



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN



**“OPTIMIZACION EN EL
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL”**

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

ASESOR: ING. JESUS GARCIA LIRA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

1995

FALLA DE ORIGEN



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN



DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN
P R E S E N T E .

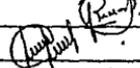
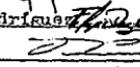
AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:
" Optimización en el Mantenimiento Industrial "

que presenta el pasante: Alejandro Alvarez Palacios
con número de cuenta: 8108233-7 para obtener el TÍTULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista ; en colaboración con :

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautilián Izcalli, Edo. de Méx., a ____ de ____ de 199__

PRESIDENTE Ing. Ramón Osorio Galicia 
VOCAL Ing. Rogelio Ramos Carranza 
SECRETARIO Ing. Jesús García Lara 
PRIMER SUPLENTE Ing. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez 
SEGUNDO SUPLENTE Ing. Ma. del Pilar Zepeda Moreno 

DEDICATORIAS

A LA MEMORIA DE MI HERMANA :

PROFRA. Y LIC. NORMA PATRICIA ALAVEZ PALACIOS (Q.E.P.D)

CON PROFUNDO CARINO, ADMIRACION, RESPETO Y ORGULLO
PUES SIEMPRE SERAS VALUARTE INCANSABLE Y EJEMPLO CONSTANTE
DE SUPERACION Y ESFUERZO PARA TODOS NOSOTROS Y MOTIVO
FUNDAMENTAL PARA EL ALCANCE DE ESTA META.

GRACIAS

A MIS AMADOS PADRES: CARMEN Y ALEJANDRO

CON EL MAS PROFUNDO Y SINCERO AGRADECIMIENTO A QUIENES DEBO TODO,
PUES ADEMAS DE DARME LA VIDA, AMOR, AMISTAD, APOYO Y COMPRESION,
ME HAN DADO LA DICHA MAS GRANDE : TENERLOS COMO PADRES.
MIL GRACIAS A USTEDES QUE SERAN POR SIEMPRE MI MOTIVO PARA SEGUIR.
SIN USTEDES, EL LOGRAR ESTA META HUBIESE SIDO IMPOSIBLE.

A MI HERMANO: MAURICIO

CON MUCHO CARINO Y RESPETO POR SU APOYO
ESPERANDO QUE ESTE LOGRO TE SIRVA DE ALICIENTE PARA LA
CONSECUION DE TUS PROPIAS METAS.

GRACIAS

A MI ESPOSA: DRA. MARTHA GAMA RODRIGUEZ

CON CARINO Y RESPETO. AGRADECIDO POR TU COMPRESION, APOYO
Y TODOS LOS ESFUERZOS COMPARTIDOS. ESPERANDO QUE ESTE LOGRO
FORTALEZCA AUN MAS NUESTRA UNION.

GRACIAS

A MI PEQUEÑO Y AMADO HIJO: BEBE ALE

CON TODO MI AMOR, CARINO Y ORGULLO
TU QUE ERES MI MOTIVO FUNDAMENTAL PARA SEGUIR ADELANTE,
PUES AHORA A TI ME DEBO Y ESTE LOGRO ES TUYO.

GRACIAS

AGRADECIMIENTOS

POR SU AYUDA, COMPRENSION Y APOYO EN INCONTABLES OCACIONES

CON CARINO Y RESPETO A :

MI TIA SRA. MA. DE JESUS ALAVEZ
MIS PRIMOS C.P. MIGUEL A. BALDERAS ALAVEZ
CAP. MARCO ANTONIO ORTIZ ALAVEZ
TTE. ALBERTO F. ORTIZ ALAVEZ

POR SU INVALUABLE APOYO, CONSEJOS Y AYUDA PARA LA REALIZACION
DE ESTE TRABAJO

CON RESPETO Y ADMIRACION A :

ING. JESUS GARCIA LIRA
ING. RAMON OSORIO GALICIA

POR SU AYUDA Y AMISTAD A LO LARGO DE MI CARRERA PROFESIONAL

CON RESPETO Y CARINO A :

LIC. JUAN MANUEL GONZALEZ
SR. MARTIN RUIZ URIBE
ING. FAUSTO GOMEZ IBARRA
ING. FRANCISCO ARELLANO
ING. CARLOS ROJAS MARTINEZ
ING. MIGUEL RODRIGUEZ RIOS
ING. MIGUEL ANGEL BARILLAS VARGAS
ING. TOMAS VALVERDE FUENTES
ING. MIGUEL ANGEL QUIROZ HERNANDEZ
ING. VICTOR MANUEL CHAVEZ ISLAS
TEC. JOSE ANTONIO GONZALEZ

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
* INTRODUCCION	01
* CAPITULO I MEJORA CONTINUA	04
I.1 NECESIDAD DE MEJORAR Y OPTIMIZAR EN EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	04
I.2 REQUISITOS PARA MEJORAR	07
* CAPITULO II MANTENIMIENTO INDUSTRIAL ACTUAL	12
II.1 EL MANTENIMIENTO EN MEXICO HOY (CREALIDAD Y PERSPECTIVAS)	12
II.2 CONCEPTOS BASICOS	17
II.2.1 MANTENIMIENTO	
II.2.2 CONSERVACION	
II.2.3 MANTENENTE	
II.2.4 ADMINISTRAR	
II.2.5 APROVECHAR (RECURSOS FISICOS)	
II.2.6 ECONOMICO	
II.2.7 BARATO	
II.2.8 PRODUCTIVIDAD	
II.2.9 DISPONIBILIDAD	
II.3 FILOSOFIA DEL MANTENIMIENTO	24
II.4 TIPOS Y CLASES DE MANTENIMIENTO	28
II.4.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO POR ESPECIALIDADES	
II.4.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO POR FUNCIONES	
II.4.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO POR ESTRUCTURA	
II.4.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO POR NIVEL	
II.4.5 CLASES DE MANTENIMIENTO	
II.4.6 TIPOS DE MANTENIMIENTO POR INGENIERIA	
II.5 MANTENIMIENTO Y CALIDAD TOTAL	41
II.5.1 CALIDAD TOTAL	
II.5.2 CALIDAD	
II.5.3 CALIDAD V.S. CALIDAD TOTAL	
II.5.4 CONTROL TOTAL DE CALIDAD (C. T. C.)	

II.5.5	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	
II.5.6	CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO (C.E.P.)	
II.5.7	GARANTIA DE CALIDAD	
II.5.8	BIEN	
II.5.9	SERVICIO	
II.5.10	INSPECCION	
II.6	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD Y C.E.P. PARA MANTTO.	51
* CAPITULO III	ADMINISTRACION TOTAL DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO DE CALIDAD	55
III.1	DEFINICION ¿QUE ES EL MODELO ATMPC?	55
III.2	EVALUACION PRIMARIA (IDENTIFICACION DE NECESIDADES)	59
III.2.1	PROCEDIMIENTOS	
III.2.2	SEGURIDAD	
III.2.3	CAPACITACION Y ADIESTRAMIENTO	
III.2.4	MOTIVACION	
III.2.5	CALIDAD	
III.2.6	PROFESIONALIZACION E IDENTIFICACION CON LA LABOR DE MANTENIMIENTO	
III.3	ADMINISTRACION EN EL MODELO ATMPC	76
III.3.1	PLANEACION	
III.3.2	ORGANIZACION	
III.3.3	EJECUCION	
III.3.4	CONTROL	
III.4	RECURSOS HUMANOS EN EL MODELO ATMPC	114
III.4.1	APLICACION DEL LIDERAZGO SITUACIONAL EN LOS NIVELES DE MADUREZ Y APRENDIZAJE PARA LA FORMACION DE UN EQUIPO DE TRABAJO A PARTIR DE UN GRUPO DE PERSONAS	
III.5	TECNICAS DE SEGUIMIENTO, EVALUACION Y CONTROL DEL MODELO ATMPC	120
III.5.1	INVENTARIO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO	
III.5.2	FICHAS TECNICAS Y DATA-SHEET	
III.5.3	HISTORIAL Y BITACORAS DE MAQUINARIA Y EQUIPO	

III.5.4	PROCEDIMIENTO Y FLUJO DE INFORMACION	
III.5.5	MANUALES DE MANTENIMIENTO	
III.5.6	LISTAS CHECABLES	
III.5.7	ORDENES DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO	
III.5.8	INDICE RIME	
III.5.9	HISTOGRAMAS Y DISPONIBILIDAD DE EQUIPO	
III.5.10	DIAGRAMA DE PARETO (PRINCIPIO 80-20)	
III.5.11	MATRIZ DE SELECCION DE PUNTOS CRITICOS	
III.5.12	DIAGRAMA CAUSA-EFECTO CISHIKAWA	
III.5.13	GRAFICA DE GANTT	
III.5.14	METODO DE LA RUTA CRITICA	
III.5.15	MEDICION Y SIMPLIFICACION DEL TRABAJO EN MANTENIMIENTO	
III.5.16	C. E. P. EN MANTENIMIENTO	
III.5.17	FIABILIDAD	
III.5.18	REEMPLAZO	
III.5.19	COSTOS DE MANTENIMIENTO EN EL MODELO ATMPC	
III.5.20	CIRCULOS DE CALIDAD EN MANTENIMIENTO	

* CONCLUSIONES

199

* BIBLIOGRAFIA

203

INTRODUCCION

El propósito fundamental de este trabajo es mostrar la importancia de una filosofía de optimización con miras a implantar un proceso de mejora continua de productividad y competitividad en mantenimiento industrial, así como analizar las diferentes metodologías de administración total del mantenimiento productivo de calidad, sus ventajas y su aplicación a los diferentes ámbitos de la actividad industrial diseñando, claro está, sistemas de optimización que estimulen y fomenten el desarrollo de modelos propios para cada caso en particular.

De alguna forma, se tiene la creencia bastante arraigada, de que la Ingeniería es una ciencia eminentemente técnica que nada tiene que ver con administración ni con recursos humanos; sin embargo las crecientes necesidades del país con miras a la globalización de mercados y al Tratado de Libre Comercio con Norteamérica, obligan a que el desarrollo del país se fundamente ya en una filosofía de calidad total para todas las tareas productivas, incluyendo al mantenimiento industrial, sustentada en el aspecto humano de las organizaciones porque, es precisamente cambiando hábitos, costumbres y vicios como se puede lograr avanzar en el camino de la mejora continua; pero no basta con que la gente quiera, también es necesario saber y poder, por lo que se trata también el aspecto técnico de la calidad y se describe una metodología para su implantación real que debe ser adaptado para cada organización en particular para alcanzar buenos resultados.

Digno de mencionar es el aspecto del poder hacer que se logren objetivos a través de la calidad. De todos conocido es el hecho de que para que un individuo logre un objetivo dado, necesita saber COMO lograrlo, QUERER lograrlo y PODER lograrlo. En México, por lo menos en el mantenimiento industrial, existen excelentes profesionales y técnicos que tienen la suficiente capacidad y habilidades como para resolver cualquier problema y más aún para crear nuevos métodos y técnicas que ayuden realmente al progreso industrial nacional; es decir, existen personas que saben. La filosofía de la calidad total, como lo veremos en este trabajo, nos enseña como poder concientizar y convencer para querer mejorar. Sin embargo el aspecto que se ve menos favorecido es el de poder hacer para mejorar, las más de las veces por impedimentos, restricciones, negativas, negligencias, falta de visión y desconocimiento de las necesidades reales y presentes de nuestra verdad como país, como empresas, como grupos y como individuos. Desafortunadamente hay que luchar mucho en este aspecto en la mayoría de las industrias en México, y las más de las veces sin resultados favorables debido a un sinnúmero de factores incluyendo nuestra propia idiosincracia. Mientras todos estos problemas no sean superados, ningún intento, ningún modelo, y ningún esfuerzo serán absolutamente recompensados y menos podrán servir de base para construir el México que todos anhelamos; industrialmente pujante, con empleo para todos y socialmente más justo.

Se busca en este trabajo pues, abordar en un tema que a la ingeniería, como a muchas otras profesiones, ha tocado analizar:

el mejoramiento de nuestros esquemas de desarrollo. Se busca la congruencia entre pensamiento y acción del sustentante al querer aportar un trabajo no de requisito, más aún de experiencias reales resueltas favorablemente mediante la aplicación de varios conceptos y metodologías administrativas, de calidad, tecnológicas, estadísticas y de recursos humanos, modelos matemáticos prácticos, conocimientos y prácticas tecnológicas actuales de mantenimiento, que se pueden enmarcar en un esquema que podría denominarse: *ADMINISTRACION TOTAL DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO DE CALIDAD.*

CAPITULO I

MEJORA CONTINUA

I.1 NECESIDAD DE MEJORAR Y OPTIMIZAR EN EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El mantenimiento en cualquier parte del mundo y en cualquier giro industrial, persigue un objetivo común bastante definido. En forma personal, y durante la elaboración de esta tesis, he experimentado un cambio más de empresa y de giro industrial, no es la única ocasión que lo hago, por lo que estas experiencias me apoyan para afirmar aquella aseveración acerca del mantenimiento.

En el año de 1991, trabajando para una de las empresas del Grupo Industrial Alfa, el presidente del consejo directivo del grupo Sr. Dionicio Garza Sada, al poner en marcha los trabajos del Sistema Integral de Calidad Corporativa, afirmó:

- "...Nadie niega que estamos en crisis: ante los espasmos de empresas, sociedades y naciones, toda nuestra convivencia está amenazada. Mucho se han discutido sus síntomas: devaluación y deuda externa, inflación y recesión, desempleo y violencia, en cambio, poco se han investigado sus causas más profundas y sus posibles correcciones.*
- nuestros mercados son débiles y se contraen cada vez más.*
 - importamos insumos, maquinaria, tecnología y materiales.*
 - somos pasivos y apáticos, resignados ante la vida y sus problemas: en resumen, somos sub-desarrollados.*

Ahora nos toca sacudirnos este lastre que por inercia y proteccionismo nos han hecho ponernos muy detrás y en desventaja ante el primer mundo con el que nos toca ahora competir con la llegada del TLC, y es ésta una buena razón para que ya, aquí y ahora, nos pongámos todos a trabajar en forma seria, responsable y comprometida para comensar a prepararnos ante este reto que se veía desde hace mucho pero que nunca pensamos llegaríamos a enfrentar".

Así, en ese entonces se vió la urgente necesidad de mejorar en todo, en la producción, en la administración, en los laboratorios, en los almacenes, en las ventas, en las compras, en las oficinas, en los talleres y por supuesto en el mantenimiento.

Durante el tiempo que permanecí en esta empresa, fué sorprendente ver los buenos resultados que se obtienen cuando se adopta la filosofía del mejoramiento continuo. Desafortunadamente es frustrante ver que no se alcanzan los objetivos en su totalidad y muchas veces bastantes de ellos se dejan de lado por la actitud negativa y fracasada de muchas personas no integradas al cambio y que lejos de ayudar entorpecen el proceso de mejora.

Ahora, trabajando para otro grupo industrial, las cosas son algo parecidas, se tiene la intención de mejorar, de eficientar y optimizar todo pero, malas decisiones, mala administración, ceguera de taller, falta de visión de los niveles directivos y gerenciales, han puesto en evidencia la "enfermedad" que muchas empresas sufren a raíz del antiguo proteccionismo gubernamental, la no importancia a la calidad, ni a la capacitación ni a la mejora continua y mucho menos a la búsqueda de la excelencia;

jamás importó a los empresarios trabajar con procedimientos escritos y tampoco aprovechar a la ingeniería para la conducción media y gerencial de muchas áreas. En esta empresa como en muchas, lo más importante era producir como fuera, no importaba tanto el hacer calidad, mejor se checaba al final, no importaba tanto la administración del mantenimiento, importaba que los "maestros" echáran a andar las máquinas cada vez que falláran; la conducción intermedia del personal operativo de producción y mantenimiento, es hecha aún por personas de inegable y reconocida experiencia práctica, pero que tienen una carencia técnica y administrativa total. A mediados de 1993, esta empresa se vió en serias dificultades, ha cerrado totalmente una de sus plantas y le han embargado alguna otra; las que sobrevivieron, presentaron serios apuros porque su mercado nacional y de exportación se vió mermado considerablemente ya que ahora se tiene una fuerte competencia nacional y externa de reconocida calidad y competitividad.

En mantenimiento, no estuvimos ajenos a esta situación, por ejemplo, se suspendió la realización del mantenimiento preventivo por falta de dinero, se experimentaron de Marzo 1993 a Agosto 1994, 3 recortes de personal empleado que han representado para mantenimiento la eliminación del nivel supervisor, el almacén de refacciones registró una baja considerable en sus stocks y se compraba sólo lo meramente vital.

Actualmente, esta empresa presenta un panorama muy distinto, se presentaron ya dos cambios de Consejo y Director General, así como interesantes movimientos en la Gerencia de la planta,

con lo que el esquema administrativo y el de desarrollo en esta empresa es ahora bastante promisorio gracias al cambio de mentalidad que parece buscar la mejora y que espero no desista.

El relato anterior, me sirve para afirmar que la necesidad de mejorar, y la necesidad de mejorar en el mantenimiento es ya urgente; lo que haga o deje de hacer mantenimiento, influye invariablemente en la empresa y, por otro lado, no hay que olvidar que un buen mantenimiento de calidad cuesta, pero un mal mantenimiento sin calidad y de "bomberazo" cuesta mucho más, y es precisamente aquí donde nosotros como ingenieros de mantenimiento debemos demostrar y convencer a los directivos de aquella necesidad. Un ingeniero de mantenimiento debe fijar su objetivo en mejorar cuestiones técnicas, operativas, de procedimientos, de seguridad, de programación y planeación, de calidad del servicio, de capacitación, de optimización de recursos y de costos.

El mantenimiento es importante y definitivamente influye en la empresa, si el mantenimiento mejora, mejoran la producción y la calidad y mejoran los costos de fabricación y de operación, entonces, conscientes de los difíciles momentos que atraviesa la industria nacional, ¿ será necesario que el mantenimiento adopte la filosofía del mejoramiento continuo?

12 REQUISITOS PARA MEJORAR

El 14 de Junio de 1993 la SECOFI, reconoció que en esos momentos la planta productiva nacional se encuentra en una situación difícil, debido a la desaceleración que se observa en el

ritmo de crecimiento de la economía, misma que se ubica en niveles del 2 al 3 %. La SECOFI reconoce que la desaceleración económica ha afectado a las empresas en general, pero mayormente a las micro, pequeñas y medianas. Los sectores más afectados son la industria textil, de la construcción, del acero, del papel y del calzado, mismas que incluso presentan una disminución en su actividad productiva.

La SECOFI también estableció que con la entrada en vigor del TLC para América del Norte, la crisis por la que atraviesan la mayoría de las empresas podría agravarse, por lo se tiene que cuidar que las empresas dispongan de los mecanismos que les permitan ser competitivas.

Por esta información se ve la difícil situación económica por la que atraviesa nuestro país, y también podemos darnos cuenta de la afectación importante que aquéllo representa para quienes laboramos y vivimos de la industria nacional.

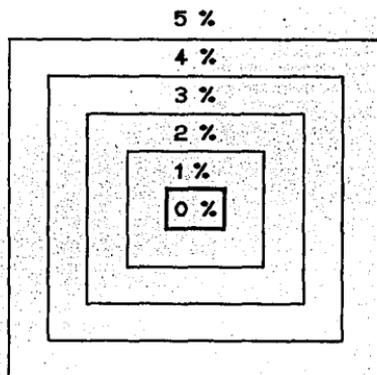
México vive una realidad que precisa una restauración inmediata, no se puede pensar en postergarla, no se puede dejar este cambio para después.

En ese caso, el término mejora continua significa la búsqueda interminable de la excelencia: búsqueda que debe comenzar con la superación personal de cada uno de los integrantes de una empresa porque, la empresa es lo que su gente es.

La mejora continua es un recordatorio permanente del compromiso que todos en una industria debemos adquirir, que es lograr el objetivo común de la empresa: la excelencia.

La palabra excelencia a veces nos causa temor, todos quisiéramos llegar a ella pero no quisiéramos pagar el precio de lograrla. Una forma de tender y ser excelentes es mediante la búsqueda interminable del ideal de la perfección-situado en el infinito y por tanto inalcanzable. Perfección: no fallar nunca. Para justificar el tener, que apuntar a la perfección para lograr la excelencia, visualicemos el porcentaje de defectos de un determinado servicio, como los cinco cuadros concéntricos del tiro al blanco de la siguiente figura:

% DE DESVIACIONES



FUERA DE ESPECIFICACION

- 0) La perfección es el centro común, que significa cero desviaciones.
- 1) La excelencia está representada por el área dentro del cuadro más pequeño.
- 2) La buena calidad son los tres cuadros más pequeños, equivalente a tolerancias aceptadas por código o norma.
- 3) La mala calidad son los dos cuadros mayores y representa lo que está *FUERA DE ESPECIFICACIONES*.

La mejora continua es entonces, la estrategia que los mexicanos debemos seguir para salir del siempre "fuera de especificación" o "apenas en límite" y progresar hacia el siempre "dentro de especificación" y de buena vez hacia la "excelencia permanente".

Suena formidable, sin embargo en México tenemos que despertar a la excelencia-*adquiriendo el orden y disciplina para cumplir consistentemente con nuestras obligaciones actuales*-, enseguida buscarla-*mejorando lo que ya haremos rutinaria y disciplinadamente* y, unos 3 o 4 años después, vivirla.

Utilizar la excelencia como *SLOGAN* publicitario no tiene sentido alguno. Es absurdo andar buscando la excelencia cuando ni siquiera estamos cumpliendo con lo que es nuestra obligación cumplir.

Buscar la excelencia mediante el mejoramiento continuo, es suponer que ya tenemos un cierto nivel de orden y disciplina, como indiscutiblemente lo tienen nuestros socios del TLC.

Buscarla sin estar acostumbrados-disciplinados a trabajar de acuerdo con manuales o procedimientos, "es querer volar cuando apenas gateamos"; si aún así insistimos en importar metodologías de culturas industriales muy superiores a la nuestra, lo único que conseguiremos es confundirnos.

El despertar tiene que empezar con los que administran la industria, ese 20% formado por jefes, gerentes y directores, y continuar inmediatamente con los que hacen la calidad, ese 80% formado por supervisores, técnicos y operarios que son los que "meten las manos" para hacer la calidad.

Despertando a los que hacen la calidad, los que la administran dispondrán de más tiempo para dedicarse a cosas de su tamaño, en lugar de desperdiciar su talento como capataces de los que hacen la calidad. Se necesita que a los ingenieros de mantenimiento nos aligeren de la supervisión para "echarle cabeza" y emparejarnos con nuestros socios del TLC.

CAPITULO II

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL ACTUAL

II.1 EL MANTENIMIENTO EN MEXICO HOY (REALIDAD Y PERSPECTIVAS)

En los años de las vacas gordas todo se permite, hasta desperdiciar.

México ha tenido muchos años de vacas gordas, y lo que es más curioso, parece ser que en muchísimas empresas todavía los siguen teniendo a decir por el despilfarro, las terribles fallas en la administración y la pasividad ante los cambios.

El criterio de los empresarios modernos, los profesionales relacionados al mantenimiento y los ingenieros bien preparados, debiera ser el de situar nuestra posición en el justo punto que le corresponde. Es decir, ver con ojos de madurez todos los errores administrativos y de planeación que hemos tenido los "mantenientes" y prepararnos para sacar provecho de una situación generalizada, como la que estamos viviendo.

La efectivización de nuestros sistemas de mantenimiento indudablemente dará un aumento en la productividad y permitirá seguir operando con márgenes de utilidad razonables.

Lo cierto es que actualmente la posición que guarda el departamento de mantenimiento en la industria nacional, en la mayoría de los casos, no es del todo favorable. El nivel jerárquico que ocupa dentro de una organización es bastante secundario, y eso se refleja en salarios bajos, prestaciones de

malas a regulares, escasa incentivación, escasos reconocimientos y eso sí, bastante trabajo y demasiada presión. Cuando se logran cifras altas de producción, son producción y control de calidad los héroes; cuando no se alcanzan las cifras mínimas de producción mantenimiento es el culpable "por tener el equipo en malas condiciones y no reparar a tiempo", aunque estos problemas sean ocasionados las más de las veces por mala operación de producción.

**** EN TODO PROCESO PRODUCTIVO, EL VOLUMEN Y PRECISIÓN DE EL MANUTENIMIENTO ****

En México, el mantenimiento no se ha valorado en su justa dimensión; sería vano negar la responsabilidad de mantenimiento de tener la maquinaria en óptimas condiciones para así lograr el fin único de la empresa: PRODUCIR. Es una responsabilidad que no se niega, pero que poco favorece al mantenimiento. Cuando no se produce, casi siempre se atribuye la responsabilidad al mantenimiento por no cumplir con su trabajo, pero cuando se produce, aparece la ingratitud, se agradece a todos menos al mantenimiento.

Si bien es cierta la ingratitud hacia el mantenimiento, es culpa en parte de los propios responsables del mantenimiento por no expresar en términos económico-financieros la bondad de su trabajo. De esto último deriva también la "ceguera financiera" de los directivos industriales que continúan mostrando reticencia para reconocer que las partidas asignadas a mantenimiento son inversiones y se deben mejorar como tales. Por otro lado los mismos directivos padecen de confusión entre lo que es

barato con económico, cosa que aparte de la ignorancia provoca tomas de decisiones descabelladas.

Lo anterior nos lleva a reflexionar acerca de los momentos políticos, económicos y sociales que estamos viviendo y cómo afectan a la industria y al mantenimiento. Es decir, tenemos que evaluar nuestro papel como mantenimiento dentro de la industria nacional para actuar ya ante la apertura comercial.

La función de mantenimiento en el tercer mundo y en especial en México, es diferente por completo al equivalente en el mundo desarrollado. En nuestro medio es multidisciplinaria y mucho más compleja. Por ejemplo, aparte de mantener los bienes de una empresa en óptimas condiciones para producir, el departamento de mantenimiento en México realiza algunas funciones especiales como:

- + nuevos proyectos
- + redistribuciones de planta y ampliaciones
- + fabricación de equipo especial
- + remodelaciones y habilitaciones del equipo en planta
- + ingeniería para innovaciones y arquitecto levanta planos
- + instructor y capacitador
- + custodio de información (planos, avalúos, inventario)
- + guía de turistas (de visitantes y proveedores)
- + en caso de desastre es el primero en actuar
- + compras de materiales y refacciones
- + litigio ante sindicatos
- + ahorro de energía
- + avalúos

Después de todo esto, nos podemos dar cuenta que la labor del manteniendo no es fácil, más aún le crea una responsabilidad bastante grande que definiremos así:

- 1) El manteniendo se encarga de cuidar los costos y recursos de la empresa, sin descuido de las relaciones humanas y de la calidad.
- 2) Aplicar sus conocimientos técnicos, financieros y administrativos dentro y fuera de su autoridad laboral.
- 3) Trascender sobre los diseños o condiciones originales y documentar.

Aquí en México, la mayoría de los profesionales del mantenimiento intentamos cumplir con toda esa responsabilidad pero, la muchas de las veces logramos acercarnos al cumplimiento de uno u otros puntos pero no a todos, ¿ por qué ?, pues porque pocos estamos acostumbrados a trabajar bajo un sistema, un modelo o procedimiento establecido, ordenado y diseñado para nuestra realidad y encaminado a cumplir paso a paso con cada uno de los puntos hasta llegar a cumplir todo lo que implica la responsabilidad del manteniendo. Mientras los mantenentes mexicanos sigamos obedeciendo a estas costumbres y no estemos interesados en establecer modelos y sistemas específicos de trabajo bien fundamentados y orientados a una realidad industrial cada vez más agobiante, el mantenimiento industrial mexicano seguirá siendo un mantenimiento bombero, dedicado a resolver emergencias y apagar fuegos, ocasionando paros prolongados en la producción y elevando los costos de lo producido, aseverando más nuestra incapacidad de resolver una demanda nada nueva pero si cada vez más vigorosa y

haciendo más patentes las razones del poco reconocimiento, la discriminación, los bajos salarios y las pocas consideraciones que se tienen para el mantenimiento; seguiremos siendo pues, más dependientes de la tecnología y esquemas administrativos que nos señalan los extranjeros del primer mundo. Seguirán viniendo técnicos extranjeros a decirnos como hacer las cosas para que éstas salgan bien provocando aún más desprestigio a nuestras profesiones devaluándonos irremediamente.

En los últimos veinte años se ha promovido en México una creciente desnacionalización cultural, mediante el establecimiento de una dependencia científica, tecnológica y administrativa con carácter creciente y acumulativo respecto a los países avanzados. La escasa capacidad tecnológica disponible internamente ni siquiera permite, en la mayoría de los casos, la adaptación del equipo y la maquinaria extranjera a las condiciones locales. Después de dominar las ramas más dinámicas de la industria, entre ellas el mantenimiento, dicho capital penetró en el comercio y en algunos servicios provocando una extrema dependencia tecnológica y un efecto negativo sobre la capacidad inventiva del país (efecto no ajeno al mantenimiento).

En México, podemos concluir, no existen modelos, sistemas o procedimientos de administración y manejo de mantenimiento creados aquí mismo para responder a nuestra realidad. Los que existen, provienen de compañías trasnacionales y la única adaptación que se les hace es traducirlos del inglés al español obteniéndose resultados no tan brillantes.

Para la industria mexicana era preferible que los esquemas y procedimientos administrativos se desarrollaran en el exterior con recursos de las naciones más ricas y que nuestro país sólo los asimilara e integrara a sus actividades productivas. Hoy, 1994 el TLC es una realidad ... ¿Seguirá la industria pensando igual ?, ¿Quiénes serán los responsables de fincar nuestras propias bases?.

II.2 CONCEPTOS BASICOS

A continuación se dan a conocer algunos conceptos que se manejan en este trabajo y que están involucrados con el mantenimiento.

II.2.1 MANTENIMIENTO

El mantenimiento industrial ha sido siempre de primer orden, aunque no sea reconocido como tal. Se puede definir como todo el conjunto de actividades técnicas y administrativas cuyo objetivo principal es el de minimizar el costo de fabricación del producto, sin sacrificar la calidad y la seguridad del trabajador, a través de la aplicación económica de trabajadores, herramientas y materiales para proteger el equipo, maquinaria e instalaciones.

Dentro del conjunto de actividades del mantenimiento, están las reparaciones correctivas y preventivas a la maquinaria e instalaciones, los rediseños y modificaciones a los mismos, las ampliaciones, etc., la planeación y programación de todas ellas. Contribuye a obtener provecho efectivo, controlando la inversión en refacciones y material de reparación al nivel mínimo y de

acuerdo con los requerimientos de producción ya que resulta casi una obligación el tener a mano refacciones adecuadas así como material de reparación y todo esto a un costo mínimo, en un lugar especificado y sobre todo en la cantidad debida; la familiaridad que se tiene con el equipo, es la clave para la estandarización máxima y la eliminación de duplicidad de existencias.

Para realizar todas estas actividades, el mantenimiento se finca en un conjunto de recursos humanos, materiales, técnicos, económicos y financieros, de tal forma que el mantenimiento es entonces interdisciplinario.

Es posible enlistar varias de las funciones y actividades que desarrolla el mantenimiento en México, como se vio en el punto II.1 anterior, pero también es posible enlistar varias de las que no debería realizar:

- * *CHAMBISTA PARA LOS JEFES*: hacer trabajos en los vehículos, casas y propiedades de los jefes en horas de trabajo.
- * *MAGO Y HEROE*: dejar los equipos en condiciones y terminar las reparaciones instantaneamente y quedarse a vivir en la planta para que nada falle.
- * *PRESTADOR DE PERSONAL PARA OTROS DEPARTAMENTOS*.
- * *MARTIR*: chivo espiatorio, es el culpable de todo lo malo que pasa en la planta.

MANTENIMIENTO ES:

- CUANDO TODO VA BIEN, NADIE RECUERDA QUE EXISTE
- CUANDO VA ALGO MAL, DICEN QUE NO EXISTE
- CUANDO ES PARA GASTAR, SE DICE QUE "NO ES NECESARIO"
- PERO CUANDO REALMENTE NO EXISTE, TODAS CONCUERDAN QUE DEBERIA EXISTIR.

II.2.2 CONSERVACION

Es parte del mantenimiento dedicado generalmente a las actividades físicas destinadas a garantizar el buen estado "estético" de los bienes físicos de la empresa, y que estos permanezcan lo más parecido posible a la configuración natural original.

II.2.3 MANTENENTE

Es aquella persona dedicada a ejecutar y desarrollar ampliamente la función del mantenimiento con gran capacidad para interactuar conocimientos y habilidades técnicas-financieras-administrativas, y entre sus principales características están:

+ MOTIVADOR

+ EMPRENDEDOR Y LOGRADOR

+ COORDINADOR Y PARETIZADOR

* CONTRARIO A BUROCRATA

* DA IMPORTANCIA A LO IMPORTANTE

* SABE QUE COSA HAY QUE HACER

PRIMERO Y CUAL DESPUES

+ ORDENADO Y DOCUMENTADOR

+ EJECUTIVO 9-9 (GRID GERENCIAL)

9
T
R
A
B
A
J
O



RELACIONES HUMANAS

- + ACTITUD POSITIVA A LA CAPACITACION Y A LA ASIMILACION DE IDEAS
- + "VENDEDOR" (CONVENCEDOR) DEL PAPEL DEL MANTENIMIENTO
- + TRADUCTOR DE IDEAS A \$
- + TACTO HUMANO (DON DE GENTE, RELACIONES)

* El principal problema del manteneute es:

- POR UN LADO FAMILIAR-SOCIAL
- POR OTRO CON JEFES, DIRECTIVOS Y COLABORADORES

Como se vé, la principal responsabilidad del manteneute es la de cuidar los costos y recursos de la empresa sin descuido de las relaciones humanas y factores de la calidad.

Además deberá ser capaz de motivar para:

- 1) Obtener colaboradores
- 2) Obtener información
- 3) Capacitarse
- 4) Capacitar al personal
- 5) Mejorar la mantenibilidad

Otro factor importante de señalar, es que uno de los objetivos del manteneute es pasar a ser ejecutivo, para lo cuál además de todo lo anterior es necesario que:

- 1) Lo identifiquen características de creatividad.
- 2) Maneje a los procedimientos y no los procedimientos a él.
- 3) Cuando empieza a ser creativo se deja de ser manteneute y se pasa a ser ejecutivo.

II.2.4 ADMINISTRAR

Actividad que se traduce en facultad para aprovechar, regir y manejar un sistema u organización de cualesquier tipo, de manera que se logren los objetivos y resultados que de ellos se marcaron.

Los recursos naturales de un país aunque contribuyen, no son el origen de su prosperidad; su fuente de riqueza radica en su capacidad para administrar todos sus recursos, sobre todo los humanos.

El buen administrador siempre tiene en mente el concepto de productividad, sinónimo de calidad en su sentido amplio, que es la capacidad de optimizar recursos y encauzar esfuerzos hacia un objetivo.

<<< ADMINISTRAR ES SERVIR >>>

II.2.5 APROVECHAR : (RECURSOS FISICOS)

Quiere decir obtener de ellos el mejor comportamiento y rendimiento económico a lo largo de su vida, y esto sólo es posible mediante un adecuado mantenimiento.

A continuación se definen dos términos que suelen confundirse y que originan malas decisiones y erogaciones en cascada, es decir, una mala erogación quita dinero disponible para un buen mantenimiento, el que a su vez afecta la calidad de los servicios, equipos, personas, etc., haciendo necesarias nuevas erogaciones para cubrir las deficiencias y así sucesivamente, formándose un círculo vicioso que hace derrochar un dinero que no se tiene.

II.2.6 ECONOMICO

Incluye factores tales como eficiencia, eficacia, seguridad y confiabilidad. Es decir, lo económico es lo que hace que sean mínimos los costos totales a lo largo de la vida del bien físico, así como los gastos relacionados y a consecuencia de las tareas y actividades desarrolladas sobre el bien físico, incluyendo los conceptos de riesgo.

II.2.7 BARATO

Es el costo directo hecho por una tarea en particular y durante el tiempo en que ésta se llevó a efecto. Barato representa el concepto de gastos en forma puntual.

II.2.8 PRODUCTIVIDAD

Como ya se mencionó anteriormente, productividad es la capacidad de optimizar recursos y encauzar esfuerzos hacia un objetivo.

A nivel nacional se define productividad como producir más y mejores productos y servicios, tanto en costos como en calidad y precios en beneficio de todos. Esto según el Acuerdo Nacional para la Elevación de la Productividad y la Calidad suscrito por el Presidente de la República y los principales dirigentes campesinos, obreros y empresariales de todo el país, y en el que se llama a transformar las relaciones obrero-patronales del futuro inmediato y establecer una nueva cultura laboral semejante a la de los países altamente desarrollados. El acuerdo se firmó el 25 de Mayo de 1992, siendo un documento de 10 páginas que preveen el cumplimiento de todas las partes firmantes "de buena voluntad".

no tiene carácter obligatorio y mucho menos jurídico.

Las líneas de acción del acuerdo son seis y creemos importante señalarlas aquí:

1.- MODERNIZACION DE LAS ESTRUCTURAS ORGANIZATIVAS DEL ENTORNO PRODUCTIVO, ENTRE OTRAS, SINDICALES Y GUBERNAMENTALES.

2.- SUPERACION Y DESARROLLO DE LA ADMINISTRACION.

3.- IMPORTANCIA DE LOS RECURSOS HUMANOS.

4.- FORTALECIMIENTO DE LAS RELACIONES LABORALES.

5.- MODERNIZACION Y MEJORAMIENTO TECNOLOGICO, INVESTIGACION Y DESARROLLO.

6.- ENTORNO MACROECONOMICO Y SOCIAL PROPICIO A LA PRODUCTIVIDAD Y A LA CALIDAD.

II.2.9 DISPONIBILIDAD

Es una relación al tiempo total, del tiempo que un equipo está disponible para o en operación. Sólo se considera disponible cuando la capacidad y la seguridad están dentro de control. Es la existencia de un material (refacciones o de servicio) en el lugar y tiempo en que se necesitan.

II.3 FILOSOFIA DEL MANTENIMIENTO

Ya sabemos que mantenimiento es lograr la máxima vida económica de los bienes cuidando, desde luego, los factores humanos y optimizando los costos para lograr que lo mantenido opere con la mejor combinación de costos por fiabilidad, disponibilidad, seguridad, funcionabilidad, operabilidad y apariencia.

Para tener éxito en esta tarea, es necesario tener la habilidad suficiente para interactuar los conocimientos financieros, administrativos y técnicos.

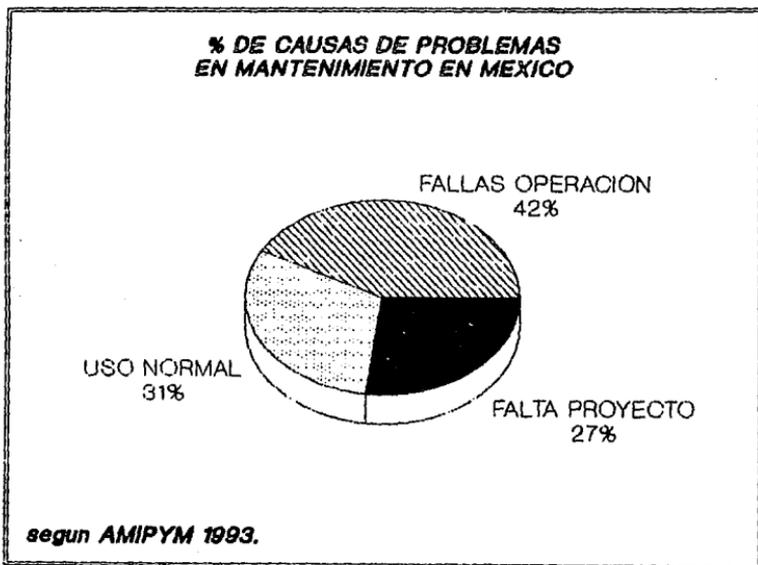
Podemos señalar además que es indispensable comprender y tener siempre en cuenta lo señalado por el Principio Fundamental del Mantenimiento: EL BUEN MANTENIMIENTO CUESTA, EL MAL MANTENIMIENTO CUESTA MAS. Para dar un buen mantenimiento, hay que invertir, eso es dinero redituable, recuperable y de ninguna manera es un despilfarro.

Pero no sólo hay que invertir, hay que proyectar el mantenimiento. Desgraciadamente en México no es común que el mantenimiento sea una función proyectada desde el mismo proyecto del proceso o sistema, por el contrario, según datos de la AMIPYM (Asociación Mexicana de Ingenieros en Planta y Mantenimiento), el 27% de los problemas que afrontan los departamentos de mantenimiento de plantas con diferentes giros productivos es originado por la falta de planeación que se tiene del mantenimiento desde el momento mismo en que se lleva a efecto cualquier proyecto que intervenga en forma directa con el proceso

productivo. (ver figura II.3.1)

¡El mantenimiento debe proyectarse! y planearse para que funcione durante la vida de un bien físico, que el mismo tratará de lograr al máximo hasta que sea practicada la eutanásia al bien físico ya que, recordemos que la muerte natural casi nunca es económica en ingeniería.

FIGURA II.3.1



La vida económica de un bien físico puede ser independiente del estado de sus partes. Vida económica es utilizada cuando cuesta más operar un equipo que reemplazarlo. En esta parte se deben considerar los costos de operación de aquél equipo en los que indudablemente se incluyen los de mantenimiento.

Es importante observar, sin embargo, que tomando en cuenta las actuales condiciones económicas de México, cada vez es menos costoso reconstruir un equipo, pero también lo es reemplazarlo, por lo que aquí es oportuno que nosotros como ingenieros de mantenimiento tomemos en serio nuestro papel y realicemos en verdad un estudio minucioso y estricto para evaluar las alternativas y decidir por lo más conveniente: lo más económico.

En todo tipo de mantenimiento, el problema básico es dar prioridad a cada tarea. Se llama jerarquizar, priorizar o paralizar a la acción de dar un orden a tales tareas. El buen mantenedor de tal suerte debe saber que hacer de inmediato, que cosa después, cuál postergar y hasta cuando, e incluso cuál cancelar. Bueno, con esto no queremos decir que el mantenedor lo sabe todo y que no falla, desde luego que falla, sin embargo éste debe tomar en cuenta que la probabilidad de error aumenta en la medida que se carece de técnicas de evaluación, ponderación de consecuencias, etc..

Para jerarquizar se conocen algunas técnicas, las cuáles sólo mencionaremos por ahora y más adelante veremos con más detalle.

1) Índice para la clasificación de los gastos de mantenimiento (ICGM).

II.4 TIPOS Y CLASES DE MANTENIMIENTO

En este apartado se podrá conocer al mantenimiento de acuerdo a diferentes enfoques tales como sus funciones, su especialidad, a la ingeniería, al servicio que brinda de acuerdo a las necesidades particulares propias de cada empresa, y se conocerán los niveles, tareas, ventajas, y desventajas de cada tipo y clase de mantenimiento.

De hecho, para que los trabajos de mantenimiento sean eficientes, es necesario establecer los lineamientos de mantenimiento, practicarlos y asegurar resultados. Para ello existen diferentes tipos, siendo la comparación de los logros o beneficios obtenidos de ellos el mejor camino para definir su aplicabilidad.

Generalmente las actividades de mantenimiento en una empresa industrial integrada y de importancia, son desarrolladas por ingeniería de planta en la cuál se consideran tres áreas de trabajo:

* Construcción * Diseño y Proyecto * Mantenimiento

En otros tipos de empresa, el mantenimiento frecuentemente por sí sólo cubre las tres actividades.

II.4.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO POR ESPECIALIDADES

Tomando como base los bienes físicos de una empresa y su importancia relativa, al mantenimiento conviene realizarlo por especialidades que se pueden resumir en la siguiente tabla:

TABLA II.4.1

CLASIFICACION DEL MANTENIMIENTO POR ESPECIALIDADES

A. AMBIENTAL

- 1 ILUMINACION
- 2 AIRE ACONDICIONADO
- 3 CAL. Y VENTILACION
- 4 CONTAMINACION

B. EXTERIORES

- 1 JARDINERIA
- 2 ACCESOS

C. CIVIL

- 1 ALBAÑILERIA
- 2 PINTURA INMUEBLE
- 3 MOBILIARIO
- 4 ACABADOS
- 5 CARPINTERIA
- 6 HERRERIA
- 7 IMPERMEABILIZANTES

E. ELECTRICA

- 1 ALTA TENSION (60000V)
- 2 SUBESTACIONES
- 3 TABLEROS (+440V)
- 4 MOTORES (+100HP)
- 5 RED DISTRIBUCION
- 6 ELECTR. INDUSTRIAL
- 7 FARARRAYOS

G. GENERAL

- 1 MANT. INMUEBLES
- 2 MANT. INDUSTRIAL
- 3 ING. DE SISTEMAS
- 4 MANTENIBILIDAD
- 5 CONSULTORIA
- 6 EQUIPO OFICINA
- 7 SUPERVISION

Z. ADMINISTRACION

- 1 CONTROL
- 2 PROGRAMAS
- 3 PLANEACION
- 4 ORGANIZACION
- 5 COMPUTACION
- 6 CAPACITACION

H. HIDRAULICA Y SANITARIA

- 1 INSTALACIONES
- 2 REDES
- 3 PLANTAS DE BOMBEO
- 4 POTABILIZACION
- 5 TRAT. AGUAS NEORAS
- 6 TRAT. AGUAS INDUSTR.

I. ELECTRICIDAD ESPECIAL

- 1 INSTRUMENTACION
- 2 CONTROL
- 3 PTAS. ORALES. EMERG.
- 4 SIST. ININTERRUMPIDOS
- 5 SIST. DE CORR. DIREC.
- 6 PROTECC. ELECTRICAS
- 7 ELECTRONICA

M. MECANICA

- 1 MAQ. HERRAMIENTAS
- 2 MAQ. PESADA
- 3 MAQ. LIGERA
- 4 VEHICULOS PESADOS
- 5 VEHICULOS LIGEROS
- 6 FUNDICION
- 7 SOLDADURA

R. SERVICIO

- 1 LIMPIEZA
- 2 LUBRICACION
- 3 DESINFECCION
- 4 CONTROL PLAGAS
- 5 SEGUROS
- 6 CORROSION
- 7 COMPUTACION

S. ESTRUCTURAS

- 1 METALICAS
- 2 CONCRETO
- 3 EVALUACION
- 4 LIMPIEZA
- 5 PINTURA
- 6 MARINA
- 7 RECUBRIMIENTO

T. COMUNICACION

- 1 TELEFONOS
- 2 SONIDO AMB.
- 3 INTERCOMUNIC.
- 4 TELEVISION
- 5 RADIO
- 6 CONTR. RUIDO
- 7 CONTR. SUPERV

V. VAPOR

- 1 CALDERAS
- 2 TUBERIAS
- 3 AISLAMIENTO
- 4 INTERCAMBIO

Y. INSTRUM. ESPECIAL

- 1 HIDR. DE POTENCIA
- 2 AIRE COMPRIMIDO
- 3 VACIO
- 4 GAS L. P.
- 5 GAS NATURAL
- 6 ELEVADORES
- 7 PROT. VB. INCENDIO

3) MANTENIMIENTO LOCALIZADO: En una estructura cualquiera de mantenimiento, es conveniente brindar una atención especial para un bien físico o un conjunto de ellos, por su importancia o características particulares, que justifican su independencia del mantenimiento general.

- Areas

1) MANTENIMIENTO DE PRODUCCION: Las tareas desarrolladas en el área general de producción y servicios de una empresa, son conocidas como mantenimiento de producción o mantenimiento en sitio.

2) MANTENIMIENTO DE TALLER: Casi siempre se tienen talleres de mantenimiento que operan realizando trabajos por solicitud con un responsable de su funcionamiento. De esta forma el mantenimiento de taller es un elemento de apoyo para el desarrollo del mantenimiento, reparando, modificando y/o fabricando componentes y equipos en un área a la cuál son trasladados los elementos demandantes de mantenimiento.

3) MANTENIMIENTO DE ALMACEN: El área de mantenimiento requiere de un almacén para materiales, herramientas, refacciones y equipo de respaldo, así como bienes de recuperación. Desafortunadamente es frecuente que los almacenes dependan de la administración general de la empresa, con el fin de satisfacer la preocupación contable y olvidando el concepto técnico y la oportunidad requerida por mantenimiento. En este caso el manteniendo deberá ser muy cuidadoso y detallar los elementos requeridos para evitar fallas en la operación del almacén, proporcionando los criterios de inventarios

a seguir, máximos y mínimos, y responsabilizándose de la autorización de equivalencias y similares en la adquisición de partes y equipos y principalmente, programando en forma precisa sus tareas.

- Apoyo

1) MANTENIMIENTO INTERNO: Desarrollo en base a la aplicación de los recursos de la empresa, es decir, empleando personal contratado directamente por la empresa y equipo propio de la misma.

2) MANTENIMIENTO EXTERNO: Desarrollo del mantenimiento por personal externo a la empresa, contratando la ejecución de las tareas del mantenimiento a otra empresa.

3) MANTENIMIENTO MIXTO: Es la combinación de trabajo interno con apoyo externo. En general, esta es una estupenda forma y muy conveniente de desarrollar el mantenimiento.

Ya que hablamos de servicios, conviene aquí abrir un paréntesis y presentar las diferentes tareas de servicio que desarrollan todos los tipos de mantenimiento anteriores:

TABLA II.4.2

TAREAS DE SERVICIO

- AJUSTE	f,s	de APARIENCIA
- CALIBRACION	f	f= FUNCIONAMIENTO
- CARGA DE FLUIDOS	f	h= HIGIENE
- CONTROL DE PLAGAS Y ROEDORES	s	s= SEGURIDAD
- DESINFECCION	h,s	
- JARDINERIA	a	
- LIMPIEZA	a,f,h,s	
- LUBRICACION	f	
- PINTURA	a,f,h,s	
- PROTECCION CONTRA LA CORROSION	f	
- RECUBRIMIENTO	a,f,h,s	

II.4.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO POR NIVEL

- 1) MANTENIMIENTO MENOR: Se incluyen en él ajustes pequeños, calibraciones, retoques, limpieza, lubricación, medición de parámetros, reaprietes, rutinario. etc..
- 2) MANTENIMIENTO MAYOR: Se incluye en él todo tipo de reparaciones que implican un paro en el funcionamiento de un bien físico, reconstrucciones, rediseños, readaptaciones, reubicaciones, desarme y armado, montaje, etc..
- 3) MANTENIMIENTO OVERHAUL (REHABILITACION): Incluye, como su nombre lo indica, toda aquella reparación tardada y laboriosa que implica una rehabilitación considerable del bien físico, va más allá de un mantenimiento mayor.
- 4) MANTENIMIENTO DE RECONSTRUCCION: Es un mantenimiento definitivamente no usado en los países del primer mundo, ya que implica prácticamente volver a hacer el bien físico considerado como "chatarra".

II.4.5 CLASES DE MANTENIMIENTO

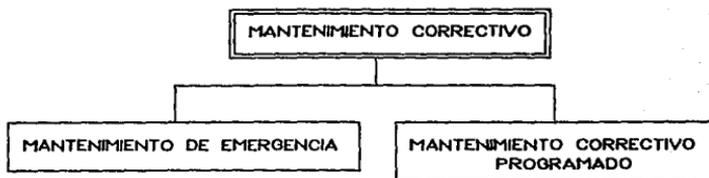
- 1) MANTENIMIENTO DIRECTO: Es el que se dá directamente a un bien físico productivo.
- 2) MANTENIMIENTO SEMIDIRECTO: Es el que se dá a un bien físico indirectamente productivo, por ejemplo: montacargas, elevadores, etc..
- 3) MANTENIMIENTO INDIRECTO: Es el que se dá a un bien físico no de línea, pero que forma parte de los activos de la empresa.

II.4.6 TIPOS DE MANTENIMIENTO POR INGENIERIA

Para la mejor aplicación de la Ingeniería de Mantenimiento al campo industrial, consideraremos dos enfoques del mantenimiento los cuales tienen origen a través de la naturaleza del trabajo que se va a realizar.

Aquí mostraremos en forma general la estructura de cada uno de los enfoques y sus partes componentes, para seguidamente explicarlos más a fondo.

1)



2)



Difícilmente se encontrará un tipo de mantenimiento "puro", ya que se efectúa generalmente una mezcla de los diferentes tipos de mantenimiento. Es muy favorable que ya las empresas cuenten con un programa dinámico de incorporación progresiva de sus bienes físicos al mantenimiento preventivo.

TABLA II.4.3

ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO			
FUNCIONES	SUSTANTIVAS FISICAS	DE APOYO	
		INGENIERIA	ADMINISTRACION
RUTINARIO (MR)	SERVICIO		
CORRECTIVO (MC)	<ul style="list-style-type: none"> { CAMBIO { REPARACION 	INGENIERIA	<ul style="list-style-type: none"> PLANEACION PROGRAMACION CONTROL
PREVENTIVO (MP)	<ul style="list-style-type: none"> { INSPECCION { MODIFICACION 	DISENO	

1) MANTENIMIENTO CORRECTIVO (MC) :

Básicamente el MC es la eliminación de fallas a medida que éstas se presentan o se hacen inminentes.

Una de sus desventajas es que no se tiene el respaldo para su aplicación oportuna, eficiente y económica. No permite adelantarse a los problemas, es puramente de "apagafuegos" en su mayor parte. Lo anterior definitivamente recae en altos gastos por sobreprecios en mano de obra y materiales, trabajo adicional,

poca fiabilidad, altos riesgos y tiempo muerto excesivo en muchas ocasiones. Incluso, hay quienes opinan que pretender eliminar estas desventajas del MC, sin realizar un mantenimiento sustentado técnica y administrativamente, originaría sobreinventarios y exagerada reserva de equipo y refacciones.

Generalmente su implantación es fácil y barata, ya que no se requiere de análisis y estudios previos.

Las tareas que se desarrollan en este tipo de mantenimiento, son fundamentalmente la reparación y el reemplazo.

1.1) MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE EMERGENCIA: Es el trabajo no programado; de "emergencia", que consiste en la reparación de los bienes físicos a medida en que se presentan las fallas; necesario para corregir paros imprevistos e incluye llamadas urgentes.

1.2) MANTENIMIENTO CORRECTIVO PROGRAMADO: En realidad no difiere mucho del anterior, posee casi todas sus características excepto que aquí se incluye una programación muy sencilla y casi de forma inmediata obedeciendo ésta a las necesidades prioritarias de producción. Dicha programación se realiza para cada bien físico solo y hasta cuando éste ya presenta síntomas claros de falla, quedando de mutuo acuerdo producción y mantenimiento.

Desafortunadamente estos tipos de mantenimiento son los más generalizados, posiblemente por ser los que menos organización requieren.

2) MANTENIMIENTO PREVENTIVO (MP) :

Se define básicamente por la detección de las posibles fallas y su corrección antes de que se presenten o bien en su fase

inicial. Su propósito es prevenir fallas de consecuencia mayor y paros imprevistos que detengan la consecutividad del funcionamiento de los bienes físicos.

La detección de las posibles fallas se logra a partir de la inspección y el análisis de información. El reemplazo de una pieza efectuado oportunamente, puede ser hecho como medida preventiva.

2.1) MANTENIMIENTO PREVENTIVO RUTINARIO O PROGRESIVO :

Este es el conjunto de tareas repetitivas de servicio realizadas a un bien físico. Este tipo de mantenimiento debe efectuarse por costumbre. Por lo general este mantenimiento es ejecutado por el personal de operación.

* Condiciones requeridas para su aplicación:

- Disponer periódicamente de cortos tiempos ociosos del bien.
- Confiabilidad no estricta.
- Contar con historial de fallas y recomendaciones del fabricante que permitan fijar periodos de inspección y cambio.

* Características:

- Periodicidad de los trabajos, computada cronológicamente.
- Cambio de partes por inspección y sólo si es necesario.
- Más económico que confiable.

2.2) MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMATICO O PERIODICO :

En el MP las tareas deben ser efectuadas en base a la planeación de la empresa, su organización, un programa preestablecido y un oportuno control de su desenvolvimiento.

La computación y su impresionante avance, dió un empuje vertiginoso al mantenimiento y se estableció una programación del

mantenimiento estática al principio pero muy dinámica posteriormente.

Es en sí, un mantenimiento programado denominado sistemático por la definición establecida de sus actividades.

* Condiciones requeridas para su aplicación:

- Disponer de equipo 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.

* Características:

- Periodicidad de trabajos, computada por horas trabajadas.
- Cambio de partes sin inspección.
- Más confiable que económico.

2.3) MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MEJORA O TECNICO :

En éste se desarrolla la ingeniería necesaria para reducir el mantenimiento requerido, modificando el diseño original de acuerdo a nuestras necesidades y posibilidades específicas de mantenimiento. Generalmente los expertos en la materia llaman "Ingeniería Inversa" al método utilizado para realizar el mantenimiento de mejora. Esto es, a partir del estudio y análisis del elemento (material, dimensiones, fabricación) se deduce su ingeniería base .

* Condiciones requeridas para su aplicación:

- Disponer periódicamente de mayor número y tiempo ocioso de los bienes para hacer todo el mantenimiento.
- Confiabilidad no estricta.

- Contar con estadística para poder fijar períodos de inspección y cambio.

* Características:

- Periodicidad de trabajos computada por horas trabajadas.
- Combinación de cambio de partes, unas con otras sin inspección.
- Más económico y más confiable.

2.4) MANTENIMIENTO PREVENTIVO CREATIVO O ANALITICO :

En éste se determinan las bases para la inventiva, creatividad e investigación. Se trasciende más allá de la modificación del diseño original.

* Condiciones requeridas para su aplicación:

- Disponer de registro y estadística de las fallas.
- Que se requiera muy alta confiabilidad.
- Contar con estadísticas que permitan un análisis profundo para hacer diagnósticos confiables.

* Características:

- Trabajos efectuados sólo si se requieren.
- Combinación de cambios de partes, unas con otras sin inspección
- Mucho más confiable que económico.

2.5) MANTENIMIENTO PREVENTIVO PREDICTIVO :

Aunque el mantenimiento preventivo creativo es una aproximación aceptada para prevenir serios problemas, tiene un defecto: varias partes servibles pueden ser reemplazadas innecesariamente. El MP PREDICTIVO proporciona un medio más eficaz de advertencia de fallas inminentes en el equipo: por ensayo de prueba y error de que partes deben ser reemplazadas o reparadas,

permitiendo el uso continuado de otros componentes.

El MP predictivo es la determinación del desarrollo de las diferentes tareas del mantenimiento, previas a la falla con base en el diagnóstico del estado del bien físico, tiempo de servicio y condiciones de operación mediante análisis de ingeniería, información estadística y resultados de la inspección.

Este tipo de mantenimiento se considera fuera de programa, es decir, que se altera la programación original, ya que se realiza cuando el bien físico lo demanda, reprogramado como resultado de la naturaleza de la desviación del comportamiento normal del bien físico y su demanda de operación.

Un programa de MP involucra el uso de ordenes de trabajo, formas de planeación e inventario, etc.. Un programa de MP predictivo usa algo más que formas, se requieren herramientas de diagnóstico para proporcionar información específica sobre la eficiencia de los bienes físicos de la planta.

Las herramientas de diagnóstico para un programa de MP predictivo efectivo, incluyen instrumentos de medición de vibraciones, acústicos e infrarojos entre otros ya muy sofisticados actualmente.

Cuando se han verificado los resultados de las mediciones por los ingenieros con los datos principales adecuados y los límites de tolerancia identificados, se pueden entonces revisar los archivos, comparar datos y predecir necesidades de mantenimiento.

■ Condiciones requeridas para su aplicación:

- Disponer de equipo automático y de supervisores técnicos o

ingenieros) altamente calificados, que permitan un diagnóstico permanente.

- Requerir alta confiabilidad y seguridad en la operación.
- Disponer de máquinas redundantes en donde la importancia es vital.

* Características:

- Trabajos efectuados sólo y cuando se requieran.
- Alto costo de implementación.
- Altos niveles de inspección a los equipos.
- Económico y altamente confiable.

Por sus ventajas de máximo aprovechamiento y alta fiabilidad, la tendencia actual de las compañías importantes, es la aplicación del MP predictivo. Además también debido al avance tecnológico y accesibilidad a la instrumentación para el diagnóstico del estado de sus elementos. Por todo lo anterior, hay quienes definen al MP predictivo como aquél que se realiza "sin sacar" de operación al bien físico.

11.5 MANTENIMIENTO Y CALIDAD TOTAL

Basados en la necesidad que tenemos de mejorar en todos los ámbitos de nuestra vida como mexicanos, se ha puesto de "moda" la intención de aplicar la CALIDAD TOTAL a todo lo que hacemos; desafortunadamente no se ha avanzado en mucho y pareciera que más que nada la mayoría de las empresas de todos niveles, utilizan como "slogan" la frase "trabajamos con calidad total". Otras empresas piensan que implantar un control estadístico estricto en

la terminación de los productos es hacer calidad total. Por tanto, tenemos que aclarar algunos puntos: La calidad total es eso, aplicable a todos los aspectos del quehacer humano en todas sus facetas y no sólo aplicable a productos terminados materiales sino a los servicios y las relaciones humanas.

Se requiere del cambio de las actitudes y valores de los trabajadores sea cuál sea su especialidad. Es decir, se requiere un cambio de cultura, adecuada a nuestro entorno, para así contribuir al desarrollo nacional. Se requiere una cultura de calidad total en el mantenimiento.

La calidad genera autoconfianza, nos hace mejores como personas, nos revalúa y dignifica, nos permite ofrecer mejores productos y servicios, logra que nuestros departamentos sean más competitivos, favorece la inversión, genera empleo, y es requisito y símbolo para el desarrollo de los individuos, de los departamentos y las empresas. Con la calidad total, todos ganan: personas, sindicatos, empresas, consumidores y el país mismo.

Es posible definir a la calidad como el cumplimiento de las expectativas del cliente o usuarios y la satisfacción adecuada de sus necesidades.

La calidad no es simplemente una metodología o un conjunto de tecnologías que implantar dentro de una organización, sino un valor o un conjunto de valores que generan actitudes y comportamientos en el trabajo y fuera de éste. Es alcanzar los máximos estándares en todo lo que realizamos. Es una filosofía y un estilo de vida.

Sin embargo, es preocupante ver cómo muchos ejecutivos y empresarios manejan un enfoque eminentemente técnico respecto al tema, y pasan por alto el hecho de que el problema de la calidad tiene que ver principalmente con las personas y no con las máquinas tal y como lo señaló Crosby en 1990.

Es importante entonces, definir varios conceptos y terminologías referentes a la calidad total.

II.5.1 CALIDAD TOTAL

La calidad total debe concebirse en todos los eslabones y en todos los niveles del proceso de fabricación. Definitivamente es un modelo de administración que busca propiciar la calidad, en el sentido más amplio, en todo el personal y en toda actividad que se realiza en la empresa.

¿ Requisitos para su implantación ? . Su implantación requiere de un profundo convencimiento de cambio de los sistemas tradicionales de administración a un sistema participativo, considerando a los hombres como seres humanos capaces de entender su trabajo y realizarlo dentro de la calidad y productividad.

Los objetivos generales de la calidad total en el mantenimiento industrial, tienden a lograr :

- 1) La productividad de los recursos del departamento.
- 2) La calidad del servicio y actividades todas de mantenimiento.
- 3) La integración de su personal.

En la calidad total, el concepto de calidad debe darse en toda la organización, en todo el personal, sólo así podrán arraigarse en éste hasta convertirse en una forma de ser y de

actuar de manera natural. El cambio es gradual, pero la meta es integrar a todo el personal.

La Calidad Total es en si, un conglomerado de las más exitosas y sofisticadas filosofías y técnicas desarrolladas por los "gurús" del más alto nivel y del más reconocido prestigio.

II.5.2 CALIDAD

La calidad se define como el cumplimiento de requisitos, ¿cuáles requisitos?, pues los que el cliente o mercado señalen o especifiquen. Es el cumplimiento de las expectativas del cliente o usuario y la satisfacción adecuada de sus necesidades.

Al contrario de lo que se piensa calidad no significa precisamente lo mejor, ya que para cualquier tipo de producto o servicio, existieran diferentes niveles de excelencia, y por tanto las especificaciones deberán establecer cuál es el nivel deseado.

Ahora bien, si como resultado de todo el proceso productivo se logra que el bien o servicio satisfaga todas las especificaciones establecidas para el mismo, se puede decir que es de buena calidad.

De hecho, la calidad no es algo que pueda ser aislado del producto o servicio, es la esencia misma del producto o servicio, la característica que lo distingue, y que para obtenerla requiere de su ejecución misma desde su concepción, procesado y terminación.

A decir por las normas ISO-9000, ANSI y NOM-CC, se considera que para que un producto o servicio sea considerado de calidad, tiene que cumplir con cuatro requisitos a saber:

- 1) USO ADECUADO
- 2) COSTO JUSTO
- 3) que sea OPORTUNO
- 4) que sea DURABLE, CONFIABLE y CONSISTENTE

II.5.3 CALIDAD V.S. CALIDAD TOTAL

Resulta oportuno revisar algunas de las diferencias básicas entre el concepto tradicional de Control de Calidad y lo que ahora se concibe como Calidad Total. Por tanto, conviene señalar algunas ideas sobre la filosofía, la estrategia, la metodología y los beneficios de un proceso de Calidad Total en comparación con el enfoque anterior y su relación con el mantenimiento.

- Filosofía: La calidad era algo que se veía como un asunto interno de las áreas de manufactura y control de calidad. Algo que se apoyaba principalmente de técnicas y tecnologías, algo que definía a lo bien hecho como el resultado de cumplir con una orden, es decir, se obtenía de manera autocrática; algo costoso y que, por lo mismo se reflejaba en precios más elevados para el usuario, algo estático que fundamentalmente se relacionaba con el establecimiento de normas o estándares y con su cumplimiento.

La Calidad Total, en cambio, se alcanza como consecuencia de una cadena que empieza por conocer las necesidades de los clientes y termina por fijar requisitos a los proveedores. Así, los usuarios son parte del sistema informativo y de retroalimentación para el diseño de nuevos servicios o para el perfeccionamiento de los actuales. La Calidad Total, más que de técnicas o tecnologías,

requiere del involucramiento responsable y creativo de las personas y de la entrega a lo bien hecho como un reflejo de sus valores y actitudes internas. La Calidad Total no sólo no cuesta más, sino que, a la larga, permite ofrecer mejores servicios a un costo menor.

La Calidad Total no se percibe como algo estático como era el cumplimiento de normas, sino como un proceso de mejoramiento continuo y de cambio cultural. En la Calidad Total, el estándar no es simplemente algo escrito en un papel, sino que la norma se encuentra en el usuario o cliente interno o externo y en sus necesidades cambiantes. Diversos usuarios tienen diferentes necesidades.

- Estrategia: El enfoque tradicional considera que lo importante es el producto mismo. El especialista en calidad era un señor de bata blanca en las industrias, o el auditor en las empresas de servicios, quien simplemente se encargaban de ver que se cumplieran ciertas especificaciones o reglamentos o, si éstos no se cumplían, que se hicieran las correcciones pertinentes en forma reactiva. En la Calidad Total, lo importante son los procesos, no los productos o los servicios en sí.

Los actuales especialistas en Calidad Total provienen de todas las profesiones y especialidades. Además se apoyan en grupos multidisciplinarios o multidepartamentales donde lo central es contar con información precisa, actual, válida y crítica. Todo se cuestiona, no con base en experiencias pasadas, sino en datos estadísticos y comparaciones internas o externas.

La estrategia básica del nuevo modelo es PREVENIR, lo cual cuesta cien veces menos que lamentar. Prevenir empieza con el diseño de nuevos servicios y de la forma más eficiente y atenta con que deberán proveerse.

- Metodología: En el enfoque tradicional, los auditores o inspectores eran la principal garantía de calidad. Estos no siempre tenían una jerarquía muy alta en la organización y a través de la constante supervisión permitían que cualquier persona se equivocara o fuera descuidada. El centro de todo era, por tanto, el control, control y más control, pero siempre externo. El laboratorio de metrología era el lugar sagrado de la calidad y si había fallas imputables al trabajador, éste recibía una reprimenda o un castigo.

En la Calidad Total, los responsables de la calidad son todos los miembros de una organización y todos deben verificar la calidad de su propio trabajo. Si hay supervisión o inspección, la realizan las cadenas internas de proveedores y clientes y existe más bien como medio de aprendizaje.

La innovación es parte importantísima del proceso de Calidad Total, así como la educación y capacitación continua de todo el personal, que no sólo se refiere a aspectos técnicos, sino también a los filosóficos, e incluye el desarrollo de las habilidades personales de comunicación y de trabajo en equipo. Así los procesos de la Calidad Total educan poco a poco a todo el personal a tener una actitud científica para el manejo de problemas, la cuál se basa en el uso de instrumentos estadísticos y no en

opiniones subjetivas. Así, tiende a desaparecer el pensamiento mágico que une soluciones a problemas sin el análisis exhaustivo de sus posibles causas.

- Beneficios : En el enfoque tradicional, el objetivo básico era mejorar la productividad. Esto definitivamente beneficiaba a la empresa, pero no necesariamente a todos sus miembros. Los sindicatos acabaron por convencerse, con o sin razón, de que esto iba en contra de sus intereses, ya que disminuía el empleo y las posibilidades de ascenso. El antiguo control de calidad mejoraba los productos, pero no necesariamente a las personas ni las utilidades de la empresa. Era sobre todo, junto con la supuesta confiabilidad correspondiente, una preocupación de las empresas industriales, no de las comerciales o de las de servicios y en el gobierno, se le daba un papel muy secundario. Finalmente, se hablaba de una "calidad nacional", que se suponía era la buena.

En el mundo de la Calidad Total, los mercados se vuelven. El mercado y los usuarios no sólo exigen servicios o productos de alta calidad a precios competitivos, sino que además debe respaldarlos un servicio de la misma calidad. La Calidad Total se llama así precisamente porque es total, es decir, incluye todo e implica confiabilidad completa. Y en específico, para los servicios, el factor oportunidad se vuelve de suma importancia.

Sin embargo, la calidad no es un fin en sí mismo, sino un medio idóneo para mejorar la calidad y el nivel de vida de toda la población. Lograr que las empresas mexicanas y el mantenimiento mexicano sean más competitivos tiene, obviamente, la misma

finalidad.

Por eso, en última instancia, podría afirmarse que la Calidad Total es la mejor palanca para el desarrollo de las personas, de las organizaciones, de los países y desde luego del mantenimiento. Donde hay calidad, hay desarrollo. Además, la calidad favorece la soberanía de las naciones y propicia una relación más armónica entre los diversos factores de la producción, ya que incrementa la satisfacción y la seguridad en el trabajo de los empleados, amplía los mercados de las empresas y aumenta las utilidades de los accionistas.

II.5.4 CONTROL TOTAL DE CALIDAD (C.T.C)

Es una forma de trabajo que orienta y coordina los esfuerzos de todos los integrantes de una organización hacia el logro de productos y servicios de buena calidad, para garantizar la satisfacción absoluta de sus clientes al menor costo posible.

El C.T.C. es desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor.

II.5.5 ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

Es aquella parte del C.T.C. que se ocupa del proceso productivo desde que se concibe el pedido y se adquieren materias primas, hasta que se entrega el producto y este cumple con su vida útil. El Aseguramiento de Calidad comprende todas aquellas acciones planeadas o sistemáticas necesarias para suministrar la confianza adecuada de que un producto o servicio se comportará satisfactoriamente en su funcionamiento.

ASEGURAR LA CALIDAD NO ES NO DEJAR PASAR PARTES O SERVICIOS MALOS AL CLIENTE, SINO NO PRODUCIRLOS!

II.5.6 CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO (C.E.P.)

Conjunto de metodologías estadísticas que sirven para determinar (estadística correctiva), inferir (estadística preventiva) y mejorar (diseño de experimentos) cualquier proceso productivo. Es utilizado en forma diferente en la actualidad. En el pasado era considerado como C.E.P.T. (control estadístico del producto terminado) y era sinónimo de calidad; ahora C.E.P. es utilizado para controlar no productos o servicios terminados, sino controlar los procesos para la elaboración de aquéllos.

- antes C.E.P.T. = Corregir (determinar)

- ahora C.E.P. = Previene (inferir)

Siendo ahora sólo un método más parte integrante de la Calidad Total y no la calidad absoluta en sí mismo.

II.5.7 GARANTIA DE CALIDAD

Debe emplearse en el sentido de aseguramiento para propósitos de la empresa y como garantía para propósitos del usuario.

II.5.8 BIEN

Objeto material satisfactor de una necesidad específica.

II.5.9 SERVICIO

Satisfacción de una necesidad específica mediante actitudes y actividades sin producir un bien material por parte de quien lo suministra.

II.5.10 INSPECCIÓN

Prever que no se cometa el mismo error para que cualquier producto o servicio sea considerado de calidad.

Mientras haya más gente preocupada por elevar la calidad en el mantenimiento, ésta seguirá imprimiendo en lo que hacemos su marca particular. Estamos hablando de un cambio de actitud en todo el personal involucrado en el mantenimiento. Este cambio consiste en que la calidad deje de ser vista como función aislada y exclusiva de un sólo departamento y sea concebida como parte fundamental de nuestro trabajo. Este cambio de actitud debe ir encaminado a reforzar el concepto de que la calidad no sólo es un atributo medible en las reparaciones que hacemos y evitar su repetibilidad, sino debe también ser nuestra forma de pensar, trabajar y actuar. Este ambicioso proyecto nos ha exigido la elaboración de diversos planes que nos ayudarán a ser mejores.

II.6 ASEGURAMIENTO DE CALIDAD Y C.E.P. PARA MANTENIMIENTO

En el anterior apartado hemos definido ya los conceptos de Aseguramiento de Calidad y C.E.P., aquí bastará sólo con adaptarlos a su aplicación al mantenimiento industrial, es decir asegurar la efectiva, oportuna y óptima intervención del servicio de mantenimiento a los bienes de la empresa y mantenerlos bajo control lo que permitirá la posibilidad de realizar una mejora continua en el mantenimiento.

Es muy poco común, y aún más en México, que se considere al

mantenimiento industrial dentro de una empresa como a una variable o como a un proceso, por lo que no se piensa en serio en su mejoramiento continuo, análisis, medición o control. Sin embargo mientras se siga teniendo esta consideración poco se podrá hacer para mejorarlo en realidad. Definitivamente el mantenimiento es un proceso y como tal es susceptible de mejorarse, controlarse, medirse y conviene recordar que « NO SE PUEDE ADMINISTRAR LO QUE NO SE PUEDE MEDIR » y por si esto no bastara, recordemos a Lord Kelvin cuando asegura " ...cuando alguien puede representar numéricamente lo que expresa, esa persona sabe un poco acerca de lo que está expresando, pero cuando no lo puede hacer, no lo puede medir, no sabe nada de ello.

Dicho lo cual, debemos entender que el mantenimiento es un proceso y que deben existir métodos, procedimientos y herramientas para medirlo, controlarlo y por consiguiente mejorarlo. Antes de mencionar algunas técnicas que se utilizan, desgraciadamente muy poco en México, para la medición del mantenimiento, es conveniente definir lo que es un proceso.

* Proceso :

Es la serie de tareas, actividades y acciones interrelacionadas dirigidas a obtener un resultado específico.

1) Un proceso consta básicamente de los siguientes componentes:

- Mano de obra (personal)
- Materiales / materia prima
- Maquinaria / equipo
- Métodos / procedimientos

- Medio ambiente

- Administración

2) Puede ser representado gráficamente.

3) Su comportamiento o desempeño es medible.

4) Su desempeño es variable y puede ser controlado y mejorado en forma continua.

Ahora bien, a través de los años se han desarrollado una variedad de herramientas de análisis y técnicas de medición para el mantenimiento en los países del primer mundo altamente industrializados. Algunas de éstas son nuevas, otras son bastante antiguas. A continuación enlistamos a la mayoría :

- * CONCEDENCIA DE PROGRAMAS
- * PUNTOS DE REFERENCIA
- * CAE/CAD/CAM
- * CALS
- * PROCESO CELULAR
- * HOJAS DE VERIFICACION
- * INGENIERIA SIMULTANEA
- * GRAFICAS DE CONTROL
- * INDICE RIME
- * GRAFICA DE GANTT
- * DIAGRAMA DE PARETO
- * DIAGRAMA CAUSA EFECTO (ISHIKAWA)
- * CAPTURING TOOLS
- * INVESTIGACION DE OPERACIONES
- * DISEÑO DE EXPERIMENTOS
- * DISEÑO DE COSTOS
- * T Q M
- * ANALISIS DE EFECTOS DE MODO DE FALLA
- * ARBOL DE DEFECTOS Y DESCOMPOSTURAS
- * DIAGRAMA DE FLUJO
- * HISTOGRAMAS
- * CASA DE CALIDAD
- * ANALISIS ENTRADA/SALIDA
- * TECNOLOGIA INTEGRADA
- * JUST IN TIME
- * KANBAN
- * COSTO CICLO DE VIDA
- * GRUPO NOMINAL
- * MODELO DE DESEMPEÑO

- ACEPTACION DE PROBLEMAS
- INGENIERIA DE PRODUCIBILIDAD
- DESPLIEQUE DE LA FUNCION DE MANTENIMIENTO
- ANALISIS REGRESIVO
- METODOS DE SUPERFICIE DE RESPUESTA
- ANALISIS DE RIESGO Y ADMINISTRACION
- DISEÑO DE REPARACION ROBUSTA
- DISEÑO BASADO EN UNA REGLA: MANTENIMIENTO ZERO
- GRAFICAS DE RECORRIDO
- DIAGRAMAS DE DISPERSION
- CICLO SHEVHART
- MEDICION DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS
- DISEÑO DE TOLERANCIAS
- INGENIERIA DE VALUACION
- REDUCCION DE VARIABILIDAD DE REPARACION
- PLANTILLAS DE WILLOUGHBY
- ANALISIS DE OPORTUNIDADES
- ANALISIS DE FLUJO DE TRABAJO
- MATRIZ DE MEDICION
- HOSHIN
- MATRIZ DE SELECCION DE PUNTOS CRITICOS

Como se puede observar, el aseguramiento de calidad para el mantenimiento en países del primer mundo, ha desarrollado múltiples métodos para su control; aquí en México si al caso utilizamos 1 o 2 de estos métodos, al fin y al cabo "pa'que sirven, sólo necesitamos que los maestros reparen las fallas y ya! y por eso seguimos siendo subdesarrollados. En el siguiente capítulo veremos en forma específica los métodos utilizados y sugeridos por el modelo de ATMPC y que no necesariamente son todos los anteriores sino los mejores para aplicarse en nuestra industria y a nuestro mantenimiento obedeciendo a la realidad industrial que vivimos actualmente.

CAPITULO III

ADMINISTRACION TOTAL DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO DE CALIDAD

III.1 DEFINICION ¿QUE ES EL MODELO ATMPC ?

Calidad es precisión; desarrollo humano; uso de tecnologías duras y suaves, alternas y avanzadas; orgullo por lo hecho por uno mismo o en conjunto con otras personas; autoconfianza, autoplaneación, autocontrol; poseer una actitud de superación constante, de perfeccionamiento continuo, de búsqueda comprometida por lograr siempre lo mejor; no conformarse; tener un compromiso con uno mismo, con la organización donde se trabaja, con el departamento donde se labora y con México.

Todo esto nos enseña que la calidad no sólo es algo que interese a los especialistas y técnicos de la calidad, sino que es un asunto de Interés Nacional.

El modelo de Administración Total del Mantenimiento Productivo de Calidad (ATMPC) es aquéllo mismo, sólo que aplicado específicamente a la labor del mantenimiento industrial. El ATMPC está basado y sustentado en esa filosofía y se rige bajo todas sus directrices, siendo pues el ATMPC absolutamente Calidad Aplicada.

El ATMPC no es una fórmula mágica que deberá resolver todos los problemas de mantenimiento, es simplemente la conjunción de varios esfuerzos, metodologías, filosofías y experiencias que han mostrado su aplicabilidad y eficiencia en algunas partes en donde el mantenimiento ha experimentado una mejoría con sus aplicaciones siempre sustentadas en la filosofía de calidad total.

Para reafirmar mejor el concepto y definición del ATMPC, conviene ahora retomar para comparación, el concepto tradicional que se tiene del mantenimiento industrial con lo cual veremos la esencia real del ATMPC.

El concepto tradicional de mantenimiento indica que :
Mantenimiento es la conservación del equipo en óptimas condiciones de operación (confiable, eficiente y económica), con un mínimo de demoras efectuando las necesarias reparaciones, correcciones, modificaciones y Mantenimiento Preventivo para evitar un mal funcionamiento y/o deterioro asegurando la máxima vida útil y continua del equipo, instalaciones y locales de la planta.

Si atendemos esta definición, el mantenimiento prácticamente se enfoca así:

- 1) Lo importante es reparar el equipo para que funcione tal y como se diseñó.
- 2) Cuando hay un daño físico en los componentes de un equipo es necesario corregirlo. (M.C)
- 3) Es necesario hacer trabajos de reparación para evitar daños físicos que se pudieran presentar en componentes de una máquina. (M.P)

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

Deberemos entender como servicio a la utilidad que presta un equipo o las acciones de una persona 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 definir los parámetros de interés, que no son más que las características más representativas de la calidad de servicios, los cuáles 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.

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

Si bien entonces, el ATMPC concibe al mantenimiento como 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 mentalidad, El ATMPC enfoca la labor de mantenimiento de la siguiente manera:

- 1) Lo importante es mantener en condiciones aceptables para el

usuario o control de procesos, el servicio que proporcionan las máquinas.

2) Cuando el servicio que proporciona una máquina es inferior a lo que el usuario o control de procesos requieren, es necesario rehabilitarlo. (M.C)

3) 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 o control de procesos.

Se debe hacer hincapié en que el punto de vista del ATMPC debe ser tomado con respecto al servicio; así en caso de que una máquina presente una reducción de calidad de servicio, los trabajos que se desarrollen en dicha máquina serán de Mantenimiento Correctivo.

Así el ATMPC concibe al MC como la actividad humana desarrollada en máquinas, instalaciones y edificios, cuando a consecuencia de una falla, han dejado de prestar la calidad del servicio para lo cual fueron diseñados.

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

Además, según el criterio del ATMPC, toda acción de MC 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 la máquina pueda seguir prestando su servicio.

Desde luego, el ATMPC también da un enfoque particular al MP, concibiéndolo como 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 preestablecidos. Los trabajos de MP se efectuarán en la maquinaria antes de que la calidad del servicio de ésta salga de los límites preestablecidos.

Entonces pues, los objetivos perseguidos por el modelo ATMPC son:

- * Aumentar el nivel de disponibilidad del equipo
- * Mantener la calidad en la producción total
- * Reducir al mínimo los costos de mantenimiento
- * Lograr una cooperación estrecha con producción
- * Utilizar al máximo la fuerza de trabajo disponible
- * Eliminar tiempos ociosos y defectos en el proceso

III.2 EVALUACION PRIMARIA (IDENTIFICACION DE NECESIDADES)

El desarrollo del trabajo de mantenimiento mediante la aplicación del ATMPC, nos exige una identificación de los puntos más prioritarios en cuanto a las necesidades del departamento para desarrollarse, profesionalizarse y optimizarse considerando a todos los recursos como una sola unidad, así como el planteamiento específico de los objetivos que en cada punto se deberán alcanzar. Definitivamente el planteamiento de estas necesidades será muy

particular para cada departamento de mantenimiento existente sea ya por la diversidad de giros de las industrias, la región en donde esté establecida, el tamaño y la modernidad de cada industria, etc.. Lo cierto es que, obedeciendo a una realidad nacional e industrial de los últimos ocho años, la experiencia vivida en seis empresas consideradas importantes y de diversos giros industriales como el de servicios públicos, químico, del papel, alimenticio y metalmecánico, nos brindan la posibilidad de señalar aquí en este trabajo, las que a nuestro criterio son las necesidades más importantes y sobre todo más representativas en la mayoría de las empresas en México incluyendo no sólo a las nacionales sino también a las grandes trasnacionales en lo que a mantenimiento se refiere.

III.2.1 PROCEDIMIENTOS

En la industria mexicana, y especialmente en el mantenimiento, estamos muy acostumbrados a trabajar sin procedimientos, al "ay se vá" , a confiarnos en la gente y en su experiencia, a no documentar y a sufrir cuando se requiere realizar alguna tarea de mantenimiento ya que no tenemos un procedimiento establecido para llevarla a cabo y todo se hace a "sentimiento" y al "yo creo que", "mejor así", convirtiendo a las personas que saben o logran hacer dichos trabajos en verdaderos especialistas imprescindibles ya que se origina la creencia de que sólo ellos pueden llevarlo a cabo.

Es hasta ahora y desde los últimos diez años que, algunas y contadas empresas que desean sobrevivir a nuestro presente e

incierto futuro socioeconómicos, se han dado a la tarea de desarrollar el sistema de calidad que ahora se exige en los mercados mundiales para poder siquiera tener la oportunidad de competir y que la norma ISO 9000 establece con un sinnúmero de requisitos.

Ahora podemos comprender la vital necesidad de un mantenimiento fincado y sostenido sobre la base de los procedimientos y más aún debe girar alrededor de un manual de procedimientos de mantenimiento dentro de las normas de calidad ISO-9000 realizado por el propio personal que realiza el mantenimiento como parte del quehacer cotidiano del mismo.

III.2.2 SEGURIDAD

Desde que se diseña cualquier proceso productivo y aún ya en su plena operación, como primera instancia se debe considerar la seguridad e integridad físicas de las personas que operarán y mantendrán los mismos. Queda lejos de toda duda que el recurso más valioso con el que cuenta cualquier organización está constituido por el grupo de personas que trabajan para la misma.

En consecuencia, dado que al mantenimiento corresponde la responsabilidad de la selección de la maquinaria y herramientas, el mantenimiento de los sistemas de producción, la operación de los servicios auxiliares como pueden ser la energía eléctrica, alumbrado, agua, vapor, aire comprimido, etc., el diseño y construcción de la herramienta, y la operación del sistema de prevención de incendios; su responsabilidad directa por la

seguridad es algo que no puede soslayarse y si de una necesidad imperiosa.

Para hacer trabajos y dar servicios de calidad, tenemos que tener la certeza de que estamos seguros y protegidos por aditamentos y sistemas de calidad.

III.2.3 CAPACITACION Y ADIESTRAMIENTO

Cuando se integra un nuevo elemento a la empresa, esta espera mucho de él así como él mismo espera mucho de aquélla. Sin embargo, transcurrido cierto tiempo el nuevo empleado ya se "hizo al ambiente" y la organización sigue trabajando igual.

La ineficiencia y la ineficacia son las mismas, aunque eso sí, los propietarios cada día aumentan sus utilidades, porque a cada aumento de los costos de operación, se decreta un correspondiente aumento de los precios, que no guarda relación con los incrementos de costo de los insumos.

Una de las grandes diferencias entre un país del tercer mundo como el nuestro, y un país desarrollado es la importancia que se da en ambos países a una materia vital como la capacitación y el adiestramiento.

Según información de UCECA en el año de 1994, nuestro país tiene una población de 99 millones de habitantes y de ellos la población económicamente activa asciende a 37.5 millones, con un nivel educativo promedio de 4.9 años de educación formal, y recibiendo en promedio por concepto de capacitación 5 semanas cada 54 años.

Lo cierto es que, independientemente de los problemas sociológicos y patológicos (que los hay) y que necesitan de terapias especiales, el gran defecto en la conducción de las pequeñas y medianas empresas y marcadamente en departamentos técnicos como el de mantenimiento, está en la falta de capacitación para los cargos ocupados a todos los niveles.

Toda persona que labora en una empresa y en especial nos interesa ahora la que está en mantenimiento, mejoraría con la capacitación y la concientización de que el trabajo que se está realizando es para satisfacer al cliente que, en definitiva, paga los sueldos de todos.

Aún, el individuo responsable, con un elevado nivel de educación formal y con experiencia, después de un cierto tiempo se va volviendo obsoleto, por la sencilla razón de que el campo de los conocimientos día a día se enriquece, porque cada día que pasa se logran nuevos avances tecnológicos, se establecen nuevas teorías y se encuentran métodos mejores de hacer las cosas.

Consecuentemente, la solución para muchos de esos problemas que se señalaron, es la inversión de grandes sumas de dinero por parte de los altos ejecutivos de las empresas en la capacitación y en el adiestramiento del personal en todos los niveles, comenzando por ellos mismos.

En el año de 1978 las autoridades decidieron hacer modificaciones en el artículo 123 Constitucional y en la Ley Federal del Trabajo Cap III bis Arts. 153-A a 153-X, estableciendo por parte de los patrones la obligatoriedad de capacitar y

adiestrar a los trabajadores.

El Art. 153-F establece: "La capacitación y el adiestramiento deberán tener por objeto:

I Actualizar y perfeccionar los conocimientos y habilidades del trabajador en su actividad, así como, proporcionarle información sobre la aplicación de nueva tecnología en ella.

II Preparar al trabajador para ocupar una vacante o puesto de nueva creación.

III Prevenir riesgos de trabajo.

IV Incrementar la productividad.

V En general, mejorar las aptitudes del trabajador.

Se considera que entre capacitación y adiestramiento existe la siguiente diferencia conceptual:

El adiestramiento busca que el individuo adquiera lo más rápidamente posible las habilidades necesarias para realizar su tarea, mediante un entrenamiento práctico y sin profundizar en los aspectos teóricos. Esta es la forma más elemental de lograr que un individuo realice determinadas acciones. El adiestramiento es especialmente importante para la mano de obra directa de mantenimiento, es decir, los mecánicos, eléctricos, soldadores, etc, que son quienes en verdad desarrollan los trabajos, reparan las averías y "meten las manos" en todas y cada una de las tareas de mantenimiento.

Por el contrario, la capacitación consiste en instruir a la persona, proporcionándole toda aquella información teórico-práctica, que le permita manejar conceptos, mejorar sus

aptitudes y actitudes, elevando su nivel general de conocimientos. Saber por qué se hacen las cosas de determinada manera.

Lo ideal y lo deseable sería lograr lo segundo, es decir la capacitación, pero como punto de partida sería extraordinario que en poco tiempo se lograra adiestrar a la totalidad de los trabajadores. Y ésta es una responsabilidad que corresponde a cada empresa. Es una buena inversión y viéndolo desde un punto de vista utilitario, los beneficios económicos para el empresario serían mayores. Sin embargo, muchos de ellos confiesan malestar por el elevado gasto en la educación de sus colaboradores. Algunos argumentan que capacitar a sus empleados únicamente los hace más valiosos para otras empresas que simplemente esperan que se complete el ciclo de entrenamiento para "piratearlos". Otros prefieren esperar que el aprendizaje del empleado o trabajador se logre por un proceso de "osmosis" al ser expuesto al ambiente de trabajo. No falta quien inclusive culpa a una baja inteligencia de sus trabajadores, de no hacer las cosas bien o no lograr la productividad deseada. Curiosamente ninguno de estos empresarios se detienen a realizar un cálculo de las pérdidas arrojadas por falta de capacitación en retraso de entregas de pedidos, proyectos, gastos inútiles en reprogramaciones y repetición de trabajos, falta de rentabilidad. Al contrario, el gasto en educación es claro, tangible para su pobre criterio contable. Es en estos tiempos difíciles cuando más se debe de pensar en las pérdidas y desperdicios causados por la ignorancia. No nos podemos dar el lujo de alojar esta enfermedad en las

empresas para las que colaboramos si es que queremos ayudar en la búsqueda de la calidad y mejora continua. La educación no es un gasto, es una inversión claramente identificable y en muchos casos cuantificable. De hecho, para aquéllos que se cuestionan sobre la rentabilidad de este desembolso, el modelo ATMPG sugiere una fórmula muy sencilla para justificarlo:

- 1.- Calcular la vida promedio que un empleado permanece en la organización.
- 2.- Registrar todo desembolso en educación como una adquisición de activo fijo en la sección "Equipo de productividad".
- 3.- Únicamente se tendrá que amortizar anualmente a resultados la porción correspondiente en el período.

Haciendo lo anterior no sólo se erradicará a la ignorancia con todos los males económicos que arrastra, sino se logrará percibir el desembolso en educación como : *UNA INVERSION A LARGO PLAZO QUE BRINDA EFICIENCIA, PRODUCTIVIDAD Y BIENESTAR EN EL TRABAJO A CORTO Y MEDIANO PLAZOS* cumpliendo además con una ley y un derecho de todos los que estamos asalariados.

III.2.4 MOTIVACION

En mantenimiento no sólo se requiere que supervisores, jefes y gerentes sepan mandar y comunicar, bueno a decir verdad muchísimas empresas desearían que las personas que dirigen y manejan sus departamentos de mantenimiento supieran de menos hacer bien ésto, pero obedeciendo al deber ser, se debe saber también como lograr la máxima colaboración por parte de sus subordinados y

si se logra crear un ambiente de trabajo en donde esa colaboración sea total y espontánea, tanto mejor.

Existen empresas, desgraciadamente muy pocas, que tienen en sus departamentos de mantenimiento verdaderos dirigentes del mantenimiento, ingenieros profesionales del mantenimiento, que saben cómo lograr lo arriba descrito; son personas con un profundo conocimiento de la naturaleza humana que logran integrar verdaderos equipos de trabajo. Esos jefes, tienen una entre varias cualidades: saben tratar a sus subordinarios, porque los conocen. Saben de lo que cada uno es capaz y saben cómo obtener ese "segundo esfuerzo" que tantas veces se necesita para lograr algo.

Nosotros como profesionales del mantenimiento que pretendemos ser, debemos de tener siempre presente que las personas buscan lograr mediante el trabajo varias cosas. El gerente, jefe o supervisor de mantenimiento que sólo piensa en la remuneración económica como el único medio para lograr que sus subordinados actúen, está sumamente equivocado. Ya que a medida que más evolucionada y educada es la persona, más espera del trabajo.

Consideramos oportuno tratar el tema de motivación aquí en este apartado de Evaluación Primaria (identificación de necesidades) porque consideramos precisamente a la motivación como una necesidad urgente y sumamente necesaria para los departamentos de mantenimiento de las industrias, y debe ser uno de los primeros puntos a analizar y estudiar para todos aquellos dirigentes del mantenimiento que quieran mejorar y optimizar sus departamentos.

Se puede definir motivación como todo aquél impulso dirigido hacia el logro de un fin. Debemos reconocer que todos nosotros estamos "diseñados" para alcanzar aquello que nos hemos propuesto, pero debe lucharse para ello. La motivación es algo así como el combustible que nos hace caminar; que nos da la fuerza para enfrentar los retos, pero por desgracia se les termina ese combustible antes de comenzar o a medio camino.

Un ingeniero o jefe de mantenimiento debe ser alguien quien llene de combustible los tanques de quienes colaboran con él, y sobre todo debe enseñar a su gente a generar su propio combustible.

Cuando alguien esta motivado, trabaja sólo y además feliz. No le pesa hacer su trabajo, y sobre todo lo hará muy bien.

Un elemento básico de la motivación es el reconocimiento. Cualquier persona independientemente de su posición en una organización buscará ser importante y que se le tome en cuenta siempre. El reconocimiento debe ser sincero y no siempre necesariamente positivo, cuando a alguien se le llama la atención es un reconocimiento negativo, pero al fin reconocimiento.

El Dr. Maslow estableció una jerarquía de las necesidades, considerando que una necesidad es la falta o carencia de algo, y que tan pronto como se obtiene el satisfactor para la misma, esta necesidad deja de serlo y ya no es un motivador eficiente de la conducta humana.

El ser humano es un ser siempre insatisfecho, tan pronto como se satisface una de sus necesidades aparece otra en su lugar. Este

proceso es interminable.

El Dr. A. Maslow, clasificó a las necesidades de acuerdo con una jerarquía que se ilustra en la figura III.2.1 siguiente:

Figura III.2.1 JERARQUIA DE LAS NECESIDADES DE A. MASLOW



- **FISIOLÓGICAS:** Las necesidades fisiológicas son fundamentales para la conservación de la vida y si no son satisfechas el hombre llega a perecer. Ejemplo de estas son: comer, dormir, beber, dormir, guarecerse de las inclemencias del tiempo, el sexo, etc.
- **SEGURIDAD:** Las necesidades de seguridad tienen como objetivo preservar lo que ya el hombre posee y que no quiere perder, desea la paz, conservar la salud, asegurar sus bienes, etc.
- **SOCIALES:** El hombre es un ser social, no puede vivir aislado y necesita comunicarse con otros seres semejantes a él, porque necesita identificarse, requiere de afecto, etc. Los ermitaños son casos aislados en la historia de la humanidad y no existe en ocasiones peor tragedia para un individuo que estar solo.
- **EGOISTAS:** El cuarto grupo de necesidades tiene que ver con los

sentimientos egoístas del hombre, la satisfacción de su vanidad, obtener éxito o prestigio en la sociedad, etc.

- **AUTORREALIZACION:** El último grupo está constituido por aquellas necesidades de orden superior como pueden ser el deseo de desarrollo personal, auto-actualización, realización personal y la satisfacción del deber cumplido.

Lógicamente un individuo puede dedicar sus esfuerzos a satisfacer necesidades de un orden superior, sólo cuando las necesidades de orden inferior están relativamente satisfechas.

Mediante la experimentación en los últimos diez años, se sabe que las personas que se encuentran muy motivadas son más productivas; que la motivación se logra mediante la satisfacción de necesidades y que la administración debe crear las condiciones para la motivación.

Básicamente, los científicos de la motivación han dividido las necesidades de los individuos que trabajan en un complejo industrial en dos grandes categorías, que son:

* Necesidades de mantenimiento

- *Incrementos automáticos de sueldos y salarios*
- *Seguridad social*
- *Prestaciones*
- *Honradez, justicia y equidad en el trabajo*
- *Simpatía y amabilidad en las relaciones*
- *Respeto a los derechos de antigüedad*
- *Boletines y manuales de trabajo*
- *Títulos en los puestos de trabajo*
- *Buenas relaciones humanas*
- *Reglamento de trabajo*
- *Instalaciones higiénicas*
- *Sanitarios limpios*
- *Temperatura agradable*
- *Iluminación suficiente*
- *bajo nivel de ruido*

* Necesidades de motivación

- *Delegación de autoridad*
- *Acceso a la información*
- *Libertad para actuar*
- *Libertad para cometer errores.*
- *Establecimiento de objetivos*
- *Solución de problemas*
- *Evaluación del desempeño*
- *Distinciones y reconocimientos justos*
- *Participación en las utilidades*
- *Incrementos de salario por méritos*
- *Promociones*
- *Transferencias dentro de la empresa*
- *Oportunidad de estudiar*
- *Hobbies*

Definitivamente, en donde las necesidades de motivación no son satisfechas, el interés principal de los individuos se centra en las necesidades de mantenimiento.

Antes de que los satisfactores para las necesidades de motivación puedan ser aplicados con eficacia, es necesario satisfacer por lo menos algunas de las necesidades de mantenimiento del individuo. Los dos conceptos de mantenimiento y motivación no son mutuamente exclusivos.

Por lo tanto, si los gerentes, jefes o supervisores de mantenimiento queremos lograr los mejores resultados de nuestra gestión al frente del departamento, por pequeño o grande que éste sea, debemos de preocuparnos por establecer y mantener un ambiente de trabajo, en donde nuestros trabajadores y empleados tengan la oportunidad de satisfacer todas sus necesidades.

III.2.5 CALIDAD

El problema fundamental del mantenimiento es darle un nivel de calidad adecuado, es decir que el usuario de las instalaciones, productos o servicios, obtenga la satisfacción en la medida en que lo espera.

Por tal motivo, volvemos a tocar el tema de calidad en este apartado y lo volveremos a tocar más adelante y, no con la finalidad de ser repetitivos sino que, por si lo olvidamos, la optimización del mantenimiento de acuerdo a nuestro modelo propuesto se fundamenta 100% en la aplicación de todos los conceptos tratados aquí y que no son otra cosa que Calidad Total.

Pues bien, todas las empresas del mundo, poseen una serie de elementos constitutivos como:

- * Bienes materiales
- * Recursos técnicos y Administrativos
- * Recursos financieros
- * Personas

En la elaboración de cualquier producto o prestación de servicio intervienen todos estos elementos, debiendo converger para lograr que el resultado sea de calidad, ya que la buena calidad es la más firme inversión de cualquier empresa, departamento o persona.

La disponibilidad de capital como de buenos equipos y de tecnologías avanzadas en este mercado mundial, hace que estos recursos sean bastante semejantes para las grandes empresas, y es en el elemento personal o humano donde se hace sentir la

enorme diferencia entre empresas y países.

Tenemos que recordar que un trabajo o servicio de mantenimiento es un producto. El modelo teórico, similar a una cadena, ha mostrado ser funcional, ya que la calidad resultante es consecuencia de las calidades que se tienen en todos los pasos, desde los anteriores hasta los posteriores al proceso. Al igual que una cadena, la calidad no es más fuerte que el más débil de sus eslabones. Entonces por consecuencia, la calidad es siempre optimizable, y el mantenimiento de calidad cumple perfectamente con esta regla.

El producto que todo departamento de mantenimiento "vende" es servicio. Todas las partes que componen el departamento (físicas, organizacionales y humanas) deben tender a dar la mejor calidad de servicio.

a) Calidad en la continuidad del mantenimiento

En este caso el equipo y su mantenimiento deben tener la más alta fiabilidad posible, ya que si una industria sufre un paro del equipo, el costo principal de la falla está básicamente en función de lo que se deje de producir recordando además que hay otras muchas consecuencias. En la mayoría de los casos se puede recuperar el atraso, pero a un costo mucho mayor.

Para la imagen y prestigio de todo departamento de mantenimiento, es importante considerar que todo cliente insatisfecho es un eterno agente de propaganda negativa. Las consecuencias son claras en todas sus instancias.

b) Calidad en el servicio de mantenimiento

Al igual que en el punto anterior, las consecuencias son muy serias cuando el servicio no es lo que espera el cliente. Hay muchos ejemplos de cómo puede afectar un mal mantenimiento, entre otros los que se detectan mediante impresiones sensoriales: visuales, audibles, oftálmicas, táctiles, etc.. Debemos de recordar que todos los clientes del departamento de mantenimiento son críticos.

III.2.6 PROFESIONALIZACION E IDENTIFICACION CON LA LABOR DE MANTENIMIENTO

Es indudable que en este punto intervienen varios factores a considerar debido a la necesidad urgente que tenemos los profesionales del mantenimiento mexicanos de tomar las cosas en serio y sobre todo con gran responsabilidad.

Si se trata de ser honestos, tenemos que reconocer que la mayoría de las personas que son la mano de obra directa en el mantenimiento son personas que están ahí porque de sus inicios eran "chambistas de algo" o "mil-usos" de electricidad, plomería, albañilería, carpintería, herrería, etc., y que debido a esas "cualidades", se ganaron una oportunidad en los departamentos de mantenimiento proveniente de la calle, talleres caseros o bien desde los grupos de obreros y ayudantes generales de producción o almacenes. De alguna u otra manera, todas esas personas han hecho que la labor de mantenimiento se convierta en una "chamba folklorica" y nutrida de peculiaridades en donde los "maistros" han considerado su trabajo como un oficio más que como una profesión. Lo anterior puede deberse también en parte a que en

México se creó que para ser profesional en algo se debe de estudiar una carrera a nivel licenciatura y que de otra forma no; sin embargo esta creencia es errónea pues el término disyuntivo "profesional" debe ser aplicativo no a la posesión de algún título sino al serlo en el desarrollo de alguna tarea o algún trabajo. Tenemos que entender que debemos ser y sentirnos profesionales poseamos o no algún título; tenemos que ser profesionales en lo que hacemos y supeditar nuestras acciones y tareas al "deber ser".

Los ingenieros que nos desarrollamos en mantenimiento en México, tendremos que tender hacia una verdadera profesionalización capacitándonos nosotros mismos dentro de la industria tanto teórica como prácticamente, si es que se quiere hacer de nuestra profesión una labor profesional y dejar de ser "chambistas" pasando de ser simples capataces (supervisores) a verdaderos ingenieros de mantenimiento creando, innovando, aplicando técnicas y modelos de administración y optimización, apoyandose en los conocimientos técnicos adquiridos dentro de las empresas; pensando que los ingenieros de mantenimiento en México no vamos a estar diseñando todo el tiempo sino que, siendo realistas, aplicaremos la ingeniería de diseño en alguna máquina simple, modificando y mejorando diseños originales para optimizar procesos, etc., pero básicamente deberemos hacer ingeniería de mantenimiento optimizando al máximo esquemas y procedimientos administrativos, técnicos, de recursos humanos y económicos encaminados siempre a satisfacer las necesidades reales.

III.3 ADMINISTRACION EN EL MODELO ATMPC

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

Desde 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 estaremos pensando y actuando administrativamente.

III.3.1 PLANEACION

Para planear, el pensamiento del ingeniero de mantenimiento deberá sustentarse en las siguientes cuestiones: ¿Cómo voy a llegar?, ¿Cómo se hará mejor lo que quiero que se lleve a cabo?, ¿Cómo voy a transmitirlo a las personas de tal forma que todas sepan y estén enteradas?

Definitivamente la planeación por sí sola, no es 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 y equipos a utilizar.

Existen tres tipos de planeación recomendables que son:

- Planeación a largo plazo

- Planeación a corto plazo

- Planeación cotidiana

Cada uno de estos niveles tiene sus características particulares de acuerdo con las necesidades para las cuáles fueron creados.

La Planeación a largo plazo, considera principalmente los pronósticos y los planes de producción, los cambios en la maquinaria de producción y en el equipo de mantenimiento. En este tipo de planeación, en las grandes empresas trasnacionales se consideran lapsos de 10 o 15 años, o algunas veces hasta más. En México por el tipo de industria que predomina que es la pequeña y mediana, estos lapsos son prácticamente imposibles de considerar.

La Planeación a corto plazo, se considera en un lapso de un año y además vá intimamente ligada al presupuesto anual. Considera la instalación de un equipo nuevo, los trabajos de carácter ciclico como los mantenimientos mayores, overhaul, etc.. Cabe señalar que estos tipos de mantenimiento se llevan a cabo en un número muy limitado de empresas y más actualmente con la presente situación económica que es mala en términos generales y a nivel nacional. En este tipo de planeación también se considera al mantenimiento preventivo general, el cuál deberá ir siempre sincronizado con los planes y programas de producción anuales a manera de que no se interfieran mutuamente.

En la Planeación cotidiana, 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 puede ser subjetivo y está en manos de los ingenieros que planeamos el mantenimiento, que en todo instante sea objetivo, cuantitativo y de calidad.

La planeación requiere y comprende varios puntos como la delimitación y establecimiento de objetivos, políticas, procedimientos, métodos, programas y presupuestos que, en su conjunto y basados en su real cumplimiento, fundamentan la verdadera planeación del mantenimiento. A continuación desarrollaremos en secuencia cada uno de estos puntos.

* Establecimiento de OBJETIVOS

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

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

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

- Total de unidades producidas y aprobadas.
- Porcentaje de tiempo perdido por causas de mantenimiento al equipo o maquinaria.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

- Porcentaje de disponibilidad del equipo y maquinaria por parte de mantenimiento hacia producción.
- Costos de mantenimiento (refacciones, equipo, materiales, mano de obra, etc.).

Es importante destacar que cada uno de los resultados arriba enunciados, pueden ser mejorados por el "apoyo declarado" de cada departamento que tenga que ver con mantenimiento. Por ejemplo, la eficiencia de las máquinas puede mejorarse cuando los operadores de producción y mantenimiento dejemos de culparnos mutuamente sobre algún problema y nos concentremos en lo que se puede hacer para resolver el problema conjuntamente.

Para que los objetivos propuestos tengan posibilidades de ser alcanzados, éstos deberán ser comprensibles fácilmente, específicos y factibles, definirse como resultados que deben lograrse más que como actividades para ejecutarse, organizarse de acuerdo a su prioridad (paretizarse), que a su vez, debe mostrar sus relaciones con los trabajos que se realizan en otros departamentos.

La delineación de objetivos claros y precisos, tienen ventajas que contribuirán al mejor funcionamiento del departamento de mantenimiento.

*** Establecimiento de POLITICAS**

Definidos ya los objetivos, lo que sigue es definir un conjunto de normas las cuáles guiarán las decisiones generales del departamento.

Las políticas de mantenimiento deberán ser acordes a 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 se determinan por ejemplo para:

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

Por ejemplo, en general para cualquier departamento de mantenimiento, la determinación de las políticas de actividades a realizar por el personal de mantenimiento, serian plasmadas así, a saber:

POLITICA DE ACTIVIDADES A REALIZAR POR EL PERSONAL DE
MANTENIMIENTO

1. INSPECCION : Se realiza para verificar el funcionamiento seguro, eficiente y económico de la maquinaria y 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, etc..
3. REPARACION : Se efectúa cuando las condiciones de trabajo así

lo requieran. Esta reparación se realiza:

-- Con interrupción o sin interrupción de la producción.

-- Por su magnitud puede ser Mayor o Menor.

4. CAMBIO : Consiste en sustituir 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 elevando la productividad de la empresa.

6. MANUFACTURA : Funcionando como auxiliares de la producción y encargados de las refacciones para la maquinaria y equipo.

* Establecimiento de PROCEDIMIENTOS Y METODOS

La necesidad de establecer procedimientos para cumplir con la aplicación de la calidad total en el mantenimiento, fué abordada en el segundo apartado de este capítulo; sin embargo, conviene ahora analizar el establecimiento de éstos junto con los métodos dentro del marco de la planeación del mantenimiento como parte del proceso administrativo.

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 forma, difícilmente pudiéramos coordinar cada una de las acciones a realizar en los equipos.

En las siguientes figuras III.3.1 y III.3.2 que se muestran a continuación, se ejemplifican los procedimientos que se siguen para llevar a cabo un mantenimiento preventivo anual general a una subestación eléctrica compacta de interperie y a una caldera tipo paquete de 600 CC tubos de humo. Estos ejemplos nos servirán de referencia para hacer lo mismo con todo tipo de equipo a mantener.

Es conveniente mencionar que para el establecimiento de estos procedimientos, en su momento y gracias a la experiencia que la industria me ha brindado, me apoyé de técnicas como Ruta Crítica y Gráfica de Gantt que posteriormente analizaremos en otro apartado.

Figura III.3.1
**PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR MANTENIMIENTO ANUAL A SUBESTACION ELECTRICA COMPACTA
 TIPO S7-23-AMPLIS CON TRANSFORMADOR DE 750 KVA 23KV/228/127**

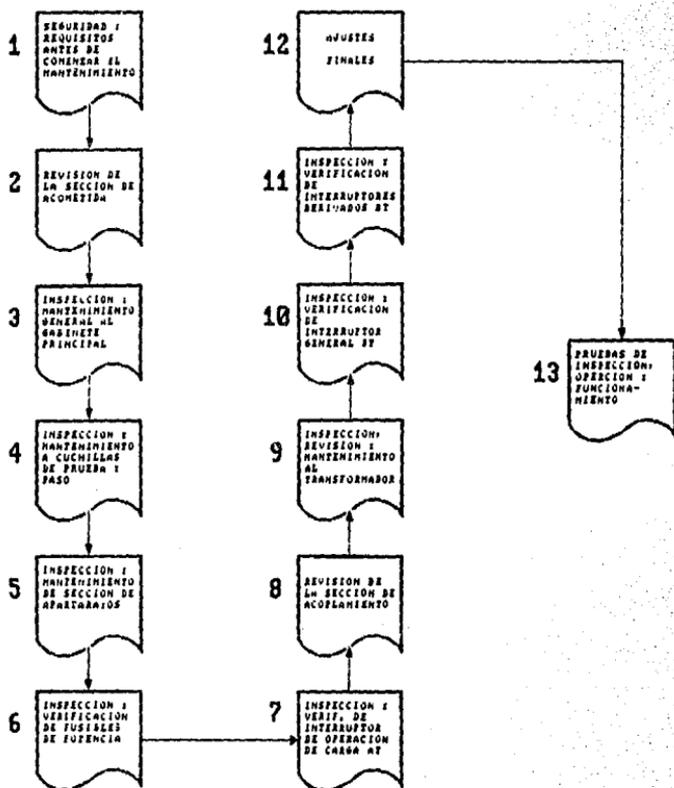


Figura III.3.1 (continuación)

METODO PARA REALIZAR MANTENIMIENTO ANUAL A SUBESTACION ELECTRICA
COMPACTA TIPO S7-23-AKMJS TRANSFORMADOR DE 750 KVA 23KV/220/127

1 SEGURIDAD Y REQUISITOS ANTES DE COMENZAR EL MANTENIMIENTO

- ASEGURARSE DE CONTAR Y UTILIZAR TODA EL EQUIPO DE SEGURIDAD PARA ALTA TENSION.
- Solicitar libranza a la compañía suministradora con 48 hrs antes en días hábiles o 72 en días no hábiles.
- ***** MINUTOS ANTES DE REALIZADA LA LIBRANZA:*****
- Desactivar interruptores derivados de baja tensión.
- Desactivar interruptor general de baja tensión.
- ***** DESPUES DE EFECTUADA LA LIBRANZA:*****
- Abrir las puertas del gabinete principal.
- Colocar tierras en acometida, gabinete, cuchillas de paso, apartarayos, fusibles, interruptor de AT, transformador, etc.
- Desactivar interruptor de operación de carga AT.
- Desactivar cuchillas de prueba y paso.

2 REVISION DE LA SECCION DE ACOMETIDA

- Inspeccionar los cables de acometida en su aislamiento y verificar la no existencia de roturas, grietas o desgastes.
- Inspeccionar la trinchera de entrada de la acometida y verificar la no presencia de humedad, agua, basura u objetos ajenos.

3 INSPECCION Y MANTTO. GRAL. AL GABINETE PRINCIPAL

- Limpieza gral. del local de la subestación y sacudir con trapo limpio y seco el interior/exterior de los gabinetes y ventanas de inspección, aisladores de soporte, buses, cables de energía.
- Hojalatería, pintura anticorrosiva y sellado de los gabinetes para evitar cualquier indicio de humedad.
- Revisión y lubricado de cerraduras y bisagras de puertas de los gabinetes.

4 INSPECCION Y MANTENIMIENTO A CUCHILLAS DE PRUEBA Y PASO

- Inspección física de las partes móviles y de contacto de ambos juegos de cuchillas.
- Asegurarse de que no existan esfuerzos indebidos en los mecanismos de accionamiento de las cuchillas.
- Verificación de resistencia eléctrica de las cuchillas con el megger contra valores de fabricante.
- Limpieza y engrase de mecanismos de cuchillas.
- Limpieza de partes en contacto de cuchillas con líquido dieléctrico ss-25 y líquido removedor de humedad.
- Operación manual de los mecanismos de accionamiento de cuchillas para comprobar su correcto funcionamiento.

5 INSPECCION Y MANTENIMIENTO DE SECCION DE APARTARAYOS.

- Limpieza con trapo seco de aisladores, buses y apartarayos.
- Verificar que no se presenten fracturas ni esfuerzos indebidos en los aisladores y apartarayos.
- Revisión y reapriete de conexiones de tierra y línea de los apartarayos.

6 INSPECCION Y VERIFICACION DE FUSIBLES DE POTENCIA

- Limpieza con trapo limpio y seco de los fusibles de potencia.
- Inspección física de los fusibles para verificar que no presenten daño alguno o fracturas.
- Verificar que no existan esfuerzos indebidos en las bases que sujetan a los fusibles.
- Verificar los límites de resistencia y operación de los fusibles con un megger contra valores de fabricante.
- Realizar prueba de secuencia de operación de disparo rápido en caso de corto circuito, sobrecarga o falla a tierra simulados y manualmente para comprobar su correcto funcionamiento.

7 INSP. Y VERIF. DE INTERRUPTOR DE OPERACION CON CARGA

- Limpieza con trapo limpio y seco de los componentes del interruptor de operación de carga sea vicmann o aldti.
- Inspección física de las partes móviles y de contacto del interruptor.
- Verificar que no existan esfuerzos indebidos en mecanismos de accionamiento del interruptor.
- Verificar resistencia eléctrica con megger contra valores de fabricante.
- Limpieza y engrase de mecanismos de cuchillas en el interruptor.
- Limpieza de partes de contacto de cuchillas de interruptor con líquido dieléctrico ss-25 y líquido deshumectante.
- Operación manual de los mecanismos del interruptor para comprobar su correcto funcionamiento.

8 REVISION DE LA SECCION DE ACOPLAMIENTO

- Inspección de cables de energía en su aislamiento y verificar la no presencia de roturas, grietas, desgastes, etc.
- Inspección de conectores de cables verificando que no se presenten roturas, grietas, desgastes ni humedad; de aparecer cualquiera de ellos, entonces reemplazarlos aplicando líquido removedor de humedad y encintando con cinta de fibra de vidrio y masilla para 50 kv.

9 INSP., REV., Y MANTENIMIENTO AL TRANSFORMADOR

- Inspección para detectar que no haya fugas de aceite en el transformador.
- Revisar nivel de aceite en el transformador y verificar físicamente el indicador para comprobar su funcionamiento.
- Calibrar el termómetro indicador de temperatura de aceite en el transformador.
- Limpieza del cuerpo del transformador con líquido dieléctrico y líquido antihumectante.
- Revisión y reapriete de conexiones de líneas primario-secundario-tandem de transformador.
- Realizar prueba de rigidez dieléctrica del aceite de aislador del transformador para verificar que su resistencia dieléctrica no sea menor que 25 kv.
- Si el aceite lleva 2 a 3 años trabajando y no está contaminado bastará con probar rigidez, filtrarlo, centrifugarlo, es decir regenerarlo.

FALLA DE ORIGEN

- Si la prueba indica aceite contaminado, entonces cambiarlo totalmente.
- Comprobar la resistencia de aislamiento del transformador mismo. La cuál debe ser mayor al valor resultante de aplicar la regla de 1 megohm por cada kv de tensión primaria de áquel.

10 INSPECCION Y VERIFICACION DE INTERRUPTOR GENERAL B. T.

- Revisión de nivel de aceite del interruptor, en caso de que este sea de este tipo.
- Revisión de los sistemas operantes del interruptor general de B. T. por bajo voltaje o sobrecarga y simulación manual de disparo.
- Limpieza y aplicación de líquido dieléctrico y antihumectante.
- Revisión y reapriete de conexiones.
- Revisión de volúmen de gas en la cámara mediante el indicador, en caso de que el interruptor sea de este tipo.

11 INSP. Y VERIF. DE INTERRUPTORES DERIVADOS DE B. T.

- Revisión de los sistemas operantes en los interruptores derivados de BT mediante disparo manual.
- Limpieza y aplicación de líquidos dieléctrico y des-humectante.
- Revisión y reapriete de conexiones.

12 AJUSTES FINALES

- Verificar que las partes desmontadas o desarmadas para su mantenimiento sean colocadas e incorporadas nuevamente a su ensamble original.
- Verificar la colocación adecuada de los aditamentos que se hayan sustituido.
- Asegurarse de que todos los interruptores y cuchillas desactivados para el inicio del mantenimiento permanezcan aún en esta posición.
- Retirar cualquier objeto utilizado para el mantenimiento fuera de los gabinetes, transformador, líneas, trincheras y tableros antes de cerrar los gabinetes de la subestación.
- Asegurarse de retirar todas las tierras colocadas para el servicio con objeto de evitar cualquier problema al volver a energizar.
- Asegurarse de tener todo listo para energizar nuevamente; cerrar el gabinete principal de la subestación.

13 PRUEBAS DE INSPECCION, OPERACION Y FUNCIONAMIENTO

- Solicitar la reconexión al servicio de energía a la compañía suministradora.
- Una vez conectados al servicio de la compañía, verificar que el restablecimiento de la subestación se realice conectando de izquierda a derecha viendo la subestación de frente, es decir:
 - 1 Cuchillas de prueba y paso
 - 2 Interruptor de operación con carga
 - 3 Interruptor general de BT
 - 4 Interruptores derivados de BT
 - 5 carga

FALLA DE ORIGEN

Y siempre obedeciendo las medidas de seguridad pertinentes así como el equipo de seguridad para alta tensión.

- Verificar que no existan anomalías en todas las secciones una vez entrando la energía y reconectando la carga del equipo. Todo debe funcionar normalmente.
- Verificar las lecturas de voltaje y corriente en los indicadores de tableros y comprobar el balanceo de líneas.
- En caso de algún problema durante la reconexión, desenergizar nuevamente y averiguar la causa de la falla de inmediato. Una vez resuelto, volver a probar.
- Si en 25 minutos de restablecido todo el equipo no se observa problema alguno y si se siguió cuidadosamente todo el procedimiento, se tendrá la certeza de haber realizado un buen mantenimiento, y se podrá entonces despedir al personal de la compañía suministradora.

Figura III.3.2
 PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR MANTENIMIENTO ANUAL
 A CALDERA TIPO PAQUETE TUBOS DE HUMO DE 600 C.C. CB-280-600

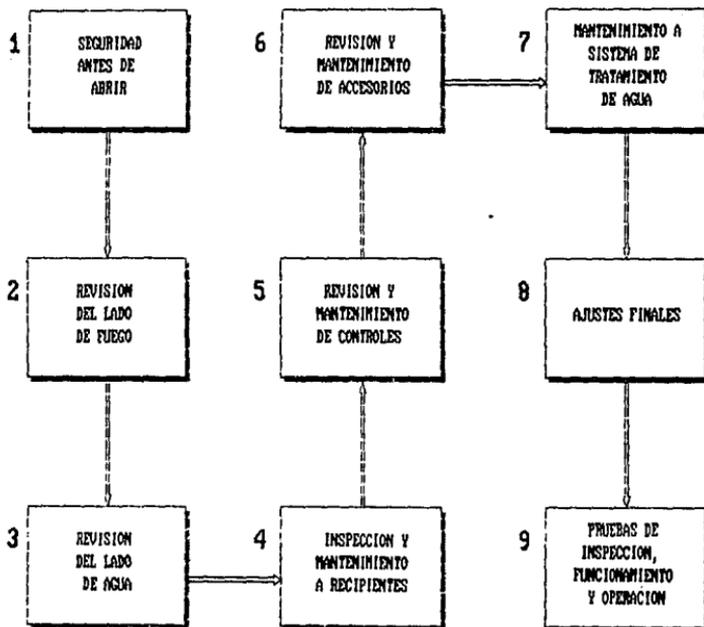


Figura III.3.2 (continuación)

**METODO PARA REALIZAR MANTENIMIENTO ANUAL A
CALDERA TIPO PAQUETE TUBOS DE HUMO DE 600 CC CB-200-600**

1 SEGURIDAD ANTES DE ABRIR

- Poner la caldera fuera de funcionamiento y enfriarla alimentándola con agua fría y realizando purgas de fondo en lapsos de 25 minutos.
- Una vez enfriada, asegurarse que la caldera esté apagada y sin presión de vapor.
- Cerciorarse de que la caldera no tenga agua o vapor con las válvulas de descarga abierta y todo fuera de funcionamiento.
- Accionar interruptor general de alimentación eléctrica y cerciorarse de que todo el sistema de la caldera este desenergizado.

2 REVISION DEL LADO DE FUEGO

- Retirar tornillería y abrir las tapas posterior y frontal de la caldera.
- Inspección completa de paredes refractarias de ambas tapas y del hogar.
- Reparación de las fracturas posibles en el refractario de tapas y hogar con lechado de mortero refractario.
- Inspección minuciosa de espejos y fluxes para detectar la posibilidad de lagrimeos, fugas o grietas y repararlos con soldadura especializada, autorizada y registrada para espejos y riveteado a presión especial en fluxes.
- Deshollinado y limpieza de fluxes con medios mecánicos.
- Cambio del empaque de asbesto en ambas tapas.
- Refrescado de cuerdas de tornillos y barrenos en tapas y aplicación de antiferrador en roscas.

3 REVISION DEL LADO DE AGUA

- Retirar y revisar tornillería, puente y resorte de tortugas de registros de paso mano y paso hombre.
- Refrescado de cuerdas de birlos y barrenos con aplicación de antiferrador en roscas.
- Inspección del lado de agua en los registros de paso con objeto de verificar que no exista incrustación.
- Limpieza exterior de fluxes para retirar posibles incrustaciones con chorro de agua a presión.

4 INSPECCION Y MANTENIMIENTO A RECIPIENTES

- Revisión general de carcasa de caldera para detectar posibles fugas, fracturas o corrosión.
- Revisión y/o reparación de aislante de carcasa, tuberías de salida principal y cabezal de distribución.
- Pintura anticorrosiva a cuerpo de la caldera.
- Limpieza y revisión interior a tanque de condensados y pintura anticorrosiva exterior.
- Limpieza y revisión interior a decarador y pintura anticorrosiva exterior.

- ♦ Revisión y mantenimiento a válvulas de apertura rápida y lenta de purga de fondo.

5 REVISIÓN Y MANTENIMIENTO DE CONTROLES

- ♦ Revisión, ajuste y lubricación de varillaje de operación del quemador.
- ♦ Revisión y limpieza de modulador, transformador de ignición, bujía, electrodo y cables.
- ♦ Limpieza, revisión y calibración de módulo controlador de secuencias (programador CB-70).
- ♦ Limpieza de tablero de control eléctrico con líquido dieléctrico removedor de humedad y reempaste de conexiones y tablillas.
- ♦ Limpieza y revisión de contactos y actuadores de cápsulas de mercurio y presuretroles.
- ♦ Revisión y/o cambio de varilla o fotocelda detectora de flama.
- ♦ Revisión y/o cambio de módulo de señal ultravioleta.

6 REVISIÓN Y MANTENIMIENTO DE ACCESORIOS

- ♦ Desarme, revisión y limpieza de bayoneta, boquilla y difusor del quemador.
- ♦ Desmonte para revisión y balanceo dinámico de ventilador principal de la caldera.
- ♦ Mantenimiento general a motor de ventilador y a su control.
- ♦ mantenimiento general a motores de bombas de agua y a su control eléctrico.
- ♦ Limpieza interior a control de columna de nivel y cambio de tubos de cristal para nivel de agua.
- ♦ Cambio de manómetros dañados.
- ♦ Inspección y calibración de válvulas de seguridad en banco de pruebas con hidrógeno.
- ♦ Mantenimiento general a bombas de alimentación de agua.
- ♦ Revisión general de líneas de alimentación de agua y aplicación de pintura anticorrosiva según código.
- ♦ Revisión general de líneas de alimentación de gas y aplicación de pintura anticorrosiva según código.
- ♦ revisión general de líneas de salida y distribución de vapor.
- ♦ Empacado y cambio de linterna de válvulas klinger de manejo de vapor en caldera y cabezal, refrescando tornillería y vástago con aplicación de antiferrador.
- ♦ Mantenimiento general y/o cambio de válvulas de cierre y paso de trenes de agua y gas.

7 MANTENIMIENTO A SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA

- ♦ Revisión interior y exterior de suavizadores, torres, tanques de sal y tuberías del sistema de tratamiento de agua.
- ♦ Revisión, mantenimiento, y ajuste de válvula de 4 vías.
- ♦ Revisión y/o cambio de resina catiónica.

8 AJUSTES FINALES

- ♦ Colocación y cerrado de registros lado de agua.
- ♦ Cerrado de ambas tapas del lado de fuego, cerciorándose de que todas las partes estén en su lugar y el refractario esté perfectamente fraguado y terminado.

- * Montaje de bombas, motores y demás accesorios que se hayan tenido que desmontar para su mantenimiento y/o cambio.
- * Cerciorarse de que todo esté en orden y listo para arrancar.

9 PRUEBAS DE INSPECCION, FUNCIONAMIENTO Y OPERACION.

- * Realizar prueba hidrostática a recipiente principal de la caldera antes de cerrar herméticamente las tapas para averiguar que no haya lagrimeos o grietas en los espejos o en flujes. (50% más que la presión máxima de operación)

**** CERRAMOS TAPAS HERMETICAMENTE Y PONEMOS A FUNCIONAR *****
 ***** LA CALDERA *****

- * Realizar prueba de columna de nivel de agua.
- * Realizar prueba de paro por alta y baja presión de vapor.
- * revisión de amperaje y voltaje de motores de bombas y de ventilador principal.
- * Disparo manual de válvulas de seguridad.
- * Revisión de sistemas de seguridad en general.
- * Carburación del sistema de combustión.
- * Verificar temperatura de gases de escape de chimenea contra valores tabulados.
- * Realizar análisis de gases con orsat y comprobar resultados contra valores tabulados de SEDESOL.

Conjuntamente a los procedimientos están los métodos; como se puede observar en los ejemplos anteriores, estos nos guían técnicamente en el desarrollo de cada uno de los procedimientos de un cuadro general. Cabe aclarar que los métodos pueden variar si así lo piden las condiciones en que se encuentren los equipos pero no así necesariamente los procedimientos.

* Establecimiento de PROGRAMAS

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

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

- Prioridades
- Disponibilidad de mano de obra
- Disponibilidad de refacciones y materiales
- Disponibilidad de equipos y herramientas
- Disponibilidad del equipo y máquinas de producción

Las ventajas de contar con un sistema de planeación y programación de mantenimiento se sustentan en varios puntos que resultan sustancialmente benéficos a los objetivos generales de la empresa, de ahí la importancia de la programación antes de iniciar cualquier actividad. Algunas de las ventajas son:

- @ Aumenta la posibilidad de mejorar la calidad del servicio proporcionado por mantenimiento a producción.
- @ Aumento en la disponibilidad del equipo productivo.
- @ Se mantiene el equipo productivo en condiciones óptimas de operación.

⊗ Reducción de los costos de mantenimiento al planear y programar en forma adecuada los recursos humanos y materiales necesarios, disminuyendo de esta forma los tiempos de ejecución y aumentando a su vez la productividad de mano de obra.

⊗ Aumento en la habilidad y eficiencia de las gerencias y jefaturas de mantenimiento para organizar, dirigir y controlar la función de mantenimiento basados en los datos de planeación y los índices de mantenimiento.

⊗ Asignación de costos reales de mantenimiento a los centros de costos específicos para mantener los historiales de maquinaria correspondientes de reparaciones y costos.

⊗ Apoyo a los supervisores de mantenimiento proporcionándoles adecuadas a desarrollar bajo secuencia lógica y programaciones adecuadas de todos los trabajos, con la finalidad de permitirles que su labor supervisora se vuelva más estricta sobre sus subordinados.

⊗ Evaluación y comparación de las actuaciones del departamento de mantenimiento a través de índices de medición y ejecución.

Por otra parte se recomiendan, basados en experiencias propias, adoptar las siguientes etapas para la elaboración de cualquier programa de trabajo de mantenimiento:

-- Determinar o estimar el tiempo calendario que se lleva en su ejecución cada actividad y sub-actividad del programa.

-- Fijar las secuencias de las actividades

-- Elaborar la programación asignando personas, materiales, máquinas, equipo y demás recursos necesarios ya sea en forma gráfica, de tablas, etc.

Además de todo ello, es necesario considerar que se necesita información para elaborar cualquier programa de actividades de mantenimiento. Esta información puede ser:

1) Cantidades de todos los recursos que van a intervenir en el programa.

2) Fechas calendario en que se necesitan o se deben entregar las partes y servicios a:

- otros departamentos
- Talleres
- Al mismo departamento de mantenimiento

3) Tiempos de duración de :

- Operaciones directas, de preparación y retiro.
- Procesos de adquisición de partes.
- Actividades técnicas, teóricas, etc.

4) Capacidad de :

- Las operaciones
- De la planta o departamentos
- Ya asignada

5) Días o tiempos festivos u ociosos para:

- Mantenimiento
- Producción
- Proveedores

La programación de los trabajos de mantenimiento se deberá efectuar a varios niveles, los más adaptables a nuestras posibilidades, necesidades y a nuestro actual medio industrial serían:

- * Programación ANUAL
- * Programación MENSUAL
- * Programación SEMANAL
- * Programación DIARIA

* Programación ANUAL : Aquí se define básicamente el presupuesto anual que deberá servir como base económica para el logro de los objetivos de la función de mantenimiento durante todo el año. Así mismo podrán definirse los trabajos de mantenimiento mayor que se deberán realizar en el lapso mencionado, considerando todos los recursos necesarios para el desarrollo de labores tan especiales como lo es un mantenimiento mayor. (Figura III.3.3)

* Programación MENSUAL : Esta programación es una derivación del programa anual y sirve para indicar con mayor precisión las fechas y el nivel de mantenimiento en que deberemos de intervenir los equipos y maquinaria de producción y servicios. (Figura III.3.4)

* Programación SEMANAL : En esta programación se deberán calcular las cargas de trabajo en los talleres de mantenimiento, se asignarán prioridades a 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 4 semanas como mínimo. La carga media es la relación entre el total de horas correspondientes a trabajos ya preparados, de 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 retocar y actualizar haciéndolo de alguna forma dinámico.

* Programación DIARIA : Aquí se concreta y desarrolla en detalle el programa anual, mensual, semanal considerando 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 de las emergencias y urgencias, se pueden estimar en un 20% de los recursos programables, ésto es muy importante pues la programación deberá demostrar aquí su flexibilidad con la que deberá ser diseñada. (Figura III.3.5)

PROGRAMA MENSUAL DE MANTENIMIENTO

GESTION DE MANTENIMIENTO

PLANEACION - PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO

MAQUINA	MES DE OCTUBRE											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MOLINO CARNE ANCO	M											
MOLINO CARNE MELLER	M											
MOLINO CARNE BLONCO												
VOLTEADOR MEZCLA 1	M											
MUTTER 1					M	M						
MUTTER 2								M	M			
FRANK A MATIC 1					M							
FRANK A MATIC 2					M							
SUPERMATIC 3											M	M
SUPERMATIC 7											M	M
FESSMANN CONTINUO 1				M	M	M	M					
FESSMANN CONTINUO 2										M	M	M
PELADORAS VIENA (3)						M	M					
PELADORAS HOT DOG (4)							M	M				
PELADORAS COCKTAIL (3)								M				
ROIMATIC EMPAQUE								M				
TIROMAT 1 EMPAQUE											M	M
CURWOOD 1 EMPAQUE											M	M
INVECTORA METALQUIMIA	M										M	M
REACTOR PULMONAR 1					M							
REACTOR PULMONAR 2					M							
FESSMANN TURBOMAT						M						
MEPPACCO 3									M			
PAILAS JAMON COCIDO		M				M			M			
PAILAS ENFRIAMIENTO		M				M			M			M
CONTROLADOR HONEYWELL	M											
TUNEL ENFRIAMIENTO	M											
PASTEURIZADOR					M							
INVECTORA DE TOCINO									M			
FESSMANN CHORIZO							M	M				
MULTIAC TOCINO						M						
REBANADORA ANCO								M				
COMPRESOR TORNILLO	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
COMPRESOR FRICK					M	M	M	M	M	M	M	M
COMPRESOR FULLER						M	M	M	M	M	M	M
COMPRESOR 5B-3 MYCOM								M	M			
COMPRESOR 5A-3 MYCOM									M			
CAMARA 2 FREMEZCLAS									M	M	M	M
CAMARA PROD. TERM.						M	M	M	M	M	M	M
CALDERA 1 (800 CC)											M	M
TRATAM. AGUA PTA-1					M	M						
SUBESTACION 1 4500KVA										M		
DRENAJES Y CARCAMO												M
POZO 1	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
EDIFICIO OFICINAS						M				M		M
CHILLER LABORATORIO											M	M

M=MANITO. S=SEMANAL T=TRIMESTRAL. TR=TRIMESTRAL. A=ANUAL
 M=MANITO. MENSUAL. S=MANITO. SEMESTRAL.

FIGURA III.3.4

PROGRAMA DIARIO DE MANTENIMIENTO

*** NOTA: Este programa debera realizarse despues de revisar los programas anual, mensual y semanal asi como los pendientes de turnos anteriores y reparaciones correctivas que se generen durante el turno, entregandolo despues de terminado el turno correspondiente.

ATENCIÓN: Planeacion - Programacion de mantenimiento

FUERZA DE TRABAJO DISPONIBLE : 15 PERSONAS
 CATEGORIA.....: 12 MECNICOS/ 3 ELECTRICISTAS
 TURNO HRS.....: 08 HORAS
 FUERZA DE TRABAJO DISPONIBLE : 96 HH NECS. 24 HH ELECTCS.
 TOTAL DE CARGA DE TRABAJO.....: 99 HH NECS. 25 HH ELECTCS.
 DEFICIT P/REALIZAR EL TRABAJO: 03 HH NECS. 01 HH ELECTCS.

ACTIVIDAD No.	TIEMPO HRS.	CANTIDAD M.O.	HORAS HOMBRE	CATEGORIA NIVEL	HORARIO												
					TIEMPO NORMAL								T. EXTRA				
					1	2	3	4	5	6	7	8	1x	2x	3x		
01	4	1	4	NECS.										1	1	1	1
02	6	2	12	NECS.			2	2	2	2	2	2		2			
03	5	2	10	ELEC.	2	2	2	2	2								
04	8	4	32	NECS.	4	4	4	4	4	4	4	4		4			
05	7	1	7	NECS.	1	1	1	1	1	1	1						
06	4	2	8	NECS.	2	2	2	2									
07	3	1	3	NECS.	1	1	1										
08	4	3	12	2N/1E						2/1	2/1		2/1	2/1			
09	8	3	24	2N/1E	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1		2/1				
10	2	1	2	NECS.				1	1								
11	3	2	6	1N/1E						1/1	1/1		1/1				
12	2	2	4	NECS.	2	2											
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
			124	99N/25E	12/3	12/3	12/3	12/3	10/3	12/3	12/3		12/3		3/1	1	1

FIGURA III.3.5

* Establecimiento de PRESUPUESTOS

Los presupuestos son imprescindibles en toda actividad y en el mantenimiento no son excepción ya que, de no existir, no sería posible llevar un control. En otras palabras sólo podremos corregir los avances logrados si tenemos como referencia lo que esperamos tener o alcanzar y por medio de cuantos recursos.

De tal forma, el presupuesto es el cimiento de toda la planeación, programación y control. Si bien el término presupuesto se aplica a cuestiones financieras, en el amplio sentido de la palabra se utiliza como la expresión de un plan en términos cuantitativos. Dichos términos cuantitativos pueden ser unidades producidas, número de trabajadores requeridos, cantidad de materiales, equipo a usar, etc., y todo esto se expresa por último en su costo monetario.

III.3.2 ORGANIZACION

Para mantenimiento, la organización es el proceso de combinar el trabajo que el personal, en grupos, tiene que realizar con las facultades necesarias de forma 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 mantenimiento. En varias empresas, es común que la organización de mantenimiento sea realizada por gente sin conocimiento de las necesidades reales por lo que, se origina un

crecimiento infundado y de no buenos resultados por la falta de coordinación entre puestos desligados. Lo indicado es que la gerencia del departamento conjuntamente con la dirección de la empresa, desarrollen la organización del mantenimiento revisándola y actualizándola cada año.

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

El modelo de ATMPC considera los siguientes elementos para la constitución de la organización del departamento de mantenimiento:

-- Puestos -- Hombres -- Autoridad -- Responsabilidad

* PUESTOS

Los diferentes puestos que constituyen una organización de mantenimiento, están íntimamente relacionados con el tipo de instalación y su eficiencia; siendo los principales puntos a tener en cuenta:

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

En base a estos puntos, podremos definir las necesidades de puestos que se requieren para mantener las instalaciones, haciendo notar que con esto no se ha hecho referencia a las características particulares del puesto, sino únicamente a la necesidad del mismo.

Cuando se solicita un puesto, es necesario llevar a cabo un análisis del mismo en base a los siguientes puntos:

- * Identificación de las tareas físicas y mentales que deberán realizarse.
- * Agrupación de las tareas en trabajos que pueden hacerse en un sólo puesto.
- * Una vez establecidos los trabajos, es necesario 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 directa al desarrollo o variación del proceso productivo de la fábrica en particular.

* HOMBRES

Una vez definidos los puestos y sus características, lo que sigue es seleccionar a las personas adecuadas a dicho puesto.

Por ejemplo, si creáramos 4 puestos de electricistas para instalar y dar mantenimiento a equipos sencillos y a equipos automatizados, tendremos que considerar que para los primeros será necesario solamente tener conocimientos básicos de electricidad mientras que para los automatizados se requerirán conocimientos de electrónica y control en diferentes áreas. Esta misma analogía se debe hacer para todos los puestos a crear.

Una vez plenamente identificadas las características de cada puesto, será mucho más fácil seleccionar a la persona que las

tenga ya que siempre hay que llevar a ésta al puesto y no el puesto a la persona.

* AUTORIDAD Y RESPONSABILIDAD

En mantenimiento, como en todas las actividades industriales, el deslinde de responsabilidades se realiza de acuerdo a la autoridad que posee cada persona.

En el mantenimiento industrial generalmente la máxima autoridad está depositada en el gerente de mantenimiento. La autoridad es un parámetro que varía de acuerdo a las responsabilidades de cada persona. Sin embargo, no por este hecho, se puede afirmar que entre más responsabilidades tenga la persona, automáticamente su autoridad crecerá. La autoridad se puede entender como la posesión del poder de mando y al mismo tiempo de los subordinados. Así por ejemplo, el gerente de mantenimiento es el responsable ante la compañía de todo lo que haga el jefe de mantenimiento, los supervisores y los propios trabajadores y, no con ésto, se le quita la responsabilidad que cada quien tenga sobre su trabajo.

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

La organización del mantenimiento se dá entonces, de acuerdo a las necesidades específicas de cada empresa en particular, a su

giro, a su tamaño, a la región, etc., pero a saber, y de acuerdo a la experiencia personal real, se generalizan cuatro esquemas de organización que son:

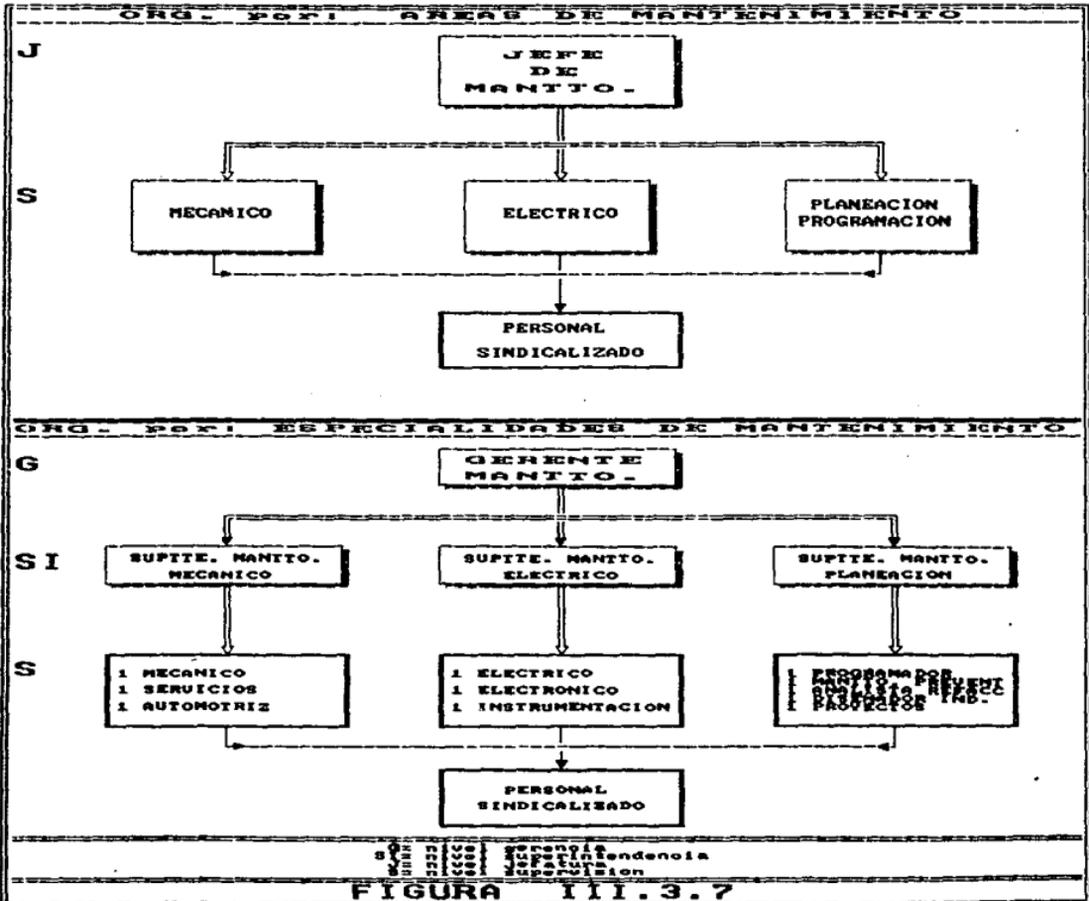
- @ *Por Departamentos Productivos.*
- @ *Por Areas de Planta.*
- @ *Por Areas de Mantenimiento.*
- @ *Por Especialidades de Mantenimiento.*

En las figuras III.3.6 y III.3.7 se muestran los organigramas correspondientes a cada una de éstas cuatro generalidades de organización del mantenimiento industrial.

En cada uno de los esquemas a analizar, se muestra claramente como cada empresa soluciona la necesidad de sus puestos, ya que todas las funciones en cada uno de ellos son realizadas por el personal adecuado en cada nivel jerárquico.

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

SOT



III.3.3 EJECUCION

Una vez planeado y organizado el trabajo, será necesario ejecutarlo, es decir, llevar a la práctica lo que se ha planeado con anterioridad; considerando que dependiendo de la habilidad con que se desarrollen las labores que a cada quien corresponden dentro de la organización de mantenimiento, dependerá la calidad de los resultados. Esto quiere decir que, no por el hecho de que la planeación y la organización sean las adecuadas, se estarán garantizando los objetivos preestablecidos.

* MOTIVACION

La realización de cualquier trabajo necesita 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 y sólo la motivación puede conseguirlo.

Un trabajador motivado, se entrega a su labor con apego y dedicación sin pensar necesariamente en la recompensa económica, sino más bien en la satisfacción de un trabajo bien realizado.

Los medios de los cuales nos podemos valer para lograr un estado de motivación pueden ser: *reconocimientos públicos en forma verbal o a través de diplomas, promoviendo cursos de capacitación, ascensos laborales, compensaciones salariales o premio especial.*

* COMUNICACION

Cuando el personal se encuentra motivado, lo siguiente es comunicarle todo aquello que deseamos que ellos realicen de forma verbal o escrita.

coordinación para obtener mejores resultados en eficiencia, durabilidad y calidad.

- Relación GERENTE GENERAL / GERENTE DE MANTENIMIENTO

Dentro de la organización del mantenimiento, 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 ocupan estos niveles de organización.

a) ASPECTO HUMANO : Por la jerarquía propia de la gerencia, es evidente esperar del gerente una forma 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 personal a todos los niveles de la organización y además está 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) ASPECTOS TECNICOS Y FINANCIEROS : Por lo regular el gerente de mantenimiento tendrá una relación de tipo técnico muy escueta con el gerente general ya que, en muchas empresas, la gerencia general está en manos de un Contador Público o un Licenciado en Administración de Empresas que carecen de un lenguaje o conocimientos técnicos, pues su área es la administración. En la gerencia de mantenimiento casi siempre habrá un Ingeniero. La relación técnica entre gerente general y gerente de mantenimiento,

será sólo la necesaria para aportar la 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 dá luz verde o pone alto al proyecto, lo que dependerá de la situación económica de la compañía y sólo el gerente general la conoce.

- Relación *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 lo que no sucedía 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 presenta cuando hay que sacar de funcionamiento u operación alguna máquina o equipo. Para ésto, el gerente de mantenimiento se comunicará con otros departamentos para que el mantenimiento se haga en coordinación.

En esta comunicación es cuando resalta 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 así se creará un ambiente de cordialidad y confianza generando resultados más productivos 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 surgen las innovaciones en el equipo o bien donde se generan las ordenes de trabajo a realizar en los diferentes niveles de la organización. El gerente de mantenimiento es el responsable de los trabajos ante la gerencia general y el jefe de mantenimiento es el responsable ante el departamento.

Todo trabajo proyectado deberá primeramente, ser analizado por el gerente y jefe de mantenimiento en forma conjunta ya que son quienes más intervención tienen y la comunicación técnica entre ellos es vital.

- Relación JEFE DE MANTENIMIENTO / SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO

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

b) ORDENES DE TRABAJO : Para la realización de los trabajos se requiere de su ordenamiento por 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 adecuado de acuerdo al grado de especialización que requiera la reparación en el equipo. El jefe de mantenimiento gira

las ordenes 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 ordenes 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 / TRABAJADOR

El supervisor es la persona que representa a la empresa hasta este último grado. El supervisor como representante de la empresa, frente al trabajador, está obligado a exigir a éste el máximo rendimiento de su trabajo y para esto debe "presionarlo" sutilmente en todo momento. Es en este punto donde se tiene peligro de entrar en choques continuos con los trabajadores y sindicatos si no se manejan las cosas con cautela.

a) ASPECTO HUMANO : Las relaciones humanas son para el supervisor, la herramienta fundamental para poder mandar y mover a los trabajadores y más aún si éstos son sindicalizados. Por lo regular a los trabajadores siempre les disgusta que los estén vigilando en sus trabajos, que les ordenen con autoritarismo, etc., 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 les trate con respeto, se les motive, y que no se violen sus derechos como trabajadores y como humanos. Al hacer esto, 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 el medio de

canalización para la organización de todos los trabajos a desarrollar. El supervisor de mantenimiento es la persona responsable de dar a cada trabajador su orden de trabajo respectiva. El supervisor seleccionará al personal para cada orden, siendo él quien decide sobre la relevancia de cada una para su realización. Todo esto hace una relación Supervisor/Trabajador un tanto más estrecha porque los dos están atacando el mismo problema mancomunadamente.

c) ENTREGA DEL TRABAJO : Una vez concluida la orden de trabajo, el supervisor deberá revisar el trabajo antes de entregar la máquina o equipo al operador o solicitante del trabajo. La relación del supervisor y trabajador es muy estrecha por la razón de que en todo momento están analizando juntos la mejor solución en caso de no haber quedado el trabajo satisfactoriamente.

Es importante tener siempre en cuenta que el hombre mientras mejor comunicado esté, sus relaciones serán más óptimas y sus resultados en los trabajos serán de calidad.

* DIRECCION

Después de motivar al personal y comunicarle las labores a desarrollar, el siguiente paso deberá ser el dirigirlos en cada una de las actividades que se les hayan encomendado.

La persona que tiene la dirección debe actuar con habilidad y pensar en la importancia de motivar, orientar y comunicarse con sus subordinados. Si la persona que dirige siempre lleva a cabo estas prerrogativas, estará asegurando la mayor parte de la labor de mantenimiento. Dirigir al ser humano es una tarea un tanto complicada, ya que el administrador de mantenimiento estará dirigiendo personas y no máquinas.

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

Por otra parte, el dirigente de mantenimiento no tendrá colaboradores si no da solución a las necesidades de sus 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.

III.3.4 CONTROL

En todo trabajo es importante llevar un control de su avance encontrando además que se logre lo que nosotros esperamos al terminar dicho trabajo. Para lograr lo anterior, es necesario contar con puntos de referencia como la medición y la comparación con la finalidad de corregir en el caso de no haber alcanzado el objetivo inicial.

Es claro que se deben tener bien planeados los objetivos, pues estos serán los puntos de referencia a través de todo el desarrollo de nuestro trabajo y, dependiendo de que tan flexibles sean las tolerancias contempladas 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 llevara un control del avance y calidad de todas y cada una de las tareas que se realicen. Es por eso que el personal supervisor siempre debe estar a la vanguardia de todos los trabajos para que el control sea eficiente y se logren los objetivos planeados.

III.4 RECURSOS HUMANOS EN EL MODELO ATMPC

III.4.1 APLICACION DEL LIDERAZGO SITUACIONAL EN LOS NIVELES DE MADUREZ Y APRENDIZAJE PARA LA FORMACION DE UN EQUIPO DE TRABAJO A PARTIR DE UN GRUPO DE PERSONAS

Para los que conformamos la administración del mantenimiento en cualquier empresa, es importante el conocimiento y manejo de los aspectos técnicos y de ingeniería de una manera eficaz y confiable pero, además debiera ser imprescindible el conocimiento y manejo de conceptos y metodologías de recursos humanos ya que, independientemente de que trabajamos diariamente con máquinas, equipos y bienes físicos, nuestra principal herramienta y medio más importante, sensible, diverso, cambiante, moldeable, potencial, retroalimentador y conocedor del trabajo;

indiscutiblemente es el recurso humano.

En al concepto "recurso humano" se incluyen no sólo los trabajadores de mantenimiento de mano de obra directa, sino también los empleados, auxiliares, supervisores, jefes y gerentes que integramos al departamento de mantenimiento los cuáles, cada uno de nosotros, tenemos un nivel de madurez y de aprendizaje por lo que debemos ser tratados de acuerdo a ello con un estilo de liderazgo distinto. Es precisamente ésto, lo que trataremos en este apartado.

Los esfuerzos por dirigir son tan antiguos como el hombre mismo, desde que se une en grupos para solucionar sus problemas reconoce que sólo consigue muy poco. Es por ello que el hombre aprovechando su influencia se une con otros pues entiende que mancomunadamente se pueden solucionar problemas de subsistencia y de desarrollo. El mantenimiento industrial obedece fielmente a esta necesidad.

Básicamente, un individuo se reúne con otras personas con la intención fundamental de lograr objetivos que él sólo no puede alcanzar.

Todas las personas que forman un grupo de mantenimiento son diferentes; esas diferencias son producto de su forma de ser y permiten que en una situación particular una persona destaque entre los demás.

Si la persona que sobresale logra influir, orientar al grupo frecuentemente y se alcanzan los objetivos, se puede decir que existe un líder.

Un líder se distingue porque se compromete, es decir hace suyo el concepto de comprometerse que significa comportarse maduramente, responsabilizarse por las acciones realizadas y sus consecuencias más no sólo se involucra que implicaría comportarse de una manera incongruente con la realidad y de manera irresponsable.

Desde la conceptualización del modelo ATMPC, un jefe es la persona que tiene un nombramiento o puesto dentro de la empresa o departamento, mientras que un líder es la persona que influye en un grupo de manera efectiva.

CONCEPTO DE LIDERAZGO:

Es una palabra sajona que en inglés se conoce como leader. Viene del verbo To Lead que es guiar, conducir, dirigir.

Realmente Liderazgo es la capacidad de influir en las actividades de un grupo para orientar los esfuerzos hacia el cumplimiento de metas y objetivos comunes. El líder es el que ejecuta el liderazgo. El liderazgo en los mandos de mantenimiento se debe aplicar para el logro de objetivos de puesto, departamento y empresa.

La influencia del líder es de dos tipos, la de POSICION que se clasifica en formal, de recompensa y de coacción, y la de RELACION que se clasifica en la de referencia y de experto. Dentro de la industria, y sobre todo en mantenimiento debido al tipo de personal técnico que tenemos, al ser Jefes ejercemos la influencia de posición y para ser líder se deben aplicar las de relación.

Los cuatro estilos básicos se pueden mover a lo largo de una nueva dimensión: La Efectividad. Cada uno de ellos puede ser efectivo o inefectivo, de acuerdo a la situación o medio ambiente que rodea al líder.

El líder administrador de mantenimiento, ahora no sólo debe tener un estilo básico y ciertas cualidades de persuasión, sino que además debe adquirir la habilidad para diagnosticar las características de su medio ambiente y tener flexibilidad para adaptar su estilo a las demandas de la situación.

Sin embargo, tenemos que preguntar: Cuáles son las variables que determinan la situación del líder?, Qué elementos debe analizar el administrador de mantenimiento para elegir su estilo de liderazgo?.

La respuesta se concreta a la necesidad de estudiar todo aquello con lo que interactuará como líder, tal como:

Organización - Superiores - Compañeros - Subordinados
Ambiente externo - Demandas del trabajo

El administrador de mantenimiento además deberá saber que si las personas bajo su cargo desean aprender, tendrán que pasar por diferentes Niveles de Aprendizaje que son: Aprendiz, Aprendiz Avanzado, Competente, Virtuoso y Maestro. Estos niveles son los que determinan el grado de dominio de una tarea específica y deberán ser conocidos a fondo por el líder con la finalidad de aplicar correctamente los estilos de liderazgo efectivo. El

administrador o dirigente de mantenimiento (mantenente) debe tener como meta convertirse él mismo en maestro.

A grandes rasgos, podemos describir las características de los niveles de madurez así:

- * N M 1 -- Aprendiz, sin experiencia, no los conocemos, no nos conocen, generalmente tienen mucho potencial.
 - Ordenamos su trabajo de manera muy estructurada.
 - Utilizamos con ellos un estilo de liderazgo dedicado.

- * N M 2 -- Aprendiz avanzado; está aprendiendo y no domina su labor; no lo conocemos bien; nos tenemos que involucrar con ellos.
 - Es necesario convencerlos de colaborar con nosotros y de que creceremos a la par.
 - Utilizamos aquí un estilo de liderazgo integrado.

- * N M 3 -- Competente; ya es digno de confianza pero aún no es un experto, maneja la información con interés.
 - Se le permite participar pero orientándolo.
 - Utilizamos aquí, un estilo relacionado.

- * N M 4 -- Experto; muy responsable e inteligente.
 - Delegamos en él las funciones **NO** la responsabilidad.
 - Utilizamos en este nivel un estilo separado.

De tal suerte, la relación de estilos de liderazgo con los niveles de madurez y aprendizaje quedan así:

RELACIONADO

Función a realizar: PARTICIPAR
Nivel Madurez Subordinado: M-3
Nivel Aprendizaje: COMPETENTE

ALTA RELACION
BAJA TAREA

SEPARADO

Función a realizar: DELEGAR
Nivel Madurez Subordinado: M-4
Nivel Aprendizaje: VIRTUOSO

BAJA RELACION
BAJA TAREA

INTEGRADO

Función a realizar: CONVENCER
Nivel Madurez Subordinado: M-2
Nivel Aprendizaje: A. AVANZADO

ALTA RELACION
ALTA TAREA

DEDICADO

Función a realizar: ESTRUCTURAR
Nivel Madurez Subordinado: M-1
Nivel Aprendizaje: APRENDIZ

BAJA RELACION
ALTA TAREA

Para concluir cabe repetir que, para obtener realmente a esos colaboradores productivos, no importa tanto el estilo de liderazgo adoptado, lo que en realidad importa es ser efectivo.

III. 5 TÉCNICAS DE SEGUIMIENTO, EVALUACION Y CONTROL DEL MODELO ATMPC

En este apartado que dá finalización a la exposición de conceptos y proposiciones del modelo de Administración Total del Mantenimiento Productivo de Calidad (ATMPC), mencionaremos y ejemplificaremos con casos reales las técnicas que sirven de apoyo en el desarrollo de la función de mantenimiento, las cuáles darán soluciones de acuerdo al equilibrio, respecto a toda la empresa, con que sean aplicadas, apoyadas y desarrolladas.

Debemos hacer notar muy firmemente que las técnicas a que se hará referencia son solamente algunas de un conjunto extremadamente extenso (como se vió en el apartado II.6) y muy sofisticadas en varios de los casos. En esta situación, es necesario aclarar que éstas últimas técnicas sofisticadas en extremo y desarrolladas en países altamente tecnificados e industrializados, no serán tratadas a fondo precisamente por su alto grado de sofisticación y por no coincidir con nuestra actual realidad técnica-industrial, es decir, que las verdaderas condiciones de la industria mexicana no permiten la aplicación de tales técnicas a esos niveles. Es por ello que el desarrollo del modelo ATMPC propone la utilización de varias técnicas que son probadamente aplicables a nuestro ámbito industrial las cuales abordaremos en este apartado y que de ninguna manera demeritan su valor en los resultados prácticos muy alentadores que arrojan.

III.5.1 INVENTARIO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO

Es esencial y fundamental saber y conocer con que maquinaria y equipo se cuenta y con el que se vá a trabajar, pero más importante aún resulta el hecho de registrarlo o inventariarlo. Por experiencia y buena costumbre profesional, más que como el resultado del desarrollo de alguna técnica en especial, al considerar el equipo de la planta, deberémos desarrollar en forma manual y escrita o por algún medio electrónico (computadora), un registro, inventario o base de datos que contenga los datos suficientes, importantes y necesarios que se puedan obtener de las propias máquinas. Tales datos variarán de equipo a equipo y de máquina a máquina dependiendo siempre del giro de la empresa, el producto a fabricar por las máquinas, su edad y procedencia, etc.; sin embargo es posible estandarizar un esquema generalizado a saber de los principales puntos a considerar y que difícilmente cambian y que posiblemente sólo sean completados por algunos otros más o menos; algunas especificaciones importantes son las siguientes:

- 1.- Nombre
- 2.- Registro
- 3.- Identificación
- 4.- Ubicación
- 5.- Uso
- 6.- Departamento asignado
- 7.- Centro de Costos asignado
- 8.- Código Asignado

- 9.- Subsistemas
- 10.- Componentes
- 11.- Subcomponentes
- 12.- Valor del sistema (\$)
- 13.- Capacidades
- 14.- Modelo
- 15.- No. de Serie
- 16.- Marca
- 17.- Fabricante
- 18.- Vendedor
- 19.- Fecha de adquisición y Número de pedido
- 20.- Datos de Placa
- 21.- Planos , Manuales , Instructivos
- 22.- Mantenibilidad (es decir, la cantidad de servicios y la frecuencia con que éstos se tengan que realizar).
- 23.- Fiabilidad (es decir, la realización del análisis de ingeniería para determinar la susceptibilidad con que el sistema está provisto para evitar una falla o mala operación que provocarían al sistema dejara de trabajar.

En la actualidad, la realización de estos inventarios siguen siendo físicos sobre la maquinaria, pero lo que ha cambiado radicalmente es la elaboración de bases de datos electrónicas en computadora por medio de los programas DBase III ó Clipper en los que se diseña la estructura de la base en forma sencilla y práctica y en donde se captura la información levantada para manipular la información completa de la forma deseada, rápida y

eficiente en segundos, evitando así la tediosa y titánica tarea de elaborar registros escritos a mano y ordenarlos en enormes archiveros que por mejor acomodados estén, nos obligan a invertir gran cantidad de tiempo y esfuerzo para la manipulación de la información contenida en ellos.

III.5.2 FICHAS TÉCNICAS Y DATA-SHEET

Las fichas técnicas son registros de información técnica que contienen una serie de datos y características propias de la maquinaria y equipo que se esté inventariando. En efecto, se puede considerar a las *Fichas Técnicas* y a los *Data-Sheet* como parte integrante del inventario de la máquina de que se trate, sin embargo, en forma particular, consideramos conveniente marcar una separación con fines administrativos, entre los datos generales del inventario y los datos técnicos de operación y característica particular de la máquina.

En las figuras III.5.1 y III.5.2, se muestran respectivamente, ejemplos reales de la conformación de una ficha técnica y de un *data-sheet*, aclarando de antemano que son ejemplos particulares de maquinaria específica y que los datos contenidos en ellos y la conformación misma de aquéllos, variará dependiendo del tipo de maquinaria, el producto que fabrique, el giro de la empresa y el tipo de administración del mantenimiento que se lleve a cabo. El modelo de ATMPC sugiere una estandarización, hasta donde sea posible y considerando los factores antes enunciados, de la conformación de tales técnicas de control probadamente útiles.

GERENCIA DE MANTENIMIENTO - PLANEACION Y PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO
FICHA TECNICA DE EQUIPO Y MAQUINARIA

MAQUINA NOMBRE: TRAPEZOIDALES No. Grupo de CODIGO: HT/0000 FECHA DE 10/00/00 REVISION:

MOTOR	TRANSM. MOTOR	REDUCTOR	TRANSM. COPLÉ	TRANSM. CADENA	MAQUINA ACOPLADA
MARCA: ASEA	BANDAS: TRAPEZOIDALES	MARCA:	MARCA:	MARCA:	
SERIE: 13547-Y	TIPO: B-71	SERIE:	TIPO:	PASO:	
ESTILO:	CANTIDAD: 3	MODELO:	TAMANO:	SPROCKET MOTRIZ:	
TIPO: 5284	POLEA MOTRIZ: MACIZA	REL. UEL.:	TAMANO:	No. DE DIENTES:	
CLASE: 13	RANURAS: 3	TAMANO:	FLECHA DE ENTRADA:	PASO:	
ARMAZON: 5284	DIAM. PASO: 7.726"	TIPO:	BUJE:	DIAM. FLECHA:	
POTENCIA: 15 HP	DIAM. FLECHA: 1 7/8"	POTENCIA:	CUNA:	BUJE:	
R P M: 1425	DIAM. FLECHA: 1 7/8"	DIAM FLECHA ENTRADA:	FLECHA DE SALIDA:	CUNA:	
VOLTS: 440	BUJE: TIBSA C-34	DIAM FLECHA SALIDA:	BUJE:	SPROCKET MOVIDO:	
AMPERES: 21.5	CUNA: 1/2"	BALERO FLECHA CUNA:	CUNA:	No. DE DIENTES:	
TEMP.: 68 C	POLEA MOVIDA: TIBSA P-5M	BALERO FLECHA OP.	FLECHA DE SALIDA:	PASO:	
CICLOS: 68	RANURAS: 3	BALERO SUP. CORONA:	BUJE:	DIAM. FLECHA:	
FACT. SERU: 1.5	DIAM. PASO: 18.66"	BALERO INF. CORONA:	CUNA:	BUJE:	
DIAM. FLECH: 1.968"	DIAM. FLECHA: 18.66"	DIST. X CENTROS:		CUNA:	
LA FLECHA: RJ6868	DIAM. FLECHA:	ENTRADA DE SINFIN:			
BALERO LAB. DIST. RMS7889	BUJE:				
TIPO Y No. CARBONES:	RATING MC:				
A1	CUNA:				
B1					
C1					
D1					

FIGURA III.5.1

GERENCIA DE MANTENIMIENTO - PLANEACION Y PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO

DATA - SHEET EQUIPO DE PLANTA

MAQUINA No. MT-25 TIPO: 8M22 BARRON & CROUTHER No DE SERIE FECHA DE MARCA: LTD. G-2762-R1 REVISION: 8/29/74

BLOCK No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BLOCK TIPO:	DOBLE	DOBLE	DOBLE	DOBLE	DOBLE	DOBLE	DOBLE	DOBLE	SEM.C.	
DIAM. DE BLOCK:	22"	22"	22"	22"	22"	22"	22"	26"		
BLOCK P.F.M.:	388	445	558	679	812	984	1181	1416		
BLOCK M/SEG:										
BLOCK R.F.M.:	67.36	89.73	96.88	116.3	141	178.8	385	245.8		
VEL. REAL BCK FPM:	387.1	464.1	557.7	666.8	801.9	957.7	1181	1483		
CENTRO DE ENGRANES:										
RELACION:	2/41	3/44	3/44	4/33	4/33	6/44	6/44	8/41		
SIN-FIN R.F.M.:	1388	1184	1428	1138	1374	1222	1463	1268		
CENTRO X POLEAS:										
DIAM. POLEA MOTRIZ:	18.4"	9.38"	18.4"	9.38"	18.5"	9.38"	9.37"	9.77"		
DIAM. POLEA MOVIDA:	13"	13.2"	12.6"	14.6"	13.2"	13.3"	11.3"	13.4"		
BANDAS (tipo/long):	B-78	B-78	B-78	B-74	B-74	B-74	B-78	B-88		
CANT. DE BANDAS:	3	3	3	3	3	3	3	4		
TIPO DE MOTOR:		ANILLOS ROZANTES								
MOTOR R.F.M.:	1728	1728	1728	1728	1728	1728	1728	1728		
MOTOR H.P.:	38	38	38	38	38	38	38	38		
RANGO DIAM. OPERACION:			8.848"	8.848"	8.888"	8.888"				
PRESION DE AGUA REAL:	2.7	2.2	2.3	2.6	2.8	2.9	2.8	2.7	K/CM2	
PRESION DE AGUA IDEAL:	3	3	2	3	3	3	2	2	K/CM2	
VOLUMEN DE AGUA REAL:				6.48 GAL/MIN						
VOLUMEN DE AGUA IDEAL:				8.8 GAL/MIN						
TEMP. ENTRADA/SALIDA OPTIMA	AMB	AMB	AMB	AMB	AMB	AMB	AMB	AMB		
TEMP. ENTRADA/SALIDA REAL	+3	+5	+8	+10	+12	+14	+15	+18		
MATERIAL:		ALAMBRE DE ACERO HK Y HC								
% DE ELONGACION:	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%		

FIGURA III.5.2

III.5.3 HISTORIAL Y BITACORAS DE MAQUINARIA Y EQUIPO

En todo proceso administrativo que se precie de serlo, es indispensable y fundamental contar con un control histórico de los hechos y acontecimientos sucedidos en un bien o en su entorno. En el caso de la administración del mantenimiento según lo sugiere el modelo ATMPC, el archivo histórico de acontecimientos, reparaciones y modificaciones hechos sobre un bien físico llámese maquinaria o equipo, es parte clave del desarrollo o no y del establecimiento y cumplimiento de un proceso de mejora continua en el mantenimiento industrial. Lo anterior se basa en el hecho de que cualquier modificación o mejora tanto en el proceso administrativo del mantenimiento así como en los propios equipos de la planta, estará fundamentada y apoyada en el acontecer histórico de aquéllos es decir, por ejemplo, para modificar cualquier parte de una máquina es necesario consultar primero su inventario, su ficha técnica y data-sheet, así como el historial de acontecimientos y reparaciones de dicha máquina y del componente a modificar, con lo que se tendrán entonces bases suficientes para tomar la decisión adecuada al caso. Algo similar sucede al pretender modificar o mejorar un procedimiento administrativo, que basará su éxito en la toma de una decisión acertada que no se dará sin conocer primeramente los datos originales y la información histórica correspondiente.

En las figuras III.5.3 y III.5.4, se muestra a manera de ejemplo real, la conformación de parte de un historial de reparaciones y costos de una máquina estiradora de alambre de

acero en reparaciones correctivas y preventivas, así como la bitacora diaria de un compresor de amoniaco anhidro tipo 8B de un sistema de refrigeración respectivamente.

III.5.4 PROCEDIMIENTO Y FLUJO DE INFORMACION

Necesaria e invariablemente, la información que se irá recabando tiene un objeto: servir de base para el análisis de los procesos de mantenimiento y la toma de decisiones más conveniente.

La información que irá surgiendo, tendrá que ser administrada para que cumpla con su objetivo pleno; para tal efecto, será necesario procesarla manual o electrónicamente pero siempre siguiendo un procedimiento, el cual deberá indicar la forma en como aquélla será manipulada en el departamento y más aún, el procedimiento nos indicará la secuencia o flujo que la misma información presentará indicando además, quienes intervendrán en su origen, seguimiento, administración y análisis.

Aprovechando que nos encontramos en una de las etapas iniciales de lo señalado por el modelo ATMPC para la administración del mantenimiento que se sugiere, en la Figura III.5.5 ilustraremos el procedimiento y flujo del sistema administrativo de mantenimiento.

En este mismo ejemplo, se puede observar la estructuración para el flujo y correspondencia de actividad de todos los involucrados en la administración de tal sistema de trabajo y, desde luego, de la información manejada en él.

GERENCIA DE MANTENIMIENTO - PLANEACION Y PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO													
HISTORIAL DE REPARACIONES Y COSTOS										ESTIMADO 1		OCTUBRE 1994	
NO.	DESCRIP.	FECHA	CONTRATO	SEÑAL	AUT. SEÑAL	ESP. REPAR.	TIME	EMPL.	EST.	EST.	EST.	EST.	EST.
1678	REP. POLEAS DE CONTRABRA	100294	910	POLEAS	01	POLEAS	REC. CAMB.	1:10	1313	5.5	67	72.5	
1695	REP. BRAZO DE FLIPPER	100294	02	FLIPPER	03	BRAZOS	SOL. REPAR.	2:30	1014	25	354	379	OK
1706	RESTABLECE BLOCK 5	100394	501	BLOCK 5	52	CONTROL ELECTRIC	ELE. REST.	0:15	1039	2.5	00	3.5	OK
1856	SE BAJA LA VEL. BCK 8	100994	801	BLOCK 8	103	AUTOMAT. DE BLOCK	ELT. AJUST.	0:30	9504	50	12	62	OK
1887	DESTAPAR CAJA BCK 6	101394	601	BLOCK 6	02	CAJA DE CONTROL	REC. LIMP.	0:25	1321	10	75	93	OK
1908	CAMB. POLEA DE FRY-OFF	101894	05	FAY-OFF	06	POLEAS ENTRADA	REC. CAMB.	2:10	7839	23	795	817	OK
1956	REU. SIST. FRENO BCK9	102594	915	SIST. FRENO BC	04	BOOSTER1	REC. CAMB.	1:30	7854	25	952	1736	
					09	VALU 5/2	REC. CAMB.				784		
2037	CONTRAPUNT SPOOLER	102694	993	CONTRAP.	02	BALEROS	REC. CAMB.	4:30	7937	45	967	1012	
2052	DEVANADOR SPOOLER	102694	999	DEVANADO	55	NICRO-SWITCH	ELE. AJUST.	0:15	7842	5.0	00	5.0	
2088	ELEVADOR SPOOLER	102694	991	ELEVADOR	12	BBA. SIST. HIDRAULIC	REC. AJUST.	1:00	1333	10	104	194	
341	REPARACION DE MOTOR DE CONTROL DE VELOCIDAD	103094		MOTOR DE CONTROL DE VELOCIDAD									OK.
		111594											

FIGURA III.5.3

GERENCIA DE MANTENIMIENTO - PLANEACION Y PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO														
BITCORA DIARIA DE COMPRESOR 88 No. 88 AMONIACO SALA MAGS. VI-3 FECHA: 87-OCT-94														
T	HORA	PRESION SUCCION	PRESION DESCARGA	AMP. MOTOR			DE MOTOR		PLASTIC FRONT	ACEITE	VALVULAS	CONDENSADOR	EMPL. NO. 1	OBSERV.
				L1	L2	L3								
1	6:00	0.25	10.2	55	54	55	OK	OK	OK		OK	7842		
	7:00	0.20	10									7842		
	8:00	0.30	10									7842		
	9:00	0.30	10.7	58	57	56	OK	OK	OK		OK	7842		
	10:00	0.32	11									7842		
	11:00	0.35	11.2									7842		
	12:00	0.47	12.3	61	60	58	MAL	OK	OK		OK	7842	FAVOR DE	
	13:00	0.52	12								OK	7842	PROGRAMAR CAMBIO DE	
	2	14:00	0.81	12.5									1333	VALVULAS MOTOR
15:00		0.80	12.5	72	73	73	MAL	OK	OK		OK	1333	LO ANTES POSIBLE	
16:00		0.87	13									1333	ATTE 7842	
17:00		1.01	14.3									1333		
18:00		1	14.5	76	75	77	MAL	OK	OK		OK	1333		
19:00		1	14									1333		
20:00		0.8	13.8									1333		
21:00		0.5	13.3	71	70	67	MAL	OK	OK	OK	OK	1333		
3	22:00	0.3	13.2									6063		
	23:00	0.2	13									6063		
	24:00	0.2	12.9	63	61	64	MAL	OK	OK		OK	6063		
	1:00	0.1	11.6									6063	SE CARROWON	
	2:00	0	11.2									6063	27 LBS DE	
	3:00	0	10.4	56	57	53	MAL	OK	OK		OK	6063	SEALING	
	4:00	0	10.2									6063	MERTIME.	
	5:00	0.1	10								OK	6063	ATTE 6063	

FIGURA III.5.4

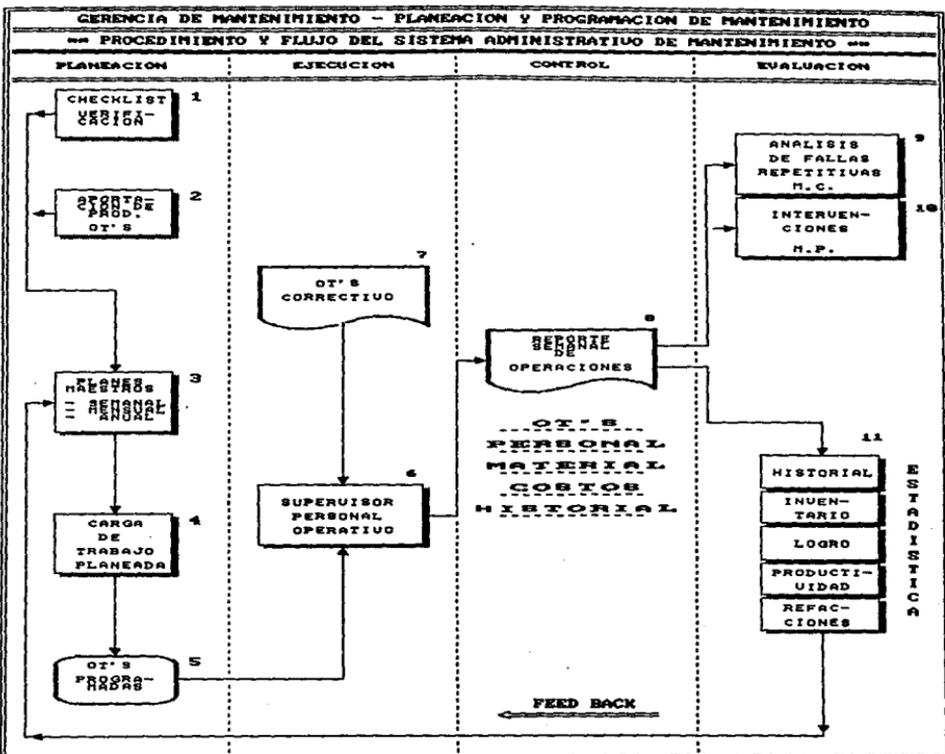


FIGURA III.5.5

III.5.5 MANUALES DE MANTENIMIENTO

El incremento en la utilización de manuales en la industria se ha acelerado gracias a los rápidos cambios tecnológicos en cuestión de equipos y materiales y al rápido crecimiento en el tamaño y objetivo de las organizaciones. Un manual es un medio efectivo para la comunicación de procedimientos adecuados o el mejor camino para llevar a término una tarea. Un manual es un libro pequeño que puede manejarse con facilidad.

Un manual de mantenimiento describe las normas, la organización y los procedimientos que se utilizan en una empresa para efectuar la función de mantenimiento. Puede incluir también métodos normalizados para el mantenimiento y/o reparación de equipos y maquinaria. Delimita los conceptos de gestión del mantenimiento de la organización y su importancia en la consecución de sus objetivos.

El personal que realiza el mantenimiento, lo hace generalmente según el grupo de procedimientos rutinarios que establecieron sus "predecesores". Cualquier iniciativa que se tome para variar los procedimientos rutinarios establecidos es vista como una amenaza y su aplicación es restringida. La decisión de evaluar las necesidades de un manual de mantenimiento descubrirá muchos lugares en donde se realiza una mala gestión del mantenimiento.

En la revisión de los procedimientos de administración del mantenimiento existentes es probable encontrar alguna de las

situaciones siguientes:

- 1.- Existe duplicación de esfuerzos.
- 2.- Existen áreas de responsabilidad que no están claramente definidas, y no existen líneas claras de autoridad.
- 3.- Existe falta de conexión en los procedimientos.
- 4.- Se está malgastando esfuerzo en áreas que ya no lo necesitan.
- 5.- Existe un papeleo excesivo.
- 6.- Se están utilizando métodos, equipos y materiales obsoletos.
- 7.- El mantenimiento depende excesivamente de una persona que se considera como indispensable.

El contenido de un manual de mantenimiento dependerá de si el manual es del tipo administrativo o del tipo técnico o una combinación de ambos. Es importante considerar la separación de los aspectos administrativos de los técnicos. esto se consigue dividiendo el manual en dos partes. La parte técnica puede contener aspectos como son las inspecciones, pintura, alumbrado, equipo de mantenimiento y reparación, etc..

Los manuales pueden contener una o más de las sig. partes:

- a) Manual de instrucciones
- b) Manual de procedimientos
- c) Manual de orden interior
- d) Manuales Técnicos
- e) Manual de organización

III.5.6 LISTAS CHECABLES

Ya que en el apartado anterior se tocó el punto de los procedimientos y se mencionó algo de las inspecciones, considerámos importante abordar el caso de una herramienta mucho muy util para el control del mantenimiento y sobre todo de las inspecciones, se trata de las listas checables o "check-list" que no son otra cosa que listados de revisión de partes específicas o generales de maquinaria, equipo, edificios o áreas de una planta industrial.

Las listas checables son un instrumento sencillo pero muy poderoso que nos ayudará en la determinación de las condiciones de la maquinaria y equipo bajo nuestra custodia y en la prevención de posibles fallas mayores. La frecuencia de utilización y el diseño y contenido de tales listas son muy particulares para cada planta y administración de mantenimiento, por tal razón en la Figura III.5.6 se ejemplifica un formato general de una lista checable. Por otra parte aprovechamos este apartado para incluir una MATRIZ DE UTILIZACION DE CONTROLES DE MANTENIMIENTO que resumirá algunos de los controles analizados hasta aquí. (Figura III.5.7)

GERENCIA DE MANTENIMIENTO - PROGRAMACION DE MANTTO.											
inspeccion de mantenimiento					REALIZA: CBMAAAPG						
FRECUENCIA: DIARIA			FECHA: 29/09/94		AREA: PASTAS/EMP						
MAQUINA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	O.T No.	
COMPRESOR SMO 83 PLANTA 2		X	X	X						PRESENTA VIBRO CONTINUA EN LA TAPA LADO COSTA. SE EXHIBEN SON LOS VALORES POR ESTAR EN MAL ESTADO. PROGRAMAR EL REEMPLAZO EN EL SIGUIENTE SERVICIO DESDE EL MOMENTO DE LA REVISION SIN SISTEA Y FALTA COLGAR CABLES DE PROTECCION.	14783
SWITCH 1	X	X	X	X						PRESENTA VIBRA SUCIEDAD SOBRE MOTOR Y BOMBA DE SIST. HIDRAULICO. REPORAR A VIBRACION EXTERNA LA CAUSA DE VIBRACION PRESENTA FUGA EN LINEA DE SUCIO A BOMBA. TUBERIA CON SOLOMINE DE ENTRADA YA NO FUNCIONA, BOMBA SIN AISLAR.	25068
CONTINHO 5 TRANSMISION		X	X	X	X					NIVEL DE ACEITE POR DEBAJO DE LIMITE; FUGA DE NIVELAR FUGA DE ACEITE POR Sello Y RESINAS DE REDUCTOR 10. SECCION. DEBASTE EN EL ACEITE EL NIVEL DE OILY 2. REVISAR; PROGRAMAR SU CAMBIO YA QUE CAUSA MAL FUNCIONAMIENTO Y BRINCAJO DE SIENTES.	26401
COMPRESOR FRICE PATRICK 2		X	X	X						NIVELAR CON ACEITE ACEMERE; FALTA APROX. 20 LITS. VNGE... FUGA DE AMONIACO EN VALVULA DE DESCARGA A SEPARADOR DE ACEITE; QUE SE REPARA ESTOPO LINEA DE SUCION REGISTRAN 2.3 M/CM3 111 VNGE CORRIGIR CARENAL.	28314
CALDERA 608 CC. No. 6		X								FUGA DE CALOR POR TAPA TAPERA; PROGRAMAR CAMBIO DE TAP-OLL.	19654
CALDERA 608 CC. SCATYBULAR	X	X	X							REVISAR VERIFICAR DE VALVULA POSICIONAR EN BOMBA SUPLENIR. FALTA VERIFICAR GENERAL DE CUBIERTO Y CUBIERTO. PLANIFICAR REVISION BOMBA SUPLENIR 2 ALIMENTACION A SEPARADOR SE ESTA NOTANDO SEGURO.	24803

FIGURA III.5.6

GERENCIA DE MANTENIMIENTO - PLANEACION Y PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO

MATRIZ DE UTILIZACION DE CONTROLES DE MANTENIMIENTO

DESCRIPCION	PREPARA	CONTROLA	REALIZA	EVALUA	FRECUENCIA
PLAN DE UTILIZACION DE MANTENIMIENTO	PLANEACION Y PROGRAMACION	PLANEACION Y PROGRAMACION	PLANEACION Y PROGRAMACION	GERENCIA DE MANTO.	UNICA
ORGANIGRAMA DE MANTENIMIENTO	GERENCIA DE MANTO.	GERENCIA DE REC. HUM.	GERENCIA DE MANTO.	GERENCIA DE PLANTA	UNICA
FLUJO DEL ADMINISTRATIVO MANTENIMIENTO	PLANEACION Y PROGRAMACION	PLANEACION Y PROGRAMACION	PLANEACION Y PROGRAMACION	GERENCIA DE MANTO.	UNICA
CODIFICACION DE PLANTA	PLANEACION Y PROGRAMACION	PLANTA EN GENERAL	PLANEACION Y PROGRAMACION	DEPARTAMENTO DE PLANTA	UNICA
INDICE DE DATOS DATA SHEET	PLANEACION Y PROGRAMACION	PLANEACION Y PROGRAMACION	SUPERVISOR DE MANTO.	PLANEACION Y PROGRAMACION	EVENUAL
BITACORA MAQUINARIA EQUIPO	PLANEACION Y PROGRAMACION	PLANEACION Y PROGRAMACION	PLANEACION Y PROGRAMACION	PLANEACION Y PROGRAMACION	EVENUAL
MANUAL DE MANTENIMIENTO	PLANEACION Y PROGRAMACION	PLANTA EN GENERAL	TODO EL DEPTO. DE MANTO.	DEPARTAMENTO DE PLANTA	UNICA
LISTA CHECABLE	PLANEACION Y PROGRAMACION	PLANEACION Y PROGRAMACION	DEPARTAMENTO DE MANTO.	DEPARTAMENTO DE MANTO.	DIARIA
ORDEN DE TRABAJO	SUPERVISOR DE PRODUCCION Y MANTO.	DEPARTAMENTO DE MANTO.	OPERATIVO DE MANTO.	DEPARTAMENTO DE MANTO.	DIARIA
VOLE DE ALMACEN DE ALMACEN	SUPERVISOR DE MANTO.	ALMACENISTA DESPACHADOR	ALMACENISTA DESPACHADOR	ANALISTA REPARACIONES DE MANTO.	DIARIA

FIGURA III.5.7

III.5.7 ORDENES DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

De alguna forma, es necesario controlar los trabajos que el departamento de mantenimiento lleva a cabo; no se puede pensar en que exista administración cuando ni siquiera se lleve el control más elemental pero al mismo tiempo importante, básico e imprescindible como lo es el control de un sistema de ordenes de trabajo de mantenimiento.

Un sistema de control de ordenes de trabajo de mantenimiento debe observar y cubrir, cualesquiera que sea su conformación y estructura, una serie de elementos informativos que serán los que darán forma definitiva al historial de la maquinaria y equipo.

Existen, porque los hay, departamentos de mantenimiento que prescinden incluso de este elemental control sin embargo, es importante observar que sin él, no tenemos siquiera posibilidad de conocer la historia o acontecer de los equipos y no tendremos además forma de registrar el trabajo de mantenimiento efectuado, lo cual hará muy difícil poder tomar una decisión acertada cuando, por ejemplo, se quiera realizar una modificación cualquiera por falta de bases justificadas.

El contenido que deberá llevar cualquier orden de trabajo tanto al generarse como al completarse, se puede decir que persigue una estandarización sin embargo, éste mismo dependerá del alcance que se quiera obtener o de las expectativas de desarrollo y complejidad que se tengan de la administración del mantenimiento. Después de todo, conviene enfatizar que toda la información contenida en una orden será susceptible de utilizarse

provechosamente. Entonces, se recomienda tener visión objetiva y tendremos que señalar que las más de las veces lo sencillo es lo más sustancioso y de más utilidad.

Generalmente, la información que deberá contener una orden de trabajo al generarse y recibirse es :

- 1.- FECHA DE LANZAMIENTO
- 2.- DEPARTAMENTO QUE GENERA
- 3.- AREA O ESPECIALIDAD A QUIEN VA DIRIGIDA
- 4.- HORA DE LANZAMIENTO
- 5.- DESCRIPCION DE FALLA O SERVICIO REQUERIDO
- 6.- NOMBRE DE QUIEN SOLICITA
- 7.- NOMBRE DE QUIEN RECIBE
- 8.- HORA DE RECEPCION

....Y al completar para entregar el trabajo es:

- 1.- PERSONAL ASIGNADO
- 2.- HORA DE INICIO
- 3.- HORA DE TERMINACION
- 4.- CAUSA DE LA FALLA
- 5.- TIEMPO DE EJECUCION
- 6.- REFACCIONES UTILIZADAS
- 7.- CONFORMIDAD DE CALIDAD DEL SERVICIO REALIZADO O NO
- 8.- FECHA Y HORA DE RECEPCION DEL TRABAJO
- 9.- TIEMPO DE PARO DE MAQUINA Y COSTO
- 10.- COSTO TOTAL DE LA FALLA

Es conveniente mencionar también, que las ordenes de trabajo pueden ser de mantenimiento correctivo o de mantenimiento preventivo, las cuáles serán generadas por las líneas productivas y por planeación de mantenimiento respectivamente. En la Figura III.5.8 se muestra un ejemplo de una orden de trabajo de mantenimiento preventivo generada de acuerdo a programa anual por planeación de mantenimiento a través de un sistema automatizado por computadora en donde todo se encuentra capturado en una base de datos, codificado y programado automáticamente de acuerdo a calendario. Por otra parte, en la Figuras III.5.9 y III.5.10 se

muestran ejemplos de ordenes de trabajo de mantenimiento correctivo una correspondiente a un sistema de administración manual, y otra administrada por un sistema automatizado por computadora la cuál genera y permite el completado desde el teclado mismo de la computadora.

III.5.8 INDICE RIME (Ranking Index for Maintenance Expenditure)

Todo en la vida real tiene una importancia, para cada uno de nosotros existen cosas o personas más importantes unas que otras; el ejercicio del mantenimiento industrial considera aún esta afirmación.

RIME es un indice de clasificación cuantitativa de los trabajos de mantenimiento, procedentes de valores numéricos computados por:

- 1.- Cada equipo o unidad de la planta.
- 2.- Cada trabajo o proyecto de mantenimiento a realizar.

El indice RIME tiene dos finalidades fundamentales:

- 1) *Fijar la importancia relativa de los trabajos de mantenimiento día a día, con objeto de que los de mayor importancia sean programados y terminados antes.*
- 2) *Ayudar a la administración de mantenimiento a asignar tiempos, costos y cantidad de mano de obra en forma más correcta, para solventar las necesidades de las plantas con mayor eficacia.*

Estas dos metas pueden ser alcanzadas con la misma serie de cifras, además nos ayudará a responder a: ¿Cuánto mantenimiento?, ¿Dónde? y ¿Cuándo?.

ORDEN DE TRABAJO MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ORDEN DE TRABAJO...: 0025049
 MM/DB/AA LANZADA...: 07/31/94
 MM/MM/SS LANZADA...: 09:53:59
 USER QUIEN LANEO...: ALAVEZ PALACIOS ALEJANDRO (CBMARAPO---MGR)

IDENT. MAQUINA.....: CD-21002 COMPRESOR DE AIRE No. 02 (150 HP) T/TORNILLO GARDNER DENVER
 ESPECIALIDAD.....: 07 FOGONERO

NUMEROS DE EMPLEADOS: 7412 / 6063 / 7298 / 1313

TIEMPO TOTAL EJECUCION: NORMAL 44_HRS. EXTRA 32_HRS. DOBLE 0 TRIPLE 4

DESCRIPCION:	TIEMPO
5003 SERVICIO PREVENTIVO SEMESTRAL	
99004 FILTRO SEPARADOR DE ACEITE 20149394 (CAMBIO)	1
99005 FILTRO MALLA SUCCION No. 20055010 (CAMBIO)	1
99006 VALVULO DE CONTROL (CAMBIO)	1
99007 MOTOR DE UNIDAD (CAMBIO)	1
99008 MOTOR DE UNIDAD (CAMBIO)	1
5004 SERVICIO PREVENTIVO ANUAL (MANTO, MAYOR)	
99009 REPLICAS ELEMENTOS DE COMPRESION...	10.5
99010 BILLOS DE UNIDAD (CAMBIO)	8
99011 SELLO MECANICO (CAMBIO)	8
99012 BILLOS DE MOTOR (CAMBIO)	8
99013 MANQUETAS EN GENERAL (CAMBIO)	8

COMENTARIOS:

SE EXTENDIO EL TIEMPO PROGRAMADO QUE ERA DE 32 HRS. YA QUE SE ENCONTRÓ BUJE SEPARADOR DEL LADO DE DESCARGA CON VARIAS FISURAS POR LO QUE SE PROCEDIÓ A DESARME MAYOR PARA SU CAMBIO.

ADENAS DEL MANTENIMIENTO PROGRAMADO SE DECIDIÓ CAMBIAR LA TOTALIDAD DEL ACEITE DEL DEPOSITO POR ACEITE NUEVO DE TRANSMISION AUTOMATICA TIPO DEXRON. (78 LIT). SE DEBERA CONSIDERAR EN LO FUTURO CAMBIAR ARRANQUE DE MOTOR CON ARRANCADOR A TENSION REDUCIDA POR CONTROL DE RAMPA O VARIADOR ELECTRONICO DE FRECUENCIA. OM.

FIGURA III.5.8

FIGURA III.5.9

ORDEN DE TRABAJO A MANTENIMIENTO		No. 21687	
DEPARTAMENTO _____	AREA DE MANTTO. _____		
HORA _____	FECHA _____	MEC.... ELECTR.... PAILERIA.....	
CENTRO DE COSTOS _____		SERV.... TALLER..... OTROS.....	
SERVICIO REQUERIDO _____			
SOLICITA _____		RECIBE _____	
		HORA _____	
PERSONAL ASIGNADO	INICIO	TERMINO	TOTAL
CAUSA DE LA FALLA _____			
REFACCIONES _____			
TRABAJO RECIBIDO	LIMPIEZA _____	COND. DE SEGURIDAD _____	
RECIBIO TRABAJO _____	HORA _____	FECHA _____	PARO EN MAQ _____

FIGURA III.5.10

FECHA: 09/20/94	HORA: 11:55:19
SISTEMA DE MANTENIMIENTO	ORDEN DE TRABAJO CORRECTIVA
OT 17755 LANZA: ALAVEZ PALACIOS ALEJANDRO 09/20/94 11:48:37	
MAQ: MT-03063 MAQUINA TREFILADORA 83 (9X18") EST-1 PLANTA 1	
ESPECIALIDAD: 01 (MECANICA) CONDICION: 01 (PARADA)	
FALLA: REPARACION DE BOOSTER DE ENTRADA DE SISTEMA DE FRENO Y BALANCEO DE BLOCK Y CONTRAPESO BLOCK 9.	
COMPLETA : NIETO LOAIZA ARTURO CBMAANLO 007842	
FECHA COMPLETADO: 09/20/94	HORA COMPLETADO: 15:35:49

1	2	3	4	T. NORM	5	T. PARO	T. EXTRA	COSTO
CPIE	S-CPT	ESP	REP	HR MN	CP	HR MN	2 3 HR MN	M. O

P H	----	----	----	----	----	----	----	----
	----	----	----	----	----	----	----	----
	----	----	----	----	----	----	----	----
	----	----	----	----	----	----	----	----

F1/F6 = CONSULTAS
 F10 = BAJA REG.
 F12 = COMPLETAR
 F24 = FIN CAPTURA
 INTRO = ACTUALIZAR

COSTOS
 M/O _____
 P/H _____
 TOTAL _____

Es comun el tratar de determinar las dos metas anteriores, ya que es inevitable que sea mayor el trabajo de mantenimiento que se necesita o se desea para la maquinaria, equipo, edificio y servicios, que el que se puede hacer con los fondos, recursos humanos y tiempo con el que se cuenta.

Es decir, que en mantenimiento por lo general, siempre hay más trabajo que hacer, que tiempo, personal, y dinero para hacerlo. esto significa que no hay más remedio que demorar algunas ordenes de trabajo.

La situación relativa de la importancia del trabajo y la importancia de la máquina, tiene que considerarse día con día, pues de lo contrario es probable que el esfuerzo de que se dispone sea empleado en forma impropia y que el trabajo critico no sea terminado con oportunidad. De tal forma, surge la siguiente pregunta: ¿Cuál trabajo debe ser hecho primero?.

Para elaborar el indice RIME deben tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Debe abarcar todo lo que hay en la planta.
- b) Debe ser comprendido y respetado por producción y mantto.
- c) debe estar basado en cifras reales.
- d) Debe ser bastante flexible para utilizarse siempre.
- e) Debe permitir que sean bastante amplios los valores.
- f) Deben ser desarrollados y controlados por niveles responsables.

¿ Forma de emplear el RIME ? : El sistema conta de 2 partes:

- 1.- Clasificación de cada equipo o unidad.
- 2.- Una clasificación de cada trabajo o "proyecto" de mantenimiento.

Se hace indice para cada parte y ambos se combinan.

La clasificación de prioridad relativa, viene a ser pues, un anotar o disponer los trabajos de acuerdo con una secuencia numérica adecuada. La combinación de las dos partes proporciona una determinación cotidiana de cuáles trabajos de mantenimiento hacer primero.

El RIME es un concepto que se define como la jerarquización de un equipo. Pues bien, cuando las condiciones reales no permiten resultados prácticos, conviene reducir a una simplificación del índice RIME y para ello se considerará solamente la importancia de la máquina y la del trabajo.

Este método, nos proporciona razones lógicas para el sistema de asignación de prioridades de mantenimiento tomando en cuenta:

- 1.- Hacer un código de la maquinaria, equipo, edificio, etc., clasificando los 10 grupos principales; calificando con 10 al grupo más importante y con 1 al de menor importancia.
- 2.- Hacer un código para la clase de trabajos, clasificando los 10 grupos principales; calificando con 10 al grupo de mayor importancia y con 1 al de menor importancia.

En la figura III.S.11 se muestra la tabla básica del índice RIME en donde podemos observar que de acuerdo con esta aplicación, el número del RIME se determina multiplicando la clave de la máquina por la clave de prioridad del trabajo.

En consecuencia el trabajo más importante del RIME lleva el número 100 y el menos importante el número 1.

Los números del RIME se calculan para cada orden de trabajo al recibirse ésta. La prioridad se asigna a los trabajos con base en el número RIME más alto.

FIGURA III.5.11

*** TABLA BASICA DEL INDICE R I M E ***

CLAVE	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CLASIFICACION DE PRIORIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO DE MANTTO.
10	EQUIPO DE SERVICIOS, CLAVES QUE PARARIAN TODA LA PLANTA O AREAS MUY IMPORTANTES	10	PAROS IMPREVISTOS DE ENERGIA O DE PELIGRO GRAVE A LA SEGURIDAD DEL PERSONAL
09	EQUIPO CLAVE DE PRODUCCION QUE NO TIENE REEMPLAZO	09	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
08	EQUIPO CLAVE DE PRODUCCION QUE TIENE REEMPLAZO O LINEA ALTERNATIVA	08	SERVICIOS Y ACTIVIDADES A PRODUCCION
07	EQUIPO FIJO DE MANEJO DE PRODUCTO O MATERIALES	07	MANTENIMIENTO CORRECTIVO REPARACION DE REEMPLAZO
06	EQUIPO MOVIL DE MANEJO DE PRODUCTO O MATERIALES	06	PAROS PROGRAMADOS FORZADOS
05	EQUIPO DE PRODUCCION NO CLAVE QUE NO TIENE REEMPLAZO	05	TRABAJOS RUTINARIOS O DE SEGURIDAD QUE NO REQUIEREN PARAR LOS EQUIPOS
04	EQUIPO DE PRODUCCION NO CLAVE QUE TIENE REEMPLAZO	04	MODIFICACION A LOS EQUIPOS PARA MEJORAR VOLUMEN Y CALIDAD DE PROD.
03	EQUIPO PARA RECUPERAR O REPROCESSAR SUB-PRODUCTOS	03	MODIFICACION A LOS EQUIPOS PARA REDUCIR COSTOS DE PRODUCCION
02	EDIFICIOS Y ZONAS DE TRANSITO NECESARIOS PARA LA PRODUCCION	02	SANITIZACION, HIGIENE Y ACABADOS
01	EDIFICIOS, PASILLOS Y OFICINAS NO ESCENCIALES PARA LA PRODUCCION	01	TRABAJOS NO DE RUTINA: FLOMERIA, ORNAMENTO Y DECORACION DE OFICINAS

Será como coincidencia que dos índices RIME sean numéricamente iguales para el mismo trabajo.

Sin embargo, todo lo anterior persigue invariablemente una administración más eficaz y, ésta a su vez depende de las estimaciones base para :

- a) Programar el trabajo.
- b) Regular el número de trabajadores.
- c) Proporcionar una carga de trabajo completa.

Ahora bien, como no todos los trabajos realizados por mantenimiento presentan la misma urgencia, es conveniente establecer una TABLA DE PRIORIDAD Y TIEMPO con la cuál se indica el tiempo en que se comprende que puede ser realizado el trabajo además de la gravedad del mismo.

TABLA DE PRIORIDAD Y TIEMPO

CLAVE	PRIORIDAD	TIEMPO
E	EXTRAURGENTE	MAXIMO UN TURNO PARA SU EJECUCION
U	URGENTE	MAXIMO UN DIA PARA SU EJECUCION
A	A	MAXIMO UNA SEMANA PARA SU EJECUCION
B	B	DE 2 A 3 SEMANAS PARA SU EJECUCION
C	C	MAS DE 3 SEMANAS PARA SU EJECUCION

III.5.9 HISTOGRAMAS Y DISPONIBILIDAD DE EQUIPO

Para ejemplificar la utilización de histogramas en el modelo AIMPC, tomaremos la utilización del INDICE DE DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA Y EQUIPO que no es sino el parámetro en el que confluyen dos términos uno de los cuáles tiene en cuenta la frecuencia de las fallas y el otro el tiempo necesario para la reparación. La disponibilidad está relacionada directamente con la posibilidad de utilización de la instalación desde el punto de vista técnico. En general, es suficiente referirse a la disponibilidad con un valor de régimen válido cuando ha transcurrido cierto tiempo; en este caso el valor es constante en el tiempo y vale lo que la relación porcentual entre tiempo de funcionamiento y tiempo total.

La fórmula de la disponibilidad D viene dada por:

$$D = TD/(TD+TFS)$$

donde TD representa el tiempo en que el equipo está realmente disponible para el funcionamiento, es decir, puede ponerse en servicio (independientemente de que se decida hacerlo funcionar o no) y TFS representa el tiempo fuera de servicio imputable a fallas técnicas de mantenimiento.

Pues bien, un ejemplo de disponibilidad del equipo de producción de cobrizado de alambre nos servirá para mostrar las bondades de un histograma pero, definamos primeramente a un histograma como:

Histograma es una gráfica de barras que permite la representación de datos en forma ordenada con el fin de determinar

las veces que ocurren las variaciones de los datos.

OBJETIVOS:

1.- Obtener el conocimiento acerca de la distribución de la población a analizar.

a) forma de la distribución.

b) Localización de la distribución.....MEDIA.

c) Dispersión de la distribuciónDESVIACION STD.

2.- Conocer la relación entre los límites de especificación o de tolerancia y la distribución de la población a analizar.

a) Si existe tendencia entre la MEDIA de la distribución de la población y el valor medio de los límites de especificación o de tolerancia.

b) El número o radio de defectos.

En la Figura III.5.12 , se muestra el histograma que ejemplifica todo lo descrito anteriormente

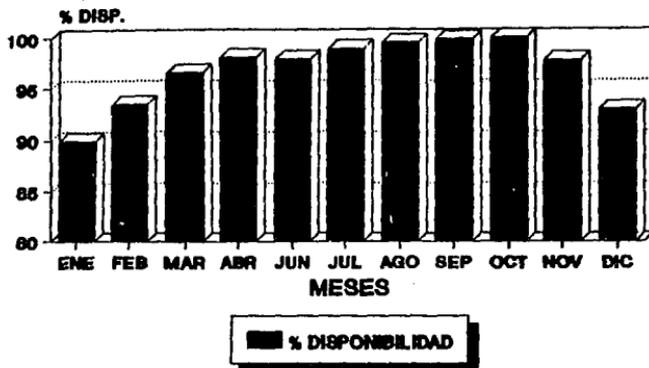
III.5.10 DIAGRAMA DE PARETO (PRINCIPIO 80-20)

Este diagrama es el primer paso para la realización de mejoras en el proceso de mantenimiento, ya que representa los problemas o factores "pocos vitales y muchos triviales".

Un diagrama de pareto, es una gráfica que representa en forma ordenada en cuanto a importancia o magnitud la frecuencia de la ocurrencia de las distintas causas de un problema.

Obedeciendo a la experiencia adquirida durante estos años de desarrollo profesional dentro del mantenimiento industrial en algunas empresas, si alguien me preguntara acerca de quién es el

FIGURA III.5.12
HISTOGRAMA DE DISPONIBILIDAD DE EQUIPO



1993 (META 97%)

mejor amigo del administrador de mantenimiento, tendríamos que responder que es el "Sr. Pareto", y si preguntasen ¿Porqué?, pues porque nos guía en la jerarquización de problemas.

En nuestro trabajo diario y aun fuera de él hay siempre cosas importantes que hacer, pero ¿qué tan importante es cada cosa?. En la ingeniería de mantenimiento hay que resolver problemas que tienen una causa y con frecuencia su grado de dificultad y su número nos abruman dejándonos sin saber qué hacer.

Lo conveniente es aplicar el esfuerzo a aquellos problemas más importantes, haciendo una lista de todos, pero ordenándolos por la gravedad de las consecuencias que acarrearían. Así se puede

dedicar tiempo y esfuerzo a los primeros problemas que encabezan la lista y pronto se obtienen magníficos resultados.

Pareto descubrió que la seriedad o cantidad de las consecuencias de un fenómeno se distribuyen más o menos de acuerdo con este principio:

"El 80% de la magnitud de las consecuencias es originada por el 20% de las causas".

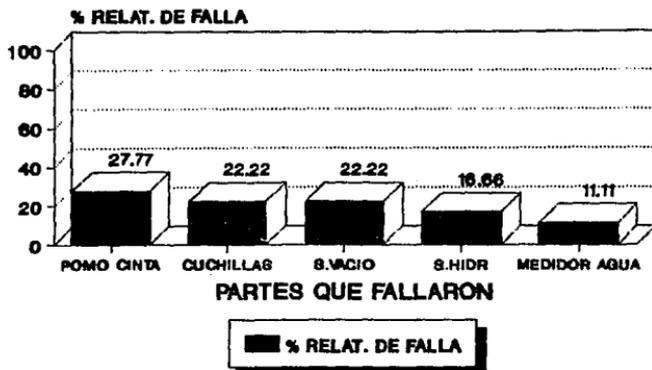
siendo el ingeniero de mantenimiento fundamentalmente un administrador, debemos obtener del principio anterior las bases para la toma de decisiones acerca de la forma de atacar los problemas de mantenimiento, y no nada más esto, pues muchas decisiones se estructuran según este criterio; por ejemplo:

- a) ¿Qué tanto material de cada tipo se debe tener?
- b) ¿Qué refacciones deben existir?
- c) ¿Cuántas personas deben asignarse a cada área?
- d) ¿En qué máquinas debe extremarse el personal?
- e) ¿En qué áreas se debe capacitar al personal?
- f) ¿Qué instalaciones o sistemas deben tener respaldo?

En los factores problema a resolver dentro de un proceso de mantenimiento, siempre hay pocos vitales y muchos triviales, por lo cual debe seleccionarse el problema principal que debe ser atacado. Es más fácil disminuir en un 50% un problema grande, que disminuir totalmente uno pequeño.

La utilidad del diagrama de Pareto es muy extensa, por experiencia propia ejemplificaremos dicho diagrama aquí, como un indicador de FALLAS REPETITIVAS o bien factores repetitivos que intervienen en el proceso de trabajo de una MAQUINA MEZCLADORA DE CARNE AL VACIO como se vé en la Figura III.5.13..

FIGURA III.5.13
PARETO DE FALLAS EN KUTTER No. 03



SEMANA 38

DIAGRAMA DE FALLAS POR COMPONENTE TABLA DEL PARETO

TIEMPO DE FALLA	FALLA	CASOS	%FALLA	%RELATIVO DE FALLA	%ACUMUL. DE FALLA	TOTAL FALLAS
2:20	POMO CINTA	5	20.00	27.77	27.77	25
4:30	CUCHILLAS	4	16.00	22.22	49.99	
1:55	SIST. DE VACIO	4	16.00	22.22	72.21	
3:00	SIST. HIDRAULICO	3	12.00	16.66	88.87	
1:25	MEDIDOR DE AGUA	2	08.00	11.11	99.98	
		18	72.00	99.98	338.82	25

III.5.11 MATRIZ DE SELECCION DE PUNTOS CRITICOS

Esta técnica no difiere mucho del diagrama de Pareto en cuanto a concepción, objetivos y esquema básico de funcionamiento.

Esta técnica se rige por las siguientes consideraciones:

- Normalmente en mantenimiento hay más de un problema que resolver en un momento dado.
- Si no se cuenta con una herramienta que sirva de guía, es común no saber por donde empezar y esto causa "parálisis" de acción.
- Los problemas de mantenimiento pueden compararse/evaluarse utilizando algunos criterios que ayuden a fijarles una prioridad relativa para su solución.
- Algunos criterios útiles en mantenimiento serían:
 - * Importancia
 - * Urgencia
 - * Tendencia (en el tiempo)

Sin embargo, los criterios pueden variar según sea el caso. Otros criterios pueden ser por ejemplo, Costos para la compañía, impacto, etc.

Una vez seleccionado el problema a resolver, se debe identificar el proceso en donde ocurre dicho problema.

El Dr. Deming afirma que el 94% de los problemas que se generan en una organización, se debe al SISTEMA DE TRABAJO, y únicamente el 6% están relacionados con la gente.

En la siguiente figura No. III.5.14 se muestra la conformación de una matriz que ejemplifica la priorización para la solución de problemas de un caso real de mantenimiento.

FIGURA III.5.14
MATRIZ DE SELECCION DE PUNTOS CRITICOS

PROBLEMAS	CRITERIO			CALCULO	PRIORID
	IMP	URG	TEND		
1. - ADQUISICION DE MATERIALES DEFECTUOSOS O FUERA DE ESPECIFICACION.	5	3	5	75	2do
2. - DIBUJOS Y ESPECIFICACIONES DEFECTUOSOS.	4	4	3	48	3ro
3. - MAL FUNCIONAMIENTO DE TORNOS REVOLVER DE TALLER MECANICO.	5	3	3	45	4to
4. - FALTA DE PERSONAL 3er TURNO	4	3	2	24	6to
5. - IRRESPONSABILIDAD, NEGLIGENCIA O TORTUGISMO DEL PERSONAL APARATISTA.	5	5	5	125	1ro
6. - PERIODOS VACACIONALES DEL PERSONAL APARATISTA DEMASIADO LARGOS Y CON TRASLAPE.	3	2	5	30	5to

ESCALA : 1 2 3 4 5 6

POCO IMPORTANTE POCO URGENTE TIENDE A MEJORAR	MUY IMPORTANTE MUY URGENTE TIENDE A EMPEORAR
-----------------------------------------------------	----------------------------------------------------

En este ejemplo se presentan algunos puntos que se consideran criticos para el desarrollo de una tarea de mantenimiento como lo es la fabricación de piezas mecánicas de repuesto en los tornos revolver de taller por parte de los mecánicos aparatistas de planta y que, en este caso han representado un problema en conjunto que se tendrá que solucionar resolviendo punto a punto la matriz anterior, es decir, priorizando solución a cada punto crítico.

"GENERALMENTE LAS PERSONAS NO HACEN MAL SU TRABAJO PORQUE ASI SE LO PROPONGAN. SINO PORQUE EL SISTEMA EXISTENTE NO LES PERMITE HACERLO MEJOR"

III.5.12 DIAGRAMA CAUSA - EFECTO (ISHIKAWA)

El diagrama de CAUSA - EFECTO divide las causas que afectan o influyen en determinada característica de calidad.

El uso de este diagrama facilita en forma notable el entendimiento del proceso y a su vez elimina la dificultad de controlar la calidad en el mismo, aún en situaciones de relaciones demasiado complicadas.

El "esqueleto de pescado" como se le conoce también es la representación gráfica de:

- Las relaciones que tienen un problema (EFECTO) con sus posibles causas.
- Los factores potenciales (CAUSAS) que producirán el resultado deseado (EFECTO).

Para la elaboración de un diagrama causa-efecto, se tiene que:

- 1.- Registrar el efecto (Problema o Resultado deseado).
- 2.- Realizar una tormenta de ideas sobre las posibles Causas o Factores Potenciales.
- 3.- Depurar la lista, eliminando las ideas repetidas.
- 4.- Determinar las categorías del diagrama.

Nota: Estas categorías únicamente sirven como etiquetas para clasificar las ideas y se eligen dependiendo de la naturaleza del caso. Si esto no resulta fácil, se recomienda utilizar las siguientes: GENTE, METODOS, MATERIALES, MAQUINARIA Y EQUIPO, MEDIO AMBIENTE, GERENCIA.

- 5.- Agrupar las ideas ubicándolas en la categoría más representativa.

6.- Transferir la información al formato del diagrama.

7.- No olvidar encabezado, fechas y demás información para futuras referencias.

Los beneficios que se obtienen al utilizar el diagrama de causa-efecto son:

- Elimina el síndrome de la "Causa Unica".
- Uniformiza el entendimiento de la situación entre todos los involucrados.
- Promueve y fortalece el trabajo en equipo.
- Facilita la creación de una buena estrategia para la recolección de datos.
- Ayuda a detectar las causas de la dispersión en las características de calidad del mantenimiento.
- Ayuda a prevenir los problemas.
- Se adquieren nuevos conocimientos al conocer las interrelaciones de los factores causales dentro del proceso de mantener.
- Muestra el nivel de conocimiento tecnológico.
- Su análisis ayuda a determinar el tipo de datos que deben de obtenerse, para confirmar el efecto de los factores que fueron seleccionados como causas del problema.

En la figura III.5.15 se muestra el diagrama causa-efecto que por sí sólo se explica.

“ESTE DIAGRAMA ES UNA HERRAMIENTA CUALITATIVA, NO CUANTITATIVA”

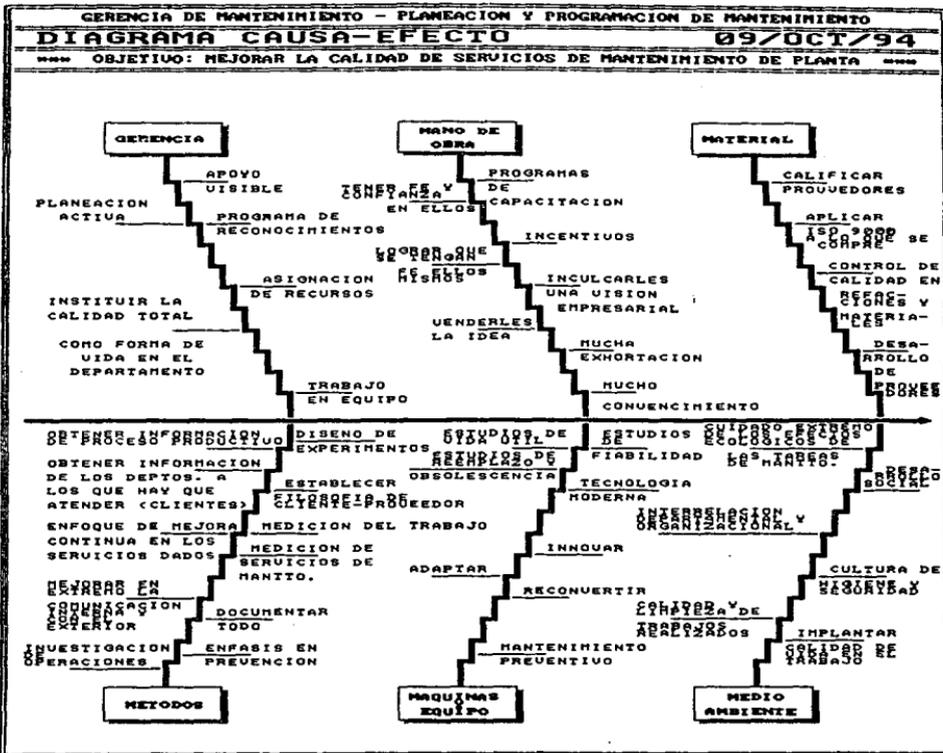


FIGURA III.5.15

III.5.13 GRAFICA DE GANTT

Ciertas técnicas son necesarias para la programación general básica del mantenimiento y para la formulación de itinerarios de los trabajos de mayor importancia. Por ejemplo, si la gerencia de la planta careciera de medios para conocer el adelanto de la planeación y ejecución de los trabajos, decidiría inciertamente. La Gráfica de Gantt ha sido utilizada con muy buenos resultados durante hace ya varios años.

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

En la figura III.5.18 se muestra un ejemplo de utilización de la gráfica de Gantt para un proyecto de mantenimiento y montaje de un equipo a cambiar de planta en una fábrica de alambre de acero.

GERENCIA DE MANTENIMIENTO - PLANEACION Y PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO
PROYECTO QUERETARO---CUAUTITLAN || DIC 1994

TRABAJO	1994												OBSERVACIONES										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12											
01 REPARACION DE MOTOR EN PLANTA DE GAS.	P	X	X	X									R	=	=								terminado
02 DEMOLICION DE LINEA PLANTA GAS.	P	X	X	X	X	X							R	=	=	=	=						terminado
03 DEMOLICION DE LINEA PLANTA GAS.	P	X	X	X	X								R	=	=	=	=						terminado
04 REVISION DE LINEA EN PLANTA COQUI.	P				X	X	X						R					=	=				terminado
05 DEMOLICION DE LINEA EN PLANTA GAS.	P	X	X	X									R	=	=								terminado
06 REVISION DE LINEA EN PLANTA COQUI.	P			X	X	X							R			=	=	=					Problema con planificadores horno piloto terminado
07 TRABAJO EN BOMBAS EN PLANTA COQUI.	P				X								R										terminado
08 MANTENIMIENTO EN BOMBAS Y ANEXOS.	P				X	X	X						R					=	=				terminado
09 COMISION DE TRABAJO EN PLANTA COQUI.	P				X	X	X	X					R					=	=				se termino por problemas de programación
10 REVISION DE BOMBAS EN PLANTA COQUI.	P					X	X	X					R					=	=				se termino por problemas de programación
11 TRABAJO EN BOMBAS INTERMEDIAS Y BOMBAS.	P				X	X	X	X	X	X	X	X	R					=	=	=	=	=	terminado
12 TRABAJO EN BOMBAS Y TRAPUNTES.	P				X	X	X	X	X	X			R					=	=	=	=		terminado por problemas de programación
13 TRABAJO EN BOMBAS Y TRAPUNTES.	P									X	X	X	R										se termino para hacer la revision a las 12:30
14 TRABAJO EN LINEA EN PLANTA COQUI.	P				X	X	X	X	X	X	X	X	R										terminado
15 TRABAJO EN BOMBAS EN PLANTA COQUI.	P					X	X	X	X	X	X	X	R										se termino para hacer la revision a las 12:30

FIGURA III.5.16

151

III.5.14 METODO DE LA RUTA CRITICA

El método de la ruta crítica es una herramienta administrativa mediante la cual aparecen inmediatamente los diversos aspectos de un mismo proyecto. Es un plano de caminos en el que pueden apreciarse diversos puntos tales como los cuellos de botella producidos por dificultades materiales o técnicas, los problemas de campo, las fechas de finalización de las diversas fases del proyecto, y la fecha de final de todo el proyecto.

Este método ha tenido buen éxito en labores de mantenimiento. Aquellos trabajos para los cuales el método es deseable son las reparaciones y paros temporales que impliquen una pérdida de producción. El diagrama y la gráfica de mano de obra necesaria dan un programa para la utilización eficiente del tiempo y los hombres disponibles. El diagrama debe construirse de manera que exista la máxima cantidad posible de tareas que se realicen al mismo tiempo, siempre que esto sea lógico, ya que ello implicará intervalos de flotación máximos.

En si, el método de la ruta crítica recurre a un diagrama de flechas que representa las interrelaciones de los distintos trabajos de un proyecto.

La ruta crítica se expresa entonces a saber por :

- 1) Eventos o nodos, que constituyen un punto claramente definido en el señalamiento del tiempo en que principia o termina un trabajo del proyecto
- 2) Trabajos o actividades, que son los que se desarrollan entre evento y evento, y que tienen que terminarse antes de que tenga lugar la siguiente actividad.

El empleo de FLECHAS simbolizando los trabajos, con sus duraciones de tiempo señaladas, y de CIRCULOS que representan los eventos, hace que se pueda establecer una relación definida para el avance o progresión del proyecto. Este diagrama exige establecer el trazo de eventos y tareas, analizar las relaciones entre ellos, estimar su tiempo de duración y fijar fechas para cada evento. La determinación del mayor tiempo transcurrido a lo largo del diagrama es la RUTA CRITICA de principio a fin. El método de la ruta crítica tiene la ventaja de una extrema flexibilidad en cuanto a fechas. En cualquier momento, durante el desarrollo del proyecto, se puede determinar con exactitud dónde es posible disminuir el plazo a efecto de abreviar el tiempo previsto para la terminación de aquél. El análisis indicará qué elementos del diagrama es probable que causen demoras, con lo que será posible emprender una acción inmediata para evitarlas, lo cual equivale a planear pre-crisis.

A continuación mostraremos un ejemplo real de utilización del método de la ruta crítica desarrollado en una planta de alambre de acero por el departamento de planeación de mantenimiento para la instalación de un Horno de Austenización a utilizarse en el patentado del alambre de acero. Cabe aquí hacer notar que las pretensiones de este trabajo no son la de ser un texto para la enseñanza de estos métodos, sino sólo mostrar la gran utilidad que tendrían en la práctica real del ingeniero de mantenimiento, por lo que no entraremos en los procedimientos de solución de aquéllos y sólo mostraremos resultados finales de cada ejemplo.

Para el ejemplo citado, se tienen cuatro pasos imprescindibles para la solución de este método, a saber:

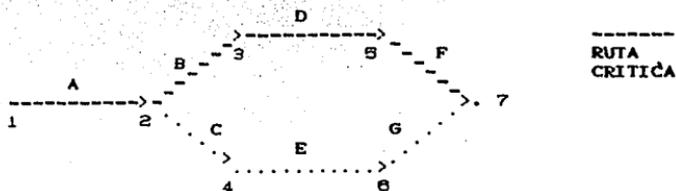
- 1) Construcción de una tabla que indique las tareas o flechas ordenadas de manera ascendente, con indicación de su punto de arranque y su punto final o vértice.

TAREAS	INIC	FIN
A) Maniobra de colocación, cimentación y anclaje del cuerpo principal y estructura base.	1	2
B) Colocación de refractario en boveda y fraguado de mortero en su totalidad.	2	3
C) Conexión de alimentaciones de gas, electricidad y gas endotérmico.	2	4
D) Habilitación y colocación de quemadores	3	5
E) Colocación y conexión de instrumentos de control de temperatura y seguridad.	4	6
F) Pruebas de funcionamiento particular de cada componente.	5	7
G) Calentamiento de hogar, pruebas y ajustes de operación en conjunto del horno. Puesta en marcha.	6	7

Las flechas o tareas mostradas en el anterior cuadro tienen una duración en DIAS (para este ejemplo) como sigue:

A = 1 DIA	C = 2 DIAS	E = 4 DIAS	G = 3 DIAS
B = 7 DIAS	D = 5 DIAS	F = 6 DIAS	

- 2) Dibujo formal de nuestro diagrama de rutas de acuerdo a nuestro bosquejo que deberá ser previamente construido. El diagrama deberá seguir ciertas reglas de identificación, por ejemplo, para la identificación de las flechas pueden usarse las letras A, B, etc., o cualquier otra. Es necesario identificar los puntos de arranque y terminación con números comenzando con el 1 para el punto inicial del proyecto. Lo importante es que el punto de arranque de cada flecha tenga una numeración inferior a su punta. Para nuestro ejemplo:



Para este ejemplo, se ve inmediatamente que el camino A,B,D,F es el más largo del diagrama pues dura en total 19 días mientras que el camino A,C,E,G dura sólo 10 días. Por lo tanto el camino A,B,D,F constituye la ruta crítica mientras que en el otro camino existe un intervalo de demora o flotación de 9 días. En diagramas más complicados no se ve tan fácilmente la ruta crítica y es necesario efectuar cálculos, ya sea manualmente como aquí se hizo para este ejemplo sencillo pero ilustrativo o bien, mediante la ayuda de una computadora con la que incluso ya no es necesario más que introducir las condiciones iniciales ya que existen paquetes de simulación-control de proyectos que realizan todo en absoluto.

- 3) *Construcción de la Matriz Triangular correspondiente al diagrama. Aquí se colocan horizontalmente en la parte superior los números correspondientes a los vértices de las flechas y verticalmente y a la izquierda se colocan los números que correspondan a los puntos de arranque de las mismas y se dibuja con un trazo más fuerte la diagonal principal de la matriz. Los tiempos asociados a las flechas, incluyendo los ceros correspondientes a las flechas de puntos, de los cuales no hay ninguno en nuestro ejemplo, se colocan en el lugar que les corresponde en el triángulo de la matriz. El triángulo se utiliza para CALCULAR lo más pronto que puede empezar y lo más tarde que puede terminar cada una de las tareas. El cálculo comienza anotando un 0 a la izquierda de la columna 1 ya que para empezar el punto 1 no es necesario que transcurra ningún tiempo. Para el número 2 debe buscarse en la columna 2 en la que figura solamente un 1. Este valor debe sumarse al 0 que se halla a su izquierda y fuera del cuadrado y la suma de ambos debe anotarse debajo de este último valor. Lo más pronto que puede comenzar 2 es 1.*

De esta forma, se sigue calculando hasta que se observe que en la columna que se ha escrito afuera de la matriz puede hallarse la duración total del trabajo que es de 19 días. Para hallar lo más tarde que terminará 6 debe observarse horizontalmente en el renglón 5 en el que sólo figura un 3, valor que debe restarse del 19 que figura debajo de él con lo que resulta 16 que debe situarse debajo de la columna 6 y fuera del cuadrado. Después de todo ello y de haber completado la matriz, debe resultarnos un 0 debajo de la columna 1, y en caso contrario habremos cometido algún error.

De esa forma construimos la matriz triangular siguiente:

COMIENZO
TEMPRANO

	X	2	3	4	5	6	7
0	1	1					
1	2		7	2			
8	3				5		
3	4					4	
13	5						6
7	6						3

19 0 1 8 12 13 16 19

FINAL
TARDIO

- 4) Finalmente, se llega a una tabulación total que nos muestra toda la información referente a la ruta crítica que deberá seguirse en el proyecto y los valores de tiempo y recursos de todas las demás rutas, con lo que el ingeniero de mantenimiento tiene una visión detallada del posible desarrollo de sus labores dentro del proyecto para la mejor toma de decisiones antes y durante el proyecto.

TAREA	A	B	C	D	E	F	G
PUNTO DE ARRANQUE	1	2	2	3	4	5	6
PUNTA	2	3	4	5	6	7	7
TIEMPO ASOCIADO	1	7	2	5	4	6	3
PRIMER COMIENZO	0	1	1	8	3	13	7
ULT. TERMINACION	1	8	3	13	7	19	10
ULTIMO COMIENZO	0	1	10	8	12	13	16
PRIMERA TERMINAC.	1	8	12	13	16	19	19
INTERV. FLOTACION	0	0	9	0	9	0	9
MARGEN LIBRE	RC	RC	0	RC	0	RC	0

Los comienzos más tempranos que están en la anterior tabla, corresponden a los números de los puntos de arranque de las flechas o tareas de la matriz.

Para obtener las terminaciones más tempranas, basta sumar el tiempo asociado a cada flecha o tarea al valor del comienzo más temprano.

Las terminaciones más tardías vienen dadas en la matriz triangular para los números que corresponden a las puntas de las flechas o tareas.

El intervalo de flotación es el tiempo que puede retrasarse una tarea sin afectar a la ruta crítica o a la duración total del proyecto. Se calcula restando el final más temprano del final más tardío. Cualquier tarea que tenga un intervalo de flotación nulo estará en la ruta crítica.

El margen libre es el tiempo que puede retrasarse una tarea sin que se afecte con ello a otra tarea.

Con esto queda terminada la tabla de cálculos correspondientes al diagrama de nuestro ejemplo, en donde las tareas A, B, D, F forman la ruta crítica en la que nos deberemos basar para el desarrollo y terminación de nuestro proyecto cubriendo tiempos de holgura para la realización de todos y cada una de las tareas que conforman el proyecto en su totalidad.

III.5.15 MEDICION Y SIMPLIFICACION DEL TRABAJO EN MANTENIMIENTO

La mejor manera de describir la simplificación del trabajo es quizá como el empleo de la capacidad humana para animar y facilitar la búsqueda y la implantación de métodos de trabajo más eficaces.

En los últimos 25 años, la medición y la simplificación del trabajo han ganado rápidamente una gran popularidad. La mayor parte de estos programas ha tenido éxito, dando como resultado una multitud de reducciones de costos e innovaciones de beneficio creciente originalmente en los métodos de producción y ahora en innumerables aplicaciones incluyendo desde luego al mantenimiento industrial.

La importancia de abordar este tema dentro de este trabajo, radica en que una optimización del mantenimiento implica necesariamente establecer técnicas organizadas para la mejora de métodos de trabajo que, en conjunto con todo lo hasta ahora expuesto y lo que vendrá adelante, permitirán un avance en la búsqueda de la mejora continua en mantenimiento.

A pesar de los grandes avances de la tecnología de la computación y la automatización, actualmente el trabajo manual predomina en varios niveles y el mantenimiento es muestra fiel de ello. En el trabajo de mantenimiento existe una interacción entre el trabajador y su ambiente físico que puede producir serios efectos en las mediciones de fatiga, productividad, calidad, salud,

y la aceptación del trabajo por el obrero. Los modelos de sistemas de mantenimiento hombre-maquina necesitan tener en cuenta todos estos factores físicos, fisiológicos y psicológicos.

Toda actividad que involucra trabajo está sometida a un cierto grado de control. Para establecer este registro es necesario comparar condiciones reales y efectivas con una meta.

Cuando no hay metas, objetivos o normas fijadas por la dirección del mantenimiento, los trabajadores proceden a establecerlos. La práctica común consiste en delegar en el trabajador esa responsabilidad. Cada individuo decide lo que le parece una jornada justa. Claro, el obrero cumplido y consciente se fija metas elevadas, y el irresponsable se propone objetivos fáciles de alcanzar con el mínimo de esfuerzo.

A menudo, la responsabilidad se deja al supervisor que, cuando es cumplido la acepta y fija metas, exigiendo a su personal un desempeño razonable pero, contando sólo con sus conocimientos y personal criterio para juzgar, dichos fines podrán ser severos o flojos. Generalmente el supervisor o el jefe de mantenimiento que exigen mucho, son impopulares y hasta "satanizados" por los trabajadores y el sindicato.

Se exponen ahora, algunas ventajas de la medición del trabajo:

1) *Un mejor desempeño a un costo más reducido.*

(Según la experiencia personal en 6 empresas, el rendimiento de la mano de obra de mantenimiento suele ser de sólo 50 a 60% de un nivel de jornada de 100%. Cuando se cuenta con un programa conveniente de control, la efectividad llega a aumentar hasta un 75% y eventualmente hasta 85% cuando existen incentivos.)

FALLA DE ORIGEN

2) *Disminución de las demoras.*

(Las tardanzas debidas a un deficiente servicio de almacén, frecuentemente constituyen hasta un 25% del total de demoras encontradas por el personal de mantenimiento. Un almacén bien organizado y abastecido puede reducir mucho el número de atrasos ocasionados por falta de material. Las interferencias en la producción y un conocimiento incompleto o deficiente del trabajo ordenado, componen otro 25% de tiempo perdido.)

3) *Reducción del tiempo de paro.*

4) *Perfeccionamiento del mantenimiento preventivo.*

Existen varios tipos de medición y algunos se utilizan más que otros. A saber, tenemos:

1) *Estimación del trabajo.*

(La estimación del trabajo comprende un cálculo de las horas de mano de obra requeridas para una determinada ocupación de mantenimiento. Estas estimaciones suelen hacerse por el supervisor o planeador y se basan en experiencias pasadas. Para cada labor se establece un cálculo de tiempo. Esta clase de programas se basan en un enfoque oficinesco más que de ingeniería, ya que quienes hacen las estimaciones calculan de una manera distinta lo que hace que este tipo de medición sea menos consistente y digno de confianza. Sin embargo, constituye tal vez, el procedimiento más sencillo y económico.)

2) *Muestreo del trabajo.*

(Es el método más ampliamente usado para medir la eficacia de la mano de obra de mantenimiento. Comprende numerosas observaciones ocasionales de los trabajadores. Los observadores registran el número y causa de ocios, así como el porcentaje de rendimiento de los operarios, mientras estos se encuentran laborando. El muestreo del trabajo puede ser empleado para mejorar los sistemas de mantenimiento, así como para reducir el tiempo ocioso. El muestreo es relativamente económico y ofrece un excelente medio para realizar estudios preliminares de utilización de mano de obra.)

3) *Análisis estadístico del desempeño anterior.*

(Este análisis viene a ser una medición con base en la

información histórica. Se acumulan las horas reales en un lapso determinado, por lo regular los últimos seis meses, de acuerdo con las siguientes clasificaciones del trabajo:

- A) Ordenes permanentes y trabajos de rutina.
- B) Trabajos de índole repetitiva.
- C) Trabajos diversos o no repetitivos.
- D) Trabajos estimados.

Esta técnica de ajuste es apropiada en lo general, pero nada exacta para tareas específicas. El procedimiento es relativamente barato y sencillo. Da mejores resultados cuando se aplica a los trabajos de rutina o de repetición, pero éstos rara vez constituyen más de una tercera parte de las horas-hombre de mantenimiento.).

4) Clasificación del trabajo.

(De acuerdo con este sistema, se someten a estudio trabajos seleccionados, de carácter repetitivo o no repetitivo, para los cuales se preparan normas. Dichos trabajos expresan varios espacios de tiempo abarcando desde media hora-hombre hasta 200 horas-hombre. Utilizando estos trabajos como puntos de referencia, los estimadores pueden determinar el tiempo requerido para cualquier trabajo futuro, comparándolo con otro semejante que aparezca en la lista de puntos de referencia. Como la estimación se basa en valores conocidos, el método es más preciso. Pero para que haya un resultado satisfactorio en todos los oficios, será necesario estudiar varios cientos de trabajos o variaciones de los mismos, con lo que el costo del método puede resultar elevado, además de que no toma las circunstancias reales sobre una base de continuidad.).

5) Datos estándar.

(Este proporciona un método más preciso y completo de medir el trabajo de mantenimiento. Aun cuando puede resultar costoso y tardar mucho tiempo en su instalación, constituye el mejor medio de tener un control eficaz. Un procedimiento típico de datos estándar es la elaboración de NORMAS las cuales deberán contener:

- A) Las operaciones necesarias para realizar el trabajo.
- B) Los instrumentos necesarios para cada operación particular.
- C) El número de personas necesarias para llevar a cabo cada una de las operaciones.
- D) El valor punto de cada operación.
- E) Las indicaciones de seguridad aplicables a cada operación en particular.

III.5.16 C.E.P. EN MANTENIMIENTO

El C.E.P. es una técnica matemática para la toma de decisiones y utiliza estadísticas para determinar la consistencia de un proceso a partir de variables de proceso.

Las Variables de Proceso son parámetros cuya variación se monitorea constantemente durante el proceso y que inciden directa o indirectamente sobre la productividad y/o calidad del producto o servicio final.

Las Variables de Calidad son parámetros que se verifican en el producto terminado y que pueden deberse a variaciones fuertes en la variables del proceso.

La Variable se utiliza cuando se registra la medida real de una característica de calidad tal como una dimensión expresada en micras, miligramos, milímetros, etc.. El control de las variables en mantenimiento puede efectuarse durante el proceso o en el servicio terminado como en el caso de ajustes mecánicos y eléctricos, calibraciones de instrumentos, maquinado de piezas, control de temperatura de hornos y pailas, tratamiento de aguas, factor de potencia, consumo de energía de motores eléctricos, vibraciones mecánicas, etc..

Se dice que el control es llevado por Atributos cuando sólo se anota el número de artículos que "pasan o que no pasan" ciertas condiciones específicas. En mantenimiento el control por atributos se puede llevar durante el proceso o al fin del servicio bajo el sencillo criterio cualitativo más que cuantitativo de

definir: *quedo funcionando bien después de la reparación = pasa.*
quedo funcionando mal o sin funcionar = no pasa.

El control por atributos en mantenimiento tiene prácticamente aplicación en todas y cada una de las funciones a realizar, ya sea en el maquinado de piezas mecánicas, el embobinado de motores eléctricos, tratamiento de aguas, o medición de gases de combustión.

Los beneficios que se obtienen con la aplicación del C.E.P. en mantenimiento son, entre muchas más:

- 1) *Inspección Preventiva más que correctiva.*
- 2) *Métodos de Inspección más confiables.*
- 3) *Reducción del Desperdicio, Reprocesos y Retrabajos.*
- 4) *Cumplimiento de Requisitos.*
- 5) *Menor Tiempo de Paro por Reparación de Equipos.*

Las herramientas del C.E.P. para mantenimiento, pueden ser:

- *Distribución Normal:* muchos de los procesos de la función de mantenimiento siguen un patrón de Distribución Normal. La curva de distribución normal es simétrica y tiene forma de campana. Al graficar la curva, las mediciones de la variable analizada deben anotarse en el eje de las abscisas, mientras que la frecuencia se debe anotar en el de las ordenadas. Los extremos son asintóticos. El área bajo la curva representa el 100% de las mediciones de la variable en cuestión. Cuando la variable que se mide representa un distribución cercana a la normal se utiliza la desviación estándar σ .

- *Gráficas de Control:* Las gráficas de control son el caballo de

batalla del C.E.P.. Son diagramas de puntos unidos por líneas; los puntos representan el valor medido de una misma variable en un momento dado. Estas gráficas detectan la variabilidad de un proceso. Su utilidad más común se resume a:

- 1.- Para controlar la calidad durante la producción de un bien o servicio.
- 2.- Para poner de manifiesto la información registrada de calidad.
- 3.- Para ayudar a juzgar si la calidad está bien controlada o no.

Las gráficas de control más utilizadas son:

- Por Variables

- * $\bar{X} - R$ Media y Rango
- * $\tilde{X} - R$ Mediana y Rango
- * $X - R$ Lecturas individuales
- * $\bar{X} - S$ Media y desviación
- * CARTAS DE PRE-CONTROL

- Por Atributos

- * p Porcentaje de unidades defectuosas
- * np Cantidad de unidades defectuosas
- * c Número de defectos
- * u Cantidad de defectos por unidad

La experiencia personal y la de muchos colegas, coinciden en señalar enfáticamente que el trabajo de mantenimiento se diferencia del trabajo de producción en dos aspectos fundamentales:

1) El trabajo de mantenimiento se asigna y controla por tareas más que por unidad de tiempo o de producto realizada. Es por esta

razón que el trabajo de mantenimiento es de naturaleza no repetitiva.

2) Dificilmente puede establecerse una correlación entre el trabajo realizado y el producto o el servicio que se consigue con ello. Ello tiende a que la verificación de ahorros sea difícil.

Por estas razones, y por la misma versatilidad y dinámica de las funciones de mantenimiento, la aplicación estricta y fiel de todas las cartas de control enunciadas anteriormente para el control estadístico de las tareas de mantenimiento queda reducida a un selecto número de empresas en donde el grado de tecnificación de su maquinaria y herramientas, y el alto grado de preparación académica del personal de mantenimiento en su conjunto, lo permiten. Para las actuales condiciones de la gran mayoría de las empresas en México y en particular de sus departamentos de mantenimiento, en donde el personal operativo tiene un nivel escolar de primaria, el pretender implantar C.E.P. queda a la expectativa de muchos ingenieros de mantenimiento. Lo cierto es que, si nos toca a nosotros la parte creativa, tenemos que buscar la manera de implantar un proceso de control estadístico sencillo, económico pero muy sustancial y poderoso que permita el mejoramiento continuo de las funciones del departamento con los consabidos beneficios que ya se enumeraron anteriormente al implantar C.E.P..

De tal forma, existen ya en utilización cada vez mayor, lo que se conoce como CARTAS DE PRE-CONTROL, que son una manera

muchísimo más sencilla de controlar el proceso de las diferentes tareas de mantenimiento, aunque su utilización mayoritaria siempre ha sido en producción gracias a que los ingenieros de mantenimiento consideramos "MUY DIFÍCIL" establecer cálculos matemáticos a nuestro personal. El modelo de ATMPC que proponemos ahora, incluye y sugiere la utilización de estas cartas por varias razones, entre las cuales se encuentran la sencillez de los cálculos matemáticos para los mismos operativos así como la sencillez de interpretación de resultados, lo que la hace perfectamente aplicable y adaptable a cualquier tarea de mantenimiento que se quiera realizar con calidad, deseando fueran todas.

Las ventajas de pre-control como técnica de control de procesos son varias: no requiere de registro, cálculo o graficado de datos y tiene la ventaja adicional de estar relacionada directamente con las especificaciones, en contraste con las cartas de control tradicionales que están relacionada, en general con la dispersión del proceso y no así con las tolerancias especificadas.

Para un mejor entendimiento de pre-control, es necesario mirar su procedimiento y estadísticas. En general, la idea es dividir el rango de tolerancias en una serie de zonas. En la práctica, estas cantidades colocan dos límites dentro de la tolerancia, llamados líneas de pre-control. La localización de estas líneas es de la mitad entre el centro de la especificación y los límites exteriores de la tolerancia.

La zona que está definida por esas líneas - la zona central - comprende la mitad de la tolerancia total. Por facilidad, es recomendable pintar o colorear esta área de color verde y es el área dentro de límites PC. A cada lado del área verde aparece una zona que representa en cantidad la 1/4 parte de la tolerancia total. Estas dos zonas son llamadas Banda Alta de Peligro y Banda Baja de Peligro. Más allá de los límites de especificación existen dos áreas rojas que son las áreas fuera de especificaciones. EL propósito de los colores es hacer el procedimiento de pre-control simple y directo.

La aplicación requiere los siguientes pasos:

- 1.- Colóquese el proceso cerca de la mitad de la tolerancia.
- 2.- Verificar mediciones consecutivamente hasta que cinco mediciones consecutivas caigan dentro de los límites de las líneas PC y registrar los resultados con una x en el control del registro del trabajador. Si no es posible obtener cinco en forma consecutiva ver los pasos 4 y 6 ó 4 y 7.
- 3.- Cuando cinco mediciones caen dentro de las líneas PC, continuar con la revisión de las partes o mediciones a una frecuencia específica (la frecuencia de mediciones variará con la estabilidad de la operación de mantenimiento de que se trate.)
- 4.- Si una medición cae dentro de la banda de peligro dentro del intervalo especificado de inspección, hágase de inmediato la próxima medición.
- 5.- Si la segunda medición está dentro de las líneas PC, proceda la frecuencia especificada.
- 6.- Si la segunda medición cae en la banda de peligro, sobre el mismo lado que la primera medición, el proceso ha cambiado. PARAR, corregir la causa y regresar al paso 1.
- 7.- Si la segunda medición cae en la banda de peligro opuesta, la dispersión del proceso se ha ampliado. PARAR, determinar la causa y regresar al paso 1.
- 8.- Si una parte cae en el área llamada fuera de especificaciones arriba o abajo, determinese la causa, revisar todas las mediciones producidas desde la última revisión, marquese la carta de registro y regresar al paso 1.
- 9.- Revisar la última medición al completar el turno.

10.- Al inicio de cada turno proceder desde el paso 1.

A continuación a modo de ejemplo, se muestra en la figura III.5.17, la construcción de una gráfica de pre-control para el control estadístico del proceso de tratamiento de agua para enfriamiento en una torre tiro inducido de una planta química, en la cual el departamento de mantenimiento es responsable de ello, y cuyo indicador o variable a medir es el Índice de Riznar que es un indicador de la tendencia de incrustación-corrosión y que involucra a su vez factores como el pH, dureza, alcalinidad M, conductividad y temperatura.

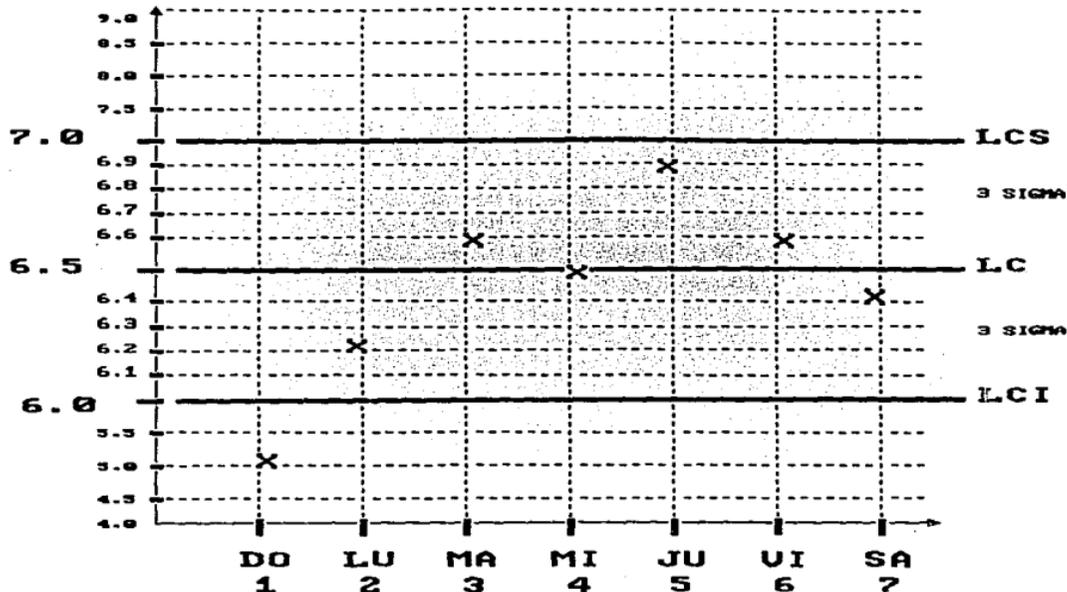
Para este índice se determinan los siguientes límites de control o tolerancia para el agua. Teniendo que arriba de 7.0 IR, que es LCS (Límite de Control Superior), se tiene ya una tendencia corrosiva, mientras que abajo de 6.0 IR, que es el LCI (Límite de Control Inferior), se tiene una tendencia incrustante.

GERENCIA DE MANTENIMIENTO - PLANEACION Y SERVICIOS DE MANTENIMIENTO

TRATAMIENTO DE AGUA - C.E.P. INDICE DE RIZMAR

CARTA DE PRE-CONTROL *** TORRE DE ENFRIAMIENTO 2 *** PLANTA 2

SEMANA : 01 DEL 01 ENERO 95 AL 07 ENERO 95 TURNO : 01 OPERADOR: 7979



*** NOTA: LAS MUESTRAS DE AGUA, MEDICIONES DE PARAMETROS Y CALCULOS DEBERAN REALIZARSE
 1er TURNO: 18:00 AM 2do TURNO: 18:00 PM 3er TURNO: 02:00 AM

FIGURA III.5.17

III.5.17 FIABILIDAD

La fiabilidad ha adquirido una gran importancia sobre todo en los países altamente industrializados. La fiabilidad de un elemento o sistema se define como la probabilidad de que dicho elemento o sistema funcione sin fallas durante un tiempo T determinado en unas condiciones ambientales dadas.

La fiabilidad se relaciona probabilísticamente con los conceptos de:

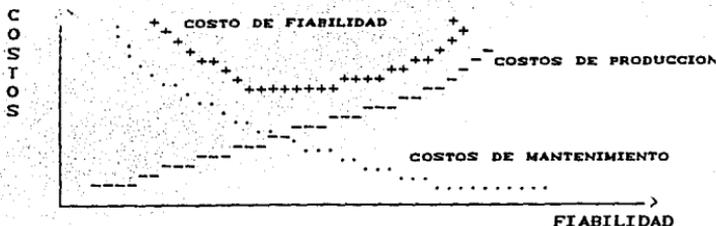
- * Calidad y calidad total
- * Mantenibilidad y servicibilidad
- * Seguridad
- * Disponibilidad
- * rendimiento y eficiencia

La necesidad de utilizar los conceptos y métodos de fiabilidad actualmente, en el mantenimiento de la industria mexicana, obedecen principalmente a:

- 1.- Lo producido en nuestras fábricas (?) tiende a crecer en complejidad.
- 2.- Necesidad de reducir el peso y volumen de los productos, manteniendo la seguridad de funcionamiento de acuerdo a diseño
- 3.- Necesidad de aumentar la duración de funcionamiento de lo producido en respuesta a la tendencia mundial de calidad.
- 4.- Se ha vuelto más complejo el dar mantenimiento a las nuevas maquinarias.
- 5.- Tendencia a un mayor empleo de componentes electrónicos.
- 6.- Necesidad de eliminar el riesgo de pérdida de vidas humanas.
- 7.- Las consecuencias económicas del mal funcionamiento de una máquina tienden a aumentar.
- 8.- La fama de fiabilidad en las máquinas debida a un buen mantenimiento, califica lo producido y aumenta la confianza y credibilidad de nuestros clientes.

La fiabilidad cuesta. Al aumentar el grado de fiabilidad se aumentan como consecuencia los costos de producción. Pero al aumentar el grado de fiabilidad disminuirémos los costos inherentes a las fallas que son los costos de mantenimiento.

Entonces, el costo de la fiabilidad es la suma de los dos costos mencionados, la cual tendrá un valor mínimo al que corresponderá un cierto valor óptimo de fiabilidad.



Al elemento o sistema considerado se le pueden asignar dos estados que lo caracterizan a lo largo de su vida, el de buen funcionamiento, y el de funcionamiento defectuoso.

El establecimiento de la fiabilidad necesita:

- 1) Que sea fijado de forma inequívoca el criterio que determina si el elemento o sistema funciona o no funciona.
- 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.

Para evaluar la fiabilidad de un elemento o sistema, pueden utilizarse tres procedimientos distintos:

- 1.- Usar la información procedente del funcionamiento de varios elementos o sistemas iguales durante un largo período de tiempo y en las mismas condiciones de funcionamiento.
- 2.- Usar la información procedente del funcionamiento de pocos elementos o sistemas iguales durante un corto período de tiempo.
- 3.- Usar la fiabilidad conocida de las partes componentes del elemento o sistema para hacer cálculos provisionales de la fiabilidad del conjunto.

El índice de confiabilidad es una cifra relativa, obtenida para representar la confiabilidad o seguridad de una pieza particular del equipo y para relacionarla con otras piezas similares. Este índice debe determinarse para cada pieza del equipo crítico en un sistema de proceso.

Existen cinco factores básicos que deben considerarse al determinar la confiabilidad de cualquier elemento o sistema. Sin embargo hay que pensar que habrá varios tipos de sistemas o máquinas que acepten más factores. Los cinco factores son:

- 1.- Edad del equipo.
- 2.- Medio ambiente.
- 3.- Trabajo a que está sujeto el equipo.
- 4.- Inspección visual.
- 5.- Pruebas o mediciones.

Para demostrar la aplicabilidad de la fiabilidad en los sistemas de mantenimiento, analizaremos un ejemplo acerca de un transformador eléctrico de 100 KVA, y del cuál se harán tablas para los primeros cinco factores básicos así como para los sub-factores correspondientes a cada factor principal.

FACTOR	CONCEPTO	% DE FIABILIDAD
1	EDAD	20
2	AMBIENTE	17
3	TRABAJO	23
4	INSPECCION	13
5	PRUEBAS	27
TABLA DE LOS CINCO FACTORES BASICOS ----->		100 %

El porcentaje de fiabilidad lo determinamos en base a la experiencia que se tiene en el trabajo de la máquina.

1 TABLA DEL FACTOR EDAD		
Sub-Factor	Edad en años	% de Fiabilidad
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

2 TABLA DEL FACTOR AMBIENTE		
Sub-Factor	Ambiente	% de Fiabilidad
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 TABLA DEL FACTOR CARGA DE TRABAJO			
Sub-Factor	% carga de trabajo	Temp. de trabajo	% Fiabilidad
A	80	10 - 25°C	100
B	90	28 - 30°C	85
C	100	31 - 38°C	70
D	110	39 - 45°C	30
E	120	46 - 50°C	15
F	más de 120	más de 50°C	5

4 TABLA DEL FACTOR INSPECCION		
Sub-Factor	Inspección Visual	% de Fiabilidad
A	limpio, sin fugas, sin quebraduras, instalaciones dentro de normas.	100
B	limpio, sin fugas, sin quebraduras, instalaciones fuera de normas.	82
C	limpio, sin fugas, con quebraduras, instalaciones fuera de normas.	60
D	sucio, con fugas, con quebraduras, instalaciones dentro de normas.	40
E	sucio, con fugas, con quebraduras, instalaciones dentro de normas.	10

5 TABLA DEL FACTOR PRUEBAS Y MEDICIONES		
Sub-Factor	Mediciones	% de Fiabilidad
A	Aislamiento 10 megohms	100
B	Aislamiento 9.9 a 5 megohms	75
C	Aislamiento 4.9 a 2 megohms	50
D	Aislamiento 1.9 a 1 megohms	10
E	Aislamiento menos de 1 megohm	0

Una vez que se tienen todos estos datos, se estará en condiciones de determinar el grado de fiabilidad que tiene el transformador analizado, pues bastará sólo con verificar el estado que éste guarda con respecto a los cinco factores básicos.

Al verificar el estado del transformador que está instalado en planta, encontramos las siguientes condiciones:

FACTOR	CONDICIONES ENCONTRADAS	% FACTOR	FIABILIDAD % SUB-FACTOR	% TOTAL
EDAD	3 años	20	75	15
AMBIENTE	limpio, temperatura de 30 ^o C, humedad de 50 a 60.	17	80	13.6
TRABAJO	carga 80% temperatura 10-25 C	23	100	23
INSPECCION	sin fugas, sin quebraduras, instalación dentro de normas.	13	100	13
PRUEBAS	aislamiento de 1.5 megohms.	27	10	2.7
TOTAL		100		67.3

En resumen, la fiabilidad de nuestro transformador de 100 KVA es del 67.3% , pero lo que más peso tiene que es el aislamiento deja ver en las pruebas un valor bastante bajo, lo que deberá preocuparnos al tratarse de algo fundamental para la máquina. De tal manera este análisis de fiabilidad nos dá la oportunidad de observar cuáles aspectos requieren más atención nuestra y abre la posibilidad de sentar bases para decidir si reparar la falla o cambiar en su totalidad la máquina, cosa que deberémos decidir en base a lo más económico.

III.5.18 REEMPLAZO

Se puede afirmar que cualquier tipo de recurso (material y humano), se deteriora con el tiempo y el uso; para alargar su vida útil, se recurre a dos diferentes tipos de mantenimiento: preventivo (antes de la falla), y correctivo (después de fallar)

Empero, el deterioro puede llegar a tal grado que el mantenimiento resulte muy costoso y se haga necesario el reemplazo del recurso. Muchas ocasiones existen recursos que no presentan deterioro considerable, sin embargo, se reemplazan debido a que en el mercado ya existen otros más modernos y eficaces en el desempeño de una función similar. Lo anterior se puede denominar como reemplazo por obsolescencia, pudiendo ser ésta de origen económico o técnico.

Los procesos de reemplazo y mantenimiento se pueden traslapar. Por ejemplo, en el caso de un reemboinado de un motor es un proceso de reemplazo si se refiere a la bobina; en cuanto al motor, el proceso es de mantenimiento.

De tal manera, se tienen a saber, en la industria del primer mundo, cuatro grandes estratos en los que se estandarizan los problemas de reemplazo y que tienen también aplicación ya en nuestro país gracias al avance que, aunque poco, es sustancioso en la investigación económica y de operaciones, y desgraciadamente no así en la vida real de la mayoría de nuestras (?) fábricas, con excepción de las grandes transnacionales y las armadoras.

A saber, los problemas de reemplazo se agrupan así:

1) Problemas de reemplazo como el balance del costo de operación de un recurso y su depreciación periódica, tomando en consideración el valor futuro de los recursos económicos, es decir, su valor presente.

2) Políticas de reemplazo y mantenimiento preventivo (anticipándose a posibles fallas de un recurso).

3) Políticas de reemplazo de grupo, en donde se consideran componentes homogéneas de un sistema cuyo trato individual tiende a aumentar costos, mientras que el de conjunto los abate.

4) Procesos de reemplazo y mantenimiento preventivo, como estructuras generales de renovación.

Existe un punto de reemplazo óptimo entre las funciones de costo crecientes y decrecientes. La función de costo decreciente es la depreciación del equipo original, esto es, la distribución del costo del capital durante un mayor período de tiempo da lugar a un menor costo promedio. Esto favorece la decisión de no reemplazar. Por el contrario, la función de costo creciente es la disminución de la eficiencia a causa del tiempo de servicio o del desgaste. Esto favorece la decisión de reemplazar anticipadamente, para disminuir los costos de operación y de mantenimiento. El costo mínimo se obtiene sumando ambos términos y determinando el costo mínimo total.

Un problema similar es la necesidad de reemplazar a causa de una falla o inminencia de falla. la función de costo decreciente sigue siendo la depreciación del costo original del equipo. Aunque

no se considera la variación de la eficiencia de operación con el uso, sin embargo es necesario reemplazar a causa de la falla.

Después de la falla no se requiere una decisión ya que es necesario reemplazar o reparar. No obstante, puede ser económicamente conveniente reemplazar o reparar con base en una programación, antes de que la falla se presente. En este caso, un reemplazo anticipado da lugar a una disminución del costo.

Y es precisamente este caso anterior, con el que consideramos mejor se ilustra un ejemplo real de los métodos de reemplazo en el mantenimiento. El objetivo fundamental del mantenimiento está basado en la presencia o no de las fallas.

EJEMPLO: Se supone que una fábrica de alambre de acero funciona en base a tres turnos, 7 días a la semana. En esta fábrica existe un departamento de trefilado o estirado de alambre en frío, en el cual funcionan 10 máquinas estiradoras de alambre. Para seguir elaborando un producto ceptable, es necesario efectuar un mantenimiento periódico en las máquinas considerando aspectos de enfriamiento de blocks, lubricación, motores y su control, ajuste de velocidades y transmisiones de potencia y movimiento de blocks, entre algunos otros. Los datos del archivo del sistema de información indican que la probabilidad de un defecto de funcionamiento aumenta con el tiempo de servicio. La estrategia de la parte operativa de mantenimiento, ha consistido en hacer funcionar el equipo hasta que se presente una falla para entonces detener la máquina y efectuar el mantenimiento requerido.

Los datos resumidos en la siguiente tabla por el departamento de planeación de mantenimiento, permiten determinar si es mejor algún otro programa de mantenimiento.

Tiempo de servicio entre operaciones de mantto numero de turnos.	Número de funcionamientos defectuosos informados	Probabilidad de funcionamiento defectuoso p_n	Probabilidad condicional de funcionamiento defectuoso p_{c_n}	Probabilidad condicional de ningún funcionamiento defectuoso p_{r_n}
1	20	$\frac{20}{200} = 0.10$	$\frac{20}{200} = 0.100$	$1 - 0.1 = 0.90$
2	30	$\frac{30}{200} = 0.15$	$\frac{30}{180} = 0.167$	$1 - 0.167 = 0.833$
3	30	$\frac{30}{200} = 0.15$	$\frac{30}{150} = 0.200$	$1 - 0.2 = 0.8$
4	60	$\frac{60}{200} = 0.30$	$\frac{60}{120} = 0.500$	$1 - 0.5 = 0.5$
5	40	$\frac{40}{200} = 0.20$	$\frac{40}{60} = 0.667$	$1 - 0.667 = 0.333$
6*	20	$\frac{20}{200} = 0.10$	$\frac{20}{20} = 1.00$	$1 - 1 = 0$

* Ninguna máquina ha funcionado satisfactoriamente más de seis turnos sin mantenimiento.

Por consiguiente, el problema consiste en elaborar programas de mantenimiento sobre una base regular. Este puede efectuarse al comienzo de cualquier turno sin ocasionar un excesivo costo de paro. El primer paso del análisis es calcular el número esperado de fallas para un programa potencial de mantenimiento. El problema se complica dado que pueden ocurrir algunas fallas entre operaciones de mantenimiento programado. Es posible que el equipo pueda fallar, ser reparado y fallar nuevamente antes de que tenga lugar una reparación programada. Esto introduce un efecto

acumulativo al número esperado de fallas $F(x)_n$, el cual se vuelve más complejo a medida que n se hace mayor. Este problema puede enfocarse según las técnicas clásicas de probabilidad cuando n no es muy grande. Las fallas y las reparaciones pueden considerarse como si ocurrieran al final de un periodo. El número esperado de fallas durante el primer periodo es $p_1 n = 0.10(10) = 1$. El número esperado de fallas durante el segundo periodo $n = 2$, es la suma de las fallas que ocurren por primera vez durante el segundo periodo más aquellas que se presentaron durante el primer periodo, fueron reparadas y fallaron nuevamente durante el segundo periodo.

$$\begin{aligned} F(x)_2 &= n p_2 + F(x)_1 p_1 \\ &= 10(0.15) + 10(0.10)(0.10) \\ &= 1.5 + 0.1 = 1.6 \end{aligned}$$

De manera similar puede expresarse el número esperado de fallas durante el tercer periodo $n = 3$. Esto puede observarse en la siguiente tabla:

PERIODO			EXPRESION DE PROBABILIDAD
$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$	
correcto	correcto	correcto	p_3
correcto	falla	falla	$p_2 p_1$
falla	correcto	falla	$p_1 p_2$
falla	falla	falla	$p_1 p_1 p_1$

$$\begin{aligned} F(x)_3 &= 10 p_3 + p_2 p_1 + p_1 p_2 + p_1 p_1 p_1 \\ &= 10 [0.15 + 0.15(0.10) + 0.10(0.15) + 0.10(0.10)(0.10)] \\ &= 1.81 \end{aligned}$$

Realmente este es un problema de combinación que se vuelve crecientemente complejo a medida que n aumenta. El resultado final de este paso en la solución de este ejemplo si continuáramos realizando operaciones matemáticas, refleja que un promedio de 2.74 máquinas pueden fallar en cada turno.

Para determinar un reemplazo de costo mínimo o una estrategia de mantenimiento, deben evaluarse varias estrategias factibles. Para este caso, se tenían las siguientes consideraciones:

- A) Reparar cuando se presenten las fallas
- B) Reparar cuando se presenten las fallas pero después de cada segundo turno reconstruir todo el equipo.
- C) Igual que B) pero después de cada tercer turno.
- D) Igual que B) pero después de cada cuarto turno.

Además existen las siguientes condiciones:

- * Costo de una interrupción no programada (falla) = N\$ 250
- * Costo básico de mantenimiento por máquina = N\$ 50

Para la evaluación de A), tenemos :

$$CTP = (250 + 50) 2.74 = N\$ 822 \text{ por turno}$$

Para la evaluación de B),C),D), se utiliza la misma expresión pero con algunas modificaciones:

$$CTP = \int \frac{I}{n} + \frac{FC(x) + C}{n}$$

donde :

I = costo de la inversión inicial (costo básico de mantenimiento)
= N\$ 50(10) = N\$ 500

n = vida de servicio planeada para B) = 2

$FC(x)_n$ = Número esperado de fallas durante el tiempo n .

C = Costo de la falla = N\$ 250 + N\$ 50

FALLA DE ORIGEN

Si la falla se presenta durante el n -ésimo periodo deben modificarse los terminos $F(x)$ y C , sólomente deben contabilizarse N\$ 250 contra ese ciclo de servicio.

De esa forma, y realizando la evaluación económica para cada consideración, tenemos los siguientes resultados:

- * Consideración A) = N\$ 822 por turno.
- * Consideración B) = N\$ 600 por turno.
- * Consideración C) = N\$ 577.50 por turno.
- * Consideración D) = N\$ 678.87 por turno.

Puesto que ahora aumenta el costo, no se tiene la necesidad de evaluar estrategias con mayores valores de n . De las cuatro consideraciones, la C con un CTP de N\$ 577.50 y $n = 3$ es el que da el mínimo costo de operación.

Este ejemplo demuestra que el número de combinaciones se hace bastante grande a medida que aumenta el número de intervalos de tiempo n . Este problema se puede manejar con mayor facilidad si se formula según una CADENA DE MARKOV. Este se puede plantear fácilmente reconociendo la existencia de un procedimiento paso a paso, al proseguir desde un intervalo de tiempo hasta el siguiente. En este caso los estados de la Cadena de Markov pueden ser las edades de la t -ésima unidad del equipo. Para nuestro ejemplo, la vida máxima es de seis intervalos de tiempo; esto es, el número de estados para la cadena es seis. Con base en esto, se formula una matriz de transición para representar las probabilidades de falla o no falla durante el siguiente periodo.

Como la enseñanza del planteamiento y solución matemática de una cadena de Markov sale de las expectativas de este trabajo, recomendamos al lector, referirse a la bibliografía recomendada al final de este trabajo, en la cual se comprobará la gran utilidad, versatilidad y potencialidad que para el mantenimiento tiene este método probabilístico. Sin embargo, y con el afán de apoyar más la importancia tanto de los modelos de reemplazo y de las cadenas de Markov, hemos desarrollado un programa para computadora PC en lenguaje BASIC para la resolución de cadenas de markov que bien puede ser aplicado para la solución de nuestro ejemplo de reemplazo en mantenimiento y muchos otros más, esperando sea a muchos de utilidad.

```
10 REM PROGRAMA PARA RESOLVER PROBLEMAS DE REEMPLAZO Y
    ANTICIPACIONES DE FALLA POR MEDIO DE
    A N A L I S I S   D E   M A R K O V.
20 REM PROGRAMA DESARROLLADO EN 1992 Y PERFECCIONADO PARA
    PROBLEMAS DE MANTENIMIENTO EN 1994 POR
    ALEJANDRO ALAVEZ PALACIOS.

50 A=100
60 DEF FN R(X)=INT(A*X+0.5)/A
100 REM ENTRADA
110 CLS
120 INPUT "INTRODUZCA EL NUMERO DE ESTADOS: ";N
130 PRINT:PRINT "ENTRADA DEL VECTOR INICIAL"
140 FOR I=1 TO N
150 PRINT "V(I);:INPUT ")=";V(I)
160 NEXT I
170 PRINT:PRINT "ENTRADA DE LOS RENGLONES DE LA MATRIZ:"
180 FOR I=1 TO N
```

```

185 S=0
190 FOR J=1 TO N
200 PRINT "M(";I; ", ";J;: INPUT ")=";M(I,J)
210 S=S+M(I,J):NEXT J
220 IF S>=1.001 OR S<=0.999 THEN PRINT "LA SUMA DEL RENGLON
DEBE DAR LA UNIDAD !":GOTO 185
230 NEXT I
300 REM CALCULO DEL SIGUIENTE ESTADO
305 T=0
310 FOR I=1 TO N
320 V(I)=0
330 FOR J=1 TO N
340 V(I)=V(I)+V(J)*M(J,I)
345 NEXT J:NEXT I
350 T=T+1
400 REM SALIDA
410 PRINT:PRINT "ESTADO DESPUES DE ";T;" PERIODOS"
420 FOR I=1 TO N
430 PRINT "V(";T; ", ";I;:)=";FN R(V(I))
440 V(I)=V(I)
450 NEXT I
460 INPUT "PRESIONE ENTER PARA EL SIGUIENTE ESTADO ( /N);X$
470 IF X$="N" THEN END
480 GOTO 310
500 END

```

III.5.19 COSTOS DE MANTENIMIENTO EN EL MODELO ATMPC

No es posible hacer ingeniería sin considerar siempre las razones y efectos económicos de todas las acciones y alternativas.

El problema fundamental de la mayoría de los ingenieros de mantenimiento, consiste en traducir a dinero los beneficios resultantes de sus acciones. Generalmente nos expresamos en forma conceptual, a veces científicamente y algunas otras solo literaria o demagógicamente; pero este lenguaje no sirve de canal funcional cuando se entabla comunicación con los directivos de las empresas, ya que el lenguaje que éstos manejan y entienden mejor, es el de los beneficios contables a corto, mediano y largo plazos.

Es muy usual, que las acciones se analicen en función inmediata de los costos directos, o cuánto cuesta hacer algo, pero los costos no evidentes a primera vista suelen pasar por alto entre los ingenieros de mantenimiento sin experiencia en finanzas.

Cualquier persona que vende ideas, encuentra una muy diferente y positiva aceptación a sus puntos de vista cuando logra exponer con cifras el balance de lo que cuesta hacer algo comparado con lo que cuesta no hacerlo.

COSTOS DE MANTENIMIENTO:

a) Directos por mantenimiento.

- 1.- Materiales utilizados en mantenimiento, incluye refacciones no reusables y materiales gastables.
- 2.- Mano de obra empleada.
- 3.- Renta de equipo especial.
- 4.- Precio total de trabajos contratados en el exterior; incluye desmontaje, embarque y desembarque, transporte, precio pagado por trabajo más impuestos, etc.

b) Indirectos para poder dar mantenimiento.

- 1.- Mano de obra ociosa o no productiva del personal de mantto.
- 2.- Supervisión.
- 3.- Mano de obra del personal auxiliar que se requiere, por ejemplo vigilancia.
- 4.- Indirectos del equipo principal y auxiliar; incluye amortización, reservas, seguros, etc.
- 5.- Administración; incluye local, energía, fluidos, teléfono, área de almacén, muebles, servicios, sindicatos, seguros.
- 6.- Reafacciones en existencia.
- 7.- Materiales gastables en existencia.

c) Directos por NO dar mantenimiento.

- 1.- Producción no hecha por equipo involucrado parado.
- 2.- Producción no hecha por equipo parado asociado al involucrado.
- 3.- Transportes parados por no tener producción que entregar.
- 4.- Accidentes y salud del personal.
- 5.- Litigios, quejas, demandas.

d) Indirectos por NO dar mantenimiento.

CORTO PLAZO

- 1.- No facturación o facturación retrasada.
- 2.- Multas por entrega incompleta.
- 3.- Sobreprecios por primas de seguros.

MEDIANO PLAZO

- 1.- Reducción de ventas.
- 2.- Desmotivación del personal.

LARGO PLAZO

- 1.- Pérdidas de penetración en el mercado.
- 2.- Mala fama.

e.) *Costos de calidad por NO mantenimiento.*

- 1.- Desperdicios.
- 2.- Reprogramación de trabajos.
- 3.- Repeticiones innecesarias de trabajos.
- 4.- Material dañado no vendible.
- 5.- diferencia en ventas por multas (o calidad de segunda) por no cumplir la calidad.
- 6.- Retrabajos y selección por mala calidad.

Los costos directos de la calidad en el mantenimiento industrial se clasifican en Costos de Prevención, Costos de Evaluación, y Costos de Falla. Los costos indirectos se asocian al capital no contable de la empresa (imagen, prestigio, etc.).

En términos generales, las presiones para mantenimiento en cuestión de costos, se basan en la necesidad de realizar las cosas lo mejor posible con el menor costo. Practicar la ingeniería de mantenimiento es inseparable del concepto de costos. En ingeniería de mantenimiento realizar bien las cosas es hacerlas económicamente, es decir:

* CORRECTAS * COMPLETAS * A TIEMPO * ACORDE A OBJETIVOS.

*** INGENIERIA = COSTOS ***

En la práctica común en México, el porcentaje de los costos de mantenimiento con respecto a los costos totales de producción y operación, fluctúan entre un 8% y un 17%, y se pueden considerar estos porcentajes como dentro de rango normal estándar.

III.5.21 CIRCULOS DE CALIDAD EN MANTENIMIENTO

"Dos ojos ven más que uno", dice el dicho, y es cierto. 'Por tanto, veinte ojos ven más que dos. En este caso, los ojos experimentados de las personas de un grupo de mantenimiento tendrán más capacidad de detección de fuentes reales o potenciales de problemas que los ojos, por muy buenos que sean, del jefe de mantenimiento.

Si lo expuesto es cierto para detección, con mucho más razón, y en forma exponencial en este caso, se aplica a la capacidad de análisis y síntesis de un grupo de técnicos de mantenimiento. El enorme potencial de razonamiento grupal radica, entre otras cosas, en el hecho de que hay una retroalimentación (*feed back*) entre los elementos del grupo.

Siendo el anterior el principio básico del origen de los círculos de calidad en mantenimiento, definiremos a continuación, algunas características que tienen y que los caracteriza, a saber:

CIRCULOS DE CALIDAD EN MANTENIMIENTO

CONCEPTO

- * Grupos VOLUNTARIOS de trabajo formados entre 3 y 12 empleados.
- * Guiados por un supervisor.
- * Se reúnen regularmente (una o dos horas por semana).
- * Identifican, analizan y resuelven problemas relacionados con su área de trabajo.
- * Recomiendan soluciones a los niveles directivos.
- * Implementan dichas soluciones.
- * Vigilan y dan seguimiento a las consecuencias.
- * Todos pertenecen a la misma área de trabajo.
- * Utilizan herramientas estadísticas sencillas
- * Son una parte del C.T.C.

FILOSOFIA BASICA

- * La gente se siente más orgullosa de su trabajo cuando se le permite participar en la toma de decisiones.
- * Las personas más cercanas a los problemas son las que están mejor capacitadas para resolverlos.

OBJETIVOS

- * Proporcionar crecimiento personal y profesional.
- * Mejorar la comunicación.
- * Reforzar habilidades para resolver problemas y tomar decisiones
- * Mejorar la calidad del servicio, en este caso, de mantenimiento
- * Incrementar la productividad.

INTEGRANTES

- * Coordinador.
- * Comité directivo.
- * Moderador.
- * Líder del círculo.
- * Miembros del círculo.
- * No miembros del círculo.
- * Especialistas.

QUE DISCUTEN ?

- * Cualquier asunto que afecte su área de trabajo.

QUE NO DEBEN DISCUTIR ?

- * Asuntos fuera de su responsabilidad.
- * Asuntos de otros departamentos.
- * Asuntos de otros empleados.
- * Políticas Cooperativas.
- * Aspectos salariales.

CARACTERISTICAS DE GRUPOS EFECTIVOS

- * Los integrantes escuchan en forma activa.
- * Existe participación de todos los integrantes.
- * Comúnmente existe desacuerdo.
- * Se expresan sentimientos.
- * El ambiente es relajado.
- * Los objetivos y metas son claros.
- * Todos los miembros están motivados.

EL CUMPLIMIENTO DE LA TAREA REQUIERE DE

- * Iniciativa.
- * Búsqueda de información.
- * Compartir la información.
- * Externar opiniones.
- * Aclarar, depurar y elaborar información.
- * Sintetizar y sumar la información.

PARA CONSERVAR AL GRUPO SE REQUIERE

- * Motivar a los integrantes.
- * Impulsar y alentar la labor de los integrantes.
- * Mantener armonía en las reuniones.
- * Procurar la participación de todos los miembros.
- * Buscar siempre el consenso.

SE REQUIERE DE LOS MIEMBROS DEL EQUIPO

- * Sinceridad.
- * Atender siempre a las reuniones.
- * Participar activamente.
- * Aceptar voluntariamente las asignaciones.
- * Tomar minutas en las reuniones.
- * Comunicarse con los no miembros de su departamento.
- * Participar en las presentaciones a la gerencia.
- * Ayudarse mutuamente.
- * Enfocar su trabajo hacia el alcance de las metas.
- * Compartir sus sentimientos abiertamente y honestamente.
- * Gran respeto mutuo hacia todos los miembros y a sus ideas.

LOS GRUPOS TOMAN DECISIONES

- * Por falta de respuesta.
- * Por autoridad.
- * Por mayoría.
- * Por minoría.
- * Por consenso.
- * Por consenso unánime.

SINERGIA

- * Es el beneficio adicional logrado por la interacción.
- * Los resultados derivados de un trabajo en equipo son mayores que la suma de los resultados individuales.
- * Se logra mediante la toma de decisiones por consenso, la colaboración de todos los integrantes y la competencia sana

Los círculos de calidad en mantenimiento, abordan dos áreas de actividades:

- *Problemas crónicos de su área de trabajo.*
Son problemas que han existido y no han sido resueltos, o bien porque no se habían detectado, o porque siempre ha habido problemas más urgentes que atender.
- *Temas o proyectos de mejoras.*
Estamos bien, pero ¿cómo podemos estar mejor?
Estamos logrando el 7% esperado en el tiempo muerto de la maquinaria pero, ¿podríamos lograr el 4% ?

Los problemas diarios de operación no son temas para los círculos de calidad, éstos deberán ser resueltos en el trabajo diario y con los recursos asignados para ello.

algunos temas típicos de los círculos de calidad en el mantenimiento son:

- * El aumento de la eficiencia.
- * El aumento del rendimiento de los materiales empleados.
- * El perfeccionamiento de las instalaciones.
- * La reducción de costos.
- * El mejoramiento de su medio ambiente.
- * El mejoramiento cualitativo del servicio de mantenimiento en sus diferentes áreas.
- * La disminución de desperdicios y de retrabajos.
- * Solución a problemas complejos de mantenimiento.
- * Incremento de la vida de las herramientas.

Los miembros de los círculos de calidad necesitan capacitarse antes de iniciar sus actividades en forma autónoma, y se deberán detectar las necesidades específicas de cada miembro. En términos generales, lo que necesita un círculo de calidad es:

- 1.- Aritmética básica
- 2.- Relaciones humanas
- 3.- Estadística básica
- 4.- Creatividad
- 5.- Metodología para la solución de problemas.

Todo esto diseñado para personal de 4to. o 5to. año de primaria, que es el promedio de educación de nuestros "técnicos" de mantenimiento mexicanos.

TECNICAS UTILIZADAS PARA LA SOLUCION DE PROBLEMAS

- * Tormenta de ideas
- * Selección de problemas
- * Análisis de causa-efecto
- * Recopilación de datos
- * Análisis de Pareto
- * Gráficas e histogramas
- * Presentación gerencial

- * Técnica de grupo nominal (NGTD)
- * Diagrama "por qué-por qué"
- * Diagrama "cómo-cómo" (cadena medios-fin)
- * Análisis del campo de fuerza
- * Estratificación
- * Gráficas de control
- * Análisis del valor para la calidad

El propósito de la presentación a la gerencia es:

- * Comunicar.
- * Propiciar el cambio.
- * Recibir reconocimiento.

Para una buena presentación se hacen las siguientes recomendaciones :

- * Seleccionar un líder para la presentación.
- * Preparar una agenda.
- * Organizar el material.
- * Utilizar ayudas visuales.
- * Tratar de no ocupar más de 30 minutos.
- * Al final hacer una síntesis o resumen.

La presentación debe incluir:

- * Una descripción clara del problema.
- * El procedimiento de identificación.
- * La solución recomendada para el problema.
- * El plan de acción para la implementación.
- * El costo estimado de la solución.
- * Los beneficios principales de la solución.

Una vez que los círculos han terminado un trabajo, reciben "reconocimiento" por su labor. El punto común para casi todos los sistemas vistos ha sido, el NO dar dinero en efectivo como compensación o reconocimiento, más bien se busca que sea mediante algún artículo doméstico o personal.

Por otro lado, se han encontrado tan importantes los reconocimientos morales como los económicos, y así:

RECONOCIMIENTOS MORALES:

A) Una vez que los círculos han terminado un proyecto, hacen la presentación en el ciclo mensual, ante los directores y gerentes de la planta. Se ha visto que esto es bastante motivador para los miembros del círculo.

B) Publicación en revistas internas de la empresa, en periódicos locales de los trabajos terminados por los círculos. Darles mucha publicidad.

C) En la presentación de los proyectos, se otorgan a los miembros, certificados, diplomas, cartas, medallas o alguna otra forma de reconocimiento que la empresa decida.

COMPENSACIONES ECONOMICAS

Una cantidad móvil que como vía de ejemplo, puede ser un mes de ahorro que se haya generado con la solución implementada por el círculo, que normalmente se determina 6 meses después de establecida, y que puede ser en "especie".

La utilidad y conveniencia de estos círculos de calidad en el mantenimiento queda de sobra entendida. Por último conviene hacer énfasis en que no debemos perder de vista que independientemente de éstas dos formas de recompensa, se desarrollan a la par con los círculos, condiciones de auto-desarrollo, que vienen a dar mayor satisfacción al personal, un mayor arraigo y mayor seguridad.

CONCLUSIONES

Durante la investigación y desarrollo de todos los temas tratados en este trabajo, nos dimos cuenta de la vastedad que se tiene en campos de la ingeniería actualmente. Para el caso particular del mantenimiento industrial, se ve un campo de oportunidad en cuanto al desarrollo e investigación de esquemas administrativos y técnicos sin precedentes. A decir verdad hace falta mucho estudio y, aún más investigación, de los procedimientos administrativos y los modelos de investigación de operaciones que en definitiva, como se demostró en este trabajo, ayudan a la labor del mantenimiento de una forma cuantiosa.

El estudio de la labor del mantenimiento industrial en México es aún poco abordado. Existe en realidad, muy poca información escrita y literatura especializada que muestren en forma recabada la mayoría de aspectos de actualidad y las necesidades actuales, reales y presentes. La literatura existente es identificable de inmediato por su pequeño número de títulos y autores y, más aún por sus contenidos quizás muy atrasados que no cubren ya con las expectativas del nuevo mantenimiento, ni con las inquietudes que estamos viviendo los ahora ingenieros de mantenimiento; o bien en contadas ocasiones, por conceptos, métodos y técnicas demasiado avanzadas y complejas que son difíciles de asimilar por nuestro real nivel académico y difíciles de aplicar dadas las condiciones reales de sub-desarrollo y carencias de la industria mexicana.

De igual forma, es difícil encontrar literatura especializada por ejemplo, en temas de investigación de operaciones relacionadas al mantenimiento. Generalmente esta literatura aborda los temas o posibles aplicaciones al mantenimiento, de una manera poco profunda y muy teórica; lo que origina, en muchos casos, desaliento temprano de quien consulta.

Es necesario ya, que se trabaje más de cerca sobre este tema y, en cierta forma, será privilegio y responsabilidad nuestra, de quienes estamos desarrollándonos en tan apasionante campo de la ingeniería, precisamente el desarrollo, implantación y contribución de esquemas más completos, reales y efectivos como aportación misma a nuestra labor; respondiendo, claro está, a una necesidad imperiosa de mejorar y a las expectativas que la industria y la sociedad esperan de nosotros como ingenieros.

La elaboración de este trabajo no fué sencilla, requirió de bastante tiempo y numerosas investigaciones, así como la incesante recopilación de datos y experiencias reales y vividas durante estos casi 8 años dentro del mantenimiento. Las aportaciones de asociaciones, grupos, compañeros y superiores, fueron fundamentales, de ahí la constante aseveración de que este trabajo tenía la característica, en la mayoría de sus aspectos, de realidad. El desarrollo de todos y cada uno de los temas expuestos, requiere a pesar de todo, muchísima más extensión y profundidad en sus estudios y entendimiento, sin embargo es comprensible la imposibilidad de profundizar extensivamente en

aquellos, dadas las limitaciones, que las hay, y la expectativa real a cubrir por este trabajo.

Sin embargo, podemos asegurar que se cubrieron las expectativas fundamentales, básicas y más importantes de cada tema y su aplicación, que aunque, si bien es cierto, cada tema podría ser objeto de un trabajo en particular, se demostró su aplicabilidad y conveniencia con sólo los fundamentos estudiados. Todos los ejemplos vistos, sin excepción, son casos reales desarrollados durante la experiencia profesional que hasta ahora he adquirido, de ahí el convencimiento pleno y la firme convicción de lo expuesto.

El desarrollo del trabajo consistió en la investigación teórica-práctica de todos los conceptos, comenzando con el objetivo o razón de ser de la exposición que no es más que la NECESIDAD IMPERIOSA DE MEJORAR en el mantenimiento y en todos los aspectos posibles conjuntamente con los requisitos que ello implica. Se abordó la situación actual del MANTENIMIENTO EN MEXICO, su conceptualización, su filosofía, sus objetivos y su clasificación a saber. Se analizó además, su relación estrecha con la filosofía de la CALIDAD TOTAL con miras al MEJORAMIENTO CONTINUO, y se abordó el aspecto medular de este trabajo, que es el planteamiento del modelo ATMPC que propone un esquema completo considerando aspectos humanos, técnicos, administrativos y financieros con los que, sin lugar a duda, se obtienen magníficos resultados encaminados hacia el objetivo principal :

MEJORAR LOS ESQUEMAS INTEGRALES EN EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Aprovecho pues, para señalar la conveniencia de incluir en los planes de estudio de ingeniería de las universidades, el tema de mantenimiento ya que, a decir verdad, se adolece en gran medida de su estudio y conocimiento para quien aún cursa, y que retribuiría bastante las expectativas del futuro ingeniero. Lo anterior se basa en el hecho del buen porcentaje de ingenieros que como egresados caemos en una labor relacionada al mantenimiento.

Se debe enfatizar también, la necesidad de que los industriales nos aligeren la labor de capataces, ya que sólo así y de esta forma tendremos tiempo y oportunidad de "echarle cabeza" al asunto y pasar de "vigilar" a ser creativo, pasar de "capataz" a ingeniero o ejecutivo de mantenimiento ya que, en realidad nuestro interés no debe encontrarse en los tornillos y tuercas, el lubricante o los mecánicos, sino en las políticas de la dirección de operaciones y en los procedimientos que puedan contribuir al rendimiento óptimo del sistema.

BIBLIOGRAFIA

- * CALIDAD, PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD
(LA SALIDA DE LA CRISIS)
W. E. DEMING ; ED. DIAZ DE SANTOS S. A. , SEVILLA ESPAÑA, 1989
- * LA META, UN PROCESO DE MEJORA CONTINUA
ELIYAHU M. GOLDRATT / JEFF COX
EDICIONES CASTILLO S. A. ; MEXICO D. F. , 1991
- * LA DIFERENCIA VITAL
(POTENCIALES OCULTOS EN LOS RECURSOS HUMANOS
Y EXITO COOPERATIVO CONTINUO)
FREDERICK G. HARMON / GARRY JACOBS
ED. NORMA; BOGOTA COLOMBIA, 1988
- * CONTROL TOTAL DE CALIDAD
A. V. FEIGENBAUM; ED CECSA; MEXICO D. F. , 1980
- * HOW TO OPERATE Q. C. CIRCLE ACTIVITIES
KAORU ISHIKAWA; ED. JUSE; JAPON, 1985
- * EQUIPOS INDUSTRIALES
(GUIA PRACTICA PARA REPARACION Y MANTENIMIENTO)
TOMOS I Y II; ED. Mc. GRAW HILL; MEXICO D. F. , 1990
- * SISTEMA DE MANTENIMIENTO
OWENS CORNING, FIBERGLAS CORPORATION; MEXICO, 1989
- * MANUAL DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
TOMOS I Y II; ED. CECSA; MEXICO D. F. , 1981
- * LA PRODUCTIVIDAD EN EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
E. DOUCE V. , J. F. DOUCE V. , ED. CECSA; MEXICO D. F. , 1990

- * LA ADMINISTRACION EN EL MANTENIMIENTO
ING. ENRIQUE DOUNCE; ED. CECSA; MEXICO, 1982
- * TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE
SEIICHI NAKAJIMA; ED. PRODUCTIVITY PRESS INC.; U.S.A., 1984
- * ELEMENTOS BASICOS DEL MANTENIMIENTO
CONSEJO NACIONAL DE LA PRODUCTIVIDAD; MEXICO, 1960
- * OPTIMIZACION EN INGENIERIA
RALPH W. PIKE / LAUTARO GUERRA G.;
ED. ALFAOMEGA; MEXICO, 1990
- * INVESTIGACION DE OPERACIONES
M. SASIENI / A. YASPER / L. FRIEDMAN; ED. LIMUSA; MEXICO, 1988
- * CIENCIAS DE LA ADMINISTRACION E INVESTIGACION DE OPERACIONES
CFORMULACION DE MODELOS Y METODOS DE SOLUCION
ELWOOD S. BUFFA / JAMES S. DYER; ED. LIMUSA; MEXICO, 1990
- * SISTEMAS DE PRODUCCION, PLANEACION, ANALISIS Y CONTROL
JAMES L. RIGGS ; ED. LIMUSA ; MEXICO, 1982
- * LA CALIDAD NO CUESTA
CEL ARTE DE CERCORARSE DE LA CALIDAD
PHILIP B. CROSBY; ED. CECSA; MEXICO D.F., 1990
- * RESOLUCION DE PROBLEMAS Y TOMA DE DECISIONES
ANTONIO MILANO; EDICIONES MACCHI; BUENOS AIRES, 1993
- * MANTENIMIENTO Y RECONSTRUCCION DE MAQUINARIA
W. PORRITT; ED. HISPANO EUROPEA S.A.; MADRID ESPAÑA; 1984
- * DIPLOMADO EN ADMINISTRACION DE PRODUCCION Y OPERACIONES
ROBERTO HOLANDA; ITESM CAMPUS EDO. DE MEXICO; 1991
- * TESIS DE MAESTRIA: "TECNOLOGIA Y MANTENIMIENTO: UN ENFOQUE
DE ANALISIS DE OPERACIONES"
ALEJANDRO REYES GONZALEZ; ITESM CAMPUS EDO. DE MEXICO; 1992