

38
2 es.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

T E S I S

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



ASESOR: PROFESOR JESUS AVILA ESPINOSA.

CD. UNIVERSITARIA.

1998.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

260031



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

A MI:

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

PROFESOR JESUS AVILA ESPINOSA

Y A MI FAMILIA

LES DOY LAS GRACIAS POR SU APOYO Y AYUDA
SIEMPRE PERMANECERAN EN MI

OSCAR CASTRO PEREZ

GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

INTRODUCCIÓN

CAPITULO 1 PRINCIPIOS DE ADMINISTRACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO TOTAL

1.1 Administración	1
1.2 Planeación	3
1.2.1 Objetivos generales y particulares del mantenimiento	14
1.2.2 Políticas generales de mantenimiento	16
1.3 Programación	17
1.4 Organización	21
1.5 Control	24
1.6 Dirección	27

CAPITULO 2 FUNDAMENTOS DEL MANTENIMIENTO

2.1 Antecedentes	2
2.2 Mantenimiento	4
2.2.1 Funciones y Actividades de mantenimiento	5
2.2.2 Tipos de mantenimiento y sus definiciones	10
2.3 Conceptos	26
2.3.1 Fiabilidad	26
2.3.2 Mantenibilidad	29
2.3.3 Otros	30
2.4 Falla	34
2.5 Lubricación	41
2.5.1 Generalidades	43

CAPITULO 3 BASES PARA EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO

3.1 Sistema de información	2
3.1.1 Manuales.....	9
3.1.2 Ordenes de trabajo.....	16
3.1.3 Historial del equipo.....	21
3.2 Software para el control del mantenimiento	22
3.3 Recursos	30
3.3.1 Taller (Equipos y herramientas)	31
3.3.2 Almacén (materiales y refacciones)	33
3.3.3 Humanos y Capacitación	46
3.4 Seguridad e Higiene	59

CAPITULO 4 ESQUEMA DE IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO TOTAL

4.1 Plan De Implantación Del Sistema De Mantenimiento.....	2
4.1.1 Programa de implantación	7
4.1.1.1 Inventario.....	7
4.1.1.2 Levantamiento	9
4.1.1.3 Diagnostico de equipo	12
4.2 Diagrama general de procedimientos en mantenimiento.....	13
4.3 Programa de mantenimiento preventivo	24
4.3.1 Determinación del equipo sujeto a mantenimiento	27
4.3.2 Elementos a considerar en las máquinas	28
4.4 Reporte de la actuación de mantenimiento	29
4.5 Costos en mantenimiento	33

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA
ANEXOS

INTRODUCCIÓN

Las razones que me animan para el desarrollo del presente trabajo, son: Primero la gestión del mantenimiento es una de las actividades que con más frecuencia el Ingeniero Mecánico desarrolla. Segundo un gran número de empresas en México no cuentan aun con un sistema de Administración del Mantenimiento real y consistente. Tercero, existe de mi parte una inquietud de adentrarme en el desarrollo de este tema. En el presente trabajo se dan las bases técnico-administrativas para el manejo del departamento de mantenimiento, así como el desarrollo de las técnicas predominantes en Mantenimiento.

Además se busca estandarizar criterios y definiciones de los diferentes tipos de mantenimiento.

En México y Latinoamérica, el mantenimiento que prevalece en las industrias es el mantenimiento correctivo. La gran mayoría de la pequeña y mediana industria, destina los recursos de mantenimiento de la siguiente manera: cuatro quintas partes al mantenimiento correctivo y al preventivo sólo una quinta parte.

Muchas empresas no le dan la importancia debida al Mantenimiento Preventivo (MP), inclusive algunas ni lo contemplan. Otras sólo lo toman como un requisito. La Industria no esta convencida de los beneficios que acarrea un MP bien organizado. Generalmente al MP se le deja en un segundo plano, ya que no se tiene el tiempo ni los recursos para el desarrollo de éste. Muchas veces ocurre que el Mantenimiento Correctivo (MC) los absorbe, pero no se dan cuenta que a mayor MP menor MC. En la actualidad no se puede hablar de una empresa moderna si no cuenta con un sistema de mantenimiento.

No se pretende dar un sistema de MP en particular para una empresa, sino proporcionar las bases generales del mantenimiento y se deja al lector adecuarlas a su empresa en particular.

Algunas empresas, con el fin de garantizar la continuidad de su producción y tener una adecuada conservación de sus equipos e instalaciones deciden instalar un sistema de MP con ayuda de algún software pero este no es la panacea ya que implantar el sistema computarizado hay que adecuarlo a nuestra empresa en

particular, éste es un proceso lento por la gran cantidad de equipos y personas que intervienen, así como a la inercia que se tiene de la forma de trabajar anterior. Se debe considerar que este es un trabajo permanente ya que continuamente se debe estar adecuando y perfeccionando los procedimientos a las necesidades reales de la empresa.

Hoy en día varias empresas dan gran parte del su mantenimiento a contratistas, esto da pie a que la empresa se esfuerce mas por estandarizar tanto procedimientos como tiempos de ejecución del mantenimiento y en especial los trabajos de MP. Esto es de gran ayuda para la planeación de paros de planta programados como de los costos.

En otras empresas existe la inquietud o necesidad de evaluar el desempeño del departamento de mantenimiento. Esto puede solucionarse con la implantación de un sistema de mantenimiento.

Existen otras empresas en las cuales no tienen la menor preocupación por el MP, solo se “preocupa” por la calidad de sus productos y por la producción, sin ver que el MP puede incrementar estos dos aspectos, calidad y producción, ya que además de reducir los costos de mantenimiento, se tiene a la empresa siempre en condiciones de operación. Ya que el objetivo del MP es el producir con calidad al menor costo.

Como podemos ver cada empresa tiene sus problemas de mantenimiento en particular, pero el Sistema de Mantenimiento Preventivo (SMP) debe resolver todas estas inquietudes ya que este debe ser Total.

En el presente trabajo se dan las bases para la implementación del sistema de MP (mantenimiento preventivo), dejando al responsable de mantenimiento su adaptación para cada industria en particular.

El trabajo se ha dividido en cuatro capítulos, los cuales están estrechamente relacionados entre sí, por lo que uno, bien pudiera caer dentro del otro.

Si no se tienen nociones sobre mantenimiento se recomienda empezar por el capítulo dos.

Primero se da un enfoque de la administración para el mantenimiento del cual existe un diplomado que se imparte en la división de educación continua de la Facultad de Ingeniería UNAM (Dirigido por el Ing. Jesús Ávila Espinosa).

Se da una visión global de lo que involucra la Administración del Mantenimiento, como es la planeación, programación, organización, dirección y control del mantenimiento. Todas las actividades de mantenimiento deben ser administradas para el logro de los objetivos.

Enseguida se presentan los diferentes conceptos del mantenimiento entre los cuales se encuentra el Mantenimiento Productivo Total ó TPM el cual es un concepto no tan nuevo, pero que apenas sé esta tomando en cuenta.

Se dan las divisiones y subdivisiones del mantenimiento, así como sus conceptos.

Un buen mantenimiento trata de evitar las fallas y/o costos mayores, mediante una inversión en el sistema de mantenimiento preventivo.

En general el mantenimiento se controla por medio de un Sistema, entendiéndose al sistema de mantenimiento como: un conjunto de procedimientos, reglas, actividades y relaciones humanas, ordenadas y coordinadas para cumplir la función de mantenimiento, donde la función principal del Mantenimiento es la de obtener la máxima vida económica de los bienes físicos (bifs) de la empresa, con una alta fiabilidad.

El sistema de mantenimiento está influenciado por muchos factores y el éxito de todo esquema depende de la completa cooperación y coordinación de los departamentos de producción, almacén, compras, planeación, etc. y del apoyo de los inversionistas o dueños de la empresa.

Posteriormente se presenta la Infraestructura para el desarrollo del mantenimiento, se indican los apoyos que requiere el departamento tanto humanos, físicos, de información, etc., así como a la interrelación entre éstos.

Ahora podemos ver que el mantenimiento puede llevarse a cabo con la ayuda de la computadora, para la cual existe una infinidad de programas de computo (software) en el mercado, con un gran rango de precios.

Finalmente se dan los pasos para la implementación del sistema de mantenimiento preventivo el cual depende del propio equipo, de su producción y del nivel del sistema que se desee, éste será fijado por la política de la empresa.

Al final como anexos se dan algunos procedimientos y programas de mantenimiento preventivo desarrollados en algunas empresas.

Un buen mantenimiento debe enfocarse en tres aspectos relacionados entre sí; ingeniería, economía y administración.

Existen algunas frases que se deben tomar en cuenta, como:

- “ Un buen mantenimiento cuesta y un Pobre mantenimiento cuesta más ”
- “ El mantenimiento no es un gasto, es una inversión ”
- “ La producción sin ayuda humana puede llegar a lograrse, el mantenimiento totalmente automático no es factible “
- “ El mantenimiento además de atacar las fallas, debe atacar las causas ”
- “ El administrador del mantenimiento no sólo debe guiarse por el aspecto técnico sino también por el económico “

Espero que este trabajo sea de gran ayuda para los ingenieros que decidan iniciarse en la gestión del mantenimiento.

Generalmente en mantenimiento hay mas de un problema por resolver en un momento dado. Si no se cuenta con una herramienta para organizar los trabajos de mantenimiento, éstos se verán envueltos en muchos problemas como son retrasos y sobre costos de mantenimiento.

Para cumplir con la gestión del mantenimiento, se introduce él termino administración del mantenimiento, el cual es la aplicación de una serie de técnicas para el logro eficiente de los objetivos del departamento de mantenimiento.

Los recursos con que cuenta una empresa son de varias naturalezas, donde mantenimiento tiene a su cargo los bienes físicos (abrevia bifs) de ésta, pero requiere de incorporar otros bienes para su funcionamiento como son: los humanos, materiales, económicos, información, etc., por lo cual mantenimiento se ayuda de la administración.

1.1 ADMINISTRACION.

Administración : Es un proceso de planeación, programación, organización y control de actividades, donde su objetivo es integrar y coordinar los recursos de la empresa para el logro de objetivos de la manera más eficiente a través de la dirección.

La administración del mantenimiento nos ayudará ha integrar y coordinar los recursos y actividades del departamento, obteniendo así una mejor planeación y control del mantenimiento. Todo siempre enfocado a reducir el costo de producción y a dar una mejor imagen a la empresa con: instalaciones, maquinaria y equipo funcionando eficientemente.

Se ha dado en llamar a la administración “el arte de hacer las cosas a través de la gente”. Es por eso que el gerente de mantenimiento debe tener a la administración como una herramienta.

A la administración la podemos dividir en 4 partes ver tabla 1.1

Nota : Bifs incluye herramientas, equipos, instalaciones civiles, equipos de oficina, etc.

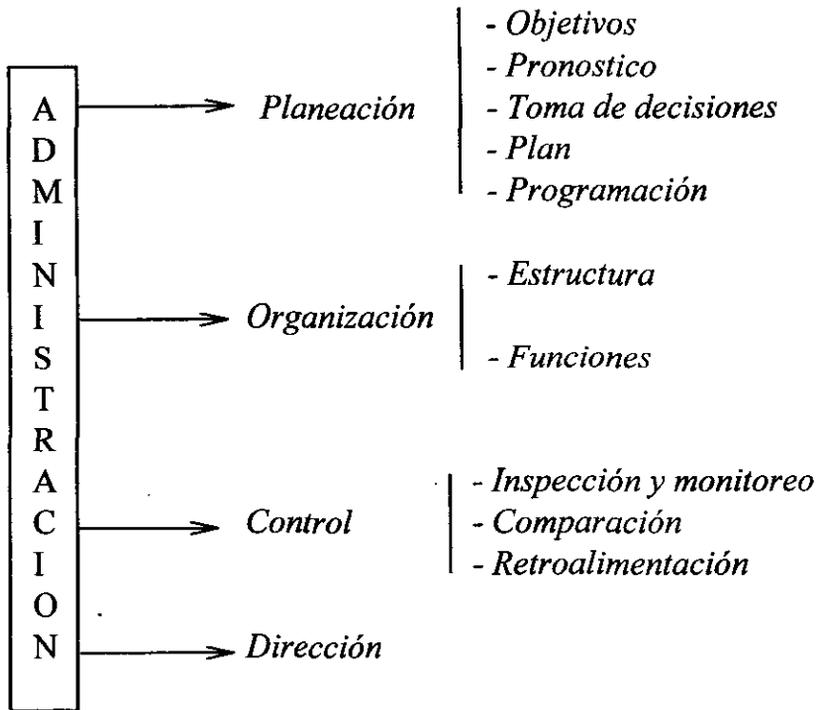


TABLA 1.1

1.2 PLANEACION.

Planeación : Es el proceso de decidir anticipadamente lo que se ha de hacer así como los medios para lograrlo. Lo que implica definir y seleccionar: objetivos, políticas, programas y procedimientos para el desarrollo del trabajo en un tiempo determinado.

Esta herramienta administrativa nos permite dirigir los esfuerzos de las diferentes áreas de la empresa hacia los objetivos de ésta. Determinando los recursos requeridos (tipo y cantidad) para el mantenimiento.

Primero deben definirse los objetivos, además incluya el propósito, misión, metas y alcances de mantenimiento.

Misión es la razón de ser como organización es él porque y para que existe. Es una meta general de una organización que justifica la existencia de una organización.

Estrategia : Es un conjunto de Planes y acciones a desarrollar para lograr los objetivos planeados, lo que implica definir rutinas, procedimientos. Es el patrón de respuesta de la organización.

Misión : ¿ Por qué y para qué estamos aquí ?

Mantener a la planta trabajando al menor costo.

Metas : ¿ Hacia donde vamos o queremos llegar ?

Cero fallas al menor costo

Estrategia : Conjunto de planes y acciones

Diferentes tipos de mantenimiento, rutinas y procedimientos.

Retroalimentación : ¿ Cómo lo estoy haciendo ?

¿ Cómo lo mejoro ?

Inspección

La definición de los objetivos es un proceso de desarrollo personal y empresarial. Sin estos objetivos y sin saber como alcanzarlos, el departamento de mantenimiento no puede funcionar eficientemente (ver pag. 1-14).

En general el principal objetivo de toda empresa, es aumentar el rendimiento de su inversión, para el logro de esto, se requiere de objetivos secundarios, así cada departamento debe encaminar sus objetivos al objetivo principal de la empresa.

Los objetivos deben ser definidos de tal forma que puedan ser medibles bajo parámetros de tiempo, dinero, porcentajes, etc. Deben estar por escrito y en forma sencilla, éstos deben empezar con el infinitivo de un verbo ej. Realizar, lograr, obtener, disminuir, etc.

Podemos tener objetivos de corto, mediano y largo plazo o por jerarquías, pero todos los objetivos deben estar dirigidos hacia los objetivos de la empresa.

Estos deben ser realistas, simples, alcanzables y que estén dentro de los recursos planeados. Estos podrán ir modificándose conforme se cumplan.

El objetivo fundamental de mantenimiento, es conservar económicamente y en las mejores condiciones de funcionamiento a los bifs a su cargo en forma confiable y al menor costo. (Ver pag. 1-14).

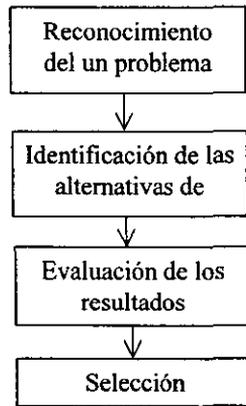
La planeación debe tener las siguientes características:

- Accesible (compresible)
- Dinámica : responde a los cambios que se presenten.
- Estándar : Uniforme en su aplicación
- Fácil : Aplicación y soporte simple
- Homogénea : Base común a todas las áreas.
- Lógica : Permita seguimiento.

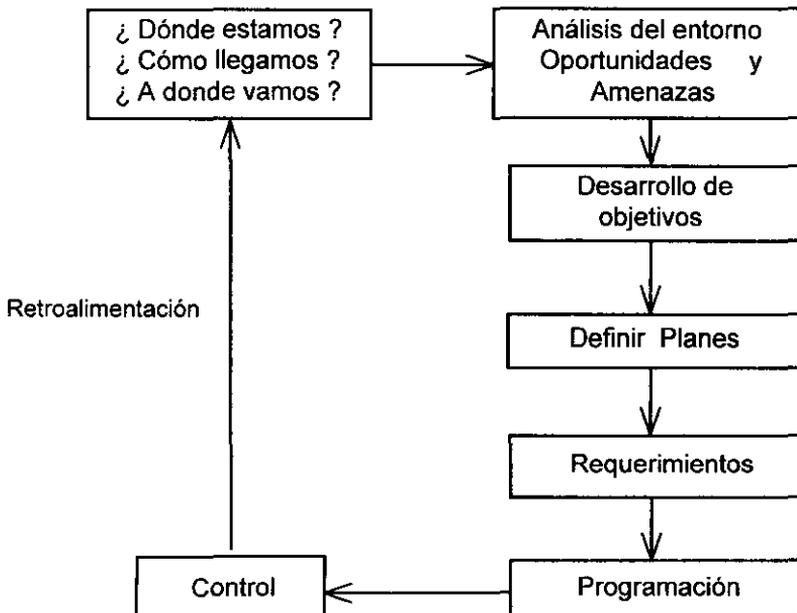
La planeación esta estrechamente relacionado con la toma de decisiones ya que planear implica selección de alternativas.

Donde la información es la materia prima para la toma de decisiones.

PROCESO DE TOMA DE DECISIONES



PROCESO DE PLANEACIÓN



Un plan es cualquier método detallado, formulado con anticipación, para hacer o realizar algo; involucra al futuro, implica acción y causalidad (quien, como).

El plan para mantenimiento preventivo, no es mas que un plan de operaciones que deben efectuarse a los bifs, con cierta periodicidad de tal forma que no se presenten fallas. Este plan especifica cuando y como deben realizarse los servicio periódicos.

El plan de mantenimiento preventivo para un equipo consiste en determinar:

- Que debe inspeccionarse.
- Con qué frecuencia se debe inspeccionar y evaluar.
- A que debe dársele servicio.
- Con qué frecuencia se debe dar el mantenimiento preventivo
- A que componentes debe asignárseles una vida útil.
- Asignar vidas útiles económicas a componentes y equipos

Para lo cual nos apoyamos de:

- Recomendaciones del fabricante.
- Recomendaciones de otros equipos similares.
- Experiencia propia. (Sobre la operación del equipo pues se conocen los puntos débiles y característicos).
- Historial de la maquina, donde se registran las fallas presentadas.
- Análisis de ingeniería: Cuando los datos proporcionados por los puntos anteriores no son suficientes se recurre al análisis de ingeniería, el cual es el estudio detallado de: instalaciones, características de construcción, operación y condiciones en que debe operar.

Planeación del Mantenimiento.

La planeación del Mantenimiento debe ser consecuencia de la planeación General de la empresa.

En la planeación del mantenimiento de una empresa deben contemplarse el mantenimiento rutinario, preventivo y correctivo, deben incluirse planes de contingencia.

Una vez determinadas las tareas y actividades a desarrollar, se determina la secuencia general para su realización conforme a la planeación de la producción. Designando personal para cada una de las tareas así como anticipar los materiales a utilizar en cada trabajo, todo esto tomando en cuenta tiempos, costos y ponderando sus prioridades.

Se deben crear planes de mantenimiento (diaria, semanal, mensual, etc.) que garanticen la fiabilidad para toda la vida útil pronosticada del equipo, desde la instalación hasta darse de baja. Su preparación requiere la coordinación de los planes de producción, subcontratos y aprovisionamiento de piezas de repuesto.

Se requiere de planear los recursos como son: materiales, refacciones, mano de obra, equipo, herramientas, apoyos externos e internos así como el tiempo probable para cada trabajo que se pretenda desarrollar.

Es imposible hacer una planeación efectiva del mantenimiento sin conocer a fondo las condiciones del equipo.

Tanto la inspección diaria de rutina como la inspección periódica contribuirán a este esfuerzo, son los trabajadores de mantenimiento quienes normalmente realizan la inspección periódica mientras el equipo está parado. Utilizan sus cinco sentidos y diferentes instrumentos de medición para cuantificar el deterioro del equipo, además de mantener la precisión y funcionamiento del Bif.

Estas revisiones generales nos ayudan a determinar la frecuencia y puntos de inspección de los mantenimientos.

La planeación del personal debe incluir el ausentismo, vacaciones y cambio de rol.

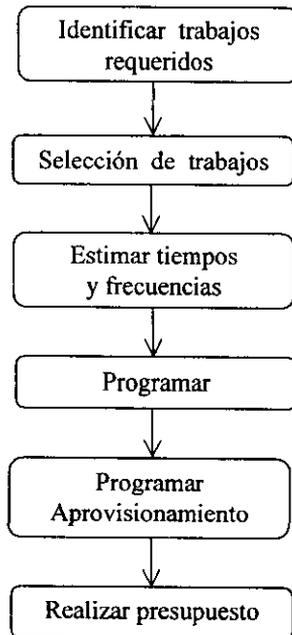
Recuerde que la sustitución indiscriminada de piezas conducirá a la eliminación de paros por fallas, pero se elevan mucho los costos. Se logran mejores resultados de mantenimiento y más económicos, concentrándose en los elementos más importantes de los equipos críticos. Recoja datos de uno o dos años anteriores, estime la producción y planes de equipo futuro, trace planes de mantenimiento comenzando por los equipos que intervendrán mayormente en la producción, enfóquese en los elementos que puedan causar paro o disminución en la calidad de la producción.

Planear implica:

- ◇ Identificar los trabajos que deben ejecutarse, esto sobre una base periódica y establecer un plan para cada trabajo (que, quien, etc.), incluir inspecciones eléctricas, mecánicas y de lubricación use información del fabricante, experiencia del operador y del de mantenimiento además de estudiar el historial para cada equipo.
- ◇ Integración de los datos del MP con los de MC. y los de producción; nos da pauta para determinar la eficiencia de la actividad de mantenimiento para un equipo, el análisis del historial completo permite formar juicios sobre la retención y uso futuro del equipo.
- ◇ Preparación anticipada de ordenes de trabajo.
- ◇ Definir el apoyo requerido para el desarrollo de las tareas de los diferentes tipos de mantenimiento.
- ◇ Identificar las tareas que pueden ser realizadas internamente, por personal y equipo de la propia empresa y las que no (mantenimiento externo), contratando a otra(s) empresa(s) para la ejecución de las tareas.

La falta de Planeación origina la improvisación, descontrol y una alta ineficacia, los trabajos no se cumplen en los tiempos establecidos, aumentando los costos. Mantenimiento debe tener alta capacidad de Improvisación pero esto no implica que se deba trabajar sin planeación.

Preparación Del Plan De Mantenimiento Anual



1. Identificar trabajos requeridos.

La tarea más importante en la preparación de planes de mantenimiento es identificar todo el trabajo que debe realizarse en el curso de un año. Esta lista debe revisarse anualmente, los trabajos requeridos puede incluir:

- Regulaciones legales: Trabajo requerido por seguridad, polución, control, etc.
- Estándares de mantenimiento de equipo: trabajo determinado por los requerimientos de control de precisión y los resultados de la medición del deterioro.
- Registro de averías: trabajo de mantenimiento para prevenir que vuelvan a ocurrir averías.
- Plan anual del año anterior: trabajo pendiente debido a cambios de programa.
- Órdenes de trabajo recibidas del taller, trabajo considerado necesario teniendo como base los registros de anomalías.

2. Selección de trabajo

- Clasificar el trabajo por orden de importancia y establecer prioridades.
- Centrarse en los elementos más importantes.
- Determinar tipos de mantenimiento para cada equipo.

3. Estimar tiempos y frecuencias para los mantenimientos de los equipos.

Su propósito es distribuir niveladamente el trabajo entre los trabajadores de mantenimiento.

Los planes de mantenimiento semanales ayudan a gestionar el trabajo individual del personal de mantenimiento.

4. Programar

Estimar los programas de trabajo, tiempos y costos de mantenimiento.

Utilizar los planes de producción anual y metas de rendimiento de los equipos para estimar el número de días de inactividad y el tiempo requerido para el trabajo de mantenimiento y comparar estos datos con el presupuesto.

Determinar si se precisa personal especialmente calificado o extra.

5. Programar aprovisionamiento

Verificar existencias en almacén y programar pedidos de refacciones y materiales a utilizar según plan de mantenimiento.

Confirmar disposición para materiales y piezas de repuesto difíciles de conseguir y trabajos que deben realizar contratistas y fabricantes externos.

6. Control de presupuesto.

Estimar los costos de mantenimiento a través de la realización de presupuestos, además de llevar un control de costos por tarea

Esta es la base para la programación de los eventos a realizar.

La planeación está principalmente orientada al largo plazo.

A LARGO PLAZO CONSIDERAR: (5 años)

- Cambios y adquisiciones de:
 - Equipo de producción
 - Equipo de mantenimiento
 - Instalaciones (aire acondicionado, civil, etc.)
 - Sistema de Mantenimiento
- Capacitación y contratación del personal
- Consideraciones para nuevos espacios
- Desarrollo de proveedores
- Distribución de equipos, maquinaria o herramientas
- Nivel de mantenimiento
- Reconstrucción de equipos o edificios
- Sistemas y plan de mantenimiento
- Substitución de bienes físicos

MEDIANO PLAZO: (3 años)

- Ajuste al desarrollo de las tareas del Mantenimiento
- Estandarización
- Implantación de ajustes al Sistema de Mantenimiento
- Incorporación de bif al Mantenimiento Preventivo
- Inspección
- Instalación de equipo y maquinaria
- Modificaciones
- Programación
- Presupuesto anual de Mantenimiento
- Tareas Cíclicas
- Reparaciones mayores

CORTO PLAZO: (anual)

- Mantenimiento correctivo
- Servicio
- Órdenes de trabajo diario
- Reparaciones menores
- Contratación externa
- Control de gastos mensual

Toda Planeación debe considerar la posibilidad de que se presenten acciones contrarias ó simplemente diferentes a las expectativas, las contingencias presentadas deben estudiarse para tomar medidas y así evitar que vuelvan a presentarse.

Selección de trabajos.

Planeación requiere de una herramienta para ponderar los trabajos a realizar, los programas de mantenimiento pueden compararse/evaluarse utilizando algunos criterios que ayuden a fijarles una prioridad relativa para su realización, para este efecto utilizamos la **matriz de selección** de puntos críticos.

Ejemplo : En este caso usamos cuatro puntos de ponderación.

A cada uno de los siguientes puntos se le asigna un número, la escala va del 1 al 5 posteriormente se multiplican estos cuatro factores como se ve en la tabla, con esto se asignan prioridades, del mayor al menor valor.

Puntos de ponderación

- a) Importancia del equipo
(1= No importante... 5= Muy importante)
- b) Número de productos en los que interviene directamente el equipo
(1 = Para un producto o ninguno... 5 = Para 5 o más productos)
- c) Urgencia según producción (operador)
(1= No importante... 5 = Urgente)
- d) Tendencia de la falla
(1= Tiende a mejorar... 5= Tiende a empeorar)

Actividades	Criterios				Calculo (a•b•c•d)	Prioridad
	a	b	c	d		

Muchas veces no se planea, ya que se tiene mucho trabajo (mantenimiento correctivo) y si se planea, los trabajos de emergencia hacen que la planeación se venga abajo.

Trate de llevar a cero las fallas de emergencia a través de la incorporación de equipos críticos en un programa de mantenimiento preventivo, y así bajar la incidencia de los correctivos de emergencia, de tal forma que los trabajos correctivos que se presenten puedan ser programados.

Los trabajos pueden ser mixtos (tanto externo como interno), en general la forma mixta es la más conveniente para realizar el mantenimiento, ya que existen reparaciones poco frecuentes en la que se requiere de técnicos o herramientas especializadas que sería incosteables y difícil tener especialistas en todas las áreas, por lo cual se requiere de la contratación externa.

Es muy importante, determinar que se debe de hacer con personal propio y que con contratistas, evitando tener sobrecostos por personal subutilizado.

Para evitar que, en caso de no averías los trabajadores estén inactivos, planificar trabajos de mejora o trabajos que puedan realizarse en cualquier momento.

1.2.1 OBJETIVOS GENERALES Y PARTICULARES DEL MANTENIMIENTO.

El objetivo principal de mantenimiento es: Tener operando a la empresa al menor costo y específicamente a los equipos.

Los objetivos de mantenimiento se pueden clasificar en dos tipos:

OBJETIVOS FUNCIONALES DE MANTENIMIENTO:

- 1.- Obtener la mejor conservación de la maquinaria, equipo e instalaciones y en general de los bifs a su cargo, mediante la planeación, organización y control de las actividades de mantenimiento.

Prolongar la vida de los equipos al menor costo

- 2.- Incrementar la disponibilidad de la maquinaria y equipo para obtener su máxima capacidad de producción con el menor costo.
- 3.- Disminuir los costos de reparación así como los tiempos de reparación.
- 4.- Planear los trabajos de mantenimiento con anticipación, disminuyendo las reparaciones imprevistas e inoportunas.
- 5.- Administrar los recursos humanos, materiales y herramientas que intervienen en el mantenimiento.
- 6.- Controlar en todo momento las reparaciones efectuadas a la maquinaria y equipo, quedando estas documentadas. Esto nos permitirá reconocer y solucionar, mediante el análisis de fallas, los problemas repetitivos surgidos del diseño, operación ó actividad de mantenimiento. Permitiendo la oportuna toma de decisiones.
- 7.- Mantener un nivel óptimo de inventario de refacciones, que nos permitan desarrollar el mantenimiento, disminuyendo el nivel de compras de emergencia y el nivel de stock innecesario, lo que causa sobre costos.
- 8.- Mantener el equipo libre de fallas de manera que no interfiriera con las fechas de entrega prometidas por producción.
- 9.- Mejorar la productividad del departamento de mantenimiento, por medio de una buena administración del mantenimiento.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Incrementar la eficiencia y eficacia de la maquinaria, equipo e instalaciones, minimizando sus fallas mediante la oportuna realización de los mantenimientos preventivos.
- 2.- Mantener los costos de las reparaciones efectuadas dentro de los presupuestos asignados.
- 3.- Establecer programas de lubricación de equipos, basado en las características de operación de los equipos y recomendaciones de los fabricantes.
- 4.- Crear e implementar un programa de MP eficaz, que permita incrementar la productividad y la vida útil de los equipos al menor costo.
- 5.- Establecer procedimientos y rutinas de mantenimiento.
- 6.- Llevar control técnico y de costos de los trabajos de mantenimiento.
- 7.- Llevar un control de refacciones y materiales para que sean suministrados al área de mantenimiento, en forma oportuna.
- 8.- Mantener el equipo en buenas condiciones para prolongar su vida útil.
- 9.- Mantener al equipo en condición para obtener una producción de alta calidad.

Para el soporte, coordinación y cumplimiento de los objetivos de las actividades de mantenimiento se requiere de un Sistema, dentro del cual destaca:

- Planes
- Programas
- Control

1.2.2 POLITICAS GENERALES DE MANTENIMIENTO.

Las políticas pueden describirse como las directrices de acción tendientes a alcanzar los objetivos de la compañía.

POLÍTICAS DE MANTENIMIENTO:

- 1.- Las políticas y procedimientos contenidos en el manual de mantenimiento, solo podrán ser modificadas por el gerente de mantenimiento y autorizadas por el gerente de planta.
- 2.- Todo el flujo de información de las actividades de mantenimiento deberá ser controlada por el jefe de planeación y programación de mantenimiento.
- 3.- Cualquier persona podrá solicitar el servicio de mantenimiento en la forma diseñada por el sistema, previa autorización del jefe de área.
- 4.- La emergencia, será atendida de inmediato, posteriormente se entregara la solicitud de trabajo.
- 5.- Los trabajos de mantenimiento preventivo, solo serán realizados mediante la orden de trabajo correspondiente, la cual es generada por programa anual de mantenimiento.
- 6.- La prioridad de trabajos de mantenimiento deberá ser asignados por: planeación del mantenimiento y/o el jefe de mantenimiento (con base en la solicitud de trabajo)
- 7.- Los supervisores de mantenimiento deberán entregar al programador, las ordenes de trabajo realizadas, lo más pronto posible de manera que se integren al control oportunamente.
- 8.- Deberán existir las suficientes refacciones en el almacén que permitan la realización del mantenimiento de los Bifs a su cargo.
- 9.- Solo mediante el análisis detallado del jefe de planeación y el gerente de mantenimiento se modificaran los programas de mantenimiento preventivo, rutinas de inspección, lubricación ó limpieza en cuanto a sus conceptos y frecuencia de intervención.
- 10.- Se establece como responsable del control de los costos de la mano de obra y materiales por departamento y maquina al departamento de contabilidad.
- 11.- El control de los niveles de inventario de refacciones de uso común será por medio del punto de reorden mecanizado (el control de éste será función del almacén de refacciones).

1.3 PROGRAMACION.

Programación : Es la calendarización de las actividades del mantenimiento que se han planeado.

Ciertas técnicas son necesarias para la programación básica general del mantenimiento y para la formulación de itinerarios de los trabajos de mayor importancia, una de estas es la gráfica de Gantt, que fue ideada por Henry L. Gantt durante la primera guerra mundial, ésta es utilizada en la planeación del mantenimiento.

Las tareas se anotaran en la columna izquierda de la gráfica, los tiempos proyectados o programados se trazan sobre una escala calendarizada horizontal que se encuentra en la parte superior de la gráfica, en el cuerpo de la gráfica se anotan los periodos o tiempos que se tomara cada actividad (inicio y fin) en forma de columnas o barras sombreadas.

En esta forma podrá observarse en cualquier momento que trabajos van al corriente y cuales retrasados o adelantados, su empleo es muy apropiado para la programación del mantenimiento industrial.

Gráfica de Gantt

Actividades	Fechas programadas (días)																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21	22	23	
Tarea 1	P R																						
Tarea 2	P R																						
.																							
.																							
.																							
Tarea n	P R																						

P= Programados R = real

En ocasiones en lugar de usar dos renglones (P = programado y R= real), se usa un mismo renglón, en este caso se puede usar un paréntesis para el programado y un rectángulo para el real ().

Los proyectos principales de mantenimiento son trabajos de gran envergadura, tales como mantenimientos mayores o trabajos de revisión total, que requieren que el equipo esté parado durante un periodo largo.

Reducir la duración de éste lo máximo posible es una prioridad en la administración del mantenimiento. Es necesario elaborar planes para materiales, movilización de personal y subcontrataciones. Diseñar programas detallados por etapas, utilizando las redes PERT y representarlo posteriormente en un diagrama de barras.

PERT (Técnica de Evaluación y Revisión de Programas). Es una técnica de análisis de red que emplea estimaciones de tiempo requerido para realizar actividades, se divide a un proyecto en distintas actividades determinando cuales deben realizarse en secuencia, y cuales pueden realizarse de modo independiente, nos sirve para calendarizar y controlar proyectos.

Esta parte debe ser evaluadas por expertos así como los costos en que se incurrirán.

Ruta crítica: es la ruta mas larga dentro de una red PERT por medio de la cual se identifica el mayor tiempo requerido para realizar un conjunto de actividades.

A continuación se define los pasos para determinar la ruta crítica:

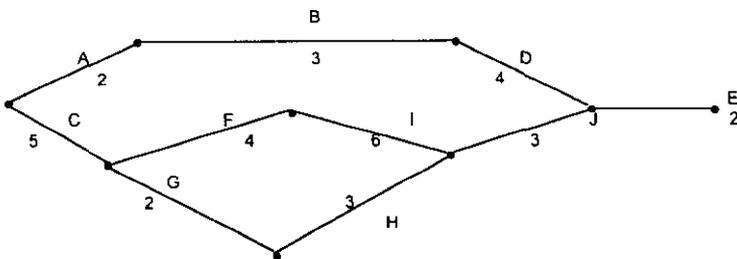
1. Determinación de tareas y/o actividades a realizar individualmente.
2. Codifique cada tarea (letra)
3. Determine para cada tarea:
 - Tiempo (probable)
 - Costo
 - Recursos por aplicar
4. Determine precedencias de cada actividad.
5. Concentre todo lo anterior en una tabla.
6. Construcción de la red de secuencia.
7. Determinación de la Ruta mas larga (ruta crítica).
8. Calendarización resultante de la red.
9. Representación gráfica final (diagrama de barras)

Se recomienda llenar la siguiente tabla.

Letra	Actividad	Predecesores inmediatos	Estimación tiempo optimista (O)	Estimación tiempo pesimista (P)	Estimación tiempo probable (m)	Tiempo esperado $t = (O+4m+P)/6$
A						
B						
C						
D						
E						

Después de llenar esta tabla se procede a dibujar la red anotando entre nodo y nodo el tiempo requerido por tarea, a continuación se muestra una red supuesta en donde el tiempo esta en días.

RED



En la anterior red la ruta crítica es la formada por los puntos CFIJE con 20 días.

Ruta subcrítica son las rutas distintas a la crítica en la que existen tiempos muertos y es aquí donde podemos jugar un poco.

La programación del mantenimiento preventivo se calendariza anualmente por medio de una variante de la gráfica de Gantt (ver capítulo cuatro) en la parte izquierda se indica el equipo a aplicársele el mantenimiento así como su frecuencia según la planeación y en la parte superior se indican las fechas para estos.

A través del desarrollo de los programas de mantenimiento es factible estimar costos, tiempos, recursos y personal adecuado, obtener oportunamente las refacciones, así como evaluar el desarrollo de las actividades de mantenimiento programado.

La programación puede elaborarse, mediante los sistemas manual ó automático, ésta debe ser lo suficientemente flexible para poder cubrir las eventualidades que se presenten.

Las ordenes de mantenimiento preventivo pueden ser emitidas diariamente, semanalmente o mensualmente, el cual parte del programa anual.

El programa de mantenimiento preventivo debe ser revisado anualmente así como los procedimientos.

1.4 ORGANIZACIÓN.

Organización : es el proceso de disponer, fijar autoridad, destinar el trabajo y recursos, entre los miembros de la organización de tal forma que se logren los objetivos.

A la organización la vemos como un conjunto de personas que trabajan conjuntamente para lograr algunos objetivos.

La organización la podemos dividir en dos: en su estructura y funciones de la misma, se puede considerar estructura al patrón de relaciones que se establecen entre los componentes o partes de una organización y a la manera en que están divididas las tareas de ésta. La estructura organizacional es la manera en que las actividades de una organización se dividen, organizan y coordinan.

Los organigramas son modelos muy simplificados de la organización en la que se muestra la estructura, posición y funciones dentro de la organización.

Es frecuente que los conflictos sean causados por la ausencia de un manual de funciones o por una definición imprecisa de las mismas; un trabajador que desconoce sus funciones puede negarse a hacer algunos trabajos, si considera que estos no están de acuerdo a las funciones que le competen.

Se requiere de un organigrama con responsabilidades, donde se establezca por escrito las funciones de cada punto del organigrama, recordar que, a mayor responsabilidad mayor autoridad.


1. División de funciones y agrupamiento de actividades
2. Niveles jerárquicos de autoridad y responsabilidad
3. Líneas de mando y autoridad puesto-persona
4. Canales formales de comunicación.
5. Identificación de áreas de trabajo
6. La relación existente entre los diversos puestos, secciones, departamentos, jefatura y/o gerencias.

Cada empresa establece su organización particular, dependiendo de las características propias.

El mantenimiento conviene organizarlo por especialidades:

Civil	Servicios	Eléctrica	Mecánica	Administración
<ul style="list-style-type: none"> • Arquitectura • Albañilería • Pintura • Plomería • Carpintería • Plomería 	<ul style="list-style-type: none"> • Vapor • Aire • Agua • Vacío • Gas • Limpieza 	<ul style="list-style-type: none"> • Electrónica • Eléctrica • Neumática 	<ul style="list-style-type: none"> • Hidráulica • Mecánica • Lubricación 	<ul style="list-style-type: none"> • Planeación • Control • Organización • Capacitación • Almacén

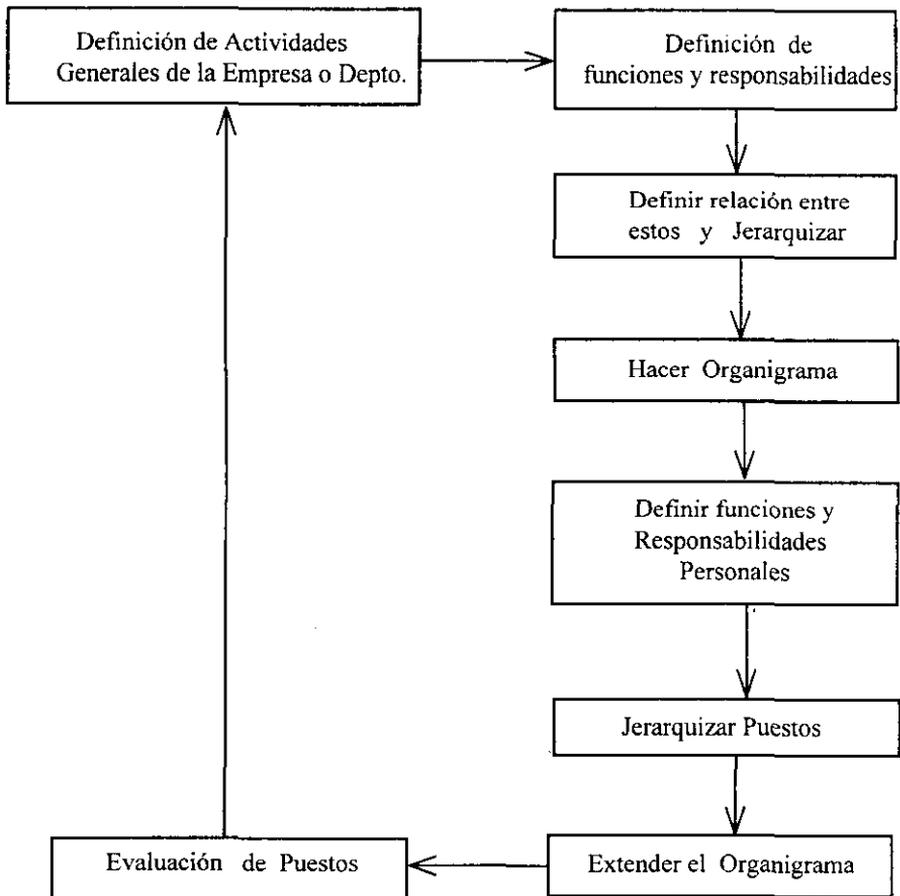
El patrón básico de organización para mantenimiento se clasifica en cuatro: Mantenimiento Concentrado, Disperso, Por Sección y Combinado.

Esta clasificación se basa en la organización de los encargados de mantenimiento (estos pueden estar concentrados o dispersos) y desde el punto de vista de distribución (localización).

Mantenimiento concentrado: concentrado desde el punto de vista organización y distribución (en un solo lugar y bajo un solo responsable)
Mantenimiento disperso: concentrado organizacionalmente pero disperso desde el punto de vista distribución. (Un responsable, pero varias áreas)
Mantenimiento por sección: están dispersos en cada sección desde el punto de vista de la organización y distribución. (Responsable especial para un área o equipo este puede ser el jefe de área)
Mantenimiento combinado: combina los anteriores.

La tendencia actual es el combinado el cual cuenta con un grupo mínimo de especialistas para ciertas áreas y dejando el resto del personal en un agrupamiento central, además se trabajara en equipo con los jefes de área.

Proceso de organización



1.5 CONTROL.

Control : Es el proceso mediante el cual se garantiza que las actividades de mantenimiento se realicen conforme a lo planeado, así como los recursos sean obtenidos y usados eficientemente en el tiempo establecido, se debe monitorear el sistema para verificar, regular y comparar con estándares y objetivos.

El control es el procedimiento para prever o detectar fallas en el sistema, dando las bases para ser corregidas sobre una base de continuidad.

Éste se conceptualiza en la planeación, se detalla en la programación, se aplica en el desarrollo de las tareas y modula su ejecución conforme a la dirección.

En esta fase del sistema administrativo se mantiene la actividad organizacional dentro de límites al comparar los objetivos, planes, procedimientos, reglamentos y programas con lo obtenido o logrado a la fecha.

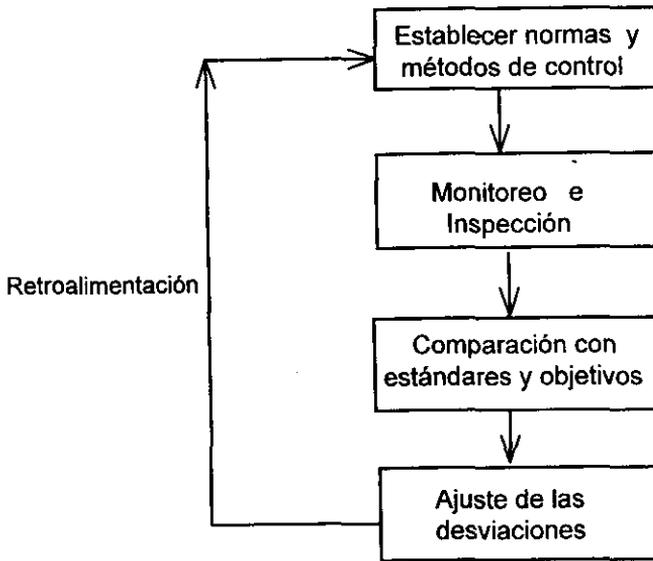
El control se concreta al análisis de los resultados y desarrollo del mantenimiento efectuado mediante inspecciones, registros y reportes. Se deberá llevar control de:

- ⇒ Bienes físicos
- ⇒ Tareas (Trabajos)
- ⇒ Trabajadores (Personal)
- ⇒ Almacén (Refacciones y Materiales)
- ⇒ Costos
- ⇒ Información (Manuales, Programas, Procedimientos, Etc.)

Proceso de Control es:

- ☞ **Vigilancia**, es el seguimiento continuo y permanente de cada tarea.
- ☞ **Comparación** de los resultados previsto en la programación; parciales y totales con los reales.
- ☞ **Ajuste** de las desviaciones presentadas, se emiten ajustes y modificaciones requeridas para el cumplimiento de los objetivos.

Proceso de control



El control de los bifs se efectúa a través del control total de los equipos, que tiene como objetivo el de *analizar e investigar* los resultados del mantenimiento, estudiar los equipos mas adecuados, seleccionarlos, modificarlos, introducirlos, acondicionarlos para que puedan ser aprovechados sus funciones al máximo y a través de estas actividades lograr el objetivo de la empresa.

Algunas formas de control son:

- ◇ Uso de formatos y programas para las actividades de mantenimiento.
- ◇ Supervisión de los trabajos, hacer un seguimiento de los trabajos hasta su terminación: utilice un archivo de ordenes sin terminar
- ◇ Revisión de las ordenes de trabajo.
- ◇ Compilación de las ordenes de trabajo (OT) terminadas y anotación de los costos y servicios, nos sirve como antecedente para la planeación de: materiales, costo, trabajo y tiempo.
- ◇ Etc.

El programa de mantenimiento es el elemento fundamental para el control de las actividades y jornadas de mantenimiento de referencia, por lo cual es básico su monitoreo, de esta forma se puede ajustar oportunamente el programa original, este ajuste debe ser efectuado cuando:

- ⇒ Exista alteración permanente de las condiciones originales
- ⇒ Error en la determinación de las condiciones iniciales.

La retroalimentación es un ingrediente esencial para el proceso de control, ya que proporciona la información para la toma de decisiones que ajustan al sistema a través del tiempo.

El control recibe como datos de entrada: la planeación, programación y organización de la empresa.

El control del mantenimiento proporciona los elementos (salidas) a la dirección para el desarrollo de nuevos objetivos y planes.

Inspección: La determinación de lo que debe inspeccionarse y con qué frecuencia debe hacerse es uno de los puntos críticos y del que depende en gran parte el éxito o fracaso de un programa de mantenimiento. Al respecto conviene capacitar al personal para que realice inspección adecuada sobre su propio trabajo.

Es conveniente reducir al máximo el número de elementos bajo control de los bifs para evitar sobrecarga administrativa y de trabajo.

Las inspecciones indiscriminadas a cualquier equipo es incosteable, seleccione equipo a inspeccionar. Para que realmente resulte costeable, prepare un programa de inspecciones, con lista de puntos a revisar.

El control de equipos, no solo trata de ver el uso eficiente de los equipos instalados, sino ver los problemas futuros que se introducirán, desde la planeación hasta dar de baja a los mismos, en Estados Unidos y Europa, a esta forma de pensar, se denomina " terotechnology o logistic " y la versión japonesa es TPM por lo anterior, el control de equipos debe ser un sistema activo global (ver capítulo 2).

También se debe llevar un control de costos de mantenimiento el cual permitirá evaluar al propio mantenimiento, así como a los Bif (calificar el diseño, construcción y operación de los bifs a través de los costos).

1.6 DIRECCION.

Dirección : Es la parte de la administración que coordina las actividades de mantenimiento. Guía, los esfuerzos hacia los objetivos de la organización, se encarga de la implantación, desarrollo y control de la administración dentro de la organización.

La dirección del mantenimiento debe estar a cargo de un ingeniero mecánico, eléctrico, electromecánico o industrial, ya que éste debe conjuntar las técnicas tanto administrativas como tecnológicas.

La dirección no solo consiste en coordinar al departamento además debe atender a la unidad fundamental de la organización, que es cada un de las personas que la integran por eso es muy importante conocer la conducta de cada uno, para poder motivarlos, ya que una persona motivada produce mucho mas, por eso no se puede dejar este aspecto de lado. Desafortunadamente la motivación no es un concepto simple, el cual incluye las necesidades, deseos, tensiones, incomodidades, etc. No puedo extender en este tema, pero si recomiendo se extienda usted, recuerde que uno de los recursos más importantes es el humano.

EL gerente de mantenimiento además de aplicar la Administración del mantenimiento debe:

- Seleccionar y adiestrar a buenos colaboradores para poder fortalecer la organización.
- Dar la oportunidad a su personal de mostrar lo que pueden hacer
- Preguntar a su personal conque quieren contribuir, así como sus metas.
- Ajustar las metas de sus trabajadores y/o ayudarlo a definir las, incrementando estas.
- Colaborar con la gente, pero sin hacerle su trabajo
- Tomar en cuenta sus opiniones, ideas y sugerencias
- Establecer buena comunicación con el personal, pero respetuosamente.
- Delegar táreas, no pierdas el tiempo en tareas sistemáticas.

- Resolver las dudas de sus trabajadores tanto administrativas como técnicas.
- Tener la capacidad de tolerar y comprender las reacciones emocionales no expresadas de las personas para obtener su cooperación.
- Propiciar y motivar el desarrollo y superación constante de los empleados.
- Crear un ambiente de trabajo agradable de confianza y de colaboración.
- Involucrar al personal en el logro de los objetivos del departamento.

El liderazgo implica influir, dirigir y motivar a los empleados, requiere de trabajar con la gente, establecer una atmósfera adecuada, lo cual contribuye a que los empleados den lo mejor de sí.

Empleado necesita	Jefe Debe
Conocer sus funciones	Conocer sus funciones y la de sus subordinados.
Participar en la elaboración de los objetivos	Pedir colaboración para fijar objetivos
Tomar consciencia de su desempeño	Evaluar resultados y enterar al empleado
Ayuda de su superior	Asesorar, dirigir, aconsejar y capacitar
Ser reconocido	Reconocer los logros de sus colaboradores
Responsabilidades	Definir responsabilidades
Incentivos	Incentivar

CAPITULO 2 FUNDAMENTOS DEL MANTENIMIENTO

A menudo se descuida la función de mantenimiento y a veces hasta se menosprecia (ya sea por lo sucio de la propia actividad o por el lenguaje del personal de mantenimiento).

Síntomas de indiferencia hacia este departamento por parte de la dirección general son entre otros los siguientes:

- Falta de un programa de reposición de equipos.
- Preparación inadecuada del personal de mantenimiento.
- Deficiencia tanto en el taller, instalaciones y equipo de mantenimiento.
- Falta de selección planeada de un personal adecuado.
- Mantenimiento preventivo no cumple su función.
- Frecuentes horas extras
- Numerosos paros de las maquinas

2.1 ANTECEDENTES

Existen muchas interpretaciones y aplicaciones del mantenimiento debido a que se debe de adaptar a las necesidades propias de cada empresa pero esto llega a causar confusión.

A través del conocimiento de la historia del mantenimiento se puede, tener el conocimiento correcto de los distintos tipos de mantenimiento que hoy en día se manejan.

En el inicio de la industrialización el operador de las maquinas era quién daba el mantenimiento (correctivo y preventivo), pero conforme se incrementaba la producción y la sofisticación de los equipos y la división del trabajo, esta tarea se fue delegando a un departamento, el de mantenimiento.

Cronología :

- 1925 Mantenimiento Preventivo, es publicado por escrito en U.S.A.
- 1951 Mantenimiento Preventivo, entra en Japón (a la empresa Toa Nenryo Kogyo).
- 1953 En Japón 20 compañías forman un grupo para investigar al mantenimiento Preventivo.
- 1954 Mantenimiento Productivo (se reconoce la importancia de la fiabilidad. Mantenimiento y eficiencia económica en el diseño de planta.
- 1957 Mejora la mantenibilidad.
- 1960 Prevención del mantenimiento.
- 1962 Ingeniería de fiabilidad, mantenibilidad y económica.
- 1965 Se maneja el concepto de Vida económica
- 1970 Terotecnología
- 1971 Mantenimiento Productivo Total Terotecnología, logística en el mantenimiento.
- 198* Mantenimiento Predictivo.

Durante los años ochenta, el mantenimiento preventivo fue rápidamente reemplazado por el mantenimiento predictivo.

Desde que se introdujo el mantenimiento productivo P.M. estilo americano como el más moderno para el mantenimiento de equipos, ya han transcurrido 42 años.

La característica de la industria moderna se puede decir que es la mecanización y automatización, el advenimiento de la automatización ha ensanchado el campo de acción del mantenimiento.

Los equipos de hoy en día presentan varios sistemas en un mismo equipo como son sistemas: eléctricos, electrónicos, mecánicos, neumáticos y de control entre otros.

Lo que representa una dificultad mayor para el mantenimiento de estos, se requiere de personal cada vez mas especializado y mejor administrado.

Por otro lado, debido a que los equipos trabajan ahora bajo condiciones más complejas, más precisas y operando al máximo, pueden presentarse fallas de varias naturalezas las cuales originan paro del equipo siendo su repercusión grande por la gran producción.

Sé a visto y estudiado que en ciertos casos sale más barato reparar antes de que se presente la falla del equipo, de ahí la idea de sistematizar y desarrollar el Mantenimiento Preventivo y Predictivo como un esfuerzo total para encontrar la falla antes de que nos cause un paro o costo mayor de reparación, se debe tomar medidas para prevenir la aparición de la falla.

Por lo tanto en los últimos años se tiene un enfoque hacia la confiabilidad y mantenibilidad de los equipos.

La tendencia del mantenimiento apunta hacia el tener mantenimiento Preventivo y Predictivo. Al mantenimiento correctivo se le pretende llevarlo a cero.

2.2 MANTENIMIENTO

Mantenimiento : El mantenimiento se define como el Conjunto de actividades desarrolladas armónicamente entre hombres, herramientas y materiales, controlados por un sistema, con el objeto lograr la máxima vida económica de los bienes físicos (bifs) de una empresa, manteniéndolos en los rangos de operación adecuados, y con una alta fiabilidad.

Mantenimiento es:

- ⇒ Es un mal necesario, pero indispensable.
- ⇒ Es aquel que nos permite mantener el valor del equipo
- ⇒ Es aquel que disminuye los costos de operación de la empresa, a través de un tiempo menor de paro de las maquinas por fallas.
- ⇒ Es aquel que ayuda a obtener piezas dentro de especificación
- ⇒ Es aquel que permite conservar apropiadamente las maquinas

La producción eficiente depende tanto de las actividades de producción como de las de mantenimiento.

Poco progreso en la mejora del mantenimiento de los equipos va en perjuicio de la producción.

Partes del Mantenimiento	Planeación : Administración Reparación : Mantenimiento Correctivo Evitar Fallas mayores: Mantenimiento Preventivo Modificar: Ingeniería Limpieza : Intendencia Apoyos : Taller y almacén
-----------------------------	---

2.2.1 FUNCIONES Y ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

El compromiso de mantenimiento es la conservación de los bifs, lograr máxima disponibilidad y mínimos costos de operación de los bifs, con el propósito de lograr una confiabilidad y mayor duración de los bif, así como, evitar costosas consecuencias tanto directas como indirectas (como directas se consideran: Perdida de producción, reparación de maquinaria, reemplazo de maquinas y otras, como indirectas: las demoras de producción, entregas tardías, clientes descontentos, accidentes en potencia, mala reputación y otras).

La primera responsabilidad del departamento de mantenimiento es responder con rapidez y eficacia las peticiones de los operadores. Analizar cada avería para descubrir puntos débiles en el equipo y modificarlo para mejorar su facilidad de mantenimiento alargando su vida útil.

Las obligaciones de mantenimiento incluyen:

- Planeación del mantenimiento.
- Poner en marcha y controlar, un sistema de mantenimiento eficiente y de bajo costo.
- Poner en marcha acciones de mejora y conservación de los bifs.
- Introducir un sistema de control de costos, por estudios metódicos y por análisis de las causas de las fallas de las máquinas y de los costos de los paros.
- Crear, introducir y controlar, donde sea necesario, nuevos métodos y soluciones para el mantenimiento.
- Asesorar a los departamentos de planeación y de compras en la adquisición de nuevas máquinas, herramientas, etc.
- Instalar máquinas nuevas y reconstruidas.
- Controlar los traslados de máquinas de un departamento a otro y su reinstalación.
- Investigar y remediar continuamente, las averías.

- Reducir al mínimo el tiempo de avería de las máquinas.
- Observancia de un eficiente programa de mantenimiento.
- Elaborar e interpretar modelos estadísticos de desempeño del equipo, para la toma de decisiones.
- Reparación de los bifs.
- Remplazo y/o modificación de los bifs.
- Debe vigilar el buen uso de los bifs.

Actividades de mantenimiento.

Dentro de las actividades de mantenimiento están las de:

Reparar, Conservar, Modificar, Prevenir fallas y Maximizar la disponibilidad de los bifs con un menor costo.

Otras actividades importantes de mantenimiento incluyen:

- Investigación y desarrollo de tecnologías de mantenimiento
- Fijación de estándares de mantenimiento.
- Creación de registros de mantenimiento
- Evaluación de los resultados del trabajo de mantenimiento
- Cooperación con los departamentos de ingeniería y diseño de equipos

El departamento de producción debe llevar a cabo las siguientes actividades prevención del deterioro (actividad de mantenimiento básica muchas veces se descuida):

1. Prevención del deterioro:

- Operar el equipo correctamente.
- Mantener las condiciones básicas del equipo (limpieza, Lubricación, sujeción de pernos).
- Realizar los ajustes adecuados (principalmente durante la operación y la preparación).
- Anotar datos de averías y otros defectos de funcionamiento.
- Colaborar con el departamento de mantenimiento para estudiar e implantar mejoras.

2. Verificación del deterioro (utilizando los cinco sentidos):

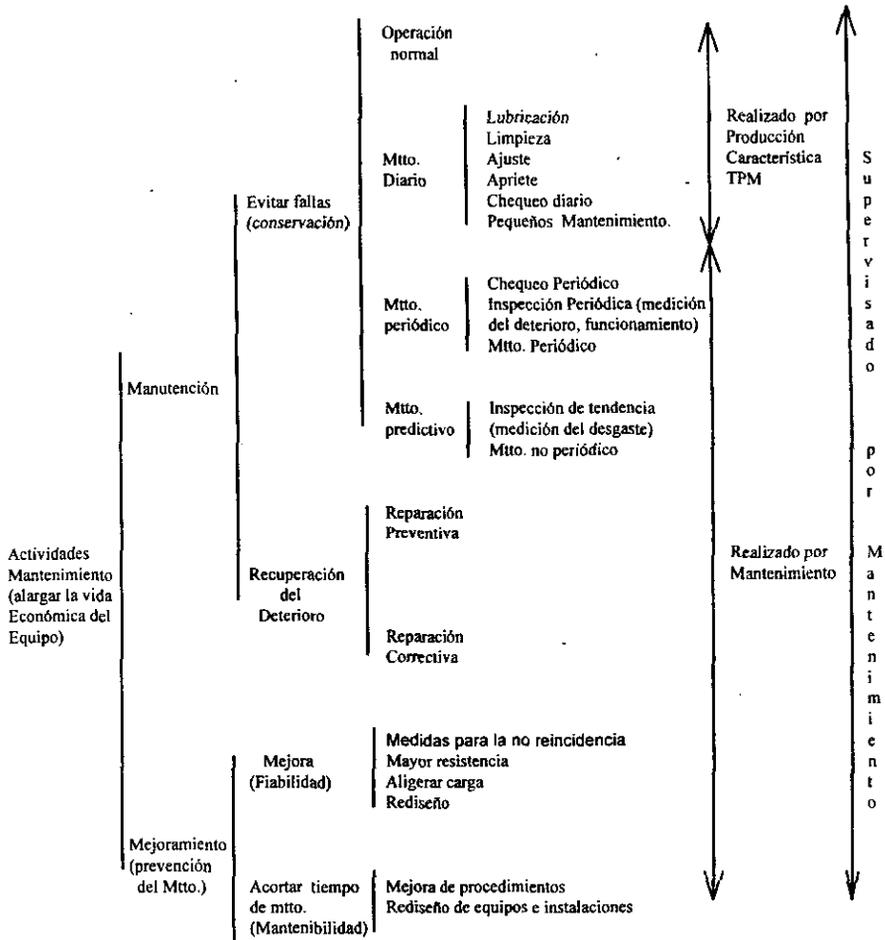
- Realizar inspecciones diarias.
- Realizar ciertas inspecciones periódicas.

3. Restauración de los equipos:

- Realizar reparaciones menores (sustitución simple de piezas y reparaciones temporales).
- Informar inmediata y correctamente de averías y otros fallos de funcionamiento.
- Ayudar en la reparación de averías esporádicas.

El Departamento de mantenimiento realiza el mantenimiento periódico, el mantenimiento predictivo, la mejora de la mantenibilidad, verificación del deterioro y el restablecimiento de las condiciones del equipo.

Las personas especializadas de mantenimiento deberán concentrar sus esfuerzos en el trabajo que requiere un alto nivel de destreza técnica.



Desde el punto de vista de las actividades practicas se clasifican en 3:

- 1.- Actividades para evitar deterioro.
- 2.- Actividades para medir el deterioro
- 3.- Actividades para recuperar deterioro.

Descuidando una de ellas, no se pueden lograr los objetivos de mantenimiento, por lo general se descuidan las actividades de evitar el deterioro.

Esta es la base de actividades de mantenimiento y como tal se le deberá de dar mayor prioridad que el chequeo periódico, inspección y otras.

La parte que puede encargarse del área de operación son las actividades de evitar el deterioro por medio del asentamiento de estas actividades se emplea el medio especializado del área de mantenimiento y se puede desarrollar las actividades eficientes de mantenimiento.

Son sumamente importante las operaciones ligeras diarias de mantenimiento como son: La limpieza, lubricación, asegurar el apriete, etc., como actividades para evitar deterioro. Estas se deben de aclarar bien por maquina, lugar y por quienes se van a encargar tanto del área de operación como del área de mantenimiento.

Métodos de detección del deterioro:

- | | |
|---|------------------------|
| ◇ | Limpieza |
| ◇ | Criterios de medición |
| ◇ | Métodos de inspección |
| ◇ | Condiciones apropiadas |
| ◇ | Métodos predictivos |

Desafortunadamente los esfuerzos para detener el deterioro y restablecer el estado original del equipo se ven a menudo impedidos por la falta de la siguiente información:

- Condiciones originales optimas
- Métodos para detectar el deterioro
- Criterios para medir el deterioro
- Procedimientos apropiados para restablecer las condiciones originales

Recuerde que el deterioro causa deterioro.

2.2.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO Y SUS DEFINICIONES

El mantenimiento lo podemos dividir básicamente en mantenimiento correctivo y preventivo. Donde el mantenimiento correctivo corresponde a la corrección de una falla, lo podemos dividir en planeado, de rutina y de emergencia.

Mantenimiento preventivo con todos los trabajos repetitivos, planeados y programados que se realizan a un equipo antes de que se presente la falla este último lo dividimos en mantenimiento programado, de mejora, preventivo y predictivo. La tendencia actual es hacia este mantenimiento predictivo gracias al avance tecnológico y además a la accesibilidad de diversos instrumentos para el diagnóstico del bif.



Además de esta división podemos dar dos filosofías del mantenimiento lo que es PM (Mantenimiento Productivo) y TPM (Mantenimiento Productivo Total), en realidad estas son prácticamente lo mismo.

a) El mantenimiento correctivo (emergencia)

Es el trabajo realizado para la corrección de una falla que se ha presentado de forma esporádica y se realiza hasta cuando la falla se ha presentado. Causa horas de paro no programadas y disminuyendo el nivel de producción ya que no se puede seguir operando el equipo ya sea por: seguridad, mayor daño o simplemente por paro de equipo.

Tareas; reparación y/o remplazo de equipos o piezas.

Estas fallas requieren ser corregidas en un plazo breve, por lo cual existen acciones inmediatas para restablecer el funcionamiento, pero algunas veces estas no son definitivas, hay que darle seguimiento programado una reparación correctiva permanente.

Su implantación es barata y fácil no se requiere de análisis, estudio o trabajos previos, altos gastos de mano de obra, materiales y trabajo adicional, baja fiabilidad, alto riesgo, tiempo excesivo del bif fuera de operación.

Mantenimiento rutina o Ulterior (B.M.)

Es el método de mantenimiento correctivo que se aplica a los equipos de menor importancia o equipos cuyas fallas en ese momento no afecta mucho, normalmente se incluye aquí la obra civil y las tareas de los bienes en general.

El Mantenimiento Correctivo (planeado)

Se refiere a los trabajos a corto plazo que se deben realizar al bif para restablecer sus condiciones normales de operación. Se basa en las inspecciones de los equipos y cuando se presenta alguna falla se programa su corrección, con este tipo de fallas se puede seguir operando el equipo o la falla de este equipo no detiene la producción.

b) El mantenimiento preventivo

Puede ser definido como las tareas para conservar los equipos en funcionamiento con un mínimo de paros y un mínimo costo. Toma las medidas necesarias para que la falla no se presente, como son, todos aquellos trabajos programados por el departamento de mantenimiento, dirigidos a mantener el equipo funcionando a plena capacidad y con las especificaciones requeridas,

El Mantenimiento preventivo se anticipa e intenta evitar las descomposturas del equipo, por medio de inspecciones para la detección de posibles fallas y corrigiendo estas antes de que se presenten, se requiere de un cuidadoso monitoreo del bif, para después diagnosticar la información obtenida, sobre una base de conocimiento y experiencia.

El mantenimiento preventivo consiste en dos actividades básicas: (1) inspección periódica y (2) restauración planeada del deterioro, basándose en los resultados de las inspecciones. También el mantenimiento diario de rutina destinado a prevenir el deterioro.

La característica básica del mantenimiento preventivo consiste en conocer la transición del deterioro de los equipos, antes de que caiga en estado de falla, paro de equipos o deterioro perjudicial de funcionalidades. El conocimiento de la etapa inicial de estos deterioros y la eliminación de estos es el objetivo del mantenimiento preventivo es decir, evitar el avance del deterioro de la funcionalidad de equipos y reducir la pérdida de producción e inclusive la baja calidad.

Dentro del mantenimiento preventivo existe otro nivel el de **mantenimiento preventivo**, el cual considera la vida útil de cada elemento para su sustitución.

Se realizan también inspección periódicas para detectar condiciones de operación que puedan ocasionar averías, el mantenimiento preventivo es la detección rápida y tratamiento de anomalías del equipo antes de que causen defectos o pérdidas.

Este tipo sobrestima la vida útil de las piezas. Es decir es una rutina que se ejecuta con cierta periodicidad y que forma parte de un sistema.

La tarea básica de este tipo de mantenimiento es la detección de posibles fallas y su corrección antes de que se presente, esto a través de la inspección y estadística ingenieril.

Las funciones básicas del programa preventivo son:

Conservación : Acciones basadas en rutinas de trabajo

Esta solo permite que el equipo opere

Ej. ajustes menores, limpieza, lubricación

Prevención : Acciones basadas en un programa de servicios.

Equipo libre de fallas, se mantiene el nivel de fallas estable.

Ej. Reemplazo de partes, limpieza especializada, calibración, etc.

Predicción : Acciones basadas en indicadores físicos, equipos con falla potencial permite usar los componentes al máximo. Disminuye la incidencia de emergencia

Ej. Ajuste, alineación, modificación de parámetros de operación, lubricación específica

Corrección : Acciones basadas en disfunciones de los sistemas, equipo con falla real restituye habilidad al equipo.

Ej. Reparación de mecanismos, ajustes mayores.

Mejoramiento

tecnológico : Acciones basadas en requerimientos de la empresa, éstos hacen evolucionar tecnológicamente al equipo y mejorar el desempeño del sistema.

Ej. Aumento de habilidad mayor.

Para establecer un plan de mantenimiento preventivo es necesario determinar las unidades componentes o partes de un equipo, instalación, etc., que deben cambiarse por haber operado determinado tiempo, o por mostrar desajuste o tendencia a fallar (mantenimiento predictivo). A este tiempo de operación se le llama vida económicamente útil de la unidad y se puede medir en horas de operación, número de piezas producidas, etc.

Asignar vida económicamente útil a:

- Componentes de un equipo mayor que por la complejidad de su construcción lo amerita.
- Cuya falla pone en peligro a personas o equipos costosos.
- Cuya falla parcial o total origina fallas mayores de inmediato.
- De muy difícil acceso y función importante.
- Función importante.

Las unidades a las que no se les asigna una vida útil se les evalúa su estado en inspecciones periódicas.

El Mantenimiento preventivo al que se le da tanta importancia hoy en día debe ser recompensable económicamente, porque no es económicamente factible de reparar previamente lo que no afecta gravemente a la producción, hay que dejar fuera de este renglón a los equipos que se pueden reparar con tiempo (eliminación del sobre mantenimiento).

Cuando se habla del momento más económico, no solamente se refiere a gastos de reparación sino se consideran las pérdidas por paros y pérdidas por condición deficiente (el equipo en condiciones deficientes, puede operarse pero baja el volumen de producción o baja calidad y otras). Por eso se debe considerar fallas y producción.

El mantenimiento preventivo incluye mantenimientos menores (de rutina), este se realiza cuando no se lleve mas de 20% del tiempo estimado y cuente con los materiales y herramientas necesarias.

Mantenimiento preventivo puede clasificarse por su alcance en:

<p>◇ Mantenimiento diario: Generalmente se trata de limpieza y lubricación y normalmente queda a cargo del operario del equipo y no de los trabajadores de mantenimiento</p>
<p>◇ Revisión general; se efectúa de forma visual o con la utilización de instrumentos de medición, es importante checar el ruido, incremento de temperatura y vibración, son síntomas de una falla</p>
<p>Mantenimiento menor consiste en la revisión y sustitución de un número limitado de piezas</p>
<p>Mantenimiento mayor consiste en la revisión y sustitución de un número limitado de piezas</p>

Un mantenimiento mayor lo podemos dividir en etapas (esto cuando el tiempo o los recursos no permiten hacerlo en una sola operación).

FILOSOFIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El propósito básico de un programa de mantenimiento preventivo es maximizar la capacidad productiva de los equipos y al mismo tiempo mantener al mínimo los costos generales de producción.

Entendiéndose gastos generales de producción: mano de obra y materiales de producción, mano de obra y materiales de mantenimiento, gastos administrativos, pérdidas originadas por fallas de equipos y diferentes gastos fijos y de capital. El MP. incluye equipos que requieran ser llevados a cero fallas y en otros hasta que falle se hará algo. Esto dependerá del costo que implique una postura u otra para cada equipo.

c) Mantenimiento programado

En base a la planeación del mantenimiento preventivo y correctivo se hace un programa de mantenimiento anual (ver capítulo uno), este debe de organizarse y controlarse para su funcionamiento, para esto puede hacerse uso de algún software el cual sistematiza la información de los bienes, dando la programación de los mantenimientos diariamente.

En este programa de mantenimiento se pueden incluir los distintos tipos de mantenimiento para los diferentes equipos. Se deben tener previamente definidos los puntos a inspeccionar (el que y el cómo)

Básicamente este es un programa maestro donde se incluyen las frecuencias de los diferentes criterios de mantenimiento preventivo (Mensual, Trimestral, etc.) así como los MC programados.

d) Mantenimiento de mejora

Este se encarga de atacar la parte débil del diseño del bifo o de adaptar este a nuevos requerimiento para el equipo.

Se modifica el diseño original mediante el estudio de las operaciones, materiales, dimensiones y fabricación. Éste da pie al *Mantenimiento creativo*, diseña y crean nuevos mecanismos para mejora del equipo y del propio proceso.

Se debe busca mayor fiabilidad y mantenibilidad.

Actividades de control que consisten en incluir la confiabilidad, mantenibilidad, seguridad, etc., desde la etapa de diseño y fabricación de los equipos para que en lo futuro, en lo posible no haya necesidad de mantenimiento.

Concretamente son: selección de material resistente a la corrosión y desgaste, la estructura para llevar a cabo el mantenimiento, ventanillas, andamios, etc. También estudiar detalladamente los otro puntos como son: Los equipos de seguridad, estudio acerca de las refacciones, la facilidad del cambio de partes, Lay-Out de los equipos, tomando en cuenta al mantenimiento y tomar medidas concretas a cada uno de los equipos.

e) El mantenimiento predictivo

Últimamente se habla de mantenimiento predictivo (Predictive Maintenance) y se han venido adoptando en diferentes plantas, esto nos demuestra que del tradicional mantenimiento periódico (inspección periódica) esta cambiando a

mantenimiento predictivo de alta confiabilidad. Es conveniente hacer este tipo de mantenimiento a los equipos que causan grandes pérdidas en caso de fallas y en los que sus gastos de reparación son elevados.

Este tipo de mantenimiento se realiza por medio de un monitoreo del equipo de manera constante o por intervalos de tiempo determinados a través de instrumentos de medición (o de los sentidos cuando se puede), los cuales monitorean las variables del equipo y cuando se presenta una variación se busca la causa y se restablece las condiciones originales (correctivo programado y no predictivo ya que se presentó una desviación fuera del programa). Por ejemplo para un motor se debe medir la vibración que produce, temperatura, corriente, voltaje y resistencia ohmica.

Su función es identificar el componente averiado y posibilitando al planeador de mantenimiento con elementos para programar oportunamente el correspondiente ajuste o remplazo, se analiza al bif para determinar una falla incipiente para lo cual se vale de:

- Un diagnostico del estados del bif
- Tiempo de servicio
- Condiciones de operación mediante; Análisis de ingeniería, información estadística y resultados de la inspección.
- Medición del deterioro

Mantenimiento Predictivo se desarrolla en base al análisis estadístico de las tareas realizadas, a través de un monitoreo constante del equipo (información recabada), y del estudio de las causas de la falla.

El mantenimiento predictivo, utiliza técnicas modernas de supervisión para diagnosticar el estado del equipo durante la operación, identificando señales de deterioro, se ayuda de instrumentos y del historial del equipo para diagnosticar algún problema potencial en el equipo.

La tendencia actual es hacia el mantenimiento predictivo esto gracias al avance tecnológico y a la accesibilidad de instrumentos para el diagnóstico.

El deterioro puede detectarse a través de un mantenimiento predictivo, este compara con regularidad las condiciones operativas existentes con las normales.

Para llevar a cabo el mantenimiento predictivo es necesario disponer de la siguiente información:

-  Como medir el deterioro
-  Como detectar señales de anomalías
-  Cuáles son las condiciones normales
-  Donde se encuentra la línea entre lo normal y lo anormal (cuando hay que intervenir)

Por ejemplo para detectar el deterioro en cojinetes de alta velocidad, las vibraciones y otras indicaciones se miden periódicamente y se comparan con los niveles normales, busque la causa de la vibración.

Mantenimiento predictivo y mantenimiento basado en las condiciones normales del equipo, atraen la atención como sustitutos de alta fiabilidad del mantenimiento periódico y revisión general. Gradualmente, más y más fábricas están comenzando a utilizar estos nuevos métodos.

f) Mantenimiento Productivo.

El objetivo de este mantenimiento es:

- ✓ Incrementar la utilidad de producción
- ✓ Reducir los gastos de mantenimiento
- ✓ Reducir las pérdidas de producción

Busca producir mayor cantidad de productos buenos a bajo costo.

Si llevamos adelante la idea del mantenimiento preventivo en el sentido del mantenimiento más económico, deberá remontarse hasta el diseño y momento de la compra de los equipos.

Teniendo en cuenta este concepto se diseña y fabrica el equipo teniendo en cuenta el mejoramiento del mantenimiento, esto es el mantenimiento preventivo llevado más allá para mejorar la capacidad y régimen de los equipos.

Este tipo de mantenimiento no queda en la prevención de falla sino que se discuten las actividades de mantenimiento en el aspecto de los equipos para mejorar la productividad en el sentido de incrementar la utilidad de producción.

Para lo anterior es necesario que no solo el área de mantenimiento, sino Ingeniería Industrial, producción, inspección y control colaboren por el mismo fin.

En suma, el mantenimiento productivo significa: Mantenimiento para producir mayor cantidad a bajo costo y con calidad. Es el control global de los equipos.

“El mantenimiento productivo es la palabra que indica el fin (producción) y los medios (diferentes tipos de mantenimiento.)

Como vemos, el mantenimiento productivo y el mantenimiento preventivo esta en relación de fin y medio.

g) Mantenimiento productivo total (TPM)

En términos generales el TPM es el Mantenimiento productivo pero con la participación de todos, el cual sea estado aplicando desde los setentas en Japón.

Se trata en realidad del mantenimiento productivo americano, el cual se modificó e intensificó para adaptarlo al entorno japonés (Su creador, Taiichi Ohno).

La innovación principal del TPM radica en que los operadores se hacen cargo del mantenimiento básico de su propio equipo. Mantienen sus máquinas en buen estado de funcionamiento y desarrollan la capacidad de detectar problemas potenciales antes de que ocasionen averías.

Actividades que deben considerarse

a) Inspección por parte del operador (producción) identificar:

- 1.- Operaciones anormales
- 2.- Ruidos fuera de lo común
- 3.- Fugas de aceite, ácido, vapor, agua, etc.
- 4.- Producción fuera de especificación
- 5.- Vibraciones, sobrecalentamientos
- 6.- Partes rotas y desgastadas

b) Lubricación del equipo por el operador, anotando las condiciones anormales de lubricación.

c) Inspecciones de mantenimiento, buscando alguna falla:

d) lubricación de mantenimiento, buscando:

- 1.- Consumos excesivos
- 2.- Condiciones anormales en la lubricación

e) Ajustes de mantenimiento, tales como velocidad, tensiones, ciclos etc.

f) Reparaciones de mantenimiento

- 1.- Reparaciones menores hechas dentro del MP
- 2.- Reparaciones mayores, programadas para tiempos posteriores, tales como paros de planta o de sección.

g) Reemplazo de partes, hecha en tiempos predeterminados

h) Reparaciones completas periódicas, hechas en el programa de paro de equipos.

TPM se basa en la eliminación total de pérdidas de equipo, aumento de productividad, mejora la calidad, reducción de costos, inventario mínimo, eliminación de accidentes y polución, y un entorno agradable de trabajo.

Se modifica P.M. americano (mantenimiento preventivo, mantenimiento productivo) a la manera japonesa y en base a las actividades en pequeños grupos al estilo japonés, se desarrollo en Japón P.M. a lo que le llaman T.P.M. (P.M. con la participación de todos) teniendo como principal elemento al hombre.

P.M. estilo americano es principalmente del área de mantenimiento teniendo como fondo la teoría de diversificación de funciones estilo americano, sin embargo T.P.M. tiene las siguientes características: participación de todos, Mantenimiento por parte del operador (autónomo), refinamiento del mantenimiento preventivo, reducción de fallos desde su diseño.

Maximizar la eficiencia de los equipo (eficientización global)
Desarrollar un sistema de mantenimiento para toda la vida útil del equipo.
Implicar a todos los departamentos que planifican, diseñan, utilizan o mantienen los equipos con la implantación de TPM (ingeniería y diseño, producción y mantenimiento).
Implicar activamente a todos los empleados – desde la alta dirección hasta los trabajadores de talleres.
Promover el TPM a través de la gestación de la motivación: actividades autónomas en pequeños grupos

Requerimientos mínimos para el desarrollo del TPM

- ☛ Mejorar la eficacia de los equipos
- ☛ Mantenimiento autónomo por los operadores
- ☛ Programa de mantenimiento planeado y administrado por el departamento de mantenimiento
- ☛ Adiestramiento para mejorar la habilidad operativa y de mantenimiento
- ☛ Un programa de gestión de equipos inicial para prevenir problemas que puedan surgir durante la puesta en marcha de una nueva planta o un nuevo equipo.

Mantenimiento autónomo: Esta se refiere al mantenimiento por parte del operador debe hacer limpieza de su equipo y aprende que limpieza es un proceso de inspección, además aprenden a realizar lubricación y sujeción de tornillos de su equipo.

Se concientiza al operario que es el responsable de su equipo.

La limpieza exige más que una limpieza superficial, la limpieza debe ser una inspección, ya que al remover suciedad, polvo, etc. cada pieza del equipo se toca o manipula, mediante los sentidos se descubren malfunciones (exceso de calor, vibración, ruidos anormales, piezas flojas, etc.)

Descubrimos también defectos ocultos como abrasión, tornillos y tuercas sueltas, arañazos, exceso de calor, vibración, corrosión, etc.

La limpieza constituye una manera eficaz de verificar y controlar el deterioro de un equipo, la limpieza es la forma primaria de inspección.

LIMPIEZA IMPLICA

<p>Limpieza del cuerpo principal del equipo y limpieza de equipo auxiliar</p>	<p>Eliminación de polvo, suciedad, aceite sucio, virutas, y otras materias extrañas adheridas al equipo. (Piezas móviles, partes que contactan la pieza de trabajo, piezas de posicionamiento, etc. Bastidores, mesas, transportadores. Chequeo de pernos, tuercas flojas u omitidas, holgura en piezas deslizantes o móviles, plantillas de montaje, etc.</p>
<p>Lubricación</p>	<p>Chequeo de suciedad, polvo, grasas, virutas y otras materias extrañas adheridas al equipo Cheque de los mecanismos de lubricación así como los niveles y goteos de alimentación, cubrir todos los puntos de lubricación, asegurar que los tubos de engrase estén limpios y libres de fugas.</p>
<p>Limpieza alrededor</p>	<p>Asegurar que las herramientas están en los lugares asignados y que ninguna este dañada u omitida. Checar etiquetas placas de identificación, etc. en cuanto a limpieza y legibilidad. Checar ventanillas, tapas transparentes en cuanto a suciedad, polvo y visibilidad. Asegurar que todos los tubos estén limpios y libres de fugas. Chequear alrededores en cuanto a polvo, suciedad y desechos caídos. Chequear piezas desprendidas, piezas de trabajo, etc. Chequear por piezas de trabajo defectuosas dejadas alrededor Separar claramente productos conforme, productos defectuosos, y desechos.</p>
<p>Tratar las causas del polvo, suciedad, fugas de aceite.</p>	<p>¿ Se muestra claramente las causas de la suciedad polvo, fugas de aceite, etc.? ¿Se ha tomado acción para evitar la generación de suciedad y etc. polvo?. ¿ Se ha tomado acción para prevenir las fugas de aceite y otros tipos de fugas?. ¿Hay planes para tratar los viejos problemas? ¿Se ignora algunas causas?.</p>
<p>Mejorar acceso a puntos difíciles de alcanzar</p>	<p>¿Se muestra claramente en un gráfico las áreas inaccesibles? ¿Hay algunas herramientas de limpieza especiales u otras señales de ingenio y esfuerzo?. ¿ Se han hecho las cubiertas más fáciles de retirar para facilitar la limpieza? ¿Hay planes para tratar los viejos problemas? ¿Se han ignorado algunas áreas inaccesibles? ¿Se mantiene todo aseado y en orden para facilitar la limpieza?</p>
<p>Estándares de Limpieza.</p>	<p>¿ Hay estándares separados para cada equipo o área? ¿Están claramente asignados los deberes de limpieza? ¿Están clasificados los tipos y áreas de limpieza? ¿Se han especificado las herramientas y métodos de limpieza? ¿Se han especificado los intervalos y tiempos de limpieza? ¿Son claros los estándares y se entienden por todos? ¿Son apropiados los tiempos de limpieza?. ¿Puede completarse la limpieza dentro de los tiempos especificados?. ¿Se concede demasiado tiempo a la limpieza de las áreas menos importantes?. ¿Están claramente descritos los puntos de inspección que pueden cubrirse durante la limpieza?</p>

La eficacia del equipo se limita por los siguientes seis tipos de pérdidas (entendiendo a la eficacia como una medida de las ganancias, ingresos menos egresos, producidos a través del equipo).

Se deben eliminar pérdidas:

<p>Pérdidas por averías: Las averías causan dos tipos de pérdidas: pérdidas de tiempo, cuando se reduce la productividad, y pérdidas de cantidad, causadas por productos defectuosos.</p>
<p>Pérdidas de preparación y ajuste: El tiempo de preparación puede reducirse considerablemente haciendo una distinción clara entre preparación interna (operaciones que deben llevarse a cabo mientras la máquina esté parada) y preparación externa (operaciones que pueden realizarse mientras la máquina está todavía en funcionamiento) diseñe formato que simplifique el ajuste.</p>
<p>Pérdidas por paradas menores: Estas difieren claramente de las averías como puede ser piezas que obstaculizan la marcha lo que provoca paro, piezas defectuosas etc. Se deben reducir estos pequeños paros ya que sumados afectan gravemente la producción.</p>
<p>Pérdidas de Velocidad reducida: Esto ocurre cuando no se trabaja el equipo a la velocidad de diseñado, esto por muchas razones como son problemas mecánicos, eléctricos, subestima su capacidad, etc.</p>
<p>Pérdidas por baja calidad: Puede ser provocada por desgaste mecánico, etc. La reducción de los defectos y averías requiere de una investigación cuidadosa y acciones innovadoras.</p>
<p>Pérdidas por puesta en marcha: Esta aparece en la fase inicial de producción hasta que se estabiliza el equipo.</p>

TPM no se limita a las averías solamente, mas bien eleva el nivel de la eficacia total del equipo mejorando todos los factores relacionados con la producción.

El mantenimiento productivo total se ocupa tanto de las averías de pérdidas de función como de las averías de reducción de función, la combinación de

pequeños defectos ocultos, que puedan parecer no tener ninguna relación con la avería (por ejemplo, polvo, abrasión, vibración, tornillos sueltos, arañazos, deformaciones), es a menudo la causa principal.

LOS OPERADORES DEBEN:

Mantener las condiciones básicas del equipo (limpieza, lubricación, fijación de pernos)

Mantener las condiciones operativas (operación correcta e inspección visual.

Descubrir deterioros, principalmente a través de la inspección visual, y la pronta identificación de señales de anomalías durante la operación.

Intensificar la destreza en la operación del equipo, preparación y ajustes, así como en inspección visual.

EL PERSONAL DE MANTENIMIENTO DEBE REALIZAR LO SIGUIENTE:

Proporcionar soporte técnico a las actividades autónomas de mantenimiento del departamento de producción.

Restablecer la operatividad cuidadosa y precisamente utilizando inspecciones, supervisión de condiciones y repaso general.

Aclarar los estándares operativos localizados puntos débiles en los diseños realizando mejoras apropiadas.

Intensificar la destreza de mantenimiento en lo que se refiere a chequeos, supervisión de condiciones, inspecciones y reparación en general.

2.3 CONCEPTO

2.3.1 FIABILIDAD

Fiabilidad del equipo o máquina: es la propiedad de que el equipo opere libre de fallas (cumpla con las actividades y funciones propias), en un intervalo de tiempo establecido (y bajo condiciones específicas).

En otras palabras es la propiedad del equipo, de no fallar, en un periodo.

La fiabilidad la podemos definir como la probabilidad de que el bíf funcione adecuadamente (sin fallas) durante un tiempo T determinado.

Existe fiabilidad propia y operativa.

Fiabilidad propia o intrínseca se determina durante la fase de diseño, fabricación e instalación.

Fiabilidad de uso u operativa la determina el usuario (tanto el operador como el de mantenimiento) y esta relacionada con el modo y condiciones con que se maneja al equipo.

La fiabilidad total es el producto de estas dos cualidades.

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

- ☞ Usando la información de varios elementos o sistemas iguales durante un periodo de tiempo y en las mismas condiciones de funcionamiento
- ☞ Usando información de pocos elementos o sistemas iguales durante un corto periodo de tiempo.
- ☞ Usar la fiabilidad conocida de las partes del elemento o sistema para hacer cálculos provisionales de la fiabilidad del conjunto

La fiabilidad del equipo disminuye por un mal diseño, una instalación no apropiada, una operación incorrecta y también por errores de mantenimiento, tales como sustitución y ensamblaje incorrecto de piezas.

Es necesario investigar las fuentes de baja fiabilidad, generalmente es por falta de información adecuada.

Si los equipos tienen un ordenamiento en serie, (una falla hace que falle todo el sistema) la confiabilidad del sistema, es el producto de las confiabilidades de cada elemento $P(AyB) = P(A) P(B)$

Para ordenamientos en paralelo (el sistema falla si todos los componentes fallan), la confiabilidad del sistema es la suma de confiabilidades menos su producto.

$$P(A,B,...,Z)=1-(1 - P(A))(1 - P(B))...(1 - P(Z))$$

$$P(A,B) = P(A)+P(B)-P(A)P(B)$$

Podemos calcular la fiabilidad en base a los siguientes cinco factores u otros según se considere, para cada elemento o sistema del equipo, identificar:

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

Para cada factor se le da un rango de valores (fiabilidades) como se ve en la siguiente tabla.

Edad (años) condición	% de Fiabilidad
0-2	100 %
2-4	75 %
4-6	60 %
6-8	50 %
8-10	25 %
10- ó más	10 %

Se hace una tabla para cada factor y se descarga en una tabla general como se presenta a continuación.

Factor	Condiciones que presenta el equipo	Peso de cada Factor en % (P)	Fiabilidad de la condición (F)	Fiabilidad total (T) (P x F = T) %
<i>Edad del equipo</i>	2 años	20		
<i>Medio ambiente</i>				
<i>Carga de Trabajo</i>				
<i>Inspección visual</i>				
<i>Pruebas o mediciones</i>				
Total		100 %		$\Sigma =$ fiabilidad total

NOTA:

Confiabilidad: indica calidad de fiable (o de fiabilidad), en ocasiones se usa igual que fiabilidad.

Grado de confiabilidad es la representación cuantitativa de la confiabilidad

2.3.2 MANTENIBILIDAD

Mantenibilidad es la cualidad de un equipo de ser reparado, esto involucra acciones y trabajos para facilitar el mantenimiento es la fiabilidad del mantenimiento.

Mantenibilidad: es la probabilidad de que un equipo descompuesto sea reparado en un intervalo de tiempo. En este análisis se consideran dos variables aleatorias: El tiempo de servicio (tiempo que se toma para hacer el mantenimiento) y el tiempo entre servicios (frecuencias).

Si mejoramos la mantenibilidad del equipo aumentamos la eficiencia del trabajo de mantenimiento y reducimos los tiempos de reparación. Consideremos las siguientes estrategias para aumentar la mantenibilidad:

<ul style="list-style-type: none"> • División en submontajes apropiados para facilitar el desmantelamiento y la reinstalación.
<ul style="list-style-type: none"> • Prefabricación
<ul style="list-style-type: none"> • Comunicación rápida y exacta
<ul style="list-style-type: none"> • Mejora de los equipos de transporte y manejo de materiales
<ul style="list-style-type: none"> • Piezas estandarizadas y plantillas y herramientas mejoradas.
<ul style="list-style-type: none"> • Intervalos de mantenimiento equilibrados con programación conjunta de proyectos relacionados.
<ul style="list-style-type: none"> • Trabajadores conscientes de los factores, clave de la calidad del mantenimiento.
<ul style="list-style-type: none"> • Facilitar el acceso al equipo así como montaje y desmontaje de partes.
<ul style="list-style-type: none"> • Mayor comunicación entre producción y mantenimiento.

2.3.3 OTROS

Conservación: Es la parte del mantenimiento dedicada a garantizar el buen estado de los bíf, sin permitir su deterioro (considera limpieza, condiciones de operación, etc.).

Abarca las actividades de prevención y restitución del deterioro.

Eficacia : lograr un propósito con menos recursos.

Eficiencia quiere decir lograr el propósito con menor: trabajo, material y tiempo real, dicho en otras palabras, sé perseguir el máximo propósito con el mínimo costo requerido, para ello, se cuantifica el propósito y los medios y se confirma si ha sido eficiente el medio puesto en practica, esto nos da pie a buscar un mejoramiento.

Eficiencia: Es la relación entre lo que entra contra lo que sale $E = \text{sale/Entra}$

Terotecnología: es un término que surge en el Reino Unido en 1970. La cual es una combinación de prácticas de gestión, finanzas, ingeniería y costos para los ciclos de vida útil de las máquinas. Se preocupa por el diseño y especificación para lograr fiabilidad y mantenibilidad de las maquinas.

En Estados Unidos en 1965 se menciona por primera vez el costo de vida económica cuando edito MIL-STD-785 (programas de fiabilidad para sistemas y equipos) En la que se conjunta ingeniería de fiabilidad con diseño, producción y desarrollo.

Logística : este es un término militar que significa ayuda para la línea del frente por medio de abastecimiento, almacenamiento y mantenimiento de materiales y sistemas. En mantenimiento esto implica abastecer al personal de mantenimiento con los recursos (información, equipo, capacitación, materiales, Staff de ingeniería etc.) necesarios para realizar su función y este a su vez abastecer a la línea de producción con equipos que funcionen adecuadamente.

Disponibilidad esperada

Es el tiempo que se espera, que el equipo este libre de fallas

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

TD= Tiempo real disponible (operación)

TFS = Tiempo fuera de servicio imputable a fallas técnicas de mantenimiento.

Siendo la disponibilidad máxima 1 y la mínima 0

Índice de disponibilidad (D) de maquinaria y equipo en este se toman en cuenta dos términos, la frecuencia de la falla y el tiempo para la reparación.

D= tiempo disponible real / (suma del tiempo disponible real con el tiempo fuera de servicio imputable a mantenimiento)

Diagrama de pareto: este es el primer paso para la realización de mejoras en el proceso de mantenimiento nos hace pensar sobre los factores triviales, nos ayuda en la jerarquización de problemas.

El 80 % de la magnitud del problema es originada por el 20 % de la causas

Esta regla la podemos aplicar para varios problemas, ejemplo.

Del 80 % del inventario de almacén solo el 20 % es necesario.

Aunque esta regla parezca muy pesimista muchas veces es cierta.

Deterioro : Los equipos lentamente con el tiempo van cambiando, esto fácilmente es pasado por alto, pero estos cambios siguen creciendo hasta llegar a la falla, a estos cambios los denominamos deterioro.

Podemos ver dos tipos de deterioros el natural (desgaste normal) y el acelerado (desgaste por factor humano y ambiental)

Restauración : Es volver a las condiciones originales y apropiadas del equipo lo cual es una forma de prevenir la falla.

Ingeniería de mantenimiento es una serie de técnicas y control para llevar a cabo el mantenimiento económico de los equipos, desde el estudio y mejoramiento de la técnica de mantenimiento hasta el diseño del sistema de mantenimiento.

En la Prevención del mantenimiento, se considera el ciclo diseño-instalación-operación se recopilan datos de este ciclo para el desarrollo de equipos libres de mantenimiento.

Su función es de llevar a cabo el mantenimiento balanceado entre costo y beneficio, con el fin de elevar económicamente la producción.

Para lo anterior, es necesario conocer los métodos de mantenimiento. (Mantenimiento Preventivo, Ulterior, Correctivo, Predictivo, etc.)

La ingeniería de mantenimiento se deberá llevar a cabo en el área de mantenimiento donde se tiene la experiencia, pero una parte del desarrollo y mejoramiento de la técnica de mantenimiento deberán encargarse a las áreas de: taller, planeación e ingeniería, para la planeación y ejecución de mantenimiento tendrán que encargarse las áreas de: control de producción, programación, producción e inspección, sin la colaboración de estas áreas no pueden realizar satisfactoriamente la función de ingeniería de mantenimiento.

En esta área se considera el desarrollo de actividades tendientes a planear y programar, diseñar y seleccionar los elementos equivalentes y/o de sustitución para uniformizar y estandarizar los componentes de la empresa.

Debe establecerse una sistematización para todas las actividades y tareas a desarrollarse.

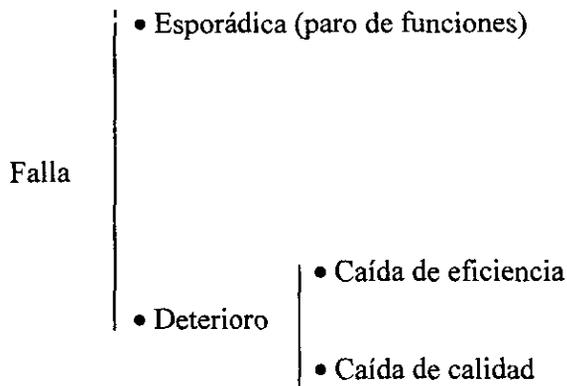
Servicio: Se ha definido como servicio a los trabajos de mantenimiento con los cuales se mantiene la buena apariencia y el buen funcionamiento de las obras, equipos e instalaciones. Se considera como servicio a las operaciones tales como limpieza, pintura, lubricación, tratamiento anticorrosivo, inspección y abastecimiento de partes de repuesto, materiales de consumo y similares.

A este tipo de funciones se le conoce como actividades de conservación o mantenimiento rutinario.

Nivel deseado Es nuestro grado de fiabilidad (el número de fallas que se podrán permitir en un mes por ejemplo). Que se establece por las políticas de la empresa.

2.4 FALLA

Falla : Es la perdida de una función determinada del sistema o de una parte de éste.



Las fallas pueden presentarse además de operar el equipo de manera inadecuada por descuido del deterioro tales como abrasión, corrosión, métodos de ensamble, precisión y acabado.

Es sumamente eficaz identificar y eliminar primero los defectos mayores y posteriormente los más pequeños hasta llegar a los insignificantes.

Resolver los defectos grandes puede resultar eficaz en el período inicial de fallos, pero no eliminara las fallas crónicas. Por esta razón, para eliminar las fallas crónicas la clave es eliminar todos los pequeños defectos.

Los pequeños defectos del equipo se consideran tradicionalmente inofensivos, porque su efecto individual sobre averías y defectos de calidad es mínimo.

El efecto en conjunto de los pequeños defectos es a menudo superior a la suma de los defectos individuales.

Es conveniente clasificar los elementos a inspeccionar en función del tipo más frecuente de fallas que pueden presentarse en los bif.

El modo común de falla es: Rotura, desgaste, corrosión, corto circuito, suciedad, degradación del material.

Causas: Sobrecargas, mala operación, degradación del material, mugre, corrosión, temperatura, vibración, humedad, desgaste.

Algunas de las causas más usuales de los problemas mecánicos son:

Clasificación de las fallas

Acumulación	Fugas	Químicas
Filtros Resumideros Separadores Trampas	Eléctricas Fluidos en gral. Hidráulicas Neumáticas	Concentración Corrosión Degradación del material
Variación	Mecánicas	Regulación
Grados de concentración Niveles de fluidos en depósitos	Desgaste Vibración Fatiga Rotura	Fuerza Parámetros eléctricos <ul style="list-style-type: none"> • Corriente • Resistencia • Tensión Presión Temperatura Tensión mecánica Tolerancias

La causa o las causas de la falla son desconocidas, porque:

- Una sola causa original puede desencadenar varios problemas.
- Puede haber múltiples causas.
- La combinación de causas puede varias en cada incidencia.

¿ Por qué se descuidan las fallas crónicas?

- ▲ La causa se desconoce
- ▲ La causa se conoce, pero se toman medidas inadecuadas
- ▲ La medida correctora es incompleta

Las soluciones eficaces son el resultado de una perspectiva técnica detallada, en equilibrio con una visión global del funcionamiento del lugar de trabajo (por ejemplo, equipo y métodos de producción)

Tratamiento sintomático de la causa (busque que lo ocasiono y pregúntese él porque de la falla hasta llegar a la causa primaria).

Las siguientes preguntas facilitarán el análisis:

- ⇒ ¿Se observaron señales anormales antes de la avería?
- ⇒ ¿Produce este tipo de avería normalmente señales anormales?
- ⇒ ¿Que clase de señales son típicas antes de este tipo de averías?
- ⇒ ¿ Por qué no se observaron las señales en este caso?
- ⇒ ¿Cómo se podría percibir las señales más fácilmente?
- ⇒ ¿Qué conocimientos y aptitudes adicionales necesita el operador para darse cuenta de las señales de averías?

A través del análisis de todos los factores pertinentes en una falla crónica son identificados y eliminados a través de los siguientes pasos:

➤ Paso 1: Esclarecer el problema.

Establecer su aparición, condiciones y partes afectadas, comparar con otros equipo y/o con él mismo.

➤ Paso 2: Llevar a cabo un análisis físico del problema.

A través de las leyes naturales, esto es esencial por varias razones:

- El análisis físico proporciona una perspectiva única del fenómeno e indica las causas con toda precisión.
- La investigación lógica y sistemática asegura que los factores no sean pasados por alto.
- Evitar confiar en la intuición y las corazonadas.
- Nos obligan hacer una nueva evaluación de las causas básicas, realizar acciones correctivas, y controlar los puntos de las pérdidas crónicas que en el pasado fueron tratados sin éxito.

➤ Paso 3: Listar cada condición potencial relacionada con el problema.

Considerar qué condiciones deben estar presentes para que el fenómeno se produzca. Una vez conocidas estas condiciones, es posible prevenir todas las situaciones que puedan convertirse en desórdenes. Un análisis físico del mecanismo de rotura nos permite estudiar sistemáticamente estas condiciones.

Bajo el análisis tradicional de factores, la acción correctora se dirige solamente hacia algunas de las condiciones influyentes. No se pueden eliminar la falla completamente cuando algunas de ellas son pasadas por alto, hay que fijar posibles causas e ir eliminando cada una de estas, tal vez se requiera de atacar todas al mismo tiempo.

➤ Paso 4: Evaluar el equipo, materiales y métodos

Anotar todos los factores posibles que influyan sobre condiciones. Es preciso aclarar la relación entre estos factores, el fenómeno y las condiciones.

➤ Paso 5: Planificar la investigación.

Decidir lo que hay que medir y cómo hacerlo y seleccionar el plan de datos.

➤ Paso 6: Investigar las disfunciones.

Téngase en cuenta las condiciones óptimas con las presentadas en el equipo, evalúe la influencia que tienen estas diferencias en la falla.

➤ Paso 7: Formular planes de mejora.(Reparaciones y ajustes)

Basándose en las investigaciones precedentes, planificar estrategias de mejora para cada factor y su implantación.

Recuerde que los defectos pueden estar psicológicamente escondidos porque:

- Los defectos se ignoran conscientemente, aunque estén visibles.
- El problema se subestima
- El problema se pasa por alto, aunque haya síntomas concretos visibles (“siempre ha estado así”).

Podemos ayudarnos también con el diagrama de Ishikawa (o Esqueleto de pescado) para el análisis de las fallas.

Se debe Inspeccionar:

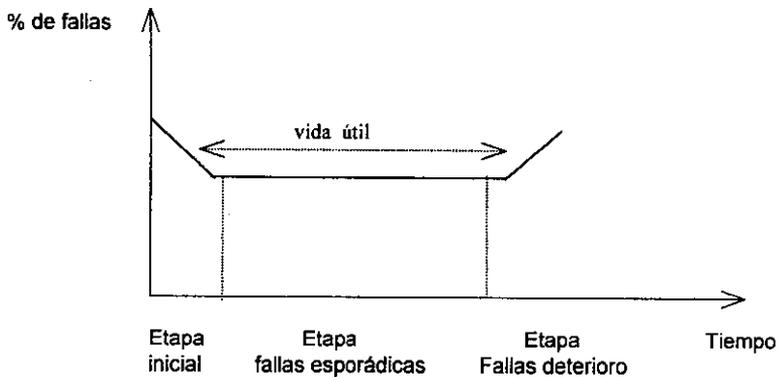
- Todo lo susceptible de falla, como es desgaste, corrosión y vibración
- Todo lo expuesto a falla por acumulación de suciedad, humedad, envejecimiento del material
- Todo lo que sea susceptible de fugas como son los sistemas hidráulicos, neumáticos, gas etc.
- Lo que con variación, ocasiona falla, niveles, alineación, etc.
- Los elementos que son controlados por alguna energía : Presión, gasto, nivel de aislamiento.

Es importante saber cuando realizar la sustitución de un elemento

Por ejemplo si se presenta una rotura en una manguera, debe investigarse por que falló y no solo parchar o eliminar la rotura, ya que esta seguramente nos volverá a fallar en otro punto, se debe tener en cuenta que ésta se degrada y ¿porque?, ¿no es la adecuada ?, podrá darse el caso de un par de baleros uno falla y el otro esta bien será que, puede ser que halla fallado porque se termino su vida y su pareja esta a punto de terminarla también pero sin embargo o se deja para ahorrar, esto es mas caro porque hay que volver a para el equipo para cambiar el otro balero cuando falle además de que la vibración que le produce el balero malo al bueno lo daña.

Enseguida se presenta la curva característica de la presentación de las fallas conocida como tina de baño.

Curva característica de vida



CINCO ACTIVIDADES PARA CERO FALLAS	
<i>Mantener condiciones básicas del equipo</i>	<i>Limpieza y eliminación de fuentes de suciedad, Apretar, lubricar, preparar estándares de limpieza y de lubricación</i>
<i>Mantener estándares operativos</i>	<i>Fijar la capacidad de diseño y valores de carga limite, Estandarizar métodos operativos, Fijar y mejorar condiciones operativas, Revisar instalación, Evitar condiciones ambientales adversas</i>
<i>Restauración del Deterioro</i>	<p>DETECTAR Y PREDECIR EL DETERIORO</p> <p><i>Inspección visual a través de los cinco sentidos, preparar estándares de inspección diaria, análisis del tiempo medio entre fallas estimar la vida de las piezas individualmente, Fijar valores limite para el remplazo de piezas, preparar estándares de inspección, aprender a interpretar señales anómalas, Estudiar parámetros de predicción del deterioro y métodos de medición.</i></p>
<i>Periódicamente</i>	<p>ESTABLECER MÉTODOS DE REPARACIÓN</p> <p><i>Estandarizar métodos de desmontaje, montaje y remplazo, Estandarizar piezas, mejorar útiles, aparatos y restringir a usos particulares, mejorar estructuras de los equipos para facilitar la reparación.</i></p> <p><i>Fijar estándares para almacenaje de piezas de repuesto.</i></p>
<i>Mejorara debilidades del diseño</i>	<i>Reforzar piezas para alargar la vida (materiales, formas, mecanismos, etc.), Tratar puntos débiles para prevenir fallas por sobrecarga.</i>
<i>Prevención del Error humano</i>	<p>PREVENIR LA MALA OPERACIÓN</p> <p><i>Analizar las causas de la mala operación, Capacitar al operador, mejorar diseño paneles de control, operaciones a prueba de error, control visual de las condiciones del equipo, estandarizar métodos de operación y ajuste.</i></p> <p>PREVENIR ERRORES DE REPARACIÓN</p> <p><i>Analizar causas de errores de reparación, capacitación, simplificar y estandarizar procedimientos, apoyo de instrumentos para la detección de fallas y deterioro, Herramientas y Refacciones adecuadas para el equipo.</i></p>

2.5 LUBRICACION

La lubricación es una función esencial del mantenimiento de los equipos mecánicos.

Tiene como objetivo conservar al equipo en operación durante el mayor tiempo posible sin desgaste y/o fricción excesiva.

La lubricación previene del deterioro del equipo y preserva su fiabilidad.

La función del lubricante es reducir la fricción y por consecuencia el desgaste de las piezas en contacto, otras funciones son: reducir el calor de las piezas, sellar contra la suciedad y como protección contra la corrosión, reduce la energía empleada a través de una reducción de la fricción entre las piezas móviles.

Para asegurar que se lleve a cabo la lubricación en el momento oportuno se requiere de un programa de lubricación indicando los equipos, frecuencias, rutas y puntos de lubricación, métodos de lubricación, lubricante y el tiempo estándar para realizar la lubricación.

Control de lubricación.

Se debe llevar un control de la lubricación de los equipos que asegure la ausencia de problemas por lubricación. Un adecuado control de la lubricación incrementa la vida útil del equipos y fiabilidad de los mismos. Esto reduce los costos operativos y de mantenimiento.

Se deben generar procedimientos y rutas de lubricación indicar: frecuencias, lista de chequeo, tipo y cantidad de lubricante, métodos de limpiezas, método y equipo utilizado para lubricar. Indicar claramente las actividades como:

- ◇ Nivel de aceite (indicar límites)
- ◇ Tren engranaje bien lubricado (barril rueda engranaje)
- ◇ Número de bombazos por grasera
- ◇ Tensar pernos de anillo, junta de bomba suministro automático
- ◇ Tensar válvula suministro aceite y chequear fugas.
- ◇ Tensar pernos fijación guía aprovisionamiento.
- ◇ etc.

El lubricador debe observar los siguientes puntos

- 1) ¿Están siempre cubiertos los contenedores de lubricante?
- 2) ¿Están los almacenes de lubricante aseados, limpios y en buen orden?
- 3) ¿Se mantienen siempre en almacén los lubricantes necesarios?
- 4) ¿Está todo el equipo etiquetado con instrucciones de lubricación? ¿Son legibles las instrucciones?
- 5) ¿Están los lubricantes limpios por dentro y por fuera y trabajan correctamente? ¿Están los niveles de aceite siempre claramente visible?
- 6) ¿Especifica el procedimiento de lubricación los tipos y cantidades apropiadas de lubricante e intervalos ?.
 - a) ¿Están trabajando apropiadamente todos los sistemas de lubricación centralizados?
 - b) ¿Contienen las reservas de grasa o aceite, y está normal el sistema?
 - c) ¿Están trabajando apropiadamente todos los depósitos de aceite y grasa?
 - d) Después de la lubricación, ¿emerge normalmente el lubricante entre las piezas móviles?
 - e) ¿Hay siempre una película de aceite entre las piezas giratorias, las piezas deslizantes y los piñones de arrastre, cadena, etc.)? ¿Tiene el equipo exceso de lubricación?

Para facilitar la lubricación se pueden pintar los puntos de lubricación (localización de puntos a lubricar). Se debe contar con ordenes de lubricación que incluyan:

- Hacer una lista de puntos a lubricar por maquina en la que se indica :
 - Nombre del lubricador
 - Nombre de la maquina
 - Localización
 - Puntos de lubricación, localización y tipo de lubricante así como los niveles.
 - Frecuencia de lubricación y recambio
 - Tiempo para la lubricación

2.5.1 GENERALIDADES

Aceites Lubricantes, Los hay de base mineral, de base animal y de base vegetal, hasta aceites sintéticos y compuestos. Los principales tipos son los aceites minerales y los compuestos.

La característica más importante para éste es la viscosidad y las normas básicas para seleccionarlos son las siguientes.

ACEITE LIGERO	<ul style="list-style-type: none">• ALTA VELOCIDAD• CARGA LIGERA• BAJAS TEMPERATURAS
ACEITE PESADO	<ul style="list-style-type: none">• BAJA VELOCIDAD• CARGA PESADA• ALTA TEMPERATURA

Se deberán observar las condiciones de operación como son, velocidad, temperatura, carga, medio ambiente, etc. éstos elementos repercuten en la frecuencia de la lubricación.

Otros aceites son los de corte, los cuales reducen la fricción entre las herramientas cortantes y los materiales a mecanizar, previenen en las herramientas el deposito de material de trabajo y reducen el desgaste de las mismas. Facilitan la mecanización de la pieza de trabajo, incrementan la calidad de la superficie, y alargan la vida útil de las herramientas.

Métodos de aplicación de aceite	Lubricación Única	Manual (aceitera) Por goteo Por mecha (de lana) Por botella
	Depósito de aceite	Anillo Cadena Collarín Semisumergido
	Sistemas de circulación	Por gravedad Con bomba (Tanque, Filtro, Circuito de Recirculación)
	Otros dispositivos	Estopa y fieltro Neblina : aceite atomizado por aire

Métodos de lubricación

- Alimentador visual. La alimentación de aceites por goteo (por gravedad).
La cantidad de aceite es proporcional a la abertura de la válvula de alimentación y a la raíz.
- La tasa de goteo será de dos tercios de su valor original. La vibración y los cambios en la temperatura atmosférica afectan también fácilmente la tasa y las válvulas se obstruyen fácilmente por culpa del polvo u otras materias extrañas.
- Engrasador de mecha de tipo de sifón. No está indicado para aceites de alta viscosidad.
- Lubricador con fuerzas mecánicas de alimentación. Un tornillo de ajuste el golpe de émbolo.
- Engrasador de almohadilla.
- Nube de aceite, este método inyecta el aceite gota a gota en un flujo de aire comprimido, creando una nube que aplica justamente la cantidad necesaria de aceite para humedecer las superficies.
- Engrasador de mecha de alimentación inferior.
- Engrasador de anillo.
- Engrasador de baño de tornillo sin fin.
- Sistema de circulación a presión. Analizar el aceite con regularidad y reacondicionarlo, sustituirlo, o ajustar su viscosidad a intervalos convenientes.

Tome en cuenta los siguientes puntos.

1. Emplear lubricantes con viscosidad y otras propiedad a las condiciones operativas, bajo condiciones operativas severas, usar lubricantes de grado alto con apropiados aditivos.
2. Evitar la agitación innecesaria causada por exceso de suministro de lubricante y, en cuanto sea posible, mantener la lubricante sin contacto con el aire.
3. Analizar aceites regularmente durante su uso y reacondicionarlos periódicamente ajustar su viscosidad para evitar rápido deterioro.
4. No elevar innecesariamente la temperatura del sistema de lubricación.
5. Limpiar regularmente el sistema de lubricación y periódicamente remover la contaminación del sistema.
6. Para prevenir la introducción de humedad, vapor y polvo, usar mecanismos de estanqueidad apropiados y tapas y ventilar el sistema de lubricación.

Usar mecanismo de lubricación ajustados a los equipos manteniendolos escrupulosamente.

Grasas

Las grasas son aceites lubricantes semisólidos hechos con la mezcla de jabón o agentes espesantes inorgánicos que en temperaturas normales las convierten en semisólidas o semilíquidas.

Las grasas se clasifican de acuerdo con el tipo de jabón o espesante con que se elaboran.

Grasas de litio mejorará con aditivos especiales estos están en el mercado como grasas de uso múltiple. Con este tipo de grasa se reduce el inventario de grasas y lo más importante, se evita la aplicación incorrecta de grasa. Solo tener otros tipos de grasas para aplicaciones muy especiales.

La grasa no gotea, no salpican, ni se contaminan fácilmente. Se adhieren perfectamente a las superficies a lubricar y tienen una excelente capacidad de

soporte de carga, sus desventajas incluyen resistencia considerable a la mezcla y consecuentemente se calientan fácilmente, disipación térmica y enfriamiento deficientes y grandes cambios de viscosidad producidos por cambios en la temperatura y fuerza de corte.

En tanto que los aceites fluyen por si mismos y para las grasas en general es necesario aplicar presión para hacerlas que se muevan o fluyan:

Grasa se usa para :
<ul style="list-style-type: none">• En casos en que la maquina ha sido diseñada de tal forma que no hay manera de retener el aceite ej. engranes abiertos
<ul style="list-style-type: none">• Cuando el lubricante debe actuar como un sello para evitar la entrada de tierra o suciedad
<ul style="list-style-type: none">• para cojinetes (bujes) de motor eléctrico.
<ul style="list-style-type: none">• Para baja velocidad y alta presión

Aplicación

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• A Mano directamente.• Dispositivos mecánicos manuales que surten grasa a un solo punto
Por medio de copas o graseras de tipo manual con rosca y por medio de válvulas de engrase o graseras (recargadas por medio de pistolas)• Sistema de engrasado centralizado, se abastece varios puntos desde un depósito central. |
|---|

Lubricantes sólidos.

Se han incorporado diferentes tipos de lubricantes sólidos. La mayoría se utilizan conjuntamente con aceites y grasa.

A fin de distribuir el lubricante en un buje con frecuencia se hacen canaletas de distribución en la superficie de éste

Acciones para prevenir el deterioro y contaminación de los lubricantes.

- ◇ Control de nivel de lubricante. El chequeo de los niveles es uno de los puntos más importantes para el mantenimiento de la lubricación correcta.
- ◇ Chequear la temperatura de lubricación. Debido a que la elevación de la temperatura reduce la viscosidad de lubricante y acelera su deterioro.
- ◇ Tasa de control de lubricación. La aplicación de la cantidad correcta de lubricante es el aspecto más importante del control de la lubricación. Lubricante insuficiente significa naturalmente lubricación insuficiente, pero el exceso de lubricante tampoco es aconsejable.
- ◇ Estándares de nivel de aceite para diferentes métodos de lubricación.
- ◇ Los lubricantes se deterioran y se contaminan por diferentes causas y, para controlar eficazmente la lubricación, es necesario conocerlas e interpretarlas correctamente.

La oxidación provoca un cambio en la acidez del mismo, además de formarse lodos.

Factores aceleran el proceso:

- Calor
- Contacto con metales
- Contacto con la humedad
- Contaminación

Alimentación de aceite para compresores.

Para determinar la alimentación de aceite en gotas por minuto, se debe conocer la superficie de fricción barrida por el pistón en pies cuadrados por minuto, se aplica la siguiente formula:

$$\text{Gotas por minuto} = \text{superficie de fricción} \times 0.00128$$

Para operación a alta velocidad use grasa base litio No 3 de alta consistencia

Para operaciones de baja velocidad, implica presiones extremas se utiliza grasa del tipo EP o grasa de alta viscosidad.

Por Ejemplo para cojinetes antifriccionales DODGE

Hora de operación por día	Lubricar en la semana (# de RPM)							
	<250	<500	<750	<1000	<1500	<2000	<2500	<3000
8	12	12	10	7	5	4	3	2
16	12	7	5	4	2	2	2	1
24	10	5	3	2	1	1	1	1

(Lubricar con grasa a base de litio No2)

CAPITULO 3 BASES PARA EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO

Para poder aspirar a tener un mejor mantenimiento de la empresa se debe contar con ciertas bases en las que se desarrolle el mantenimiento.

Debe de existir una sistematización de las actividades de mantenimiento, en la que se incluya; distribución, disposición y control de los recursos, así como procedimientos de las tareas de mantenimiento.

El sistema de mantenimiento podemos dividirlo en dos subsistemas, el sistema de información y el sistema de recursos, los cuales deben ser planeados, organizados y controlados, estos se entrelazan para cumplir con las funciones de mantenimiento.

En el presente capitulo y en el siguiente, se tratan los requerimientos mínimos con los que deben contar los subsistemas de información y recursos.

3.1 SISTEMA DE INFORMACION

La sistematización de la información de mantenimiento es la base de la administración del sistema de mantenimiento, éste se ligará funcionalmente con la organización de la planta.

La sistematización significa: definir como se manejarán y aplicarán los recursos en un momento dado de tal forma que se dé respuesta en tiempo y costo adecuados.

El sistema debe crearse acorde a las características y necesidades de cada empresa así como del nivel deseado de mantenimiento (política de la empresa).

El sistema de información pone a disposición del jefe de mantenimiento la información confiable y oportuna que requiere para el proceso de planeación y control del departamento y de los bifs. En éste se incluye la elaboración de reportes sobre el desempeño del departamento.

Se maneja que la calidad del mantenimiento de una empresa se revela por sus registros de mantenimiento. La documentación de resultados de mantenimiento es una de las actividades de mantenimiento más importante.

Una herramienta de gran ayuda es el software de gestión del mantenimiento, el cual maneja una gran base de datos de manera ágil.

La ventaja de la adopción E.D.P.S. (Electrónico Datos Procesamiento Sistema) para el procesamiento de datos de mantenimiento, radica en procesar la información (la clasifica, selecciona, suma y calcula) lo que implica obtener datos e informaciones en forma cuantitativa.

Por otro lado, se puede lograr una reducción de tiempo real de trabajo de oficina y la información la podemos obtener de forma oportuna para nuestra planeación y programación del mantenimiento. Sin embargo muchas veces no se aprovecha estas ventajas ya que no se aplica de manera adecuada o simplemente no se usa.

Se debe entender que el software de mantenimiento es solo una ayuda para la sistematización de la información y quien toma las decisiones es quien planea.

Se considera conveniente marcar una separación de la información, entre datos administrativos, técnicos, de operación e inventario.

Debe elaborarse un flujo de toda la información que se maneja en el departamento.

La información que se irá recabando tiene como objeto, servir de base para el análisis de los procesos de mantenimiento y para la toma de decisiones.

Los datos deben de incorporarse oportunamente en el sistema de registros, de forma que estos sean de ayuda para la planeación del mantenimiento.

No hay un solo formato fijo para el registros de mantenimiento; los tipos y su contenido pueden disponerse de forma que se ajusten a los estándares de gestión de una empresa en particular.

En primera instancia se deben de utilizar sistemas sencillos, formas y tarjetas sencillas, posteriormente y basándose en los resultados se irán modificando.

Si existen omisión de notas y error de anotación o se esta adoptando formatos y tarjetas de otras empresas, no podemos esperar buenos resultados, ya que los formatos deben de particularizarse para cada empresa.

Antes de implantar un sistema debemos contar con:

Información general para el mantenimiento

- ▲ Objetivo de la empresa
- ▲ Organigrama
- ▲ Plano general de la empresa (arreglo conjunto), permite obtener una idea general de la empresa:
 - Cuantificando áreas
 - Estableciendo relaciones de comparación en tamaño, densidad, distancia, etc.
- ▲ Plano arquitectónico de los principales elementos
- ▲ Planos funcionales
 - Planteamiento de los conceptos operativos de:
 - Diagramas de proceso
 - Diagrama de análisis de proceso
 - Balance de materiales
 - Balance energético
- ▲ Planos de instalaciones
 - Diagramas unifilares (eléctricos)
 - Diagramas de flujo
 - Hidráulicos
 - Sanitarios
 - Gas

Información técnica de los bienes.

Mantenimiento debe contar con al información técnica de todos y cada uno de los bienes, en la que se considera como mínimo, tener para cada tipo de equipo:

- ❖ Manual de Operación.
- ❖ Manual de Mantenimiento.
- ❖ Manual de Partes.

Documentos para el Sistema de Información	Expediente del Equipo	Costo Ficha técnica del equipo Hoja de operaciones Manuales Puntos de inspección
	Manuales	Organización Procedimientos
	Formas de Control	Hoja de inspección Orden de trabajo Solicitud de Trabajo Personal Levantamiento, Hoja de inventario
	Historial	Equipo
		Personal
	Almacén	Requisiciones
Entradas y Salidas		
Inventario		
Auditoria		
Manual		

Nota: Trate de que estos no sean muy engorrosos

Expediente del equipo. Este puede dividirse en parte administrativa y en parte técnica.

Objetivos:

- Tener la información técnica, administrativa, operativa y de mantenimiento de cada equipo.
- Tener concentrados los principales mantenimientos realizados al bif.
- Tener el resumen de los costos de mantenimiento del equipo, lo que nos ayudara a evaluar si es rentable o no el equipo.
- Disponer de manera ágil de toda la información por bif.
- El personal nuevo puede adaptarse más rápidamente a los equipos, haciendo reparaciones más rápidas y mejores.

La información que se mantiene en este expediente es:

- ◇ Datos de Archivo permanente
- ◇ Características técnicas de cada uno de los bif
- ◇ Especificar para cada bif:
 - ✓ Rutinas de revisión aplicables
 - ✓ Frecuencia de ejecución de las tareas
 - ✓ Refacciones de uso más frecuentes (inventario recomendado)
 - ✓ Programa básico de mantenimiento (propuesto por fabricante)
 - ✓ Puntos de lubricación, frecuencia y tipo de lubricante.
- ◇ Comportamientos
- ◇ Estado físico inicial y actual
- ◇ Mantenimientos efectuados
- ◇ Calendarización de las actividades
 - Estimado
 - Real
- ◇ Ajustes requeridos y convenientes
- ◇ Planos, Manuales, Instructivos

Nota: Es recomendable contar en el expediente con una ficha técnica.

Ficha Técnica

Las fichas técnicas son registros de información técnica que contiene una serie de datos y características propias de la maquinaria y equipo concentradas en una ficha, donde se contemplen las características tales como:

Nombre del equipo	Identificación
Ubicación	Uso
Departamento asignado	Centro de Costos asignado
Código Asignado	Subsistemas
Componentes	Subcomponentes
Valor del sistema (s)	Capacidades
Modelo	No. de Serie
Marca	Fabricantes
Vendedores	Compañía que instalo el equipo.
Compañía que le da servicio	Equipo periférico
Mejoras y modificaciones realizadas.	Fecha de adquisición y Número de pedido
Datos de placa	Otros
Condiciones de operación	

Los equipo que carezcan de información se debe formar uno. (busque información con: el fabricante, el operador, compras, contabilidad, etc.)

Nota: Código es un conjunto de caracteres que identifican internamente a un equipo.

Hoja de operaciones:

Provee al trabajador cual es su trabajo a desarrollar; en este se presenta el oficio requerido, operaciones específicas a ejecutar, equipo que se empleara, lubricantes así como la disponibilidad de dibujos y manuales.

Puntos de inspección (check list)

Es una herramienta muy útil para el mantenimiento preventivo y sobre todo en las inspecciones. Son listados en los que se indican las partes específicas de revisión (o generales) de la maquinaria, equipo, edificios o áreas a revisar, se pueden incluir en estas la posición del equipo, tiempo necesario para cada actividad, etc.

Esta guía de partes a revisar no indica que solo se tenga que revisar estos puntos digamos que es lo mínimo que se debe inspeccionar.

3.1.1 MANUALES

Un manual es un medio efectivo para la comunicación de procedimientos y es el mejor camino para llevar a término una tarea.

En mantenimiento existen procedimientos rutinarios que se establecieron por sus predecesores, estos pueden existir de forma verbal o del modo más adecuado en forma escrita.

En este se establece la normatividad y los mecanismos técnicos que normarán el criterio para el desarrollo de las actividades y tareas del Mantenimiento, determinando "cómo y cuándo se deben hacer".

Los manuales incluyen instructivos que establecen los procedimientos por escrito para la operación y reparación de los equipos.

Manuales pueden ser de:

- ◇ Instrucciones
- ◇ Procedimientos
- ◇ Orden interior
- ◇ Organización
- ◇ Técnicos
- ◇ Etc.

Las desventajas por carecer de manuales son:

- Las diferentes actividades de mantenimiento, no pueden realizarse eficazmente si se deja que las personas las realicen de cualquier manera.
- Mayor tiempo en dominar las técnicas de mantenimiento y en tener la destreza necesaria. Por otro lado, cuando solamente los trabajadores experimentados saben aplicarlas, no se aprovecha en forma eficiente la mano de obra, además provoca dependencia de unas cuantas personas.

El trabajo de mantenimiento es generalmente menos eficiente que el trabajo de producción, porque esencialmente no es repetitivo y requiere una larga preparación y presenta grandes márgenes de error. Depende en gran medida de la destreza individual y se realiza bajo condiciones difíciles.

Por estas razones, es indispensable disponer de estándares y manuales comprensibles que incorporen las experiencias y tecnologías derivadas de las pasadas experiencias de la compañía. Tales documentos permiten que un gran número de trabajadores incluyendo los recientemente incorporados, realicen trabajos que antes solamente los trabajadores experimentados podían llevar a cabo.

Esta capacitación para adiestrar e implicar al trabajador de mantenimiento, es la clave del desarrollo de un programa de mantenimiento de alta calidad y eficiencia.

En la revisión de los procedimientos de mantenimiento existentes podemos encontrar alguna de las situaciones siguientes:

1. Se utilizan métodos, equipos y materiales obsoletos
2. Existen áreas de responsabilidad no claramente definidas
3. Falta de conexión en los procedimientos
4. Se malgastan esfuerzos en áreas que no lo necesitan
5. Papeleo excesivo
6. Duplicación de esfuerzos
7. El mantenimiento depende excesivamente de una persona
8. No se lleva a cabo
9. Muy ambiguos

Estos manuales deben estar actualizados y tender a simplificarlos, estos debe estar disponibles a los trabajadores, los cuales podrán irán aportando sus experiencias (previo visto bueno).

Manuales de organización

Estos manuales son los documentos que muestran la organización de la empresa y/o específicamente la de mantenimiento. Indica la función de cada puesto y su jerarquía, se incluye organigrama, reglamento interno.

Manual de partes.

Este manual, ayuda fundamental para el desarrollo de las tareas de Mantenimiento, presenta las partes que integran al bien físico. Además de tener explícitas las partes para su adquisición.

Generalmente éste es hecho por el fabricante del equipo pero si no, haga uno propio de los equipos más importantes y sobre partes críticas (no comunes).

Información Básica para el manual de partes

- ✧ Nombre del equipo y de la pieza
- ✧ Número de identificación (Modelo Marca, etc.).
 - Código.
- ✧ Cantidad requerida en el bien
- ✧ Posiciones relativas:
 - Componentes y subensambles.
 - Sistemas
- ✧ Presentación:
 - Gráfica
 - Coordinada
 - Descriptiva

- ◇ Características constructivas:
 - Materiales
 - Dimensiones y peso
- ◇ Precauciones de:
 - Almacenaje, empaque y transportación
 - Montaje
 - Tolerancias y ajustes.
- ◇ Mantenimiento.
 - Vida útil
 - Condiciones de operación
 - Cargas
 - Temperaturas
 - Otras
 - Frecuencia de tareas:
 - Servicio
 - Inspección
 - Fiabilidad.

Puede bien estar dividido por un conjunto de partes que cumplan una función específica en el bñf o tener una especialidad común, lo que implica integrar los manuales por sistemas.

Ventajas

- ✓ Fácil identificación de las partes.
- ✓ Simplifica la solicitud y adquisición de partes.
- ✓ Ayuda en forma valiosa la reparación y montaje.
- ✓ Apoyo para la substitución (partes equivalentes).
- ✓ Base para la estandarización.
- ✓ Reduce los efectos de la falta de respaldo.

Manual de Mantenimiento

El Manual de Mantenimiento es el documento “fundamental”, en el cual se establecen las bases generales para el desarrollo del mantenimiento de los bifs.

Este puede estar integrado por otros manuales, algunos puntos que integran éste son:

- * Identificación de los bienes físicos.
- * Características del bien:
 - Parámetros básicos
- * Integración.
 - Sistemas.
 - Componentes y/o subensambles.
 - Partes.
- * Programa de actividades.
 - Tareas.
 - Materiales.
 - Partes de repuesto (frecuencial).
 - Herramental.
- * Procedimientos para el mantenimiento.
 - Secuencia.
 - Rendimientos (tiempo estándar).
 - Herramental.
 - Ajustes y tolerancias.
 - Materiales y partes requeridas para el desarrollo de las tareas.
 - Planos y diagramas
- * Personal necesario para su ejecución.
 - Cantidad.
 - Categorías

- * Fallas
 - Análisis
 - Pruebas.
 - Casos de emergencia.
- * Especificaciones de los insumos.
- * Controles.
 - Bitácora.
 - Historial.
 - Probabilidad de falla.
 - Riesgos.
 - Avisos en caso de falla.
- * Normas y reglamentos reguladores.

Manuales de información y control de actividades

En éste se establecen los procesos y formatos de trabajo, diagrama de flujo de la información, instructivo de procedimientos administrativos, se tiene concentrados todos los formatos de mantenimiento con sus respectivos instructivos de llenado en general toda la información que se maneja en mantenimiento así como flujo de esta (incluye almacén de mantenimiento).

Este tipo de manuales son dinámicos, es decir deberán complementarse y ajustarse en base a los resultados prácticos obtenidos.

Formatos

Los formatos ejercen una triple función: de organización, control y retroalimenta la planeación.

Se deben utilizar los siguientes formatos:

- a) Ficha técnica por equipo e instalación.
- b) Hoja de inspección, es específicamente para mantenimiento preventivo y una para cada tipo de mantenimiento preventivo.
- c) Solicitud de trabajo; con este se solicita al depto. de mantenimiento sus servicios.
- d) Orden de trabajo; Normalmente la solicitud de trabajo no autoriza la realización del trabajo de mantenimiento, sino la orden de trabajo, ésta permite el calculo posterior de los costos de mantenimiento y de las horas de paro, por tipo de mantenimiento correctivo y preventivo.
- e) Expediente del equipo; este se utiliza con el objeto de registrar todos los trabajos de mantenimiento realizados en el equipo, sean estos correctivos o preventivos.
- f) Vales para el control del almacén

3.1.2 ORDENES DE TRABAJO (OT)

Es un documento generado por mantenimiento para la ejecución de los trabajos, así también es un elemento fundamental para el control del mantenimiento.

No se puede pensar en que exista administración cuando ni siquiera se lleve el control más elemental pero al mismo tiempo importante básico e imprescindible como lo es el control de un sistema de ordenes de trabajo de mantenimiento, por lo cual podemos conocer la historia del equipo, partes débiles del diseño del equipo, frecuencia de falla, costo de mantenimiento de la maquina (Puede ser que cueste más estar reparando un equipo que adquirir uno nuevo), refacciones que se demandan por cada equipo y con mayor frecuencia. Las OT'S son la base para la planeación de próximos mantenimientos tanto correctivos, preventivos y predictivos.

Objetivos:

- ❖ Ordenar por medio de este formato los trabajos que se requieran realizar.
- ❖ Tener un récord base para evaluar el desempeño del personal.
- ❖ Tener un récord para evaluar el desempeño del departamento de mantenimiento.
- ❖ Formar un historial de los bifs (fallas que han presentado) el cual nos ayuda a planear y realizar el mantenimiento.
- ❖ Registrar las acciones tomadas para la eliminación de fallas (como apoyo para la eliminación de futuras fallas)
- ❖ Concentrar en este documento la información necesaria para la planeación del mantenimiento.
- ❖ Llevar un control de herramientas, refacciones y materiales usados.

Orden de trabajo se emplea para satisfacer tres fines:

- ◇ Servir de aviso para un mantenimiento
- ◇ Autorización de los gastos que infiere éste
- ◇ Nos retroalimenta, para planear futuros trabajos

Sobre la base del estudio de las ordenes de trabajo se podrán ir haciendo modificaciones al sistema de mantenimiento. Toda la información contenida en la orden de trabajo deberá ser útil.

La información contenida en ésta, variara de una empresa a otra pero en general deberá contener:

Emisión	Al entregar
1. Fecha de lanzamiento de esta	1. Personal asignado
2. Departamento que la genera	2. Fecha y hora de inicio
3. Especialidad a que va dirigida	3. Tiempo de ejecución
4. Hora de lanzamiento	4. Causa de la falla
5. Descripción de la falla o servicio requerido	5. Acciones tomadas
6. Nombre de quien solicita	6. Refacciones utilizadas
7. Nombre de quien recibe	7. Conformida con el servicio realizado
8. Hora de recepción	
9. Prioridad	
10. Turno	

Existen ordenes de trabajo que a su vez funcionan como solicitud de trabajo. Recomiendo se tenga una separación de estas para un mejor control y planeación del mantenimiento.

Se deben tener preparadas ordenes de trabajo por hacer en los diez o quince días siguientes, con sus correspondientes materiales preparados o pedidos y con las herramientas necesarias, con esto no habrá excusa de no tener trabajo, ya que en mantenimiento siempre hay algo que hacer.

Nota: Se maneja como ordenes abiertas a las que todavía no se han analizado (planeado). Evitar las ordenes de trabajo verbales.

Solicitud de trabajos de mantenimiento

Mantenimiento requiere de este documento para la planeación del mantenimiento el cual nos permite planear los recursos que intervendrán en el trabajo así como; en la programación de los trabajos.

Para lo cual se requiere de información del estado del bif, así como de la carga de trabajo de éstos de una forma explícita y de fácil manejo.

Objetivos.

- Solicitar formalmente el trabajo de mantenimiento.
- Tener una solicitud estándar que nos permita la planeación de los trabajos.
- Conocer la falla específica que se requiere reparar.
- Planear la carga de trabajo. (Por trabajador).
- Contar con información de cuando se puede realizar el trabajo (liberación del equipo por parte de operación).
- Llevar un control de la frecuencia de las fallas: por equipo, por departamento y por especialidad.

Políticas:

- Todo el personal de la planta puede emitir la solicitud de trabajo incluyendo al propio personal de mantenimiento.
- No espere a tener varios trabajos para hacer la solicitud.
- Utilice una forma por cada trabajo solicitado.
- No espere a que falle completamente su equipo.
- Reporte las anomalías.
- Si se presenta una falla de emergencia solicite el mantenimiento por teléfono, pero mientras se hace la reparación llene la solicitud de trabajo.
- Tenga siempre una buena cantidad de Formas de Solicitud en su área donde pueda el personal tomarlas cuando las necesite.
- Evite hacer otro tipo de solicitudes y si los hace trate de que éstos contengan la misma información de la solicitud.
- No se atenderán trabajos que no sean a través de la solicitud de trabajo.
- Todo trabajo deberá estar amparado por una orden de trabajo.

Nota: Los operadores conocen o pretenden conocer las características y funcionamiento del equipo lo suficiente para dar indicaciones acerca del mantenimiento necesario para corregir la falla; esto en ciertos casos es de gran ayuda pero no es recomendable considerarlo como un diagnostico siempre acertado.

La emisión de las ordenes de trabajo se realizaran por prioridades (ver capitulo uno, matriz de selección).

Orden de trabajo externo

La orden de trabajo externa (OTE), que incluso puede tener carácter de contrato, procede cuando:

- ❑ No se tiene la suficiente fuerza de trabajo y/o el equipo necesario.
- ❑ Se trata de trabajos cuyas especialidades no las cubre el personal propio.
- ❑ No se puede distraer al personal para realizar otros trabajos.

Es importante limitar las OTE, pues se tiene el riesgo de amañar al personal de mantenimiento llegando a su subutilización en capacidad y tiempo.

Se requiere de hacer una evaluación del contratista para garantizar el buen termino del trabajo. Realice una inspección a instalaciones del contratista que pretenden vender sus servicios, califique: Capacidad, procesos, precisión y personal con que cuenta así como observar los trabajos que actualmente desempeñan.

❖	Disponibilidad y cumplimiento.
❖	Capacidad (Producción y calidad).
❖	Experiencia.
❖	Organización.
❖	Situación financiera.
❖	Consideraciones administrativas (formas de pago, crédito, legalidad, costos y garantía).
❖	Proceso y Control.

Demasiados trabajos de contratistas externos, se desperdician técnicas y destrezas valiosas del mantenimiento interno, hace imposible desarrollar la experiencia necesaria del personal interno. El mantenimiento confiado a subcontratistas deberá gradualmente ser realizado por personal interno, de forma que al final la mayoría de los trabajos puedan realizarse internamente (a excepción de los que requieran un herramental costoso y particular).

Pero recuerde que debe de existir un balance no todo el mantenimiento se realizara por personal interno ya que esto saldría muy costoso, se debe evaluar cuantas horas de mantenimiento a la semana mínimo se necesitan, con esto podemos fijar el personal interno mínimo que se requiere y el excedente será cubierto por contratistas, esto es el caso de algunas empresas las cuales cuenta con los contratistas de inmediato dentro de la empresa, pero para otras empresas esto no será factible ya que la respuesta de los contratista es tardado.

Del historial de las OT's puede obtener el número de horas de trabajo, el cual día con día a través de todo el año este varia, nosotros debemos de contar con el personal interno suficiente para cubrir la media de todos los trabajos.

3.1.3 Historial del equipo

Es un registro de lo realizado a los equipos así como de las refacciones y tiempos empleados para el mantenimiento de los equipos. Es una forma de control de los equipos.

En todo proceso administrativo que se precie de serlo es indispensable y fundamental contar con un control histórico de los hechos y acontecimientos sucedidos en un bien o en su entorno, el archivo histórico de acontecimientos, reparaciones y modificaciones hechos sobre un bien físico llámese maquinaria o equipo.

Para implementar el historial se requiere contar con la información de los mantenimientos realizados a cada equipo esta generalmente se obtiene de las ordenes de trabajo terminadas.

Objetivos

- Control de frecuencia de fallas por equipo y por departamento.
- Ayuda a programar el mantenimiento preventivo.
- Control del costo de cada maquina, incluye tanto mano de obra (número de horas empleadas en mantenimiento) como de refacciones (conviene expresar los costos en dólares), podemos incluir el número de horas de paro.
- Ayuda a planear la sustitución de equipos que ya no son económicamente útiles.
- Nos permite planear la existencia de refacción por maquina

Ya que la planeación de la existencia de refacciones y herramientas se establece a través del análisis del historial.

Registro del historial: La integración de datos al registro, puede ser automatizado o manual. Este contendrá trabajos de MP, MC, modificaciones del equipo, costos de mantenimiento y registrar las dificultades que se tiene para realizar los mantenimientos.

3.2 SOFTWARE PARA EL CONTROL DEL MANTENIMIENTO

La mejor herramienta para la gestión del mantenimiento es el software de mantenimiento.

El cotejo y análisis de los registros de mantenimiento ocupan muchas horas administrativas. El software de mantenimiento permite un análisis rápido de un gran número de registros de mantenimiento y pueden proporcionar la información apropiada cuando sea necesario, además ayuda a planear el mantenimiento.

La base de datos en computadora evita la tediosa tarea de elaborar registros escritos a mano y ordenarlos en enormes archivos, que por mejor acomodados que estén nos obligan a invertir gran cantidad de tiempo y esfuerzo para la manipulación y actualización de la información contenida en ellos.

El software además de organizar la información del departamento de mantenimiento en una base de datos, controla los trabajos de mantenimiento que deben hacerse, así como la exploración y consulta instantánea de la información histórica que va quedando almacenada en el sistema.

En un principio el sistema parecerá más difícil de como sé venia realizando, esto por la carga de datos y la familiarización con el sistema, pero con el tiempo y teniendo toda la información cargada en las bases de datos, la gestión del mantenimiento se simplifica bastante y principalmente habrá un mejor control y mejora de las actividades de mantenimiento.

El primer paso en la sistematización de los registros es simplificar y estandarizar los procedimientos corrientes administrativos, la utilización apropiada de los programas para el mantenimiento reduce las horas hombre-administrativas y hace que los datos precisados sean más accesibles.

Hay que entender que el uso de la computadora es un medio y no un fin. Su utilización presupone que exista un sistema de información bien concebido ya que de lo contrario el software no nos servirá.

Los beneficios que se derivan de un sistema de mantenimiento controlado mediante computadora son:

- a) Mayor Control de los equipos lo que implica:
 - Mejora la calidad de los productos
 - Aumento de la producción, debido a la reducción del mantenimiento no programado (Disminución de paros imprevistos).
 - Disminuye las fallas mayores
 - Aumento de la vida útil de las máquinas, debido a un mantenimiento preventivo adecuado y a la lubricación a intervalos regulares.
- b) Reducción de los costos totales de mantenimiento, debido a la plena utilización del personal de mantenimiento.
- c) Simplificación del problema, cuando los programas relativos al personal de mantenimiento han de alterarse.
- d) Se evita el trabajo repetitivo del cálculo de los indicadores estadísticos.
- e) Lograr la creación de indicadores estadísticos que nos permiten tomar mejores decisiones en el mantenimiento.
- f) Crea un sistema de información, para hacer del mantenimiento una ingeniería y no una artesanía.
- g) Tener un apoyo para la programación rutinaria del servicio.
- h) Permite al ingeniero de mantenimiento, se dedique a la realización de sus funciones como tal, y no como calculista de datos rutinarios.
- i) Reducción del nivel de inventarios en el almacén.
- j) Simplificación de la administración del mantenimiento

Existe una gran cantidad de software en el mercado entre los que se encuentra el programa MP (mantenimiento preventivo) versión 6 (1995) elaborado por Técnica Aplicada internacional, S.A. de C.V.

El cual lo considero adecuado para la industria mexicana ya que:

- ✓ Se presenta totalmente en español
- ✓ Es muy barato comparado con los demás
- ✓ Tiene más de 1000 usuarios en Latinoamérica
- ✓ Fácil de adquirir
- ✓ Soporte y capacitación en México
- ✓ Posibilidad de actualizar versión
- ✓ Es recomendado por SOMMAC (Sociedad Mexicana de Mantenimiento A.C.).
- ✓ Cada usuario forma su base de datos propia y con la posibilidad de compartirla, a otras empresas o sucursales.

Los requerimientos de Hardware para el software MP. v.6 son :

- ☐ Procesador 80286 o superior.
- ☐ Monitor VGA o mayor.
- ☐ Memoria RAM mínima de 640 KB
- ☐ Espacio en Disco Duro de 4 MB
- ☐ Ratón Opcional
- ☐ Sistema Operativo DOS 3.3 o posteriores

A continuación se presenta el diagrama general de este software

Menú Principal
del software M.P.

Catálogos	Equipos Planes Materiales Mano de obra Servicios
Actualizaciones	Registro de lecturas Mantenimiento preventivo Mantenimiento Correctivo
Reportes	Prioridades Calendario Condensado Calendario Preventivo Calendario Correctivo Flujo de recursos Abastecimiento
Historiales	Bitácora de preventivos Bitácora de correctivos Bitácora de consumos Bitácora general de consumos Entradas al almacén Historia gráfica Cuadro comparativo
Utilerias	Configurar sistema Selección de equipo Depuración de historiales Librerías Interfase inventario
Salir	

Dentro de:

📖 **Catálogos** se forma la base de datos.

- **Equipos:** En esta parte se capturan (características generales) los equipos (alta, baja y modificación) Podemos definir campos de la base de datos además de los ya existentes, según las necesidades propias de cada empresa.
- **Planes:** Los planes y actividades para el mantenimiento de cada equipo son dados de alta aquí (alta, baja, modificación) frecuencias y recursos necesarios.
- **Materiales:** Se maneja el inventario para el almacén, así como las entradas y salidas, se presenta un formato en el que se indica el nivel máximo y mínimo de cada material, costo, descripción, número de parte, especificación, existencia tiempo de procuramiento en días y localización.
- **Mano de obra:** se registran las especialidades (oficios) con que se cuenta en mantenimiento con sus respectivos costos.
- **Servicios:** Se refiere a los servicios externos se tiene por actividad, costo y proveedor.

📖 **Actualizaciones:** En esta parte se registran las fechas de la realización del mantenimiento así como lectura del trabajo realizado.

- **Registro de lecturas:** Para los equipos que se controlen por medio de lecturas (ej. kms, productos, horas, etc.) En esta parte se van registrando las lecturas tomadas, para el mantenimiento preventivo.
- **Mantenimiento Preventivo:** Los M.P. realizados se registran en esta parte indicando la fecha en que se realizó, así como los recursos utilizados.
- **Mantenimiento correctivo:** Los M.C. se dan de alta y se registra la fecha en que se programa y la en la que se realiza así como los recursos utilizados.

📄 **Reportes** en esta parte se generan los informes, ordenes de trabajo y requerimientos.

- **Prioridades:** se despliegan los mantenimientos correctivos y preventivos pendientes a realizar hace una selección entre equipos críticos, actividades críticas, atrasos críticos y línea de producción
- **Calendario Condensado:** Presenta un calendario (Diario, mensual, etc.) de cuando deben realizarse mantenimientos tanto correctivos (Programados) como preventivos.
- **Calendario de preventivos:** En esta parte se genera (imprime) la orden de trabajo de preventivos
- **Calendario de correctivos:** En esta parte se genera (imprime) la orden de trabajo de correctivos.
- **Flujo de recursos:** basándose en los mantenimientos preventivos y a los recursos asignados a cada actividad, el programa totaliza los recursos (mano de obra, materiales servicios externos) que se utilizarán en un próximo periodo designado por el usuario.
- **Abastecimiento:** El programa calcula el requerimiento de materiales y refacciones que se deben abastecer (esto teóricamente pero el usuario puede modificar la orden de compras según considere) el cálculo lo realiza en función de las cantidades máximas y mínimas registradas así como de las fechas de los próximos mantenimientos.

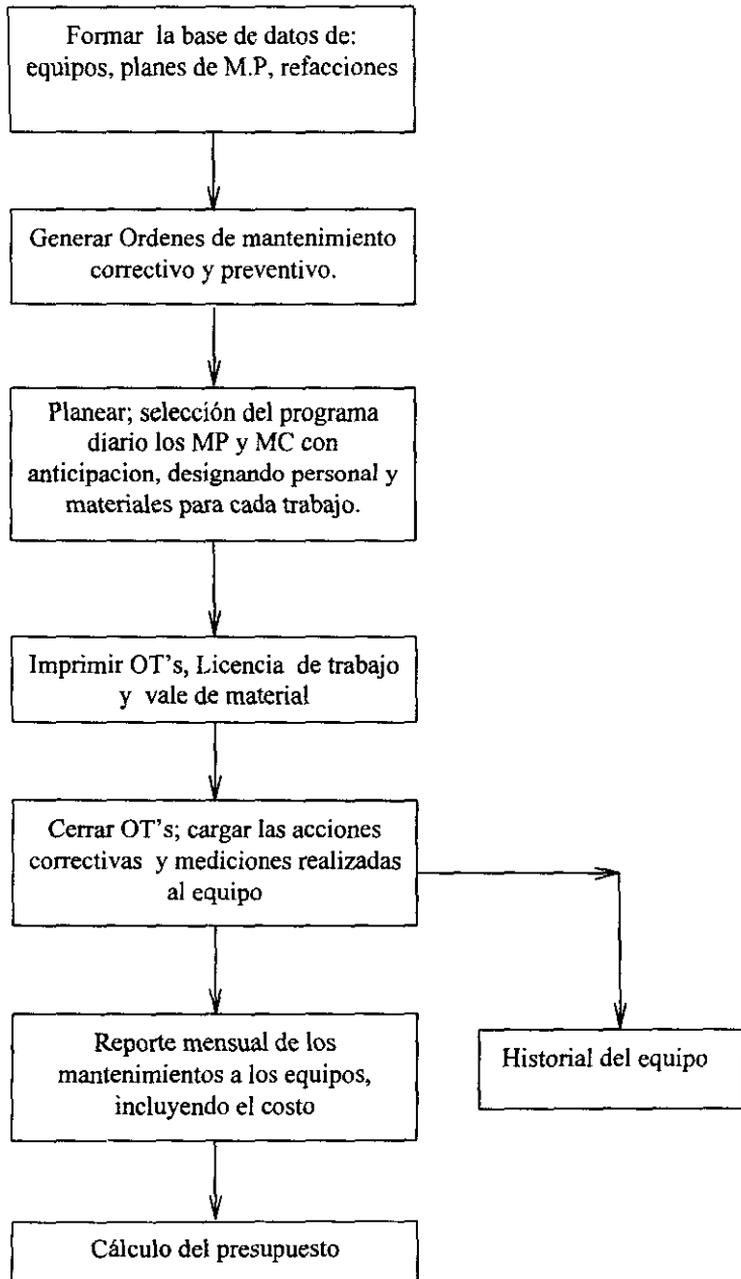
📄 **Historiales** este permite explorar la información histórica relativa a los trabajos de mantenimiento realizados, consumo de refacciones y mano de obra así como los costos de mantenimiento.

- **Bitácora de preventivos:** todos los mantenimientos preventivos quedan almacenados en esta bitácora.
- **Bitácora de correctivos:** todos los mantenimientos correctivos que se registran quedan almacenados en la bitácora para poderlos consultar en cualquier momento.
- **Bitácora de consumos:** todos los materiales, refacciones, mano de obra y servicios externos que se utilizaron en un equipo a lo largo de un tiempo establecido por el usuario, son registrados en esta bitácora (costo por equipo).

- **Bitácora general de consumos:** Todas las refacciones, materiales, mano de obra y servicios externos se agrupan en un reporte de manera desglosada o sin desglosar en el periodo de tiempo que se indique.
- **Historia gráfica:** el programa gráfica la historia de cada equipo tanto del MP como MC. Este permite observar si el MP se aplica de forma correcta o requiere de alguna modificación.
- **Cuadro comparativo:** el programa totaliza y gráfica los costos de mantenimiento tanto del preventivo como del correctivo, materiales, mano de obra y servicios externos.

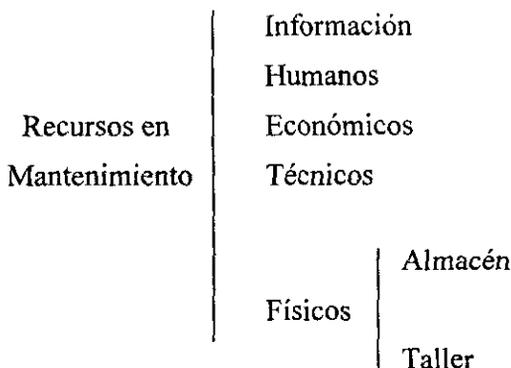
Utilerías configura al programa conforme a los parámetros del usuario.

- **Configurar sistema:** se indica en este punto el nombre de la compañía, tipo de impresora, importe con decimales o sin decimales y formato de fecha.
- **Selección de Equipo:** en este se indican los equipos que se quiere agrupar para que al solicitar un reporte o cálculo se pueda realizar de forma grupal o particular del equipo.
- **Selección Base de Datos:** Se tiene la posibilidad de contar con varias bases de datos teniendo inventarios en común o independientes (ej. equipo zona A, planta Puebla, etc.)
- **Depuración Historiales:** permite borrar información histórica indicando el periodo que se requiere conservar.
- **Librerías:** permite intercambiar planes o rutinas de mantenimiento entre las diferentes bases de datos.
- **Interfase Inventario:** permite pasar información de cualquier sistema al programa MP o viceversa vía archivo el código ASCII.



3.3 RECURSOS

El departamento de mantenimiento se vale de varios recursos para realizar sus actividades, los cuales son administrados por la dirección del mantenimiento.



En la siguiente parte se tratan los siguientes recurso Taller, almacén, humano y el económico se tratará hasta el siguiente capítulo como costos de mantenimiento. Los recursos de información y técnicos se han tratado anteriormente.

Es necesario hacer una evaluación de los requerimientos y capacidad del departamento de mantenimiento de la empresa, de esta evaluación resultará:

Capacidad mayor a los requerimientos, deberá definirse una política de uso como:

- Venta de servicios.
- Diversificación de uso del equipo sobrante.
- Venta de equipo.

Capacidad menor a los requerimientos, basándose en los resultados de un análisis beneficio-costos se determinará la conveniencia de:

- Adquisición de recursos deficientes
- Contratar Mantenimiento externo.
- Incrementar la capacidad del mantenimiento propio (a través de mayor cantidad y/o mayor capacitación, etc.).

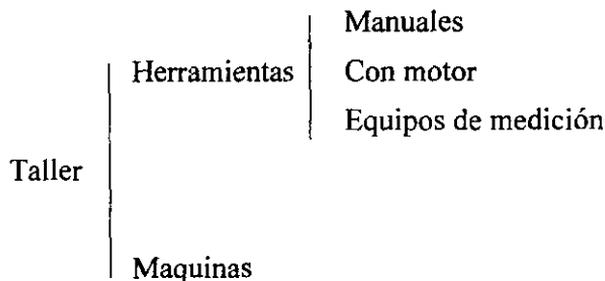
3.3.1 TALLER (EQUIPOS Y HERRAMIENTAS)

El taller es un elemento de apoyo para las actividades de mantenimiento, reparando, modificando y/o fabricando componentes. Es el área asignada para realizar los trabajos de mantenimiento que no son factibles realizar en el lugar de la falla.

Objetivos

- Disponer de un lugar específico para la realización de los trabajos que no son factibles hacer en el lugar de bif.
- Concentrar al equipo tanto humano como físico del departamento de mantenimiento
- Mejor control de los recursos

Para reducir los tiempos de mantenimiento se requiere contar con las herramientas y equipos adecuados, y dependiendo de las necesidades (carga de trabajo) del departamento existirá personal exclusivo para el área del taller.



Generalmente las herramientas son controladas por el mismo encargado del almacén de mantenimiento otros casos existe uno exclusivo para herramientas o en ocasiones queda a cargo del responsable del taller de mantenimiento.

El almacén de herramientas independiente de su posición dentro de mantenimiento, debe de controlarse y organizarse por: tipos, medidas, capacidades, uso y costo.

Se debe realizar un inventario del herramental con que se cuenta, el cual deberá revisarse anualmente, tanto la cantidad de estos como su estado en que se encuentren así como, analizar sobre la base de los mantenimientos realizados (necesidades) la adquisición de nuevas herramientas.

Con este inventario se supervisa la efectividad del control de herramientas, lo que nos da pie a modificaciones del sistema.

El responsable del herramental deberá realizar las actividades de conservación del herramental.

Se debe de implementar un programa de limpieza y depuración de materiales y refacciones para el taller de forma que el taller no sea un almacén de sobrantes y desechos.

Programar una revisión de las cajas y jaulas de herramienta, para con esto dar de baja las herramientas que por se uso ya no son adecuadas para realizar el trabajo, otra situación es la perdida de herramienta, sino se hace esto se llega el momento en que no existe herramienta para trabajar existiendo con esto ineficiencia en los trabajos.

3.3.2 ALMACÉN (MATERIALES Y REFACCIONES)

Mantenimiento requiere de un almacén que sea independiente al de producción, en el que mínimo se tendrá material de uso corriente, refacciones comunes y equipo de respaldo, así como para bienes de “recuperación”. Un almacén bien organizado y abastecido puede reducir mucho el número de atrasos ocasionados por falta de material.

Para la realización de los mantenimientos se deberá programar con un día de anticipación como mínimo tanto materiales como herramientas para cumplir con el programa de mantenimiento.

El almacenamiento representa para las empresas fuertes inversiones, que deben justificarse a través de ventajas, que básicamente se agrupan en ventajas:

- ✱ Financieras. Evalúe la inversión de materiales almacenados con:
 - Manejo del dinero en el sistema bancario
 - Especulación
 - Compras de oportunidad por: volumen, ofertas de mercado, fuera de presiones de tiempo de entrega.

- ✱ Respaldo. Evalúe las ventajas de obtener en forma expedita y oportuna los materiales requeridos para la operación de la empresa, que se reflejan en:
 - Evitar tiempos muertos
 - Incremento de confiabilidad en la operación
 - Seguridad en la calidad de los materiales.

Funciones del almacén

- **Recepción.**
 - Revisión documental.
 - Desembarque
 - Desempaque
 - Cotejar Calidad
 - Agrupación y codificación adecuada de cada uno de los materiales
- **Registro**
 - Clasificación
 - Ubicación (asignación del sitio de guarda).
 - Registro (entradas)
- **Control**
 - Movimiento: entradas, salidas.
 - Ordenamiento: colocación de su uso (rotar de forma que se consuman materiales en el orden de entrada).
 - Realizar requisiciones (previa autorización)
 - Método eficiente de localización de materiales, refacciones y herramientas
 - Tener método de devolución y descarga de materiales y refacciones sobrantes o no utilizados
 - Crear sistema para la localización de la etapa en la que se encuentra la requisición.
- **Custodia:**
 - Cuidar
 - Vigilar
- **Conservación:**
 - Limpieza
 - Rotación
 - Protección contra las condiciones de almacén y del medio.
 - Renovación de empaques y materiales de conservación
- **Expedición:**
 - Preparación del material para la entrega.
 - Documentación (baja, salida)
 - Entrega.

El primer paso para el control de los materiales, consiste en inventariar y catalogar todas las piezas de repuesto que se encuentren dispersas en la fabrica inclusive los que se encuentran en el armario de los mecánicos.

Levantar un inventario físico de los materiales del almacén debe ser planeado y organizado. Es conveniente tener los costos actuales de los materiales, éste nos servirá para el posterior calculo de los costos de mantenimiento por máquina además se debe tener la disponibilidad (Tiempo de adquisición) para cada elemento.

Las piezas deben identificarse por maquina a que corresponda, número, nombre y cantidad, si pertenece la refacción a varios equipos indique este hecho, tenga identificados los de uso general o común.

La clasificación es el primer paso en la gestión y el control. Primero, identificar el estado actual del inventario y comenzar a clasificar.

Los materiales de mantenimiento pueden incluir materiales necesarios e innecesarios. Los materiales innecesarios deben ser desechados y eliminados rápidamente (por ejemplo, piezas rotas, refacciones de equipo dado de baja, etc), en el almacén de mantenimiento se incluyen:

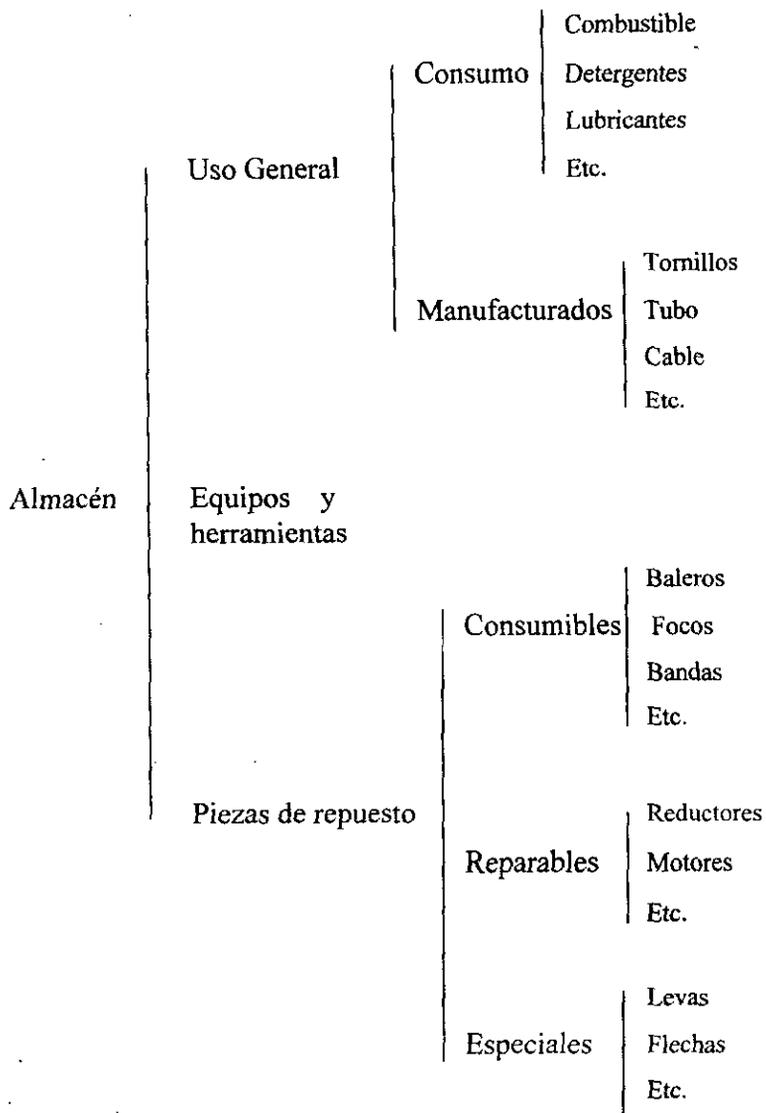
- ⇒ Equipo de reserva para sustituciones regulares
- ⇒ Pieza de repuesto para averías repentinas
- ⇒ Reservas de inventario permanentes
- ⇒ Piezas reutilizables, recuperadas por el departamento de mantenimiento.
- ⇒ Herramientas de mantenimiento.

El equipo de reserva puede incluir bombas, motores, reductores, etc.

Las piezas de repuesto se clasifican en prioritarias y comunes, las piezas prioritarias son la parte más importante de los equipos más importante, en otras palabras, piezas cuya falta de disponibilidad ocasionarían serias paradas de producción. También las piezas muy caras entran dentro de esta categoría.

Una vez hecho el inventario decidir que piezas conviene tener en el inventario y las que no se venderán.

Podemos dividir al almacén en tres:



Almacén de mantenimiento debe contar con:

◇ Partes de repuesto.

- De difícil adquisición en el mercado por su aplicación especial y/o su número reducido.
- Bajo costo, versatilidad y uso frecuente.
- Tiempo de entrega remoto.
- Aplicación en bif cuya interrupción prolongada es costosa e insegura.

◇ Uso normal en mantenimiento.

Materiales generalmente de uso común, requerimientos bien definidos e intervalos de rotación cortos.

◇ Herramientas

- Uso personal
- Uso especial diversificado (demandado por diferentes áreas de la empresa) y baja frecuencia.

Podemos clasificar las existencias del Almacén en:

✳ Materiales

- Directos (ej.: clavos, tornillos, roldanas, etc.)
- Granel (ej.: cemento, yeso etc.)
- Discretos (ej.: cintas, conductores, alambre, etc.)

✳ Consumo

Son materiales que se emplean como medio para efectuar una tarea y que:

- No se integran como parte al bif y se desgastan en su aplicación sin participación en la operación del bif (ej.: lijas, jabón, disolventes, etc.)
- Son materiales desgastables a lo largo de la operación del bif (ej.: lubricantes, pinturas, etc.).

✳ Partes

- Refacciones (partes de repuesto)
- Elementos secundarios

✘ Componentes

Conjunto de partes que se adquieren o arman en la Empresa, para remplazar a otro igual.

✘ Sistemas

Conjunto de diferentes elementos que cubren una función de un equipo.

✘ Equipo

✘ Máquinas

Son equipos para cubrir una tarea.

✘ Herramientas

El jefe de mantenimiento debe tener conocimiento de:

1. Existencia de:

- ✓ Equipo
- ✓ Herramientas
- ✓ Materiales de consumo
- ✓ Refacciones
- ✓ Reutilizables

2. Periodicidad de uso.

3. Proveedores.

4. Substitución y/o equivalencias.

5. Jerarquización

6. Inventario.

- ✓ Existencia media
- ✓ Punto de reposición
- ✓ Tamaño de lote
- ✓ Reserva

Métodos Para Ordenes De Aprovisionamiento.

Los métodos para ordenar la compra de materiales y repuestos pueden clasificarse en dos: Pedidos individuales e inventario permanente.

- ◊ Los pedidos individuales se hacen cuando se necesitan.
- ◊ Los métodos de inventario permanente tienen el objeto de reponer automáticamente estas piezas cuando las cantidades están por debajo de cierto nivel del inventario, ya sea en cantidades fijas o en periodos fijos. Se aplica para materiales de uso continuo.

Dentro del de inventario permanente podemos dividirlo en dos:

Cantidad fija: Se hace el pedido cuando se alcanza el nivel mínimo de inventario.

Numero fijo: se hace el pedido inmediatamente que se consume el inventario.

Para ambos se necesitan fijar dos estándares: Punto de pedido y cantidad del pedido (Cuándo y cuanto se debe pedir). Esto último a través de fijar cantidades mínimas y máximas.

Los pedidos de cantidad fija es el método más común para las piezas de repuesto de mantenimiento.

Piezas de repuesto con las siguientes características deben designarse como inventario permanente.

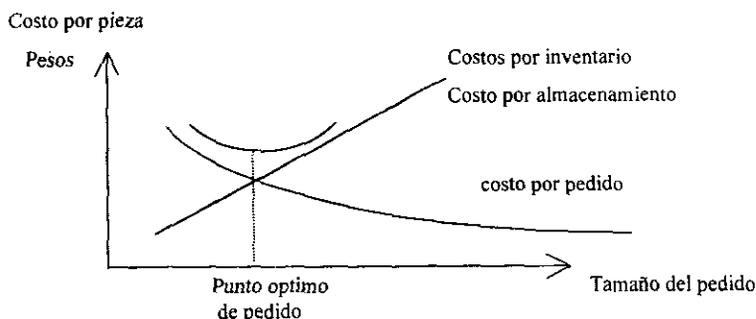
INVENTARIO PERMANENTE
• Piezas que tengan que estar disponibles para el caso de una avería, independientemente de si se dispone o no de maquinaria o equipo de reserva.
• Piezas que tengan que adquirirse tres o cuatro veces al año (las que tengan que comprarse de dos a tres veces al año pueden planificarse y no deben tratarse como inventario permanente).
• Piezas que tengan la probabilidad alta de fallar entre los periodos de mantenimiento. Estas deben tratarse como inventario permanente.
• Piezas de repuesto recuperadas para reparaciones de emergencia, tales como válvulas de cilindro de compresores.
• Piezas con plazas de entrega superiores a los intervalos planificados de servicio.

La utilización de un mismo método para el control de todo el inventario permanente conduce a menudo a un inventario excesivo o deficiente.

Se deberá evaluar el registro de materiales y refacciones que son solicitados, pero no se encuentran en el inventario permanente y obligan al trabajador a buscar otras soluciones o esperar que se compren siendo que este es de uso frecuente, estos deberán ser incluidos en el inventario permanente y los materiales ya incluidos de menor uso serán eliminados del inventario permanente.

La cantidad a almacenar varía según la empresa y el tamaño de la misma.

Se debe de evaluar los siguientes puntos: Costo por tener inventario, Costo por no tener inventario y Costo por adquirir inventario



Es aconsejable reducir el número de elementos del inventario permanente e incrementar el número de elementos de compras planificada.

Consideraciones para el Suministro	
❖	Programa Establecer prioridades del trabajo de producción. Tiempo requerido para la aplicación de los materiales.
❖	Mercado Existencias, confiabilidad de proveedores.
❖	Tiempo de entrega.
❖	Condiciones del Almacén: <ul style="list-style-type: none"> • Espacio • Instalaciones para perecederos.
❖	Recursos económicos.

Métodos de aprovisionamiento
(Stock permanente)

Métodos de **reposición del inventario**

Debemos de saber como varían los niveles de inventario, cuándo hay que pedir en cada nivel de inventario, cuánto tardan las entregas, y la cantidad de piezas para las diferentes tasa de consumo.

Métodos de **punto de pedido.**

Es apto para pequeñas piezas de repuesto con una tasa de consumo relativamente estable. Se hace el pedido de una cantidad fija, cuando el inventario ha bajado a un nivel previamente fijado.

Métodos de **doble depósito.**

Se tienen dos recipientes, cuando uno de ellos esté vacío se hace el pedido. Este método está indicado para tornillos, tuercas y otras piezas de bajo costo almacenadas en grandes cantidades.

Método de **paquete.**

Primero se utilizan las piezas sueltas de un paquete y en cuanto se abre un nuevo paquete se hace el pedido.

Método de **entrega de lotes.**

Cuando las piezas se terminan se pide otro lote.

Método de **pedido de cantidad fija.**

En este método, la cantidad máxima de piezas se fija al mínimo valor posible, haciendo el pedido cada vez que una pieza se utiliza.

Método de **pedido de intervalo fijo.**

El intervalo de los pedidos se fija para un período concreto.

Métodos basados en **contratos especiales:**

Sistema de depósito. En este sistema, se presta el almacén al proveedor que tiene la propiedad del material depositado. Solamente se paga el material que se vaya utilizando.

Método de **entrega parcial.**

Se compra un gran lote pero se va recibiendo poco a poco en el transcurso de un año por ejemplo.

Recuperación.

Un buen Mantenimiento en general efectúa una eficiente “recuperación” parcial de los bif “dados de baja”, dentro de los cuales hay que distinguir:

<p>⌘ Material. Se considera en este concepto únicamente el material del bif desechado, sin ningún valor adicional agregado. Es importante aquí clasificar este material de desecho.</p>
<p>⌘ Partes. Cuando se obtienen partes que pueden ser considerados como refacción. En este caso se clasifican como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Confiable • Remanente (se refiere a la vida remanente esperada). • Emergente. Se emplea en casos extremos en los cuales esta parte de baja fiabilidad es más confiable que la instalada.
<p>⌘ Componentes. El bif integral no es fiable, pero sus componentes sí.</p>
<p>⌘ Sistemas</p>

Criterio de la recuperación: En general cuando un bif en forma integral es desechado por falta de fiabilidad, obsolescencia u otra razón, su valor como “chatarra” siempre será menor al que se le puede obtener como recuperación.

Material de Recuperación
<p>⌘ Directo. Es el material que se empleará como tal y al que se le dará uso en un bif cualquiera.</p>
<p>⌘ Retrabajo. Cuando el material de recuperación no puede ser empleado, sin tener que habilitarlo.</p>
<p>⌘ Aprovechamiento parcial. Se puede seleccionar áreas del material de desecho que no hayan sufrido un desgaste tal que lo haga inservible o partes de un equipo aprovechable.</p>
<p>⌘ De oportunidad En ocasiones un material de alta calidad de un bif desechado puede ser empleado con ventajas en otro bif en que el material requerido es de menor calidad.</p>
<p>⌘ Desecho Cuando no se puede reutilizar de manera práctica y/o cuando éste no es viable de venderse</p>

Consideraciones para el diseño de almacenes

- Distribución de la planta
 - Flujo de materiales
 - Flujo del personal
 - Integración de almacenes y talleres
- Tipo de edificio
- Equipo de maniobras
- Facilidades de almacenamiento
- Capacidad de los medios de almacenamiento.
- Construcción.
 - Segura.
 - Seca.
 - Limpia.

Se debe establecer para los almacenes:

Cobertura:

- Combinado (mantenimiento con producción y/o servicios).
- Particular (mantenimiento).
- Especialidad.

Distribución:

- Central
- Distribuido(descentralizado).

Estado (materiales):

- Nuevo.
- Materiales usados, obsoletos e incompletos, cuyo origen puede ser:
 - Deterioro natural
 - Falla.
 - Recuperación.
- Desperdicio.

Nivel del control de inventarios.

Grado de control del almacén

Alcance de las funciones del personal de almacenes.

Ventajas de los almacenes centralizados

- * Incremento del poder de compra.
- * Reducción de inventarios.
- * Sistemas de control de inventarios simplificado.
- * Prevención de duplicidad de adquisiciones.
- * Mejor control y precisión en la contabilidad de costos.
- * Personal reducido
- * Mejor aprovechamiento de:
 - Personal
 - Espacio
- * Entrega expedida, práctica y simplificada.
- * Simplificación de manejo de materiales.
- * Reducción de pérdidas.

Descentralizados

- * Longitud y tiempo de recorrido menor.
- * Espera breve para los trabajadores.
- * Control más preciso de la demanda por trabajador.
- * Selección directa fácil por parte del personal de mantenimiento.
- * Especialización de almacenes.

La aplicación de **auditoría** tiene por objetivo revisar que:

- ✍ Los importes o cantidades mostradas con inventarios, se encuentran razonablemente:
 - Correctas
 - Representados por bienes físicos
 - Valuados de acuerdo con principios de contabilidad generalmente aceptados.
- ✍ Todas las partidas que debieran estar en poder de la Empresa a la fecha de cierre del ejercicio, efectivamente lo están.
- ✍ Corrección de los inventarios.
- ✍ Los inventarios no incluyan bienes obsoletos, deteriorados o defectuosos. En el caso de existir estos artículos deberán estar valuados a precios razonables para probables pérdidas, al disponer de estos inventarios obsoletos, defectuosos o de poco movimiento.
- ✍ Los inventarios están presentados correctamente en los estados financieros, es decir:
 - Debidamente clasificados
 - Indicando la base de valuación
 - Método empleado en la determinación del costo de cualquier otro hecho o circunstancia importante, incluyendo aquellos compromisos futuros de compra.

3.3.3 HUMANOS Y CAPACITACIÓN

Uno de los recursos más importantes que tiene una empresa es el humano ya que este es el que genera la riqueza o hace que se pierda.

Willian Ouchi propone que la organización debe dedicar más energía a satisfacer las necesidades de sus recursos humanos. Tanto en plano individual como el grupal.

Valoración del Mantenimiento.

En México desgraciadamente no se reconoce la importancia del Mantenimiento por lo cual no se le da a su personal la jerarquía y sueldo real que implica esta disciplina.

Una inadecuada valoración del personal da una ineficacia en el mantenimiento por:

- ❖ Falta de involucramiento del personal capaz.
- ❖ Incapacidad del personal, acorde con el sueldo.

A la fecha se sigue practicando la elección del jefe de mantenimiento por la antigüedad de éste en el departamento y sin considerar su preparación.

Por lo tanto, si la contratación del personal no se apega estrictamente a los perfiles de los puestos, la eficiencia y productividad del personal se reflejará en errores serios y costosos en el mantenimiento y la producción. Podemos reducir esto mediante la capacitación.

Debemos de evaluar al personal de mantenimiento con cierta periodicidad con esta evaluación podremos ver hacia donde enfocar la capacitación además de conocer el potencial de la mano de obra con que se cuenta.

Mantenimiento es una disciplina en la que se va adquiriendo continua y progresivamente conocimientos. Se admiten aprendices y se hace maestros. Pero también es muy selectivo, ya que no acepta gente sin ganas de progresar son expulsados.

La iniciativa en Mantenimiento es indispensable, pero también se requiere que ésta se concluya.

El área de mantenimiento de la fábrica, cuenta con personal especializado para la resolución de los problemas técnicos, desde: ayudantes, obreros calificados, técnicos e ingenieros; si no se tiene, la capacidad de resolución (por tratarse de tecnología sofisticada, dada la diversidad de maquinaria y equipo con que se cuenta), la dirección realiza contratos con las compañías proveedoras o especializadas en tales equipos.

Destreza

Masakatsu Nakaigawa define la destreza como la “habilidad de realizar una tarea como si fuera una acción refleja”.

Una meta importante del TPM es el elevar los niveles de destreza de los trabajadores.

Tipos de destreza necesarios:

- Atención (habilidad de observar y discernir los fenómenos)
- Juicio
- Acción y tratamiento correcto
- Restablecimiento
- Prevención
- Predicción

Para aumentar el nivel de destreza, son cruciales los siguientes pasos:

📁 Organizar el adiestramiento y definir los conocimientos que requiere la empresa.

El conocimiento tiene una importante clave para intensificar la destreza.

📁 Proporcionar adiestramiento y práctica.

“Saber” difiere bastante de “Hacer”. El adiestramiento y la práctica transforman ese conocimiento en destreza.

📁 Evaluación de la destreza

Se debe verificar los niveles de destreza de los trabajadores en cuanto a exactitud y velocidad.

Cuatro fases en el desarrollo de destrezas
1. No sabe (falta de conocimiento)
2. Sabe pero no sabe como ponerlo en práctica (falta de entrenamiento)
3. Sabe aplicarlo, pero no bien (Práctica insuficiente)
4. Realiza su tarea con confianza y bien (adiestramiento completo)

No es recomendable tener personal demasiado especializado ya que:

- No se aprovecha al 100 %
- Entrenamiento muy largo
- Mayor dependencia de un grupo pequeño
- Reporta monotonía y estancamiento por la dificultad de aprovechar sus conocimientos

Especialización múltiple
◇ Mejor aprovechamiento del grupo de trabajo
◇ Entrenamiento más sencillo y a corto plazo
◇ Permite un medio de controlar las promociones (puestos)
◇ Se moldea más fácil un grupo a la medida de las necesidades de la planta
◇ Se aplican conocimientos esenciales de varias especialidades a un mismo trabajo.

El mantenimiento más sensible en su demanda es en el área electromecánica, por eso debe enfocarse la capacitación a esta área.

Para mejorar a largo plazo la capacidad básica de mantenimiento se requiere de capacitar al personal.

Algunos temas de capacitación del personal de mantenimiento son:

<ul style="list-style-type: none"> • Matemáticas de taller • Interpretación de planos • Mecánica (elementos de maquinas) • Transmisión (engranes, correas, cadenas etc.) • Soldadura • Instalación de equipo y maquinaria • Electricidad básica C.D y C.A. • Electrónica básica 	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretación de diagramas (eléctricos y electrónicos) • Desmantelamiento • Sistemas hidráulico y neumático • Lubricación • Circuitos básicos de control • Otros
---	--

Temas particulares:

• Calderas	• Plantas de emergencia
• Subestaciones	• Motores de combustión interna
• Computadoras	• Otros (necesidades propias)

De la infinidad de temas para capacitación del oficial de mantenimiento, se deberá evaluar las necesidades del departamento y de la empresa así como del nivel deseado de mantenimiento.

Una parte importante del mantenimiento es la supervisión de las actividades, esta supervisión se realiza a través del:

☒ Maestro.

Supervisar el trabajo de sus peones y oficiales.

Realiza su autocontrol

☒ Sobrestante.

Supervisa básicamente el cumplimiento del programa e inversión autorizada; no participa en el detalle técnico del trabajo.

☒ Superintendente.

Conceptualiza el trabajo, Revisa pruebas y supervisa trabajos especiales (mantto. mayores), Presencia las entregas de los trabajos.

Se debe de concretizar al personal de que realice autoinspección y trabaje como una empresa rentable que vende sus servicios a las demás áreas de la Empresa.

La supervisión debe observar el cumplimiento de las normas de seguridad y calidad, con esto se evitara accidentes y retrabajos respectivamente.

Cuando se tiene mantenimiento externo, mantenimiento cubre las funciones de supervisor.

Para obtener la máxima eficiencia y productividad del trabajador en el desarrollo de sus tareas, se requiere de un Sistema que lo controle en sus labores.

Puntos para el control del trabajador

◇ Administrativo:

- Horarios de entrada y salida (tiempo disponible)
- Tiempo ocioso (alimentación, descanso, etc.)
- Faltas por ausencias, incapacidades médicas, permisos personales y vacaciones.
- Redistribución del personal
- Control de tiempo extra

◇ Técnico:

- Ordenes de trabajo
- Evaluaciones periódicas

◇ Cualitativo:

- Calidad de su trabajo
- Capacidad requerida
- Necesidades de capacitación.
- Motivación.

◇ Cuantitativo:

- Disponibilidad de trabajo
- Rendimiento

Medición del trabajo

La medición del trabajo consiste en determinar la duración de una actividad cualquiera, esto da las siguientes **ventajas**:

- ✓ Permite un mejor planeación y programación de los trabajos de mantenimiento.
- ✓ Permite la implementación de un sistema de incentivos, ya que, la medición del trabajo, posibilita la medición del desempeño.
- ✓ Aumenta la productividad del personal de mantenimiento.
- ✓ Reduce las demoras y horas de paro.
- ✓ Permite conocer la composición del trabajo de mantenimiento.
- ✓ Permite evaluar el trabajo y medir carga de trabajo.
- ✓ Mejora la eficiencia por trabajador.

Técnicas De Medición

- a) Estudio de tiempo (cronometraje)
- b) Muestreo del trabajo
- c) Tiempos históricos (desempeño anterior)
- d) Tiempos estándar (tablas)
- e) Estimación (simple, analítica o comparativa)

Se requiere llevar un registro del tiempo por trabajador y por tareas realizadas.

En el momento de hacer las mediciones, registre el número, tiempo y causas de las interrupciones del trabajo, además de clasificar los trabajos en: Rutinarios o permanentes, de índole repetitiva y no repetitiva.

Descripción de puestos en mantenimiento

El personal de mantenimiento debe contar con “sólidos” conocimientos técnicos, de liderazgo y de administración.

Características comunes del personal de mantenimiento son la: Creatividad, analíticos, orgulloso de su trabajo.

En cada empresa existe una organización diferente de acuerdo con las necesidades de cada empresa, por lo cual existe una variación de puestos requeridos para el departamento de mantenimiento, algunos de estos puestos se describen a continuación:

GERENTE DE MANTENIMIENTO

(Debe tener el mismo nivel que el gerente de producción)

Reporta a: Gerencia de planta

Subordinados directos: Jefe de mantenimiento, jefe de planeación y control de mantenimiento, dibujante.

Objetivos del puesto: Administrar el departamento

Características:

- Ingeniero Mecánico, Electricista o Electromecánico.
 - Experiencia mínima de:
 - 5 años en área técnica
 - 3 años en administración
- Técnicamente autosuficiente
- Interactua con proveedores y contratistas
- Responsable de fondos del mantenimiento
- Planea, Programa y controla su departamento y personal
- Liderazgo
- Sistematiza la información
- Determina procedimientos

Funciones específicas:

Administrar el departamento e Interactuar con la dirección para la planeación general de la empresa

Planeación y control de los artículos del almacén.

Planeación de programas anuales de mantenimiento preventivo de las diferentes áreas.

Control y determinación del monto de "caja chica" a disposición del departamento.

Evaluación de proveedores y contratistas además de negociar mejores condiciones.

Contratación de personal y evaluación del ya existente.

Planeación de vacaciones de todo el personal de mantenimiento.

Elaborar presupuesto anual y mensual de mantenimiento

Propone promociones, incentivos y premios al personal de su área

Impulsa el desarrollo del sistema de mantenimiento

Sugiere y desarrolla conjuntamente con capacitación, los cursos, seminarios y conferencias

Define de acuerdo a la ley y lineamientos administrativos, las políticas de rotación de turnos así como vacaciones del personal de mantenimiento tanto de confianza como sindicalizados.

Autorización de tiempos extra.

Investiga sistemas y técnicas modernas de ingeniería y mantenimiento utilizados por empresas similares.

JEFE DE ÁREA

Reporta a: Gerencia de Mantenimiento

Subordinados directos: Supervisor de mantenimiento.

Objetivos del puesto: Administrar su área

Características:

- Ingeniero Mecánico, Electricista o Electromecánico.
 - Experiencia mínima de:
 - 3 años en área técnica
 - 1 años en administración
- Técnicamente autosuficiente
- Interactúa con proveedores y contratistas
- Responsable de fondos de área
- Planea, programa y controla su área
- Liderazgo
- Dirección efectiva de su personal
- Sistematiza la información
- Determina procedimientos

Funciones específicas

Colabora con el gerente de mantto en la elaboración de procedimientos que norman en mantto así como en la programación y planeación del depto.

Responsable de hacer cumplir los programas, rutinas, procedimientos y ordenes de trabajo.

Asigna los trabajos planeados y controla a supervisores.

Elabora y da seguimiento a las requisiciones de compra

Define y propone las necesidades de mano de obra sindicalizada

Supervisa la adecuada utilización de los recursos

Supervisa los trabajos de los contratistas.

Autoriza la salida de refacciones y partes a reparar.

Interviene en la solución de problemas técnicos.

Supervisa la adecuada operación y mantenimiento de equipo critico como subestaciones, calderas, plantas de emergencia, etc.

Tener informado al gerente de mantenimiento de todas las actividades.

PLANEACIÓN Y CONTROL DE MANTENIMIENTO

Reporta a: Gerencia de Mantenimiento

Subordinados directos: Auxiliar de programación.

Objetivos del puesto: Planeación y programación del mantenimiento, elaboración de rutinas de mantenimiento.

Características:

- Pasante de ingeniero Mecánico, Electricista o Electromecánico.
 - Experiencia mínima de:
 - 3 años en área técnica
 - 3 años en administración
- Habilidad para trabajar en equipo
- Comprensión de los sistemas de mantenimiento
- Rasgos de líder
- Metódico y organizado en su trabajo
- Manejo de técnicas administrativas

Funciones específicas:

Colaborar con el gerente y jefe de área para la definición de programas de mantenimiento

Responsable de emitir los programas y rutinas de mantenimiento.

Determinación de los niveles de existencia en almacén, determina junto con el jefe de áreas los niveles máximos y mínimos del almacén

Programa rutinas de inspección, de lubricación y mantenimiento preventivo

Mantiene el sistema de información al corriente.

Corroborar el cumplimiento de los programas de mantenimiento

Elabora el reporte mensual de mantenimiento.

Colabora con el gerente de mantenimiento en la elaboración de presupuestos y planeación del mantenimiento

ASISTENTE DE MANTENIMIENTO

Reporta a: Gerencia de Mantenimiento

Subordinados directos: supervisores o ninguno.

Objetivos del puesto: control y programación del mantenimiento y de la información.

Características:

- Pasante de ingeniería Mecánica, Electricista o Electromecánico.
 - Experiencia mínima de:
 - 1 años en área técnica
 - 1 años en administración
- Habilidad para trabajar en equipo
- Comprensión de los sistemas de mantenimiento
- Metódico y organizado en su trabajo
- Manejo de técnicas administrativas

Funciones específicas:

Colaborar con el gerente y jefe de área para la definición de programas de mantenimiento

Responsable de emitir los programas y rutinas de mantenimiento.

Control de ordenes de trabajo.

Control de asistencias, tiempos extras y vacaciones.

Control de archivos.

Atención a proveedores diversos

Control de reportes diarios

Asistir al jefe de mantenimiento en diversos.

SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO

Reporta a: Jefe de Mantenimiento

Subordinados directos: Albañiles, torneros, mecánicos, cuadrilla de trabajo etc.

Objetivo del puesto: Supervisión de trabajos

Características:

- Técnico Mecánico, Electricista, Electromecánico, industrial.
 - Experiencia mínima de:
 - 1 años en área técnica
- Técnicamente autosuficiente

Funciones específicas:

Solicitar ordenes de trabajo.

Dirigir y ayudar a sus subordinados en los trabajos.

Responsable de la calidad y eficacia de los trabajos.

Asignar a sus subordinados los trabajos que se requieran.

Hacer las anotaciones y observaciones correspondientes.

Revisa que los trabajos de mantenimiento quedan en perfecto orden.

Colabora con sus superiores para la solución de problemas.

Solicita refacciones y materiales para la realización de los mantenimientos.

Exigir a sus subordinados la adecuada utilización de materiales y refacciones.

Responsable de la calidad del trabajo y eficiencia del mismo.

Observar que los trabajadores realicen los trabajos con Seguridad.

Nota: En muchas ocasiones este puesto absorbe otras funciones y responsabilidades recuerde que esto dependerá de las necesidades y políticas de las empresas.

MECÁNICO

Reporta a: Supervisor o al Jefe de área

Subordinados directos: auxiliar o ninguno.

Objetivos del puesto: Realizar mantenimiento correctivo y preventivo.

Características:

- Técnico Mecánico, Electricista o Electromecánico.

-Experiencia mínima de:

- 1 años en área técnica

Conocimientos práctico-teóricos en:

Mecánica industrial, Lubricación, hidráulica, neumática, electricidad básica, soldadura eléctrica y autógena, manejo de máquinas herramientas, Vapor, interpretación de planos mecánicos.

Fusiones específicas

Realizar el mantenimiento correctivo o preventivo que se le asigne así como realizar inspecciones.

Colaborar en otros trabajo que se requieran

ELECTRICISTA

Reporta a: Supervisor o al Jefe de área

Subordinados directos: auxiliar o ninguno.

Objetivos del puesto: Realizar mantenimiento correctivo y preventivo.

Características:

- Técnico Mecánico, Electricista o Electromecánico.

-Experiencia mínima de:

- 1 años en área técnica

Conocimientos práctico-teóricos en:

Electricidad CD y CA, soldadura, motores, arrancadores, transformadores, interpretación de diagramas eléctricos, circuitos básicos de control

Fusiones específicas: Realizar el mantenimiento correctivo o preventivo que se le asigne así como realizar inspecciones.

Colaborar en otros trabajo que se requieran.

3.4 SEGURIDAD E HIGIENE

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

Higiene Industrial

Se refiere básicamente a las secciones de trabajo, que deben estar permanentemente limpias. esto deberá procurarse en forma personal y por área, evitando la acumulación de basura o residuos del proceso productivo que afectan o pudieran afectar la salud.

Seguridad Industrial.

Se considera seguridad industrial, todas aquellas actividades dirigidas a reducir los riesgos que atenten contra el bienestar del trabajador y el funcionamiento adecuado de máquinas, equipos e instalaciones. el propósito del establecimiento de normas de seguridad industrial, es prevenir daños o lesiones dentro de las empresas.

La importancia y objetivos de la seguridad será la preservación de la integridad física para mantener nuestra capacidad de trabajo, para beneficio personal de la empresa y de la familia.

¿ Que es un Accidente?

Accidente es un evento inesperado y no deseado que interrumpe un proceso ordenado. Este causa o pudiera causar daño o lesiones.

La lesión es la culminación natural de una serie de hechos o circunstancias, los cuales dependen unas de otras y todas forman una cadena de la cual algunos eslabones son fortuitos y otros son permanentes. Si esta cadena se interrumpe eliminando las causas permanentes, es decir, las practicas y condiciones inseguras, el accidente puede " evitarse ".

Dependiendo de la empresa pero en general el depto. de mantenimiento es el que cuenta con el mayor riesgo de sufrir un accidente por esto siempre debemos tener presente la seguridad personal y la de los demás.

Hay muchas oportunidades y peligros de que se presenten siniestros en los diversos mantenimientos, lo que implica realizar actividades para evitar siniestros desde el punto de vista técnico, así como de las condiciones generales

en que debe realizarse el trabajo, las cuales deben ser las apropiadas en la medida de lo razonablemente posible. Nuestros movimientos y actitudes deben ser seguros, sin riesgos y adecuados a las instalaciones y arreglos del equipo.

Son tres las razones por las cuales la empresa debe tener un programa de seguridad.

Razón humana

Todos los accidentes afectan directamente al accidentado y a sus familiares, el programa de seguridad evita penas y dolores innecesarios

Razón económica

La presencia de un accidente implica costos de diversos tipos

El accidente provoca interferencia en la producción, la incapacidad del trabajador reduce la fuerza de trabajo, se incrementan cuotas de seguros, multas, indemnizaciones, etc., por lo tanto afecta a los costos

La economía de la familia del accidentado se ve fuertemente afectada

La empresa también registra parte importante del costo de los accidentes al verse afectada por la pérdida de equipo, materia prima y fuerza de trabajo

Razón Legal

Por ley federal del trabajo, el contrato colectivo y el reglamento interno de trabajo imponen obligaciones de seguridad, tanto a la empresa como a los trabajadores

PREVENGA ACCIDENTES SIGUIENDO LAS SIGUIENTES 10 REGLAS.

REGLA # 1 Higiene.

- Todos sin excepción deberemos cooperar para conservar y mantener en condiciones limpias y sanitarias, los baños, taller, w.c., vestidores, etc.
- Tengamos limpieza personal y de nuestro vestuario
- Lavémonos las manos antes y después de tomar nuestros alimentos.

Ello nos ayudara a conservar nuestra salud.

REGLA # 2 Use su equipo de seguridad.

Use adecuadamente su equipo de seguridad, lo protegen contra riesgos en el trabajo.

- Use su casco, lo protege contra impactos y golpes.
- Use lentes de seguridad, lo protegen contra chispas, basuras, polvos del ambiente, proyección de líquidos, aire comprimido, rebabas y todo tipo de partículas.
- Use la careta, al realizar trabajos de soldadura.
- Use la mascarilla, guantes y ropa adecuada para preservar su integridad física, no se exponga.
- Use zapatos de seguridad, lo protegen contra toda clase de golpes.
- Use el equipo de seguridad que le indique el supervisor.

REGLA # 3 Orden y limpieza

- Mantenga orden y limpieza en el área de trabajo.
- Recuerde que el infringir esta regla constituye una de las cinco causas más comunes de accidentes e incendios.
- Tenga cuidado de no derramar aceite u otra substancia en el piso, escaleras, etc. esto puede causar accidentes.
- Asegúrese de no olvidar herramienta en el área de trabajo o dentro de las maquinas o equipos.

REGLA # 4 **Actos inseguros**

Un gran porcentaje de accidentes son ocasionados por uno mismo.

Se debe concientizar al personal de prevenir accidentes a través de tener en mente “seguridad ante todo”

Evite acciones inseguras como son:

Nunca trate de alcanzar algo por encima de partes móviles de una máquina tales como flechas, poleas, etc.

Mantenga sus dedos y manos alejados de las partes en movimiento de la maquinas.

No los utilice para su aseo personal vapores, reactivos, solventes y aire comprimido, cualquiera de estas cosas puede ser peligrosa.

Juegos, bromas y maldades.

No juegue ni haga bromas que pongan en peligro la integridad física de sus compañeros no lo haga mientras este trabajando.

Para su protección evite correr dentro de las instalaciones.

Prendas y alhajas

No use anillos, esclavas y collares en el desempeño de su trabajo, así como ropas rotas, sueltas (desabrochadas) o desgarradas, corbatas que puedan enganchar o atorar en la maquinaria en movimiento, mantenga siempre abotonadas sus prendas de vestir.

Puertas y pasillos

No se estacione cerca de puertas y pasillos y en general en lugares donde afecte a los demás. Abra las puertas despacio para evitar el golpear accidentalmente a otra persona.

Preocupaciones son causa de muchos accidentes.

Cargas suspendidas

Nunca se pare o pase por debajo de cargas suspendidas ni debajo de personal trabajando en sitios elevados.

Escaleras y azoteas

Tome sus precauciones al subir o bajar escaleras nunca lo haga corriendo tome siempre el pasamanos y bájelas o súbalas despacio nunca use escaleras portátiles defectuosas.

REGLA # 5 Condiciones inseguras

La causa de accidentes se debe a la existencia de condiciones inseguras ayude a corregirlas, informe de inmediato a su supervisor sobre cualquier condición insegura que encuentre en su área de trabajo o bien dentro de las instalaciones, esto servirá para protección suya y de sus compañeros de trabajo.

Cuando encuentre una condición peligrosa estúdiela, si se trata de una maquina y equipo haga una lista de cada paso de la operación y anote todo aquello que pueda causar accidentes, estudie la posibilidad de implementar botones de paro, etc.

Una condición insegura son las áreas confinadas

Áreas confinadas son aquellas que por su tamaño y forma solo permite que una persona pueda entrar en ella y esto a través de un hueco limitado, verifique antes de entrar la atmósfera (esta puede ser dañina para la salud) y la existencia de aire, así como materiales que provoque quedar atrapado. Algunas de estas áreas son reactores, tanques, calderas, trincheras, etc.

Al entrar en estas áreas pida que otra persona lo asista.

REGLA # 6 Movimiento de materiales

Para levantar un objeto pesado procure siempre mantener su espalda lo más vertical posible y hacer el esfuerzo con músculos de las piernas y no con los de la espalda. Asegúrese que los materiales que pueda cargar no tengan bordes cortantes, en caso de que el material sea muy voluminoso y pesado pida ayuda.

Como levantar objetos en forma correcta

1. Utilice su faja para cargar objetos, zapatos de seguridad y guantes.
2. Posición adecuada:
Párese en posición firme, separe los pies. La punta de los dedos hacia afuera.
3. Doble las rodillas:
No doble la espalda, mantenga en mente los principios del apalancamiento siempre. No cargue más de lo necesario.

4. Apriete los músculos del estómago
Los músculos abdominales apoyan a su columna vertebral al levantar objetos, balancee el objeto al cargar, entrene los músculos a trabajar en equipo.
5. Levante con sus piernas
Permita a las piernas (músculos fuertes) hacer su trabajo en el levantamiento, no así a la espalda (músculos débiles).
6. Mantenga la carga pegada al cuerpo
No separe la carga de su cuerpo, entre más cerca de su columna menos esfuerzo a su espalda.
7. Mantenga su espalda recta
Ya sea al levantar o bajar la carga. Nunca añada el peso de su cuerpo a la carga.
8. Mueva horizontalmente
Nunca verticalmente, no torcer su cuerpo mientras cargue.

Cuando se tenga que trasladar algún equipo ya sea por grúa, montacargas, etc. no lo eleve mucho manténgalo a 10-20 cm del suelo. Evite el bai-ben.

REGLA # 7 **Herramientas.**

Use siempre las herramientas adecuadas para cada tipo de trabajo que desempeñe.

Conserve sus herramientas limpias, ordenadas y seguras para el desempeño de su trabajo.

No utilice los dientes u otra parte de su cuerpo como herramienta

REGLA # 8 **Maquinaria**

Asegurese que el personal de producción de que esta usted trabajando en ese equipo en específico.

Coloque candados y tarjetas de seguridad para evitar que pongan en marcha el equipo.

Nunca ajuste, repare o ponga en marcha a la maquinaria sin previo aviso.

Nunca repare, engrase o limpie la maquinaria en movimiento, deténgala siempre.

Si no conoce la maquina estudie o pregunte su funcionamiento (movimientos que esta realiza).

Si quita las guardas de protección a bandas, engranes, flechas o catarinas no olvide ponerlas.

Respete siempre los avisos de seguridad en las maquinas.

Tenga precaución con la energía residente del equipo o maquina (esta permanece almacenada aun después de cortar el suministro de energía)

Bloqueo y colocación de tarjetas en las maquinas que se están reparando para evitar que se accione el equipo accidentalmente.

Colocar bloqueo en partes de sistemas hidráulicos, neumáticos etc. que puedan moverse por falta de energía.

Al terminar el trabajo retire tarjetas, bloqueos y herramientas.

REGLA # 9 **Incendios.**

Si se da cuenta de algún incendio primero de la voz de alarma, luego trate de apagarlo con el extinguidor apropiado.

Los lugares donde se encuentra el equipo contra incendio, deberán conservarse libres de obstrucción y en condiciones de fácil acceso.

Mantenga siempre los pasillos y salidas de emergencia totalmente despejados.

Líquidos inflamables: no los traslade de las instalaciones a menos que lo haga en recipientes seguros y utilizando el transporte adecuado no los derrame sobre el piso.

Los lubricantes son inflamables y debe tenerse especial cuidado para evitar que se encienda.

Las ropas grasosas o aceitosas, son especialmente inflamables.

Los lubricantes deben mantenerse retirados de los tanques de oxígeno, podría ocurrir una violenta explosión si el aceite o grasa se pone en contacto con el oxígeno a presión.

Otras causas de incendio son las siguientes:

- ✎ Cigarros y cerillos: no fume en áreas prohibidas.
- ✎ Equipo de soldadura: no lo use inadecuadamente.
- ✎ Estufas, calentadores y toda clase de equipo con alta temperatura
- ✎ Eléctrico: revise que se encuentren en buen estado antes de utilizarlos; no olvide desconectar al terminar su turno de trabajo.
- ✎ No permita instalaciones provisionales.

Cuando soldé revise cables y mangueras y prevenga que alguna chispa pueda causar un incendio, haga pruebas de explosividad.

REGLA # 10 Accidentes

Cuando se presente un accidente ponga a la persona accidentada fuera de peligro (esto solo si se encuentra estando en peligro).

A menos que sea estrictamente necesario nunca mueva a una persona inconsciente o seriamente lesionada. Si la mueve puede agravar su lesión.

Busque alguna persona capacitada para dar los primeros auxilios y avise a su supervisor o al departamento de seguridad.

Cuanto más pronto se atienda la lesión menos posibilidad habrá de consecuencias graves.

Tenga un directorio de telefónico de emergencia a la vista de todos.

Establezca rutas de evacuación.

Se deben de investigar las causas de accidentes y enfermedades profesionales y sugerir medidas oportunas para prevenirlos.

Procura poner en practica iniciativas y programas para prevenir los riesgos y accidentes en el trabajo.

Hay más accidentes y siniestros donde falta comunicación (en forma vertical y lateral).

Sr. Heinrich analizo aproximadamente 500 mil casos y obtuvo resultados que se muestran abajo donde podemos darnos cuenta que la relación de los accidentes y siniestros (accidentes quiere decir que no hay daño humano, pero el siniestro si)

Principios de Heinrich

Accid. y siniestros Grandes. 1(1,666 casos)
Accidentes y siniestros leves 29 (48,334 casos)
Accidentes (susto y miedo) 300 (500,000 casos)

Como se puede observar que, cometiendo el mismo acto inseguro, el siniestro mayor de muerte, no se presenta más de una vez en 330 veces, en la misma forma el accidente y siniestro leve se presentan 29 veces en 330: las 300 veces restantes aún habiendo actos y situaciones peligrosas, significa que no se han presentado accidentes ni siniestros.

Cuando se presenta un siniestro, quiere decir que se cometía o se comete un acto inseguro intencional o inconscientemente.

Hay necesidad de llevar a cabo medidas de seguridad desde ambos aspectos: equipo y hombre tomando en cuenta el acto peligroso del hombre y la situación insegura de los equipos.

Causas de accidentes

• Interruptor on, off por tercera persona.
• Falta de coordinación en cuanto a las señales durante la operación en conjunto.
• Contacto a los switches de control o el switch se pone en on por causas desconocidas.
• Energía residual de las máquinas.
• Desplazamiento y posición incorrecta de paro.
• Verificación errónea del funcionamiento de operación automática
• Operación errónea del equipo
• Desconocimiento del funcionamiento

Elimine el estado inseguro de los equipos.

1) Lograr la seguridad intrínseca (diseño para la prevención de seguridad), desde la etapa de diseño y fabricación de los equipos incluir el concepto de seguridad, quiere decir que aunque crean condiciones inseguras, hacer que los equipos tengan funciones que garanticen la seguridad.

2) "Falla Segura"

Se refiere al diseño para que se pueda mantener el estado seguro del equipo aunque se presenten fallas.

3) A prueba de error "Fool Proof"

Medidas para que no haya movimientos erróneos donde interviene el hombre, o que no haya falla de equipo aunque haya movimiento erróneo.

Cree una cultura de seguridad.

Debe de existir una capacitación de seguridad por ejemplo organice charlas de seguridad de 10 minutos una vez por semana.

Es importante hacer costumbre por adiestramiento repetido, crear un ambiente de trabajo donde no se deje pasar por alto los pequeños actos inseguros.

Es conveniente y en algunos casos se exige que el área de trabajo este bajo un control visual de colores y letreros de advertencia y/o de identificación.

(Colores de peligro. identificación de tubería, señales, códigos, etc.)

Integración Del Sistema De Mantenimiento

La integración del sistema de mantenimiento para una empresa puede considerarse como un proyecto que a grandes rasgos consta de tres etapas fundamentalmente:

PREPARACIÓN: * Diseño y/o revisión del Sistema de Mantenimiento así como de los formatos empleados en mantenimiento
* Base de datos de mantenimiento preventivo.
* Formación de base de datos en general.
* Preparación del programa de mantenimiento.
Como resultado de esta etapa, el sistema esta listo para usarse. Es posible iniciar la captura ininterrumpida y obtener datos de historia.

PRUEBA: Obtención de reportes mensuales y análisis de resultados.
Esta etapa se caracteriza por la plena utilización del sistema al nivel de usuario. Es posible acceder información, para construir modelos de toma de decisiones y se tienen documentados varios períodos para su análisis.
Puede tomar uno o dos meses a partir de la integración de la primera etapa, después de esta etapa se hacen las modificaciones pertinentes al sistema para su implantación.

CONTROL: Elaboración de gráficas de control y construcción de modelos de confiabilidad.
Supervisión del cumplimiento del programa maestro anual del mantenimiento
En esta etapa el control estadístico del desempeño es llevado a cabo para evitar desviaciones y buscar la mejoría.
La gerencia puede basar ciertas decisiones basándose en éstos y en los reportes mensualmente generados.

4.1 PLAN DE IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO

Etapas Iniciales De Implantación De Un Sistema De Mantenimiento.

- a) **Vender el concepto de MP a la gerencia y a producción**
- b) **Obtener la autorización de la Dirección General**
- c) **Informar**

Organizar una reunión informativa/explicativa con el personal de mantenimiento y producción.

En esta reunión con producción y mantenimiento, el responsable de mantenimiento deberá:

- Explicar las necesidades de la implementación del mantenimiento preventivo.
- Dejar claro que los beneficios del mantenimiento preventivo son a mediano plazo (después de varios meses).
- Resaltar la importancia del cumplimiento del programa anual del mantenimiento preventivo.
- Explicar detalladamente, con un lenguaje franco y claro, como funcionará el sistema de mantenimiento preventivo y cual será la participación de los trabajadores en su diseño e implantación.
- Establecer definiciones, principios y conceptos.

- d) **Recopilación de información en general**

- Recopilar información sobre los bienes físicos de la empresa que demandan mantenimiento.
- Determinar los elementos tecnológicos de cada equipo, sistema, subsistema, partes y puntos de lubricación, que deben ser revisados para mantenimiento preventivo.
- Determinar requerimientos humanos para cubrir el mantenimiento.
- Hacer un recorrido por las áreas de la empresa con cada jefe de área para que exponga sus problemas de mantenimiento (hacerlo periódicamente).

e) Plantear objetivos.

- Formular o reformular los objetivos para dirigir las soluciones a los problemas reales.
- Preparar un plan formal a fin de alcanzar los objetivos.

f) Análisis del Sistema

Estudio del Sistema de Mantenimiento existente:

- Condiciones del medio que interactua con éste
- Detectar todos los factores que causan los problemas en mantenimiento.
- Determinación de los ajustes necesarios (mejoras)
- Revisión de procedimiento de MP.

Para lo anterior es necesario tomar en cuenta, las variables críticas que pueden ser las siguientes:

- Condiciones de operación de los equipos.
- Tipo, modelo, edad de la maquinaria, etc.
- Calificación o capacidad de la mano de obra de mantenimiento y de producción.
- Rotación del personal
- Política de la empresa.
- Ritmo de producción.
- Revisar o establecer el sistema de identificación de los equipos
- Inventariar e indentificar los bifs.

g) Diseño y/o revisión de formatos

Un sistema eficiente de mantenimiento preventivo requerirá de formatos: Los cuales están en función de las necesidades de cada empresa, algunos de estos son:

- Ficha técnica

- Hoja de inspección
- Solicitud de trabajo
- Requisición y devolución de materiales
- Reportes periódicos.
- Etc.

h) Determinar tipos y frecuencias de mantenimiento que se aplicaran a cada bif así como ubicar elementos tecnológicos por bifs.

Seleccionar los equipos que se incluirán en cada tipo de mantenimiento.

Determinar que y para que Inspeccionar, Lubricar, Ajustar, Reemplazar

La frecuencia y elementos de inspección se determinan sobre la base de 5 fuentes principales de información:

- Recomendaciones de los fabricantes y proveedores.
- La experiencia del personal de mantenimiento y de producción.
- Los registros históricos del Depto. de Mantenimiento
- Experiencia y recomendaciones de otras empresas.
- Existencia de equipo de remplazo y/o relevo.

En un inicio solo se tomaran los equipos críticos (los que causan paro de planta, ponen en riesgo la salud y los de costosas reparaciones). Posteriormente se irán integrando gradualmente otros bifs al sistema hasta que todos los equipos factibles de MP se incluyan.

Determinar además procedimientos, mano de obra, tiempo, materiales y apoyos como son herramientas o equipos especiales para realiza los MP.

i) Análisis de los beneficios:

Hacer una representación gráfica y/o matemática del comportamiento del sistema de mantenimiento, el análisis de éste, nos da la pauta a realizar las mejoras o cambios necesarios para el logro de los objetivos planeados.

Evaluar Costo-beneficio

- Tangibles
- Mayor producción, a largo plazo menor costo de mantenimiento
- Intangibles

Mejor imagen, mayor esperanza de vida de la empresa

Operatividad de las partes del sistema

j) Control del Sistema

Utilizando las hojas de inspección (previamente diseñadas) y ordenes de trabajo así como la revisión del cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo.

Determinar el tiempo de realización para cada mantenimiento preventivo.

Llenar las hojas de inspección (check list.)

Nota: llevar al día expedientes y registros incluir los costos por mantenimiento.

k) Periodo de prueba.

El primer programa anual del mantenimiento preventivo deberá incluir un período de prueba, principalmente para poner a prueba los formatos y específicamente las hojas de inspección. Al final del período de prueba, se harán las modificaciones necesarias a los formatos y a las hojas de inspección.

i) Implementación del sistema.

Se hará después del período de prueba y de preferencia sin interrumpir su funcionamiento ni un solo día. (Anualmente se tiene que revisar junto con producción el programa maestro anual)

m) Evaluación del Sistema:

La elaboración de los reportes periódicos, presentan un resumen de los resultados obtenidos con la implementación del mantenimiento preventivo nos da:

- Comparación de los resultados real contra lo planeado
- Definición de las medidas correctivas necesarias
- Puntos para evaluar el desempeño del departamento

n) Planeación del Sistema a largo plazo, debe considerar:

- Proyección de las necesidades futuras de la Empresa
- Requerimientos futuros del mantenimiento
- Previsiones para las contingencias del Sistema

Para conseguir un buen programa de mantenimiento, el sistema deben de existir:

a) Clara especificación de las ventajas.
b) Información exacta del historial de cada máquina
c) Plena utilización del personal de mantenimiento
d) Buena calidad del mantenimiento
e) Información exacta del mantenimiento y de los movimientos
f) Control general efectivo del sistema
g) Adecuada flexibilidad del sistema

Un sistema de mantenimiento esta influido por muchos factores, y el éxito de todo esquema depende de la completa cooperación entre los diferentes departamentos de la empresa con mantenimiento.

4.1.1 PROGRAMA DE IMPLANTACIÓN

Se deberá programar y considerar como un proyecto la implantación de sistema de mantenimiento y como tal requiere de una inversión y un estudio particular para las necesidades propias de cada empresa se deberán definir los recursos materiales, humanos y de tiempo.

Desde un inicio se deben definir los objetivos del sistema.

Las etapas enunciadas en el capítulo 4.1 deben de calendarizarse (ver cap-1) y llevar un seguimiento celoso de las mismas.

La información que se irá recabando será la base para el análisis de las actividades de mantenimiento y para la toma de decisiones.

Se requiere de conocer los bif a cargo de mantenimiento, lo que se logra mediante un inventario de los bienes.

4.1.1.1 INVENTARIO

Es esencial y fundamental saber y conocer con que maquinaria y equipo se cuenta y con el que se va a trabajar, pero más importante aún resulta el hecho de registrarlo.

En general se cuenta con el inventario de la empresa realizado por Contabilidad, pero generalmente este no detalla los datos necesarios que requiere mantenimiento por lo cual mantenimiento debe complementarlo.

Se deben identificar (codificar) a los bifs con letras y/o números, fáciles y mnemotécnicos que indiquen su localización, importancia, etc.

El inventario existente es un elemento de referencia, base para la realización del levantamiento físico de los bienes de la empresa.

Adicionalmente se requiere de un "inventario operativo", integrado por las partes importantes de los bif.

Hoja de inventario: Resume datos de la partida para mantenimiento como son: precio de compra, fecha de adquisición, número de identificación, fabricante, etc. Se provee datos de repuestos (bandas, cojinetes, etc.) motores eléctricos, accesorios y auxiliares.

Inventario del Bif debe incluir

- Fecha de adquisición
- Proveedor
- Codificación de la empresa. (Transcripción de un texto en una serie de signos gráficos)
- Descripción breve
- Ubicación
- Responsable
- Valor de compra
- Valor actual (reexpresado).

Inventario Operativo incluye:

- Partes
- Componentes
- Sistemas
- Materiales
- Equipo de respaldo
- Refacciones

Podemos clasificar los bifs por:

- ⇒ Equipo fijo y semifijos
- ⇒ Mobiliario de volumen considerable
- ⇒ Bienes de:
 - Alto costo
 - Alta especialidad
 - Alto riesgo
 - Operación fundamental

4.1.2 LEVANTAMIENTO

Se requiere de hacer un levantamiento tanto de los bifs como de almacén(nes) a cargo de mantenimiento, si ya existe un levantamiento este solo se debe actualizar.

Se requiere de un plano general de la empresa analizarlo y localizar el equipo por: función principal, parte en el proceso, gravedad por su falla.

Durante el levantamiento se pueden captar las condiciones físicas de los bif, aunque en forma superficial por ser otro su objetivo.

Objetivos del Levantamiento:

- ✳ Verificar el Inventario
- ✳ Ubicación actual de los bienes físicos dentro de la Empresa.
- ✳ Conocer su instalación
- ✳ Determinar la magnitud de la aplicación del mantenimiento
- ✳ Determinar el tipo de control de Inventario
- ✳ Establecer en forma preliminar las condiciones físicas de los bifs para estimar el trabajo de mantenimiento por efectuar.

Observaciones del Levantamiento de Equipos	
	Satisfactorio
	Requiere de ajuste que no pueda efectuarse en el monto de la revisión.
	Requiere cambio o reparación
	Falla que se corrigió en el momento de revisión.
	Fuera de servicio
	Reubicado

Es necesario efectuar el levantamiento de los bienes físicos de la empresa en aquellos casos en que el inventario:

- No existe.
- Se estima que no es confiable
- Se requiere actualizarlo.

El procedimiento más común para realizar el levantamiento es a través del recorrido de la empresa. Considerando como punto de partida el inventario, al llevar a cabo el levantamiento, el recorrido tiene por objetivo visualizar precisar y ajustar los conceptos analizados en forma integral.

Este recorrido generalmente se efectúa sobre la base del siguiente criterio secuencial:

- Por niveles ascendiendo.
- En sentido directo (contrario a las manecillas del reloj).
- De derecha a izquierda a partir del acceso al piso.

Codificación de los bif de la empresa.

Se debe tener definida una codificación (clave y número económico) para su identificación, considere:

- Tipo de bif
- Localización (piso o por área)
- Aplicación
- Incremento de equipo o elementos.

En caso de existir planos es conveniente empatar la codificación con la notación de éstos.

Marcaje de los bif.

El objetivo es su identificación y en el momento del levantamiento se debe marcar cada elemento mediante:

- Grabado.
- Número de golpe
- Placas metálicas de identificación.
- Pintura de esmalte

En el levantamiento se toman las características de cada equipo y se registra su estado actual, para lo cual se llena un formato en el que se incluye:

- ◆ Nombre del equipo:
- ◆ Departamento:
- ◆ Localización:
- ◆ Marca y modelo:
- ◆ Datos de placa:
- ◆ Número de motores y características de estos:
- ◆ Auxiliares (o periféricos):
- ◆ Características de los auxiliares:
- ◆ Tipo de energía que alimenta el equipo:

4.1.1.3 DIAGNÓSTICO DE EQUIPO

A partir del diagnóstico físico de los bienes, se determinan las tareas necesarias para modificar el nivel de Servicios, definiendo básicamente las reparaciones.

El objetivo del diagnóstico de los Bif es conocer sus condiciones físicas y establecer las acciones necesarias para adecuar los bienes a las condiciones requeridas con base a la calificación propuesta

El diagnóstico del equipo puede ser superficial o como en el mantenimiento Predictivo más a fondo a través de instrumentos para medir el grado de deterioro del equipo.

Conociendo el equipo y el personal es posible determinar la capacidad disponible de mantenimiento.

Generalmente, es poco práctico medir directamente la condición física de un equipo o grupo de equipos en un momento dado, en la mayoría de los casos esto requeriría que se desarme la maquinaria y se inspeccione los diferentes componentes del equipo. Un procedimiento más practico es a través de condiciones promedio del equipo durante un periodo de tiempo, se toman algunos síntomas característicos, tales como: número de desperfectos, cantidad de producción, calidad de la producción y aspecto exterior de la maquinaria.

Resultados del Diagnóstico

- ⊗ Estado del bif
 - ✓ Nivel actual de operación de los bif
 - ✓ Nivel necesario para la adecuada operación
 - ✓ Fuera de servicio
- ⊗ Planeación del Mantenimiento (preventivo)
 - ✓ Mantenimiento desarrollado por: personal propio y por contratistas
 - ✓ Prioridad de mantenimiento
 - ✓ Bif a incorporar en los diferentes programas de mantenimiento.
- ⊗ Planes de acción inmediata (mantenimiento correctivo)
 - ✓ Bif que lo requieran
 - ✓ Determinación de bienes que requieren de un diagnóstico detallado.
- ⊗ Reemplazo del Bif
 - Justificados en su diagnóstico y en el historial del mismo.

4.2 DIAGRAMA GENERAL DE PROCEDIMIENTOS EN MANTENIMIENTO

Para el desarrollo y control de las actividades de mantenimiento se proponen los siguientes diagramas y formatos.

En la actualidad existe la orden de trabajo que hace las veces de solicitud de trabajo pero esta no es utilizada ya que no se sabe, ni como llenarla, ni para que nos servirá.

Por lo anterior se proponen inicialmente una solicitud y orden de trabajo fundamentales para el control, mejoramiento y evaluación del departamento como de su personal. Los datos se utilizaran para el reporte mensual de mantenimiento que también se propone, se da el diagrama de flujo que seguirán éstos.

A continuación se presenta la solicitud de orden de trabajo propuesta para un laboratorio.

SOLICITUD DE TRABAJO		No. :	
DEPARTAMENTO :	SOLICITADO POR	FECHA : / / 96	
MAQUINA O EQUIPO	FALLA CAUSO : PARO DISMINUCION	# DE PRODUCTOS Lotes	
LOCALIZACION :	FECHA PARA TRABAJAR : AL / / 96	PRIORIDAD : Dias	
TRABAJO SOLICITADO :			
OBSERVACIONES :		AUTORIZA:	
		RECIBE :	FIRMA :
		FECHA :	

Procedimiento:

1. La persona que detecte una falla (generalmente el operador) realizará el llenado de la solicitud de mantenimiento.
2. El Jefe de área revisara que la solicitud sea clara y con datos correctos y firma de autorizado.
3. La solicitud(es) se entregara al departamento de mantenimiento en cualquier momento y por cualquier persona. (Por ejemplo, ésta puede ser entregada cuando se vaya al comedor o entregarla a cualquier persona de mantenimiento).
4. El personal de mantenimiento cuando concluya su trabajo le pedirá que firme de recibido (previa revisión del trabajo concluido).

Nota: (revise que no se deje herramientas en el área o desconectado algún equipo)

Nota: No se atenderán solicitudes de mantenimiento verbales a menos que se trate de una emergencia, para lo cual se hará la solicitud de mantenimiento mientras se realiza el trabajo.

Si solicita directamente un trabajo al oficial de mantenimiento, este deberá ser simple (no más de 2 horas de trabajo), siempre y cuando no interfiera con las actividades designadas a éste.

Se deberá entregar al oficial de mantenimiento la solicitud de este trabajo, completamente elaborada (firmada de: autorizada y de recibido). Posteriormente el oficial de mantenimiento elaborara su orden de trabajo para ser entregada junto con la solicitud.

Instructivo de elaboración de solicitud de mantenimiento.

No	Dice	Responsable	Se anotará
1	No.	Jefe o asistente de mantenimiento	El número de solicitud de trabajo. Este debe ser igual a la orden de trabajo (foliar al mismo tiempo).
2	DEPARTAMENTO	Solicitante	Nombre del departamento que solicita el trabajo.
3	SOLICITADO POR	Solicitante	Nombre de la persona que solicita el trabajo generalmente es el operador
4	FECHA	Solicitante	Fecha en la que se elabora la solicitud (trate de entregar la solicitud el mismo día)
5	MAQUINA O EQUIPO	Solicitante	Nombre del equipo o máquina para quien se solicita la reparación o revisión.
6	FALLA CAUSO	Solicitante	Indique si la falla provocó paro total o puede seguir trabajando con dificultad (disminución).
7	# DE PRODUCTOS	Solicitante	El # de productos (lotes) en el que intervendrá el equipo en los próximos 30 días.
8	LOCALIZACIÓN	Solicitante	Indique la localización de la falla o del equipo cuando pudiera existir confusión.
9	FECHA PARA TRABAJAR	Solicitante	Proponga según su programa de producción la realización del mantenimiento. Esto solo si existe algún inconveniente de que se realice cualquier día ej. 3 al 5 / agosto (Se quiere indicar la hora para trabajar, se anotará en observaciones).
10	PRIORIDAD	Solicitante	Tiempo que puede esperar la reparación en días.
11	TRABAJO SOLICITADO	Solicitante	Indicar la falla que se ha presentado, indicar si es una revisión por la presencia de alguna anomalía (ruido, vibración, incremento de temperatura, olor etc.) o es una falla que impide el correcto funcionamiento, detalle la falla.
12	OBSERVACIONES	Solicitante	Explique como apareció la falla indique posibles causas o de alguna observación de como evitar que vuelva a aparecer.
13	AUTORIZA	Jefe de área	Nombre o firma de quien revisa. (Verifique que se halla elaborado correctamente la solicitud, corrobore la prioridad y # de productos)
14	RECIBE	Solicitante o Jefe de área	Nombre de la persona quien recibe el trabajo.
15	FIRMA	Solicitante o Jefe de área	Firma de la persona que recibe el trabajo
16	FECHA	Solicitante o Jefe de área	Fecha en que sé esta recibiendo el trabajo.

Nota: Haga del conocimiento de este formato así como de su llenado a todos sus subordinados.

Orden de trabajo

A continuación se presenta la orden de trabajo propuesta para un laboratorio.

Productos Farmacéuticos, S.A. de C.V.		ORDEN DE TRABAJO		No. :	
OFICIAL(ES):			Fecha: /96		
ACCIONES TOMADAS:			Hora		
Observaciones:					
Relaciones y Materiales:					
Herramientas:			Concluid	Si	No
			Fecha: / /96		
			Hora		

El departamento de mantenimiento deberá tener 2 ficheros en donde se captarán las solicitudes y órdenes de trabajo.

En una se tendrán solicitudes nuevas (solicitudes que van llegando al departamento), las solicitudes que se están realizando y las que se tienen ya programadas (debidamente separadas).

En el segundo fichero se tendrán las solicitudes engrapadas con su orden de trabajo terminadas y las solicitudes con su orden de trabajo que se suspendieron por algún motivo y están pendientes.

Mensualmente estos ficheros se revisan y archivan, los datos de éstos se usaran en el reporte mensual.

Compilación de las OT terminadas y anotación de los costos y servicios: nos sirve como antecedente para la planeación tiempo, costo, trabajo y materiales.

Procedimiento:

1. Los trabajos solicitados serán ponderados por el jefe de mantenimiento.
2. El jefe de mantenimiento planea, los trabajos, así como los recursos necesarios para realizar éstos.
3. Clasificar y programar las ordenes de trabajo.
4. Se elabora la orden de trabajo asignando al personal correspondiente mediante la entrega de la orden de trabajo las cuales deberán estar foliadas con el mismo número.
5. Jefe de mantenimiento expedirá la orden llenando los siguientes espacios: Oficial, fecha, hora en que se entrega al oficial correspondiente, en este momento es foliada la solicitud y orden de trabajo con el mismo número y se entrega al oficial.
6. Se registra en el diario de ordenes de trabajo el cual resume las solicitudes y ordenes de trabajo.
7. El oficial en el momento de recibir la orden se compromete a realizar la reparación y devolver la orden y solicitud correctamente elaborada.
8. Si el oficial asignado para el trabajo no puede continuar con éste, el oficial deberá entregar la orden indicando el avance del mismo así como la hora y fecha en que se suspende.
9. El jefe de mantenimiento asignará a otra persona dando una nueva orden de trabajo pero con el mismo folio. (Nota: podrá ser el mismo oficial)
10. Las herramientas se pedirán a través de la orden de trabajo y las que se vayan entregando se cancelarán por medio de un sello de entrega. Nota: Si la herramienta no existe o esta prestada se indicará esta situación.
11. Las refacciones y materiales serán solicitados a través de la orden de trabajo.
12. Las ordenes de trabajo terminadas se irán resumiendo en un expediente por equipo.
13. Se formará un historial de los bif en el que se incorporan las reparaciones más importantes así como los costos que ocasionado (así como el número de horas-hombre)
14. Archivar ordenes y solicitudes de trabajo así como las requisiciones.
15. Registrar en el expediente del equipo la falla y herramientas utilizadas

El personal de mantenimiento deberá indicar el trabajo para el cual requiera el material (# de orden) y si por alguna razón no se consumen o se consumen parcialmente deberá indicarlo y devolver el sobrante al almacén.

Nota: En un principio las órdenes de trabajo terminadas se agruparán por departamentos y posteriormente se irán haciendo expedientes por cada bien físico.

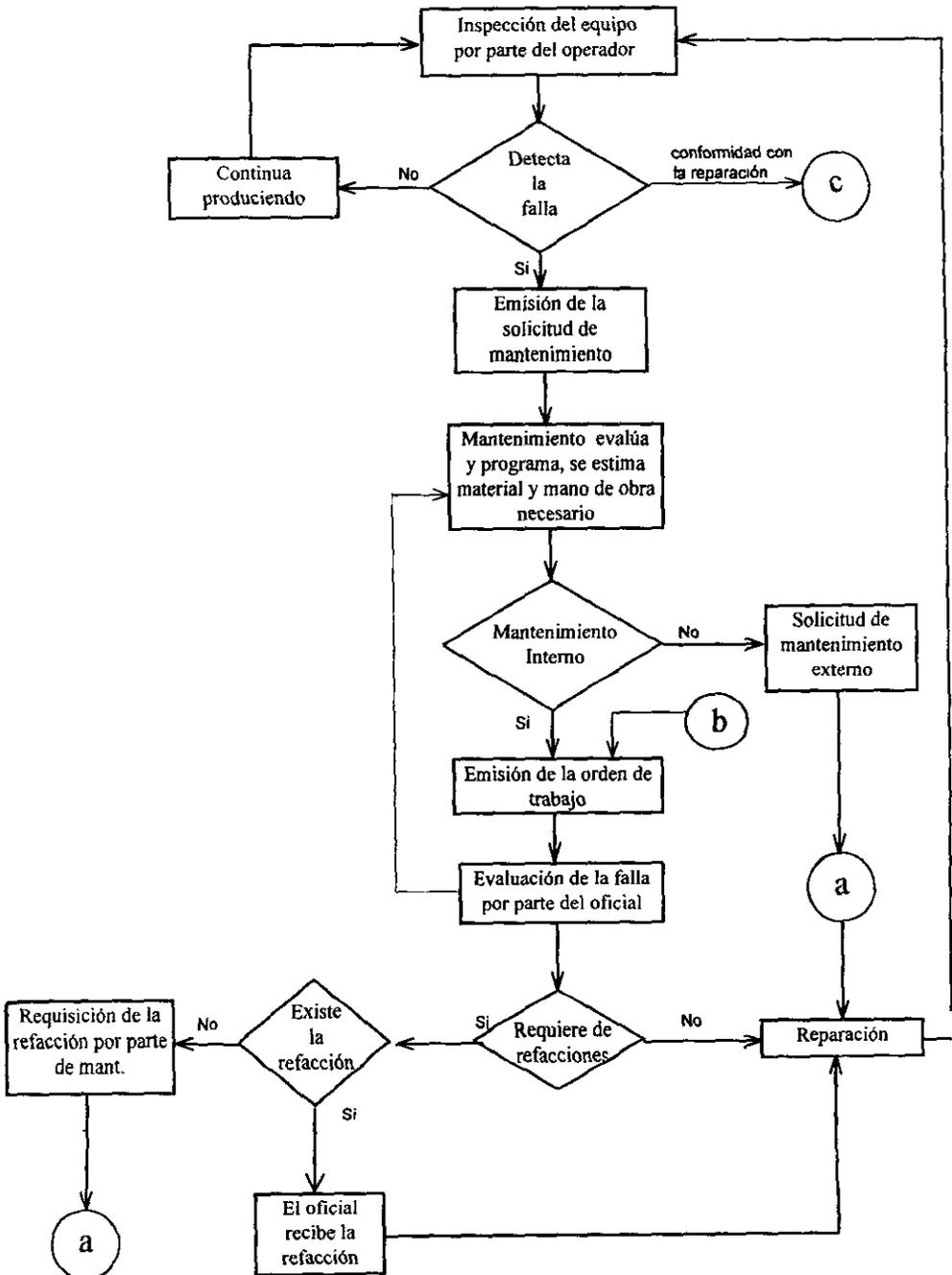
Si el oficial es asignado a otro trabajo cuando ya este realizando uno, pero continuará con él, el mismo día, no será necesario entregar la orden de trabajo, solo indicar la hora en que suspendió y la hora en la que reanuda el trabajo, así como el número de orden por la que interrumpe el trabajo esta lo puede anotar en el espacio de observaciones.

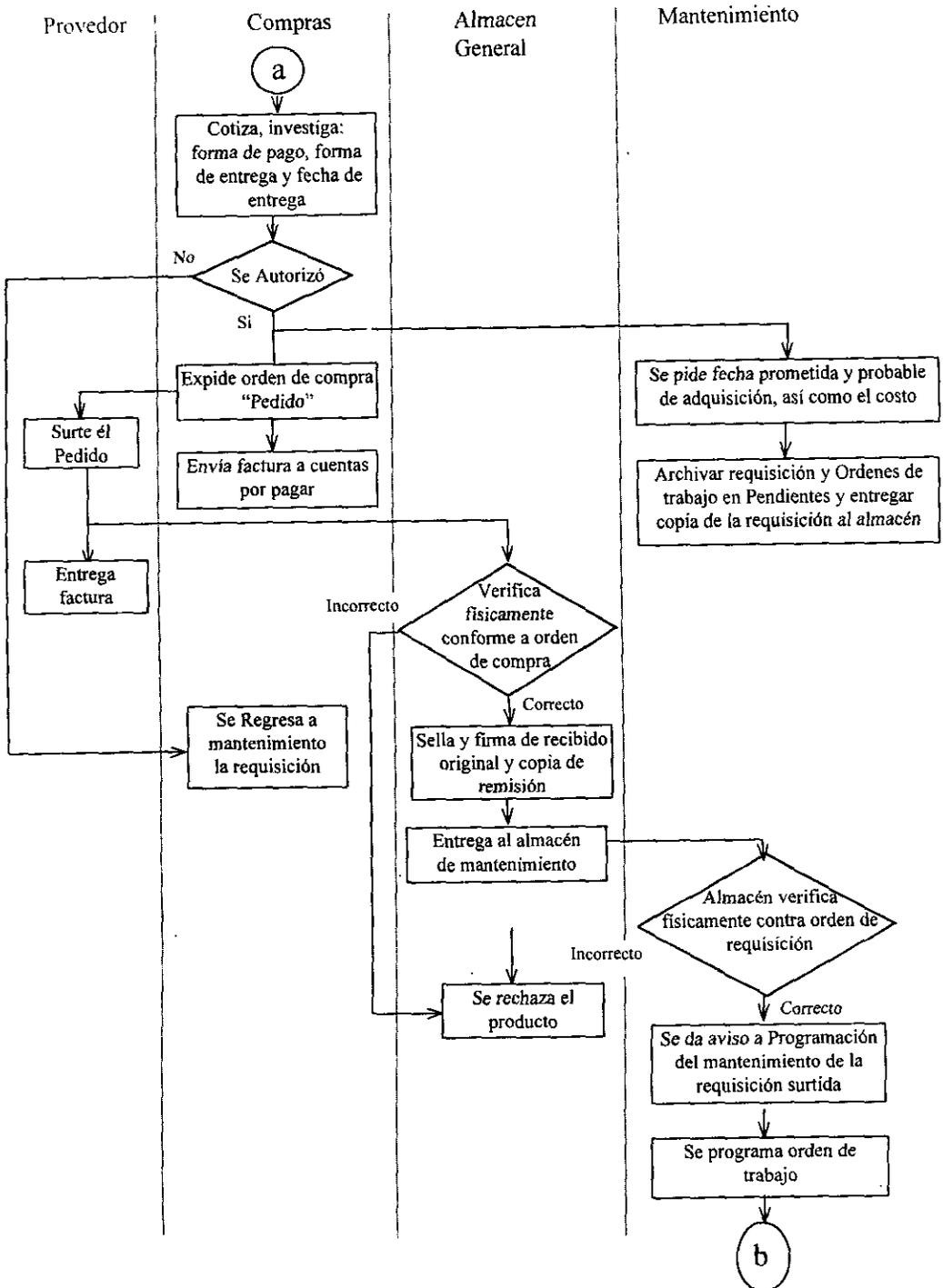
Instructivo de elaboración de la orden de trabajo.

No.	Dice	Responsable	Se anotará
1	No.	Jefe o asistente de mantenimiento	El número de orden de trabajo este debe ser igual a la de las solicitud (foliar al mismo tiempo).
2	OFICIAL(ES)	Jefe o asistente de mantenimiento	La persona asignada para realizar el trabajo
3	FECHA	Jefe o asistente de mantenimiento	Fecha en la que se entrega al oficial esta orden.
4	HORA	Jefe o asistente de mantenimiento	Hora en la que se entrega al oficial esta orden.
5	ACCIONES TOMADAS	Oficial de mantenimiento	Lo que realizó para reparar la falla o las actividades que realizo o partes que revisó etc.
6	OBSERVACIONES	Oficial de mantenimiento	Partes extras que se revisaron, problemas que se encontraron extras en la máquina así como los problemas que tuvieron para realizar el mantenimiento. Fecha, hora y orden por la que interrumpe el trabajo.
7	REFACCIONES Y MATERIALES	Oficial de mantenimiento	Las refacciones se solicitaran por este medio anote lo que utilizará
8	HERRAMIENTAS	Oficial de mantenimiento	Las herramientas que utilice para realizar el trabajo si no existe la herramienta o esta prestada indique esta situación
9	CONCLUIDO	Oficial de mantenimiento	Indicar con una señal si el trabajo se concluyo (Sí) o quedo pendiente (No)
10	FECHA	Oficial de mantenimiento	Fecha en que finaliza el trabajo.
11	HORA	Oficial de mantenimiento	Hora en la que termina el trabajo.

Nota: En caso de no ser suficiente el espacio de la orden de trabajo puede escribir atrás de esta.

Procedimiento general en mantenimiento





El oficial de mantenimiento después de entregar el trabajo debe:

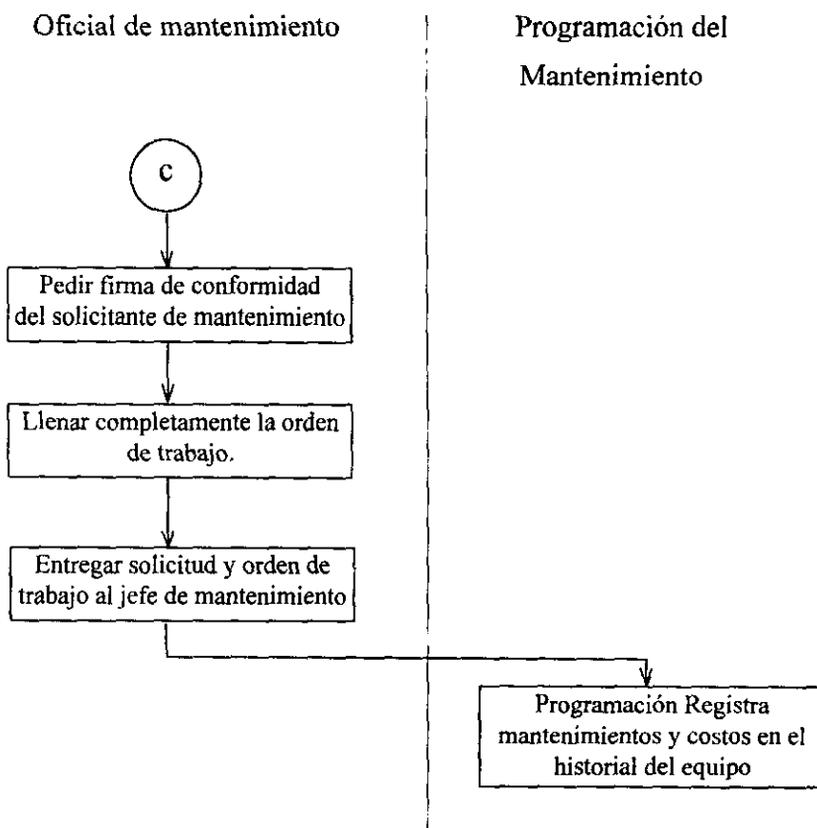
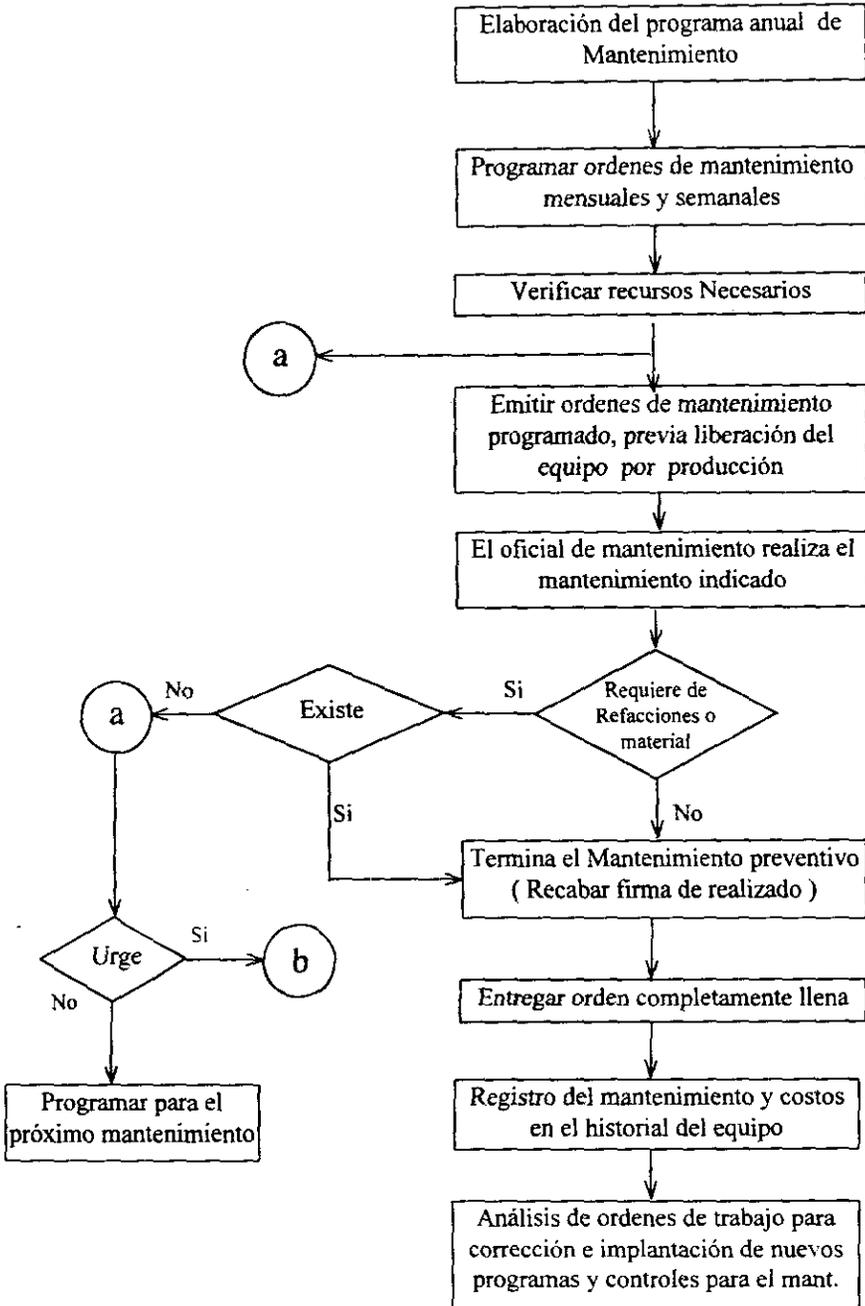


Diagrama para Mantenimiento Preventivo



Formato de Orden de Mantenimiento Preventivo.

	ORDEN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	No :
OFICIAL :	PREVENTIVO <input type="checkbox"/> RUTINARIO <input type="checkbox"/>	FECHA : / / 95 HORA:
DEPARTAMENTO :		
EQUIPO :		
REVISAR :		
OBSERVACIONES :		
INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS :		
REFACCIONES Y MATERIALES:		

Vo. Bo. JEFE DE MANTENIMIENTO

JEFE DE AREA

Vo. Bo. VALIDACIONES

Nota: ver OT en apéndice

4.3 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El programa de mantenimiento anual debe establecer:

1. Trabajos que deben ejecutarse
2. Que debe inspeccionarse por equipo como mínimo
3. Con que frecuencia o periodicidad debe inspeccionarse
4. A que debe dársele servicio
5. Componentes con una vida útil y especificar ésta
6. Planes para cada trabajo (Que, quien, con que, puntos de lubricación, etc.)

La Periodicidad y puntos de mantenimiento están en función de:

Recomendaciones del fabricante
Recomendaciones del operador (de mantenimiento y de producción)
Experiencia propia. (Jefe de mantenimiento y colaboradores)
Análisis del trabajo e interacción con otras actividades que integra.
Análisis tiempo-costo y frecuencias de los mantenimientos realizados a cada equipo.
Fallas que se han presentado (revisar historial)
Análisis de ingeniería (Cuando no se tienen datos completos) se debe hacer un análisis de ingeniería pero solo se aplicara al equipo critico ya que esto es caro y tardado.
Condiciones ambientales de operación.

Algo que no se debe perder de vista al dar la periodicidad o criterios de MP es la factibilidad de que producción libere los equipos.

Los periodos se irán acortando o alargando en función de las fallas que se presenten.

Una secuencia típica entre mantenimientos es por ejemplo: El mantenimiento menor se hace después de 800 horas de trabajo, después de 4 mantenimientos menores dar un mantenimiento mayor y después de ocho mantenimientos mayores hacer la rehabilitación.

Se debe efectuar la medición, registro y análisis de ciertos puntos para conocer cuantitativamente el grado de deterioramiento; realizar el cambio oportuno y correcto de partes o reparación de la misma, dejando el registro preciso de estas medidas con el fin de llevar un control y aplicarlas posteriormente.

Optimizar métodos de inspección y lubricación.

Para las ordenes de mantenimiento preventivo debe prepararse por anticipado los puntos mínimos a revisar que se anotaran en la orden de mantenimiento preventivo propuesta.

Se debe establecer el requerimiento de mano de obra por categoría y el tiempo para su ejecución. Se determina el tiempo parcial de sus actividades.

La Planeación del Mantenimiento de una Empresa debe contemplarse en forma integral (mantenimiento Total), incluye (rutinario, preventivo y correctivo).

Se requiere de determinar las condiciones actuales de los bifs y revisar las condiciones de operación, definir tareas y requerimientos para cada equipo y tipo de mantenimiento para cada equipo, definir puntos de inspección y control.

Identificar los MP que se pueden hacer con el equipo en operación (o equipos que tienen relevo o remplazo) y los que requieren paro de planta.

FASES DE LA PROGRAMACIÓN POR TAREA

- ⇒ Selección de los bienes a programar
- ⇒ Tareas.
 - Integración de actividades
 - Frecuencia
- ⇒ Requerimientos por tarea (recursos):
 - Mano de obra (rendimientos)
 - Cantidad
 - Categoría
 - — Maquinaria y herramienta
 - — Materiales y refacciones
- ⇒ Desarrollo de la tarea:
 - Métodos y procedimientos
 - Riesgo por alteración
 - Tolerancias
 - Tiempo parcial y total estimado para su desarrollo.
- ⇒ Compatibilidad de la tarea:
 - Afectación operacional
 - Ajuste de frecuencias
- ⇒ Presentación del programa
Se efectúan ajustes y se presenta para su análisis integral

Se deben ligar los trabajos de MP con los de MC en un programa diario de mantenimiento.

Se propone el programa de Mantenimiento Anual para el área de sólidos del laboratorio "X" ver apéndice.

4.3.1 Determinación del equipo sujeto a mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo no se puede aplicar indiscriminadamente a todos los equipos, solo a los equipos donde:

EQUIPOS QUE DEBEN INCLUIRSE EN EL MP
• La falla pueda provocar lesiones o pérdidas humanas
• Equipos importantes para la producción y no se cuenta con un equipo sustituto.
• Los equipos cuya descompostura afecta gravemente a la producción.
• Los equipos cuyos costos de inspección son muy inferiores a los costos de descomposturas.
• Los equipos que representan una gran inversión.
• Cuando la falla afecte gravemente a otros elementos.
• Exigidos por dependencias oficiales (Secretaría del trabajo, SEDUE, etc)
• Exigidos por alguna aseguradora etc.
• En general cuando el costos del mantenimiento correctivo sea mayor que el del mantenimiento. Preventivo.

Con base en: El inventario, fabricante, levantamiento, registro de costos, diagnostico, planeación de la Empresa y de los puntos anteriores se decide que equipo entra en el programa de mantenimiento preventivo además se deberán designar vidas útiles a las partes y equipo que así lo requieran (ya sea por seguridad o costo).

Nota: no incluya BIFs cuya vida normal sea muy larga

Si existe equipo de relevo el periodo o criterio del MP estará en base a los posibles daños adicionales y/o costo que se originaria la presencia de la falla.

4.3.2 ELEMENTOS A CONSIDERAR EN LAS MAQUINAS

- | |
|---|
| 1. Todo lo susceptible a falla mecánica progresiva como: desgaste, corrosión, vibración. |
| 2. Todo lo que este expuesto a falla por acumulación de materias extrañas filtros, etc. |
| 3. Todo lo susceptible a fugas |
| 4. Variación de los niveles de depósitos de abastecimiento y concentración. |
| 5. Elementos reguladores de todo lo que funcione con características controladas como fuerza, presión, etc. |

Cuando remplazar la pieza dañada

Se debe de evaluar el costo en el que incurriría el equipo, si se presenta la falla, considerando la importancia del elemento dentro del equipo, su historial de fallas, número de horas trabajadas, número de horas por trabajar antes del próximo mantenimiento, Calidad de la producción actual, afectación a otros elementos, implicaciones de la falla total, dependiendo de esto se podrá dar una vida útil a cada elemento de un equipo o instalación.

El cambio de partes en grupo tiende a incrementar los costos de equipo pero reduce los costos resultantes de fallas durante el servicio y los costos de cambio de partes individuales, mientras que la política de cambiar unidades a medida que se descomponen tiene un efecto contrario sobre los costos, Por medio del análisis basado en datos de costos y características de vida del equipo, es posible determinar cual de las políticas de cambio de partes resulta más económica bajo condiciones dadas.

Una herramienta mucho muy útil para el control del mantenimiento y sobre todo de las inspecciones de los mantenimientos preventivos es la lista de checables que no son otra cosa que listados de partes específicas o generales de las maquinas o instalaciones a checar.

No hay que esperar que el equipo empiece a fallar para tomar medidas, hay que evitar que falle y cuando la falla se presenta hay que investigar la causa de la falla y eliminarla.

4.4 REPORTE DE LA ACTUACIÓN DE MANTENIMIENTO

Se debe de realizar este tipo de reportes por parte del departamento de mantenimiento para que la Gerencia Gral., los dueños y los distintos depts. estén enterados del estado que guardan los equipos y el propio depto. de mantenimiento.

INDICADORES DE LAS ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO.

DATOS: PERSONAL

LETRA	TOTAL DE HORAS-HOMBRE (MENSUAL)	OBTENER DE:
H	IDEALES	# de oficiales x 7.5 hrs. x # de días hábiles del mes
HD	Disponibles (real)	H - F
F	Faltas*	Control de Personal
HE	Extras	Control de Personal

* Justificada e injustificadas

DATOS: ORDENES DE TRABAJO

LETRA	TOTAL DE ORDENES DE TRABAJO (MENSUAL)	OBTENER DEL:
OT	Emitidas	Control de OT's
CE	Correctivas (de Emergencia)	Control de OT's
CP	Correctivas Programadas	Control de OT's
OTP	Correctivos Pendientes	Control de OT's
TE	Trabajos Externos	Control de OT's
TI	Trabajos Internos	ST + OPT

LETRA	TOTAL DE ORDENES DE TRABAJO (MENSUAL)	OBTENER DEL:
OTT	Correctivos Terminadas	Control de OT's
OP	Preventivo Programadas	Programa anual de mant.
OPT	Preventivo Terminadas	Control de OT's
OPP	Preventivo Pendientes	Control de OT's
SR	Solicitudes de Trabajo Recibidas	Control de OT's
ST	Solicitudes atendidas (Terminadas)	OT - OPT
THP	Total de Horas Programadas	OP + CP
<p>Cumplimiento del programa (%) = $\frac{OPT}{OP} \times 100 =$ (%)</p> <p>Efectividad del mantenimiento correctivo (%) = $\frac{ST}{SR} \times 100 =$ (%)</p> <p>Cobertura del Programa = $\frac{\# \text{ de horas empleadas en trabajos programados}}{\text{Total de horas trabajadas}} = \frac{\mathbf{THP}}{\mathbf{HD}}$</p>		

LETRA	TOTAL DE HORAS - HOMBRES (MENSUAL)	OBTENER DE:
HEM	Efectivas de Mantenimiento	HPR + HC
HPR	Preventivo Realizadas	Del control de ordenes de trabajo
HC	Correctivo	HMC + HME
HMC	Correctivo (programado)	Del control de ordenes de trabajo
HME	Correctivo (Emergencia)	Del control de ordenes de trabajo

$$\text{Costo de MP vs a costo por MC} \quad \% = \frac{\text{Costo total de MP}^*}{\text{Costo total de MC}^*}$$

* incluye pérdidas por producción

LETRA	SUB-TOTAL DE HORAS - HOMBRES PLANEADAS (PROXIMO MES)	OBTENER DE:
HCP	Correctivos Pendientes	Del control de ordenes de trabajo
HPMP	Preventivos	Programa anual de mantenimiento
HPPP	Preventivo Pendiente	Del control de ordenes
PAOT	Promedio mensual-Anual de Ordenes de Trabajo	Del control de ordenes de trabajo
HPPM	Total Planeadas	(PMOT+HCP+HPMP+HPPP) HPMP+√ (PAOT ² +HCP ²)

Total de Horas- hombres Planeadas en el Mes Anterior = HPMA

Eficiencia de planeación = HPMA / HEM x 100

CONCEPTOS	OBTENER DE:
Ausentismo (%)	$(FM / H) \times 100$
Carga de trabajo (0=equilibrada < 0 baja > 0 sobrecarga)	$((HEM / HD) \times 100) - 100$
Carga del mantenimiento Preventivo	$HPR / THT \times 100$
Carga de mantenimiento correctivo	$HC / THT \times 100$
Tiempo extra	$(HEM / HD) \times 100$
Trabajo externo	$(TE / TI) \times 100$
Cobertura del MP	HPR/THT
Cobertura del MC	HC/THT

LETRA	COSTO SUB-TOTAL	OBTENER DE:
CTMO	Costo total de mano de obra	Control de costos
CTRM	Refacciones y Materiales	Control de costos
CTV	Varios	Control de costos
CTME	Por Mantenimiento Externo	Control de costos
CTMI	Mantenimiento interno	CTMO+CTRM +CTV
CT	Total de Mantenimiento	CTMI +CTME+ PPP*

* PPP pérdidas por paro en producción

$$\text{Costo porcentual por mantenimiento externo} = (\text{CTME}/\text{CT}) \times 100$$

Nota: Costo de mano de obra por equipo, se obtiene del costo unitario del oficio por hora x numero de horas empleadas en el mantenimiento.

Equipos con mayor tiempo de paro y avances en los mismos:
Justificación de económica de compra y/o baja de equipos

Disponibilidad del equipo en el mes =

Efectividad global del equipo = Disponibilidad x Tasa de rendimiento x Tasa de calidad

Indique los equipos y fallas que generaron paro de planta.

4.5 COSTOS EN MANTENIMIENTO

El problema fundamental de la mayoría de los ingenieros y en este caso el de mantenimiento, consiste en traducir a dinero los beneficios resultantes de sus acciones.

Es importante recordar que el elemento de mayor sensibilización y convencimiento para los directivos y dueños de las empresas es el "dinero" a través de beneficios económicos a corto, mediano y largo plazo.

Los costos de mantenimiento son un renglón importante en la lista de gastos de cualquier empresa y sin embargo son difíciles de controlar. Es por eso que se requiere organizar las operaciones de mantenimiento para llevar un control de gastos adecuado.

Objetivos del control de costos de mantenimiento

1. Mantener constante los costos de mantenimiento a lo largo del tiempo
2. Hacer que los costos de mantenimiento sigan la tendencia de la actividad de producción
3. Mantener los costos de mantenimiento dentro de un cierto porcentaje de las ventas netas
4. Minimizar el trabajo de mantenimiento de mano de obra altamente especializado
5. Contar con equipo económicamente útil

El objetivo principal de mantenimiento es bajar los costos de producción a través de:

- Menor número de paros de maquinaria y equipos
- Mayor rendimiento de los equipos y maquinas.
- Disminución de horas extras
- Mejor conservación de los bifs lo que retarda la renovación
- Mejores condiciones de seguridad

En algunas compañías, la política es mantener la planta a un nivel constante con costos constantes y si es posible decrecientes.

Al desarrollar políticas se confía mucho en la experiencia y en juicio intuitivo. Rara vez se utiliza el análisis cuantitativo.

Las normas en mantenimiento se derivan de experiencias históricas. Si bien tales normas reflejan las ineficiencias que han existido en el pasado, pueden usarse en forma beneficiosa.

En muy pocos casos, el departamento de contabilidad suministra datos para llevar a cabo un estudio de ingeniería que ayuden a formular una política de mantenimiento. En mantenimiento el papel del contador es por lo general muy reducido y frecuentemente no participa en absoluto. Parece razonable creer que el contador pueda hacer una aportación a la política y control de mantenimiento, pero esto solo se dará si se mejora la cooperación entre las dos actividades.

Generalmente el departamento de contabilidad no lleva una cuenta por maquina, por eso es recomendable que mantenimiento lo haga, éste puede ser llevado por el software de mantenimiento el cual maneja los costos en que a incurrido un equipo y así identificar a los equipos con alto costo de mantenimiento, lo que nos da la pauta para el remplazo de equipo y para fijar la mirada en este equipo.

Los gastos de reparación, reconstrucción y remplazo del equipo pueden ser económicos a largo plazo, si se extiende la vida útil del equipo y proporcionan un menor grado de dificultades en las operaciones por otra parte, si la vida útil futura del equipo es corta tales ahorro en mantenimiento no pueden llevarse a cabo.

Tanto las condiciones en las cuales se mantienen las instalaciones como el nivel de actividad de la planta, son factores vitales para el control de los costos de mantenimientos, por ejemplo si se concentra la atención en la reducción de los costos, se pasa por alto el nivel de mantenimiento, ya que los costos de mantenimiento pueden mantenerse constante o inclusive reducirse al en corto plazo, éste se logra si se pospone el mantenimiento, de esta manera se reducen los costos a expensas de la condición física de la planta por otra parte, tampoco es económico sostener un nivel de mantenimiento excesivamente alto, Tanto los objetivos funcionales como los de costos debe ser tenidos en cuenta al establecer la política de mantenimiento.

Al mantenimiento que afecta el aspecto físico de una planta (instalaciones, mobiliario, edificios, etc.) es algo que muchas veces se denomina mantenimiento intangible, porque su contribución a la producción y las utilidades no puede medirse.

Cuando son frecuentes las visitas de los clientes o personas ajenas a la planta se prescriben niveles altos de mantenimiento intangible.

Ocasionalmente se aplaza o se posterga el mantenimiento a fin de mantener un nivel satisfactorio de utilidades, pero la gerencia debe estar consciente del costo del aplazamiento del mantenimiento durante un largo periodo de tiempo”

Gastos de Mantenimiento.

Los denominados gastos de reparación, arreglo y compostura.

Decimos que un gasto de mantenimiento (correctivo o preventivo) es fijo, cuando no depende del volumen de producción, un gasto de mantenimiento es variable cuando esta directamente relacionado con el volumen de producción, habrá que estudiar separadamente los gastos correspondientes a:

Costos indirectos: herramientas, equipos de seguridad, etc.

- a) Mano de obra
- b) Materiales

Los gastos de mantenimiento generalmente, se clasifican y se controlan de acuerdo al propósito de los gastos y propósitos de obras.

La clasificación según el propósito de gastos se clasifican en inversión y gastos diversos.

Desde el punto de vista de la contabilidad el trato es claramente distinto entre la inversión y gastos.

Inversión

Se refiere a todos los reembolsos que se deben de incluir en activo fijo como son: Nueva Instalación, Ampliación y Modificación de equipos.

Gastos.

Se refiere a todos los reembolsos que se requiere para mantener y restituir los equipos.

Se clasifican generalmente en gastos de material para reparación, gastos laborales de reparación y gastos de mano de obra de contratistas y proveedores. Desde el punto de vista de control de presupuesto de gastos de mantenimiento, se debe clasificar como sigue para mayor facilidad de obtención de información para el buen control.

El costo de un equipo nuevo, ampliado, repuesto, o restaurado, son gastos que se tratan como inversión (activos fijos).

Los costos de mantenimiento los podemos dividir según su: propósito, especialidad, magnitud de la obra etc.

Costos de mantenimiento y restablecimiento de las condiciones de los equipos para su utilización prevista.

Los costos de mantenimiento de rutina incluyen los costes de personal y materiales para actividades de mantenimiento de rutina destinados, tales como limpieza, lubricación, inspección y ajuste.

Los costos de reparaciones incluyen costos de personal y materiales para reparaciones.

costos de mantenimiento preventivo (MP)

costos de mantenimiento de averías (MC)

costos de mejora de la mantenibilidad (IM)

Costos de personal interno incluyen, mantenimiento automático así como departamento de mantenimiento.

Costos de subcontratación, contratistas externos.

Clasificación por propósitos

1) Gastos de mantenimiento diario.

Gastos de material y gastos laborales que se requieren para las actividades diarias de mantenimiento como son: Limpieza, suministro de aceite, chequeo y ajuste para evitar el deterioro de los equipos.

2) Gastos de inspección de equipos.

Gastos de material y laboral que se requieren para inspección.

3) Gastos de reparación.

Gastos laboral y material que se requiere para reparar con el fin de restituir el deterioro de los equipos.

Clasificación según los tipos de mantenimiento.

- 1) Gastos de mantenimiento preventivo
- 2) Gastos de mantenimiento Mejora
- 3) Gastos de mantenimiento correctivo

Clasificación por elementos.

- 1) Gasto para materiales de mantenimiento.

Gastos de material para: refacciones y materiales en general, así como materiales que se consumen para el mantenimiento (lubricación, herramientas, etc..)

Es muy importante conocer y controlar sub-dividiendo aún mas.

- 2) Gastos laborales internos.

No solamente el gasto laboral del área de mantenimiento, sino que se incluye el gasto laboral de los operadores que participan en las actividades de auto-mantenimiento.

- 3) Gastos laborales que se deben de pagar a los contratistas y proveedores.

Clasificar según la magnitud de las obras. Obra individual grande y obra pequeña miscelánea. (Mantenimiento mayor, menor o rutinario)

Clasificación según clases de trabajos (Mecánico, eléctrico, instalación de tuberías, medición y montaje).

Gastos generales o indirectos son los que no pueden atribuirse de manera directa a un mantenimiento específico, en el que entra el almacén, equipo, taller, etc.

a fin de contabilizar los costos de operación del departamento de mantenimiento, se adopta alguna forma de prorratarlos entre los diferentes trabajos.

$$\text{costo indirecto total (periodo)} / \text{Horas totales de mano de obra en trabajos específicos} = \text{tasa de consumo por hora de trabajo directo.}$$

Centro de costos es la parte que indica donde deberán cargarse los gastos por concepto de mantenimiento de algún bif.

Separar el costo fijo del variable, los factores que determinan a los costos variables tienen que ser expresados con claridad.

Costos indirectos tres pasos para calcular los costos indirectos

- Descripción y clasificación
- Consideración de los cambios esperados (cambio en el volumen de trabajo)
- Determinación de patrones típicos.

La posibilidad de reducción de gastos de mantenimiento, existe en mayor o menor grado en cualquier empresa o en cualquier área de trabajo, es un poco difícil de generalizar, pero algunos puntos a considerar son:

1) Revisión del periodo de mantenimiento.

Verificar si no hay desperdicio en cuanto al lugar y periodo de mantenimiento.

2) Estudiar la suspensión de obras que se encargan a contratistas y proveedores.

La fácil dependencia a los contratistas externos no fomenta la acumulación de técnica ni habilidad de mantenimiento.

3) Revisión de las refacciones.

Revaluar máximos y mínimos, así como refacciones y materiales en stock permanente

4) Aprovechamiento efectivo de los equipos.

Comparación de estándares originales del equipo con la producción actual, estudio de mejoras al equipo e intercambio de información con otras plantas.

5) Reducción de perdida de recursos y energías.

Estudiar la reducción de perdidas y mejor aprovechamiento de éstos.

6) Eliminación de desperdicios y perdidas de equipos.

La eliminación de las 6 grandes perdidas conduce a la gran reducción de gastos de mantenimiento. (Ver TPM capitulo 2)

Costos de mantenimiento.

Directos por mantenimiento

- materiales usados en mantenimiento
- mano de obra empleada
- renta de equipo especial
- Precio total de trabajos contratados exteriormente

Indirectos

- Mano de obra ociosa
- Supervisión
- Mano de obra personal auxiliar
- Indirectos del equipo principal y auxiliar, incluye amortización, seguros, etc.
- Administración: Renta, almacén , seguros, teléfono, etc.
- Materiales y Refacciones en existencia.

Directos por no dar mantenimiento

- Producción detenida
- Accidentes y salud del personal
- Quejas y demandas

Indirectos por no dar mantenimiento

Corto plazo

No facturación

Multas por entregas incompletas o desfasadas

Mediano plazo

Reducción de ventas

Desmotivación del personal

largo plazo

Pérdidas de penetración en el mercado

Mala fama

Costos de calidad por falta de mantenimiento

Materiales dañados no vendibles

Diferencia en ventas por baja calidad

Retrabajos

Agrupar los costos de mantenimiento en:

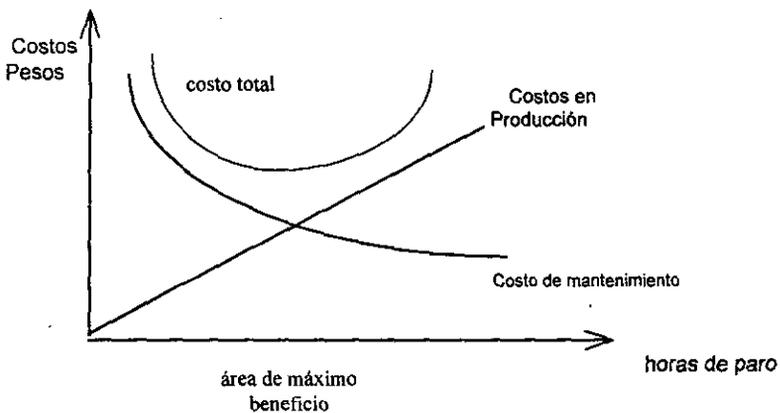
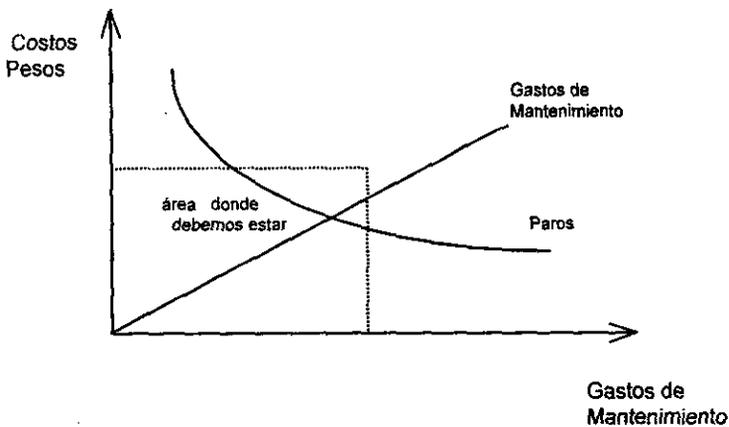
Mantenimiento Directo: producción (reparación)

Mantenimiento Indirecto: Modificación del equipo, evitar deterioro

Mantenimiento General: Mantenimiento a instalaciones, edificios y oficinas.

Servicio: limpieza pintura, lubricación

El inventario representa el costo acumulado (materias primas, abastecimientos, productos en proceso, productos por venderse).



La tarjeta de costos de mantenimiento es el registro histórico de los costos, causados por el mantenimiento a cada uno de los bifs (mas importantes), además nos ayuda a realizar el presupuesto anual así como para la planeación del mantenimiento.

Cuando los costos de mantenimiento se acumulan en un **tarjeta de registro** para cada equipo, pueden detectarse aquellas piezas que fallan con frecuencia o que requieren una cantidad excesiva de servicio. Al estudiar éstas, puede encontrarse la manera de reducir los costos de mantenimiento.

Este control es fundamental para la toma de decisiones, entre las que se contemplan:

- Continuar dando Mantenimiento a un bif o darlo de baja.
- Selección o preferencia por un material y/o equipo determinado (marca, modelo, proveedor, Contratista) basándose en:
 - * Eficiencia
 - * Confiabilidad (incidencia de falla)
 - * Costo
 - * Respaldo (servicio, refacciones).

El control de costos, ajustado por inflación y paridad, generalmente es el elemento base de los directivos para calificar el desarrollo del Mantenimiento.

Cuando las causas del mantenimiento se reportan por piezas de equipo individuales, se facilita la evaluación del desempeño de la máquina y de las desventajas en el diseño y/o componentes funcionales. Esta historia del mantenimiento es muy valiosa al tomar decisiones referentes a la reconstrucción y cambio de equipo y también para evaluar la maquinaria.

Alternativamente la información puede indicar la necesidad de aumentar el mantenimiento preventivo o de mejorar los métodos de operación para reducir los servicios de mantenimiento.

Los reportes financieros proporcionan gran parte de los datos básicos para planear y controlar costos de mantenimiento por áreas, tipos, equipo, naturaleza del trabajo y responsabilidades por los gastos incurridos.

La ilusión de la eficiencia de mantenimiento se refleja en la observación de que el departamento de mantenimiento parece ser eficiente mientras mantenga la producción en marcha resolviendo satisfactoriamente las emergencias y efectuando operaciones preventivas poco frecuentes. Al observar solamente lo poco común y poco frecuente, la gerencia puede no reconocer que un gran número de tareas rutinarias de mantenimiento se efectúan de manera ineficiente.

El control de costos en mantenimiento permite:

- ◇ Conocer el comportamiento de los bifs a través de sus costos de mantenimiento.
- ◇ Evaluar el desempeño del departamento, ya que el objetivos del mantenimiento es bajar los costos.

Se debe llevar un control de la tendencia de los costos por equipo.

PRESUPUESTO

Un presupuesto es un plan económico de gastos que se harán en un periodo determinado de tiempo en el futuro, la manera más conveniente de estimarlo es sobre la base de la planeación y programación del mantenimiento.

Presupuesto debe considerarse en asignaciones mensuales, contemplando los siguientes elementos:

- ⌘ El monto, fecha y naturaleza de:
 - Recursos materiales por adquirir
 - Mano de obra necesaria para la ejecución de los planes de acción establecidos.
 - Servicios especializados a contratar externos a la Empresa
 - Pasivos

- ⌘ Política y conducto de pagos.
- ⌘ Estimación de los pasivos a diferirse para ejercicios futuros.

En aquellas compañías donde el mantenimiento es una responsabilidad de manufactura el presupuesto es preparado por el departamento de manufactura cuando el departamento de ingeniería es el responsable del mantenimiento el depto. de mantenimiento prepara el presupuesto.

Puede esperarse que la asignación para mantenimiento sea una cantidad fija en el presupuesto general anual, pero para propósitos de control a nivel departamental se emplearan diferentes tipos de presupuestos de acuerdo con la manera en que mejor se puedan controlar los tipos individuales de costos de mantenimiento.

Tipos de presupuesto para mantenimiento

Pueden clasificarse en tres tipos

1. Presupuestos fijos o periódicos en los cuales el costo asignado es una cantidad específica para cada periodo de tiempo, el uso de presupuesto periódico implica controlar los costos como un costo fijo correspondiente a un periodo de tiempo
2. Presupuestos flexibles establecen la cantidad asignada de un costo en función de una variable independiente, tal como el volumen de producción el presupuesto flexible implica controlar los costos de mantenimiento como costos variables
3. Presupuestos por escalones en los cuales la cantidad asignada de costo varía en incrementos discretos o escalones, de acuerdo con cambios de una variable independiente. Este tipo de presupuestos sugiere que el costo de mantenimiento debe mantenerse constante dentro de cada uno de los escalones.

El presupuesto periódico constituye el principal técnica para planear coordinar y controlar las operaciones en términos financieros.

Al preparar el presupuesto de mantenimiento periódico algunas compañías presupuestan cada componente de los gastos de mantenimiento entonces se estima el número de horas-hombre para cada especialidad u oficio y los totales resultantes se extienden en las tasas de sueldos aplicables

En forma similar, se estima el costo de materiales para mantenimiento, los suministros y servicios para el siguiente periodo presupuestario. Luego se complementa el presupuesto de mantenimiento agregando asignaciones para el personal ejecutivo y administrativo este presupuesto preparado por el departamento de mantenimiento es verificado por el departamento de contraloría, afín de asegurar una exactitud aritmética y enviado a la comisión de presupuestos

Los pronósticos de producción juegan un papel muy importante en el desarrollo del presupuesto de mantenimiento, dado que la actividad de producción influye sobre la cantidad de mantenimiento de rutina y de reparaciones

Un mecanismo alternativo es concentrar la atención en el equipo que debe mantenerse, en lugar de hacerlo en los hombres y materiales que se van a emplear, aquí se desarrollan los costos de mantenimiento presupuestados para cada una de las máquinas o partes importante del equipo, los reportes de inspección y los de mantenimientos de maquinas individuales constituyen la información básica para guiar las estimaciones de costos futuros.

Cuando el presupuesto propuesto se desvía en forma significativa de datos históricos, las desviaciones se explican completamente antes de enviar el presupuesto para su aprobación. Sería conveniente combinar los dos enfoques descritos anteriormente.

Se puede desarrollar un total presupuestado de costos de mantenimiento para el siguiente periodo, principalmente proyectando las tendencias históricas. Tanto los ejecutivos del departamento de manufactura como el departamento de mantenimiento participan en la preparación de presupuesto. Luego, la compañía divide el número planificado de horas de mantenimiento entre el total presupuestado para obtener una tasa por hora de costo predeterminado, con esto se carga el costo de mantenimiento a los departamentos que recibieron el servicio.

El costo real del trabajo de mantenimiento se obtiene multiplicando las horas reales de mantenimiento por la tasa presupuestada.

Estimación basada en gastos reales.

Pueden estimarse basándose en los gastos reales del año anterior, el presupuesto se estima ajustando cifras del año anterior.

Método de tasa de costo de reparaciones.

Este se obtiene del costo del equipo el cual se multiplica por un porcentaje obteniendo así el costo de mantenimiento.

Método de costo unitario. Preparan cuadro que correlacionan las cantidades de producción, tiempos operativos, consumo de energía u otras variables.

Para calcular el presupuesto podemos utilizar la fórmula $y = ax + b$, donde y es la cantidad presupuestada, x es la cantidad de: producción, tiempo operativo, consumo de electricidad u otra variable, a esta se base en experiencias anteriores y b es el costo fijo.

Métodos de base cero. El presupuesto de mantenimiento se estima revisando cada elemento del equipo en el plan de mantenimiento anual, se calcula la cantidad de material y personal necesario.

Es recomendable realizar el presupuesto utilizando un métodos combinado, según convenga.

Control de presupuesto de mantenimiento.

Explicar el presupuesto y planes de mantenimiento del período a todo el personal de mantenimiento y demás personas implicadas. Convencerles de la necesidad de un control del presupuesto y presionarles para lograr su cooperación.

Supervisar de cerca los gastos de mantenimiento.

Ocuparse efectivamente de los problemas. Mantener un estricto seguimiento del progreso, identificar cualquier desviación, señalar la fuente y realizar la acción apropiada.

Los costos de mantenimiento de proyectos se incorporan al presupuesto aun cuando los gastos correspondientes al proyecto completo se cargan a las cuentas de gastos en lugar de capitalizarse.

Por lo general, se aprueban las propuestas de proyectos que requieren gastos relativamente pequeños, pero se tienden a posponer los que exigen gastos mayores. De esa forma, a medida que pasan los meses los proyectos de bajo costo consumen los fondos, aunque no necesariamente sean los convenientes.

Se reconoce el hecho de que el trabajo de proyecto de mantenimiento involucra, por lo general, una inversión de capital debido al que se incurre en gastos mucho antes de recibir los beneficios: en este sentido, cambiar el revestimiento interno de un horno puede ahorrar gastos durante varios años subsecuentes, y el rediseño y la reconstrucción de una máquina puede reducir el mantenimiento futuro.

Los presupuestos de proyecto o asignación deben utilizarse para costos incurridos para llevar acabo el trabajo planeado en la forma de proyectos específicos se deben estimar los costos de cada proyecto y se deben emplear tanto como la base para la evaluación de la conveniencia del proyecto como para la medición del desempeño subsecuente en el control de costos.

CONCLUSIONES

El mantenimiento es una disciplina llena de retos ya que es una de las actividades más completas, en la que se deben manejar varias disciplinas y obliga a que su personal, desde el gerente hasta el auxiliar, se adentren más en todas ellas, desde manejo administrativo hasta técnicas mecánicas, eléctricas, etc.

Se han creado una infinidad de términos al rededor del mantenimiento pero esto surge a raíz de las necesidades propias de cada empresa, estos se aplicarán y adecuarán a la empresa según las necesidades y políticas de la misma, pero hablado rigurosamente solo existen dos tipos de mantenimiento el correctivo y preventivo. Se deberá establecer para cada empresa un lenguaje en el que todos manejen el mismo lenguaje, ya que por ejemplo no es valido que el almacén maneje para un mismo artículo dos o mas designaciones como pudiera ser balero y rodamiento. Puede ocurrir que para alguien cierta actividad sea preventiva y para otra correctiva, establezca un mismo lenguaje.

Un programa de MP bien diseñado, rendirá beneficios que excederán su propio costo. Para implementar el sistema de Mantenimiento se deberá contar con personal dedicado a esta tarea al 100%.

En un inicio solo tome los equipos crítico, ya establecido y conocido el mecanismo de funcionamiento, aplíquelo para el resto de sus equipos.

Frecuentemente el primer intento del programa anual de MP no es del todo acertado al igual que los procedimientos y frecuencias de éste, pero debe ser lo suficientemente flexible para permitir irse adecuando a la realidad de la empresa.

Cuando se inicia un programa de MP el costo total de mantenimiento aumentará por un período de tiempo siguiente a la implantación inicial, antes de que el MP comience a mostrar los beneficios, tales como disminución de fallas y paros de emergencias. Se requiere de un año a partir de la implementación del MP para empezar a ver los resultados. Cabe decir que nunca se termina de implantar el sistema al 100%, ya que siempre existen mejoras al sistema que se irán afinando con el tiempo.

Lo importante no es tener el mejor sistema, sino que se aplique y que se este dispuesto a ser modificado. Si se aplica, la necesidad de mejorarlo surgirá.

Recuerde que la muerte natural de los bifs casi nunca es económica en ingeniería.

Se deberán establecer claramente objetivos y funciones del mantenimiento, siendo el objetivo producir con calidad al menor costo y donde la función es mantener a los equipos con una alta fiabilidad.

Una gran ayuda para el control del mantenimiento es contar con algún software para este fin, siendo éste para una empresa grande como indispensable, y para una pequeña de gran ayuda.

Se deberá tener mucho cuidado en la selección del software a utilizar, ya que este debe ser compatible con la forma de trabajar, procedimientos, número de usuarios etc. compruebe todas las ventajas que su proveedor le ofrece y de ser posible visite algunas compañías donde se este aplicando dicho software.

El mantenimiento genera una gran cantidad de información y es la única manera de manipularla. Recuérdese que debe involucrarse el menor papeleo y datos posibles. Además el sistema debe ser lo suficientemente ágil para poder retroalimentar a mantenimiento para la toma de decisiones, de ahí la importancia de la computadora.

El software de mantenimiento no es una varita mágica pero es de gran ayuda.

Otra ayuda que nos da el sistema computarizado es la planeación de materiales para el siguiente año, esto a través del análisis del historial de refacciones y materiales que se han ocupado en el año ó años anteriores. El almacén es un punto clave para el éxito del sistema de mantenimiento por lo cual al referirse al sistema de mantenimiento, se debe incluir compras y almacén.

Muchas veces el programa de mantenimiento no se cumple pero esto debido a la cantidad enorme de MC, absorbiendo estos todo el tiempo y esfuerzo. Trate de llevar a cero las fallas de emergencia a través de dar una solución definitiva a equipos que constantemente estén dando problemas (como pudiera ser sustituirlos, cambio de arreglos, etc.). Además de la incorporación al MP los equipos críticos y los de mayor incidencia en fallas, estudie las causas de las fallas más comunes y elimínelas, esto bajará la incidencia de los correctivos de emergencia, de tal manera que los trabajos correctivos que surjan puedan ser programados.

Se deberá de involucrar mutuamente a los deptos de mantenimiento y producción y no ser obstáculos uno del otro. El programa anual de mantenimiento así como el mensual ó semanal se realizará en común acuerdo producción y mantenimiento.

Podemos ir restringiendo todas las fallas a través de un monitoreo mas estrecho de cada equipo, pero conforme nos acerquemos a cero fallas los costos crecen de manera exponencial, por lo cual no están malo tener fallas, pero con esto no quiero decir que no debemos preocuparnos, sino todo lo contrario debemos de buscar la mayor vida de los equipos, a través de mejores hábitos de operación y mantenimiento.

Hay empresas que realizan el 75% de su mantenimiento con contratistas y el resto con personal propio, el SCAM (Sistema Computarizado de Administración del Mantenimiento) les a ayudado a tener una supervisión tanto técnica como de costos de los mantenimientos así como para el control de éstos.

Un buen sistema de MP inicia desde el diseño y/o selección de los equipos, recuérdese que la adquisición de equipos no sólo debe basarse en el bajo costo inicial sino en el costo total de su vida útil incluyendo el stock de refacciones, herramientas e inclusive de conocimientos (personal técnico) con los que se debe contar, esto por cada equipo que tengamos diferente.

Un aspecto que no se puede deja de lado es la seguridad industrial, ya que una gran cantidad de accidentes ocurren durante la realización del mantenimiento. Es recomendable tener platicas semanales con los trabajadores en las cuales se podrán discutir este tema. Además se podrán tener platicas de calidad, desarrollo personal, etc., Estas Platicas se deben encaminar hacia el mejoramiento global del departamento. Se puede buscar la capacitación entre ellos mismos. Es cierto que en el departamento siempre hay trabajo que hacer, pero hay que darse el tiempo para la realización de estas platicas.

El encargado del depto de mantenimiento debe manejar con la misma habilidad tanto la parte técnica como la administrativa y de comunicación; en muchas ocasiones se deja como jefe de mantenimiento a la persona con mayor antigüedad en el depto o al más hábil en las reparaciones, pero esto no es siempre bueno, ya que como se menciona el encargado de mantenimiento debe de tener una visión global del objetivo de mantenimiento (Técnico-administrativa).

No es adecuado que exista tanta diversificación de oficios ya la coordinación entre estas es muy difícil, elimine la gran diversificación de oficios y categorías tales como: son : paílero de 1ª , paílero de 2ª, Soldador 1ª, 2ª, especial, maestro. etc. es más conveniente tener personal con multi-habilidades los cuales no estarán a expensas de un segundo oficio, por ejemplo el mecánico no puede hacer la reparación hasta que el eléctrico le desconecte el motor, etc.

Ya cuando se presente un problema especializado se recurrirá al servicio externo que cuente con la experiencia y equipo necesario. o para empresas grandes existe un taller central dentro de ésta, con personal mas especializado en las diversas áreas del mantenimiento.

Para la implantación del SCAM se debe comenzar desde la gerencia hasta los proveedores, uniformice criterios, ya que se presenta confusión de lo que abarcaba el MP y el MC, esto causa que los procedimientos que no se cumplan. Otra dificultad es que, el trabajador a pesar de que el procedimiento le indica cambiar "x" pieza éste no lo realiza ya que a opinión suya este todavía sirve.

En algunas empresas se ha presentado el problema de OT repetitivas ó sin importancia relevante, esto da como resultado una saturación de órdenes de trabajo que saturan al sistema lo que impide la revisión de cada una de estas, esto ocurrió a raíz de que cualquier persona podía generar una orden de trabajo, muchas veces sucedía que al cambiar de turno, el siguiente supervisor detectaba la misma falla y entonces se duplicaba la OT ó simplemente son trabajos irrelevantes. Esto se ha resuelto al designar una persona que coordine las actividades y a los departamentos de mantenimiento y producción.

Existe una resistencia por parte del personal, para cambiar su forma de trabajar, para acostumbrarlos se buscan mecanismo que los obligan a trabajar bajo un numero de OT, por ejemplo no salen materiales del almacén si no están respaldados por una orden de trabajo, se les paga por las horas cargadas a la orden de trabajo en la que estuvieron trabajando, se debía de pedir el material con un día de anticipación mínimo, de no ser así se amerita una llamada de atención.

La requisiciones de materiales deben de ir acompañadas del numero de OT, Compras deberá de avisar a mantenimiento cuando lleguen sus pedidos.

Finalmente quiero mencionar que el personal de mantenimiento es muy analítico debido a su propio trabajo, por lo que se requiere de conducir su creatividad de forma positiva, hay que darle a este departamento la importancia debida, ya que generalmente las felicitaciones y compensaciones son para producción, esto debe cambiar.

¡Dele al departamento de mantenimiento la verdadera importancia que merece! Mantenimiento al igual que todas las áreas requieren de ser motivados

BIBLIOGRAFÍA

📖 Tesis : Implementación de un sistema mantenimiento en una fabrica metalmecanica

Autor : Benjamin Modesto Hernandez Moreno
FES Cuautitlan (1994)

📖 Tesis : Optimización en el mantenimiento Industrial

Autor : Alejandro Alvaz Palacios
FES Cuautitlan (1995)

📖 TPM - Programa de desarrollo

Autor : Siichi Nakajima
Ed. Productivity Press (1991)

📖 Administración del mantenimiento (Libro blanco)

Autor : Jesús Ávila Espinosa
Ed. SOMMAC (1994)

📖 Conceptos Básicos del mantenimiento (Libro gris)

Autor : Jesús Ávila Espinosa
Ed. SOMMAC (1994)

📖 Manual TPM

Nissan Mexicana, S.A. de C.V (1990)

📖 Administración en las organizaciones un enfoque de sistemas

Autor : Fremont E. Kast, James E. Rosenzweig
Editorial : McGRAW-HILL (1986)

📖 Administración

Autores : James A.F. Stoner
Edward Freeman

Ed. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. (1994)

📖 Administración de mantenimiento industrial

Autor : E.T. Newbrough

Ed. Diana (1986)

📖 Control de costos de mantenimiento

Editado por INFOTEC-CONACYT

(1980)

📖 Fundamentos de Mantenimiento

Autor : Ruben Avila E.

Ed. Limusa (1987)

📖 Elementos de mantenimiento

Autor : Armando Alfonzo Alfonzo

De. Centro Nacional de Productividad

(1972)

📖 Manual de Lubricación

Autor : Ing. Guillermo Valencia Andrade (Tr.)

Editorial : Edicol (1974)

📖 Curso de Mantenimiento Prevectivo

Autor : Adrian M. Salee

American Management Association. (1997)

OTRAS FUENTES

Parte de los manuales de mantenimiento de:

INDUSTRIAS MABE S.A. de C.V.
METALES KENDAL S.A. DE C.V.
ALFOMBRAS LUXOR
NISSAN

Estancia en los departamentos de mantenimiento de :

EMPRESA (PUESTO)

- ☛ CASA DE MONEDA DE MÉXICO (SERVICIO SOCIAL)
- ☛ PRODUCTOS FARMACÉUTICOS S.A. DE C.V. (PRACTICAS PROFESIONALES)
- ☛ FIBRAS SINTÉTICAS S.A. DE C.V (MECANICO)
- ☛ AGROINDUSTRIAS DEL BALSAS S.A. DE C.V. (PLANEACION DE MANTTO.)

AGROINDUSTRIAS DEL BALSAS, S.A. DE C.V.
UNIDAD LAZARO CARDENAS
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DIARIO DE LA PLANTA DE NITRICO-NITRATO

DEPARTAMENTO: MECANICO
PLANTA: NITRICO-NITRATO

FECHA: 08/OCT/97

NO ACT.	FOLIO O.T.	T A G E Q U I P O	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	STA TUS	PRIMER TURNO														2DO TURNO		PRIO- RIDAD	PERSONAL PLANEADO			
					8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	MEC	OTRO						
1	69415	ANUVARIOS M-VARIOS-5324 Barlovento	REVISION DE RUTINA A EQUIPOS DE NITRICO POR BARLOVENTO (180CT)	P	■																3	1 MEC 20.0	VICENTE		
				R																					
2	69414	ANUVARIOS M-VARIOS-5353 Barlovento	REVISION DE RUTINA DE EQUIPOS DE NITRATO POR BARLOVENTO (180CT)	P	■																	3	1 MEC 20.0	BREBORIO	
				R																					
3	575158	ANUCS-1001 M-ANUCS-1001 Fertinal	REHABILITACION GENERAL DEL COMPRESOR NORTHINGTON Y MP ANUAL	P	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	2	2 MEC 100.0	JOEL
				R																					
4	584314	AMDB-018 M-AMDB-018 Barlovento	MP ANUAL A LA BB-018 SEGUN PROCEDIMIENTO.	P	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	2	2 MEC 32.0	CASIMIRO JUVENTINO
				R																					
5	582803	MADEB-1009-3 M-MADEB-1009-3 Barlovento	MP. ANUAL SEGUN PROCEDIMIENTO	P	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	2	1 MEC 4.0	VICENTE
				R																					
6	69416	MAGEB-1016 M-MAGEB-1016 Barlovento	REPARACION DE LA VALVULA DE DESCARGA	P	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	3	2 MEC 15.0	BREBORIO VICENTE
				R																					
7	68888	MAITA-1033B M-MAITA-1033B Barlovento	INSTALACION DE TANQUE DE CALORI TA-1033B	P	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	3	1 SOL 42.0 1 PAT 42.0	CARRANCO MORALES
				R																					
8	67656	NAIVARIOS M-VARIOS-5353 Fertinal	CAMBIO DE PUERTA DE EXTREMO SECO	P								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	3	1 SOL 24.0 1 PAT 24.0	TELLO AVELINO
				R																					
9	69476		REPARACIONES VARIAS X FERTINAL EN NITRATO ELIMINAR FUGA A TRAMPA DEL SATURADOR	P	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	3	1 SOL 5.0 1 PAT 5.0	TELLO AVELINO
				R																					

INGR. DE MANTO. Y PLANEACION
Ing. OSCAR CASTRO PEREZ
Ingeniero en Planeacion

MANTENIMIENTO
Ing. ANGEL REYES HDEZ.
Supte. Manto. Mecanico

PRODUCCION
Ing. GUSTAVO SANDOVAL MEDINA
Supte. Operacion NITRICO-NITRATO

PAGINA: 1
FECHA: 10/07/97

REQUISICION DE MATERIALES AL ALMACEN

No. CTA: 5360-7134-5100

No. OT: 583918
No. ED: M-GMLBB-023A

No. REG.: 100998

NO PARTE ALMACEN	DESCRIPCION DE ARTICULO	U D M	COSTO N° UNITARIO	C A N T I D A D E S			COSTO TOTAL N°
				NECESARIA	SURTIDA	PENDIENTE	
FS-11-0181	RODAMIENTO 7313-B SKF UBICACION = 0111E13	PZ		2.00	0.00	2.00	
FS-11-0815	RODAMIENTO NU-313 ROLLWAYS UBICACION = 0109D05	PZ		1.00	0.00	1.00	
FS-61-0747	RETEN P/ACEITE 21642 (55X90X10MM) TIPO H MSA7 DOBLE LABIO UBICACION = 0114B02	PZ		1.00	0.00	1.00	
MS-005-0041-341	CARA ROTATORIA P/SELLO MECANICO DE 2 5/8 * EST.890 MCA CHESTERTON UBICACION = 0137D16	PZ		1.00	0.00	1.00	

PLANED:

SUPERINTENDENTE:

Nombre: _____

Nombre: _____

Firma: _____

Firma: _____



AGROINDUSTRIAS DEL BALSAS, S.A. DE C.V.
EQUIPO MOVIL
SOLICITUD DE EQUIPO MOVIL

FOLIO	FECHA
	26-Feb-98

DATOS DEL SOLICITANTE							
SOLICITANTE	EXT	AREA	SECCION	O.T.	CENTRO DE COSTOS	NO. DE PROY	
ING OSCAR CASTRO	2234	NITRICO-NITRATO	MECANICA		5353-7132		
ESPECIFICACIONES				MANIOBRA SOLICITADA Y UBICACION			
PASO DEL OBJETO	DIMENSIONES	ALTURA	AGILON	<p style="text-align: center;">MANIOBRAS VARIAS EN TALLER MECANICO DE COMPLEJOS</p> <p style="text-align: center;">NITRICO</p>			
VARIOS	VARIOS	VARIOS	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO				
EQUIPO							
GRUA CAP	CARG FRONT	MONTACARG	TRACTOR				CAMION
				HIAB			
PROGRAMACION							
PRIORIDAD	PARO PLANTA	FECHA	HORA	DURACION			
1	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	27-Feb-98	8:00	3 HORAS			

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD						SOLICITANTE	EQUIPO MOVIL
EQUIPO	BLOQUEO	P PERSONAL	PRUEBA DE	RIESGO DE			
OSOPLEATEADO	<input type="checkbox"/> ENFRIADO	<input type="checkbox"/> ELECTR	<input type="checkbox"/> RESP	<input type="checkbox"/> EXPLOSIVIDAD	<input type="checkbox"/> INTOXICACION		
<input type="checkbox"/> DRENADO	<input type="checkbox"/> LAVADO	<input type="checkbox"/> MECANIC	<input type="checkbox"/> VISUAL	<input type="checkbox"/> TOXIXIDAD	<input type="checkbox"/> QUEMADURA	EJECUCION	SUPERVISOR
<input type="checkbox"/> DESPRESURIZADO	<input type="checkbox"/> FLUIDOS	<input type="checkbox"/> AUDITIVA		<input type="checkbox"/> DESCARGA		INICIO:	
						TERMINO:	

HISTORIAL DE ORDENES DE TRABAJO

PAGINA: 1
FECHA: 10/09/97

No. OT No. EQUIPO TAG DESCRIPCION DEL EQUIPO S MEDIO PROC- PRI STA HORA ORG PLN AFR HORA RES
06358 M-NABBB-1005C NABBB-1005C SIST MEC BBED DOSIF SULFURICO S 0.0 3 CLO 12:00 DCP DCP ARH 12:00

ORIG: 8/29/97 VEN: 8/29/97

HORA: 9:57

INIC.: 8:00

ASIGNACION: MPL-B

TERMINADA: 8/29/97

TRABAJO: CAMBIO DE VALVULAS CHECK'S

REQUERIDO:

ACCION: SE DESMONTA VALVULAS DAÑADAS Y SE COLOCAN LAS NUEVAS, COLOCANDO TAFLOM EN CINTA EN EXTREMOS PARA EVI
CORRECTIVA: TAR FUGAS, SE AGREGA ACEITE AL REDUCTOR Y POR BOMBA.

CANT OFIC. HORAS E/S HR-REAL COSTO REAL N° CANT OFIC. HORAS E/S HR-REAL COSTO REAL N° CANT OFIC. HORAS E/S HR-REAL COSTO REAL N°

1 BM 7.5 E 4.0 104.00

DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO EST. N°	CANTIDAD	COSTO REAL N°
RETEN P/ACEITE 21101 (2.125 X 2.879 X 0.250)" C/R	1.00	26.22	1.00	26.22
RULE ESTRELLA P/ACOPLEAMIENTO MCA. LOVEJOY	0.00	0.00	1.00	7.99
CUERPO DE LA VALVUL CHECK P/N 73 P/BOMBA DOSIFICADORA YARWAY TIPO "C" DUPLEX MOD 0725-23-2461 SERIE 4643-4 AL 7	2.00	0.00	2.00	5,244.00
ASIEN TO DE VALVULA CHECK P/N 74 P/BOMBA DISIFICADORA YARWAY TIPO "C" DUPLEX MOD 0725-23-2461 SERIE 4643-4 AL 7	4.00	0.00	4.00	3,800.00
MEDIA BOTA DE LA VALVULA CHECK P/N 75 P/BOMBA DOSIFICADORA Y ARWAY TIPO "C" DUPLEX MOD 0725-23-2461 SERIE 4643-4 AL 7	8.00	0.00	8.00	5,696.96
RTENEDOR DE LA VALVULA CHECK P/N 76 P/BOMBA DOSIFICADORA YAR WAY TIPO "C" DUPLEX MOD 0725-23-2461- SERIE 4643-4 AL 7	2.00	0.00	2.00	425.60
BOLA P/N 77 P/BOMBA DISIFICADORA YARWAY TIPO "C" DUPLEX MOD 0725-23-2461 SERIE 4643-4 AL 7	4.00	0.00	4.00	3,885.12
COUPLE P/N 3 P/BOMBA DASIFICADORA MOD "D" DUPLEX SUCCION 2" D ESCARGA 1 1/2" MCA PROPORTIONEER (YARWAY)	2.00	496.00	2.00	496.00
FLECHA MOTRIZ P/N 60 P/BOMBA DOSIFICADORA T/"C" DUPLEX MOD. 0725-23-2461 MCA. YARWAY BB-044A	1.00	655.03	1.00	655.03
COSTOS TOTALES DE MATERIALES (N°)		1,177.25		20,236.92

GASTOS REALES

MANO DE OBRA N°	0.00
MATERIALES N°	20,236.92
CONTRATISTAS N°	104.00
OTROS N°	0.00
TOTALES N°	20,340.92

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

NO. DE OT: 583463	FECHA: 10/26/97
NO. DE EQUIPO: M-NA6TB-1005	PRIORIDAD: 2
T A B: NA6TB-1005	SEGURIDAD: S
DESCRIPCION BREVE: SIST MEC TRANSPORT BANDA TORRE	TIPO DE ACTIVO: EQUIPO
UBICACION: NA ENFRIAMIENTO	FECHA DE ORIGEN: 10/23/97
CC-C. GASTO: 5353-7132	HORA DE ORIGEN: : 0
NO. DE PROYECTO:	FECHA DE VENCIMIENTO: 10/26/97
UBICACION TRABAJO:	FECHA PROGRAMADA: 10/26/97
ORIGINO: PH	HORA PROGRAMADA:
TELEFONO:	AREA DE TRABAJO:
GRUPO DE TRABAJO:	CODIGO DE FALLA: MP
NOMBRE SUPERVISOR: DCP	TIPO DE TRABAJO:
ASIGNADO A: MPL-B	MEJORADOR:
SOPORTE REQUERIDO: BARLOVENTO	
TRABAJO REQUERIDO: MP. BIMESTRAL AL SISTEMA MECANICO DEL TRANSPORTADOR SEGUN PROCEDIMIENTO	

CAMBIO DE STATUS								
STATUS	FECHA	HORA	STATUS	FECHA	HORA	STATUS	FECHA	HORA

PERSONAL REQUERIDO			PERSONAL REAL UTILIZADO			MATERIAL UTILIZADO		
NO.	OFICIO	H/H EST.	NO. EMP.	H/H REAL	TIPO	NO. PARTE	CANTIDAD	DESC. BREVE
1	EM	3.0	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

ACCION CORRECTIVA

DESVIACIONES

EJECUCION	PRODUCCION	MANTENIMIENTO
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA INICIO:	FECHA:	FECHA:
HORA INICIO:	HORA:	HORA:
FECHA TERMINO:	FIRMA:	FIRMA:
HORA TERMINO:		
FIRMA:		

NO. DE EQUIPO: M-NAGTB-1005
DESC DE EQUIPO: SIST MEC TRANSPORT BANDA TORRE

NUMERO DE OT.: 583463
FECHA: 10/08/97

PROCESO : MP. A BANDAS TRANSPORTADORAS
FRECUENCIA : BIMESTRAL
TAGS : NAGTB-1015, NAITB-1016, NAGTB-1006B, ...
MPA21

ACTIVIDAD No.	OPERADOR	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD
1	OP-1	PONER TARJETA Y/O CANDADO DE DESENERGIZACION DE ED.
	OP-1	PONER PARO DE EMERGENCIA
2	OP-1	LIMPIAR EXT. DE CHUMACERAS MOTRIZ
	OP-1	ABRIR CHUMACERAS Y RETIRAR GRASA
	OP-1	VERIFICAR AJUSTE DEL RODAMIENTO (CON LAMINAS)
	OP-1	PONER GRASA
	OP-1	CERRAR CHUMACERAS Y REAPRIETE DE LA TORNILLERIA DE BASE
3	OP-1	LIMPIAR EXTERIOR DE CHUMACERA Y TENSOR DE COLA
		REVISAR EDO. FISICO DEL TENSOR Y CHUMACERA
	OP-1	LUBRICAR CHUMACERAS COLA Y TENSOR (PARA BIPARTIDAS, ABRIR Y CHECAR AJUSTE RODAMIENTO)
4	OP-1	RETIRAR GUARDA-COPILE Y COLOCAR POSTERIORMENTE (SOLO SI TIENE)
	OP-1	LIMPIAR EXTERIOR DEL COPILE
	OP-1	ABRIR COPILE Y REVISAR EDO FISICO DE LOS HAMELONES
	OP-1	RETIRAR GRASA
	OP-1	VERIFICAR FIJACION DE OPRESORES DEL COPILE
	OP-1	RETIRAR, LIMPIAR Y REVISAR EDO FISICO DE LA REJILLA
	OP-1	REAPRIETAR TORNILLERIA DE LA BASE DEL MOTOR Y REDUCTOR
	OP-1	VERIFICAR ALINEACION DEL COPILE (MOTOR-REDUCTOR)
	OP-1	COLOCAR REJILLA Y LUBRICAR
	OP-1	CERRAR COPILE
4	OP-1	LIMPIAR EXTERIOR DEL REDUCTOR
	OP-1	REVISAR NIVEL Y EDO FISICO DEL ACEITE DEL REDUCTOR
5	OP-1	RETIRAR GUARDA DE LA CADENA
	OP-1	LIMPIAR Y VERIFICAR EDO FISICO DE CADENA Y CATARINAS
	OP-1	VERIFICAR ALINEACION DE CATARINAS Y TENSADO DE CADENA
	OP-1	APLICAR GRASA A CADENA
	OP-1	COLOCAR GUARDA DE LA CADENA
6	OP-1	LIMPIAR AREA DE TRABAJO
7	OP-1	RETIRAR PARO DE EMERGENCIA
	OP-1	RETIRAR TARJETA Y/O CANDADO DE DESENERGIZACION DEL EQ.

HERRAMIENTAS

- CAJA DE HERRAMIENTAS
(LLAVE 3/4, 1/2, 5/8, 11/16, 1 1/16 in)
LLAVE ALLEN (6mm)
- BROCHA, CUBETA
- INYECTOR DE GRASA
- GRASERAS VARIAS MEDIDAS
- CUBETA
- LAINCHMETRO
- CORDON (2m)

MATERIALES

- DIESEL 3 Lt.
- GRASA MOBILUX EP-2 1.5Kg.
- JERGA 50 cm.

