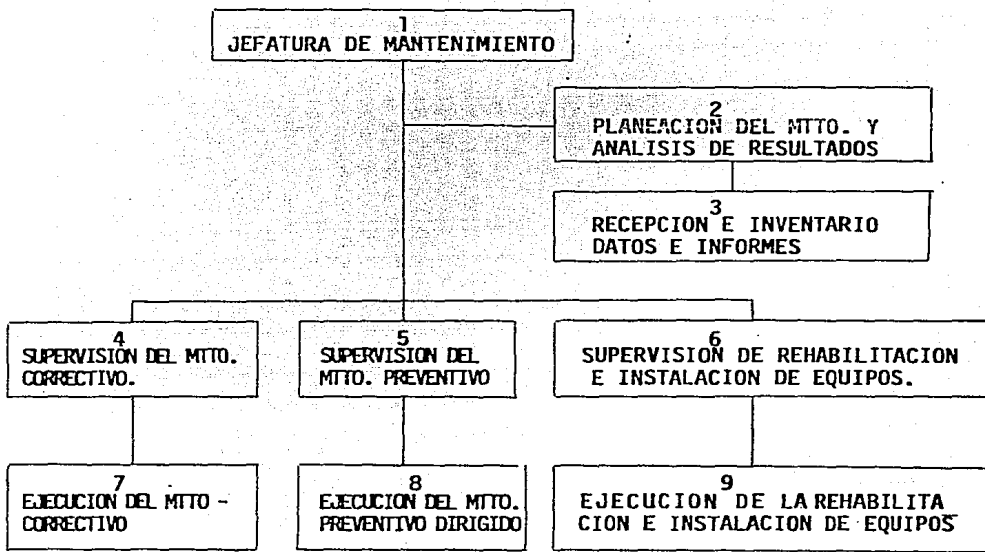
$$MI = MC + MPR + MPA$$

Esto es, reúne en un sólo contexto las necesidades generales de una planta en cuanto a mantenimiento se refiere. Apoyándose al mismo tiempo como única alternativa, en las funciones generales del departamento; (planear, organizar, ejecutar y controlar) para la satisfacción de tales necesidades como se verá más adelante.

Los principios en los cuales se sustenta el MI son los siguientes:

- El servicio que proporciona el equipo tiene prioridad ante todas las demás labores.
- Toda intervención a un equipo debe estar basada en un diagnóstico.
- Todo diagnóstico debe estar basado en pruebas y análisis minuciosos.
- Para las labores del mantenimiento correctivo y de planeación del mantenimiento, solamente se empleará personal con habilidad para el diagnóstico.
- Para las labores de mantenimiento preventivo dirigido, debe emplearse personal con habilidad manual.

En el siguiente diagrama de bloques se muestra la organización general que propone el MI.



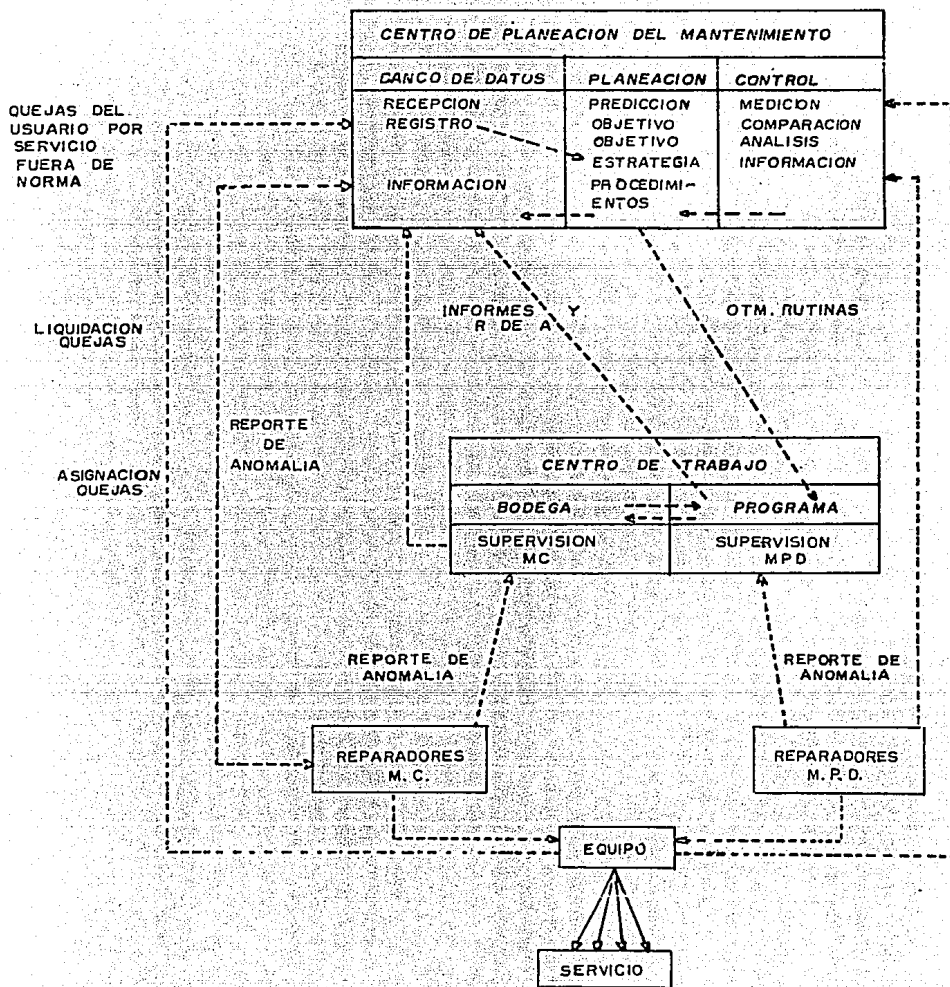
Observése al conjunto como una unidad capaz de atender hasta cierto número de actividades, según lo complejo del equipo a mantener; cuando el número de actividades crezca, se duplicará o triplicará la unidad, pero son cambiar su estructura básica, ésto es, las funciones siempre permanecerán inalterables.

Para el caso de plantas cuyas necesidades de mantenimiento son mínimas, la estructura funcional será exactamente la misma, pero con la ventaja de que una o varias funciones pueden ser atendidas por una sola persona si así es necesario.

Observése en el diagrama anterior que los bloques 2 y 3 forman un grupo de apoyo o "STAFF", los cuales nunca, en ningún caso, tendrán acción directa sobre las decisiones, ya que éstas corresponden exclusivamente al personal de línea siendo su labor (del grupo STAFF) exclusivamente de asesoramiento, apoyo técnico y administrativo.

5.2 MECANICA DEL (MI)

ACTIVIDADES DEL MI



El flujograma que muestra la mecanica del mantenimiento integrado (MI)

Al manifestarse la interrupción del servicio de algún equipo se produce una queja, por parte de producción normalmente, la cual se asigna a un técnico de mantenimiento -- correctivo (MC) quien procederá de "inmediato" a la atención de la misma; una vez que ha diagnosticado el daño, procede a la rehabilitación del servicio, que puede ser en provicional o definitiva.

A continuación analizaremos el significado de provicional o definitiva para nuestro caso.

1) Rehabilitación Provicional del Servicio.

Sólo y exclusivamente se permite en aquellos casos en que el técnico "no" tenga en su poder las refacciones necesarias, debiendo por lo tanto, dada la necesidad de reestablecer el servicio, hacer una reparación provicional.

Después de efectuar una rehabilitación provicional del servicio, el técnico de M.C. levantará en ese mismo momento, un reporte de anomalías (R. de A.) indicando que hizo un arreglo provicional, del cual deberá ser corregido por un técnico de mantenimiento preventivo dirigido; quien asimismo reportará en forma similar cualquier otra anomalía encontrada.

2) Rehabilitación Definitiva del Servicio.

Cuando la reparación se hace en forma definitiva, el técnico lo reportará a recepción o inventario de datos. Si se encontrará alguna anomalía que no afecte el servicio, deberá levantar un R. de A. explicando lo anterior.

Cualquiera de los dos casos anteriores que se haya presentado, una vez restaurado el servicio la queja eliminada por lo que el técnico debe proporcionar a planeación y recepción de datos, todos los pormenores de la falta y su reparación por ejemplo: Tipo de daño, su causa, tiempo de arreglo etc. Para que éstos sean anotados en el registro correspondiente al equipo, lo cual permitirá un análisis posterior de su comportamiento así también para formar el historial del equipo.

5.3 EJECUCION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DIRIGIDO

Como ya se indicó, en planeación y recepción de datos se va formando el historial de la máquina. Con esta información uno o más técnicos que sean hábiles para el diagnóstico, diseñan y elaboran rutinas y órdenes de trabajo de mantenimiento (OTM'S) una para cada equipo a mantener, con instrucciones precisas sobre las pruebas a que estos deben estar sujetos, las inspecciones, rutinas, etc., así como el tiempo necesario y tipo de personal que debe ejecutarlas.

Como se observará a cada equipo se le diseñan trabajos de mantenimiento, exacatamente a la medida de sus necesidades para tenerlo en óptimas condiciones de funcionamiento.

Simultáneamente a la elaboración de las OTM'S la sección de análisis fórmula para cada una de éstas los vales por las refacciones necesarias, herramientas especiales, etc.

Con las OTM'S en su poder, el supervisor de MPD, - elabora los programas de ejecución de los trabajos, asignándole a los técnicos de acuerdo a:

- Tipo de trabajo a ejecutarse
- Conocimientos y habilidades del técnico
- Prioridades de ejecución
- Tiempo de ejecución
- Disponibilidad de las refacciones, materiales, o herramientas.

Como se observa, en el M.I. tanto el mantenimiento correctivo como el preventivo dirigido, tienen cada uno un ciclo completo y continuo y pueden trabajar separadamente, pero es indiscutible que funcionando los se ayudan mutuamente, ya que las orientaciones que proporcionan el correctivo a -- planeación y análisis, forman una base sólida para hacer diagnósticos más certeros, los cuales sirven para llevar a cabo trabajos que realmente van a minimizar las fallas imprevistas, lo que se traduce en un menor número de actividades correctivas, y lógicamente en una mejora del servicio, al mismo tiempo, el equipo al estar sujeto a menos intervenciones, y éstas, al ser más adecuadas, más realistas a las necesidades de rehabilitación de éste, conserva al equipo el cual fácilmente llega a cubrir su vida útil a un mínimo costo de -- mantenimiento.

Al separar las dos habilidades principales que -- existen en el personal de mantenimiento, esto es la del diagnóstico y la de labores manuales, hace posible aplicar los - recursos humanos en una forma lógica lo cual aumenta no solamente la productividad sino la calidad en cada una de estas actividades.

CAPITULO SEIS

CASO REAL

En este capítulo mostraremos lo que una desorganización en el área de mantenimiento es capaz de provocar, al no tener éste los recursos operativos, técnicos, materiales necesarios y disponibles para mantener el servicio de las instalaciones y equipos de una manera eficiente y económica.

Para lo anterior, utilizaremos como ejemplo una falla sucedida en una planta chocolatera, donde el problema, como se observará se torna básicamente administrativo a nivel mantenimiento. Mostrando el problema, daremos una solución aplicando el concepto de mantenimiento integrado mencionado en el capítulo anterior.

En la planta industrial denominada: "COCOAS Y CHOCOLATES LA CORONA, S.A. DE C.V.", ubicada en Nicolás Bravo #16, se tiene una máquina dosificadora con las siguientes características:

Nacionalidad: Italiana

Marca: Carle & Montanari

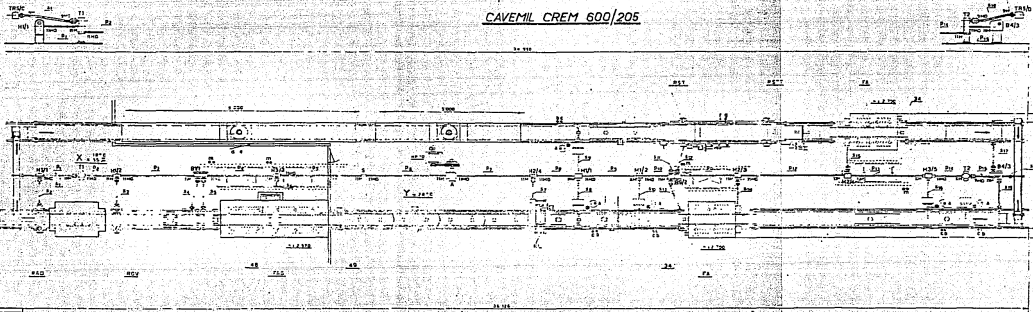
Nombre: Cavemil - Cream

Núm. de serie: 600/205

Capacidad de procesamiento: 1200Kgs. por hora

Esta máquina está considerada como equipo crítico por su posición relativa dentro de la línea de producción. (ver figura 6-1)

CAVEMIL CREM 600/205

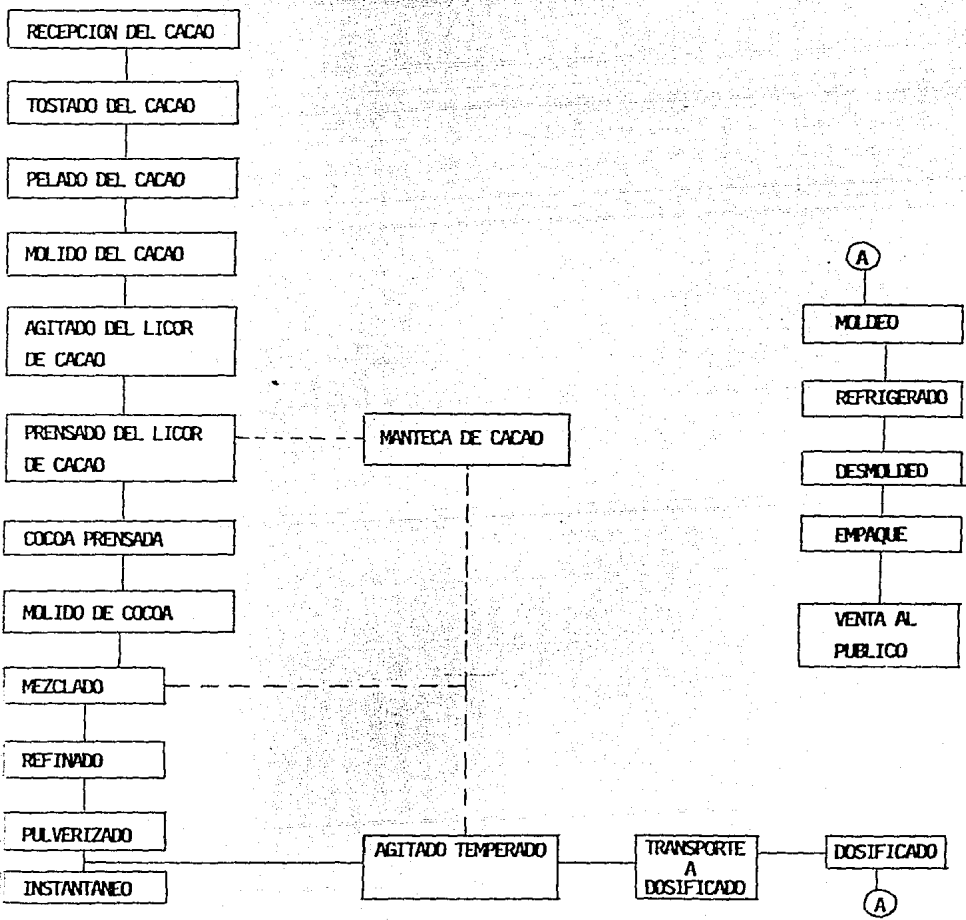


Y
X

Descripción de la falla.- Atorón de la cadena principal transportadora de moldes.

El atorón trajo como consecuencia una desincronización de todas las flechas cardanes y por consiguiente de toda la máquina. (ver siguiente diagrama)

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACION DEL CHOCOLATE (FIGURA 6 - 1)



Lo primero que se hizo fue quitar las guías de una de las cadenas, descubriéndose que estaba rota, también se revisó la otra cadena y en ambas se encontró un total de 18 eslabones propensos a romperse; de ahí que se optó por cambiar los eslabones deteriorados. Al revisar nuestro inventario de eslabones en el almacén, se encontró que no había más que 7, y lo peor es que ese tipo de eslabón no lo hay en nuestro mercado.

Considerando lo anterior se decidió cambiar las cadenas por una similar del mercado nacional. Adquirida una "muy" semejante se instaló pero no trabajó adecuadamente con las catarinas originales por lo que se cambiaron también por unas "muy" semejantes.

Este cambio de catarinas provoca un cambio de velocidad en la cadena la cual se desincroniza con el resto de la máquina.

Como siguiente paso se tuvieron que sincronizar todas las flechas cardanes para que de esa manera se mantuviera la velocidad original, y así, no se alterara la secuencia del proceso.

Esta falla, provocada por una falta de limpieza y lubricación, se corrigió después de dos turnos y medio, con la intervención de 3 mecánicos de primera, 2 ayudantes generales y un electricista.

Las pérdidas económicas que se generaron por el paro de esta máquina se pueden anunciar de la siguiente manera:

- .Costo de la producción pérdida
- .Costo de mano de obra ociosa

.Costo de materiales empleados
 .Costo de mano de obra de mantenimiento

COSTO DE LA PRODUCCION PERDIDA.- Esta máquina procesa 5,500 cajas de chocolate con 100 piezas c/u. por turno. El costo de producción por caja es de \$464.00 y el precio al distribuidor es de \$1,400.00 lo cual deja a la compañía una plusvalía de \$963.00 por caja. Considerando las cajas que se producen en el turno nos da una suma de \$5,296,500.00, -- ahora bien, como se perdieron 2.5 turnos, tenemos una pérdida de producción de \$13,241,250.00.

COSTO DE MANO DE OBRA OCIOSA.- En esta máquina se ocupan 28 personas en la mañana y 28 en la tarde, con los siguientes puestos y salarios.

TURNO MATUTINO

PUESTO	Nº DE PERSONAS	SUELDO MENSUAL	ANTIGUEDAD	SUELDO DIARIO	IMPORTE M.O. OCIOSA/DIARIA
OPERADOR	1	\$109,000.	2 AÑOS	\$3,633.30	\$ 3,633.30
OBRRERAS	14	85,000	10-20 AÑOS	2,833.00	34,062.00
OBRRERAS	7	85,000	3-10 AÑOS	2,733.00	19,131.00
OBRRERAS	6	78,000	0-3 AÑOS	2,600.00	15,600.00
					<u>\$72,425.30</u>

TURNO VESPERTINO

OPERADOR	1	\$124,000	27 AÑOS	\$4,133.00	\$ 4,133.00
OBRRERAS	11	85,000	10-20 AÑOS	2,833.00	31,163.00
OBRRERAS	9	82,000	3-10 AÑOS	2,733.00	24,597.00
OBRRERAS	7	78,000	0-3 AÑOS	2,600.00	18,200.00
					<u>\$78,093.00</u>

TURNOS PERDIDOS

	TURNO MATUTINO	TURNO VESPERTINO	COSTO
MARTES	NORMAL	MEDIO TURNO	\$39,046.50
MIERCOLES	UNO	UNO	150,519.30
			<u>\$189,565.80</u>

PUESTO	Nº DE PNAS.	SUELDO x PERSONAS	SUELDO TOTAL NORMAL	T. EXTRA TOTAL	COSTO TIEMPO	COSTO X MANTTEN.
MEC 1ª	4	\$5,180	\$20,722.4	6	\$7,770.84	\$28,493.3
PEON	4	2 654	10,617.2	6	3,981.92	14,598.62
ELECT. 1ª	2	4,853	9,706.6	3	3,639.96	13,045.96
						\$56,137.88

COSTO TOTAL: \$56,137.88

COSTO DE MATERIALES

CADENAS 73.2 mts.	Precio por metro	\$48,670.00
CATARINAS 4 pzas.	Precio por pieza	27,400.00
TOTAL	73.2 x 48,670.00 =	3,562,644.00
	4 x 27,400.00 =	<u>109,600.00</u>
		3,672,244.00

COSTO TOTAL DEL PARO DE LA MAQUINA

Costo de la Producción Perdida:	\$13,241,250.00
Costo de la Mano de Obra Ociosa:	189,565.80
Costo de la Mano de Mantenimiento:	56,137.88
Costo de Materias empleados:	<u>3,672,244.00</u>
	\$17,159,197.68

S O L U C I O N

Una manera de evitar que más de \$17,000,000.00 -- queden en la nada, es usando el mantenimiento integrado.

Recordemos que:

$$MI = MC + MPR + MPA$$

Daremos uso a los 2 últimos factores de la anterior relación y observemos los resultados:

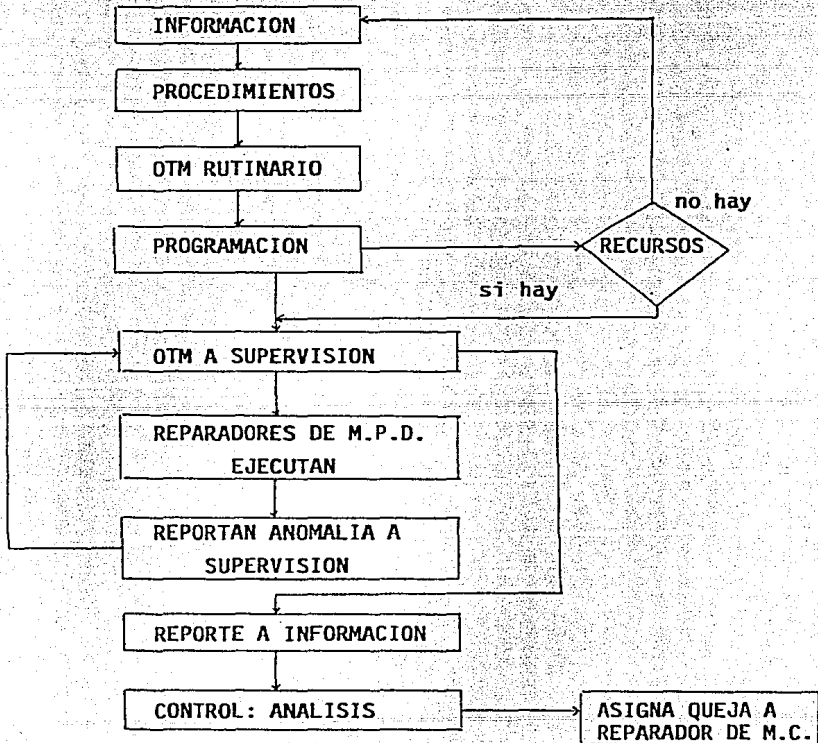
Del flujograma que muestra la mecánica del mantenimiento integrado, en el capítulo anterior, obtenemos el siguiente procedimiento de operación. Ver siguiente diagrama en la pág. 119.

El cual se explica de la siguiente manera:

Información a través del programa general de mantenimiento preventivo del equipo, conoce el momento de realizar ya sea semanal, mensual, semestral, anual, etc. Para -- llevarlo a cabo, considera los procedimientos de ejecución -- de dicha actividad que junto con la otra rutina transfiere a programación, para que ahí, sean considerados los recursos necesarios y sea reprogramada la actividad. Realizando lo -- anterior se da la O.T.M.R. a supervisión, quien se encargará de dar dicha orden a los reparadores de MP para que la ejecu -- ten. Quienes después de realizada la labor reportarán a su -- supervisión para que éstos a su vez reporten a información pa -- ra que anote y archive los resultados obtenidos.

Si en el reporte se da a conocer alguna anomalía - información la analizará a través del control para que de ahí se asigne a un reparador de mantenimiento correctivo su ejecución.

Visto de otra manera: Información, a través del programa de MP de la máquina CAVEL-600, conoce que quincenalmente se tiene que lubricar en sus puntos claves; de ahí que revisa sus estrategias, que junto con la orden de trabajo de MPR hace llegar a programación; quien considerará recursos y



reprogramará de la siguiente manera:

- Limpieza y lubricación: Solventes, grasas y -
- aceites y equipo auxiliar.
- M.O. utilizada
- Costo de MP

ARTICULO	COSTO UNIT.	CANTIDAD	COSTO
GRASA #150	\$380.00/Kg.	7.5 Kgs	\$ 2,850.00
ACEITE	279.00/l	18.0l	5,022.00
GRASA #90	430.00/Kg	3.0 Kgs	1,290.00
ESTOPA	180.00/Kg	1.0 Kgs	180.00
SOLVENTE	2,360.00/L	5.0 L	11,800.00
		COSTO TOTAL:	<u>\$21,142.00</u>

EQUIPO AUXILIAR

ARTICULO	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO
ESPATULAS	\$ 350.00	12	\$4,200.00
ESCOBETILLAS	95.00	12	1.140.00
FIBRAS	160.00	12	1.920.00
TRAPO	5.00	12	60.00
		COSTO TOAL:	<u>\$7,320.00</u>

COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO Y EQUIPO: \$ 28,462.00

MANO DE OBRA

Para la limpieza y lubricación se consideran 2 turnos con 4 personas en cada turno.

Nº DE PERSONAS	SUELDO DIARIO	CONTROL TOTAL
8	\$ 2,860.00	\$ 22,880.00 (costo de Moc/15d)

-- Costo total del MP	
Costo total de mantenimiento y equipo \$ 28,462.00	
Costo de mano de obra \$ 22,880.00	
Costo Total	\$ 51,342.00

Una vez realizado el análisis económico, se reprograman las actividades; las cuales estarán definidas por la carga de trabajo de producción. (ver siguiente tabla), pag. 123.

Una vez reprogramada la actividad se gira la O.T. a supervisión la cual la podrá en la persona que se crea más conveniente de acuerdo a sus aptitudes. Ahora bien, una vez concluida la O.T. supervisión; en caso de que los reparadores de MP hayan descubierto alguna falla, éstos deberán de reportar la información para que a través de un análisis de dicha falla se consideren diferentes alternativas para su solución y se asigne la queja a mantenimiento correctivo.

Obsérvese la ventaja de tener un método de mantenimiento preventivo y de no tenerlo. En el ejemplo de nuestro caso real la desventaja es de:

\$17,159,197.68	
- 51,342.00	
<u>\$17,107,855.68</u>desventaja

Ahora bien, el hecho de dar el mantenimiento, preventivo no excluye el hecho de cambiar las cadenas y catarinas adaptadas por las originales. Solo que ahora si se tendrán todas las alternativas para asegurar la existencia de las refacciones necesarias.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

PREVENTIVO Y LIMPIEZA AL CAVEMIL-600

	C/QUINCENA	C/MES	C/2 MESES	C/6 MESES
REVISION A EMBRAGUE NEUMATICO			X	
REVISION A CARIADOR PIV			XX	
REVISION A CAJA DE ENGRANES IMPULSO A DOSIFICADORA.				X
REVISION A TODAS LAS CAJAS DE ENGRANES MENORES.				X
REVISION A TODAS LAS CATARINAS			X	
" A TRANSPORTADORES			X	
" A APOYOS DE DOSIFICADORAS			X	
" A VIBRADORES EN GENERAL			X	
" A RODILLOS		X		
" A EQUIPOS DE REFRIGERACION			X	
" A CADENAS TRANSPORTADORAS		X		
" A CATARINAS Y CADENAS DE REFRIGERADORES.		X		
REVISION A GOLPES Y TOPES DE DESMOLDEADORES.		X		
REVISION A DOSIFICADORAS		X		
" A LUBRICACION EN GENERAL	X			
" A RESORTES Y ANGULOS DE TABILLADORAS			X	
REVISION A LINEAS DE AGUA Y VAPOR				X
" A MICROS DE SEGURIDAD		X		
" A JUNTAS Y FLECHAS CARDANICAS.				X
" A EMBRAGUES NEUMATICO MENOR				X
" LINEAS DE AIRE				X
" A TRANSPORTADORES DE VARILLA LIMPIEZA			X	
LIMPIEZA A TRANSPORTADORES DE CADENAS	X			
" A CADENAS DE REFRIGERADORES	X			

	C/QUINCENA	C/MES	C/2 MESES	C/6 MESES
" A BARRAS Y GAVETAS	X			
" A REFRIGERADORES		X		
" A TABLILLADORAS	X			
" MICROS DE SEGURIDAD			X	
" A EVAPORADORES DE REFRI GERADORES.			X	

CAPITULO SIETE

C O N C L U S I O N

Concideramos que el objetivo de este trabajo se ha cumplido y estamos dispuestos por todos los medios a seguir adelante, esto es, fomentar la aplicación, el uso conciente de esta diciplina, en todas sus áreas.

Hemos utilizado como base los elementos de la teoría administrativa, además un nuevo concepto sobre mantenimiento, y lo que para nosotros resulta especialmente satisfactorio, le hemos agregado algunos años de experiencia adquirida en la industria a nivel jefatura en el área de mantenimiento, lo cual, nos ha dado vivencias propias.

Nos mantenemos concientes de la existencia de métodos que no han sido tratados en este trabajo, más sin embargo las ideas generales se plantean con el propósito de que sean aplicadas.

Actualmente el desarrollo del mantenimiento en -- nuestro país ha estado totalmente limitado, y definitivamente no hay excusas para ello. Apesar de los últimos acontecimientos económicos y el retraso tecnológico que vive el país debemos hacer que en cada uno de nosotros resurja la fé, en que podremos vencer esta situación con el esfuerzo y dedicación en el trabajo que desempeñamos, y así será:

B I B L I O G R A F I A

- MANUAL DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
TOMO I
ED. C.E.C.S.A.

- MORROW

- LA ADMINISTRACION EN EL MANTENIMIENTO
ING. ENRIQUE DOUNCE
ED. C.E.C.S.A.

- LA ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
NEW BROUGH
ED. DIANA

- EL GANADOR
M. MACCOBY
ED. LASSER

- INTRODUCCION AL ESTUDIO DE LA TEORIA ADMINISTRATIVA
W. JIMENEZ CASTRO
ED. FONDO DE CULTURA ECONOMICA

- ADMINISTRACION DE EMPRESAS
A. REYES PONCE TOMO I Y II
LIMUSA

- MANUAL DE ADMINISTRACION
K.O DONNELL
LIMUSA

NOTAS DE PIE DE PAGINA

1. **Manual de Administración de Empresas**
K.O DONNELL, pág. 321
2. **IDEM, pág. 463**
3. **Administración de Empresas**
A. Reyes Ponce T.11, pág. 70
4. **Manual de Administración de Empresas**
K.O DONNEL, pág. 183
5. **Introducción al Estudio de la Teoría**
Administrativa, pág. 222
6. **IDEM, pág. 197**