

00521
157



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA

**TRABAJOS DE CONSERVACION PARA MAQUINAS,
EQUIPOS, INSTALACIONES Y EDIFICIOS EN LA INDUSTRIA.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A :
ARTURO SOTO LOA



**EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUIMICA**

MEXICO, D.F.

2003





Universidad Nacional
Autónoma de México




UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



Jurado asignado

Presidente: LUIS MENDOZA GONZALEZ

Vocal: MANUEL JESÚS AGUILAR GÓMEZ

Secretario: BALDOMERO PÉREZ GABRIEL

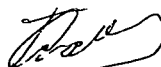
1er suplente: PABLO SANDOVAL Y GONZALEZ

2do suplente: ABRAHAM RODRIGO FLORES RAMOS

Sitio dónde se desarrolló el tema:

LABORATORIO DE INGENIERÍA QUÍMICA

Asesor: ING. BALDOMERO PÉREZ GABRIEL



Sustentante: ARTURO SOTO LOA





DEDICATORIAS.

En el siguiente trabajo quiero agradecer a mis :

Padres por su ayuda, comprensión y cariño: Pablo y Albina

Hermanas: Rocío y Paulina

Compañeros, Amigos y Profesores:

Alejandro

Gonzalo

Jahaziel

Ismael

Fernando

Milleria

Laura

Julio

Celestino

Ing. Alberto Bremauntz Monge

Ing. Carlos Franco

Q. José María Sainz

Ing. Joaquín Martínez Malpica

Omar



Julieta

Enrique Camacho

Enrique Cabrera

La banda del Quique

Israel Santamaria

Fermin

Francisco

Miguel Méndez

Griselda, Adriana y Beatriz.

A mis mejores amigas:

Ma de los Ángeles

Alicia

Domitila

Gisela

Patricia

Pilar

Sin olvidar a mi raza de Maravatio, Mich:primos,primas, tios,abuelos y amigos de la infancia.
Sin olvidar a los consejos y ayuda brindada por el Ing. Baldomero Pérez Gabriel.



ÍNDICE.

Introducción.....	6
Cap 1.- Sistemas de Mantenimiento Industrial y Recomendaciones.....	10
1.1 Mantenimiento Predictivo.....	12
1.1.1. Métodos del Mantenimiento Predictivo.....	14
Cap 2.- Características de los Trabajos de Conservación.....	28
2.1 Clasificación de los Trabajos de Conservación.....	29
2.2 Importancia del Mantenimiento No Planeado.....	38
2.3 Planeación del Mantenimiento.....	41
2.4 Características Específicas de Obras.....	44
2.5 Trabajos del Jefe de Mantenimiento.....	46
2.6 Trabajo de Conservación Edificios.....	47
2.7 Trabajo de Conservación Mecánico.....	50
2.8 Trabajo de Conservación Eléctrico.....	59
2.8.1. Mantenimiento a Transformadores.....	64
Cap 3.- Máquina Crítica y Diseño de Programas de Mantenimiento.....	67
3.1 Inspección.....	70
3.2 Planeación.....	74
3.3 Ordenes de trabajo.....	75
3.4 Ejecución.....	76
3.5 Evaluación.....	76
Cap 4.- Organización Para la Operación de Mantenimiento.....	80
4.1 Mantenimiento en un planta pequeña.....	85
4.2 Mantenimiento en un planta mediana.....	86
4.3 Mantenimiento en un planta grande.....	87
Cap 5.- Costos de Mantenimiento.....	88
5.1 Control de Costos.....	88
5.2 Evaluación del servicio de Mantenimiento.....	88
5.3 Vida Útil de Algunos Equipos.....	91
5.4 Clasificación de la Industria Nacional.....	92
Conclusiones.....	93
Referencias.....	94



Introducción.

Es lamentable observar como una gran parte de los equipos que constituyen las industrias en nuestro país sufren enormemente las consecuencias destructivas del deterioro debido principalmente a la carencia de un programa de prevención específico elaborado y al mal uso del equipo.

Al realizar este trabajo me hizo pensar en la necesidad de realizar un programa en mantenimiento industrial para controlar el deterioro y prolongar la vida útil de los equipos y las plantas mismas, muy pocas industrias invierten su capital en programas de mantenimiento que son necesarios.

El desarrollo del programa que se propone realizar tiene como objetivo fundamental:

Prevenir y Retardar el efecto del deterioro, mediante la aplicación de conceptos y experiencias prácticas.

El costo de los trabajos de conservación que incluye materiales y mano de obra, ocasionan un incremento importante en una operación de producción.

Con el eficiente uso de los trabajos de conservación de la planta y equipo aumentará la vida útil de trabajo facilitando el uso seguro de la maquinaria. La necesidad para mejorar el mantenimiento organizado, adecuando controles, planeando y enlistando efectivamente para enfatizar los diversos factores:

Incrementando la Mecanización. Se pueden reducir los costos directos, pero se incrementan significativamente el mantenimiento de equipo. Con el tiempo, la inversión de mecanización se recupera a través de los ahorros que se tienen de mano de obra y tiempo de producción. Con el mecanizado se tienen ahorros de mano de obra y tiempo de operación en virtud que con el costo de la mano de obra se reduce el tiempo muerto de operación.

Tiempo Muerto de Producción. Son las horas en las cuáles el equipo no produce.

Incrementando la Complejidad de Equipo. Al aumentar la Complejidad de Equipo es necesario especializar el servicio con una alta habilidad y eficiencia.



En toda empresa industrial, el mantenimiento está ligado principalmente con producción, aunque también lo está, con prácticamente todas las demás operaciones que conforman la organización de una compañía como son compras, ventas control de calidad, almacenes, seguridad y otras más.

OBJETIVOS:

- Encontrar un precio de venta, del valor de rescate de una máquina, equipo, instalación y edificio que sea lo más alto posible.
- Proporcionar información de mantenimiento, aspectos asentados por la experiencia y planteados En forma sistematizada para construir una disciplina.
- Proporcionar información de los trabajos de conservación se entiendan y sirvan para trabajar.

Los trabajos de Conservación se definen como :

- 1.- Actividades desarrolladas con el propósito de preservar en buenas condiciones de operación una máquina, equipo, instalación y edificio.
- 2.- Y también todos los trabajos de ingeniería que se requieren para hacer preservar en servicio eficiente una máquina, equipo, instalación y edificio.

Existen Trabajos Básicos de la fuerza de mantenimiento que son los siguientes :

- 1.- Limpieza. Trabajo básico indispensable que se debe realizar al equipo eliminando polvo y suciedad del mismo.
- 2.- Ajuste. Al igual que la limpieza este trabajo es básico, esto que hay que sustituir una pieza desgastada o en malas condiciones por otra nueva del mismo tamaño y material.
- 3.- Lubricación y Engrase. Este es el último trabajo básico necesario que se debe aplicar en el mantenimiento, ya que el equipo esta limpio y ajustado se procede a colocarle un lubricante y engrasante para prevenir el desgaste por fricción.



Otra de las recomendaciones para el mantenimiento es identificar el punto de falla el cual puede ser de 3 tipos que son :

- 1.- Falla Mecánica
- 2.- Falla Eléctrica
- 3.- Falla Operacional

Dentro del plan de mantenimiento se tienen lo siguiente :

- 1.- Trabajos mecánicos.
- 2.- Trabajos eléctricos.
- 3.- Trabajos Operacionales.
- 4.- Aspecto Exterior.

Las máquinas diseñadas por el hombre, tienen avances considerables y aunque existen equipos que hacen el mantenimiento a otras máquinas de producción, tales como la lubricación por niebla automática, por arrastre y por salpicadura, la inyección de grasa automática en partes sujetas a fricción como bujes, chumaceras de piso y chumaceras de pared. En donde esta operación de mantenimiento se hace de manera automática. La realidad actual indica que hay un número creciente de personas que forman parte del mantenimiento.

Las fallas que se originan en un equipo o maquinaria, son ocasionados por las siguientes fuentes:

La maquinaria o equipo mismo. Se vuelve una fuente más o menos importante de fallas, dependiendo de las propiedades eléctricas, mecánicas y electrónicas de sus partes, la calidad de los materiales empleados en ella, la eficiencia del diseño y por último la calidad de la instalación en el lugar a donde va a prestar el servicio. El manejo eficiente del personal

El ambiente circundante. Se toma una fuente de fallas cuando es agresivo a la maquinaria por ejemplo: la humedad, la temperatura, el polvo, el humo y la salinidad. Es necesario construir un ambiente adecuado para la maquinaria en cuestión a fin de reducir al mínimo las fallas por esta fuente.



El personal que en el interviene. Se comporta como una fuente de fallas cuando sus habilidades manuales y de pensamiento lógico son de baja calidad, también cuando no se conoce en forma plena el equipo que se va a mantener en este caso hablamos exclusivamente del personal de mantenimiento, ya que es el que tiene la necesidad de intervenir en forma más directa en los equipos. La mano de obra de mantenimiento debe ser cuidadosamente considerada a fin de adecuarla en cantidad y calidad, pues es tan negativo que haga falta como que sobre, ya que en muchos casos baja la eficiencia y el funcionamiento de las máquinas mantenidas. Siempre habrá un punto óptimo en la cantidad de horas-hombre necesarias para conseguir la mejor calidad de funcionamiento.



CAPITULO I
"SISTEMAS DE TRABAJOS DE CONSERVACIÓN Y RECOMENDACIONES"

Es la serie de trabajos que es necesario ejecutar en las máquinas, equipos, instalaciones y edificios a nuestro cuidado, cuando éstos dejan de proporcionar el servicio para el cual han sido diseñados, es decir, cuando ya es necesario recuperar el servicio, éstos sistemas se dividen, dependiendo de la importancia de los trabajos que hay que desarrollar para corregir la falla. A continuación se muestran los sistemas de mantenimiento industrial.

NO.	NOMBRE	DESCRIPCIÓN BREVE	EJEMPLOS
01	Emergencia	Trabajos urgentes y costosos que se llevan a cabo en el equipo de producción crítica.	Reparar engrane motriz.
02	Correctivo	Ajustes de fallas.	Cambio de banda rota.
03	Preventivo	Conjunto de trabajos encaminados a evitar paros probables en máquinas y equipos.	Calentamiento de motor.
04	Predictivo	Es detectar fallas por revelación antes de que sucedan, sin perjuicio en la producción, usando instrumentos de diagnóstico y pruebas no destructivas.	Vibración excesiva en un sistema de transmisión.
05	Por etapas	Aplica el mantenimiento al equipo subdividiéndolo en máquinas, secciones, mecanismos y partes.	Reparar mecanismos neumáticos, hidráulicos.
06	Periódico	Dar mantenimiento en forma integral después de cada etapa determinada de trabajo.	Al equipo darle mantenimiento cada seis meses.
07	Reparaciones Mayores	Trabajos de mantenimiento que consume grandes cantidades de mano de obra, materiales, tiempo y dinero.	Rehabilitación general de maquinaria.
08	Sintomático	Trabajos basados en los síntomas registrados durante la operación.	Ruidos extraños.
09	Continuo	Proporcionar en forma permanente el servicio para garantizar el trabajo de una máquina o equipo.	Mantenimiento a homos rotativos.
10	Mixto	Aplicación combinada de correctivo y preventivo.	Cosméticos a bandas y ajustar su tensión.



RECURSOS DE INGENIERÍA PARA REFORZAR LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO.

Son proposiciones que se exponen para que el trabajo de mantenimiento se realice con eficacia y éxito siendo ellas como siguen:

- Recomendaciones de los fabricantes de maquinaria y equipo referente a instalación, operación y mantenimiento.
- Recomendaciones de equipos similares.
- Aportaciones de la experiencia propia en máquinas y equipos.
- Recurrir a los análisis de Bufetes de ingeniería, de instituciones y contratistas especializados.
- Mantenimiento por diagnóstico realizado por medios instrumentales.
- Recurrir a la mano de obra especializada.
- Recurrir a las pruebas de funcionamiento de las máquinas y equipos poniéndolos a trabajar en vacío y después con carga.

RECOMENDACIONES PARA CASOS GRAVES, URGENTES Y TENDENCIAS ALTAS.

Con objeto de controlar los efectos destructivos que se representan durante el trabajo de mantenimiento, las acciones recomendables industriales mas comunes son:

- Acciones preventivas. Dirigidas para disminuir al mínimo posibles averías que se presentan en las maquinas y equipos, como son alineación de poleas para que las bandas no se tuerzan y se rompan prematuramente.
- Acciones correctivas. Son trabajos realizados para corregir fallas cuando se conocen las causas y se tiene los recursos necesarios, como por ejemplo reapriete general de tomillería para evitar vibraciones mecánicas en un sistema de transmisión de fuerza.
- Acciones adaptativas. Se aplican en el momento de la falla y tienen el propósito de resolver el caso de inmediato para después solucionarlo en forma definitiva y segura, por ejemplo usar bandas trapezoides como recurso y después cambiarlas por bandas dentadas, si así lo requieren.



- Acciones contingentes. Son trabajos seguros que hay que realizar para bajar la frecuencia de la falla, por ejemplo ventilación de controles eléctricos para evitar calentamientos que hagan trabajar mal su función.
- Acciones Sintomáticas. Son los trabajos necesarios para mantener las máquinas y equipos en buen estado, en función de los síntomas que presentan durante la operación, por ejemplo la inspección de ruidos extraños para evitar el desgaste o deterioro de las piezas que trabajan con esfuerzos mecánicos.

Estas recomendaciones son necesarias para llevar a cabo un buen sistema de mantenimiento industrial, con el fin de mantener en buen estado y prolongar la vida útil del equipo y planta.

En la Industria en general debe aplicarse alguno de los sistemas de mantenimiento industrial anteriores, ya que el equipo está expuesto a :

- a) Corrosión. Reacción que ocurre en la superficie del equipo al estar en contacto con sustancias altamente corrosivas.
- b) Desgaste. Esto es debido al mal manejo o mal uso del equipo incluyendo un manejo deficiente de lubricación y engrase.
- c) Fricción. Se debe que cuando al estar en contacto dos o más piezas y por la falta de lubricación se efectúe un rozamiento dañino entre los mismos.

Por lo general el sistema que no es utilizado en la industria es el sistema de mantenimiento predictivo que se aplica ya que el sistema lo requiere para seguir funcionando adecuadamente, esto se debe a la falta de cultura, interés o desconocimiento por parte del departamento de mantenimiento.

1.1 Mantenimiento Predictivo.

El objetivo en estudio, es determinar los métodos para dar mantenimiento a cualquier mecanismo al cuál se le aplicara mantenimiento predictivo, ya que este se basa en las reacciones desenvolvimiento de cualquier elemento durante su funcionamiento, al registrar en forma periódica los diferentes desgastes que se van presentando.



El mantenimiento predictivo se utiliza en la planeación del mantenimiento preventivo y correctivo y se basa fundamentalmente en detectar una falla o desviación antes de que suceda por medio del diagnóstico sensible y el diagnóstico instrumentado del comportamiento interno y externo de los diversos sistemas y subsistemas del equipo así como experiencias de otras máquinas en semejantes circunstancias integrando una serie de graficas o ecuaciones que nos indiquen la tendencia en desgaste, y deterioros que sufren los equipos para dar tiempo a corregir sin perjuicio al servicio. Por lo que respecta a este mantenimiento es efectuado por mecánicos o técnicos en diagnóstico.

Las herramientas con las que cuenta este tipo de mantenimiento, son las estadísticas que se apoya en los datos dados por los dos tipos de diagnóstico para comparar con comportamiento de máquinas semejantes dictando las recomendaciones de mantenimiento o bien la substitución de determinados elementos alimentando de esta manera tanto el mantenimiento preventivo como el correctivo.

El mantenimiento predictivo se basa en el análisis estadísticos de vidas utiles de piezas y sistemas; en el análisis físico de piezas de desgaste, en el análisis de laboratorio y el diagnóstico de campo. Nos proporciona el programa de mantenimiento preventivo, pronósticos de cambio, reposiciones y datos para reemplazo económico. Esto significa pues que con el mantenimiento predictivo de aplicarse adecuadamente, se habrán acabado los siguientes problemas.

- 1.- Sustituir de manera rutinaria partes costosas sólo para estar seguro de su funcionamiento.**
- 2.- Pronosticar que tiempo de vida le queda a baleros, aislamientos, motores, etc.**
- 3.- Suspender el servicio fuera de programa por fallas imprevistas, lo más posible.**



1.1.1 Métodos del Mantenimiento Predictivo.

Los métodos en los que se apoya el mantenimiento predictivo son :

- 1.- Monitoreo e Instrumentación.
- 2.- Análisis Estadístico.
- 3.- Diagnóstico.
- 4.- Predicción.

Monitoreo e Instrumentación.

El término diagnóstico se refiere tanto al proceso activo como a la conclusión a la que se llega mediante el estudio de este. El diagnóstico mecánico moderno o monitoreo, incluye el proceso de utilizar métodos científicos para determinar el compás general de problemas que influyen a una máquina. Incluyendo la colección de todos los hechos necesarios y la variación crítica de toda evidencia obtenida de cada una de las fuentes de información necesaria para cualquier medida que sea útil.

De los hechos así obtenidos y con los conocimientos de mecánica, estadística, correlación de fallas, concepto de las causas del problema y de las fallas inducidas, forman la idea de los procesos que llevan a la máquina a la deficiencia que presenta, a partir de un arreglo de probabilidades e hipótesis, el diagnóstico correcto se singulariza como aquél que acierta en la causa del problema a partir de los datos obtenidos.

El diagnóstico es el precursor del mantenimiento, y el tratamiento debe basarse en un entendimiento del diagnóstico. La información sobre la cuál el diagnóstico que pronostica cada tratamiento se basa fundamentalmente de tres clases, cada una de las cuáles requiere un análisis crítico separado de su exactitud, error y significado clínico para la máquina en particular. Las cuales son:

- a.- Hechos obtenidos de la historia de la vida de la máquina, como su funcionamiento correcto, accidentes, operaciones, desgastes tendenciosos, etc. Como miembro específico de un equipo de obra, es decir su bitácora completa
- b.- Hechos obtenidos del examen físico.
- c.- Información obtenida de exámenes de laboratorio rutinarios y de exámenes especiales.

El siguiente paso es el desarrollo de una bitácora, la construcción de información seguida de una codificación de los datos importantes y su ordenamiento en términos de su significancia, a partir de los cuáles se deriva un diagnóstico preliminar; este diagnóstico preliminar es posteriormente modificado a medida que



exámenes mas explicitos son obtenidos con objeto de corregir errores, resolver interrogantes; medir los grados de anormalidad en forma mas precisa y realizar un pronóstico. El tratamiento se inicia con o sin la modificación del diagnóstico original, cuando el término diagnóstico se utiliza como término calificativo, se refiere a la conclusión derivada del análisis de los datos obtenidos.

Históricamente la observación fué por un tiempo ver y comprender, el siguiente paso en el desarrollo, es un exámen de la maquinaria en el cuál en tomar en cuenta su historia o buscar sus causas de fallas que presentó en su historia pasada, este es un factor de primordial importancia. En los primeros periodos históricos y probablemente por mucho tiempo atras la revisión fue una inspección somera por máquina. Hoy en día es tal el avance técnico, que basta con una sola mirada a los instrumentos de medición para saber con precisión el estado de los componentes de una máquina.

De acuerdo con la manera de monitorear o diagnosticar, este método se clasifica de la siguiente forma:

- o Sensible
- o Medición Externa
- o Medición Interna

El diagnóstico instrumentado, como su nombre lo indica es la utilización de instrumentos o aparatos de medición interna y externa, mediante su aplicación correcta nos ayudará a comprobar el estado real del sistema en estudio. Estos instrumentos al indicarnos el estado real del sistema, podremos diagnosticar las posibles fallas o desviaciones que estén afectando el rendimiento normal del sistema, para lograr de está manera la minimización de los tiempos muertos de la máquina.

Diagnóstico Sensible.

Este tipo de diagnóstico difiere de los demás, por la forma en que se lleva a cabo, y se caracteriza por el hecho de ser en general confiable e instrumentado, entendiéndose en este caso como instrumentado, el hecho de utilizar los sentidos humanos (oído,tacto,etc.), como instrumentos de medición, que aseguran lo contrario, se debe a un " sexto sentido " que se adquiere através de la experiencia.



Para tal efecto, el ingeniero debe proveerse de toda la información posible del problema a comprobar. Lo debe de hacer por medio de una inspección visual, haciendo preguntas y operando la máquina, utilizando el diagnóstico de medición interna y así proceder a solucionar el problema detectado.

Instrumentos de Medición Externa.

Los instrumentos utilizados para la medición externa son los siguientes:

- 1.- Calibradores
- 2.- Micrómetros
- 3.- Calibradores de apertura
- 4.- Regla de acero
- 5.- Vernier
- 6.- Flexómetro
- 7.- Escantillones

Instrumentos de Medición Interna.

Los instrumentos que se utilizan en el diagnóstico de medición interna son los siguientes :

- 1.- Equipo de calibración del tiempo de la inyección
- 2.- Equipo de medición de presiones
- 3.- Equipo de medición de temperaturas
- 4.- Equipo de muestreo de humo
- 5.- Conjunto de pruebas para el sistema eléctrico
- 6.- Medidor de tiempo del motor
- 7.- Pirómetro
- 8.- Fluxómetros
- 9.- Termistores



Aplicación de los Instrumentos de Medición.

La aplicación de estos instrumentos depende de la medición de los diferentes parámetros que componen cada uno de los diferentes sistemas de un equipo. Los parámetros que se pueden medir en estos sistemas son : Presión, Temperatura, Gasto, Espesor, Velocidad, Diámetro, etc.

Una vez identificados los parámetros en los sistemas, se utilizará el instrumental o instrumento apropiado para que lo mida y así poder obtener las lecturas, las cuáles serán comparadas con los estándares o normas del fabricante, para saber el estado actual del sistema.

A continuación se describe de los instrumentos de medición a los sistemas que compone a un traductor que es un instrumento de medición sobre equipos y estos sistemas son:

- Motor
- Convertidor
- Transmisión
- Sistemas Hidráulicos
- Mandos Finales
- Carriles o Tránsito

La mayoría de los equipos e instrumentos de medición mencionados tienen su aplicación en el sistema motor, debido a que este sistema se le considera como " el corazón " del tractor, es decir, el que transmite el movimiento a los demás sistemas del traductor.



DIAGNÓSTICO DE MAQUINARIA.

MAQUINA _____ MARCA _____
MODELO _____

SERIE _____ HOROMETRO _____ No ECO. _____

FECHA _____ OBRA _____ EMPRESA _____

ANÁLISIS DEL MOTOR

MARCA _____ MODELO _____ SERIE _____

Nombre de la Prueba	Unidades.	Especificaciones	Datos Obtenidos		Observación
Velocidad en baja	R.P.M.				
Velocidad en alta	R.P.M.				
Velocidad en Stall	R.P.M.				
Presión Múltiple de Admisión	Pulg.Merc.				
Restricción del Filtro de aire	Pulg.Agua				
Contrapresión del escape	Pulg.Agua				
Temperatura Func. Motor	OF				
Presión del Aceite	P.S.I.				

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Análisis Estadístico.

Con el paso del tiempo se ha observado un gran avance que ha tenido la ciencia, es necesario poder conocer las necesidades futuras, a causa de ésta necesidad, se ha incrementado el uso de las matemáticas y la estadística, ya que éstas nos brindan métodos y ecuaciones apropiadas para poder predecir necesidades futuras. Tales predicciones requieren que se obtenga una fórmula que relacione la variable dependiente (valor que se desea predecir) con una ó más variables independientes. Una de las etapas para poder llevar a cabo una predicción es un análisis estadístico.

Definición. Este consiste en analizar mediante métodos estadísticos, toda la información obtenida sobre el equipo que nos interesa mantener en buenas condiciones de funcionamiento y operación. Como un ejemplo del resultado de análisis estadísticos, se presenta en la siguiente tabla la vida promedio de los principales componentes de un equipo de tractor sobre orugas, y ésta se obtuvo a partir de una herramienta fundamental de la estadística que es la media aritmética de datos obtenida en el campo, por lo cuál, debemos de auxiliarnos de los otros métodos antes mencionados, para predecir con mayor certeza la vida útil del equipo.

	Vida Promedio Nueva (hrs.)	Vida Promedio Después Después del Mantenimiento (hrs.)
Sistema		
Motor	6,000	6,000
Transmisión	6,000	6,000
Convertidor	8,000	8,000
Mandos Finales	8,000	8,000
Tránsito	3,000	6,000
Sistemas Hidráulicos	6,000	6,000

**TRIPS CON
FALLA DE ORIGEN**

Estas vidas promedio, como son datos estadísticos obliga a hacer una reparación o cambio del sistema como parte del mantenimiento predictivo. Pero no existe la seguridad de que en realidad ésta operación o reemplazo sea necesario en ese tiempo para cada máquina, es decir, no conocemos el desgaste interno de sus piezas o partes, ya que éste está en función del tipo de trabajo que desempeña la máquina (desmonte, mover una escrapa, etc.), de la manera de operar la máquina, de las condiciones climatológicas, etc.



En el análisis estadístico el primer paso a seguir consiste en la construcción de una tabla de frecuencias, ésto es, una tabla que divide, los datos de un número relativamente menor de clases (categorías), haciendo una lista con el número de observaciones que corresponden a cada clase.

El segundo paso será la distribución de la frecuencia, en la cuál los datos se agrupan de acuerdo a su valor numérico, en la tabla 1 se considerará el peso de cuarenta alumnos de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Para el siguiente paso consiste en determinar los límites de clase y la frecuencia para esto se construíra la tabla 2.

Peso de 40 estudiantes de la Facultad de Química.

164	138	150	132	144	125	149	157
158	146	140	147	136	148	152	144
126	168	138	176	163	119	154	165
173	146	142	147	135	153	140	135
145	161	135	142	150	156	145	128

Tabla No 1.

Distribución de Frecuencias.

Peso (libras)	Frecuencia
118 - 126	3
127 - 135	5
136 - 144	9
145 - 153	12
154 - 162	5
163 - 171	4
172 - 180	2
Total	40



El cuarto paso será realizar el gráfico : polígono de frecuencia, histograma, gráfica lineal, sectorial, gráfico de correlación o diagrama de dispersión,etc.

El quinto paso, será el análisis de los diagramas de dispersión o correlación, y estos sirven para estudiar la relación entre dos variables en escala continua. Lo que se observa en estos gráficos es la forma de la nube de puntos; mientras más se acerca a una distribución lineal más estrecha es la relación entre ambas variables. Para



medir la relación entre variables en un diagrama de dispersión, se utiliza el coeficiente de correlación, que se designa mediante el símbolo. Como medida de relación " r " varía entre +1 y -1. Los valores positivos indican que las dos variables aumentan o disminuyen al mismo tiempo; y los valores negativos significan que cuando una variable aumenta, la otra disminuye o viceversa.

Diagnóstico.

Sería un error pensar que la maquinaria moderna requiere de menor mantenimiento. Si bien una máquina está diseñada para un determinado tiempo de vida útil, no es conveniente que este sea demasiado largo o bien es diseñada de tal forma que sea necesario un cambio frecuente en predeterminadas refacciones dicho de otra forma no resulta económico o al fabricante hacer maquinaria de muy larga duración. Es importante reconocer las piezas de una máquina que estén hechas con las características anteriores, teniendo en cuenta de confundirlas con las piezas denominadas " fusible " las cuáles si bien están hechas de material poco resistente a determinado esfuerzo no son con el fin de que falle la máquina, sino que al presentarse un error, sea ésta pieza la que se tenga que cambiar y no la otra de costo mayor o que se produzcan varias fallas de consecuencias más difíciles de reparar. Por tal motivo, estas " piezas fusible " se localizan en un punto de fácil acceso.

El uso de sistemas hidráulicos vino a constituir una gran ayuda al adelanto técnico en la industria en general. En lo que se refiere al equipo de construcción, específicamente bulldozer dio la posibilidad de poder manejar mayores volúmenes de tierra al reducir el esfuerzo al que era sometido el operador esto no es del todo positivo ya que éstos sistemas no son fáciles de comprender teniendo como consecuencia errores en el mantenimiento, provocando fallas como el violar válvulas fusible o aliviadoras de presión estos errores son ocasionados por la falta de tecnología apropiada ya que al adquirirse una unidad y un instructor muestra el funcionamiento de la máquina en presencia de operadores jefes mantenimiento y demás personal dicha demostración por lo general abarca tanto el aspecto técnico-técnico como práctico y si los encargados de hacer los trabajos de mantenimiento de ésta unidad no comprenden éste aspecto técnico no se puede esperar un mantenimiento técnico correcto al presentarse una falla en el sistema hidráulico en el cuál provocaría una elevada presión antes de que el pistón o gato elevador provocado abra la abertura de la válvula de alivio de la bomba de aceite, el gato no subiría con suficiente fuerza; un ingeniero inexperto provocaría que no se abriera la válvula de alivio para tratar de elevar la presión sin ver la "causa" real de dicha falla ya que se trata de corregir el " efecto " de está, pudiendo ser una línea extruida o doblada (falla común causada por golpes o dobladuras en los tubos), provocando fallas más graves como ruptura en la flecha de la bomba de aceite o que se " barra " el engrane que transmite el movimiento del cigueñal a está flecha.

En el párrafo anterior se hace notar la necesidad de mano de obra más tecnificada tal que comprenda la maquinaria a un nivel más técnico para poder comprender los datos obtenidos por el diagnóstico veamos un caso concreto dentro de la maquinaria para construcción.



Una determinada máquina rompe un gran número de bandas; el corregir la falla sin ver LAS CAUSAS que la producen, no será ni conveniente ni mucho menos económico, ya que está máquina seguirá rompiendo las bandas. La solución no sería de ninguna manera cambiar de tipo de banda si es notorio un desgaste lateral de las poleas portadoras, sino primero las condiciones generales de estas (rupturas, excentricidad, paralelismo, etc). Supongamos que se optó por cambiar la banda y se logró conseguir una de tal manera construida que no se pudiera romper; esto resolvería provisionalmente el problema, ya que que no se rompería la banda, pero seguramente se presentaría otra falla en el sistema como pudiera ser un balero roto, una polea desejada, y etc.

A las fallas dependientes e independientes se les conoce como inducidas y primarias respectivamente o bien como el " efecto" de una " causa " .

Definición. Definiremos al diagnóstico como la identificación de los síntomas o desviaciones que esten ocurriendo interna y externamente en un sistema cualquiera (motor, transmisión, etc.) y una vez identificados los síntomas, se procede a conocer la falla y por último se determina la causa de la falla, con lo cuál ya se puede determinar la solución más eficiente al caso.

Pero para poder determinar la solución más eficiente, debemos de comparar los datos obtenidos con los estandares o normas del fabricante. Para lograr lo anterior, es necesario que el diagnóstico se lleve a cabo en : análisis físico y análisis de laboratorio

Análisis Físico. Este análisis se lleva acabo con una medición directa y una inspección visual a la unidad, y de ésta manera, podemos pronosticar su vida permanente.

Análisis de Laboratorio. Dentro del análisis de laboratorio están comprendidas las siguientes pruebas, las cuáles no son las únicas que podemos llevar a cabo, pero si son estas las más frecuentes en su uso en la maquinaria para la construcción.

- Muestreo y análisis periódico del lubricante
- Pruebas de banco
- Etc.

Muestreo y Análisis Periódico de Lubricante.

Este muestreo es un programa para determinar las condiciones de los sistemas de lubricación, mediante el análisis del lubricante, el cuál revela las partículas provenientes del desgaste interno. El objetivo de este muestreo y análisis periódico del lubricante es el de proveer y minimizar las fallas o desviaciones de los sistemas (motor, transmisión, sistemas hidráulicos y mandos finales).



El muestreo y análisis periódico del lubricante consiste en lo siguiente: como cada pieza móvil de un sistema tiene una tasa o índice normal de desgaste, a medida de que se desgastan los componentes de las partículas microscópicas del metal que no retienen los filtros se mezclan con el lubricante.

La medición de la cantidad de estas partículas microscópicas en partes por millón (PPM) revela el índice de desgaste del sistema (motor, transmisión, sistemas hidráulicos y mandos finales).

El aparato utilizado para hacer estas mediciones es el llamado " Espectrofotómetro de Absorción Atómica " y se basa en el principio de que los átomos de cada elemento absorben luz tan sólo de una longitud de onda específica. El instrumento antes mencionado se regula para que emita y detecte luz de longitud de onda de cada uno de los elementos que se estudian: cobre, aluminio, hierro, plomo, cromo, molibdeno, manganeso y silicio.

Los elementos antes mencionados forman parte de las piezas que sufren mayor desgaste, por ejemplo:

- El aluminio, indica el desgaste de los pistones o de los cojinetes
- El cobre, revela el desgaste de cojinetes de empuje, la entrada del agua a los enfriadores y el desgaste en la transmisión y de los discos de la dirección.
- El silicio, indica la entrada de tierra.
- El hierro, generalmente indica el desgaste en las bombas del lubricante, el cigüeñal y en las camisas de los cilindros.
- El cromo, muestra el desgaste de los anillos, de los pistones y de los cojinetes.

La detección de cantidades excesivas de estos elementos en el lubricante, revela una falla inminente.

El análisis del lubricante nos permite además comprobar si este tiene agua o contiene combustible en disolución. El agua se identifica mediante una prueba de chisporroteo, en una plancha especial caliente (hot plate). Un probador del punto de inflamación, en una copa cerrada, localiza el combustible diluido.



Pruebas de Banco.

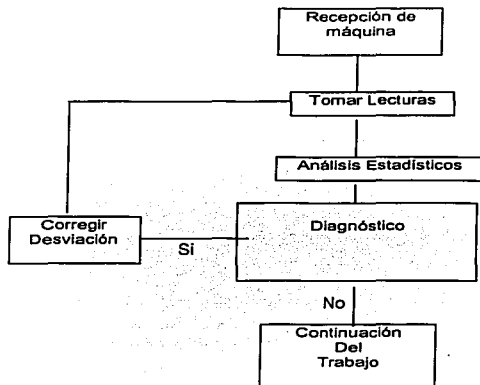
Está prueba de banco, es otra de las pruebas a las cuáles deben someterse los siguientes componentes: Bomba de inyección, inyectores, toberas, turbocargadores y subsistemas eléctricos, como el motor de arranque o marcha con el fin de verificar el correcto funcionamiento de estos.

Los parámetros a verificar son los siguientes : en las bombas de inyección son la presión, el flujo, la presión de vacío y el escurrimiento; en las toberas la pulverización del combustible, el asentamiento y el ángulo correcto de pulverización; a los turbocargadores, se les verifica el correcto balanceo del rotor; al subsistema eléctrico, se le verifica la caída de voltaje y la entrega de corriente. Una prueba importante, dentro de las pruebas de banco, es la que se efectúa en los motores con el fin de medir la potencia y el par de fuerzas (torque) que producen, esta prueba es la que se lleva a cabo mediante el aparato de medición llamado dinamómetro.

Cuando se acopla directamente el motor por probar al dinamómetro, éste actúa como un generador de DC cuya potencia de salida puede ser variada, disipando potencia en un banco de resistencias. Como un ejemplo de lo que se debe hacer en la aplicación de un diagnóstico, se presenta a continuación los pasos que se deben seguir al detectar una falla o desviación.



Pasos a seguir para detectar una falla o desviación.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

El Diagrama de Flujo Expresa lo siguientes pasos:

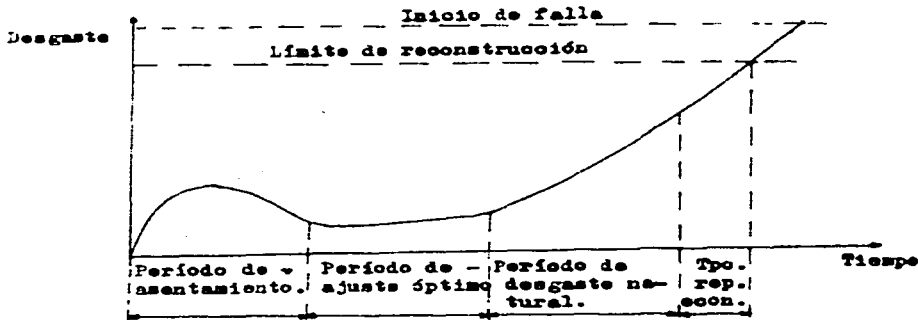
- 1.- Se recibe la máquina.
- 2.- Se procede a efectuar las lecturas de la variable que se requiere medir.
- 3.- Se realiza un análisis de la variable de interés.
- 4.- Se realiza el diagnóstico correspondiente.
- 5.- Con el resultado del diagnóstico, si no hay desviación con respecto a la variable en cuestión se continúa con el trabajo en caso contrario se regresa al paso 2



Como se mostró anteriormente, el uso de gráficas es la forma más directa de prevenir fallas, estas gráficas se pueden utilizar obteniendo tendencias " tipo " por medios matemáticos o por simple observación. Decimos 2 tendencias tipo " a una ecuación obtenida por diferentes métodos (uno de ellos es el de mínimos cuadrados), sobre datos obtenidos en otras máquinas. Está ecuación nos sirve para obtener las tendencias.

Como se ha esbozado anteriormente, el mantenimiento predictivo, consiste en analizar los datos obtenidos en campo, taller, fabricante y distribuidor de una máquina, que podamos ver las tendencias de desgaste, para poder conocer e interpretar las desviaciones favorables o desfavorables de estos, con respecto a un " desgaste patrón " al cuál son referidas.

Una curva típica de desgaste patrón es la siguiente:



**TENDENCIA CON
FALLA DE ORIGEN**



Descripción de la gráfica.

El periodo de " asentamiento ", es el periodo en el cuál la máquina, debido al ajuste efectuado en diferentes partes, sufre un desgaste acelerado por motivos normales de ajuste de piezas nuevas, forzando a la máquina (ligeramente).

Este periodo se ha ido reduciendo conforme a la tecnología (precisión de ajustes) avanza, al desarrollarse la máquina- herramienta, logrando así reducir las tolerancias de ajuste.

El periodo de " ajuste óptimo " es el lapso de tiempo transcurrido en la vida de la maquinaria, en el cuál resulta más económico su mantenimiento ya que en este periodo, su lubricación es excelente esto se debe a un ajuste adecuado entre sus componentes, reduciendo las pérdidas internas de potencia al mínimo.

El "periodo de desgaste natural ", es el efectuado por el aumento en holgamientos en los ajustes. Estos holgamientos pueden ser provocados por desgaste " propio " o " inducido ", dependiendo de la pieza de que se trate.

Se le llama " tiempo de reparación económica ", al tiempo en el cuál una pieza puede ser recuperada con un mínimo de inversión, porque no se alterarán sus funciones principales al ser reparado.

Predicción.

La predicción es el objetivo que se persigue con los pasos seguidos en el análisis estadístico, para así poder tomar medidas de control eficientes de acuerdo al sistemas del cuál se trate. Los dos requisitos primordiales para cualquier predicción son la validez y la confiabilidad.

La validez de una predicción puede definirse generalmente como el grado en el que la predicción permite alcanzar ciertas metas del usuario; la validez de la predicción se establece estadísticamente por medio de la correlación y la regresión; la distribución importante de la validez predictiva es que toma en cuenta el tiempo.

La medición obtenida a partir de una predicción debe ser consistente. El punto hasta el que cualquier instrumento de medición es consistente o estable y dará los mismos resultados una y otra vez, en caso necesario, se define confiabilidad se mide habitualmente por medio del coeficiente de correlación.



CAPITULO II

“CARACTERÍSTICAS DEL MANTENIMIENTO”.

Cuando se habla de mantenimiento, procederemos a definirlo, especificar sus funciones y clasificarlo. El mantenimiento se define como aquella serie de actividades dirigidas por una persona o grupo de personas, que tienen como objetivo el lograr y asegurar el aprovechamiento más ventajoso de las máquinas y equipos que otros elementos de una organización necesitan para el desempeño de sus funciones mediante la aplicación de las técnicas conducentes a mantener dicho equipo en condiciones óptimas de funcionamiento y obtener la óptima recuperación de la inversión.

La función del mantenimiento es velar con sus medios y técnicas por el buen funcionamiento seguro y eficiente del equipo a su cargo y es responsable de cualquier proyecto, ejecución, reparación, instalación y sustituciones que estén comprendidos dentro del plan de mantenimiento.

Los principales objetivos del mantenimiento industrial son los siguientes:

- 1.- Prever un margen por averías durante el tiempo útil.
- 2.- Mantener el equipo en condiciones de utilización seguras.
- 3.- Mantener el equipo en su máxima eficiencia
- 4.- Reducir al mínimo los paros por averías.
- 5.- Reducir al mínimo el costo de mantenimiento.
- 6.- Mantener un alto nivel técnico en la ejecución de su trabajo.
- 7.- Prolongar la vida útil del equipo.



Para conseguir estos objetivos es necesario lo siguiente:

- 1.- Disponer de técnicas bien seleccionadas y supervisadas.
- 2.- Un programa de mantenimiento
- 3.- Contar con un adecuado sistema de control de las actividades a realizar.
- 4.- Realizar una investigación de las causas y soluciones a las averías
- 5.- Estar al día en cuanto a los avances técnicos de material y equipo.
- 6.- Estrecha colaboración con los encargados de la operación del equipo.

El servicio de mantenimiento debe llevar un inventario del equipo, registrar los trabajos en curso y finalizarlos. Los factores primordiales que determinan la organización de las actividades de mantenimiento son:

- 1.- Clase de equipo disponible (tipo de maquinaria).
- 2.- Continuidad de operaciones (turnos).
- 3.- Tamaño de la industria, empresa o proyecto a realizar.
- 4.- Preparación del personal, tanto de operación como de mantenimiento.
- 5.- Campo de acción del servicio.
- 6.- Situación geográfica (mantenimiento ejecutado en lugar de operación o en talleres).

2.1 El mantenimiento industrial se clasifica de la siguiente forma:

- A. En función de la forma de organizarlo.
- B. En función del grado de dificultad que implica realizarlo.



2.1.A. En función de la forma de organizarla



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Después de clasificar el mantenimiento en mantenimiento planeado y no planeado, se define y especifica la función de cada uno de estos.

2.1.A.1. Mantenimiento Planeado.

Definición. Es el mantenimiento organizado, orientado a mantener en buenas condiciones de máxima producción del equipo mediante la programación del trabajo de acuerdo con las necesidades de la producción y las condiciones de la obra.

El mantenimiento planeado se divide en:

- A. Mantenimiento Predictivo
- B. Mantenimiento Preventivo
- C. Mantenimiento Correctivo
- D. Mantenimiento Reconstructivo

Se define cada uno de estos tipos de mantenimiento a continuación:

A. Mantenimiento Predictivo. El mantenimiento predictivo se utiliza en la planeación del mantenimiento preventivo, correctivo y reconstructivo se basa fundamentalmente en detectar una falla o desviación antes de que suceda por medio del diagnóstico sensible y el diagnóstico instrumentado del comportamiento interno y externo de los diversos sistemas y subsistemas del equipo, así como en experiencias de otras máquinas en semejantes condiciones, integrando una serie de gráficas o ecuaciones que nos indican la tendencia de desgaste y deterioro que sufren los equipos, para dar tiempo a corregir sin perjuicio al servicio. Por lo que respecta a este mantenimiento es efectuado por técnicos en diagnóstico.

Las herramientas con que cuenta este tipo de mantenimiento, son la estadística que se apoya en los datos obtenidos por los dos tipos de diagnóstico para comparar con comportamientos de máquinas semejantes enlistando las recomendaciones de mantenimiento o bien la sustitución de determinados elementos alimentando de esta manera tanto al mantenimiento preventivo, como al reconstructivo.



B. Mantenimiento Preventivo. Se entiende por mantenimiento preventivo, a todas las operaciones de ajuste, comprobación, lubricación y limpieza, que como rutina y a intervalos definidos para asegurar a la maquinaria y equipo que necesita, que estén en buenas condiciones para su uso inmediato, este tipo de mantenimiento es realizado por lubricadores y técnicos generales.

También se dice que el mantenimiento preventivo es la serie de actividades, cuyo fin es el de evitar el desgaste excesivo o prematuro de los mecanismos que hacen necesarias las reparaciones costosas y originan los tiempos muertos. Por regla general, este tipo de mantenimiento se desempeña por recomendaciones del fabricante por tanto del distribuidor y se deben al resultado de un análisis estadístico efectuado por el primero en base a experiencias en fallas frecuentes y a diagnósticos en sus dos tipos, tanto el sensible como el instrumentado.

Este mantenimiento abarca lo siguiente:

a. Rutinas de Mantenimiento. Consiste en efectuar limpieza del equipo, checar niveles de aceite, corrigiendo si es necesario, efectuar engrasados, proveer de combustible, inspección general del equipo checando tuercas, seguros, guardapolvos, tapones, etc.

b. Servicios Periódicos. De acuerdo al distribuidor, realizar los cambios, chequeos y ajustes recomendados. Realizar informes de condiciones generales del equipo al inicio de la obra, igual que al final de la misma.

Por lo anterior, se deduce que el mantenimiento preventivo logra considerables ahorros y baja los costos de operación.

C. Mantenimiento Correctivo. Involucra a todas las operaciones tendientes a corregir el funcionamiento inapropiado de los diferentes componentes que integran un mecanismo o una máquina, llevándolo de nuevo a las condiciones óptimas mediante reparaciones o sustituciones de piezas gastadas por piezas nuevas.

Dichas operaciones deben llevarse a cabo a tiempos determinados por el mantenimiento predictivo e incluyen actividades tales que van desde sencillos y reposiciones de piezas hasta reparaciones o reconstrucciones que requieren tanto instalaciones como personal especializado.



Es de uso general el considerar que el mantenimiento correctivo es el que se aplica en el sitio, en el que opera el equipo a mantener y que su ejecución está a cargo de técnicos, por lo cual conviene distinguir el trabajo correctivo especializado como otra actividad de mantenimiento.

Este mantenimiento involucra, como en la clasificación en función de la forma de organizarlo se vio, la aplicación del mantenimiento en campo o en taller directamente según la gravedad de la falla o del estudio, que por medio del mantenimiento preventivo, nos indica algún cambio en la máquina.

D. Mantenimiento Reconstructivo. Involucra todas las operaciones que corrigen el funcionamiento inapropiado de los diferentes componentes, que integran un mecanismo o una máquina restaurándola a las condiciones óptimas de utilización de instalaciones también especializadas.

El ejemplo típico es el taller de cualquier distribuidor de maquinaria o equipo, el cuál cuenta con áreas especializadas tales como: diagnóstico, armado y desarmado por sistemas, motores, transmisores, suspensiones, sistemas eléctricos, soldadura, pruebas, etc, existiendo para cada una de las áreas de trabajo mencionadas, personal especializado en forma casi exclusiva en cada una de ellas.

2.1.A.2. Mantenimiento No Planeado.

Deriva generalmente de uno o varios de los siguientes factores que salen definitivamente de la capacidad de previsión que cualquier planeación del mantenimiento puede tener:

- a. Defectos de fabricación.
- b. Defectos de operación
- c. Condiciones climatológicas adversas.
- d. Pobre eficiencia del personal a cargo del mantenimiento (susceptible de ser corregida una vez conocida).
- e. Accidentes topográficos desconocidos (afioramiento de roca en movimientos de tierra,).
- f. Vandalismo.
- g. Calidad inadecuada de fluidos vitales: agua, combustible, lubricante.



La ocurrencia de fallas provocadas por cualquiera de las razones antes mencionadas, debe considerarse dentro del margen de seguridad de la operación del mantenimiento a realizar normalmente su solución compete al mantenimiento correctivo descrito con anterioridad..

En general, involucra pasos semejantes al mantenimiento planeado en lo que respecta a su solución, ya que se subdivide en correctivo y reconstructivo con la diferencia de que en el primer caso (mantenimiento planeado), se sabe cuando se debe de parar la máquina y se predispone lo necesario para su ejecución, en el caso del mantenimiento no planeado, su ejecución depende de las circunstancias en que se presente ya que si es grave la falla, puede ser arreglada en el mismo lugar, en que ocurra si es que está impida su transporte o por estar lejos del taller de reparaciones.

Otro caso, si fuera una falla que impide seguir haciendo determinado trabajo pero que no inutilice la máquina por completo, se puede " rotar " de tipo de trabajo. Por ejemplo, suponiendo de que se rompa un brazo de la " pala " del buldózer, se puede cambiar el tipo de trabajo de ésta máquina aplicando exclusivamente el " ripper " o bien sólo para jalar un compactador.

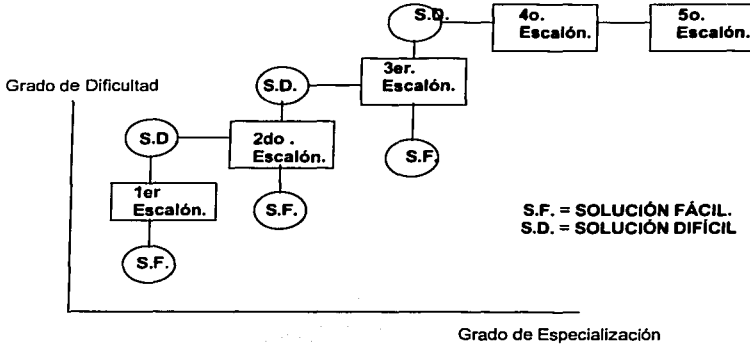
La rotación del tipo antes mencionado, ocurre con frecuencia cuando se realiza un mantenimiento preventivo este se basa en el mantenimiento predictivo, ya que si una futura falla tiende a presentarse, se cambia el tipo de trabajo de la máquina para con esto reforzar a que se presente el desperfecto, para con esto mantener activa a está máquina hasta tener la ocasión de reparar la pieza o sistema próximo a fallar.

Presentada la falla, en caso de que no se tenga el repuesto necesario en el almacén de refacciones, otra forma es pasar directamente al taller desarrollando un mantenimiento reconstructivo.

2.1.B. En función del grado de dificultad que implica realizarlo.



Está clasificación está hecha en base a un grado de dificultad, esto es, que para el primer escalón el cuál tiene áreas y personal altamente especializado. Cada uno de estos escalones se clasifica y define de la siguiente manera:



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

PRIMER ESCALÓN. " MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LÍNEA ".



Este tipo de mantenimiento es realizado por el personal de bajo nivel de especialización, tales como, lubricadores, ayudantes de operadores, etc, su función consiste en lubricar, apretar tornillos, revisar niveles, limpieza del equipo, en fin rutinas de trabajo que no implican mayor grado de dificultad.

SEGUNDO ESCALÓN. " MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LÍNEA ".

Es efectuado por técnicos " C ", con poca tecnología y su función es la de realizar cambios y ajustes simples, tales como: cambio de filtros, cambio de un motor de arranque, ajuste de frenos, tensado de cadenas, etc.

TERCER ESCALÓN. " MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE TALLER DE CAMPO ".

Este mantenimiento es realizado en talleres, móviles, localizados dentro de la obra y su función es la de llevar a cabo la corrección o reposición de partes o en su defecto, de la sustitución de toda una unidad que es sustituida sea reparada dentro del taller de reconstrucción (cuarto escalón). Este es efectuado por personal calificado como técnico " B ".

El tamaño y la capacidad de este taller va a estar en función del tamaño de la flota, las herramientas con las que puede contar un taller de campo son:

- 1.- Herramientas especiales.
- 2.- Herramientas de mano usuales (distintas clases de llaves, destornilladoras ,pinzas, etc).
- 3.- Equipo de lubricación, engrase y limpieza.
- 4.- Equipo de diagnóstico.
- 5.- Soldadora.



CUARTO ESCALON. " MANTENIMIENTO RECONSTRUCTIVO ".

El objetivo de este mantenimiento es el de realizar una inspección y reparación de la unidad con un alto nivel de especialización. Este mantenimiento es llevado a cabo dentro del taller central o reconstructivo y el equipo de que consta es:

Aire Comprimido, equipo de limpieza, lubricación, soldadura, fundición, forja, electricidad, máquinas herramientas, prensa hidráulica, herramientas neumáticas, eléctricas y de medición.

Para lograr el objetivo de este mantenimiento, es necesario el fraccionar la unidad en sus diferentes sistemas, una vez fraccionada, se procede a llevarla a los respectivos departamentos especializados, contando estos con personal y herramientas adecuadas. Estos departamentos de acuerdo a los sistemas de un tractor sobre orugas, puede ser: motor transmisión, mandos finales, carriles e hidráulico.

QUINTO ESCALÓN. " FABRICACIÓN ".

Este quinto escalón sirve de apoyo a los cuatro escalones anteriores. Siendo su actividad diferente, ya que este implica que cuando no se tiene la pieza o componente en stock, se procede a reconstruirlo o fabricarlo en un taller. Este taller debe de contar con los siguientes departamentos tales como: función, soldadura, maquinado, tratamiento térmico, etc.

Observación. Está clasificación del mantenimiento por medio de escalones va de acuerdo al grado de dificultad y al grado de especialización de cada uno de ellos. Cuando nos referimos al " grado de dificultad " y al " grado de especialización ", se hace hincapié en las dificultades técnicas que cada uno de ellos presenta.

Dentro de los tres primeros escalones se presentan, soluciones fáciles (S.F.) y soluciones difíciles (S.D.), cuando se tiene una solución fácil, es porque puede ser realizado por ese escalón, pero en el caso de una solución difícil, se pasará al escalón siguiente, para que este pueda ser solucionado.

Y por último, los escalones cuarto y quinto son únicamente de especialización, esto es, se cargan de resolver sólo problemas difíciles que no puede resolver el tercer escalón.



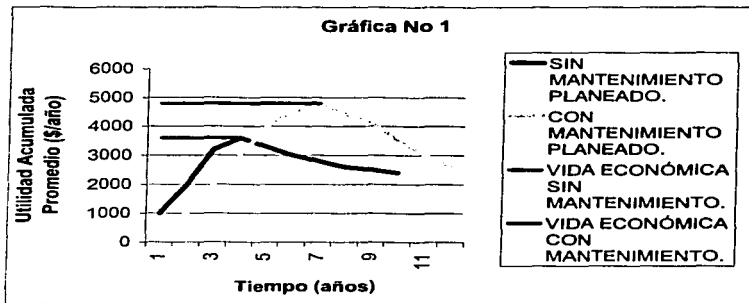
2.2.Importancia del Mantenimiento No Planeado.

En los párrafos anteriores se ha hablado de lo que es el mantenimiento, cómo clasificarlo y cuáles son sus funciones, pero ahora voy a hablar de la forma en que se debe de planear el mantenimiento y de lo que nos ocasiona al llevarlo a cabo

La importancia de un sistema de mantenimiento planeado se puede medir a través de los siguientes factores:

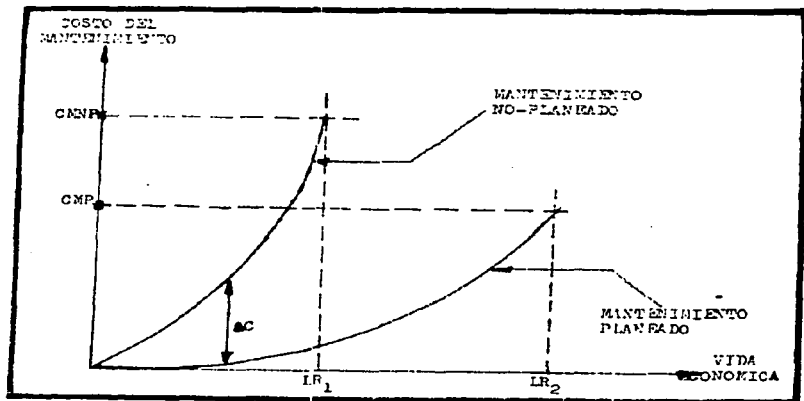
- a. Disminución de la inversión.
- b. Aumento de la productividad.

Para poder captar mejor la importancia del mantenimiento planeado y antes de explicar los factores antes mencionados, se procede a explicar la gráfica No 1 que a continuación se muestra:



Cómo se observa en esta gráfica, el mantenimiento planeado prolonga la vida económica de la maquinaria y equipo, con la ventaja de tener una utilidad acumulada promedio (UAP) mayor que la observada en el mantenimiento no planeado que involucra una reducción de la vida económica de la maquinaria y equipo.

... CON
FALTA DE ORIGEN



CNMP. Costo del Mantenimiento No Planeado.

CMP. Costo del Mantenimiento Planeado.

LR₁. Limite Económico de Reposición en Hrs./ Mantenimiento No Planeado.

LR₂. Limite Económico de Reposición en Hrs./ Mantenimiento Planeado.

C. Diferencia entre el costo del Mantenimiento No Planeado y el Mantenimiento Planeado.

El costo del mantenimiento no planeado resulta siempre más alto que el costo del mantenimiento planeado, ya que por definición el mantenimiento no planeado significa casi siempre la ejecución de acciones correctivas no previstas en componentes o sistemas totalmente colapsos, mientras que el mantenimiento planeado involucra acciones previstas por el mantenimiento predictivo de aplicación previa al colapso lo que ayuda a la posibilidad de recuperación de componentes cuyo costo es deducible del costo del mantenimiento correctivo no planeado.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Un mayor costo de mantenimiento no planeado, a largo plazo, es sensiblemente detectado ya que su acumulado resulta mayor en menor tiempo si se le compara con el correspondiente al mantenimiento planeado. Dado que el límite económico de reemplazo de equipo depende de su valor al momento de reemplazo y del costo acumulado de su mantenimiento, se tiene como resultado que es necesario cambiar el equipo mucho antes que aquel con mantenimiento planeado.

Como consecuencia de lo anterior la vida económica del equipo se ve reducida, la utilidad obtenida del mismo también se reduce debido a que opera menos horas que las requeridas y a que el costo de su mantenimiento es más alto.

Un análisis detallado de las circunstancias anteriores dará como resultado de la necesidad irrevocable de planear el mantenimiento.

2.2.a Disminución de la Inversión del Equipo.

a.1. Incremento en la vida útil. Se entiende por vida útil el número máximo de años que podría ser utilizado el equipo, se refiere únicamente a la disponibilidad de su aprovechamiento físico sin importar las condiciones económicas bajo las cuáles operaría. Debido al mantenimiento planeado se incrementa la vida útil del equipo ya que, al mantenerlo en condiciones de funcionamiento normales, el desgaste sufrido en los distintos componentes del equipo será mínimo.

a.2. Incremento de la vida económica. Vida económica en un equipo es el lapso en que este puede utilizarse con la máxima responsabilidad sobre el capital invertido en el mismo, o bien el correspondiente al año en el cual se alcanzan los mínimos costos totales anuales, incluyendo en ello además de los intereses y la amortización del capital invertido, costos de operación, de mantenimiento y aquellos relativos a la obsolescencia.

Al visualizar la gráfica No 3 y comparando con lo antes expuesto se puede determinar que el tiempo de reemplazo económico de la maquinaria es dónde el costo de mantenimiento y el costo del equipo forman el punto de equilibrio.

En el punto de equilibrio los costos totales anuales equivalentes son mínimos, como se menciona en el concepto de vida económica, se puede determinar su máximo valor de rescate (del equipo), ya que este al estar en condiciones de funcionamiento se lograra lo anterior.



2.2.b. Aumento de la Productividad.

La productividad se incrementa debido a los siguientes factores:

- b.1. Incremento en el valor de rescate del equipo.
- b.2. Disminución del costo por máquina parada.
- b.3 Disminución del costo por reparaciones.
- b.4 Equipo en óptimas condiciones durante horas de trabajo.

Al aplicar el mantenimiento planeado el estado del equipo al final de su vida económica se ha de encontrar en mejores condiciones que un equipo que no ha tenido mantenimiento planeado, dando lugar a que el valor de rescate sea mayor.

Al contar con un mantenimiento planeado los costos de reparación se reducen considerablemente, ya que al ser corregida a tiempo una falla en un sistema de la máquina evitará que dicha falla provoque daños mayores a la unidad cuyo costo de reparación sería mayor

Es notorio que el contar con un mantenimiento planeado permitirá tener un equipo en óptimas condiciones durante las horas de trabajo, ya que el funcionamiento de los componentes del equipo ha sido revisado y verificado de acuerdo a las especificaciones adecuadas de trabajo.

2.3. PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO.

a. Objetivos. El objetivo básico es el de maximizar la productividad del equipo en obra. En términos simplificados, se puede determinar el índice de productividad de la siguiente manera:

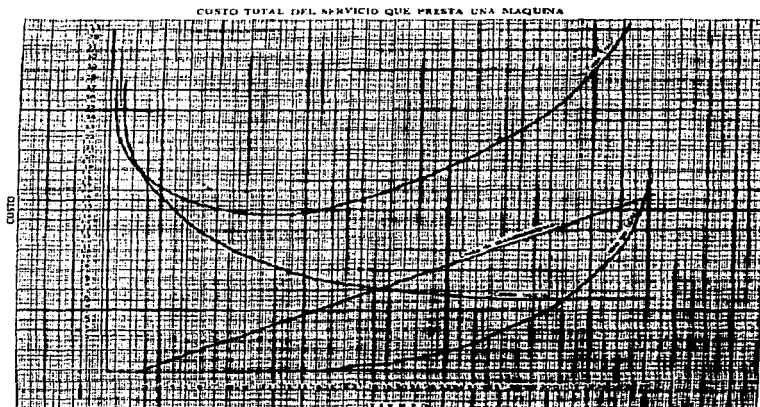
ÍNDICE DE LA PRODUCCIÓN = VALOR DE LA PRODUCCIÓN / COSTO DE LA PRODUCCIÓN

Dónde el rango del índice siempre debe ser mayor que la unidad, ya que en caso contrario, significa de que está operando con pérdidas, es decir, un sistema de mantenimiento orientado hacia este objetivo que trata de aumentar la producción y reducir el costo de producción. Se aumenta la producción alcanzando en forma óptima los siguientes factores:

- Disminución de la Inversión.
- Aumento de la productividad.



Y se reducirán los costos al aplicar el mantenimiento hasta el punto de equilibrio, ya que a tiempos futuros de este punto, el costo de mantenimiento es más alto y el costo total ya no será el mínimo, lo que implica que todo equipo debe ser sustituido en el punto de equilibrio, es decir, que el mantenimiento y el costo de reparación son iguales.



b. Análisis de la Información del Mantenimiento.

Por las características especiales que se presentan dentro de la industria, es necesario hacer una planeación del mantenimiento, el cuál debe ser específico para cada obra.

Por lo que se necesita considerar lo siguiente:

- 1.- Magnitud y Clase de la obra.
- 2.- Localización de la obra.
- 3.- Programa general de ejecución.
- 4.- Programa de utilización del equipo.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



1.- Magnitud y Clase de la obra se divide en:

- 1.1.- Obras dónde se tiene áreas de gran concentración de equipo (presas).
- 1.2.- Obras dónde se tiene el equipo distribuido a lo largo de grandes distancias
- 1.3.- Obras dónde el equipo se encuentra distribuido en áreas extensas y a grandes distancias (zonas de riego).

2.- Localización de la obra se divide en:

- 2.1.- Vías de acceso o comunicación.
- 2.2.- Distancias a centros de abastecimiento.
- 2.3.- Condiciones climatológicas de la zona.
- 2.4.- Clase de trabajo a desarrollar y material predominante.

3.- Programa general de ejecución se divide en:

- 3.1.- Calendario y secuencia de trabajo.
- 3.2.- Número de turnos de trabajo de producción y horario de los mismos.
- 3.3.- Número de frentes de producción atacándose simultáneamente.
- 3.4.- Distribución del equipo en los diferentes frentes de producción.
- 3.5.- Costos y rendimientos con que fue planeada la obra.

4.- Programa de utilización del equipo se divide en:

- 4.1.- Ritmo de trabajo a que tiene que someterse a las máquinas para que cumplan con el programa.
- 4.2.- Cantidad, clase y antigüedad del equipo del que se tiene en obra.
- 4.3.- Fecha de recepción y desocupación.
- 4.4.- Cantidad y clase de equipo que requiere instalación.



C. Recursos.

Dentro del mantenimiento se debe de contar con los siguientes recursos, ya que sin ellos no es posible llevar a cabo el mantenimiento planeado.

Temporales. Dentro de estos recursos debemos de considerar la duración de la obra, condiciones naturales, programa de utilización por máquina, programa de mantenimiento por máquina, localización de la obra.

Informativos. En los recursos informativos, se encuentran involucrados todos aquellos que pueden proporcionar necesaria información para un buen mantenimiento, tales informaciones pueden ser: reportes de operación, bitácoras por máquina, reporte de inspección, reporte de diagnóstico, etc. Todos estos se consideran como de control interno de la obra y como información externo se considera a los siguientes catálogos de partes, catálogos de mantenimiento, manual de operación, manual de taller.

Técnicos. Se considera como recursos técnicos a los ingenieros, técnicos especialistas en mantenimiento, etc. Este personal es el ejecutor principal del mantenimiento y apoyado con los recursos mencionados, es posible realizar el mantenimiento planeado.

Instrumentales. Los recursos instrumentales son las herramientas comunes y especiales, instrumentos de diagnóstico.

Económicos. Sin estos recursos no es posible realizar ningún tipo de mantenimiento, estos recursos son: presupuestos de mantenimiento, reserva de mantenimiento por máquina, etc.

Estadísticos. Estos recursos nos proporcionan información sobre las vidas promedio de los diferentes sistemas del tractor. El cuál nos proporciona una idea aproximada de su duración, esto dependerá del tipo de trabajo que desarrolle dentro de la obra, condiciones climatológicas, calidad del lubricante, calidad del combustible, condiciones naturales.

2.4. Características Específicas de las Obras que Normalmente Dificultan el Mantenimiento del Equipo.

En la maquinaria para la industria, las características específicas de las obras son las siguientes:

- a. Las instalaciones no son definitivas, debido a que las obras son por periodos definidos.



b. Las obras se pueden clasificar en: urbanas y no urbanas, en las urbanas tienen la facilidad de proveerse de cualquier parte que se requiere para su maquinaria y no es así para las obras no urbanas que se caracterizan por su lejanía con respecto a los centros de población.

C. El equipo puede ser estacionario y móvil. Como estacionaria puede considerarse una planta de energía eléctrica, como móviles cargadores de ruedas, camiones, tractores, etc.

d. Es muy amplia la variedad de equipo utilizado, por la diversidad de las obras, las cuáles no siempre requieren del mismo equipo.

PRINCIPIOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO.

A fin de lograr un máximo de efectividad en los resultados del trabajo de mantenimiento, se recomiendan los siguientes principios extraídos de la experiencia en el sector industrial relacionados con la organización.

- 1.- **Establecer líneas claras y definidas de responsabilidad.** Es decir, que el personal conozca con claridad antes quién es el responsable y el grado de responsabilidad que le corresponde.
- 2.- **Agrupar el trabajo especializado en relación con las necesidades y los recursos disponibles.** Significa y da buenos resultados, reunir 2 o más trabajadores para hacer frente con éxito a las necesidades de la empresa: por ejemplo grupo de mecanismo, soldadores y otros.
- 3.- **Desarrollar líneas de coordinación para el entendimiento de los trabajos a realizar y conseguir armonía entre los grupos de trabajadores.** Esto es comunicación sencilla y clara entre los diversos grupos de especialistas con el objeto de conseguir la facilidad para resolver un caso de trabajo; ayudas entre operadores de máquinas.
- 4.- **Conocer las carencias y habilidades del personal.** Hay que tomar en cuenta estos 2 factores para lograr una máxima eficiencia en los resultados de trabajos.
- 5.- **Extender la delegación de la autoridad desde el director hasta el último nivel de trabajo.**



2.5 TRABAJOS DEL JEFE DE MANTENIMIENTO.

A efecto de llevar al éxito el trabajo de mantenimiento, a continuación se exponen proposiciones que servirán de orientación para el ingeniero que labore en el marco de esta importante operación y son las siguientes:

- 1.- Supervisar todas las actividades para desarrollar junto con sus colaboradores, directores, jefes, supervisores y otros más, para que las máquinas y equipos estén en condiciones seguras, eficientes y económicas de trabajo.
- 2.- Revisar de reportes, gráficos, informes y bitácoras que contienen los trabajos realizados y por realizarse.
- 3.- Atender los trabajos pendientes de acuerdo a la producción y a otros departamentos que se hayan hecho por escrito o en forma oral.
- 4.- Analizar y Clasificar. Se debe supervisar esto mediante las órdenes de trabajo en función de la mano de obra y los materiales disponibles.
- 5.- Capacitar. Se deberá estar al pendiente para que el personal tenga entendimiento deseado mediante programas apropiados.
- 6.- Evaluar. Se deberá comprobar la disminución de los problemas presentados utilizando técnicas administrativas.



2.6 TRABAJO DE CONSERVACIÓN DE EDIFICIOS.

El edificio es toda obra arquitectónica dónde se habita por determinado tiempo, por ejemplo: naves industriales, oficinas, servicios sanitarios, cines, hospitales, hoteles, estadios y otros; siendo también, el edificio, un envolvente para un área de trabajo.

Los trabajos de Mantenimiento para edificios siguen el mismo sentido que aquellos para maquinaria, equipos e instalaciones es decir:

1.- Con el Índice de R.I.M.E. se identificara el área crítica.

2.- Aplicar el sistema de Mantenimiento recomendado.

3.- Evaluación del servicio.

Al igual que el programa de Mantenimiento para maquinaria, equipo e instalaciones, el Mantenimiento de edificios lo conforman también, programas de trabajos a realizarse, inspección y órdenes de trabajo. Además se le incluyen las tres maniobras básicas del Mantenimiento: Limpieza, Ajustes, excepto lubricación y engrase que tan sólo se aplica para mecanismos de desplazamiento y cierre como son: Bisagras, Carriles, Guías y Cerraduras.

La falta de Mantenimiento de edificios pone en peligroso la seguridad del personal, máquinas, equipos, instalaciones, materias primas, y afecta el prestigio, confianza e imagen de la Empresa.



En seguida se propone un programa de Mantenimiento de edificios, sencillo, práctico y eficaz que servirá de guía para la operación del mismo.

TRABAJOS A REALIZAR	FRECUENCIA Y /O CUANDO SE NECESITE				
	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL ANUAL
1.Reparaciones de pisos, muros, losas y techos			■		
2.Revisar y Atender el funcionamiento de cerraduras, carriles y bisagras		■			
3.Impermeabilización de losas, muros y techos					■
4.Limpieza Interior	■				
5.Limpieza Exterior				■	
6.Pintura Interior			■		
7.Pintura Exterior			■	■	
8.Revisar y Atender las instalaciones eléctricas			■		
9.Revisar y Atender el sistema de alumbrado	■				
10.Revisar y Atender las instalaciones sanitarias, limpieza,saneamiento y Reparaciones.	■				
11.Revisar y Atender los Closets,las puertas y los Pasamanos.			■		
12.Revisar y Atender el estado de los vidrios en puertas, ventanas y Estantes.	■				
13.Revisar y Atender el estado metal-mecánico de: ventanas, puertas y Verjas				■	



TRABAJOS A REALIZAR **DIARIO** **SEMANAL** **MENSUAL** **TRIMESTRAL** **SEMESTRAL** **ANUAL**

- 14. Revisar y Atender las instalaciones de agua
- 15. Ajustar las fugas de: agua, gas combustible, vapor, calor y electricidad
- 16. Revisar y Atender el servicio de jardinería: Limpieza y Arreglo
- 17. Revisar y Atender el sistema de drenaje, albañal y registros

	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL
14. Revisar y Atender las instalaciones de agua						
15. Ajustar las fugas de: agua, gas combustible, vapor, calor y electricidad						
16. Revisar y Atender el servicio de jardinería: Limpieza y Arreglo						
17. Revisar y Atender el sistema de drenaje, albañal y registros						



2.7 TRABAJO DE CONSERVACIÓN MECÁNICO.

Dentro de la Industria la maquinaria y equipo mecánico son muy importantes por la función que desarrollan en ella, es por ello que se les debe de dar un mantenimiento eficiente.

Durante los Trabajos de Conservación en máquinas, equipos, instalaciones y edificios se presentan esfuerzos mecánicos dentro de los más comunes son los siguientes:

- 1.- **Esfuerzo a la Torsión.**
- 2.- **Esfuerzo a la Fricción.**
- 3.- **Esfuerzo Cortante.**
- 4.- **Esfuerzo a la Flexión.**

Esfuerzo. Se define como la fuerza que se ejerce sobre un material por unidad de área, también se denomina esfuerzo unitario medio, dado en unidades métricas o inglesas en kgf / cm^2 o $\text{lb}_f / \text{in}^2$ (psi o ksi) su símbolo es S mayúscula y viene dado por la expresión:

$$S = F / A = \text{lb}_f / \text{in}^2 \text{ (psi) o } \text{kgf} / \text{cm}^2 \text{ (ksi)}$$

Dónde :

S. Es el esfuerzo unitario medio en kgf / cm^2 o $\text{lb}_f / \text{in}^2$

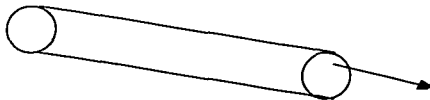
F. Es la fuerza aplicada en lb_f o kgf

A. Es la superficie dónde se aplica la fuerza en cm^2 o in^2 .

1.- **Esfuerzo a la Torsión.** Es el par de fuerzas aplicado a un momento de torsión que se proyecta sobre el momento polar de inercia con respecto al centro de fuerzas diferenciales dP y viene dado por la siguiente expresión de acuerdo a la figura A.



Figura A.



$$dP = Ss dA$$

$$T = T_r = \int \rho p dA = \int \rho (T) dA$$

$$T = Ss \odot / c \int \rho p dA \quad \text{ahora bien } \int \rho p dA = J \text{ momento polar de inercia.}$$

$$T = Ss \odot J / c = \text{kgf/cm}^2 * \text{cm}^4 / \text{cm} = \text{kgf-cm}$$

Dónde :

T. Es el par motor a la torsión en kgf-cm.

Ss. Es el esfuerzo cortante en kgf/cm²

J. Es el momento polar de inercia en cm⁴

c. Es la distancia en dónde se aplica el esfuerzo en cm

⊙. Es el ángulo de torsión en radianes

Ejemplo:

La flecha cardan en automóviles que conecta la caja de velocidades con el sistema mecánico de engranes para el movimiento de las ruedas.



2.- **Esfuerzo a la Fricción.** Al realizar un trabajo de fricción trae consigo un aumento en la energía molecular interna que equivale a decir que la temperatura de los cuerpos aumenta y eventualmente se disipa calor en el ambiente o en los cuerpos circundantes. A continuación se muestra este tipo de esfuerzo en la figura B.

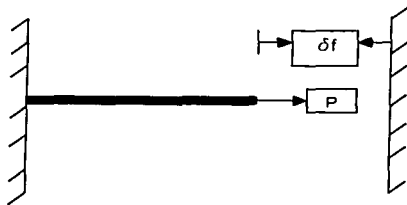


Figura B.

En la figura B. Se muestra que la deformación que sufre la varilla es ocasionada por la deformación térmica y es igual a :

$$S_F L / E = \alpha \Delta T L = \delta_f \quad \text{despejando } S_F$$
$$S_F = \alpha E \Delta T = {}^\circ\text{C}^{-1} \cdot \text{Kg} / \text{cm}^2 \cdot {}^\circ\text{C} = \text{Kg} / \text{cm}^2$$

Dónde :

- S_F . Es el esfuerzo a la fricción en Kg / cm^2
- α . Es el coeficiente de dilatación lineal en ${}^\circ\text{C}^{-1}$
- E . Es el Modulo de elasticidad en Kg / cm^2
- ΔT . Es la variación de temperatura en ${}^\circ\text{C}$

Ejemplo:

Un freno de disco



3.- **Esfuerzo Cortante.** Es producido por fuerzas que actúan paralelamente al plano que las resiste, se distribuyen sobre el área transversal, estas fuerzas internas elementales son llamadas fuerzas cortantes. La distribución exacta de estos esfuerzos no se determinan fácilmente, aunque se puede obtener un valor medio o promedio dividiendo la fuerza cortante total P por el área A sobre la que actúa como se muestra en la figura C.

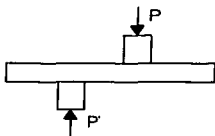


Figura C

$$S_s = P / A \text{ para secciones circulares} \quad S_s = P / 2 \pi D^2 / 4$$

Dónde:

S_s . Es el esfuerzo cortante en Kg/cm^2

P . Es el par de fuerzas transversales en Kg

A . Es el área sobre la que actúa el par de fuerzas transversales en cm^2

Ejemplo:

Un tornillo de rosca estándar o un cantilever unido a un muro.

4.- **Esfuerzo a la Flexión.** El esfuerzo de flexión produce dos esfuerzos normales, tracción a un lado del plano neutro y compresión en el otro. En ambos casos se aplican en elementos de sección circular como se muestra a continuación en la figura D.



Figura D.





$$M = \int \rho(SfdA) = S_f \int \rho p dA$$

$$M = S_f / c \int \rho p dA \quad \text{Si } \int \rho p dA = |y| = I_x + Ad^2 \text{ pero } Ad^2 = 0$$

$$M = S_f I / c \quad \text{Despejando } S_f$$

$$S_f = M c / I = \text{kg}_f \cdot \text{cm} / \text{cm}^4 = \text{kg}_f / \text{cm}^2 \quad S_f = M c / I$$

$$S_c = M c_c / I$$

Dónde:

S_f . Representa el esfuerzo de flexión en $\text{kg}_f / \text{cm}^2$

M . Representa el par de fuerzas en $\text{kg}_f \cdot \text{cm}$

I . Representa el momento polar de inercia en cm^4

c . Representa la distancia en dónde se aplica el esfuerzo en cm

Ejemplo:

Las muelles de los automóviles.



A continuación se menciona un trabajo muy necesario e importante en el " Trabajo de Conservación Mecánico".

2.7.1 Lubricación .

Debido a la importancia que la lubricación y engrase tiene en toda maquinaria y sobre todo lo decisivo que es en los trabajos de Conservación, enseguida se exponen ideas y sistemas tomados de la experiencia en este tema.

Los objetivos fundamentales de los trabajos de lubricación se dirigen hacia puntos de fricción, superficies deslizantes y a ocupar un espacio entre 2 o más piezas en movimiento, reducir reparaciones, reducir paros inesperados por fallas en máquinas y equipos aumentando con ello la producción y el ahorro de energía.

PUNTOS A LUBRICAR.

- 1.- Cojinetes que pueden ser: axiales, radiales, planos inclinados, levas y superficies deslizantes.
- 2.- Engranajes que pueden ser rectos, helicoidales y sinfin.
- 3.- Cilindros en máquinas de combustión interna como tractores, locomotoras, automóviles, autobuses entre otros.

Características Físicas de Control de los Lubricantes.

- 1.- Físicas de control
 - * Viscosidad
 - * Índice de Refracción
 - * Densidad
 - * Alcalinidad
 - * Resistencia al Calor
 - * Punto de Ignición.
- 2.- Comportamiento
 - * Adhesividad
 - * Trabajo a altas temperaturas
 - * Trabajo a bajas presiones



3.- Capacidad de Penetración (Lubricidad)

- * Antioxidantes
- * Antiherrumbres
- * Detergencia
- * Alto índice de Viscosidad

TIPOS DE LUBRICANTES¹.

- 1.- Lubricantes a base de Petróleo
- 2.- Aceites lubricantes de tipo mineral.
- 3.- Lubricantes sintéticos.

UN PROGRAMA DE LUBRICACIÓN DEBE INCLUIR.

- 1.- Máximos y Mínimos de lubricante.
- 2.- Instrucciones sobre lubricación.
- 3.- Organización sobre lubricación.
- 4.- Equipos para lubricar.
- 5.- Almacenaje y Empleo.
- 6.- Información Técnica sobre su ciclo de vida.
- 7.- Capacidad del Personal.
- 8.- Para plantas grandes se recomienda tener 3 marcas diferentes de lubricantes y 2 ó 3 marcas de grasas para evaluarlos según resultados.

Una vez que se han identificado los puntos a lubricar, será necesario programar las actividades del trabajo de mantenimiento que sin embargo deberá actualizarse cuando ocurran cambios en los equipos de la planta, cuando lleguen nuevas tecnologías o cambios en sus mecanismos. Lo que necesariamente obliga a cambiar los puntos a lubricar, materiales lubricantes y frecuencia.



A fin de tener un guía en este importante aspecto se muestra a continuación un programa de lubricación sencillo y eficaz que puede servir de modelo para su implantación y que está constituido por:

- 1.- Nombre del Equipo.
- 2.- Puntos a Lubricar.
- 3.- Frecuencia.
- 4.- Lubricante Recomendado.

EJEMPLO.

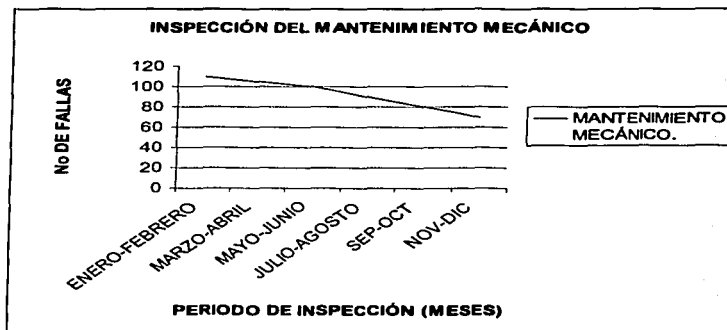
TRABAJOS A REALIZAR	FRECUENCIA Y/O CUANDO SE NECESITE	LUBRICANTES RECOMENDADOS
Sierra automática		
* Gusano sinfin	MENSUAL	PL No 2
* Freno	MENSUAL	PL No 4
* Mecanismos de ajuste	MENSUAL	PL No 7
Esmeril de pedestal		
* Baleros reengrasantes	SEMANAL	PL No 7
Equipo Neumático		
* Cilindros	SEMANAL	PL No 12
* Líneas de aire lubricado	SEMANAL	PL No 12

Engrase. Se aplica a materiales sólidos con el objeto de minimizar el esfuerzo a la fricción y favorecer la conservación de las piezas que están sujetas a dicho esfuerzo



A continuación se ilustra la inspección del mantenimiento mecánico correspondiente al año 1973.

1



*Nota: Un sistema adecuado y eficaz de lubricación puede disminuir los costos de Mantenimiento en un 2 a 4 %



2.8 TRABAJO DE CONSERVACIÓN ELÉCTRICO.

Dentro de los trabajos que se realizan de Mantenimiento Industrial, tiene gran importancia el Mantenimiento Eléctrico de las instalaciones, máquinas y equipo Eléctricos, que son los que se mueven por medio de la electricidad para producir el trabajo requerido, de tal manera que si se descuida este importante trabajo ó se le da poca atención, lo anterior presentara fallas llegando el caso a que paren de trabajar con las pérdidas que sufrirá la empresa al afectarse con ello: la producción, la calidad, el manejo de materiales, la seguridad y se acortara la vida útil de trabajo, de tal forma que aquí se exponen a través de un programa los principales trabajos a realizar que deberán ser atendidos por la fuerza de mantenimiento todo ello condensado en el siguiente programa de Mantenimiento Eléctrico.

TRABAJOS A REALIZAR

FRECUENCIA Y / O CUANDO SE NECESITE²

	DIARIO	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL
1.-Limpieza de carbón y de partículas en arrancadores contactores, relevadores, disyuntadores		■			
2.-Revisar y Atender el estado de los contactos		■			
3.-Ajustar la separación de disparo de los contactos		■			
4.-Revisar y Atender el brío en los resortes de disparo de los controles eléctricos Arrancadores Contactores Interruptores Motores			■		
5.-Revisar y Atender condiciones de sobrevoltajes en líneas interiores y controles eléctricos, incluyendo ruidos extraños.	■				
6.-Revisar y Atender en los relevadores de sobrecarga el estado térmico.				■	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



TRABAJO A REALIZAR	FRECUENCIA Y/O	CUANDO SE NECESITE			
		DIARIO	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL ANUAL
7.-En válvulas, solenoides revisar y atender el estado mecánico del resorte y el estado eléctrico del aislamiento de los devanados					
8.-Revisar y Atender el estado mecánico y eléctrico de: Resistencias Rectificadores Capacitores Transformadores Barras Colectoras Estación de Botones Arrancadores Interruptores En especial * La limpieza y Condiciones de cierre * Recalentamientos * Flameos * Conexiones Flojas * Estado de las Bobinas * Estado de los Contactos * Condiciones de los cartuchos y listones fusibles					
9.-Revisar y Atender el aceite de los Transformadores e Interruptores					

RECOMENDACIONES?

- * La limpieza y el retiro de partículas metálicas de los contactos eléctricos evitan que se acorte el arco eléctrico y se produzcan flameos.
- * Para evitar un exceso de arco que destruya los controles eléctricos se deberá revisar o cambiar los contactos, ajustar su separación y el brio de sus resortes de disparo.
- * Evitar las tensiones y las variaciones de voltaje en circuitos alimentadores, equipos y máquinas eléctricas debido a que:



- 1.- Hacen zumbir los electroimanes.
- 2.- Acortan la vida útil de conductores, haciendo quebradizo el aislamiento.
- 3.- Ocasianan fallas por descargas parciales.
- 4.- Pueden destruir equipo, máquinas, controles y circuitos eléctricos.
- 5.- Origan recalentamiento en el sistema eléctrico y en sus componentes asociados pasando a un color tostado los elementos térmicos, acabando con su vida útil de trabajo y originando disparos inesperados entre las principales fallas.

MANTENIMIENTO SIMPLIFICADO DE MOTORES ELÉCTRICOS.

TRABAJO A REALIZAR ²	FRECUENCIA Y / O CUANDO SE NECESITE ²				
	DIARIO	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL
1.-Medir el voltaje y amperaje en operación y comparar con los datos de la placa, si estos valores son más altos o más bajos tomar acción inmediata.		■			
2.-Revisar y Atender si hay ruidos extraños.	■				
3.-Revisar y Atender que los motores no esten expuestos a goteo de agua o productos corrosivos ni con escasa ventilación	■				
4.-Revisar y Reparar si hay vibraciones mecánicas anormales.		■			
5.-Limpieza interior con líquidos dieléctricos.			■		
6.-Revisar y Atender la tensión de las bandas, cambiar o alinear si es necesario.		■			
7.-Revisar y Atender el estado del aislamiento en los devanados de los campos y la armadura ³				■	



RECOMENDACIONES2.

* El Estado eléctrico del aislamiento a que se refiere el punto 7 de la anterior tabla, se puede verificar según la siguiente ecuación de trabajo.

$$M\Omega = T_T + 1000 / 1000$$

Dónde:

$M\Omega$ = Megaohms

T_T = Tensión de Trabajo en volts



EJEMPLO.

Un motor eléctrico que trabaja a 440v. Calcular la capacidad de aislamiento mínima que deben tener los devanados.

$$M\Omega = T_r + 1000 / 1000 = 440V + 1000 / 1000 = 1440 / 1000 = 1.44$$

$$M\Omega = 1.44$$

2

2 Nota. Los trabajos a realizar, la frecuencia de los mismos y las recomendaciones están sacadas de la experiencia del trabajo industrial, de los fabricantes de máquinas, equipo y material eléctrico y de las experiencias de los contratistas que trabajan en el importante sector eléctrico industrial.



2.8.1 MANTENIMIENTO A TRANSFORMADORES.

Son máquinas eléctricas estáticas utilizadas en la industria de alta eficiencia (97,98,99 %), diseñadas para transformar un potencial eléctrico en otro (elevando o disminuyendo este). Estas máquinas son parte fundamental en toda subestación eléctrica y en virtud de su relevancia, en seguida se expone un programa³ de mantenimiento surgido de las recomendaciones de los fabricantes y de la experiencia.

TRABAJOS A REALIZAR	FRECUENCIA Y / O CUANDO SE NECESITE			
	SEMANTAL	MENSUAL	SEMANSTRAL	ANUAL CADA 3 AÑOS
1.-Comparar y Reportar la corriente de carga, comparar con la corriente nominal.	██████████			
2.-Comprobar y Reportar la temperatura, comparar con la temperatura nominal.	██████████			
3.-Comprobar y Reportar el nivel del aceite dieléctrico, comparar con el valor nominal.	██████████			
4.-Comprobar y Reportar el trabajo del sistema de enfriamiento de los radiadores verificando la circulación del aceite dieléctrico.	██████████			
5.-Revisar y Reportar el estado de los indicadores de nivel, termómetros, alarmas, ventiladores.		██████████		
6.-Revisar y Atender el sistema deshidratador de aire. Si esta de color morado, activarlo en un horno a 100 o cambiarlo.	██████████			
7.-Revisar y Atender el estado del tanque conservador reportar si hay fugas.		██████████		
8.-Revisar y Atender el estado del diafragma de expulsión de gases cambiar si se requiere.		██████████		
9.-Reapriete general de tornillería en especial conexiones eléctricas.		██████████		
10.-Revisar y Atender ruidos magnéticos. vibraciones o condiciones anormales.		██████████		



TRABAJOS A REALIZAR	SEMANAL	MENSUAL	SEMANAL	ANUAL	CADA 3 AÑOS
11.-Revisar y Atender el estado del aceite dieléctrico en especial:					
1.-Color (normal u oxidado)					
2.-Materiales en suspensión o sedimentos.					
3.-Contenido de agua.					
4.-Tensión Superficial.					
5.-Acidez.					
6.-Rígidez dieléctrica 26-40 KV					
12.-Revisar y Atender el estado del aislamiento con las siguientes pruebas.					
1.-Resistencias del aislamiento entre bobinas de alta tensión y las de baja tensión.					
2.-Resistencia del aislamiento entre bobinas de alta tensión y tierra.					
3.-Resistencias de la conexión a tierra y no más de 5 ohms.					
4.-Checar si el núcleo, la estructura metálica y el tanque estan firmemente conectados a tierra.					
13.-Revisar y Atender el sistema de protección comprobando la seguridad en el trabajo de reelevadores de sobrecarga, diferenciales, temperatura, presión de gas.					
14.-Revisar y Atender el estado de limpieza y aterrizado de las boquillas terminales, apartarrayos y aisladores.					
15.-Revisar y Atender el estado funcional de la válvula de alivio contra sobrepresión lubricando su mecanismo cuando no hay tanque conservador.					
16.-Revisar y Atender el estado de las conexiones con el sistema de alarma y su respuesta del reelevador sobre presión de gas (Buchholz)					
17.-Revisar y Atender el estado del sistema de apartarrayos.					
18.-Revisar y Atender el apriete, estado y distancia entre la línea de alta tensión, explosores y la red de tierra del sistema					



TRABAJOS A REALIZAR	SEMANAL	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL	CADA 3 AÑOS
19.-Revisar y Atender el valor de la rigidez del aceite dieléctrico.					██████████
20.-Revisar y Atender el estado físico del aislamiento y deposito de sedimento sobre los devanados, conectores y sus conductores.					██████████
21.-Revisar y Atender el estado del laminado, pérdidas de aislamiento del núcleo.					██████████
22.-Revisar y Atender el estado de las boquillas de alta y baja tensión incluyendo sus conectores.					██████████
23.-Revisar y Atender el estado de los taps					██████████
24.-Limpieza interior y exterior, pintar con pintura anticorrosiva el exterior del tanque.					██████████

³ PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO PARA TRANSFORMADORES DE POTENCIA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA
ING. BALDOMERO PEREZ GABRIEL / ARTURO SOTO LOA
CIUDAD UNIVERSITARIA, D.F. A 22 DE ABRIL DEL 2003



CAPITULO III

" MÁQUINA CRÍTICA Y DISEÑO DE PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO ".

Máquina Crítica. Es la máquina o equipo que al fallar para toda la producción y ocasiona el mayor costo. Tales máquinas van unidas al trabajo de Mantenimiento y constituyen la razón de ser de la ingeniería no las pierda de vista y las incluyan en todo programa.

Para identificar la máquina crítica se han desarrollado, el índice R.I.M.E. (RANKING INDEX FOR MAINTENANCE EXPEDITURE), la experiencia y una combinación de mezcla y apoyo entre el R.I.M.E y la experiencia.

DETERMINACIÓN POR EXPERIENCIA.

Será la máquina de producción aquella que:

- 1.- Si falla, para toda la producción.
- 2.- Si para, origina el mayor costo.
- 3.- Es la más rentable, es decir, es la máquina que da la mayor ganancia.
- 4.- Es la que trabaja 3 turnos.

ÍNDICE DE R.I.M.E. SIMPLIFICADO (RANKING INDEX FOR MAINTENANCE EXPEDITURE).

El índice es un recurso para identificar la máquina y determinar así prioridades en las órdenes de trabajo de Mantenimiento.

El índice de R.I.M.E. se obtiene mediante los siguientes pasos:

- 1.- Se establece el código de la máquina o equipo.
 - a) Clasificando en 10 grupos de máquinas o equipos en operación.
 - b) Asignado como código de la máquina o equipo al grupo más importante el número 10 y así regresivamente hasta asignar al grupo menos importante el número 1.
- 2.- Se establece el código de trabajo.
 - a) Clasificando en 10 grupos relacionado con las máquinas y equipos en operación.
 - b) Asignado como código de trabajo al grupo de tipo de trabajo más importante el número 10 y así regresivamente hasta asignar al grupo menos importante el número 1.
- 3.- Se obtiene el índice de R.I.M.E. multiplicando el código de la máquina ó equipo por el código de trabajo.
 - a) El equipo o máquina crítica será el que tenga el mayor índice de R.I.M.E.



GUÍA PARA OBTENER LOS CÓDIGOS.

CÓDIGO	MÁQUINA O EQUIPO	CÓDIGO	MÁQUINA O EQUIPO
10	Equipo de servicio crítico que pararía toda la planta o áreas importantes.	10	Son emergencias graves, peligro de seguridad para el personal.
9	Equipo auxiliar de producción que no tiene reemplazo.	9	Mantenimiento Preventivo.
8	Equipo auxiliar múltiple que tienen reemplazo o tienen líneas alternativas.	8	Servicio que hace mantenimiento para producción.
7	Equipo de servicio directo a producción.	7	Mantenimiento crítico correctivo, encaminado a ofrecer mejoras o reparaciones de reemplazo.
6	Equipo móvil de manejo de Mantenimiento.	6	Paros programados obligatorios.
5	Máquinas o equipos de producción que no son críticos o claves y que no tienen reemplazo.	5	Trabajos de Mantenimiento de rutina.
4	Equipo de producción que no es clave y que tiene reemplazo.	4	Modificaciones que hace Mantenimiento para aumentar la producción o incrementar la calidad del producto
3	Equipos o máquinas que trabajan para recuperar o procesar subproductos.	3	Modificaciones que hace Mantenimiento a las máquinas y equipos para bajar costos de producción.
2	Edificios y caminos, por dónde transita la producción	2	Trabajos de salubridad o higiene en una planta.
1	Edificios, caminos, oficinas que no son críticos para producir.	1	Trabajos de limpieza que no sean de rutina.



APLICACIÓN DEL ÍNDICE R.I.M.E.

Ejemplos:

MÁQUINA O EQUIPO	CÓDIGO DE LA MÁQUINA O EQUIPO	TRABAJO	CÓDIGO DEL TRABAJO	ÍNDICE DE R.I.M.E.
Llenadora	10	Emergencia	10	100
Equipo de Refrigeración	9	Preventivo	7	63
Compresores De aire, alta Presión	8	Emergencia	9	72
Subestación Eléctrica	10	Emergencia	9	90
Bomba de Pozo	7	Correctivo	7	49
Bomba Tratamiento De agua	6	Correctivo	7	42
Equipo de Tratamiento De agua	10	Emergencia	10	100
Transportadores de envase	10	Servicio a producción	8	80
Calderas	6	Paro	6	36

En este caso las máquinas es la llenadora porque tiene un R.I.M.E. de 100

Le sigue en importancia la subestación eléctrica con un R.I.M.E. de 90.

Y así hasta llegar a la última máquina ó equipo que es la caldera con un R.I.M.E. de 36, consiguiendo con todo esto, la programación ordenada del trabajo de Mantenimiento



DISEÑO DE PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO.

Programas. Los programas son listas o gráficas que muestran claramente la línea de conducta que ha de seguirse para alcanzar el objetivo, en ellos también se indica quién debe hacer cada trabajo cuando iniciarlo y cuando terminarlo, por lo que facilita la coordinación de los recursos al equilibrar estos con las necesidades a cubrir.

Los programas son producto de la planeación y serán más valiosos y exactos mientras la planeación es sujeta con más cuidado y esmero. No se pueden obtener buenos programas sin tomar en cuenta una planeación perfectamente ponderada, pues dichos programas tendrán bases tan deficientes que su variabilidad los hará deficientes, generalmente después de haberlos realizado.

Además es la proyección secuencial de los trabajos obligatorios de Mantenimiento dirigidos a máquinas, instalaciones edificios y equipos bajo su responsabilidad y constan esencialmente de:

- 1.- Inspección.
- 2.- Planeación.
- 3.- Órdenes de trabajo.
- 4.- Ejecución.
- 5.- Evaluación.

3.1 INSPECCIÓN.

Tiene por objeto detectar fallas declaradas o por declararse en máquinas, equipos, instalaciones, edificios y todo aquello que esté a bajo responsabilidad del Mantenimiento.

El manejo eficiente de la inspección, se logra diseñando y aplicando formatos de programación basados en la clasificación de fallas proponiéndose así lo siguiente:

FRECUENCIA DE LOS PROGRAMAS DE INSPECCIÓN.

Tomando en cuenta la importancia que las máquinas, equipos, controles e instalaciones tienen en la producción y al estado mecánico y eléctrico de los mismos, la frecuencia de este trabajo va desde diario hasta anual; el siguiente programa para tal efecto:



Ejemplo:

SERVICIOS	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
1. Agua	██████████				
2. Electricidad	██████████				
3. Aire comp..	██████████				
4. Combustible	██████████				
5. Refrigeración	██████████				
6. Vapor	██████████				
MAQUINARIA BÁSICA¹	██████████				
EQUIPO					
1. Filtros		██████████			
2. Transportadores		██████████			
3. Grúas		██████████			
4. Enfriadores		██████████			
5. Condensadores		██████████			
6. Montacargas			██████████		



SERVICIOS	DIARIO	SEMANTAL	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
7. Máquinas de producción			██████████		
8. Equipos de recuperación			██████████		
OBRA CIVIL					
1. Bodegas				██████████	
2. Pasillos				██████████	
3. Andenes				██████████	
4. Edificios				██████████	
5. Estacionamiento					██████████
6. Áreas recreativas					██████████

1 Maquinaria básica: Es la que toma contacto con el producto; ejemplo, máquina llenadora de leche.

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



Precisamente estos puntos de control son los que revisa periódicamente el inspector; y todos ellos deben llevar a la detección de fallas en la maquinaria de mantenimiento las cuáles serán siempre fallas humanas.

A continuación se muestra un programa de inspección, en el cuál se enumeran las actividades que realiza el personal asignado.

**MANSE, S.A.
MONTERREY, N. L. PROGRAMA DE INSPECCIÓN PARA LA DIVISIÓN DE ELECTOMECÁNICA**

PROCEDIMIENTOS Y EQUIPOS A INSPECCIONAR	ACTIVIDAD	FECHAS DE VISITA Y NÚMEROS DE NOTAS DE INSPECCIÓN
Oficina de Jefatura de División		
Organigrama de la división	1	
Proposición de cursos	2	
Presupuesto de daños	3	
Oficina Administrativa		
Presupuesto de gastos de mantenimiento	1	
Aplicación de cuentas	2	
Sistema de archivos	3	
Herramientas y enseres del personal	4	
Oficina de Programas		
Programa a largo y corto plazo	1	
Sistema de archivos	2	
Herramientas y enseres del personal	3	
Sección de Equipos		
Sistema de archivo	1	
Presupuesto de daños	2	
Organigrama de la sección	3	
Análisis puestos personales por sección	4	
Herramientas y enseres del personal	5	
Material y refacciones para mantenimiento	6	
Revisar estado y funcionamiento de 3 equipos AA al azar	7	
Sección de líneas		
Sistema de archivo	1	
Presupuesto de daños	2	
Organigrama de la sección	3	
Análisis puestos personales para mantenimiento	4	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



PROCEDIMIENTOS EQUIPOS A INSPECCIONAR	Y	ACTIVIDAD	FECHAS DE VISITA Y NÚMEROS DE NOTAS DE INSPECCIÓN
Herramientas y enseres del personal		5	
Material y refacciones para mantenimiento		6	
Procedimiento para mantenimiento de motores eléctricos		7	
Revisar estado de conservación y funcionamiento de 2 herramientas eléctricas al azar		8	
Revisar estado a conservar y funcionamiento de 3 motores eléctricos al azar		9	

3.2 PLANEACIÓN.

Es la parte más importante en el medio ingenieril, pues si no se tiene ningún plan, es lógico que no se tendrá nada que organizar, ejecutar o controlar, y, por lo tanto, no existirá el mantenimiento.

La planeación lleva involucrada la necesidad de imaginar y relacionar probables actividades, las que al desarrollárlas permitirán obtener el objetivo propuesto.

Toda la planeación inicia con el deseo de conquistar un objetivo, debiendo considerar a continuación las restricciones o limitaciones, es decir, el establecimiento de las políticas a observar, con lo cual está en posibilidad de decidir los métodos a utilizar y, por ende, los procedimientos para efectuar lo planeado, con lo que es posible hacer los programas a fin de considerar cronológicamente las diferentes actividades a desarrollar.

Para llevar a cabo la planeación de una manera lógica, se debe proceder como en cualquier otro plan. Primero por considerar el objetivo y de ahí se "retrocederá" hasta llegar a la primera labor por efectuar. Por ejemplo, si se desea poner aire acondicionado a algún local, se inicia primero por determinar, de acuerdo al volumen de este, cuál es la temperatura y humedad que debe existir en él, con lo que se conocerá la potencia necesaria en el equipo de aire acondicionado, así como la disposición de este, y, consecuentemente, se estará en posibilidades de calcular, la energía que debe entregarse al equipo para su correcto funcionamiento, lo cual proporciona los datos necesarios para dimensionar los fusibles y los conductores que llevarán al equipo dicha energía.



También la planeación se entiende que es una serie de trabajos ordenados secuencialmente y dirigidos para lograr un buen resultado.

3.3 ORDENES DE TRABAJO (OT).

Forman parte muy importante para realizar y controlar los fines de todo programa de mantenimiento y son formatos impresos para solicitar cuando se hace un trabajo.

Están contruidos principalmente por los siguientes conceptos:

1. Fecha.
2. Departamento, nombre y firma del solicitante.
3. Descripción breve de la clase de trabajo.
4. Lugar dónde se requiere realizar el trabajo.
5. Tiempo necesario para realizar el trabajo.
6. Lista de materiales y repuestos necesarios.
7. Nombre y firma de quien autoriza y efectúa el trabajo.
8. Nombre y firma del que recibe el trabajo terminado.

3.3.1 Frentes de trabajo. Se llama frente de trabajo a uno o más puestos (seis máximo), dedicados a ejecutar la misma orden de trabajo. Estos frentes deben ser básicos, unitarios y compuestos del menor número de personas (al mando de una de ellas), para que sean más elásticos y adaptables a las diferentes exigencias del trabajo (y, además, debe existir la unidad de mando). Su capacidad inicial de mano de obra puede aumentar con horas /hombre generalmente poco especializada y eventual. Esto hace fácil la programación de sus labores, pues a cada frente de trabajo podrá asignarse órdenes de trabajo desde su principio hasta su terminación, y facilitará su programación para dos o tres meses adelante, a fin de que tales órdenes puedan, con toda oportunidad, irse habilitando de lo necesario.



3.4 Ejecución.

Ejecutar significa " poner por obra una cosa ", por lo que, desde el punto de vista de mantenimiento, se puede decir que la ejecución es un acción del personal de mantenimiento (trabajador, jefe de mantenimiento, etc), para que las personas que están a su cargo se propongan alcanzar los objetivo establecidos en la planeación y estructurados por la organización. El organismo ya constituido debe ser puesto en acción. Ahora bien, se debe distinguir los seis recursos generales con que cuenta toda empresa (hombres, máquinas, materiales, etc.), todos menos el recurso humano poseen un comportamiento invariable por sí mismos, y es indiscutible que el comportamiento de los hombres varía positiva o negativamente comparado con el de los demás recursos. Debido a eso la ejecución se aplica sólo a los recursos humanos.

Básicamente, el trabajo de Mantenimiento esta formado por:

- 1.- Limpieza.
- 2.- Ajuste.
- 3.- Lubricación y / o engrase.

La limpieza. Consiste en retirar todo material extraño de la máquina o equipo como polvo, suciedad, estopa, etc.

Ajustes. Es cambiar piezas, reapretar tornilleras, adaptar refacciones, maquinari para acoplar mecanismos, acomodar partes entre otros.

Lubricación. Es aceitar o engrasar partes y / o mecanismos.

3.5 EVALUACIÓN.

Se refiere al tiempo y costo que se lleva una operación de trabajo. La tarea más importante de la evaluación es relacionar los trabajos de mantenimiento con las recientes especificaciones de los mismos, a la vez que los lleva por escrito y establece los valores de las mediciones de la operación de trabajo.

Los factores que se toman en cuenta en una evaluación se enlistan a continuación:

Factor	% Relativo
Honestidad	50
Esfuerzo	15
Responsabilidad	20
Condiciones de trabajo	15



GUÍAS PARA TRAZAR UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

A continuación se proponen las recomendaciones que orientarán para la estructuración de un programa de Mantenimiento.

- 1.- Calcular la máquina crítica por medio del índice R.I.M.E..
Para dirigir el trabajo de Mantenimiento en forma ordenada y eficiente.
- 2.- Seleccionar técnicamente el sistema de Mantenimiento apropiado, correctivo, preventivo, por etapas y otros.
- 3.- Realizar un análisis comparativo de pérdidas por falta de Mantenimiento.
Para exponer los daños sufridos cuando fallas durante el trabajo las máquinas de producción.
- 4.- Tomar en cuenta las interrogantes de toda planeación.
 - * Dónde: Dirigir el plan de trabajo.
 - * Cómo: Hacer los trabajos.
 - * Quién: Hará los trabajos.
 - * Cuánto: Costaran los trabajos.
- 5.- El trazo del plan de Mantenimiento incluye:
 - * Trabajos mecánicos.
 - * Trabajos eléctricos.
 - * Trabajos operacionales.
 - * Aspecto exterior.

ORGANIZACIÓN.

Es establecer normas de trabajo, agrupar los trabajos afines, seleccionar al personal por sus habilidades y referencias delegando autoridad a los diversos puestos.



PRINCIPIOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO.

A fin de lograr un máximo de efectividad en los resultados de trabajo de mantenimiento, se recomiendan los siguientes principios extraídos de la experiencia en el sector industrial relacionados con la organización.

- 1.- **Establecer líneas claras y definidas de responsabilidad.** Es decir, que el personal conozca con claridad ante quién es responsable y el grado de responsabilidad que le corresponde.
- 2.- **Agrupar el trabajo especializado en relación con las necesidades y los recursos disponibles.** Significa y da buenos resultados, reunir 2 o más trabajadores para hacer frente con éxito a las necesidades de la empresa; por ejemplo un grupo de mecanismos, soldadores y otros.
- 3.- **Desarrollar líneas de coordinación para el entendimiento de los trabajos a realizar y conseguir armonía entre los grupos de trabajadores.** Esto es comunicación sencilla y clara entre los diversos grupos de especialistas con el objeto de conseguir la facilidad para resolver un caso de trabajo; ayudas entre ingenieros y operadores de máquinas.

EJEMPLO DE DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

Máquina Fundamental: Palanca de Primer Género.

- 1.- Cálculo de la máquina crítica por medio del índice R.I.M.E.. Que indica la prioridad en el Mantenimiento y a la que deberán dirigirse.
- 2.- Sistemas de Mantenimiento a aplicar: preventivo, correctivo, automático, por etapas y otros.
- 3.- Análisis comparativo de pérdidas por falta de Mantenimiento. Indica que las mayores pérdidas ocurren cuando falta el trabajo de la máquina simple.
- 4.- Interrogantes de toda planeación.
 - * Dónde dirigir el plan
 - * Cómo hacer el plan.
 - * Cuando realizar los trabajos.
 - * Quién ejecutará los trabajos.
 - * Cuánto costarán los trabajos.



5.- Trazo del plan General de Mantenimiento que incluye:

- * Trabajos mecánicos.
- * Trabajos eléctricos.
- * Trabajos operacionales.
- * Aspecto exterior.

Ejemplo:

TRABAJOS A REALIZAR	FRECUENCIA Y / O CUANDO SE NECESITE				
	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	TRIMESTRAL	ANUAL
ELÉCTRICO MECÁNICO	No hay ██████████	No hay	No hay	No hay	No hay
1. Limpieza					
2. Revisión del estado mecánico.		██████████			
3. Lubricación			██████████		
OPERACIONAL ES					
1. Revisión y / o ajuste de controles.			██████████		
ASPECTO EXTERIOR: PINTURA.				██████████	



CAPITULO IV

" ORGANIZACIÓN PARA LA OPERACIÓN DE MANTENIMIENTO ".

Organizar es estructurar y dar forma a un proyecto previamente planeado, disponiendo de los recursos de la empresa, los cuáles a continuación se mencionan:

- 1.- **RECURSOS FÍSICOS.**
- 2.- **RECURSOS HUMANOS.**
- 3.- **RECURSOS MATERIALES.**
- 4.- **RECURSOS ECONÓMICOS.**

Recursos Físicos. Esto son de dos tipos:

1.- Instalaciones Adecuadas.

- a) Bodega. Es el sitio dónde se almacenan tanto refacciones como herramientas, con el fin de guardarlo todo en un solo lugar.
- b) Taller Mecánico. Es el sitio dónde se llevan a cabo las reparaciones y los servicios a los diferentes equipos.
- c) Patio de Estacionamiento. Es el lugar en el cuál se colocan las máquinas que se encuentren en espera de reparación o de servicio.
- d) Almacenamiento de Combustible. Aquí se alojan todas las reservas que se tengan en la obra de diesel, gasolina, aceites, etc.

2.- Equipos Auxiliares. Los equipos auxiliares se dividen en:

- a) Unidades Móviles de Mantenimiento. Este tipo de equipos se encuentran generalmente en Obras con alto número de máquinas.
- b) Pipas de Combustible. Las pipas son indispensables en casi todas, tienen la función de Suministrar el combustible que sea necesario.



Recursos Humanos. Se separan en tres grupos:

1.- Personal Técnico- Administrativo.

- a) Ingenieros. Se encargan de supervisar las reparaciones, adquisición de equipos y refacciones que se necesiten.
- b) Sobre estantes de maquinaria. Generalmente es personal que coordina a un grupo de trabajadores.

2.- Personal Obrero.

- a) Operadores. Es el personal, que cómo su nombre lo indica, se ocupa de la operación de los equipos y ésta especializado en un cierto tipo de maquinaria.
- c) Ayudantes. También son conocidos cómo maniobristas, su función es básica en lo que se refiere a la operación, ya que existen muchos ángulos en los que el operador no tienen visibilidad, así que el ayudante le indica desde otro punto lo que debe hacer.

3.- Instructores. Son los encargados de mejorar la utilización del equipo, mediante diversos cursos que se les dan, tanto al personal técnico-administrativo, cómo al obrero, en cada una de sus áreas.

Recursos Materiales. Se dividen en dos partes:

1.- Consumos. Los consumos son todos aquellos elementos que la maquinaria va consumiendo durante su operación y cierto tipo de elementos que requieren ser cambiados

Los diferentes tipos de consumo se muestran a continuación:

- 1. Combustibles.
- 2. Lubricantes.
- 3. Filtros.
- 4. Otros.



2.- Repuestos. Se tienen a continuación dos categorías de repuestos:

- a) De Soporte. Está categoría comprende a todos aquellos repuestos que son elementos que sufren desgaste tal es el caso de algunos tipos de mangueras, casquillos, bandas, pernos, etc.
- c) De Riesgo. Son aquellos que nos permiten resolver cualquier eventualidad en forma inmediata, evitando que se pare por mucho tiempo la actividad de una obra o frente. Un Caso puede ser un neumático.

Recursos Económicos. Se refieren al dinero, o en su defecto, crédito disponible para la compra de consumos y repuestos; para el pago a técnicos especializados, para el soporte de reparaciones que no se puedan efectuar en el taller dentro de la obra. En pocas palabras, es todo aquello que se relacione con el mantenimiento y la operación.

De tal manera que está pueda funcionar según lo previsto en la planeación. Así, por ejemplo, si se ha planeado para controlar la calidad de determinado producto y se decide que es necesario disponer de un puesto de ingeniero industrial, un ayudante y una secretaria, se necesita además de tres escritorios, una máquina de escribir, un vehículo, archiveros, aparatos de prueba, etc...

Organizar esto obliga a definir las labores de cada puesto (análisis de puesto), seleccionar al personal adecuado para ocuparlos, así como disponer en forma funcional al resto de los recursos (escritorios, máquina de escribir, vehículo, etc.), verificando que cada uno pueda funcionar para desarrollar plenamente su labor: sobre todo, tratándose de los recursos humanos (ingeniero industrial, ayudante y secretaria), estos deben conocer perfectamente las exigencias de su puesto y de los que tienen nexos con el mismo, a fin de que pueda delegárseles a estas personas la autoridad necesaria.

En algunas empresas es costumbre que su organización quede a cargo de los propios jefes de cada departamento, quienes, sin conocimiento en la materia, "organizan" sus oficinas de la manera que creen más adecuada. Esto es contrario a todo buen juicio, pues dichas empresas crecen como fenómenos, con los consiguientes perjuicios de altos costos y pérdida de coordinación interdepartamental.

Lo indicado es hacer responsable a un departamento especializado a las órdenes de la dirección general a fin de estudiar la proyección de la empresa a 10 o 15 años y establezca premisas de organización de organización para ese entonces. Así se tendrá una idea del desarrollo general de la misma, pudiendo prever el de cada departamento, organizando cada uno de estos de acuerdo con las necesidades del conjunto y no en una forma individual.

Con esto se puede establecer un programa anual de organización de cada entidad, lo que



evitará no contar con los recursos necesarios a tiempo, pues estos estarán previstos. Cada año se revisará el programa actualizándolo de acuerdo con las modificaciones obligadas por cuestiones imponderables.

Para organizar hay que atender a los siguientes factores:

- 1) Puestos
- 2) Hombres
- 3) Autoridad
- 4) Responsabilidad

Puestos. Cómo se ha visto, al planear la forma de obtener un objetivo generalmente se llega a la necesidad de organizar un proyecto que lo logre. Por lo tanto, el primer paso es enlistar todas las labores a realizar, separarlas en grupos afines de funcionalidad, determinar en forma aproximada las horas /hombre de cada grupo con el objeto de decidir cuántos puestos de esa categoría son necesarios (uno por cada hombre). A continuación se hace el análisis de puestos con el propósito de saber no sólo las labores que corresponden a cada uno de ellos, sino su descripción genérica, el grado de habilidad (instrucción, experiencia, destreza), esfuerzo (físico y mental), responsabilidad (propia y ajena) y por último, las condiciones de trabajo a que van estar sometidos los ocupantes de dichos puestos.

El análisis de puestos permite hacer una buena selección del personal, programas de desarrollo bien equilibrados y facilitará el manejo de sueldos y salarios.

Hombres. Conociendo el puesto, según se dijo anteriormente, se está en la posibilidad de escoger a la persona más adecuada, pues se sabe que conocimientos se necesita de ella, por lo que la selección estará basada en el análisis del puesto. Se debe recordar que siempre hay que tomar el hombre al puesto y no el puesto al hombre.

Desgraciadamente esto todavía se observa en algunas empresas, que por razones políticas o de cualquier otra índole, menos de mantenimiento, " hacen " puestos para colocar personas.

Autoridad. a estando las personas ocupando sus puestos, es indispensable delegarles la autoridad necesaria para la buena función del mismo. El superior delegará esta autoridad de acuerdo con la capacidad que tiene el subordinado para hacer buen uso de ella; pero, de cualquier forma, si por considerar el superior la existencia de deficiencias en su subordinado no le delega la autoridad necesaria al puesto, es responsabilidad del superior facilitar, y muchas veces forzar, la instrucción de su subordinado hasta capacitarlo para que ejerza toda la autoridad que necesite.



Cuando esto se consigue, se obtiene automáticamente que los subordinados acepten la responsabilidad que trae consigo la autoridad de que hacen uso. Es necesario hacer hincapié en que la autoridad, o sea, la facultad de dirigir y controlar a los subordinados, no debe basarse en el uso de la fuerza, o la compulsión, si no en la persuasión, en sanciones adecuadas al caso, etc. Se puede considerar que hay dos tipos de autoridad, aquella que se exige por parte del superior y aquella que por voluntad da el inferior al reconocer en el jefe ciertos conocimientos que lo catalogan como su líder ideal.

Y para que un supervisor, gerente, director, etc., puede dar órdenes razonables, es indispensable saber si el subordinado posee los recursos necesarios para poder cumplir con tales órdenes, recursos materiales, técnicos y personales, es decir, que además de contar con herramientas, vehículos, materiales, etc., también que cuente con los conocimientos que exige su puesto y, además, que se encuentre lo suficientemente motivado a fin de que exista en él la conjunción del querer y del poder.

Responsabilidad. Está es la obligación que tiene una persona de responder ante sus superiores por su actuación durante el desempeño de sus labores. La responsabilidad no puede delegarse cómo la autoridad, es decir, el superior puede delegar autoridad a un subordinado, pero no por eso deja de ser responsable ante su jefe del buen o mal uso que el subordinado pueda dar a la autoridad que le fue delegada.

Se ha considerado que los trabajos de mantenimiento esenciales en la mayoría de las empresas, son desarrollados en:

- 1.- Equipos electrónicos.
- 2.- Equipos electromecánicos.
- 3.- Equipos eléctricos.
- 4.- Equipos mecánicos.
- 5.- Edificios.

ó por cuestiones económicas, no conviene que todas las labores de mantenimiento queden a cargo del personal de mantenimiento de la propia compañía, ya sea porque estas son pocas frecuentes o porque exigen personal muy especializado, es necesario contar con un contratista de mantenimiento.

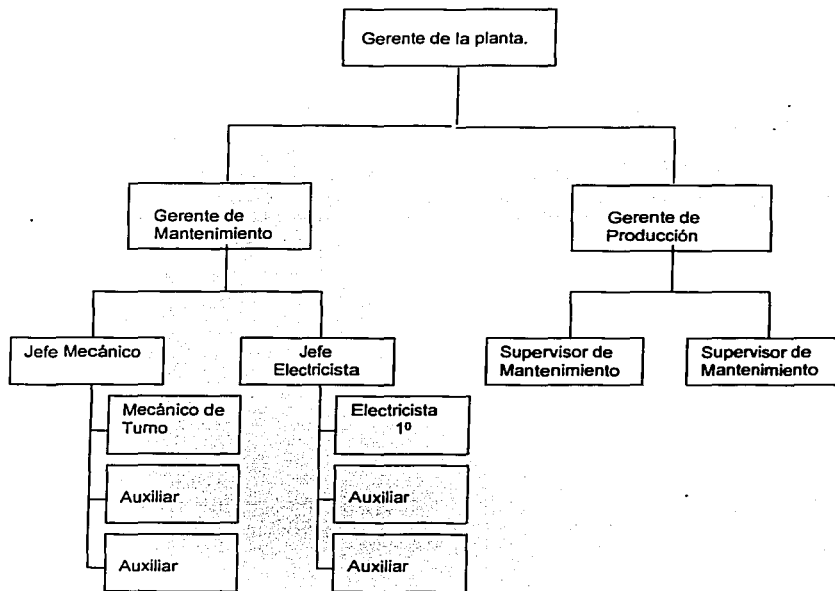
Al aceptar a uno de estos es importante que en sus obligaciones aparezcan, entre otras, la de usar la misma mecánica, en su forma o manera de trabajar, que la del departamento de mantenimiento de la empresa, y lo que es más, todos los contratistas deben quedar a las órdenes directas del jefe de la división correspondiente, de forma que se proyecte en su manejo como una extensión de la fuerza de trabajo de este, a fin de asegurar la coordinación, condición necesaria en todas las labores de mantenimiento de la compañía.

Organigrama. Es una representación esquemática que indica los niveles jerárquicos de acuerdo con la función que desempeña cada individuo dentro de una organización determinada. También es la distribución industrial en la que se denotan las funciones del personal que trabaja en una empresa.

4.1 LA POSICIÓN DEL MANTENIMIENTO EN UNA PLANTA PEQUEÑA.

El gerente de mantenimiento tiene el mismo nivel que el gerente de producción en la organización. El gerente de la planta asume la misma actitud en relación con los dos, que a su vez se dividen; el gerente de mantenimiento tiene a su cargo a un jefe mecánico y a un jefe electricista. El jefe mecánico cuenta con un mecánico en turno y a dos auxiliares, el jefe electricista tiene a su cargo a un electricista primero y a dos auxiliares. El gerente de producción cuenta con dos supervisores de mantenimiento. Una planta pequeña cuenta con 70 trabajadores incluyendo personal de oficina y de fabricación.

A continuación se muestra el organigrama de una planta pequeña:





4.2 LA POSICIÓN DEL MANTENIMIENTO EN UNA PLANTA MEDIANA.

En el organigrama siguiente se observa que el jefe de mantenimiento tiene a su cargo cuatro departamentos que son :

- 1.- División de equipos electrónicos.
- 2.- División de equipos eléctricos y electromecánicos.
- 3.- División de equipos mecánicos.
- 4.- División de edificios.

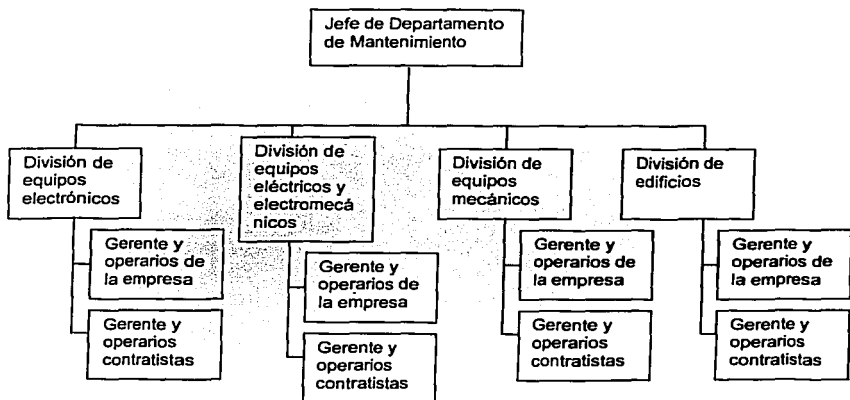
La división de equipos electrónicos tiene a su cargo a un supervisor y operarios de la empresa así como a un supervisor y operarios contratistas.

La división de equipos eléctricos y electromecánicos tiene a su cargo a un supervisor y operarios de la empresa así como a un supervisor y operarios contratistas.

La división de equipos mecánicos tiene a su cargo a un supervisor y operarios de la empresa así como a un supervisor y operarios contratistas.

La división de edificios tiene a su cargo a un supervisor y operarios de la empresa así como a un supervisor y operarios contratistas.

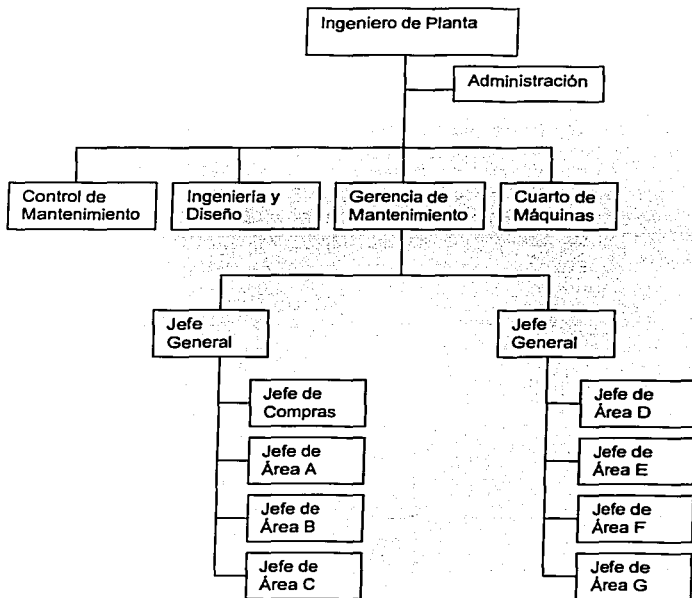
Una planta mediana cuenta con 300 trabajadores incluyendo personal de oficina y de fabricación.





4.3 LA POSICIÓN DEL MANTENIMIENTO EN UNA PLANTA GRANDE.

En una organización compleja, hay delegación de la autoridad se divide en varios departamentos, difiere de la planta pequeña y mediana por el tamaño y el personal que ahí labora que son más de 300 trabajadores incluyendo personal de oficina y de fabricación. A continuación se muestra el siguiente organigrama en el cuál se representa una planta grande. Esta planta esta constituida por un Ingeniero de planta quién tiene a su cargo cinco departamentos que son: Control de Mantenimiento, Ingeniería y Diseño, Gerencia de Mantenimiento y Cuarto de Máquinas, Administración y Gerencia de Mantenimiento. El gerente de mantenimiento tiene a su cargo a dos jefes generales y estos a su vez delegan responsabilidad a 4 jefes de área.





CAPÍTULO V

" COSTOS DE MANTENIMIENTO "

5.1 Control de Costos.

La mayor parte de los gastos de operación en el equipo, es el costo de mantenimiento y reparaciones. Durante un periodo de 10 años aproximadamente, se puede gastar una cantidad de equivalente al 100 % del precio de compra para mantener este equipo, bajo condiciones severas, esta suma se puede llegar a gastar en 3 o 4 años.

Sin embargo, los costos para una máquina en particular puede mostrar un comportamiento irregular.

Este es el resultado de reparaciones mayores o reparaciones costosas de conjuntos tales como: carriles, motores y transmisiones, lo que ocasionan altos costos en el año en que ocurre. Por esta razón es importante que los usuarios de maquinaria lleven un registro completo de los costos de cada máquina en particular. Este control de costos, es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

1.- Unificación de Criterios. Con esto quiero decir que se necesitan definir claramente los conceptos de los costos para poder clasificarlos.

2.- Cargos. Lo más recomendable es que todo lo que se necesite comprar o pagar para el mantenimiento y operación del equipo sea por medio del almacén.

El almacén, mediante la utilización de vales de salida, dispondrá de las refacciones, materiales o combustibles de acuerdo cómo se le soliciten. Posteriormente, le harán los cargos al departamento de maquinaria por cada máquina. Finalmente, el departamento de maquinaria hará los cargos al costo de obra por frente o por cuenta.

Es importante mencionar que gracias a estos últimos, es posible realizar juicios y evaluaciones, en lo referente a reemplazos y reconstrucciones de unidades.

5.2 EVALUACIÓN DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO.

Se define al hecho de saber si no se está llegando a un exceso o defecto de costos de mantenimiento al aplicarse el trabajo para la conservación de las máquinas y equipos que están bajo la responsabilidad.

1.- Algunas industrias toman el manejo de emergencia aparecidas mensualmente por fallas graves como patrón de comparación para calificar el trabajo de mantenimiento considerando que mientras más bajos sean los gastos y número de emergencia, mejor será la eficiencia del servicio.

2.- Otras plantas que trabajan sujetas a presupuestos, toman como trabajo satisfactorio, el mantenimiento que no sale de su costo asignado, cumpliéndose además con el volumen de producción planeado.



3.-Sin embargo, el manejo más recomendable a seguir y que expresa con toda claridad el trabajo de mantenimiento, es el que toma en cuenta el comportamiento de equipo y máquinas durante las horas de producción, incluyendo el tiempo muerto (equipo parado sin producir), causado por fallas de mantenimiento contra las horas que el equipo debió de haber trabajado.

Ejemplo:

La maquinaria de un proceso debe de trabajar 8 horas al día, y sufre dos paros de diez minutos, cada uno por fallas de mantenimiento la eficiencia del servicio será:

TIEMPO TEÓRICO PARA PRODUCIR	8 HORAS
TIEMPO MUERTO 20/60	0.33 HORAS
TIEMPO REAL TRABAJO 8 - 0.33	7.67 HORAS

$$\text{EFICIENCIA} = \text{TRABAJO REAL} / \text{TRABAJO TEÓRICO} = 7.67 / 8.00 \times 100 = 95.87 \%$$

El resultado de la eficiencia del mantenimiento aplicando este manejo, denota también con claridad, el grado de disponibilidad del equipo para producir.

Así mismo, resulta muy importante para explicar y justificar la eficiencia del trabajo de mantenimiento, calcular diariamente y por turno, la eficiencia de los servicios, tomando las acciones de ajuste según se requieran, teniéndose así los siguientes valores:

Una eficiencia de:	75 % es buena
	85 % muy buena
	90 % excelente



COSTOS DE MANTENIMIENTO
(INCLUYEN MATERIALES Y MANO DE OBRA).

Máquinas y equipos	66 %
Instalaciones	16 %
Seguridad	10 %
Edificios	5 %
Otras propiedades	3 %
Total	100 %

Los porcentajes señalados significan la parte que se tomará del presupuesto anual aprobado para los trabajos de conservación. Para la industria generalmente el 5 % de las ventas. Para la industria del acero es el 12 % de las ventas.

Otros criterios usados para evaluar los costos de Mantenimiento anuales, se basan en la condición mecánica y el precio presente de ellos y así se obtienen:

Máquinas y equipos nuevos	4 %
Máquinas y equipos de medio uso	14 %
Rehabilitación general	50 - 70 %

Por ejemplo si el costo de una máquina ó equipo nuevo, es \$ 100.00 su costo de mantenimiento será \$ 4.00, si es de medio uso será de \$ 14.00 si se necesita una rehabilitación general su costo será entre \$ 50.00 y \$ 75.00.

Un criterio más es considerar el costo de Mantenimiento anual incluyendo mano de obra y refacciones en función de la potencia eléctrica consumida por la máquina y / o equipo en un año en kilowatts-hora (KW-H).

$$C = E(A + BY)$$

Dónde:

C = Costo de Mantenimiento anual.

A = Costo de las refacciones por cada KW-H consumido

B = Costo de mano de obra aplicado para hacer la reparación por KW-H consumido

Y = Costo de Hora / Hombre más costos indirectos

E = Energía eléctrica consumida en un año en KW-H



5.3 VIDA ÚTIL DE ALGUNOS EQUIPOS COMUNES EN PLANTAS DE PRODUCCIÓN TRABAJANDO UN PROMEDIO DE 10 HORAS AL DÍA Y 5 DÍAS A LA SEMANA.

El promedio de vida útil se refiere al trabajo de las máquinas y equipos para producir y al término de ella, la recomendación es verlos, a efecto de conseguir un valor de rescate que permita la compra de equipos nuevos y de mayor capacidad.

EQUIPO	TIEMPO DE VIDA DEL EQUIPO
Lámparas de alumbrado	3 meses
Bombas	7 años
Compresores de aire	10 años
Calderas	20 años
Controles eléctricos	10 años
Conductores eléctricos	5 años
Filtro prensa	7 años
Motores eléctricos	10 años
Montacargas	12 años
Manómetros	1 año
Mangueras de hule	1 año
Máquinas tapadoras de envase	10 años
Tuberías para agua	15 años
Tuberías para vapor	10 años
Transmisiones mecánicas por engrane	7 años
Transmisiones mecánicas por cadena	5 años
Transmisiones mecánicas por banda	3 años
Trampas de vapor	3 años
Torres de enfriamiento	10 años
Válvulas en general	5 años
Compresores de refrigeración	15 años
Equipos para aire acondicionado	10 años
Equipos de destilación	18 años
Edificios	40 años
Equipos y máquinas para la industria química no corrosiva	20 años
Equipos para tratamiento de agua	15 años



5.4 CLASIFICACIÓN DE LA INDUSTRIA NACIONAL.

En nuestro país la industria está clasificada en pequeña, mediana y grande; en tal marco, el personal básico de Mantenimiento mecánico y eléctrico se incluye cómo sigue:

	TORNOS DE TRABAJO	MECÁNICOS Y ELÉCTRICISTAS	SUPERVISORES	EJEMPLOS
INDUSTRIA PEQUEÑA	1	3	1	DULCERA, TALLERES DE COSTURA
INDUSTRIA MEDIANA	2	10 - 20	3 - 5	REFRESQUERA
INDUSTRIA GRANDE	3	20 - 40 ó más	6 ó más	FUNDIDORAS AUTOMOTRIZ



CONCLUSIONES .

En el presente trabajo se pretende dar a conocer algunas recomendaciones de cómo se debe aplicar el trabajo de mantenimiento. También se mencionan los tipos de mantenimiento, así como sus características.

Para el personal que se vaya iniciar o para que este trabajo sea de gran ayuda para los trabajadores de mantenimiento, enseguida se enumeran tales recomendaciones:

1º Levantar un censo actualizado; registrando los datos de placas de máquinas, equipos, instalaciones y controles que estén bajo la responsabilidad del Mantenimiento.

2º Diseñar un programa de mantenimiento actualizado, según el índice de R.I.M.E. y reforzar con la experiencia.

3º Iniciar el trabajo con Mantenimiento correctivo.

4º Guiarse por el siguiente paradigma fundamental: tomar un máximo de trabajos preventivos para tener un mínimo de trabajos correctivos.

5º Definición de Organigramas, que representan las distintas organizaciones dentro de las empresas, que son de tres tipos: pequeña, mediana y grande.

6º Importancia de un análisis de costos, que es una parte valiosa del trabajo de mantenimiento.



REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- NEWBROUGH E. T. " MAINTENANCE MANAGEMENT "
MC GRAW - HILL BOOK COMPANY.
- LEÓN RUIZ SAUL " MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN LA MÁQUINARIA PARA LA
CONSTRUCCIÓN "
TESIS DE FACULTAD DE INGENIERÍA.
- ROMERO AUDIFFRED FERNANDO ENRIQUE " MANTENIMIENTO, COSTOS Y
REPLAZO "
TESIS FACULTAD DE INGENIERÍA.
- BALDOMERO PEREZ GABRIEL " MANTENIMIENTO INDUSTRIAL "
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
- SANDOVAL ROCHA JOSE LUIS " MANTENIMIENTO DE MÁQUINARIA EN OBRA "
MÁQUINARIA TUNEL, S.A. DE C.V. 1986
- CROFT TERRELL " ELECTRICIDAD PRÁCTICA ·
ARBO
- VILLANUEVA DOUNEE ENRIQUE " LA ADMINISTRACIÓN EN EL MANTENIMIENTO "
CECSA.
- GRIJALVA L.P., TALAMAS L.P., RAMOS V. R. " COSTOS DE MANTENIMIENTO DEBIDO A
A LA CONTAMINACIÓN "
SIEEM MONTERREY.
- STEPHEN P. TIMOSHENKO " MECÁNICA DE MATERIALES "
UNIÓN TIPOGRAFICA EDITORIAL HISPANOAMERICANA S.A. DE C.V.
- FERDINAND L. SINGER " RESISTENCIA DE MATERIALES "
HARLA
- ING. JOSE RAULL MARTÍ " DISEÑO DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS "
UNAM
- VIRGIL FAIRES " DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS "
MC GRAW HILL