

114  
2 Gen.

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**



**Bases para el diseño e implantación  
de un sistema integral de  
mantenimiento.**

**TESIS PROFESIONAL**  
**Que para obtener el Título de**  
**Ingeniero Mecánico Electricista**  
**Presenta**

**J. LUIS RAMOS GONZALEZ**



**Director: Ing. José Luis Antón Macín**

**México, D. F.**

**Noviembre - 1985**



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

## PAGINA

<b>AGRADECIMIENTO.</b>	<b>I</b>
<b>INTRODUCCION.</b>	<b>II</b>
<b>CAPITULO I. CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO.</b>	<b>1</b>
I.1. Definición.	1
I.2. Objetivos y Metas.	1
I.3. Tipos de Mantenimiento.	3
I.3.1. Mantenimiento Preventivo.	4
I.3.2. Mantenimiento Predictivo.	4
I.3.3. Mantenimiento Correctivo.	5
I.3.4. Mantenimiento por Componentes o Conjuntos.	5
I.3.5. Reconstrucción.	6
I.3. Síntesis.	7
<b>CAPITULO II. PLANEACION DEL MANTENIMIENTO.</b>	<b>9</b>
II.1. Naturaleza de la Planeación.	9
II.2. Partes de la Planeación.	11
II.3. Planeación a Largo Plazo.	12
- Políticas y Programas.	13
II.4. Planeación a Mediano Plazo.	13
- Presupuestos.	13
II.5. Planeación a Corto Plazo.	16
- Procedimientos, Prácticas y Cursos de Acción.	16
II.6. Síntesis.	17

<b>CAPITULO III. ADMINISTRACION Y ENFOQUE DE SISTEMAS.</b>	<b>19</b>
III.1. Definición y Carácter de la Administración.	19
III.2. Definición de Sistema. Propiedades.	20
III.3. Enfoque de Sistemas.	21
III.4. Un Sistema Administrativo Integral.	22
III.5. Conclusión.	26
<b>CAPITULO IV. INSTRUMENTACION DEL MANTENIMIENTO.</b>	<b>28</b>
IV.1. Subsistema Rector o de Toma de Decisiones.	31
IV.2. Subsistema de Evaluación y Control.	33
IV.2.1. Control.	33
IV.2.2. Evaluación.	36
IV.2.3. Indices.	38
IV.3. Subsistema de Costos.	40
IV.3.1. Determinación del Nivel Optimo de Mantenimiento.	41
IV.3.2. Presupuestos.	43
IV.4. Subsistema de Información.	45
IV.5. Subsistema Mantenimiento Preventivo.	48
IV.6. Subsistema Mantenimiento Correctivo.	50
IV.7. Puesta en Marcha del Sistema.	51
<b>BIBLIOGRAFIA.</b>	<b>55</b>

## INTRODUCCION

La necesidad de conservar y mantener en buen nivel - de disponibilidad los activos de los organismos que producen bienes y/o servicios, como medio para lograr la consecución de las funciones de sus diversos órganos, hace cobrar a la actividad mantenimiento un carácter cada vez más importante. Sin embargo, frecuentemente su trascendencia es soslayada o minimizada.

Por lo anterior, más que hacer una discursión apologetica de la función mantenimiento con vistas a reevaluar su papel, la finalidad del presente trabajo es contribuir a proporcionar elementos tendientes a la instrumentación de esta actividad en forma organizada.

El primer capítulo está dedicado a la definición de una serie de conceptos básicos del mantenimiento, haciendo énfasis en el objetivo y metas que persigue.

Buscando establecer las bases teóricas y metodológicas de la función que nos ocupa, los capítulos 2 y 3 tratan de la Planeación y la Ciencia de la Administración y el Enfoque de Sistemas, respectivamente.

El 4o. y último capítulo, constituye la parte de propuesta: un modelo generalizado para la instrumentación de las tareas de mantenimiento, como una muestra de la aplicación de los conceptos y técnicas empleados, a este campo de la Ingeniería.

## CAPITULO I. CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO.

### I.1. Definición.

Se puede definir al mantenimiento, como la función compuesta de una "...serie de actividades que tienen como finalidad lograr y asegurar la máxima disponibilidad de las má-quinas y equipo, que otros elementos de una organización -- necesitan para el desempeño de sus funciones..."(1).

### I.2. Objetivos y Metas.

Los objetivos son "los estados o resultados deseados - del comportamiento (de una organización)"(2) y pueden ser - establecidos a diferentes niveles de generalidad.

De tal manera que en el ámbito más superior, puede decirse que el objetivo general del mantenimiento, implícito en la definición anterior, es el de incrementar el nivel de servicio que proporciona el equipo y maquinaria de la organización.

En un nivel inferior, podríamos definir objetivos par-

---

(1) MORALES Flores, Luis. "Administración y Manteni-  
miento de Flotillas de Vehículos y Maquinaria", p. 375.

(2) ACKOFF, Russell L. Un Concepto de Planeación de  
Empresas, p. 31.

ticulares o secundarios, como los siguientes(3):

- Maximizar la Disponibilidad del Equipo y Maquinaria.

Entendiéndose por disponibilidad, la cantidad de tiempo factible de uso del equipo, condicionado por el número y duración de intervenciones por mantenimiento.

- Minimizar el Costo Total.

Aquí pueden considerarse factores no solamente específicos del mantenimiento, sino aquellos en los que éste tiene una influencia directa o indirecta (v.gr.: costo de reparaciones en talleres externos, rendimiento de combustibles, productividad, etc.).

- Optimizar la Utilización.

Implica no sólo el aprovechamiento máximo de los bienes físicos de la organización, sino algo tan importante como son la correcta asignación y operación de los mismos.

Los objetivos pueden continuar definiéndose a niveles particulares, que sin embargo deben cumplir con la norma de ser compatibles y no crear conflictos entre los individuos o diversas áreas de la organización y esta misma.

---

(3) Cfr, MEXICO, SAHOP. "Instructivo para el Llenado del Formato de Autoplaneación", p. anexo.

En este proceso, eventualmente se llegará a la definición de las metas.

Las metas son objetivos específicos que deben lograrse en un tiempo establecido. En su elaboración, se cumplirán los siguientes requisitos:

- 1.- Cada uno de los objetivos debe traducirse en metas.
- 2.- Las metas deben definirse con claridad.
- 3.- Todas las metas deben tener su respectiva -- unidad de medida.
- 4.- Las unidades de medida permitirán evaluar el avance logrado. (4)

Por otra parte, dado que dependen de los objetivos -- específicos y más aún de los medios que se utilizarán al -- perseguirlas(5), su definición quedará supeditada a las modalidades que adopte la función y el programa de mantenimiento respectivo.

### I.3. Tipos de Mantenimiento.

Se difiere para el Capítulo IV. INSTRUMENTACION DEL -- MANTENIMIENTO, el análisis correspondiente a la integración de la función mantenimiento como un sistema, a partir de -- los tipos que se enuncian a continuación. Se hace una --

---

(4) MEXICO, SAHOP. "Manual de Mantenimiento Preventivo", p. 20 y 21.

(5) ACKOFF, op. cit., p. 47.



breve descripción de las características básicas de ellos.

### I.3.1. Mantenimiento Preventivo.

Una forma de definirlo, es aquella que lo enuncia como la "ejecución sistemática de servicios, inspecciones, ajustes y reemplazo de partes, (si económicamente es conveniente;) que tienen el objeto de minimizar las interrupciones y una depreciación excesiva de los bienes de la empresa, y así maximizar su disponibilidad"(6).

"También se dice que...es la serie de actividades programadas cuyo fin es evitar el desgaste excesivo o prematuro que hacen necesarias las reparaciones costosas y originan los tiempos muertos"(7).

### I.3.2. Mantenimiento Predictivo.

El mantenimiento predictivo resulta, tan interesante o más que el preventivo, ya que se lleva a cabo con una tecnología más desarrollada. La característica principal de este tipo de mantenimiento es que es teórico, es decir, que la planeación del mantenimiento es más una filosofía que un método de trabajo; se basa fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda.

Este tipo de mantenimiento se basa en el análisis estadístico de vidas útiles, de piezas y conjuntos; en el análisis físico de piezas de desgaste y en el análisis de laboratorio y diagnóstico de campo.

---

(6) MEXICO, SAHOP, op. cit., p. 28

(7) MORALES, op. cit., p. 375.

Con... (8) es posible programar el mantenimiento preventivo, el pronóstico de cambios y reposiciones, y la obtención de datos para el reemplazo económico de las unidades. (8)

### I.3.3. Mantenimiento Correctivo.

Este es el mantenimiento realizado después de que ocurre la falla, ya sea por síntomas claros y avanzados o por falla total. Es el mantenimiento fuera de programa, y origina cargas de trabajo incontrollables causando una actividad intensa y lapsos sin trabajo; su ejecución inmediata es imperativa, es decir, nos obliga al pago de horas extra, se interrumpe el servicio y la producción, ... (se presenta la) necesidad de comprar todos los materiales en un momento dado. En resumen, son las consecuencias lógicas cuando se sufre un accidente inesperado. (9)

Dentro del programa de mantenimiento correctivo podemos diferenciar el mantenimiento correctivo mayor que se efectúa en un taller central y el mantenimiento menor que se efectúa in situ.

La diferencia entre mantenimiento correctivo mayor o menor, es un problema de unificación de criterios, ya que es preciso definir claramente los conceptos que abarca uno y otro, en función del tipo y número de equipos que integren la plantilla de la empresa, así como sus políticas y en algunos casos la localización del taller central de mantenimiento. (10)

### I.3.4. Mantenimiento por Conjuntos o Componentes.

Es una variante del mantenimiento correctivo en cuanto a que sustituye a una parte o a un todo

---

(8) Cfr, ibid, p. 393-394.

(9) Ibid, p. 397.

(10) Cfr, ibid, p. 398.

de un conjunto en mal estado; y también, es una variante del mantenimiento preventivo en lo que se refiere a evitar, mediante la sustitución de un componente reparado o nuevo a tiempos predeterminados o planeados, que el componente original sea severamente dañado o inutilizado por el uso excesivo.

Este es el verdadero mantenimiento planeado o programado, cuando se cuenta con flotillas de maquinaria del mismo tipo y marca; debe coordinarse con un buen manejo de partes y reparaciones en taller. (11)

#### I.3.5. Reconstrucción.

Aún cuando guarda una gran semejanza con el tipo anterior de mantenimiento, existen algunas características que permiten calificarlo por separado.

Básicamente consiste del desarmado y armado total de la máquina o equipo, sustituyendo las partes o componentes que se detecten como necesarias, siempre y cuando exista factibilidad técnica y económica.

Esto involucra hacer pedidos a máquina abierta, lo que se traduce en mayor economía y eficiencia.

Por otra parte, obliga a que estas intervenciones se realicen bajo programa y fuera de obra.

---

(11) Ibid, p. 404.

#### I.4. Síntesis.

Dada la cada vez mayor mecanización de la industria en general, la función mantenimiento se convierte en una actividad de primer orden, cuyo objetivo general debe ser el de incrementar el nivel de servicio que proporciona el equipo y maquinaria de la organización; de esta manera contribuye a la consecución de los objetivos de la propia organización. A partir del objetivo general, pueden ser derivados otros objetivos con diferentes grados de especificidad, que caracterizen y cubran adecuadamente toda la gama de actividades de mantenimiento, tomando en consideración el tipo de empresa, su magnitud, etc..

Las actividades de mantenimiento pueden ser clasificadas en varios tipos, a saber: el mantenimiento preventivo, el mantenimiento predictivo, el correctivo, por componentes y la reconstrucción. En la mayoría de las empresas en que la función mantenimiento se lleve a cabo en forma adecuada, el mantenimiento preventivo será el de mayor importancia -- por su volumen de operaciones, uso de recursos y particularmente por el ahorro de gastos directos o indirectos que por concepto de paros, deterioros mayores ocasionados por fallas, etc., se generan. Sin embargo, siempre surgirán una serie de problemas inesperados que deberán ser atendidos -- como actividades típicas de mantenimiento correctivo. Aho-

ra bien, en una primera instancia, los diversos tipos descritos en este capítulo, podrían ser agregados en estos dos grandes apartados.

## CAPITULO II. PLANEACION DEL MANTENIMIENTO.

Se hace necesario antes de tratar el aspecto específico del mantenimiento, el mencionar una serie de conceptos generales sobre planeación, a fin de establecer un marco de referencia que permita obtener el sentido de congruencia -- necesario a lo largo de todo este trabajo.

### II.1. Naturaleza de la Planeación.

Deberíamos aceptar de entrada, que la planeación es -- una función de la administración a todos los niveles, consistente en una "toma de decisiones anticipada"(12). La -- cual puede ser no necesaria siempre y cuando la toma de decisiones pueda realizarse "rápidamente, sin menoscabo de la eficiencia"(13).

Se hace imprescindible cuando el hecho futuro que deseamos" implica un conjunto de decisiones interdependientes: esto es, un sistema de decisiones"(14).

"Un conjunto de decisiones forma un sistema si el -- efecto de cada decisión sobre los resultados del conjunto,

---

(12) ACKOFF, op. cit., p. 14.

(13) Idem.

(14) Idem.

depende de una o más de las decisiones restantes."(15) - -  
Este conjunto de decisiones posee "las siguientes caracte--  
rísticas importantes:

- a) Son demasiado grandes para manejar todas las deci-  
siones al mismo tiempo. De aquí que la planeación  
deba dividirse en ETAPAS O FASES..."(16)
- b) "El conjunto de decisiones necesarias no puede sub  
dividirse en subconjuntos independientes."(17).

Estas dos propiedades sistemáticas explican  
por que la planeación no es un acto, sino un PRO-  
CESO, el cual no tiene conclusión ni punto final  
natural. Es un proceso que (idealmente) enfoca -  
una "solución", pero nunca la alcanza en defini-  
tiva por dos razones. Primero, no existe límite  
respecto al número de revisiones posibles a las -  
decisiones... En segundo lugar, tanto el sistema  
que se está planeando como el medio donde se ha -  
de realizar, se modifican durante el proceso...--  
(18)

La característica de la planeación de ser aplicable a  
todos los niveles de administración, da origen a dos concep-  
tos relativos: la planeación táctica y la planeación estra-  
tégica.

Sin embargo, más propiamente, la diferencia entre - --  
ellas se da en tres dimensiones, a saber:

---

(15) Idem.

(16) Idem.

(17) Ibid., p. 15.

(18) Idem.

1. La planeación estratégica trata sobre -- las decisiones de efectos duraderos y difícilmente reversibles, es una planeación a largo plazo; la táctica abarca períodos más breves.

2. La planeación estratégica tiene un - - - ámbito amplio, el de la planeación táctica es más estrecho.

3. La planeación táctica trata de la selección de medios por los cuales han de perseguirse los objetivos específicos. La planeación estratégica se refiere tanto a la formulación de objetivos como a la selección de medios para alcanzarlos.

En resumen, la planeación estratégica es una planeación corporativa a largo plazo que se orienta hacia los fines, pero no de manera exclusiva. Y debería ser obvio que se precisa tanto de la -- planeación estratégica como de la táctica para la obtención del máximo beneficio(19).

## II.2. Partes de la Planeación.

De acuerdo con lo que se indicó en el punto anterior, el conjunto de decisiones que implica la planeación, no puede dividirse en subconjuntos independientes. Por tanto, -- las partes de un plan y las fases de un proceso de planeación al cual pertenecen, deben actuar entre sí. El orden -- en que se presentan a continuación, suele ser el más conveniente en que han de llevarse a cabo.

Fines	Especificación de objetivos y - metas.
Medios	Elección de políticas, progra--

---

(19) Cfr, ibid, p. 16.



mas, procedimientos y prácticas con las que han de alcanzarse - las metas.

Recursos	Determinación de tipos y cantidades de recursos necesarios; - definición de su forma de adquisición o generación, así como - de su asignación a las actividades.
Realización	Estudio de los requerimientos - de la organización; diseño de - los arreglos de la misma y de - los procedimientos para la toma de decisiones; así como la organización de ellos para que el - plan se lleve a cabo.
Control	Diseño del procedimiento para - prever o detectar los errores o fallas, y su corrección sobre - una base de continuidad. (20)

### II.3. Planeación a Largo Plazo.

El propósito principal de la planeación a largo alcance es conservar al día los objetivos, políticas y programas del mantenimiento a efecto de -- que todos estos se hallen de acuerdo con los fines de la empresa. Desde luego, para... (lograr la -- actualización continua,) se necesita un conoci- -- miento de los aspectos comprendidos en una planeación a largo plazo del mantenimiento, para esto es necesaria una proyección de dos factores específicos, ellos son:

1. Los cambios en el equipo..., por caducidad, innovaciones tecnológicas, etc..
2. Las necesidades de personal capacitado -- para cubrir el aumento de la plantilla -- (de equipo por mantener).

---

(20) Cfr., ibid., p. 17.

De aquí que las necesidades de mantenimiento futuro comprenden transformaciones dentro de la empresa, además de que se deben proyectar programas de trabajo a realizarse en forma acorde con los objetivos y estrategias de la empresa(21)

-Políticas y Programas.

Se entiende por política "una norma para seleccionar - un curso de acción; una norma para decidir, ...que toma en consideración las condiciones pertinentes al tiempo en que se requiere la acción"(22). Desde el punto de vista conceptual de la planeación, las políticas engloban a los programas, que consisten de "un conjunto ordenado de acciones - - interrelacionadas, generalmente más complejas que un procedimiento; dirigidas hacia un objetivo específico, que se -- persigue solamente una vez"(23).

II.4. Planeación a Mediano Plazo.

"Por lo general, la planeación a mediano plazo se asocia íntimamente al presupuesto anual, aunque el lapso real cubierto sea más o menos de un año"(24).

-Presupuestos.

Un presupuesto es un plan administrativo - -

---

(21) MEXICO, SAHOP, op. cit., p. 10-11.

(22) ACKOFF, op. cit., p. 49.

(23) Loc. cit.

(24) MEXICO, SAHOP, op. cit., p. 11.

expresado en términos cuantitativos con miras al futuro. Forma parte de todas las etapas administrativas. En el caso de la planeación, los presupuestos son planes de operación traducidos en pesos; en la fase de control, los presupuestos proporcionan normas para medir la marcha de la organización(25).

De acuerdo con lo anterior, en la elaboración de los presupuestos físicos-financieros se contemplan tres aspectos básicos que son:

1. Determinación del trabajo de carácter --cíclico.

Todos aquellos trabajos que periódicamente deben realizarse se programan con anticipación para evitar que afecten el desarrollo de otros programas o por lo menos para reducir al mínimo la posibilidad de interferencia.

Estos programas tales como limpieza de las unidades, servicios generales, etc., deben ser considerados en la planeación a mediano plazo del mantenimiento preventivo, de modo que sean previstas y sincronizadas para aumentar la disponibilidad.

Esta presupuestación física puede llevarse a cabo mediante técnicas ampliamente conocidas tales como la Ruta Crítica, --Diagrama de Gantt, etc..

2. Determinación de recursos.

La secuencia de aplicación de los recursos, sugiere la idea de un orden que obviamente compromete a analizar y estudiar las prioridades de acuerdo a la urgencia o importancia; es por esto que

deben considerarse una serie de factores que influyen en cada tipo de recurso y - de los cuales a manera ejemplificativa - se indican algunos:

- Recursos Humanos.

- Cantidad
- Calidad del trabajo
- Sueldos
- Necesidades de capacitación

- Recursos Materiales, Suministros y Servicios.

- Cantidad de bienes de la empresa (equipo, inmuebles, etc.)
- Instalaciones (eléctricas, de seguridad, etc.)
- Talleres de reparación

- Recursos Económicos.

- Configuración de la inversión
- Presupuesto de refacciones
- Porcentaje de inversión en talleres - - específicos

- Recursos Administrativos.

- Sistema de información
- Eficacia de las órdenes de servicio y - reportes de inspección
- Adquisición y distribución de refacciones
- Técnicas de contratación de personal.

3. Asignación de recursos.

En la mayoría de las empresas se... (controla mediante el presupuesto financiero) una serie de volúmenes de recursos económicos, también llamadas partidas presupuestales; entre los que podemos mencionar: sueldos y salarios, gastos indirectos, herramental de mano, lubri-

cantes, material para talleres, artículos de biblioteca, vestuario y equipo, herramientas diversas, refacciones en general, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y reparaciones mayores, gasolina y combustibles, servicios públicos y otros gastos (26).

## II.5. Planeación a Corto Plazo.

La planeación del mantenimiento preventivo a corto plazo, es tan importante como cualquiera de las antes mencionadas, ya que ésta retroalimenta decisivamente a las primeras.

..... (\*)

Hay que tener presente que puede existir la necesidad de hacer cambios a los programas, para lo cual es de gran utilidad la planeación a corto plazo, ya que cuenta con la flexibilidad de cambiar el curso de las decisiones sobre la marcha. (27)

### -Procedimientos, Prácticas y Cursos de Acción.

"El período que contempla este tipo de planeación, generalmente abarca programaciones semanales y mensuales" (28), las cuales se apoyan en la aplicación de procedimientos, prácticas y cursos de acción bien establecidos. Los procedimientos consisten de "una secuencia de acciones que se dirigen hacia una sola meta..., que se sigue repetida-

---

(26) Cfr., MEXICO, SAHOP, op. cit., p. 11.

(\*) Nota: La línea de puntos indica la supresión de uno o varios párrafos.

(27) Ibid, p. 19-20.

(28) Idem.

mente".(29) Se puede asociar a estos elementos teóricos de los medios de planeación, las cartas o rutinas de mantenimiento que generalmente se llevan a cabo con la periodicidad mencionada al principio de este párrafo, y que en muchas ocasiones se encuentran integrados en los llamados manuales de procedimientos.

En el último nivel y en orden decreciente de generalidad dentro de la planeación, se encuentran las prácticas que son "cursos de acción que se repiten en circunstancias similares"(30) y precisamente los cursos de acción que se tratan de "actos específicos de una persona o de un grupo"(31)

## II.6. Síntesis.

En resumen, la planeación es un proceso continuo que supone la realización y evaluación de un conjunto de decisiones interrelacionadas, en un ambiente que se cree que a menos que se emprendan tales acciones no se llegará al estado deseado.

En estos términos, si se han definido objetivos claros para la función mantenimiento -lo cual es conveniente y --

---

(29) ACKOFF, op. cit., p. 49.

(30) Idem.

(31) Idem.

necesario-, se precisa de llevar a cabo una serie de activi-  
dades que involucran, entre otras, la definición de políti-  
cas, programas, procedimientos, prácticas y los presupues--  
tos (que constituyen, quizá, la pedra angular de la planea  
ción). Los cuales actúan a distintos niveles de la organi-  
zación y con diferentes alcances en el tiempo.

Dado que estos elementos constituyen los medios gra- -  
cias a los cuales se trata de alcanzar las metas fijadas, -  
es indispensable establecerlos amplia y claramente.

### CAPITULO III. ADMINISTRACION Y ENFOQUE DE SISTEMAS.

Para poder tratar con propiedad de la administración - del mantenimiento, debemos esclarecer previamente la función administrativa en general. Aprovecharemos la ocasión para introducir una serie de conceptos de gran importancia y utilidad que serán empleados en el resto del presente trabajo.

#### III.1. Definición y Carácter de la Administración.

El empleo que de la palabra (Administración) han hecho los técnicos en la materia, en razón de tratarse de una disciplina que, como tal, es de reciente estudio, y está aún en pleno período de formación, ha sido muy variable: casi...caótico.  
(32)

De acuerdo con lo anterior existen diversas definiciones, de entre las cuales hemos adoptado una, como base para discurrir una serie de conceptos a lo largo del presente -- capítulo. Se enuncia como sigue: Administración "es el conjunto sistemático de reglas para lograr la máxima eficiencia en las formas de estructurar y manejar un organismo social". (33)

---

(32) Cfr, Reyes Ponce, Agustín. Administración ..., -- p. 16-17.

(33) Ibid, p. 26.



La razón específica por la cual ha sido elegida esta definición, es que a partir de ella se puede inferir que la administración debe concebirse como un sistema.

### III.2. Definición de Sistema. Propiedades.

Un sistema es un conjunto de dos o más elementos interrelacionados de cualquier especie ... (orientados al logro de un fin común y que cumple con las) siguientes propiedades:

1. Las propiedades o el comportamiento de cada elemento del conjunto tienen un efecto en las propiedades o el comportamiento del conjunto tomado como un todo...
2. Las propiedades y el comportamiento de cada parte y la forma en que afectan al todo, depende de las propiedades y comportamiento de al menos otro elemento del conjunto. Por lo tanto ninguna parte tiene un efecto independiente en el todo...
3. Cada subgrupo posible de elementos en el conjunto tiene las primeras dos propiedades. (O sea,) cada uno tiene un efecto no independiente en el todo. (Por lo tanto, los elementos no pueden ser organizados) en subgrupos independientes.

Debido a estas tres propiedades, un conjunto de elementos que forma un sistema siempre posee determinadas características o puede mostrar cierto comportamiento que no pueden exhibir ninguno de sus otros componentes o subgrupos (por sí solos). Un sistema es más que la suma de sus partes. Visto estructuralmente, un sistema es un todo divisible, empero visto funcionalmente es un todo indivisible en el sentido de que algunas de sus propiedades esenciales se pierden cuando se desmembra. Las partes propias de un sistema, - -

pueden ser sistemas y cada sistema puede por sí mismo ser parte de otro mayor.(34)

### III.3. Enfoque de Sistemas.

En la Edad de los Sistemas, que actualmente vivimos según Ackoff(35), "se tiende a ver las cosas como partes de todos mayores, más que como todos que se deban descomponer (constituye lo anterior) la doctrina(\*) del Expansionismo".(36)

El expansionismo implica el modo sintético de pensamiento, análogamente a como el reduccionismo implicó el modo analítico... En el modo sintético de razonamiento se considera que lo que se explica es parte de un sistema mayor y se hace en función del papel que juega en ese sistema mayor...

...Al modo sintético de pensamiento se le llama el enfoque de sistemas. En este enfoque no se resuelve un problema desarticulándolo, sino que se le considera parte de un problema mayor. Este enfoque se basa en la observación de que, cuando cada parte de un sistema funciona tan bien como es posible en relación a los criterios que se le aplican, rara vez el sistema como un todo funciona tan bien como sea posible, con relación a los criterios aplicados al mismo; lo cual se da a partir del hecho de que la suma de los criterios aplicados al desempeño de las partes, regularmente no son iguales a los criterios aplicados al todo...(37)

---

(34) ACKOFF, Rediseñando el Futuro, p. 16-17.

(35) Vid, op. cit., supra.

(\*) DOCTRINA: Conjunto de las opiniones de una escuela literaria o filosófica o de los dogmas de una religión. (Pequeño Larousse Ilustrado: 369)

(36) Ibid, p. 17.

(37) Loc. cit.

### III.4. Un Sistema Administrativo Integral.

El siguiente desarrollo teórico, debido a Ackoff(38) - muestra gráficamente, en la página que sigue, un sistema -- administrativo integral que se puede aplicar a todos en con junto o a cada uno de los aspectos, que intervienen en la - función administrativa. Por supuesto, en esta ocasión es - de particular interés para el aspecto mantenimiento.

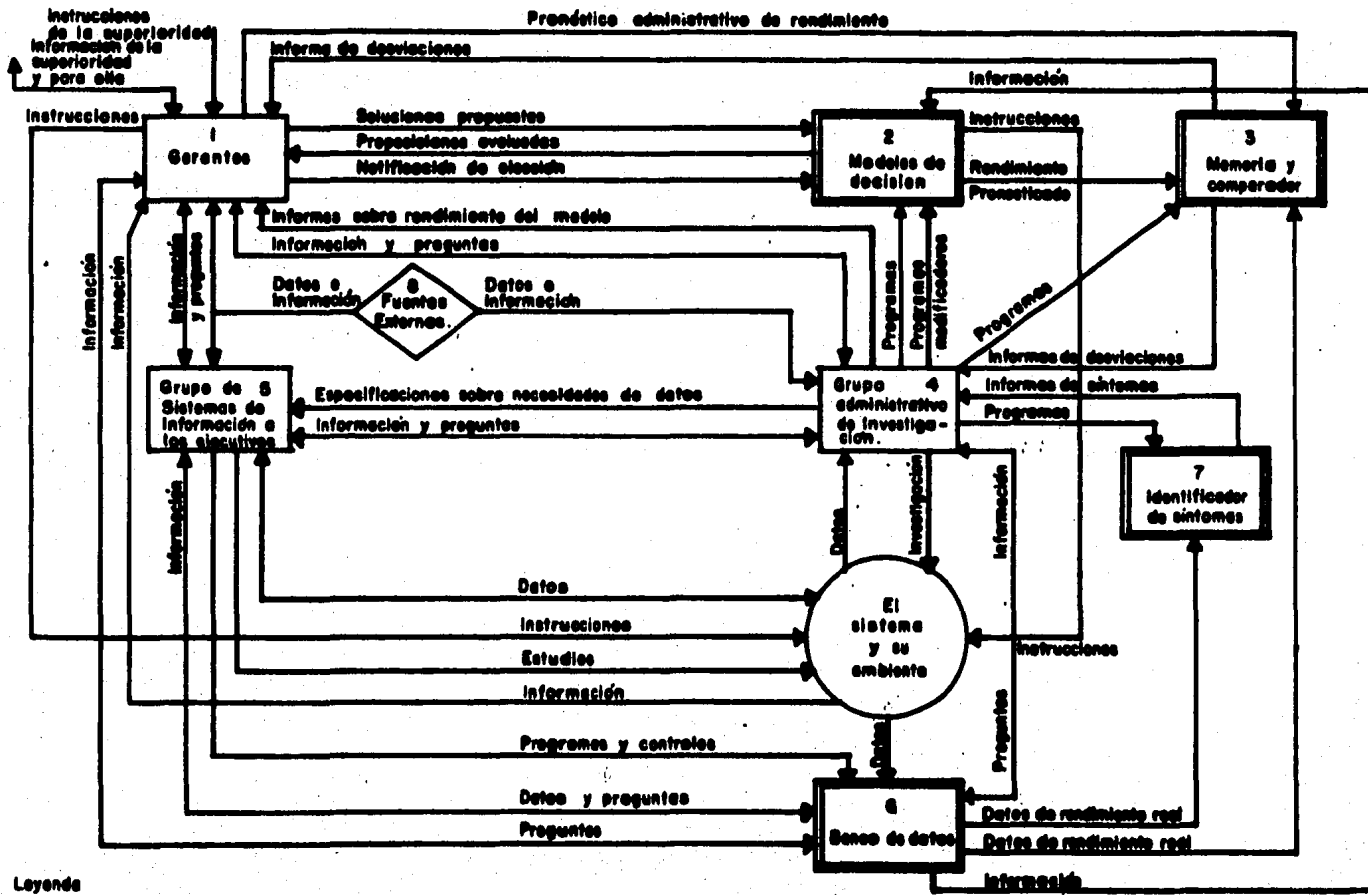
...Los números iniciales de los párrafos que siguen se refieren a los cuadros correspondien- - tes:

1. En este sistema los ejecutivos reciben - instrucciones e información de numerosas fuentes. Las instrucciones que reciben incluyen la especificación de objetivos y metas a lograr y medidas de rendimien- to. Con estos datos la Administración:
  - a) Toma las decisiones directamente cuando - no hay modelos disponibles y posterior- - mente da instrucciones al sistema que - dirige, donde éstas se ejecutan.
  - b) Dialogan con los modelos apropiados de -- decisión. Estos modelos pueden ser opera dos manualmente o por un grupo de investi gación administrativa. El diálogo consis te en que los gerentes proponen distintas alternativas de un problema a un modelo. El modelo desarrolla una evaluación compa rativa de estas proposiciones y retroali- menta el resultado a los administradores, que pueden seleccionar alguna de ellas o continuar el diálogo hasta que se lleque a un punto satisfactorio o se agote el -- tiempo. Al paso de él, los directivos --

---

(38) ACKOFF, Un Concepto..., p. 117 et. seq.

# SISTEMA ADMINISTRATIVO



Leyenda

Una actividad computable

toman una decisión, emiten sus instrucciones al sistema, y "notifican" al modelo sobre la selección que han hecho.

2. Los modelos de decisión que implica un sistema así son de dos tipos: aquellos de los cuales se pueden derivar las mejores soluciones y aquellos que se pueden usar sólo para comparar las alternativas. En el primer caso, el modelo genera por sí mismo una solución al problema, usando la información que le ha suministrado el sistema y emite instrucciones derivadas de la solución directamente a él. También pronostica el rendimiento que se espera y "lo envía" a la memoria. Cuando el ejecutivo hace una selección con base en un diálogo con el modelo, le notifica a éste; que entonces predice el resultado en términos de medición de rendimiento y envía este pronóstico a la memoria. La memoria debe recibir un pronóstico de rendimiento por cada decisión que se toma, sin importar la forma en que esto se haya hecho.
3. La memoria retiene los pronósticos hasta que recibe información proveniente del Banco de Datos, sobre el rendimiento real.

De esta forma compara el rendimiento real con el pronóstico, y donde encuentra una diferencia considerable la comunica como una desviación. Se envía un informe a los ejecutivos, del resultado de aquellas decisiones que ha tomado sin usar modelos y se envía un informe similar al grupo de investigación administrativa de aquellas decisiones que se tomaron... (con) modelos.

4. El grupo de investigación y administración consiste de especialistas en ciencias administrativas que tiene la responsabilidad de desarrollar modelos de las decisiones de la programación, de su uso

y del diseño y programación de la memoria y el comparador. Este grupo intenta encontrar las causas de las desviaciones del rendimiento verdadero respecto del pronosticado cuando se han utilizado modelos. Puesto que las decisiones pueden ser ocasionadas por información o por medios defectuosos, este grupo debe encontrar la causa y corregirla.

Nótese que el circuito de decisiones y control que se acaba de describir es adaptable; aprende de sus propios errores y es autocorrector.

El grupo de investigación y administración también tiene la responsabilidad de elaborar un identificador de síntomas, además, determinar cual es la información necesaria para tomar las decisiones y así lo notifica al grupo de sistemas informativos para la alta gerencia.

5. El grupo de sistemas de información para la administración, tiene la responsabilidad de diseñarlos y hacerlos funcionar. Recibe datos de todas partes del sistema, solicitados o no, incluyendo información que reciben originalmente otras partes del sistema. Este grupo la procesa y proporciona un informe donde es necesario. El sistema que opera este grupo incluye un Banco de Datos.

6. Banco de Datos. Es un sistema de cómputo electrónico o manual que recolecta, procesa, almacena, recupera y distribuye la información regularmente o a solicitud especial de cualquier parte del sistema.

.....

7. Hasta ... (este punto), solamente se ha considerado como se resuelven los problemas identificados, pero no como se les identifica. Un ciclo completo de decisiones consiste de tres etapas:

- a) Identificación del síntoma
- b) Diagnóstico
- c) Prescripción

Un síntoma es una desviación de la conducta de un sistema de lo que se considera "normal".

Desde luego, la prescripción es la toma de decisiones (la transformación de la información en instrucciones) que hemos considerado detalladamente. El diagnóstico es lo que interviene en el desarrollo de modelos explicativos de decisiones. Esta es una actividad principal del grupo de investigación y administración...

.....

El sistema administrativo que se ha descrito se aplica a cualquier nivel de la administración. Es obvia la concatenación de los distintos niveles. Cada nivel recibe instrucciones... (superiores) y suministra información... (en ese sentido). Los niveles inferiores de la administración se incluyen en el sistema controlado a cada nivel. Hasta la Dirección General puede recibir instrucciones de fuentes externas, como los accionistas o el gobierno. Por lo tanto, el diseño global de una empresa puede consistir de un conjunto jerarquizado de sistemas de administración interrelacionados, del tipo descrito... (38)

### III.5. Conclusión.

El mantenimiento como toda función organizada dentro de las empresas requiere para su adecuado desempeño de un ente administrativo que lo soporte. Este puede ser todo un sistema que por una parte contemple todas las componentes -

clásicas de un sistema administrativo, como son: cuadro directivo, sistema de información (memoria, comparador) y banco de datos, modelos de decisión, grupo de investigación, identificador de síntomas, etc.; así como las actividades propias del mantenimiento.



#### CAPITULO IV. INSTRUMENTACION DEL MANTENIMIENTO.

El sistema integral de mantenimiento que se presenta a continuación, constituye la aplicación sintética de los conceptos vertidos hasta el momento.

Así podemos referirnos a la definición enunciada en la primera sección de este trabajo, por medio de la cual se establece el mantenimiento como una serie de actividades orientadas. Implícitamente se infiere éste como un sistema.

Por otra parte, la característica de integralidad se deriva no sólo del hecho de que incluirá cualquier actividad de conservación, que se pudiese encuadrar en alguno de los tipos de mantenimiento, definidos también en el primer capítulo; sino adicionalmente a la intención de comprender todos los factores que influyen directa o indirectamente en él.

Sin embargo se ha insistido en lograr una concepción simple pero capaz de contemplar los diversos aspectos de la función mantenimiento.

Conforme a lo anterior, se proponen seis subsistemas de diversa naturaleza; que por el momento se comentan muy brevemente a reserva de tratarlos por separado con la amplitud que su importancia merece:

El subsistema que lleva la dirección del todo se ha denominado Subsistema Rector o de Toma de Decisiones.

Secundariamente se presenta con carácter normativo el Subsistema de Evaluación y Control.

En cuanto a los Subsistemas de Información y de Costos se conciben como de apoyo.

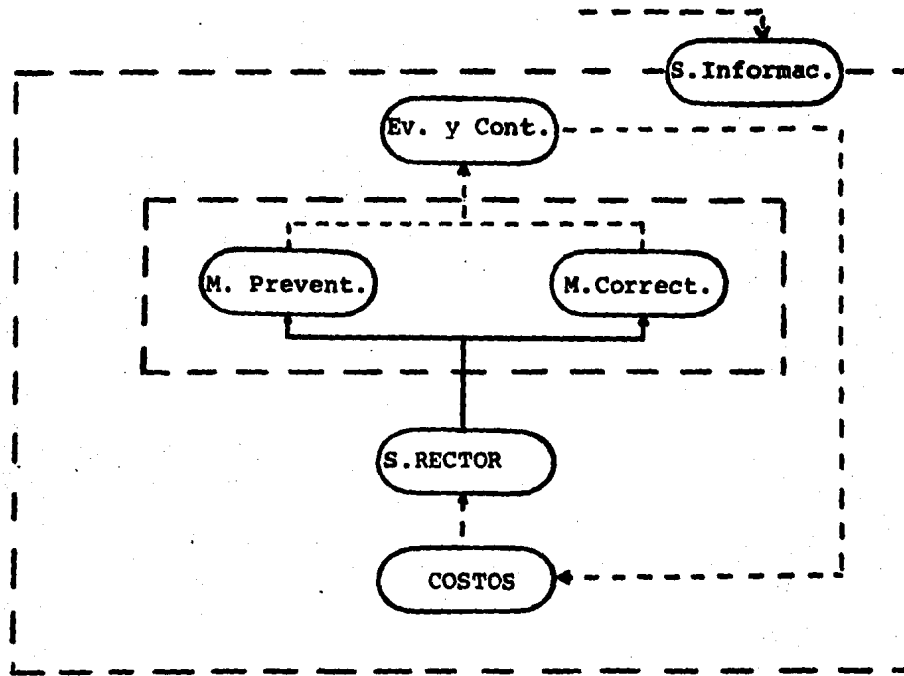
Finalmente los Subsistemas de Mantenimiento Preventivo y Correctivo poseen una connotación netamente sustantiva.

Es importante hacer notar, que en el presente trabajo se aplica el concepto de sistema en una acepción amplia, en el sentido de que comprende no sólo los recursos administrativos, sino también los físicos y humanos con que se cuenta, y que por tanto es capaz de desempeñar funciones y responsabilidades definidas.

Se ha tratado de caracterizar las relaciones entre los diversos subsistemas, mediante el diagrama de la hoja - - - siguiente, que posibilitará la mejor comprensión de los - - aspectos mencionados en los últimos párrafos.

Como se puede apreciar, el Subsistema de Toma de Decisiones dirige las actividades operativas del bloque de mantenimiento, apoyado en la información que directamente le provee el Subsistema de Costos. Este a su vez, recibe - - -

# DIAGRAMA FUNCIONAL DEL SISTEMA MANTENIMIENTO



— INSTRUCCIONES  
- - - INFORMACION

datos levantados por el Subsistema de Evaluación y Control, para su análisis.

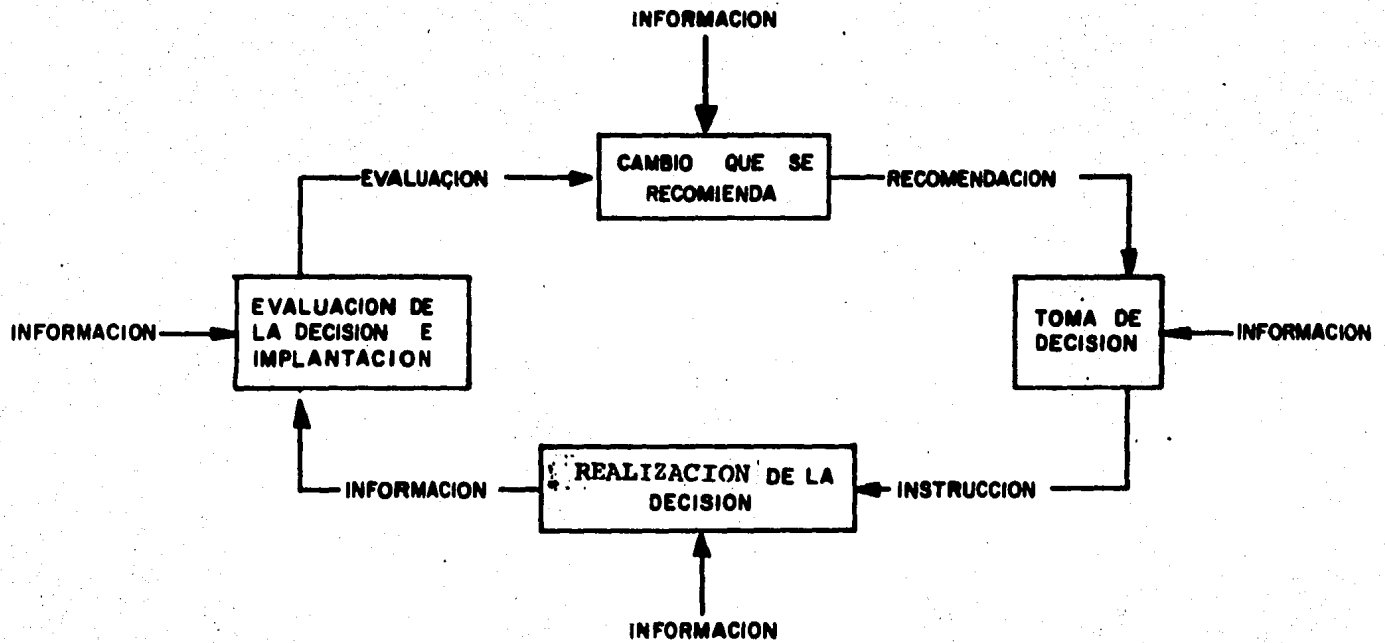
Por supuesto, el espectro de operación del Subsistema de Evaluación y Control, es más amplio, ya que comprende -- tanto el monitoreo de los programas de mantenimiento desde el punto de vista financiero como físico.

Sólo resta por comentar el papel que juega el Subsistema de Información, que evidentemente se encuentra involucrado en todas las interacciones que se presentan entre los -- subsistemas y con el entorno o suprasistema, razón por la -- cual se encuadra en este marco a todo el sistema.

#### IV.1. Subsistema Rector o de Toma de Decisiones.

Es el subsistema mediante el cual se operan los modelos para la toma de decisiones y se encuentra representado por el grupo directivo de la función mantenimiento dentro -- de la empresa, correspondiéndole cumplir con las funciones características de la dirección, tales como: coordinación -- de actividades, supervisión de las mismas, especificación -- de prioridades y trabajos, planeación a largo plazo, etc..

La toma de decisiones se ubica dentro de un ciclo, que tiene cuatro pasos: la toma de decisiones en sí, su realización, la evaluación y la recomendación correspondientes. Su interpretación gráfica se presenta en la figura de la -- siguiente hoja.



**EL CICLO DE LA DECISION**

(Para el cumplimiento de sus funciones,) La administración de mantenimiento necesita contar con medios claros y precisos para solicitar, autorizar y ejecutar trabajos; computar tiempo, materiales y costos; saber que acciones son necesarias para reducir al mínimo el costo de mantenimiento y el tiempo de paro y, finalmente, evaluar los resultados comparándolos con lo planeado, estimado y programado. Los procedimientos deben ser analizados, valorados y modificados, si se hace indispensable, para que puedan alcanzarse los objetivos de un tiempo óptimo de aprovechamiento en la producción y un costo también óptimo de mantenimiento. (39)

De esta manera, al dirigir los Subsistemas de Mantenimiento Preventivo y Correctivo, los cuales constituyen la parte central del Sistema de Mantenimiento, se precisa permanentemente de los Subsistemas de Información, Evaluación y Control, y Costos, haciendo uso intensivo del apoyo que estos le deben brindar.

#### IV.2. Subsistema de Evaluación y Control.

##### IV.2.1. Control.

"El control es evaluar las decisiones, incluyendo las de no hacer nada, una vez que se han tomado" (40).

El control del mantenimiento que se efectúa a la maquinaria y equipo..., tiene tanta o más importancia que el mismo mantenimiento, ya que tiene como objetivo, optimizar los recursos utili

---

(39) NEWBROUGH, E. T., "Administración de Mantenimiento Industrial..., p. 49-50.

(40) ACKOFF, Russell L., op. cit., p. 111.

zados para llevar a cabo la función propia de mantenimiento, es decir, que dichos recursos no sean malgastados, teniendo en cuenta que se puede -- estar gastando por arriba o por debajo del nivel óptimo. (41)

Para cumplir con esta función, es preciso dar lugar a la recopilación de diversos datos que tienen trascendencia para el sistema en su conjunto; estos datos servirán para -- tomar decisiones, hacer ajustes al programa, retroalimen-- tarlo, etc. y servir como indicadores de la eficiencia y -- desempeño de la función mantenimiento dentro de la empresa.

La manera de lograr la recopilación de los datos, puede ser a través del uso de diversos documentos que sean -- generados en el proceso de realización de cualquier actividad de mantenimiento. Esto debe partir desde el preciso -- momento en que se requiere tal actividad. La relación de -- formatos específicos que deben integrarse dependen del tipo de actividad de mantenimiento.

Cada... (formato) debe servir para una finali-- dad... Las formas innecesarias o muy elaboradas tienden a oscurecer el modelo básico y son un des-- perdicio de tiempo. Por otra parte, si las for-- mas son... pocas, se puede incurrir en una escasez de información esencial. Una prueba de la bondad del ... (uso de formatos) consiste en el grado de especificidad, claridad, brevedad y exactitud de la información y su flujo; pero más importante -- aún es la capacidad del programa para ayudar a -- conseguir lo que la empresa se ha propuesto.

---

(41) MORALES Flores, Luis, op. cit., p. 406.

El objeto de un sistema de documentos de oficina, es doble: 1) asegurar que haya el debido control al autorizar los gastos, y 2) distribuir los costos de mantenimiento entre los diversos renglones de maquinaria, equipo, instalaciones, etc.. La acumulación de los costos no es un fin en sí mismo, porque sólo se justifica si se toman las medidas imprescindibles para mejorar el desempeño de maquinaria y equipos (aumentar el tiempo de aprovechamiento, etc.) y de la organización de mantenimiento (mayor eficacia y utilización de tiempo y materiales, etc.).(42)

Las formas más comúnmente usadas para controlar el mantenimiento son:

- a) Reporte del operador.- Este reporte realizado diariamente debe incluir las horas trabajadas, los tiempos perdidos, indicando sus causas; fallas presentadas, trabajo realizado, y el... (lugar) de trabajo en que está operando el equipo, indicándose el comportamiento de la máquina... Este reporte del operador a menudo se pasa por alto no tanto en el hecho de que éste sea llenado, sino en que alguna observación que se esté haciendo no se le dé la atención que merezca y entonces pierde su valor como detector de los problemas del equipo; ya que el operador es quien está en contacto directo con la máquina y puede escuchar ruidos anormales que deben ser analizados cuidadosamente por el departamento de mantenimiento y en caso necesario, corregir el mal; sin embargo se debe tomar con reservas el diagnóstico de los operadores, porque no siempre conocen lo suficiente sobre la construcción y el funcionamiento del equipo que manejan.
- b) Reporte de personal de mantenimiento.- Este reporte incluye el programa de servicio semanal, es decir, el programa en el



que van fijadas las fechas o tiempos previstos de iniciación y terminación de actividades de trabajo.

- c) Reporte diario de trabajo del personal mecánico.- Indica los tiempos normales o tiempos extras dedicados a una o - - - varias máquinas durante el día.
- d) Reporte de consumo del personal de mantenimiento.- Es la información que controla el personal de mantenimiento y que tiene que ver con lubricantes, combustibles, filtros, partes de desgaste, refacciones, etc. indicando la máquina que haya consumido éstos.
- e) Bitácoras.- Es un libro de registro que se lleva por cada máquina, en el cual se especifican las características de la máquina, como: número económico, la marca, el modelo, el tipo, la serie, la capacidad, la velocidad del motor en RPM, el peso de la unidad, los aditamentos y las dimensiones; además se lleva el control de los servicios realizados, así como la lectura diaria del horómetro (si lo tiene), indicando las horas totales trabajadas por turno y los tiempos perdidos, ya sean ociosos o por reparación. El objetivo de las bitácoras, es que al llevar un registro de todos los trabajos de mantenimiento se facilita la localización de los puntos débiles del equipo, o sea aquellos que mayor número de fallas presenten y que posiblemente ameriten un estudio de ingeniería para modificar su diseño; también nos da la eficiencia de la mano de obra y calidad, así como los materiales empleados. (43)

#### IV.2.2. Evaluación.

La importancia de la función mantenimiento en la industria va en aumento.

---

(43) MORALES Flores, Luis, op. cit., p. 406-408.

.....  
Ello ha originado un costo creciente en dicho renglón que hace recomendable el enfocar la atención a mejorarlo, medirlo y controlarlo. (44)

"La finalidad de la evaluación, es detectar cualquier desviación entre el nivel de mantenimiento indispensable -- para conseguir... (las metas) de la producción y el nivel -- real". (45)

Es responsabilidad de este subsistema el realizar el seguimiento integral tanto financiero como físico, empleando los presupuestos elaborados por parte del subsistema de costos, los programas de actividades de los subsistemas de mantenimiento preventivo y correctivo, así como los datos provistos a través del subsistema de información.

...Existen métodos empíricos y métodos racionales para la evaluación de un sistema; los primeros se basan en la observación del objetivo inmediato y los segundos en el objetivo básico.

Los métodos empíricos son recomendables, -- pues en estos lo más importante es revisar periódicamente el trabajo de mantenimiento para determinar el tiempo muerto del equipo, comparándolo -- con el tiempo de utilización en ese periodo. Se puede agregar el costo de la mano de obra, el -- costo de materiales, el costo del tiempo muerto -- del personal de mantenimiento, los costos de tra-

---

(44) NEWBROUGH, E. T., op. cit., p. 383.

(45) Ibid, p. 307.

bajos de emergencias (tiempo extra). La técnica más eficaz para aplicar los métodos empíricos -- consiste en llevar el registro de lo indicado -- anteriormente en forma gráfica, las cuales permiten observar las tendencias y proporcionan información valiosa para la toma de decisiones. La evaluación del sistema se hace por comparación -- tomando como patrón determinado período pasado y compararlo con los períodos sucesivos.

El método racional, más comúnmente llamado de índices nos permite hacer evaluaciones en función de parámetros conocidos. (46)

#### IV.2.3. Índices.

Algunos índices son muy amplios y sujetos a la interacción de muchas variables no asociadas en forma directa al costo de mantenimiento, por lo que no resultan adecuados para el control.

Esto representa la necesidad de buscar indicadores eficaces que permitan medir el costo del mantenimiento y reflejen los esfuerzos hechos -- para controlarlo... Es importante mencionar que ningún índice considerado aisladamente es eficaz, sino que se concibe en combinación) con -- otros.

Por otra parte, estos indicadores tienen un papel doble:

1. Indicar la tendencia que siguen las operaciones de mantenimiento.
2. Indicar la posición relativa con respecto a lo programado; es decir, el avance del programa.

Puede decirse, entonces, que la verdadera -

finalidad de los índices es indicar tendencias, - usando el desempeño anterior como punto de referencia y estimular a la Jefatura de Mantenimiento a que mejore el presente. (47)

Los siguientes índices constituyen ejemplos de este -- tipo de auxiliares en el control.

- a) Eficiencia administrativa de manteni- - - miento.- Este índice nos detecta la cantidad de tiempo extra que estamos - - - - empleando en el mantenimiento.

$$EAM = \frac{\text{Horas hombre extra}}{\text{Horas hombre total}} \times 100$$

- b) Cobertura de mantenimiento preventivo.- Nos informa el tiempo llevado en realizar el mantenimiento preventivo con las horas de producción del equipo.

$$CMP = \frac{\text{Hrs. empleadas en mto. prev.}}{\text{Hrs. totales trabajo máquina}} \times 100$$

- c) Efectividad de Mantenimiento.- Refleja - la cantidad de tiempo invertido en emer-- gencias, en relación con el total de man-- tenimiento programado.

$$EM = \frac{\text{Hrs. hombre mto. correctivo}}{\text{Hrs. hombre mto. preventivo}} \times 100$$

- d) Costo de mantenimiento correctivo.- Aquí se observa lo que cuestan las emergencias en relación con el costo de mantenimiento.

$$CMC = \frac{\text{Costo mantenimiento correct.}}{\text{Costo total de mantenimiento}} \times 100$$

- e) Costo total de mantenimiento.- Este índice es indispensable para efectos de determinar el tiempo de reposición del equipo.

$$CTM = \frac{\text{Costo mtto. equipo}}{\text{Costo reposición equipo}} \times 100$$

- f) Coeficiente de disponibilidad.- Nos indica la efectividad del mantenimiento en general (48)

$$CD = \frac{\text{Tiempo tot. disp. real (hrs.)}}{\text{Tiempo máx. posible emplear eq.}} \times 100$$

#### IV.3. Subsistema de Costos.

La optimización en el uso de recursos económicos hace necesaria la adecuada asignación de los mismos.

Para llevar a cabo esto, es de primordial importancia el contar con un subsistema que realice el papel de colector de datos y los transforme en información de gran utilidad, mediante su integración, cálculo, proyección, etc..

Probablemente una de sus funciones en primera instancia, sea la de determinar el nivel óptimo de mantenimiento en la empresa. Esto será realizado no necesariamente en forma periódica, pero si tantas veces como se desee rediseñar el escenario deseado, o bien, cuando más ampliamente se decida su reorganización.

---

(48) MORALES Flores, Luis, op. cit., p. 409-410.

Análogamente, otra de sus responsabilidades, será el -  
determinar el nivel real del mantenimiento, así como otros  
índices. Por supuesto podrá ser mucho más frecuente, en --  
general conviene obtenerlos mes a mes.

Otro aspecto que deberá cubrir este Subsistema es el -  
de proporcionar sobre la marcha, estimaciones de costos que  
por diversos conceptos es necesario erogar y que no han - -  
sido contemplados en los presupuestos anuales, bien sea por  
su bajo monto o porque provienen de situaciones imprevis- -  
tas.

Pero tal vez la función más importante de este Subsistema sea la de proporcionar la base para la elaboración - -  
precisamente de los presupuestos anuales.

A continuación, tratemos con más amplitud lo relativo  
al nivel óptimo de mantenimiento y a la elaboración de presupuestos.

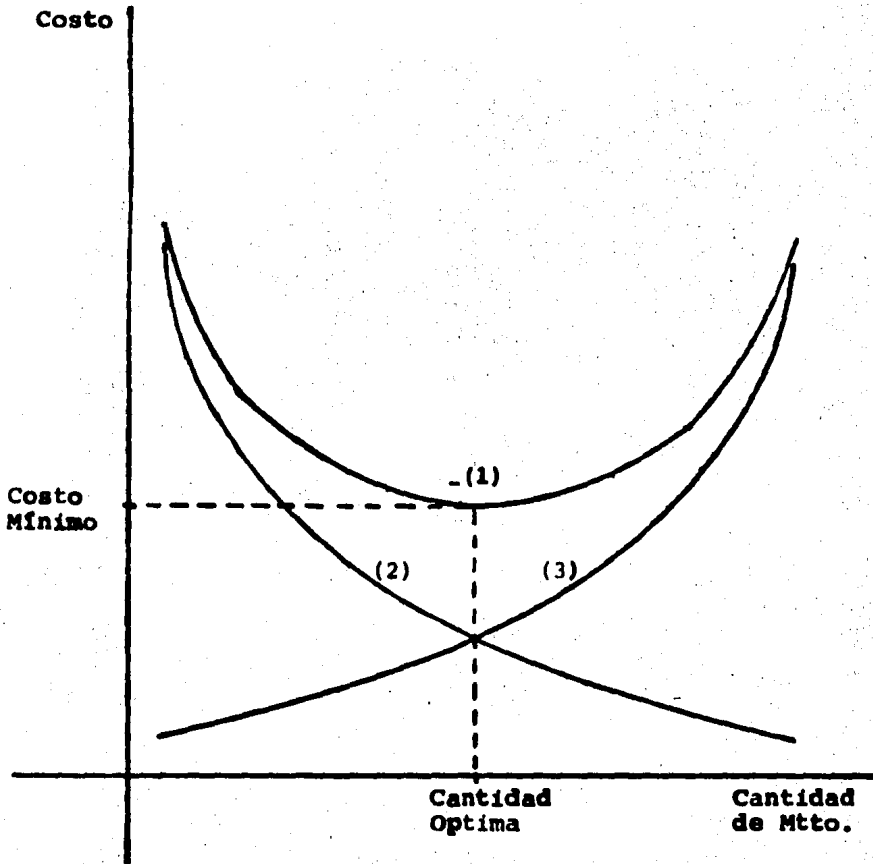
#### IV.3.1. Determinación del Nivel Óptimo de Mantenimiento.

Esta determinación es cuestión de análisis y criterio.

.....

Ahora bien, el nivel óptimo de mantenimiento para una unidad determinada, es el punto en el -- que los costos combinados de mantenimiento, tiempo de paro, desperdicio, repeticiones y deterioro prematuro, son mínimos. La forma de precisar el monto óptimo de mantenimiento, se expone gráficamente en la siguiente hoja.

REPRESENTACION GRAFICA DEL  
NIVEL OPTIMO DE MANTENIMIENTO



- (1) Costo combinado
- (2) Costo de tiempo de paro, desperdicio, repeticiones y deterioro prematuro.
- (3) Costo de mantenimiento.

.....

La posición del punto mínimo de la curva de costo combinado, dependerá de la forma de las otras dos; sin embargo, ... (en primera instancia) (\*), se puede suponer que el mínimo se encuentra en el punto en el que el costo de mantenimiento es igual a los costos de tiempo de paro, desperdicio, etc..(49)

#### IV.3.2. Presupuestos.

Cuando un presupuesto está correctamente elaborado, viene a ser un eficaz instrumento de control, en cuanto a que los informes que presentan el desempeño real contra las partidas estimadas constituyen una base para emprender una acción correctiva.

Para que pueda emplearse como un control administrativo eficaz, el presupuesto tiene que ser sensible a los acontecimientos económicos, registrando los cambios que tengan lugar al ascender o descender la producción. Conviene entender bien que aún cuando esta última no llegue a alcanzar el volumen previsto, el mantenimiento tiene que continuar a un ritmo alto. Por consiguiente, el presupuesto de mantenimiento tiene que estar proyectado de modo que: 1) fluctúe según los ingresos, y 2) se asigne una partida suficiente en los ... (periodos de baja) producción para que pueda tener lugar el suficiente mantenimiento como para conservar la fábrica en condiciones de poder satisfacer, de manera adecuada, las demandas de la producción.

La forma más conveniente de estimar el costo

---

(\*) Es obvio que lo necesario en este caso es realizar un estudio de profundidad con el objeto de determinar con precisión ambas curvas.

(49) NEWBROUGH, E. T., op. cit., p. 311-312.



de mantenimiento, es empezando por determinar la amplitud de las necesidades de éste, procediendo enseguida a establecer el valor de los centros de servicio que agrupan las funciones técnicas y de reparación pertinentes.

.....

Hay tres clases de presupuestos de trabajo -- que suelen requerirse en el renglón de mantenimiento:

- De Reparaciones.

Se trata en realidad, de una partida del presupuesto general del departamento de mantenimiento. Cubre el costo total del mantenimiento necesario para el nivel previsto de producción. El presupuesto de reparaciones puede corresponder a cada una de las especialidades de mantenimiento o abarcarlas todas, dependiendo esto del tamaño de la fábrica. (50)

- Servicios.

Atiende aspectos tales como agua, energía eléctrica, vapor, aire presurizado, tratamiento químico, etc., dependiendo del tipo de empresa de que se trate.

- Materiales.

Consideran el costo tanto de los materiales directos como los indirectos, o sea los consumidos sin formar parte del producto y utilizados por el personal de servicio en un departamento o centro de costos de servicio. En esta última clase de materiales figuran artículos de seguridad, herramientas manuales, etc..

Es de capital importancia el recordar que ya que los -

---

(50) Ibid, p. 97 et infra.

presupuestos forman parte primordial de la planeación, no pueden o deben ser elaborados por una sola persona; antes bien, es altamente recomendable que se lleven a cabo en estrecha colaboración con personal de los subsistemas de mantenimiento.

En la asignación de los recursos económicos, la partida de "Refacciones" tiene una primordial importancia, para el mantenimiento, dado que la distribución debe hacerse racionalmente, conservando un equilibrio entre los conceptos que la integran. Para cumplir con estos principios es obligatorio hacer un análisis económico que esté de acuerdo a los antecedentes históricos de la partida, además de basarse en datos estadísticos confiables; todo esto con el fin de determinar el porcentaje que debe tener cada uno de los conceptos de la partida. (51)

En la determinación de los costos, es necesario tomar en cuenta, además de los gastos inherentes a mantenimiento, los costos totales (depreciación, operación, oportunidad, reemplazo, etc.), así como los costos ocasionados por pérdida en avance de trabajos u obras; ya que en un sinnúmero de ocasiones, el dar mantenimiento va a implicar parar, además del equipo que se mantiene, el equipo auxiliar o bien el equipo que depende de éste.

#### IV.4. Subsistema de Información.

El diseño de un sistema que proporcione la información

---

(51) MEXICO, SAHOP, op. cit., p. 13.

pertinente y oportuna que los directivos necesitan para cumplir con sus funciones, es parte esencial del diseño de la organización.

Es decir, se requiere información no sólo para estar al corriente de la necesidad de tomar una decisión y tomarla, sino también para evaluarla, una vez que se ha tomado y llevado a cabo.

(Después de haber) especificado cual es la información necesaria para que la empresa opere, es posible agrupar las decisiones, de tal forma que se minimice la cantidad total de información que necesitan quienes toman las decisiones.

.....

(Este integrante del sistema mantenimiento, debe diseñarse, contemplando que:

- a) Se trata de un subsistema, es decir, debe ser parte integral de un sistema de administración, para que de esta manera se relacione estrechamente con los subsistemas de toma de decisiones y control.
- b) La instrumentación del subsistema de información debe ser dentro de una organización bien diseñada, en donde los objetivos de rendimiento y las metas de las partes de la empresa, sean compatibles entre sí y con los objetivos y metas globales, y:
- c) Se debe hacer participe a la administración superior del diseño de cada uno de

estos subsistemas y de la misma organización. (52)

(El subsistema de información) entraña la -- programación, separación, combinación, sumari-- ción, organización y reorganización de datos de -- mantenimiento en cualquier forma deseada.

Bajo ciertas circunstancias, algunos de los procedimientos en el renglón de mantenimiento, se pueden llevar a cabo mejor en forma manual que -- por procesamiento electrónico; empero, tanto la -- rapidez como la exactitud de la computadora, ha-- blan más bien en pro de los sistemas de cómputo -- que de los procedimientos manuales.

(Como quiera que sea, habrá que) considerar otros factores como son el tamaño de la organiza-- ción, el volumen de la documentación, la oportuni-- dad de los informes, el potencial de ahorro que -- radica en una mejor coordinación, la infraestruc-- tura de equipo de cómputo existente en la organi-- zación, sus políticas, etc.. (53)

Lo anterior determinará si físicamente el subsistema -- de información descansará en una serie de tarjetas y volan-- tes de control, o por el contrario, contará con todo un -- equipo de proceso propio, cuyo sistema operativo permita -- transacciones en línea de actualización y consulta de -- -- -- archivos, así como la expedición automática de órdenes de -- trabajo programadas, a través de la utilización de termina-- les de video en todos los puntos de control y supervisión,

---

(52) ACKOFF, Russell L., op. cit., p. 117, et supra.

(53) NEWBROUGH, E. T., op. cit., p. 373.

a nivel de todo el sistema de mantenimiento.

Regularmente se presentan una serie de deficiencias en este ámbito, las cuales vienen asociadas con la siguientes suposiciones que se deben evitar a menos que, tras un - - - examen cuidadoso, se encuentren válidas:

1. Los ejecutivos necesitan urgentemente más información pertinente. (Usualmente tienen más necesidad de reducir la información no pertinente).
2. Los ejecutivos necesitan la información - que desean tener. (Esto es cierto sólo - si tienen buenos modelos de decisión. En este caso no necesariamente deben tomar - las decisiones personalmente).
3. Si se le da a un administrador la información que necesita, sus decisiones mejorarán. (Esto es válido en general, sólo -- para decisiones sencillas, pero no para - las más complejas, que son las más ago- - biantes).
4. Una mayor comunicación entre los directivos conduce a un mejor entendimiento. -- (Esto es cierto sólo en organizaciones -- cuyas unidades tienen objetivos no con- - flictivos y compatibles con los de la - - empresa).
5. Un ejecutivo no tiene que saber como trabaja su sistema de información, única- -- mente como usarlo. (Si no lo sabe, proba- blemente el controlado será él). (54)

#### IV.5. Subsistema de Mantenimiento Preventivo.

Este subsistema debe estar articulado en un programa -

---

(54) ACKOFF, Russell L., op. cit., p. 123.

de actividades perfectamente diseñado.

Independientemente del grado de refinamiento a que se quiera llegar, un programa de mantenimiento preventivo bien intencionado debe incluir: 1) una inspección periódica de las instalaciones y equipo para descubrir situaciones que puedan -- originar fallas o una depreciación perjudicial, y 2) el mantenimiento necesario para remediar esas situaciones antes de que lleguen a revestir gravedad. (55)

Al diseñar el programa de mantenimiento preventivo, es necesario considerar el aspecto integral de costos y las -- condiciones ambientales de trabajo; así como la coordina-- ción de las actividades de mantenimiento con los periodos -- en que debe parar cada máquina, basándose en el programa de producción de la empresa.

El mantenimiento preventivo se programa de -- acuerdo al número de horas de utilización del -- equipo y ... (a) las especificaciones y recomendaciones de los fabricantes o proveedores, aprovechando también la propia experiencia de los encargados del mantenimiento y su programación. (56)

La serie de consideraciones indicadas al elaborar los programas de actividades implica la utilización de información cuya obtención se trata más ampliamente en la sección IV.7. Puesta en Marcha del Sistema; por otra parte una -- serie de datos que se aplican directamente, deberán ser --

---

(55) NEWBROUGH, E.T., op. cit., p. 70-71.

(56) MORALES Flores, Luis, op. cit., p. 376-377.

provistos por el subsistema de información.

Una forma específica de instrumentación, puede ser - - mediante programas basados en la utilización de listas de - - comprobación o cartas diarias, semanales, mensuales y anuales; o bien, tomando como base periodos de operación de - - 100, 500, 1000 ó 2000 horas cada máquina.

#### IV.6. Subsistema de Mantenimiento Correctivo.

El empleo de técnicas y controles de mantenimiento preventivo sacará a la luz situaciones de fallas repetidas por parte de una pieza o unidad de maquinaria... Al examinarse los registros del equipo para precisar la frecuencia de las inspecciones es seguro que se verá la necesidad de - - recurrir al mantenimiento correctivo. (57)

Sin embargo, en muchas ocasiones al aplicar el mantenimiento correctivo no es posible:

diagnosticar exactamente las causas que provocaron la falla, pues generalmente se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento en el manejo, por la necesidad de depender del reporte de una persona para proceder a la - - reparación, por desgaste natural, etc.. Como con secuencia son muchos aspectos negativos que trae consigo este sistema y sólo debe aplicarse como - emergencia.

No obstante la impredecibilidad de este mantenimiento, es posible elaborar programas tentativos de reparaciones mayores, apoyándose en los -- análisis estadísticos, físicos y de laboratorio, con lo que se elaborarán programas de reparaciones para cada máquina que cubran cuando menos - -

---

(57) NEWBROUGH, E. T., op. cit., p. 42.

períodos de un año de trabajo, o bien a la duración de una obra específica cuando fuera por menos tiempo.

Dentro del programa de mantenimiento correctivo podemos diferenciar el mantenimiento correctivo menor, que se efectúa en el lugar normal de operación del equipo y el mantenimiento correctivo mayor, que se efectúa en un taller central.

La diferencia entre mantenimiento correctivo mayor y menor, es un problema de unificación de criterios, ya que se necesita definir claramente los conceptos que abarca uno y otro mantenimiento en función del número y tipo de equipos que integren la plantilla, así como las políticas de la empresa y la localización del... (lugar de operación). (58)

Como quiera que sea, para ambos casos habrá que establecer procedimientos de control y registro que impidan por una parte la realización de trabajos sin importancia o bien de un costo tan elevado que amerite la previa autorización de las autoridades superiores y por otra se guarde memoria de las intervenciones sufridas por el equipo a fin de estar en condiciones de efectuar la mejor toma de decisiones en el futuro.

#### IV.7. Puesta en Marcha del Sistema.

Para poder emprender la instrumentación del programa de mantenimiento, es indispensable trazar un plan general y despertar el interés de quienes participen en el mismo, en inclusive de

---

(58) MORALES Flores, Luis, op. cit., p. 376-377.



los que les sean ajenos.

Desde luego habrá que dedicar personal a la iniciación y operación del programa de mantenimiento, las necesidades varían de acuerdo con el tipo y tamaño de la empresa.

Para que el programa de actividades reporte buenos resultados requerirá de algún tiempo para quedar bien establecido, esto dependerá principalmente de la magnitud del programa a realizar, de los objetivos establecidos y del itinerario preciso a efecto de poder evaluar e informar los beneficios.

En un programa de actividades se pueden introducir cuantos refinamientos se deseen, pero independientemente de esto, el programa debe incluir:

1. Obtención del Apoyo del Cuadro de Mando de la Organización. Resulta importante que al iniciar el programa se cuente con el respaldo de los directivos de la organización.

Este respaldo se puede obtener mediante reuniones en las que se exponga lo que se pretende, es decir el plan, comprendiendo los propósitos, beneficios, procedimientos y problemas.

2. Obtención del Apoyo de los Trabajadores en General. Se efectuarán un número conveniente de pláticas con el personal para explicar los distintos elementos y detalles del programa y responder a las dudas que se expresen.
3. Levantar un Inventario Físico de los Recursos Materiales de la Organización. Consiste en verificar lo relativo a herramientas y equipamiento adecuado tanto en el almacén como del que se precisa para llevar a cabo las intervenciones por parte del personal mecánico y

en base a esto determinar las necesidades solicitando los faltantes...

4. Elaborar Estudio de Especificaciones Técnicas. De acuerdo a la plantilla de... (equipo) e instalaciones de la empresa, se elaborará un estudio técnico, que comprenderá especificaciones de todo tipo -- que servirá para que los mecánicos se -- capaciten y puedan precisar con mayor -- exactitud sus intervenciones, así como -- los operadores conozcan los diferentes -- sistemas de unidades.

En base a este estudio se desarrollarán -- informes, estudios especiales, sugerencias, recomendaciones, adaptaciones, etc. para la plantilla de la empresa.

5. Elaboración de un Stock de Refacciones. Las cantidades a almacenar varían según -- el tamaño de la empresa y el ramo industrial. Sin embargo, pueden considerarse varios aspectos útiles. La finalidad -- básica de un almacén es proporcionar cantidades... (adecuadas) de materiales y -- accesorios que se necesitan para que los tiempos de paro sean mínimos y mantener -- las unidades en funcionamiento.

La mayor parte de materiales, accesorios y partes de repuesto deben ser almacenados sobre una base máximo-mínimo. La cantidad mínima es la considerada ligeramente -- mayor que la suficiente para operar sin problema desde el momento en que se -- llega al mínimo, hasta que una entrega -- normal restituya el nivel. La cantidad -- máxima se fija en base a consideraciones económicas. Por una parte se puede -- desear fijar al máximo, como la cantidad sobre el mínimo que permitirá comprar una cantidad que represente un precio bajo.

Al fijar las cantidades para existencias, hay que recordar que muchas piezas pueden reconstruirse económicamente.

6. Evaluación de Recursos Humanos. En esta etapa se hará una evaluación de los recur

Los humanos con que cuenta el equipo de mantenimiento de la empresa. Esta se efectuará primordialmente a base de entrevistas con el personal de mantenimiento a través de observaciones directas durante el desarrollo del trabajo. Las cuales permitirán conocer deficiencias técnicas (si las hay), relaciones interpersonales, inadaptación al medio de trabajo, desconocimiento de las funciones del puesto de trabajo, etc..

7. Creación de una Sección de Mantenimiento. Para poder implantar este sistema es necesario contar, independientemente del tamaño de la empresa, con una sección que se dedique exclusivamente a realizar los trabajos necesarios en lo que se refiere al mantenimiento. Esta sección además de ... (poder contar) con el instrumental y equipamiento adecuado, se le deben proporcionar los recursos humanos que puedan desempeñar esta labor con eficiencia, previa capacitación tanto en los trabajos a realizar, como en el uso indicado de las formas y/o reportes... para el control del sistema.
8. Elaborar Programa de Intervenciones. Para poder evaluar correctamente la calidad en las intervenciones de mantenimiento, es necesario definir el estado físico de la plantilla de... (equipo) de la organización y poder con esto elaborar un programa de intervenciones, el cual dé la pauta para darle seguimiento al programa de mantenimiento... (59)

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

- ACKOFF, Russell L.  
Rediseñando el Futuro.  
(tr. Sergio Fernández Everest,  
rev. Felipe Lara Rosano)  
1a. reimpresión  
México, LIMUSA, 1981, VIII-232 p.
- ACKOFF, Russell L.  
Un Concepto de Planeación de Empresas.  
(tr. Adolfo Deras Escobedo y  
Adolfo Deras Quiñones,  
rev. Alberto Díaz Ramírez)
- MEXICO, SAHOP.  
"Instructivo para el Llenado del Formato  
de Autoplaneación".  
México, Dirección General de Maquinaria  
y Transportes, SAHOP, 1979, 40 p.
- MEXICO, SAHOP.  
"Manual de Mantenimiento Preventivo".  
México, Dirección General de Maquinaria  
y Transportes, SAHOP, 1980, 47 p.
- MEXICO, SCT.  
Teledato.  
México, Ed. Publicaciones Telecomex, 1981,  
(Revista de la Dirección General de Tele-  
comunicaciones, época II, marzo de 1981,  
número 17) 32 p.
- MORALES Flores, Luis.  
"Administración y Mantenimiento de Flotillas  
de Vehículos y Maquinaria".  
Tesis de Ingeniero Mecánico-Electricista.  
México, Facultad de Ingeniería, UNAM, 1981,  
516 p.

NEWBROUGH, E. T., et. al;  
Administración del Mantenimiento Industrial.  
Organización, Motivación y Control en el  
Mantenimiento Industrial.  
(sup: Manuel F. Arce Rincón)  
México, Diana, 1981, 413 p.

PEREZ Avila, Noé.  
Como Hacer Mi Tesis  
Guía práctica y técnica para elaborar un  
estudio, un ensayo, una tesis, un informe...  
que requieran investigación documental y de  
campo.  
(col. esp. Prof. Carlos Ruelas Vázquez)  
1a. reimpresión.  
México, Edicol, 1981, 157 p.

REYES Ponce, Agustín.  
Administración de Empresas. Teoría y Práctica.  
Primera parte, Décima segunda reimpresión.  
México, LIMUSA, 1973, 189 p.