

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA**

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**IMPLEMENTACION DEL MPT EN UNA INDUSTRIA
CEMENTERA**

POR

ING. JESUS RICARDO CANTU GONZALEZ

TESIS

**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
DE LA ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD
EN PRODUCCION Y CALIDAD**

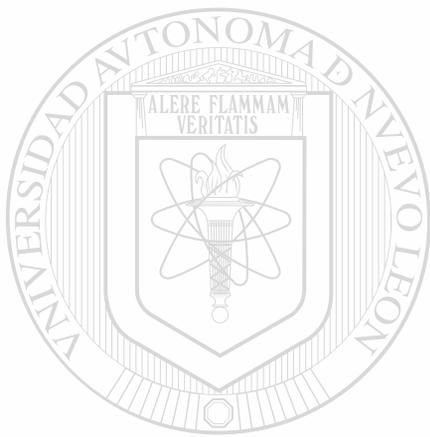
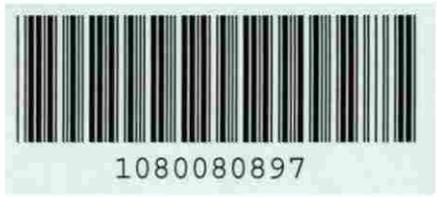
Cd. Universitaria, Monterrey, N. L. Diciembre de 1997

TM
TP881
C3
c.1

1997

INSTRUMENTI A CROMI D'ELI METI ENI UJMA INDOJSTRIJA

CEMENTIERA



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



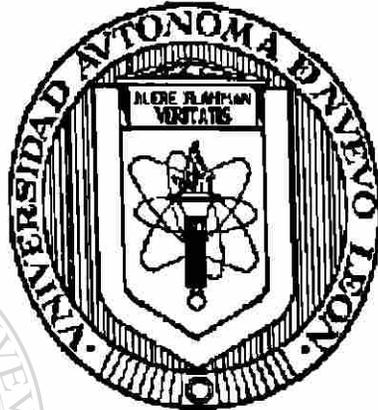
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2 7

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



IMPLEMENTACION DEL MPT EN UNA INDUSTRIA CEMENTERA

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

POR

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
ING. JESUS RICARDO CANTU GONZALEZ

TESIS

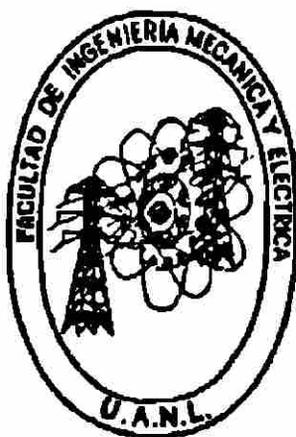
**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCION Y CALIDAD**

Cd. Universitaria, Monterrey, N.L., Diciembre de 1997

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



IMPLEMENTACION DEL MPT EN UNA INDUSTRIA CEMENTERA

UANL

POR
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

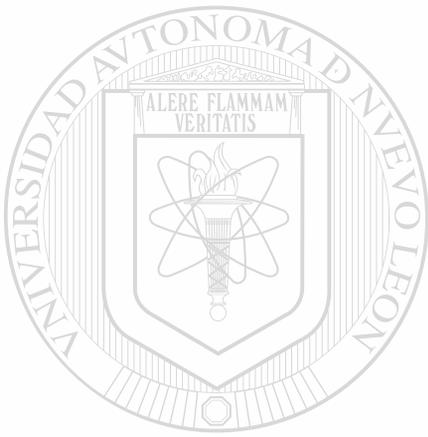
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
ING. JESUS RICARDO CANTU GONZALEZ

TESIS

**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCION Y CALIDAD**

Cd. Universitaria, Monterrey, N.L., Diciembre de 1997

TM
TP881
C3

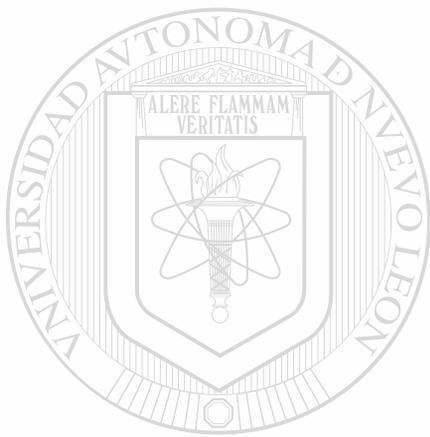


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



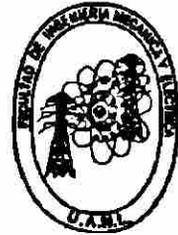
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Subdirección de Estudios de Postgrado

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis “Implementación del MPT en una industria Cementera”. Realizada por el Ing. Jesús Ricardo Cantú González sea aceptada como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Administración con especialidad en Producción y Calidad.

El Comité de Tesis


Asesor
M.C. Marco A. Méndez C.


Coasesor
M.C. Roberto Villarreal G.


Coasesor
M.C. Victoriano Alatorre G.


Vo.Bo.
M.C. Roberto Villarreal G.
Subdirección de Estudios de Postgrado

San Nicolás de los Garza, N.L. a 5 de Diciembre de 1997

Indice

	pag
<i>Prólogo</i>	2
<i>Síntesis</i>	3
<i>Introducción</i>	4
1.0 Antecedentes	6
1.1.- <i>El Mantenimiento Industrial</i>	7
1.2.- <i>Mantenimiento Correctivo</i>	9
1.3.- <i>Mantenimiento Preventivo</i>	11
1.4.- <i>Mantenimiento Predictivo</i>	36
2.0.- MPT	38
2.1.- <i>Qué es el MPT</i>	40
2.2.- <i>Conceptos principales</i>	41
2.3.- <i>Maximización de la efectividad del equipo</i>	45
2.4.- <i>Organización para su implementación</i>	51
3.0.- Implementación del MPT en una industria Cementera (Caso práctico)	59
3.1.- <i>Antecedentes de la empresa</i>	59
3.2.- <i>Situación actual de la empresa</i>	60
3.3.- <i>La importancia de establecer esta filosofía</i>	61
3.4.- <i>Anuncio de la Alta dirección de Cemex de Implementar el MPT</i>	61
3.5.- <i>Paso inicial el 5S+1</i>	63
3.6.- <i>2º paso, el Mantenimiento Autónomo</i>	75
3.7.- <i>3º paso La planeación del mantenimiento</i>	87
3.8.- <i>4º paso, asegurar el mantenimiento preventivo</i>	97
3.9.- <i>5º paso, Establecer análisis sistemático de fallas de equipos</i>	118
3.10.- <i>Establecer controles e indicadores para medir efectividad</i>	121
3.11.- <i>Análisis de la información</i>	170
4.0.- Conclusiones y Recomendaciones	172
5.0.- Bibliografía	173
6.0.- Lista de tablas, figuras, gráficas y fotografías	174
7.0.- Apéndices	177
7.1.- <i>Glosario de términos</i>	177
8.0.- Resumen autobiográfico	183

Prólogo

Hoy en día la globalización de los mercados y la apertura de fronteras, ha obligado a las empresas a ingresar en un ambiente de alta competitividad.

Es indiscutible que en la actualidad la calidad de los productos así como su precio son determinantes para la conquista de mercados; esto exige que toda empresa sea debidamente administrada a fin de que sus recursos sean desarrollados en una forma equilibrada obedeciendo a una planeación de recursos inteligente.

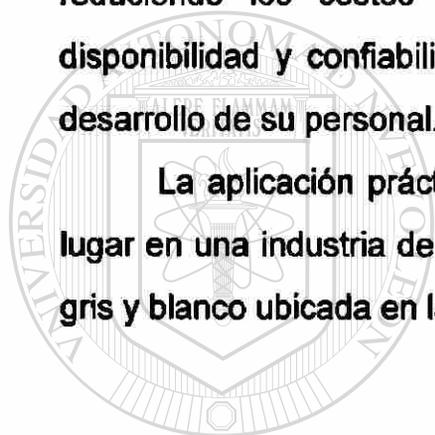
Por tal motivo las empresas que desean sobrevivir han tenido que evolucionar adoptando nuevos esquemas organizacionales, con metodologías y filosofías de trabajo modernas tratando de lograr la Manufactura de Clase Mundial dónde se incluyen conceptos como Administración de Calidad Total (TQM), Control Total de Calidad (TQC), Justo a Tiempo (JIT), Planeación de Materiales (MRP), Mantenimiento Productivo Total (MPT), entre otros.

En esta tesis trataré de explicar detalladamente los diferentes conceptos que se manejan en el MPT, sus características, y su metodología de implementación que favorece a las organizaciones que tratan de aplicarla ya que promueve el desarrollo de su personal, además de que reduce notablemente sus costos de fabricación.

Síntesis

Esta tesis tiene como objetivo mostrar teórica y prácticamente la aplicación del MPT, (Mantenimiento Productivo Total) que es una metodología de trabajo que se originó en el Japón y que ayuda a las empresas que la practican a mejorar notablemente la efectividad de sus operaciones, incrementando la calidad de sus productos, eliminando el desperdicio, reduciendo los costos (de operación y mantenimiento), acrecentando la disponibilidad y confiabilidad de sus equipos e instalaciones y estimulando el desarrollo de su personal.

La aplicación práctica de esta metodología mostrada en esta tesis tiene lugar en una industria de proceso continuo donde se fabrica cementos portland gris y blanco ubicada en la Ciudad de Monterrey N.L.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Introducción

El objetivo de esta tesis es presentar en una forma clara y objetiva *una filosofía de trabajo de mantenimiento de equipos* para una industria cementera y que tiene como metas o propósitos reducir a cero:

- a) Los paros no planeados
- b) Los defectos en productos en proceso o terminados
- c) Los accidentes

así como también reducir al mínimo los costos de mantenimiento y mejorar el rendimiento de la maquinaria y equipos productivos de la empresa a fin de hacerla competitiva dentro de un mercado global cada vez más exigente.

Las organizaciones empresariales contemporáneas responden a la importante misión de mantener la vida social de los hombres. Por medio de sus procesos se obtienen productos que buscan satisfacer las necesidades de una sociedad cada vez más exigente. Por lo anterior es sumamente importante que las empresas se mantengan en condiciones financieras sanas y para ello deben cambiar en sus operaciones a esquemas de trabajo en los cuáles se promueva la mejora continua y se realicen prácticas de clase mundial. El Mantenimiento Productivo Total cumple con estos conceptos.

El MPT es un enfoque innovativo para el mantenimiento que optimiza la efectividad del equipo elimina las averías y promueve el mantenimiento autónomo por los operarios a través de actividades día a día que incluyen a todo el personal.

Los japoneses tienen la habilidad de transformar las buenas ideas en prácticas enormemente eficaces. Por ejemplo muchas compañías japonesas aplicaron las ideas de Deming, Juran y Crosby en una dirección diariamente innovativa y actividades de mejora logrando sistemas y modelos de control de calidad obteniendo resultados altamente satisfactorios. Similarmente Seiichi Nakajima introdujo las prácticas americanas de mantenimiento en Japón por el año de 1970, combinó esas ideas con los conceptos de control de calidad total e

implicación total de los empleados para desarrollar el Mantenimiento Productivo Total, un sistema que está revolucionando el mantenimiento de plantas por todo el mundo.

El MPT promueve las actividades en grupo a través de toda la organización para una mayor efectividad del equipo y el entrenamiento de los trabajadores para participar en la responsabilidad de la inspección de rutina, limpieza, mantenimiento y reparaciones menores con el personal de mantenimiento. Con el tiempo este esfuerzo cooperativo incrementa dramáticamente la calidad y la productividad, optimiza el costo del ciclo de vida del equipo y amplían la base de conocimientos y capacidad de cada empleado.

La idea fundamental del MPT es justamente cooperar para conseguir un trabajo importante. En muchas fábricas los operarios no saben como mantener o reparar su propio equipo, y los que si saben hacerlo no se les permite realizarlo por que es trabajo de otros.

En nuestro entorno, aislamos a los trabajadores y limitamos su desarrollo creando clasificaciones de tareas exclusivas. Además aceptamos negligentemente las pérdidas de productividad que ocurren cuando no están disponibles trabajadores capacitados para reparar un equipo que funciona mal o tratar los primeros síntomas de falla inminente.

Es cierto que, cada miembro de un grupo de trabajo tiene destrezas especializadas, pero en una empresa verdaderamente cooperativa, esas destrezas se comparten y cada uno crece en conocimientos y "expertise". Este enfoque practicado por todos los departamentos, en cada fase del programa de desarrollo del MPT, es una contribución japonesa única en el área del mantenimiento de fábricas.

Capítulo 1

Antecedentes

A finales del siglo XVIII y a principios del siglo XIX ocurrieron muchos cambios que hicieron posibles importantes cambios en nuestra sociedad. Existían serias limitaciones anteriores a esta época como la fuente de energía para accionar la maquinaria. La única disponibilidad eran los hombres, animales y el agua. Con el descubrimiento de la máquina de vapor de Watt, la instalación de una empresa industrial no estuvo restringida a las orillas de los ríos. El transporte rápido por tierra y por agua se hizo posible. Por aquellos tiempos se promovió el uso de piezas intercambiables en la maquinaria según idea de Eli Whitney, facilitando los procesos de fabricación, también los inventos y la precisión de la maquinaria de la industria textil provocó el crecimiento notable del desarrollo industrial.

La guerra que en 1812 bloqueó los Estados Unidos, aceleró sustancialmente el avance de su industrialización. Y lo mismo puede decirse de toda guerra importante que hallamos sufrido.

Así comenzó la Revolución Industrial. Gradualmente durante el siglo XIX, la producción familiar fué reemplazada por la producción en fábricas. La especialización del trabajo fué una herramienta poderosa de la industrialización y el punto de partida de muchas de nuestras modernas prácticas de dirección. En los Estados Unidos la expansión hacia el oeste fué una de las principales causas del vigoroso desarrollo del transporte por ferrocarril. La demanda del material ferroviario y agrícola estimuló a la industria siderúrgica y a otras empresas manufactureras.

Desde la Revolución Industrial y, posteriormente con los estudios realizados por F.W. Taylor para poner en práctica sus ideas sobre la Administración Científica, fue posible dividir el trabajo y ejecutarlo en serie, lo cuál se tradujo en una elevación fantástica del rendimiento en las labores de producción. Esto ha traído como consecuencia que en la actualidad exista un avance considerable en la Ingeniería de Métodos aplicada principalmente a trabajos de producción.

Pero, por lo que respecta al mantenimiento, no se le ha dado la importancia necesaria, ya que no existe una clara definición de estas labores, y existe la tendencia del personal de producción de desplazarse al nivel de mantenimiento.

Mucho se ha temido que el avance tecnológico a través de la creación de maquinaria cada vez más "automatizada" logre sustituir al personal de producción, pero eso seguramente es necesario y deseable ya que es fácil demostrar que al suceder esto el hombre llega a un nivel superior de vida, en donde el trabajo exige más inteligencia y menos esfuerzo físico, se evita la aparición de fuertes conflictos emotivos en los niveles dónde la naturaleza de éste lo hace poco susceptible a ser "enriquecido", se reduce la jornada, lo que permite al individuo la diversificación de intereses, generalmente más nobles y más humanos.

A este nuevo nivel puede llamarse "maquinaria de mantenimiento" a la que virtualmente pertenecía, en épocas anteriores una casta privilegiada y que está llamada a mantener en buen ritmo de trabajo a la maquinaria de producción.

1.1.- El Mantenimiento Industrial.-

¿Por qué una industria necesita de un Departamento de Mantenimiento? La respuesta a esta pregunta es la base para desarrollar los conceptos generales y la ideología básica de la organización del Mantenimiento, y aunque la respuesta parezca obvia, en la práctica a menudo se pierde de vista.

La justificación de un grupo de especialistas en mantenimiento se encuentra en que sirve para asegurar la disponibilidad de máquinas, edificios y servicios que se necesitan en otras partes de la organización para desarrollar sus funciones, a una tasa óptima de rendimiento sobre la inversión, ya sea que esta inversión se encuentre en maquinaria, en materiales, edificios, o en recursos humanos. La función mantenimiento debe considerarse como parte integral e importante de la organización, que maneja una fase de operaciones.

El mantenimiento industrial se define como la actividad humana que conserva la calidad del servicio que prestan las máquinas, instalaciones y edificios en condiciones seguras, eficientes y económicas.

Para que los trabajos de mantenimiento sean eficaces son necesarios el control, la planeación del trabajo y la distribución correcta de la fuerza humana, logrando así que se reduzcan costos, tiempos de paro de los equipos, etc.

Para ejecutar lo anterior es necesario establecer los lineamientos de mantenimiento, practicarlos y asegurar los resultados. Existen diferentes tipos de éstos, siendo la comparación de los logros o beneficios obtenidos de ellos el mejor camino para definir su aplicabilidad.

a) **Mantenimiento Correctivo.-** Se efectúa cuando las fallas han ocurrido. Su característica es la corrección de las fallas a medida que se presentan ya sea por síntomas claros y avanzados o por paro de equipo.

b) **Mantenimiento Preventivo.-** Se efectúa para prever las fallas con base en parámetros de diseño y condiciones de trabajo supuestas. Su característica es evitar que las fallas ocurran mediante el servicio y reparación o reposición programada, o, en última instancia la detección de las fallas en su fase inicial y la corrección en el momento oportuno.

1.2.- Mantenimiento correctivo

Se define como la actividad humana desarrollada en máquinas, instalaciones o edificios, cuando a consecuencia de una falla han dejado de prestar la calidad del servicio para lo que fueron diseñadas.

El Mantenimiento Correctivo es una función de mejoramiento continuo crítico que cae bajo la amplia definición de mantenimiento preventivo. Específicamente, ello es definido aquí como el análisis de trabajos repetitivos ó caros para encontrar formas para eliminarlos ó para reducir su costo.

La acción correctiva requerida a menudo involucra modificaciones de diseño, ó puede requerir cambios en mantenimiento ó procedimientos operativos.

Hay dos tipos de actividades involucradas en ingeniería correctiva:

- a) Seleccionar los problemas a ser trabajados.
- b) Desarrollar soluciones económicas a los problemas.

Los problemas de Mantenimiento son seleccionados en una de dos maneras:

- a) Por observación directa en el campo.
- b) Por análisis de reparación de equipo y registro de tiempo muerto.

El Coordinador y su equipo de trabajo y quienes han estado cerca de las operaciones por varios años, usualmente revelarán el equipo que está causando la mayoría de los problemas, costos más altos y efecto más grande en pérdidas de producción. Una inspección puede indicar que el equipo no está en condición para mantenimiento periódico. Fallas no predictivas pueden requerir Mantenimiento correctivo antes que pueda ser propiamente incluido en el programa de Mantenimiento Preventivo. Tal acción correctiva puede requerir de una rehabilitación, cambio de diseño ó reemplazo.

Las oportunidades para Mantenimiento Correctivo necesario, se manifiestan en problemas día a día. Todas las fallas de equipo prematuras ó no detectadas con anticipación deberán ser reportadas. Estos reportes deberán ser registrados y la falla verificada en el campo. Las causas de falla deberán ser

establecidas y determinar la acción correctiva para prevenir ocurrencia y llevar el equipo a condiciones de operación.

Los análisis de registros de equipo, son también una buena fuente de información para definir situaciones de problemas. Altos costos y reparaciones repetitivas pueden ser detectados en historias de equipo. La falla continua de una parte específica, sugiere acción correctiva. El valor de los registros de equipo decrece rápidamente en proporción a su falta de exactitud. Los registros correctos son de poco valor si no son revisados y analizados regularmente.

Se debe usar un enfoque sistemático y persistente en la aplicación de la ingeniería correctiva:

- a) Darse cuenta del significado de la generalización que el 80% de los costos de Mantenimiento son causados por el 20% del equipo.
- b) Identificar los principales causas problemas.
- c) Definir el problema, determinar alternativas, seleccionar la solución más económica realizable.
- d) Establecer un proyecto de Mantenimiento Correctivo específico para cada uno.
- e) Fijar metas medibles de realización para cada proyecto.
- f) Asignar responsabilidad para manejar el proyecto.
- g) Ejecutar el Proyecto.
- h) Dar seguimiento a los resultados y medirlos contra los objetivos.
- i) Reportar resultados.

Debería mantenerse en mente que hay pocos problemas de Mantenimiento para los cuales los operadores no han presentado alguna solución. Es vital reconocer que no todas las soluciones de Mantenimiento Correctivo involucran cambio de diseño ó reemplazo. Además, la acción correctiva determinada puede involucrar una ó más, pero no limitado a lo siguiente:

- a) No hacer nada ahora
- b) Cambiar ó modificar procedimiento operativo.

- c) Mejorar la inspección de Mantenimiento Preventivo, servicio ó procedimientos de lubricación.
- d) Optimizar los procedimientos de prueba y arranque.
- e) Donde sea indicado, reparar ó reemplazar el equipo con falla de alto riesgo ó de corto plazo.
- f) Reemplazar el equipo existente con el adecuado para el servicio requerido.

Es de vital importancia tomar las acciones más económicas y provechosas. Donde más de una acción sea posible, escoger la que es más práctico y realizable. Durante la ejecución ó acciones correctivas, se deben realizar revisiones periódicas del progreso para asegurar que el objetivo está siendo alcanzado.

1.3.- Mantenimiento Preventivo

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

Se basa en el análisis histórico de cada máquina y consecuentemente a este análisis, se elaboran programas de reparaciones a ser efectuados antes de que ocurran problemas esperados estadísticamente. Es conocido, de que, una cantidad de máquinas similares, exhibirán una relación de fallas tal que algunas son predecibles si estas son promediadas por largo tiempo.

Basado en esto se formó la curva de la bañera, la cuál promedia las fallas contra el tiempo operado. Si esta curva es aplicada a todas las máquinas de un grupo y la pendiente es conocida, el Mantenimiento Preventivo debería ser ventajosamente usado.

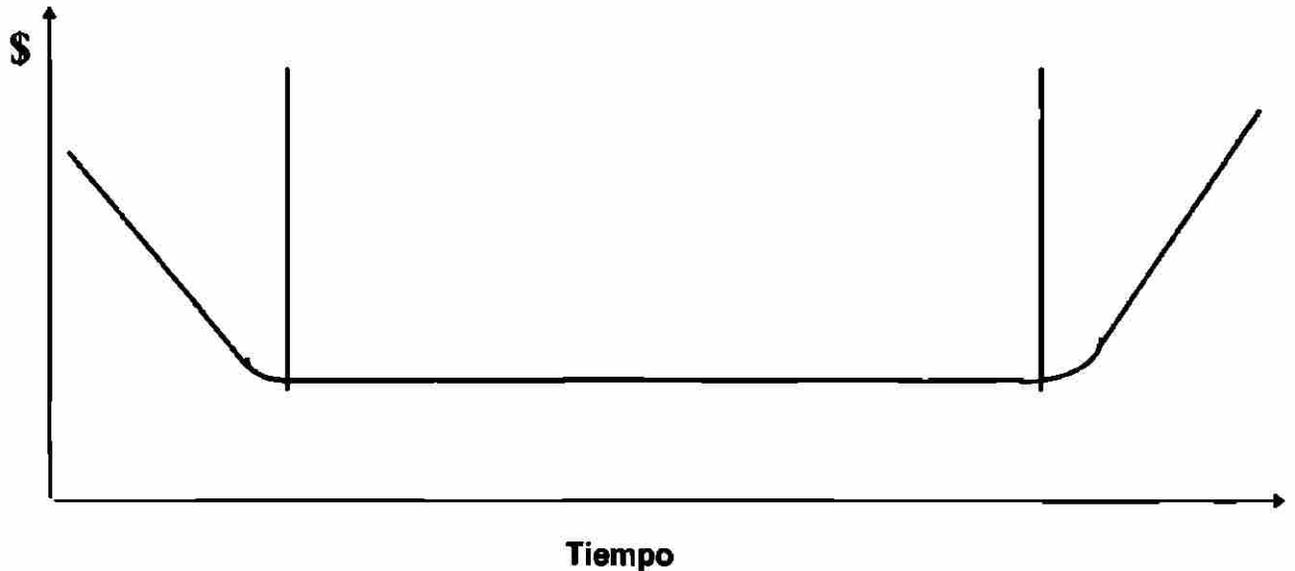


Figura 1-1 diagrama de la bañera

Este tipo de mantenimiento ha sido muy popular desde los años 80's, cuando aparecieron programas computacionales para la planeación y seguimiento al trabajo de mantenimiento.

OBJETIVO

El principal objetivo del Mantenimiento Preventivo es lograr la máxima disponibilidad del equipo e instalaciones, al menor costo total posible.

ACTIVIDADES BÁSICAS

Los programas de Mantenimiento Preventivo, poseen las siguientes cuatro actividades principales:

- 1.- Creación de Programas de Mantenimiento Preventivo.
- 2.- Programación de Actividades de Mantenimiento Preventivo.
- 3.- Ejecución del Programa de Mantenimiento Preventivo.
- 4.- Esfuerzos del Asesor Especialista dirigidos a la Prevención del Mantenimiento.

TIPOS DE TRABAJO CONSIDERADOS M.P.

Los siguientes son tipos de trabajo de mantenimiento los cuales pueden ser considerados como Mantenimiento Preventivo.

- 1.- Limpieza
- 2.- Lubricación
- 3.- Inspecciones repetitivas
- 4.- Ajustes y reparaciones menores
- 5.- Reposición de partes de rutinas
- 6.- Revisiones programadas
- 7.- Pintura y restauración
- 8.- Corrección de pequeños cambios de diseño

No incluido como trabajos de M.P.:

Excluidas específicamente de los programas de Mantenimiento Preventivo, están las siguientes actividades:

- 1.- Trabajo ejecutado como consecuencia de una falla del equipo.
- 2.- Trabajo ejecutado en anticipación para impedir una falla, basándose sobre síntomas observados.
- 3.- Trabajo ejecutado como un resultado de problemas en el proceso.
- 4.- Trabajo generado principalmente desde inspecciones a los equipos, es decir, trabajos que requieren aprobación adicional para su ejecución.
- 5.- Alteración ó modificaciones de equipos o facilidades como resultado de una decisión administrativa para mejorar la ejecución, mantenibilidad, apariencia, reducir los daños por contaminación e incrementar la seguridad.

En breve, el Mantenimiento Preventivo incluye sólo trabajo para el cual la necesidad es conocida por anticipado, la cual puede ser programada meses antes de su ejecución y excepto para programas de corrección de diseño. Todo el trabajo es virtualmente repetitivo.

Funciones de un Programa de Mantenimiento Preventivo

Un programa de Mantenimiento Preventivo debe estar diseñado para:

- 1.- Aplicar imaginación creativa de ingeniería en la prevención del Mantenimiento basado en la historia del equipo.

2.- Proveer un programa económicamente justificado de:

- a) Limpieza
- b) Lubricación
- c) Inspecciones periódicas, servicios, ajustes, reparaciones, partes de reemplazo, pintura.
- d) Análisis de vibración y otras técnicas empleadas de pruebas no destructivas e interpretación de datos (Mantenimiento Predictivo).

3.- Operación apropiada del equipo que incluye:

- a) Procedimientos operativos.
- b) Operación del equipo dentro de sus especificaciones para producir un producto de calidad.
- c) Protección de equipo de ambientes adversos.

4.- Analizar instalaciones propuestas de equipo nuevo.

- a) Compra de equipo que es estándar en la planta para asegurar intercambiabilidad de partes.
- b) Layout del equipo que facilitará mejores métodos de mantenimiento y accesibilidad para darle servicio.
- c) Selecciones de materiales que reducen corrosión y problemas de erosión y los cuales han provocado mal funcionamiento en la planta.
- d) Diseñar protecciones para equipo instalado en ambientes adversos. Por ejem., motores eléctricos sellados y equipo electrónico protegido.

5.- Proveer información para la acumulación y reporte de datos de historia de equipo necesario para:

- a) Predecir requerimientos de mantenimiento de equipo.
- b) Identificar desarrollo de problemas de equipo.
- c) Análisis económico de políticas de sustitución, compras e inventario de partes de repuesto.
- d) Iniciar lubricación, inspección, servicio ó reparaciones en una base oportuna.
- e) Monitorear la realización de tales funciones.

f) Medir la economía del programa de MP para asegurar que únicamente el trabajo justificado económicamente es tomado y que la administración pueda ver lo que ellos obtienen por su costo de MP.

6.- Motivar a todo el personal de la planta para contribuir con ideas para reducir la cantidad de mantenimiento requerido, para mejorar el funcionamiento del equipo.

Descripción de Métodos de Mantenimiento Preventivo Básico

1.- Lubricación

Un efectivo programa de lubricación reducirá los requerimientos para mantenimiento mecánico. Un programa así proveería de:

- a) Revisar y establecer con Producción aquellos equipos que serán cubiertos por el programa de lubricación.
- b) El desarrollo e implementación de programas de lubricación mejorados, incluyendo prácticas estándar, frecuencias, cantidades, tipos de lubricantes, equipo usado y rutas seguidas. Normalmente un diagnóstico del proveedor ayudará en ésta tarea.
- c) El control de la implementación de programas de lubricación mejorados por medio de una lista de verificación detallada asegurará que la lubricación sea realizada y sus ejecuciones registradas.
- d) El análisis y control de la variedad, distribución y calidad de lubricantes, soportado por un laboratorio de lubricantes.
- e) El muestreo y prueba de lubricantes de todas las cajas de engranes y unidades críticas.
- f) La iniciación de programas de lubricación para todo el equipo nuevo instalado.
- g) El rediseño de sistemas de lubricación, reemplazo ó relocalización de accesorios, ó la instalación de sistemas automáticos para minimizar requerimientos para lubricación manual.

2.- Inspección Periódica.

El propósito de la inspección periódica es descubrir y corregir situaciones desfavorables en la etapa de desarrollo y así prevenir averías. La inspección es una actividad fundamental en un programa de Mantenimiento Preventivo.

Las inspecciones pueden ser simples ó complejas. El aceite puede ser visualmente inspeccionado por calidad, ó muestreado y analizado. Un técnico puede checar los baleros con sus sentidos, ó con sofisticados instrumentos de medición de vibración. Los equipos críticos pueden ser parados y desarmados para inspección.

Un programa de inspección periódica debe estar basado en factores económicos. Los procedimientos de inspección deben estar justificados por tiempo muerto reducido y reducción en costos de mantenimiento. Se requiere analizar primero si la inspección es ó no, la clase de actividades de mantenimiento más apropiada para un situación específica.

Si una parte falla regularmente cada seis meses, más menos dos a tres semanas, el sentido común sugiere que debe ser reemplazada automáticamente cada 5.5 meses en vez de vía un programa de inspección.

De otra manera, si no hay patrón de fallas y si, además un equipo es crítico en el proceso de producción, la inspección sistemática ejecutada por un técnico o por medio de instrumentos debe ser aplicadas. Tal inspección, es llamada Monitoreo de Condición.

Se requiere, entonces, precaución contra una confianza excesiva en la inspección programada como la fuente primaria de trabajos de mantenimiento. Servicios, ajustes, reemplazo de partes, reparaciones deberán estar basadas en análisis estadístico de historial de equipo. *Esto es la base del Mantenimiento basado en la Confiabilidad.*

Las ventajas de este enfoque son:

- a) Los costos totales de mantenimiento se reducirán debido a que el costo total de mantener un equipo debe incluir los costos por las inspecciones y trabajo ejecutado.
- b) Si un equipo es vital para el proceso de producción y si por la inspección requiere estar fuera de servicio, ahorros adicionales se obtendrán minimizando el tiempo necesario para realizar el mantenimiento.
- c) La programación y ejecución de trabajos repetitivos conocidos, ejecutados a intervalos predeterminados, es mucho más económico y efectivo que los de trabajos inesperados, sin la adecuada coordinación.
- d) Mano de obra de mantenimiento total requerida será menor.

Basado en este enfoque, un programa realista y vital para la actual inspección periódica de equipo puede ser desarrollada y debe incluir:

- a) Establecer los equipos que serán inspeccionados y fijar responsabilidad por ejecutar las inspecciones. Esto debe incluir asignaciones a Mantenimiento y Producción (organizaciones de alto desempeño).
- b) Determinar el tipo y frecuencia de inspección requerida para el equipo seleccionado. Un análisis de ingeniería es deseable para asegurar que la relación entre costos de inspección y mejora es optimizada.
- c) Las listas de verificación existentes ó prácticas deberán ser revisadas con los equipos de trabajo. Los procedimientos deberán ser cuidadosamente desarrollados y estandarizados antes de que sean publicados.
- d) Establecer frecuencias y procedimientos de inspección.
- e) Un programa de inspecciones diarias ó semanales con equipo en operación, ejecutadas por un técnico experimentado y hábil redundará en mayores dividendos.

3.- Análisis de Vibración e Interpretación.

Probablemente pocas rutinas de inspección periódicas tiene el potencial para ahorros substanciales como es el análisis de vibraciones. La aplicación e implantación de un programa de monitoreo de vibración tiene varios elementos:

- a) Equipo adecuado para toma de lecturas es necesario.
- b) El inspector debe estar entrenado apropiadamente.
- c) El equipo a ser monitoreado debe ser escogido, y los puntos de toma de lectura deben ser establecidos.
- d) Intervalos de lecturas deben ser determinados y monitoreados y establecer los límites y tendencias con los cuales detectamos problemas de equipo, reflejados por cambios en lecturas.
- e) Debe mantenerse un registro y graficar e interpretar los resultados.
- f) Análisis inteligente y hábil de condición y tendencia.

4.- Procedimientos de Operación Apropriados

Los procedimientos operativos adecuados y un buen y continuo monitoreo del equipo pertenece a los Grupos de Trabajo. Ellos deben desarrollar el sentimiento necesario de propiedad en los equipos e Instalaciones que estén bajo su responsabilidad. Los Grupos de Trabajo pueden identificar áreas de problemas y alertar a los asesores de su existencia. Ello también puede proveer el análisis detallado de equipo y operación de qué procedimiento debe ser desarrollado. Los asesores de los Equipos de trabajo necesitan solicitar esta información para ayudar a optimizar métodos operativos. La reducción sustancial en mantenimiento requerido puede resultar de procedimientos operativos mejorados.

5.- Protección del Equipo del Ambiente Adverso

El Mantenimiento Preventivo puede contribuir a reducciones substanciales en el costo de Mantenimiento a través de inspecciones bien

concebidas y cuidadosamente programadas basada en el ambiente de trabajo. Condiciones hostiles tal como polvo excesivo, calor, campos eléctricos o magnéticos pueden tener un efecto de deterioramiento en el funcionamiento de equipo. Por lo tanto, inspecciones periódicas y evaluaciones de condiciones pueden usualmente ser justificadas por los ahorros disponibles de problemas ambientales que pueden ser identificados y eliminados.

6.- Acumulación, Análisis y Auditoría de Datos

El Mantenimiento Preventivo requiere un buen sistema de registros, reportes y control.

Lo básico para cualquier sistema de información es el documento de entrada llamada, Orden de Trabajo de Mantenimiento. El código debe identificar el equipo y sus componentes.

El sistema provee reportes acumulados para los gastos de Mantenimiento mensuales ó anuales en cada equipo. Además, las Ordenes de Trabajo terminadas son llenadas con el código de equipo para suministrar una historia completa.

Cada equipo tiene asignado un archivo con su código. Dentro de cada archivo esta toda la información relevante para el equipo, tal como copias firmadas de Ordenes de Trabajo terminadas, hojas de datos de equipo, listas de partes de repuesto, hojas de falla, reportes de costo, correspondencia, etc. Este archivo llega a ser la fuente de consulta específica e información técnica e historia de reparación para análisis de funcionamiento de equipo y el programa de Mantenimiento Preventivo. Esta información debe ser consultada con facilidad.

Usando esta información y estudios del equipo mismo, el Administrador de Mantenimiento será capaz de:

- a) Identificar situaciones de alto costo ó recurrentes de reparación, buscar causas fundamentales y las alternativas de solución más económicas.
- b) Ajustar la frecuencia de trabajo de Mantenimiento Preventivo tal que la disponibilidad óptima de equipo es obtenida al menor costo.
- c) El trabajo de naturaleza repetitiva debe ser precisamente definido, tal que el trabajo necesario, y solamente necesario, sea efectuado. Esto significa que los Grupos de Trabajo deberán discutir la frecuencia de trabajo de Mantenimiento preventivo, alcance y métodos con el Coordinador del Equipo de trabajo, para hacer trabajos de calidad.

El debe certificar que el Coordinador del Equipo entienda los conceptos básicos de los programas de Mantenimiento Preventivo y la importancia de reportar cualquier descubrimiento ó conclusiones en el reverso de la Orden de Trabajo para proveer información del equipo que será de valor para análisis subsecuentes.

Creación de Programa de Mantenimiento Preventivo

El proceso de crear un programa de Mantenimiento Preventivo para un equipo consiste en decidir qué clase de trabajo de mantenimiento debe ser hecho en él, y con qué frecuencia. Se debe hacer una selección específica de inspecciones apropiadas, ajustes, servicio, reparaciones, reemplazo de partes, etc. Las decisiones deben ser hechas con respecto a qué tan frecuentemente deben ser ejecutadas.

Haciendo y registrando tales decisiones es equivalente a crear un programa de Mantenimiento Preventivo para esos equipos.

1.- Qué Trabajo Hacer

Hay varias fuentes de información con respecto a qué trabajo de Mantenimiento debe ser incluido en un programa de Mantenimiento Preventivo para un equipo.

- a) Manuales de Servicio del Fabricante

Estos Manuales son valiosas guías de cómo un equipo debe ser instalado, operado y mantenido. Datos específicos son proporcionados con respecto a tales tareas de Mantenimiento como inspecciones, servicio, ajustes, partes de reemplazo y reparaciones.

b) Registros de Mantenimiento

Los registros de mantenimiento ejecutado en el equipo proporcionan información importante relativa para crear programas de Mantenimiento Preventivo. Trabajos repetitivos basados en falla de equipo pueden sugerir rutinas de servicio, ajustes ó reemplazo de partes. Otros requerimientos de Mantenimiento pueden surgir de inspecciones programadas.

c) Grupos de Trabajo

El personal responsable por operar ó usar el equipo deben a menudo proveer información en problemas de mantenimiento específica, la cual el fabricante no conoce y la cual no está claramente definida en las historias de ejecución de trabajo de mantenimiento.

La gente directamente involucrada en la ejecución de trabajo de mantenimiento están dispuestos para contribuir con valiosa información para programas de Mantenimiento Preventivo. Un Coordinador por ejemplo, probablemente conocerá acerca de Si el trabajo hecho en una base programada, eliminaría algunas de las emergencias ó averías las cuales dañan sus programas y el técnico competente será capaz Para comentar a detalle acerca del trabajo hecho, Si algo es hecho diferentemente, resultará en alargamiento de los intervalos de fallas.

2.- Qué tan frecuentemente hacer el trabajo

La decisión de qué tan frecuentemente ejecutar cada tarea incluida en un programa de Mantenimiento Preventivo es de importancia económica crítica. Ello afecta directamente el costo total de Mantenimiento. Una ejecución frecuente puede requerir mano de obra y materiales en exceso y puede resultar en más pérdidas de producción que Mantenimiento de avería. En el otro

extremo, la ejecución esporádica puede producir demasiadas fallas, excesivo tiempo de producción perdido, costo de reparación más alto que los necesarios y en suma, un costo total de Mantenimiento alto.

La base primaria más realista para establecer la frecuencia de las tareas de mantenimiento dentro de un programa de Mantenimiento Preventivo, será encontrada en un análisis del equipo basado en factores, como los siguientes:

a) Edad, Condición y Valor

El equipo antiguo, ó equipo el cual ha sido mantenido pobremente, requerirá más atención de Mantenimiento. Una reparación completa ó renovación debe ser requerida antes de que las frecuencias puedan ser fijadas. Algunas veces la decisión más económica es reemplazar en equipo ó la instalación.

b) Requerimientos de Seguridad

En el caso de equipo en que la condición pueda resultar en un riesgo para la salud ó seguridad de los empleados, las frecuencias de ejecución deben ser acortadas lo suficiente para tal riesgo al grado posible. En este ejemplo, no se busca un balance entre mantenimiento de avería y Mantenimiento Preventivo, tal que se logre el menor costo de mantenimiento total posible, sino la seguridad de las instalaciones y del personal.

c) Probabilidad de Daño

Un equipo que está normalmente sujeto a seria vibración, sobrecarga ó abuso, requerirá atención más frecuente que otra en el caso contrario. Si la falla del equipo puede resultar en su completa destrucción, un servicio más frecuente debe ser proporcionado para minimizar el riesgo.

d) Alta Precisión de Instalaciones

Si un equipo esta siendo utilizado de una manera que requiere ajustes ó alineaciones muy frecuentes, ó si su propio diseño incluye tolerancias cerradas excepcionalmente, requerirá Mantenimiento Preventivo más frecuente.

Las mismas fuentes citadas anteriormente para decidir que trabajo de Mantenimiento debería ser incluido en un programa de Mantenimiento

Preventivo para un equipo, proporcionará valiosa información con objeto de determinar las frecuencias de ejecución, a saber:

- a) Muchos fabricantes, en adición a tipos específicos de mantenimiento requeridos, sugerirán frecuencias también. Tales frecuencias están basadas en condiciones "promedio" y pueden requerir modificación para aplicación local.
- b) El registro adecuado de Mantenimiento indicará la frecuencia de Mantenimiento de avería junto con sus causas probables. Esta información puede ser útil en fijar las frecuencias de servicios designados para eliminar ó minimizar falla de equipo.
- c) El equipo de trabajo es a menudo conocedor exacto de qué tan frecuente debe ser ejecutada una tarea específica para minimizar la probabilidad de falla de equipo.

3.- Definir el Programa de Mantenimiento Preventivo para un equipo en especial

El formato del programa de Mantenimiento Preventivo no es tan importante como su contenido, y la siguiente información debe ser incluida.

- a) El área
- b) La sección
- c) El código de Identificación del equipo.
- d) Una breve descripción del Equipo
- e) Una lista de las clasificaciones de Tareas de Mantenimiento Preventivo:
 - i. Inspecciones
 - ii. Ajustes
 - iii. Lubricación
 - iv. Servicios
 - v. Reemplazo de Partes
- f) Bajo cada una de estas Clasificaciones, preparar una lista de tareas de Mantenimiento Preventivo específicas a ser ejecutadas.

g) Para cada tarea listada bajo una clasificación determinar lo siguiente:

- i. Frecuencia de ejecución y tiempo estimado**
- ii. Si requiere ó no el equipo estar fuera de servicio.**
- iii. Si el equipo stand-by está disponible**
- iv. Si debe ser ejecutado por los Grupos de Trabajo ó Contratistas Externos y la habilidad requerida.**

Una vez que el programa de Mantenimiento Preventivo esté establecido y funcionando, deberá estar sujeto a revisión crítica continua, en la mayoría de los casos, es imposible determinar inicialmente y precisamente, todas las tareas de mantenimiento las cuales serán requeridas para un equipo, junto con sus frecuencias. Además, ciertos factores tales como el incremento de edad del equipo, cambios en su uso, relocalización y modificación del equipo por si mismo, obliga a ajustes en el contenido del programa de Mantenimiento Preventivo.

Conociendo las últimas tareas, su frecuencia correcta puede ser solamente lograda sobre un período de meses y aún de años. El resultado puede ser continuamente verificado y aún será necesario ajustar los ciclos y el trabajo.

Cuando es encontrado, que las partes que están siendo reemplazadas están en buenas condiciones, los ciclos pueden ser demasiados cortos. Cuando las fallas continúan con la misma relación de antes, los ciclos pueden ser muy largos. Una causa común de falla de un programa de Mantenimiento Preventivo es la falta de auditoría periódica, y ajustes donde sea requerido. Es vital la atención continua. Las historias de reparación gradualmente serán integradas y deben ser revisadas en una base regular.

Para una verificación continua en la validez de los ciclos y tareas de Mantenimiento Preventivo ejecutados, el personal del Grupo de Trabajo es una fuente de información. Cada ejecutor de Mantenimiento Preventivo indica en sus hojas de verificación, "si él siente que el trabajo ejecutado rutinariamente, es

el trabajo debido para hacer" y "si él siente que la frecuencia de los ciclos es muy corta ó muy larga".

Un método efectivo para verificar que la frecuencia de las tareas de Mantenimiento Preventivo es adecuada, es revisar las historias de equipo individual. Si el Mantenimiento de averías no es registrado ó el registro es muy pequeño, probablemente las intervenciones son muy seguidas. Si los trabajos de avería cuentan por el 20% ó más de todos los trabajos ejecutados, todas las frecuencias ó tareas relacionadas con fallas de equipo deben ser ajustadas ó revisadas.

4.- La Economía del Mantenimiento Preventivo

En general, la consideración principal para Mantenimiento preventivo es una de economía y seguridad. Donde son involucradas pérdidas de producción no recuperable, se requiere agregar incrementos de Mantenimiento Preventivo conforme un programa, hasta que dichas pérdidas se minimizen.

Los costos totales de Mantenimiento son menores donde:

Costo de Mantenimiento Preventivo + Costo de Pérdidas de Producción debido a Mantenimiento Preventivo = Costo de Mantenimiento de Avería + Costo de Pérdidas de Producción debido a mantenimiento de avería. Ver Fig- 1-

2.

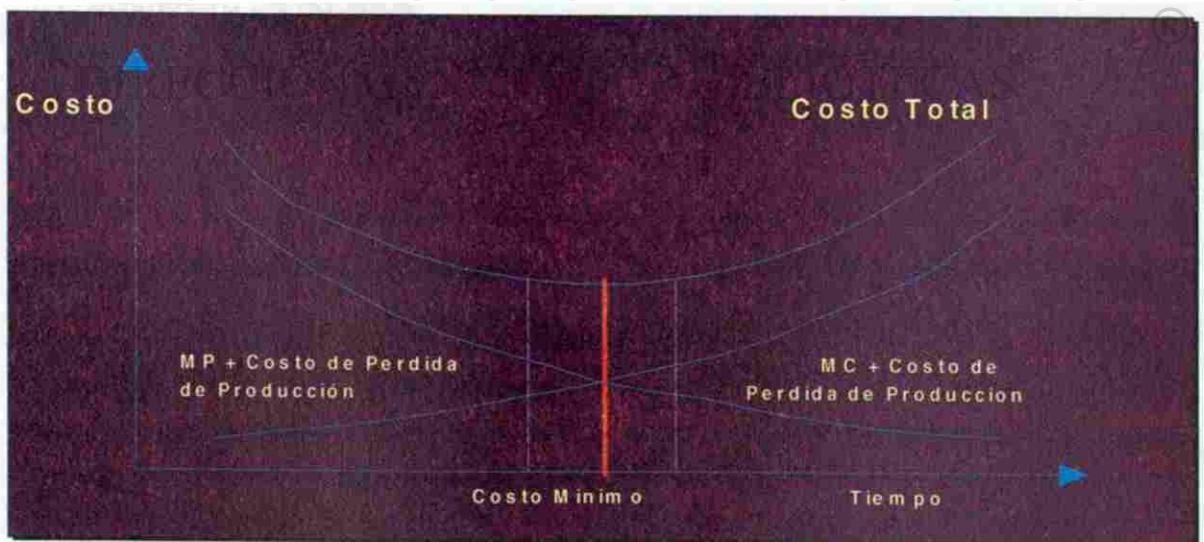


Figura 1-2 Los Costos del Mantenimiento

Cualquier programa bien diseñado de Mantenimiento Preventivo rendirá beneficios mucho mayores en sus costos. Entre más altamente mecanizada esta una industrial más necesita las ventajas del Mantenimiento Preventivo.

Beneficios Potenciales

Algunos de los mayores beneficios potenciales, con los cuales los programas de Mantenimiento Preventivo han beneficiado a sus usuarios, son los siguientes:

- a) Menos tiempo muerto de producción con ahorros relacionados, debido a menos fallas y más Confiabilidad de equipo.
- b) Menos tiempo utilizado para ajustes ordinarios y reparaciones menores.
- c) Menos reparaciones de gran escala y menos reparaciones repetitivas.
- d) Costo de reparación más bajo para reparaciones simples hechas antes de la avería, porque es requerida menos mano de obra, y menos refacciones son necesarias para paros programados que para averías.
- e) Mejor calidad del producto a través de una operación con el equipo propiamente ajustado.
- f) Aplazamiento ó eliminación de gastos en efectivo por reemplazo prematuro de equipos.
- g) Prevención de deterioro del equipo debido a mantenimientos demorados.
- h) Menos equipos de respaldo son necesarios, reduciendo los gastos de capital.
- i) Disminuye el costo de Mantenimiento, mano de obra, refacciones y materiales. El sistema de trabajo de Mantenimiento Preventivo reduce los costos directos de Mantenimiento cuando menos en 10-15%.
- j) Identificación de equipos con alto costo de Mantenimiento por acción correctiva.
- k) Cambio del Mantenimiento "de avería" ineficiente, por un mantenimiento programado, con un mejor control del trabajo y un menor costo.

- l) Mejor control de partes de repuesto, el cual lleva a un inventario más óptimo y manejado a través del conocimiento de que partes probables son requeridas.
- m) Mayor seguridad para el personal y mejor protección para la planta.
- n) Menos costo unitario de producción.
- o) Un registro más efectivo de equipo para análisis, y decisiones de "reparación ó reemplazo".
- p) Permite a la Administración manejarse por hechos en lugar de opiniones.
- q) Uso más efectivo del tiempo de los ejecutores a través de realizar un porcentaje más alto de trabajos repetitivos los cuales los convierten en especialistas.
- r) Soporta y promueve el mejoramiento continuo.

Evaluación de Resultados

Una evaluación exacta de los resultados al aplicar el Mantenimiento Preventivo puede solamente ser hecho por medio de comparar el costo total de Mantenimiento de avería contra los costos de Mantenimiento Preventivo, tales costos incluyen los de Pérdida de producción. Cuando estos costos son iguales, el punto inferior en la curva de costo total de Mantenimiento ha sido alcanzado.

Una manera de hacer esta comparación sobre una base continua es calcular el porcentaje del total de costos de Mantenimiento Preventivo como parte del total de costos de Mantenimiento por avería, y poner los resultados en una gráfica.

$$MP/A = \frac{\text{Total de Costos de Mantenimiento de M.P.}}{\text{Total de Costos de Mantenimiento por Avería*}}$$

* incluyendo costos por pérdida de producción

Reportes e Índices de Funcionamiento

La función de Mantenimiento deberá emitir reportes periódicos relacionados con la eficiencia del programa de Mantenimiento preventivo cubriendo puntos tales Como:

- a) Cumplimiento del programa global con los planes generales del programa de Mantenimiento preventivo.
- b) Soluciones alternas para reducir los altos costos asociados con problemas de equipos.
- c) Estudios económicos recomendados para reemplazo de equipo, modificación. actualización, etc.
- d) El cumplimiento del programa de Mantenimiento Preventivo incluye:
 - i. El efecto de los costos de Mantenimiento Preventivo sobre el costo total de Mantenimiento en equipos seleccionados.
 - ii. El efecto de los costos de Mantenimiento Preventivo sobre el tiempo muerto por demora en equipos seleccionados.
 - iii. El efecto de los costos de Mantenimiento Preventivo sobre la cantidad de trabajo de emergencia en equipos seleccionados.
- e) Un reporte anual cubriendo todos los aspectos del programa de Mantenimiento Preventivo, describiendo un programa detallado específico para mejorar su función y para después reducir los costos de Mantenimiento globales.
- f) Establecer un reporte del equipo para cada tipo de falla en equipo clave, registrando tiempo muerto, pérdida de producción, número de fallas en los 12 meses previos, tiempo medio entre fallas, acción tomada y planes para prevenir recurrencias. Un resumen mensual del número de averías muestra el progreso en la corrección de la cantidad de fallas.
- g) Índices pueden ser desarrollados los cuáles ayudan en el establecimiento de efectividad de programas de Mantenimiento Preventivo, como:

i. Tiempo Perdido causado por averías.

$$\% = \frac{\text{Tiempo perdido causado por averías}}{\text{Tiempo Perdido Total}} \times 100$$

ii. Cobertura de Mantenimiento Preventivo.

$$\% = \frac{\text{Total de h.h. utilizados en trabajos programados de MP}}{\text{Total de horas hombre trabajadas durante el período.}} \times 100$$

iii. Cumplimiento del Programa de Trabajos de MP.

$$\% = \frac{\text{Trabajos terminados de MP}}{\text{Trabajos programados de MP}} \times 100$$

iv. Efectividad de Mantenimiento.

$$\% = \frac{\text{Tiempo de operación del equipo}}{\text{Tiempo de operación del equipo} + \text{Tiempo perdido causado por averías}} \times 100$$

v. Seguimiento de la Inspección.

$$\% = \frac{\text{\# de trabajos terminados resultantes de inspección de MP}}{\text{No. de trabajos resultantes de inspección de MP}} \times 100$$

La función responsable por el programa de MP debe siempre justificar su existencia sobre bases de mejoramiento-ganancia. Esto requiere que el análisis económico sea parte de cada trabajo.

Mejorando y manteniendo los programas

El período de implantación de mantenimiento preventivo deberá establecer las responsabilidades de la organización, los procedimientos, los programas de MP iniciales, los registros de equipo, el sistema de programación, experiencia de ejecución de trabajo de MP, seguimiento y retroalimentación.

Un esfuerzo constante será requerido para establecer una lista selectiva de servicios de Mantenimiento Preventivo, los cuales están siendo ejecutados rutinariamente sobre la base de un calendario ó ciclos de tiempo de aplicación. Cuando esto es ejecutado, y es aparente desde los indicadores establecidos que el nivel de efectividad de Mantenimiento se ha incrementado con mejoras aplicadas en la Confiabilidad de Equipo, el programa establecido deberá operar automáticamente por medio de mecanismos de Planeación y Control.

Sin embargo, el sostenimiento del programa debe basarse en el mejoramiento continuo. Así, acumulando los registros históricos, el contenido y frecuencia de trabajos de MP, deben ser dirigidos más a la situación real y los refinamientos necesarios pueden ser hechos. Ello será entonces posible para determinar más eficientemente la frecuencia del mantenimiento.

Con el progreso de los esfuerzos iniciales y los recursos disponibles, nuevos equipos de la lista de prioridad pueden ser añadidos y los planes de MP desarrollados para ellos.

La actividad de MP deberá ser monitoreada para asegurar que el trabajo sea ejecutado como es planeado. Es importante el seguimiento de la acción correctiva de los trabajos reportados de las actividades de inspección.

Al menos una vez al año, deberá ser hecho un estudio de los procedimientos de Mantenimiento Preventivo en el equipo "crítico", tal estudio es esencial para asegurar que las ganancias iniciales hechas en estos equipos "críticos" no sean una pérdida cuando el programa sea ampliado.

La responsabilidad para lograr establecer un Mantenimiento Preventivo con éxito no pertenece solamente a una organización en particular, sino que es compartida entre varios, como sigue:

Ingeniería de Proyectos.

Este grupo tiene una responsabilidad muy importante, la Prevención del Mantenimiento con relación a diseños creados para nuevas instalaciones, modificaciones mayores ó adiciones a las antiguas. Tales diseños deben incorporar consideraciones de mantenibilidad, ellas deben ser tal que el producto final deben ser consistente con los siguientes factores:

- a) **Facilidad y conveniencia de mantenimiento.**
- b) **Minimización de tiempo muerto y tiempo fuera de servicio por mantenimiento.**
- c) **Minimización de gastos de mantenimiento.**
- d) **Minimización del deterioro de equipo.**

Administradores de Mantenimiento.

Los Administradores de Mantenimiento son los agentes primarios, creativos, desarrolladores y actualizadores de los programas de Mantenimiento Preventivo. Este grupo es el pivote de Mantenimiento Preventivo. A continuación están las funciones básicas ejecutadas por los Administradores de Mantenimiento en conexión con Mantenimiento Preventivo:

- a) **Planes de Revisión para nuevas instalaciones propuestas y modificaciones mayores para mantenibilidad, y hacer recomendaciones para este fin.**
- b) **Examinar y analizar las instalaciones existentes, proponer modificaciones mayores para mantenibilidad, y hacer recomendaciones,**
- c) **Seleccionar grupos de equipos críticos de Planta, como instalaciones para ser cubiertas por programas formales de Mantenimiento Preventivo.**

- d) Preparar programas de Mantenimiento Preventivo para las instalaciones seleccionadas, y órdenes de trabajo modelo basadas en tales programas. Proveer estas órdenes a Planeación para análisis, estimación y ejecución programada.
 - e) Monitorear la efectividad de programas de Mantenimiento Preventivo y actualizarlas como sea requerido. Asegurar que cada programa de Mantenimiento Preventivo sea efectivo en costo.
 - f) Establecer historia de equipo y rutinariamente revisar para determinar ajustes necesarios a los programas de Mantenimiento Preventivo y problemas crónicos de equipo.
 - g) Investigar problemas crónicos del equipo y determinar solución de Ingeniería Correctiva.
 - h) Seguimiento en fallas de equipo y asistencia en determinar la causa y corrección para prevenir recurrencia.
 - i) Desarrollar estándares de reparaciones de mantenimiento para trabajos mayores.
 - j) Asistir en planeación de reparaciones de equipo mayores.
- d) Recomendar niveles de mantenimiento para equipo, grupos de equipo, secciones y para la planta como un todo.

Producción

Operaciones tiene varias responsabilidades con Mantenimiento Preventivo, como sigue:

- a) Usar su equipo adecuadamente, cuidarlo y mantenerlo limpio.
- b) Revisar y aprobar los programas de Mantenimiento Preventivo desarrollados para los equipos seleccionados de la planta.
- c) Cooperar totalmente con la Organización de Mantenimiento en la Implementación de estos programas, particularmente en tener

disponible el equipo para Mantenimiento en una base oportuna, como es especificado en tales programas.

- d) Ejecutar aquellas tareas de mantenimiento menor, asignadas a personal de producción por estos programas, respetando frecuencias especificadas como parte del Mantenimiento Autónomo.
- e) Procedimientos Operativos Estándar requerirán ejecutores para realizar las inspecciones de equipo de rutina, detectar pequeños defectos , reportándolos mediante una ST dirigida al personal de mantenimiento para su reparación, antes de que ellos se deterioren más, generando costos mayores de reparación ó fallas. Vigilancia constante y anticipación de necesidad es una parte esencial del programa de Mantenimiento Preventivo. Aquellas inspecciones que no requieren las capacidades técnicas de un mecánico para reconocer una falla, deben ser ejecutadas por operadores en una base de Mantenimiento Autónomo
- f) Asesorar a la función Mantenimiento respecto a que equipos, podrían beneficiarse de la aplicación de técnicas de Mantenimiento Preventivo.

Planeación y Programación

Planeación es el agente para la administración y control primario del Mantenimiento Preventivo, como sigue:

- a) Planear y estimar las Ordenes de Trabajo Modelo, suministradas por la función Administrador de Mantenimiento Preventivo basado en programas de Mantenimiento Preventivo aprobados, asignándole los recursos necesarios.
- b) Preparar copias de listas de verificación actualizadas y hojas de instrucciones para ser usadas como soporte en órdenes de trabajo de Mantenimiento Preventivo.

- c) Proporciona el registro necesario para que los nuevos programas de Mantenimiento Preventivo sean adecuadamente incorporados, las revisiones hechas correctamente y el programa realizado.
- d) Programar Ordenes de Trabajo de Mantenimiento Preventivo para obtener una ejecución periódica consistente con las frecuencias planeadas.
- e) Proporcionar el nivel de cumplimiento de los programas de Mantenimiento Preventivo.
- f) Monitorear la efectividad de los programas de Mantenimiento Preventivo y modificarlos como sea requerido.

Ejecución del Trabajo

Los equipos de trabajo y específicamente los Operadores responsables y los Ejecutores de Mantenimiento tienen, responsabilidades simples:

- a) Ejecutar trabajos de Mantenimiento Preventivo con alto nivel de calidad.
- b) Seguir estrictamente la secuencia de las tareas de acuerdo a los procedimientos ó especificaciones establecidos para desarrollar los trabajos.
- d) Retroalimentar todos los datos requeridos en la orden de trabajo para formar la historia de los trabajos ejecutados en los equipos mediante el uso del SCM
- e) Proporcionar la información adecuada a la Función Administración de Mantenimiento para el análisis de los equipos.

Un programa de control de calidad en Mantenimiento debe enfatizar los siguientes puntos:

- 1.- Estandarización de equipo en todas las plantas hasta donde sea posible.
- 2.- Estandarización y control de calidad de refacciones y materiales usados.
- 3.- Mejoras y estandarización de métodos de trabajo de Mantenimiento.
- 4.- Creación de Ordenes de Trabajo o Estándar para todos los trabajos repetitivos.

- 5.- Mejoramiento en la calidad y cantidad del trabajo de Mantenimiento a través de la autonomía de operadores y ejecutores.
- 6.- Aseguramiento de la disponibilidad de herramientas, equipo y maquinaria suficiente en condiciones apropiadas para la ejecución del trabajo de Mantenimiento.
- 7.- Entrenamiento y motivación del personal de Producción y Mantenimiento. (Grupo de Trabajo).

Los principales criterios para determinar la frecuencia de paro programado en una planta, sección o un grupo de equipos:

- 1.- Analizar cada programa individual de Mantenimiento Preventivo cubriendo una sección ó grupo seleccionando cada caso, donde las tareas de Mantenimiento Preventivo requieren que la sección ó grupo como un todo, esté fuera de servicio y la producción parada.
- 2.- Examinar la frecuencia de tareas de los equipos seleccionados en el paso No.1, identificando aquellas las cuales están especificadas e involucran las más grandes cantidades de hombres-día de trabajo.
- 3.- Establecer las frecuencias, identificadas en el paso No. 2, como las frecuencias para el paro de la Línea, sección ó grupo de equipos.

Nota:

Disminuyendo el ciclo de una tarea de Mantenimiento Preventivo puede resultar en reducir la cantidad de trabajo hecho cada tiempo que los equipos fallan, sin embargo se aumenta el trabajo de ejecución del Mantenimiento Preventivo. Para poder incrementar el periodo del ciclo de ejecución de una tarea de M.P. puede traer consigo la modificación del diseño, construcción ó modo de instalación del equipo involucrado. Ello puede involucrar cambio de métodos, materiales, ó simplemente ejecutar más trabajo en cada paso de la ejecución de la tarea.

Se debe realizar un estudio para disminuir los trabajos a realizar en reparaciones estándar ó plan de paro para que así:

- 1.- Duración del paro será minimizada
- 2.- Total de días-hombre ó horas-hombre para paro será minimizado.
- 3.- Distribución del personal de Mantenimiento a través de toda la planta para lograr minimizar las necesidades de mano de obra de los paros sean minimizados.
- 4.- La ejecución de tareas de Mantenimiento diario de rutina continua con menos interrupciones.

1.4.- Mantenimiento Predictivo

El Mantenimiento Predictivo es un mantenimiento basado en la medición de parámetros principales vitales en los equipos y principalmente en el análisis de su comportamiento a través del tiempo. De esta forma podemos obtener tendencias en desviaciones detectadas y poder predecir cuándo tendremos que tomar acciones correctivas, buscando que sean definitivas y económicas.

Es una técnica de mantenimiento a máquinas industriales basado en la determinación de las condiciones de la máquina mientras esta operando. Esta técnica utiliza varias disciplinas para establecer un diagnóstico preciso de las condiciones de la máquina a fin de tomar una decisión económica y efectiva para devolver a la máquina a sus condiciones normales de servicio.

Las técnicas más comunes son:

Análisis de Vibración .- Se aplica a la maquinaria rotativa y se basa en un monitoreo de las vibraciones en la cuál se analizan los parámetros y se toman acciones previniendo fallas catastróficas.

Permite controlar la maquinaria y sus programas de mantenimiento, ya que las condiciones generales de éstas son conocidas, por lo que es posible hacer mucho más exacta la programación de todas las máquinas que están girando.

Termografía.- Es la medición de la temperatura superficial mediante la obtención de una imagen termica por medio de rayos infrarojos y es muy usual

en la detección de problemas o fallas incipientes que produzcan zonas de temperatura en instalaciones eléctricas y en áreas de difícil acceso, previniendo fallas graves.

Debido a su cualidad de no contacto y de que no se requiere paro del equipo para su aplicación, su alcance es ilimitado, en la detección de puntos calientes en subestaciones eléctricas, CCM'S, motores eléctricos, baleros, fugas de vapor, eficiencia en intercambiadores de calor, etc.

Ultrasonido.- Técnica no destructiva utilizada para la detección de discontinuidades en piezas metálicas de maquinaria y equipos sujetos a esfuerzos mecánicos y desgastes a fin de darles seguimiento previniendo defectos o fallas, que pudieran afectar la continuidad de operación de los equipos.

Tribología.- Ciencia que considera los cuerpos friccionantes en movimiento relativo y los problemas relacionados con ellos. Una de las técnicas más usadas en mantenimiento es la lubricación, la cuál consiste en la evaluación de los daños en la maquinaria mediante el seguimiento de las tendencias de las características de los lubricantes mediante su análisis.

Capítulo 2

Mantenimiento Productivo Total

Antecedentes

¿Cuál es el secreto de la calidad y productividad japonesas? Durante algún tiempo, la respuesta estándar a esta cuestión ha sido la producción “Justo a Tiempo” (JIT), el sistema de producción japonés desarrollado en Toyota Motor Company, y el CTC, el enfoque japonés de control de calidad total.

Sin embargo, las compañías japonesas excelentes tienen otro secreto, que ha empujado la productividad y la calidad hasta los límites, haciendo posible las líneas de producción con cero averías y cero defectos. Este secreto es el MPT, o Mantenimiento Productivo Total.

Después de la segunda guerra mundial, las industrias japonesas llegaron a la conclusión de que para poder competir con éxito en el mercado mundial tenían que mejorar la calidad de sus productos. Con este fin incorporaron técnicas de gestión y fabricación procedentes de los Estados Unidos y las adaptaron a sus particulares circunstancias. Posteriormente, sus productos llegaron a conocerse a través de todo el mundo por su calidad superior, centrando la atención del mundo en el estilo japonés de técnicas de gestión.

Hace más de treinta años y para mejorar el mantenimiento de equipos, Japón introdujo el concepto de mantenimiento preventivo, existente en los Estados Unidos. Las posteriores incorporaciones incluían el mantenimiento productivo, la prevención del mantenimiento, ingeniería de fiabilidad, etc. Cuando ahora nos referimos al MPT, se trata en realidad del mantenimiento productivo de estilo americano, modificado e intensificado para adaptarlo al entorno industrial japonés.

En la mayoría de las compañías de nuestro país y de los Estados Unidos, los equipos de mantenimiento realizan este en toda la fábrica, aplicando una

división del trabajo del tipo "yo opero y tu arreglas". Contrariamente, muchas corporaciones japonesas han modificado el Mantenimiento Productivo americano de forma tal que todos los empleados pueden participar.

La innovación principal del MPT 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.

El MPT se introdujo en Japón hace más de 10 años y ha sido generalmente aceptado. Constituye un soporte esencial del sistema de producción de las principales corporaciones japonesas. En su esfuerzo para lograr la eliminación de averías, el MPT promueve una producción libre de defectos, producción "Justo a tiempo" y automatización. Con el deseo de que la implementación del MPT se generalice en el Japón, El Instituto Japonés para el Mantenimiento de Plantas concede desde 1964 el Premio Planta Distinguida (Premio PM) por sus éxitos con el MPT. Para la adjudicación de sus premios anuales, el comité del Premio PM se centra en la eficacia real del MPT, basada en la eliminación total de pérdidas de equipos, aumento de productividad, mejora de calidad, reducción de costos, inventario mínimo, eliminación de accidentes y contaminación, y un entorno agradable de trabajo.

El Mantenimiento preventivo se introdujo en Japón en los años 50's y el mantenimiento productivo alcanzó un buen grado de implantación en los años 60's. El desarrollo del MPT comenzó en los años 70's. El tiempo que precede a los años 50's puede denominarse período de "mantenimiento de averías". Hasta los años 70's el mantenimiento productivo consistía principalmente en mantenimiento preventivo o temporal, lo que suponía servicio y revisión periódicos. Durante los años 80's el mantenimiento preventivo fué rápidamente reemplazado por el mantenimiento predictivo o basado en condiciones. El éxito del MPT depende de nuestra capacidad para conocer continuamente el estado del equipo para predecir y evitar las fallas. El mantenimiento predictivo es parte significativa del MPT, porque utiliza técnicas modernas de supervisión para

diagnosticar el estado del equipo durante la operación, identificando señales de deterioro o fallos inminentes.

2.1.- ¿Qué es el MPT?

El mantenimiento productivo total (MPT) es el mantenimiento productivo realizado por todos los empleados a través de actividades de pequeños grupos. Como el CTC, que es un control de calidad total de toda la compañía, el MPT es mantenimiento del equipo realizado sobre una base de toda la compañía. Es un enfoque innovativo para el mantenimiento que optimiza la efectividad del equipo, elimina las averías, y promueve el mantenimiento autónomo por los operarios en grupos a través de toda la organización. De ésta forma se obtiene una mayor efectividad del equipo, y el entrenamiento de los trabajadores para participar en la responsabilidad de la inspección de rutina, limpieza, mantenimiento y reparaciones menores con el personal de mantenimiento. Con el tiempo, este esfuerzo cooperativo incrementa dramáticamente la productividad y calidad, optimiza el costo de ciclo de vida del equipo, y amplía la base de conocimientos y capacidad de cada empleado. El término MPT fué

definido por el Instituto Japonés de Ingenieros de Plantas

(precursor del Instituto Japonés para el Mantenimiento de Plantas).

Una definición completa del MPT incluye los siguientes cinco elementos:

- 1).- El MPT contempla maximizar la efectividad global del equipo.
- 2).- El MPT establece un sistema completo de PM (mantenimiento preventivo) para la vida entera del equipo.
- 3).- El MPT se implementa por varios departamentos (ingeniería, operaciones, mantenimiento).
- 4).- El MPT incluye a cada empleado particular, desde la alta dirección hasta los trabajadores de la planta.
- 5).- El MPT se basa en la promoción del PM a través de la dirección de la motivación: actividades autónomas de pequeños grupos.

El mantenimiento productivo combina creativamente técnicas de mejora de prevención, predicción y mantenibilidad con principios de diseño para mejorar el ciclo de vida de los equipos, asegurando la fiabilidad en el funcionamiento y la facilidad en el mantenimiento.

En los grupos de trabajo en los cuáles cada miembro tiene destrezas especializadas y en dónde estas son compartidas; cada miembro de cada grupo de trabajo va creciendo en conocimientos, habilidades y "expertise". Este enfoque practicado por todos los departamentos en cada fase del programa del desarrollo del MPT, es una contribución japonesa única en el area de mantenimiento de fábricas.

La meta dual del MPT es el cero averías y el cero defectos. Cuando se eliminan las averías y defectos, las tasas de operación del equipo mejoran, los costos se reducen, el stock puede minimizarse y, como consecuencia, la productividad del personal aumenta. La máxima efectividad del MPT se obtiene aproximadamente en tres años a partir de su implantación

2.2.- Conceptos principales

Mantenimiento autónomo por operadores

El mantenimiento autónomo por operadores es una de las características más particulares que distingue al MPT. Sin embargo, cuanto más tiempo haya funcionado una compañía de acuerdo con el concepto de división del trabajo, más convencidos estarán sus empleados de que el trabajo de los operadores y de los trabajadores de mantenimiento deben estar estrictamente separados.

La pauta establecida y la atmósfera de la compañía no se pueden cambiar de la noche a la mañana. Se tarda de dos a tres años en cambiar la cultura corporativa, dependiendo del tamaño de la compañía. Los operadores deberán de acostumbrarse a pensar "yo soy el responsable de mi propio equipo" además los mismos operadores deberán de ser adiestrados según las exigencias del mantenimiento autónomo.

En muchas fábricas los operadores verifican y lubrican su propio equipo, pero a menudo lo hacen a regañadientes, sin entusiasmo ni conocimiento. Por ejemplo un trabajador puede rellenar la hoja diaria de verificación con varios días de anticipación y olvidarse de lubricar su equipo. Este tipo de descuidos, puede provocar desgaste acelerado, vibraciones suciedad y deterioro en el equipo que seguramente conducirá a averías y defectos de calidad en el proceso.

En Japón los principios básicos de administración industrial se conocen por las Cinco Eses: *seiri* (organización), *seiton* (orden), *seiso* (pureza), *seiketsu* (limpieza) y *shitsuke* (disciplina)

Estos principios se implantan a menudo solamente en un nivel superficial (es decir pintura de suelos y equipos), a la vez que el mantenimiento de los equipos es inadecuado. Esta superficialidad se evita con el mantenimiento autónomo, desglosando el adiestramiento y la práctica en siete pasos (uno implica la aplicación de los principios de las Cinco Eses). Los operadores deben dominar perfectamente las tareas de cada paso antes de conocer el siguiente. Por ejemplo en el paso 1 *limpieza inicial*, los operadores aprenden que la limpieza a fondo es un proceso de inspección. Aprenden a realizar unos rigurosos controles de limpieza diarios, así como técnicas de lubricación y sujeción de tornillos.

El MPT mejora los resultados de los negocios y crea áreas de trabajo productivas y placenteras por el cambio de forma de pensar de la gente acerca del trabajo a realizar en el equipo productivo de la compañía. El Mantenimiento Autónomo (Mantenimiento desempeñado por personal de producción) es uno de los bloques básicos más importantes en cualquier programa de MPT.

Dos claves para desarrollar un programa exitoso de Mantenimiento Autónomo son la *minuciosidad* y la *continuidad*. Un factor decisivo es la integración de dos factores fundamentales del MPT las cuáles son: *Enfoque en las mejoras*, y *Educación y entrenamiento*.

La misión de todo departamento de producción es producir buenos productos lo más barato posible. Uno de sus roles más importantes es detectar y corregir rápidamente las anomalías de los equipos, lo cuál es la meta de cualquier buena organización de mantenimiento. El Mantenimiento autónomo incluye cualquier actividad desempeñada por el departamento de producción que tiene funciones de mantenimiento y está orientada a mantener la operación de la planta con estabilidad y eficientemente para cumplir los planes de producción. Las metas de un programa de Mantenimiento Autónomo son:

- 1.- Prevenir el deterioro de los equipos a través de una operación correcta y chequeos diarios.
- 2.- Llevar los equipos a su estado ideal a través de una restauración y administración adecuadas
- 3.- Establecer las condiciones básicas necesarias para conservar los equipos en perfecto estado mediante un buen mantenimiento.
- 4.- Otra importante meta es el uso de los equipos como un medio de enseñar a la gente nuevas formas de pensar y de trabajar.

Mantenimiento planificado

El mantenimiento planificado o programado debe funcionar como un tándem con el mantenimiento autónomo. La primera responsabilidad del departamento de mantenimiento es responder con rapidez y eficacia a las peticiones de los operadores. El personal de mantenimiento debe así mismo eliminar el deterioro que resulta de una lubricación y limpieza inadecuadas. A continuación debe analizar cada avería para descubrir puntos débiles en el equipo y modificarlo para mejorar su facilidad de mantenimiento alargando su vida útil. Una vez reducidos los costos de mantenimiento, los controles, inspecciones y los estándares del equipo deben revisarse a conciencia.

Para mantener un bajo costo del mantenimiento planificado deben emplearse técnicas de diagnóstico para supervisar el estado de los equipos; así se estimula el cambio hacia el mantenimiento predictivo.

Adiestramiento para mejorar las habilidades operativas y de mantenimiento

Algunas personas pueden sostener que con el aumento de la automatización las habilidades operativas y el "expertise" se vuelven superflúos. Desgraciadamente mientras la producción sin ayuda humana puede llegar a lograrse, el mantenimiento totalmente automático no es factible. Las habilidades de los operadores y del personal de mantenimiento deben mejorarse si se quiere tener éxito con el mantenimiento autónomo, el mantenimiento predictivo y la mantenibilidad - los métodos básicos del MPT. El adiestramiento en las habilidades operativas y de mantenimiento es vital. Para implementar el MPT una compañía debe estar dispuesta para invertir en el adiestramiento de sus empleados en el manejo de sus equipos.

Gestión temprana de equipos

Lo ideal es que un equipo no requiera mantenimiento. Un sistema que nos ayude a aproximarnos a este ideal es de extremo valor. La figura 2-1 representa un sistema modélico para la promoción de un diseño libre de mantenimiento. En el lado izquierdo tenemos las fases de diseño e instalación, en el lado derecho las de operación y mantenimiento. El ciclo de vida de una pieza de equipo comienza con el diseño que tiene como objetivo la máxima reducción posible del mantenimiento. A continuación se fabrica, se instala y se prueba el equipo antes de disponerlo para la operación normal. Una vez pasado el período inicial de fallas, los datos operativos se devuelven a la fase de diseño libre de mantenimiento. Estos datos pueden utilizarse para diseñar futuros equipos libres de mantenimiento. La prevención del mantenimiento es el objetivo del ciclo diseño instalación, incluyendo el mantenimiento de la puesta en marcha de los equipos.

Durante la fase de operación - mantenimiento y basándose en inspecciones regulares programadas, se restaura, modifica y sustituye el equipo.

Los datos del mantenimiento recogidos en este proceso proporcionan la base para la investigación de la prevención del mantenimiento.

La información proporcionada es válida para tres tipos de mejora:

- 1.- Para mejorar la mantenibilidad de equipos actualmente en uso.
- 2.- Para mejorar el trabajo y los sistemas de mantenimiento
- 3.- Para facilitar el diseño de un nuevo equipo libre de mantenimiento

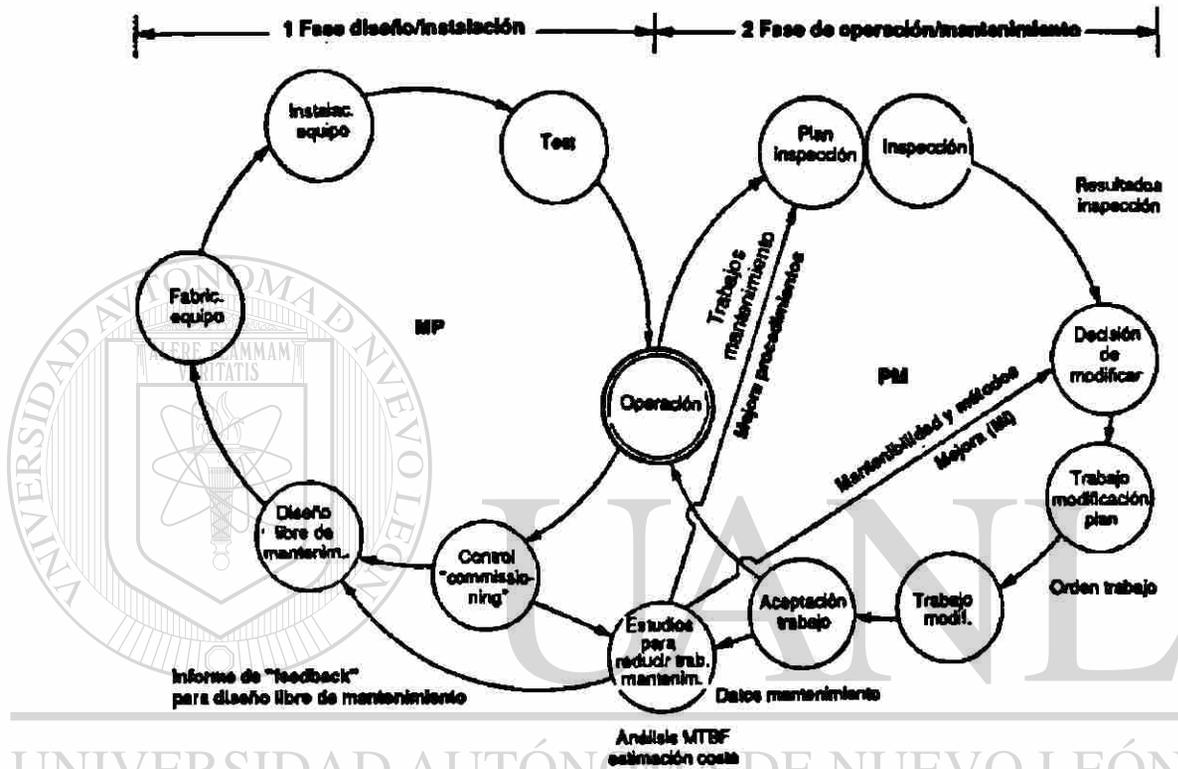


Figura 2-1 Modelo para diseño de equipo libre de mantenimiento

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2.3.-Maximización de la efectividad del equipo

La eficacia o efectividad del equipo es una medida del valor añadido a la producción a través del equipo. Dicho simplemente, valor añadido es la diferencia entre los ingresos por ventas y el costo de recursos (material y mano de obra) empleados para fabricar el producto. El valor añadido a un producto por el equipo se reduce considerablemente por los despifarras y las seis principales pérdidas relacionadas con el equipo. Aumenta cuando sube la disponibilidad y productividad y cuando bajan los defectos en el proceso y las repeticiones de trabajos.

El MPT maximiza la eficacia del equipo a través de dos tipos de actividad:

1.- Cuantitativa.- Aumentando la disponibilidad total del equipo y mejorando su productividad dentro de un período de tiempo operativo.

2.- Cualitativa.- Reduciendo la cantidad de producto defectuoso, estabilizando y mejorando la calidad.

La meta del MPT es aumentar la eficacia del equipo de forma que cada pieza del mismo pueda ser operada óptimamente y mantenida en este nivel. El personal y la maquinaria deben funcionar de manera estable bajo condiciones de averías y defectos cero. Aunque sea difícil aproximarse al cero, el creer que los defectos cero puedan lograrse es un requisito importante para el éxito del MPT.

En las industrias de proceso los productos se fabrican en plantas con equipamiento complejo que consiste en unidades tales como columnas, tanques, intercambiadores de calor, bombas, compresores, hornos, etc, todos ellos conectados a tuberías y sistemas de instrumentación. Como resultado de esta integración, es más importante maximizar la eficacia global de una planta que centrarse en la eficacia de las unidades de equipo individuales.

Ocho grandes causas de pérdidas limitan la eficacia de la planta

La eficacia de una planta de proceso depende de la eficacia con que se utilizan el equipo, materiales, personas y métodos. Por lo tanto se debe : maximizar la eficacia global del equipo, eficientar el uso de las materias primas y energéticos, eficientar las tareas (personal) y la de la gestión (métodos). Esto se logra examinando los inputs del proceso de producción (equipo, materiales, personas, métodos) e identificando y eliminando las pérdidas asociadas con cada input para así maximizar los output (productividad, calidad, costos, entregas, seguridad etc.).

Maximizar la eficacia de la planta implica llevar ésta a condiciones óptimas de operación y mantenerla en este estado eliminando o al menos

minimizando factores tales como las fallas en los equipos, defectos en el producto o en el proceso, y problemas que perjudiquen su rendimiento.

Las ocho pérdidas siguientes son las más importantes que impiden que la planta alcance su máxima eficacia:

1.-Pérdidas por averías o fallas de equipos

Las pérdidas por fallas de equipos son el tiempo que se pierde cuando una planta para porque un equipo súbitamente pierde sus funciones específicas.

Pueden distinguirse dos tipos de pérdidas relacionadas con los equipos: pérdidas de fallas de función, y de reducción de función. Las pérdidas de fallas de función se producen cuando ocurre una falla en un equipo estático o maquinaria rotativa y provoca paro de la planta. A este tipo de pérdida se le conoce como pérdida por falla o avería del equipo.

Las pérdidas de reducción de función, son pérdidas físicas tales como defectos o reducciones del rendimiento que se producen mientras la planta esta en operación pero diversos factores causan que el equipo rinda por debajo de lo previsto.

Las averías esporádicas, fallas repentinas, paros drásticos, o inesperados del equipo, son normalmente obvios y fáciles de corregir, las frecuentes averías menores crónicas son por otro lado ignoradas a menudo o descuidadas después de repetidos intentos fallidos de remediarlas. Debido a que a las averías esporádicas les corresponde un alto porcentaje de las pérdidas totales, el personal de fábrica invierte mucho tiempo y esfuerzo en buscar modos de evitarlas. Sin embargo es extremadamente difícil eliminarlas. Es típico tener que llevar a cabo estudios para aumentar la fiabilidad del equipo y encontrar modos para minimizar el tiempo necesario para corregir los problemas cuando estos se presenten.

Para maximizar la eficacia del equipo, todas las averías deben de reducirse a cero. Esto es realmente posible sin realizar un gran esfuerzo o inversión, aunque en ocasiones puede ser necesario efectuar alguna inversión al principio. Sin embargo, primero es preciso cambiar la filosofía convencional

del mantenimiento donde se tiene la creencia de que las fallas o averías son inevitables.

2.-Pérdidas por fallas en el proceso

Las pérdidas por fallas en el proceso corresponden al tiempo perdido cuando una planta para como resultado de factores externos al equipo, tales como errores de operación o cambios en las propiedades físicas o químicas en la materia prima o sustancias que se procesan. También puede deberse a obstrucciones de material en válvulas ductos que disparan los mecanismos de seguridad, fugas y derrames que causan disfunciones en el equipo eléctrico de medición, y cambios de carga como resultado de las propiedades físicas de las sustancias que se manejan.

Estos problemas pueden tener su origen en las propiedades de los materiales que se procesan o en fenómenos como la corrosión, erosión, o la dispersión de polvo. Las fallas en el proceso decrecerán solamente cuando se eliminen desde su origen. Como ya hemos mencionado, tales problemas deben distinguirse y tratarse por separado de las fallas del equipo. Las industrias de proceso logran el objetivo de cero averías solamente si prestan especial atención a erradicar los problemas relacionados con las fallas en el proceso.

3.-Pérdidas por paros programados

Las pérdidas por paros programados es el tiempo perdido cuando para la producción para el mantenimiento anual planificado o periódico.

Las industrias de proceso usualmente funcionan continuamente a lo largo del año. La mayoría de estas plantas emplean un sistema de mantenimiento periódico en el que la planta para completamente para mantenimiento una o dos veces por año. Durante estos paros el personal de mantenimiento mide el deterioro del equipo e intenta anularlo a fin de mejorar su confiabilidad. Los períodos de paro son por lo tanto algo esencial para mantener el rendimiento de la planta y garantizar su seguridad.

Sin embargo la maximización de la eficiencia de una planta requiere tratar los períodos de paro como pérdidas y minimizarlas. El tiempo de operación

continua de una planta puede ampliarse acortando los períodos de paro y mejorando la eficiencia del trabajo de mantenimiento.

4.-Pérdidas por ajustes de la producción.

Las pérdidas por ajustes de la producción corresponden al tiempo que se pierde cuando los cambios en los suministros o en la demanda requieren ajustes en los planes de producción. Naturalmente no surgen estas pérdidas si todos los productos que se fabriquen pueden venderse de acuerdo con el plan. Sin embargo si cae la demanda de un producto porque cambian las necesidades del mercado, la planta que produce dicho producto puede que tenga que cerrar temporalmente. Los ajustes de la producción y los planes de ésta se basan en factores tales como la demanda y los stocks y son hasta cierto punto algo inevitable para los productores. Sin embargo una empresa puede minimizar las pérdidas de ajustes si mantiene un fuerte liderazgo en calidad, costos, y entregas a la vez que estimula continuamente la demanda mejorando su línea de productos y desarrollando productos nuevos. Esto naturalmente incrementará la eficacia global de la planta.

5.-Pérdidas de producción normales

Las pérdidas de producción normales son las pérdidas de rendimiento que ocurren durante la producción normal en el arranque, paro y cambio de herramientas.

La tasa de producción estándar no puede lograrse durante el período de calentamiento del arranque o mantenerse durante el período de enfriamiento antes de un paro, o durante los tiempos de cambio de herramientas, cuando la producción cambia de un producto a otro.

Los descensos de la producción que ocurren en estos tiempos deben de tratarse como pérdidas.

El tiempo que toma el calentamiento de una planta después de un paro por mantenimiento (desde el momento del arranque hasta que se produce producto aceptable) es tiempo perdido. Esta pérdida puede minimizarse introduciendo sistemáticamente procedimientos de "arranque vertical" (arranque

inmediato libre de dificultades). Lo mismo se aplica al período de enfriamiento cuando se para la planta.

Asimismo pueden minimizarse las pérdidas de cambio de herramientas reduciendo los tiempos de preparación interna de equipos utilizando técnicas de preparación externa realizada por anticipado.

6.-Pérdidas de producción anormales

Las pérdidas de producción anormales son las pérdidas de rendimiento que ocurren cuando una planta rinde por debajo de su estándar como resultado de disfunciones y otras condiciones anormales que interfieren el funcionamiento.

La capacidad global de una planta se expresa mediante la tasa de producción estándar (T / H) . Cuando una planta funciona con una tasa inferior a la estándar, la diferencia entre ésta y las tasas de producción reales es la pérdida de producción anormal.

7.-Pérdidas de defectos de calidad

Las pérdidas de defectos de calidad incluyen el tiempo perdido en la producción de productos rechazables, las pérdidas de los productos irrecuperables y las financieras debido a la baja graduación del producto.

Los defectos de calidad pueden tener muchas causas. Algunas pueden surgir cuando las condiciones se establecen incorrectamente, debido a disfunciones de la instrumentación o errores de operación; otras surgen de factores externos tales como fallas, problemas con las materias primas , o contaminación.

8.-Pérdidas de reprocesamiento

Las pérdidas por reprocesamiento son las producidas por el reciclaje del material rechazado que debe volver a un proceso previo para convertirlo en aceptable.

En las industrias de proceso se debe deshechar la noción de que el reciclaje es permisible simplemente porque puede hacer aceptables productos

rechazables. Debemos tener presente que el reciclaje es una pérdida sustancial que desperdicia tiempo, materiales y energía.

En ciertas industrias o en ciertos productos, el reprocesamiento es imposible. En las plantas donde sucede esto, lo que habrían sido pérdidas de reproceso se tratan como pérdidas de calidad, y las ocho grandes pérdidas se reducen a siete.

2.4.-Organización para la implementación del MPT

El MPT se implementa normalmente en cuatro fases (preparación , introducción, implantación y consolidación)

1°.- Fase de preparación.- En esta fase se crea un entorno apropiado estableciendo un plan para la introducción del TPM; esta fase es análoga a la fase del diseño de un producto y puede tomar de tres a seis meses. Si la planeación es descuidada, se necesitarán modificaciones y correcciones durante la implantación. La fase de preparación arranca con el anuncio de la alta dirección de su decisión de introducir el MPT y se completa cuando se ha formulado el plan maestro plurianual de desarrollo del MPT.

Paso N°1.- La alta dirección anuncia su decisión de introducir el MPT.

La alta dirección debe informar a sus empleados de su decisión de implantar el TPM e infundir entusiasmo por el proyecto. Esto se puede llevar a cabo mediante una reunión así como también mediante la publicación en revista de la empresa etc.

Todos los empleados y operarios deben comprender el porqué de la introducción del MPT en su empresa y estar convencidos de su necesidad. Los costos elevados de las materias primas, la caída de los precios de los productos y otros factores fuerzan a las industrias a organizarse más eficazmente.

Una vez formulado este compromiso, la alta dirección debe dejar bien claro su intención de seguir el programa de implementación del MPT hasta su finalización.

Paso N°2.- Lanzamiento de campaña educativa.

El objetivo de la educación es, no solamente explicar el MPT, sino también elevar la moral y romper la resistencia al cambio; en este caso, el cambio al MPT

Antes de ponerse en práctica un programa de MPT debe comprenderse. Para garantizar que todos comprendan las características del MPT, y las razones estratégicas que han llevado a la dirección a aceptarlo, se planifican seminarios internos adecuados para cada nivel.

Paso N°3.- Crear una organización para promover el MPT

La estructura promocional MPT se basa en una matriz organizacional, conformada por grupos horizontales tales como comités y grupos de proyecto en cada nivel de la organización vertical de dirección.

En cada sección o área de la empresa se debe establecer una oficina de promoción del MPT que se responsabilice de desarrollar y promover estrategias eficaces de promoción del MPT.

Paso N°4.- Establecer políticas y metas para el TPM

Una política de dirección básica debe ser comprometerse con el MPT e incorporar procedimientos concretos de desarrollo en el plan de dirección general a mediano y largo plazo. Aunque las políticas puedan consistir en proposiciones abstractas escritas o verbales, las metas deben ser cuantitativas y precisas especificando QUE, CUANTO, Y CUANDO.

Los Objetivos MPT deben relacionarse con la planificación estratégica de la empresa, es decir con los objetivos del negocio a mediano y largo plazo. El programa de MPT debe durar lo suficiente para obtener los objetivos fijados.

Paso N°5.- Formular un plan maestro para el desarrollo del MPT

Para formular un plan maestro de implementación, hay primero que decidir las actividades a poner en práctica para lograr los objetivos MPT. Cada empresa ha de reflexionar y decidir sobre los modos más eficientes de cubrir los desfases entre la situación de partida y los objetivos para y entre éstos y las bases de referencia. El desarrollo del MPT se debe centrar en las siguientes ocho actividades de mejoras básicas:

- 1.- Mejoras orientadas a eliminar las ocho grandes pérdidas
- 2.- Establecer un programa de mantenimiento autónomo por los operarios.
- 3.- Establecer un programa de mantenimiento planificado por el departamento de mantenimiento
- 4.- Establecer un programa de formación y adiestramiento para aumentar las capacidades personales.
- 5.- Gestión temprana de los equipos.
- 6.- Mantenimiento de calidad
- 7.- Actividades de departamentos administrativos y de apoyo
- 8.- Gestión de la seguridad del entorno.

2°.- Fase de introducción .- Una vez que se ha aprobado el plan maestro, puede tener lugar el “disparo de salida” del MPT. Este comienzo debe perfilarse para cultivar una atmósfera que eleve la moral y que inspire dedicación. En Japón consiste a menudo en una reunión de todo el personal en la que se invitan a clientes, filiales y subcontratistas. En la reunión, la alta dirección confirma su compromiso de implantar el MPT e informa de los planes desarrollados y el trabajo realizado durante la fase de preparación.

Paso N°6.- El “disparo de salida” del proyecto MPT

Es el primer paso para la implantación, el comienzo de la batalla contra las 8 grandes pérdidas, los trabajadores deben cambiar desde sus rutinas de trabajo diario tradicionales y empezar a practicar el MPT. El “disparo de

salida" debe ayudar a cultivar un ambiente que incremente la moral y dedicación de los trabajadores

2°.- Fase de implantación .- En esta fase se ejecuta el plan trazado en la fase de preparación; esta fase es análoga a la fase de fabricación del producto, y regularmente puede llevar de dos a tres años completar este proceso.

Durante la fase de implantación, se realizan actividades seleccionadas para lograr los objetivos del plan maestro. Debe ajustarse el orden y plazo de las actividades de los pasos 7 - 11 para adaptarlos a las características particulares de la empresa, división, o planta. Algunas actividades pueden realizarse simultáneamente.

Paso N°7.- Mejorar la efectividad del equipo

Este paso consiste en la aplicación de los Conceptos Principales (Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Planificado, Formación y Adiestramiento; detallados en el punto 2.2) y Mejoras Orientadas para la eliminación de las 8 grandes pérdidas (explicadas en detalle en el punto 2.3).

El Mantenimiento Autónomo se define como actividades simples de mantenimiento realizadas por los grupos de operarios de los equipos de su área de responsabilidad.

Existen 7 pasos para la aplicación del Mantenimiento Autónomo y son como sigue:

- 1.- Limpieza inicial
- 2.- Contramedidas por las causas y efectos de la suciedad y el polvo
- 3.- Estándares de limpieza y lubricación
- 4.- Inspección general
- 5.- Inspección autónoma
- 6.- Organización y orden

El Mantenimiento Planificado incluye mantenimiento periódico, preventivo y de averías y mantenimiento predictivo; gestión de refacciones, herramientas,

dibujos y programas. Las actividades de Mantenimiento Planificado resaltan la importancia de controlar el tiempo medio entre fallas (TMEF) y de usar ese análisis para especificar las frecuencias de las tareas de mantenimiento preventivo (semanal, mensual, trimestral, anual, etc.)

Para la aplicación de las Mejoras Orientadas, una de las técnicas usadas comúnmente que sirve para mejorar la efectividad del equipo es el análisis PM. El análisis PM consiste en lo siguiente:

- 1.- Definir el problema
- 2.- Hacer un análisis físico del problema
- 3.- Aislar la condición que pueda causar el problema.
- 4.- Evaluar el equipo, material y métodos
- 5.- Planificar la investigación
- 6.- Investigar las disfunciones
- 7.- Formular planes de mejora

En la Formación y Adiestramiento, la fuerza laboral de una empresa es un activo de gran valor, y todas las empresas deben formar sistemáticamente a sus empleados. Los trabajadores de las industrias en proceso son cada vez más escasos, forman parte de una élite, y cada vez tienen una formación más polivalente, de modo que su adiestramiento debe ser una parte vital del sistema de recursos humanos.

Paso N°8.- Desarrollo de un programa de gestión de equipos

La gestión del equipo se realiza principalmente por el personal de mantenimiento e ingeniería de producción como parte de un enfoque de prevención del mantenimiento y de diseño libre de mantenimiento.

Paso N°9.- Mantenimiento de calidad.-

El Mantenimiento de calidad (QM) es un método para fabricar con calidad bien a la primera y evitar los defectos a través de los procesos y equipos. En el mantenimiento de calidad, la variabilidad de las características de calidad de un

producto se controlan controlando la condición de los componentes del equipo que les afecten.

Las características de calidad están influenciadas principalmente por los cuatro inputs de la producción : equipos, materiales, acciones de las personas (habilidades), y métodos. El primer paso en el mantenimiento de calidad es clarificar las relaciones entre estos cuatro factores y las características de calidad de un producto analizando los defectos de calidad. En las industrias de proceso es particularmente importante el efecto del equipo sobre las características de calidad

En las industrias de proceso, el proceso determina el tipo de equipo necesario. Por lo tanto, hay que centrarse primero en el proceso y luego en el equipo.

Paso N°10.-MPT en departamentos administrativos y de apoyo.

Las actividades MPT realizadas por los departamentos administrativos y de apoyo no deben solamente apoyar al MPT en la planta, deben también reforzar sus propias funciones mejorando su organización y cultura.

Las tareas principales de los departamentos administrativos y de apoyo son recoger, procesar y distribuir información, facilitando la promoción y medición de los avances en mantenimiento autónomo, las mejoras, y otras actividades MPT en los diferentes entornos de la fábrica.

La mejora de las tareas administrativas se orienta a su eficiencia y velocidad y a reducir el número de personas necesarias. Para lograr esto, se automatizan las tareas de oficina y se instalan sistemas de proceso de datos como redes electrónicas locales, etc. Al mismo tiempo, hay que incrementar la eficiencia administrativa en el apoyo de las decisiones y acciones de planificación de directores y ejecutivos.

Paso N°11.- Gestión de seguridad y del entorno

La seguridad se promueve sistemáticamente como parte de las actividades de MPT. A la maquinaria y equipo de la fábrica se le deben de incorporar mecanismos a prueba de errores, esto es, diseñar equipos que funcionarán con seguridad incluso aunque el personal no tome las precauciones necesarias. Es también importante garantizar la seguridad durante el mantenimiento en paro general. En las industrias en proceso el mantenimiento en paro requiere una asistencia considerable de contratistas, y lo mismo puede decirse de las actividades de limpieza. Esto hace doblemente importante garantizar la seguridad durante dichas operaciones. Por lo tanto siempre que sea posible, hay que verificar la capacidad y conocimientos de los trabajadores subcontratados y hacerlo por anticipado. Hay que tomar todas las precauciones posibles para garantizar la seguridad, incluyendo dar una formación rigurosa sobre seguridad y supervisar cuidadosamente el trabajo.

Fase de consolidación-

Paso N°12.-Implantación plena del TPM y contemplar metas más elevadas

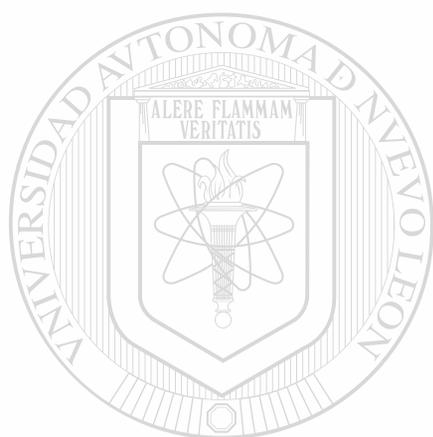
Una empresa crece persiguiendo continuamente objetivos cada vez más elevados, objetivos que reflejan una visión de lo que la empresa cree debe llegar a ser. Las empresas se están esforzando en realizar planes estratégicos que garanticen su supervivencia y rentabilidad en los próximos años. Los programas de MPT deben apoyarlas en este esfuerzo.

Para mantener los resultados positivos debido a la implementación de actividades de MPT se recomienda crear grupos MPT en cada nivel de la organización que promueva y ayude a integrar el MPT en el trabajo diario. Es también útil un enfoque de mejora continua mediante el ciclo CAPD (Checar, Actuar, Planear y Hacer), revisando continuamente hacia arriba los objetivos, y aceptando objetivos más retadores.

Ninguna de estas acciones será eficaz sin el apoyo de mediciones continuas cuidadosas y concretas. Se debe de establecer el arranque del MPT con claras líneas de fondo y documentar regularmente y en detalle los

resultados de las mejoras obtenidas. Hay que utilizar indicadores de gestión que muestren en cada nivel los progresos concretos que se han obtenido y fomentar la motivación e involucramiento de todos.

En síntesis, se deben de medir los resultados actuales logrados frente a las metas MPT, y fijar entonces metas más ambiciosas.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Capítulo 3

Implementación del MPT en una industria Cementera (Caso práctico)

3.1.- Antecedentes de la empresa

El 28 de mayo de 1920, en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, fue fundado Cementos Portland Monterrey S.A., que utilizaba un horno largo marca Vulcan del tipo rotatorio de un sólo paso y de proceso seco de 100 ton. métricas/día. Sus fundadores, Don Adolfo Zambrano Gutiérrez y Don José Zambrano Gutiérrez dieron inicio a una Planta que poseía la tecnología más moderna de su época, produciendo 36 mil toneladas al año.

En el año de 1930, inicia operaciones el horno No.2, marca Taylor de 100 ton. métricas/día con lo cual se incrementó un 100 % la producción de la planta.

El 20 de enero de 1931 cambia su razón social a Cementos Mexicanos S.A. al fusionarse con Cementos Hidalgo S.A. primera empresa cementera fundada en México en el año de 1906.

En la década de los setenta la planta crece en forma acelerada al instalarse los hornos No. 7, 8 y 9 con una capacidad de 1250, 1300 y 1300 ton. métricas/día, respectivamente.

El 14 de mayo de 1982 se inauguró el horno No. 10 con capacidad de 2200 ton métricas / día, con lo cual se incrementó la capacidad instalada en un 55%.

Actualmente, la Planta que en un inicio se le llamó Cementos Portland Monterrey S.A. es conocida como Cementos Mexicanos S.A. de C.V. Planta

Monterrey y se encuentra ubicada en Avenida Independencia No. 901-A Ote. Col. Cementos en Monterrey N.L.

En esta Planta se produce cemento portland blanco y cemento portland gris tipo 1 laborando en tres turnos y actualmente posee una capacidad instalada de 300,000 toneladas métricas anuales de cemento portland blanco y 2'400,000 toneladas métricas anuales de cemento portland gris tipo 1.

La Planta Monterrey es la planta matriz del Grupo CEMEX MÉXICO, en la cual se conjuga el trabajo del elemento humano con el equipo técnico y las materias primas, para obtener el cemento, producto esencial en el desarrollo económico del país.

La Planta Monterrey se rige por valores organizacionales definidos entre los que destacan la calidad de nuestros productos, el servicio a nuestros clientes, el aseguramiento de nuestros mercados, el desarrollo de nuestra gente, la seguridad del personal y la utilización de una tecnología de punta en nuestros equipos, así como nuestra política de preservación y desarrollo del medio ambiente.

El 7 de septiembre de 1995 la Planta Monterrey inició el proceso de implementación de una Organización de Alto Desempeño.

3.2.- Situación actual de la empresa

En la actualidad a un año y medio de haber iniciado el proceso de cambio hacia una OAD, la empresa ha sorteado dificultades debidas en parte a la resistencia natural al cambio por parte de su personal; sin embargo, basados en un programa intensivo de capacitación al personal se ha logrado mantener en forma eficiente las operaciones, lo que demuestra que la organización actual se encuentra en un camino firme y seguro rumbo al logro de su visión.

Además la Planta Monterrey se encuentra inmersa dentro del proceso de certificación de las normas internacionales ISO 9000 e ISO 14000 a fin de garantizar a sus clientes y distribuidores de sus productos, que estos están

elaborados bajo las estrictas normas internacionales de calidad y que en sus procesos de fabricación se realizan sin deterioro alguno al medio ambiente.

Desde luego que para poder cumplir cabalmente con estas normas es indispensable la aplicación total de los conceptos que se manejan en el MPT.

3.3.- La importancia de establecer esta filosofía

La Planta Monterrey tiene el propósito de mejorar día con día la efectividad de su organización hasta llegar a ser considerada como una Organización de Alto Desempeño, con personal técnico altamente desarrollado, con alta calidad en sus productos y con los costos de producción más bajos.

Es por esto, que se ha considerado la implementación de la filosofía de trabajo del MPT como una de las estrategias prioritarias clave, con las cuales se espera lograr en un plazo no mayor de 2 años la efectividad organizacional que permita la consecución de los objetivos y metas previamente trazados en el inicio de la gestión.

3.4.- Anuncio de la Alta Dirección de Cemex de Implementar el MPT

Para la Planta Monterrey el anuncio de la Alta Dirección de Cemex de Implementar esta filosofía de trabajo llegó mediante un plan estratégico de Operaciones México (PEOM) el cuál contiene entre otras estrategias la de implemetar en un plazo no mayor de 3 años el MPT. Este plan se describe brevemente a continuación:

Plan Estratégico de Operaciones México

Noviembre de 1995

Misión

Cemex como organización cementera más competente del mundo.

Objetivo de la Dirección de Operaciones México

“Abastecer la demanda del mercado nacional y de exportación con cemento de calidad al menor costo posible en equilibrio con el ambiente, satisfaciendo a los clientes, al personal de la empresa y a la comunidad para así obtener distinciones que aseguren mejor grado de competitividad en las unidades de negocio-operativas”

Estrategias

Las estrategias deben cumplirse satisfaciendo las premisas indispensables de operación:

Comprende cinco años (hasta julio del año 2000).

El equipo debe mantenerse siempre en condiciones seguras y permanentes de operación en un esquema de óptima eficiencia.

El producto siempre debe satisfacer al menos las normas mínimas de calidad establecidas por cemex.

La satisfacción de la demanda debe ser garantizada.

El personal nunca debe exponerse al riesgo.

Las unidades de negocio-operativas deberán cumplir los compromisos ecológicos con sectores involucrados (vecinos, municipio, estado y federación)

Promotora de mejora continua.- *con fuerte énfasis en asegurar permanencia de los logros obtenidos. (documentación).*

Basada en confianza.- *empresa como una red de compromisos del recurso humano, proactiva vs. pasiva jornadas de trabajo adecuadas.*

Flexible.- *Característica primordial para hacer las cosas de manera diferente de acuerdo a mejores prácticas en el entorno interno y externo, conservando valores básicos.*

Velocidad.- *Característica primordial que nos permita realizar los cambios en el tiempo adecuado (equilibrio adecuado, planeación vs. ejecución).*

Identidad laboral.- *Adecuación al entorno existente, cambiante; integración con estrategia laboral del grupo.*

Capacitación y desarrollo humano.- Como medida clave para asegurar la misión de cemex.

Máximo plazo para finalizar implementación total del MPT en las plantas, 3 años (coordinación con Dirección Técnica México).

3.5.- Paso inicial el 5S+1

La Planta Monterrey adoptó la metodología de las 5S+1 como base para iniciar el proceso de implementación del MPT y también lo contempló como base para lograr y mantener la certificación de las normas internacionales ISO 9000 e ISO 14000 la figura 3-1 muestra el esquema presentado a su personal para sustentar la necesidad de convertir en un hábito la aplicación de la metodología de las 5S+1.

Posteriormente se elaboró un manual de capacitación para enseñar esta metodología a su personal además se incorporó en el plan de desarrollo del personal para garantizar su aplicación efectiva en la planta ver Fig. 3.3



Figura 3-1 5S+1 es la base del MPT y de cualquier programa de Calidad

A continuación se muestra brevemente el contenido del manual de capacitación de la metodología de las 5S+1 mostrado al personal y el plan global de implementación de esta metodología (ver fig. 3-2).

5S+1

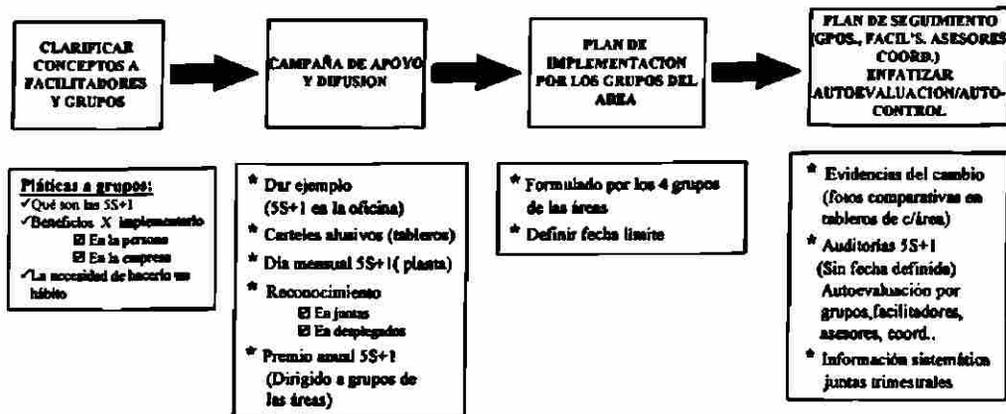


Figura 3-2 Plan global de implementación de la metodología de las 5S+1

5S+1 Manual de Capacitación

Antecedentes por qué 5S+1

- Esta búsqueda nos ha llevado hasta JUSE (Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros)
- JUSE fué quien invitó al Dr. Deming y al Dr. Juran al Japón para aprender de ellos el uso de CEP y métodos de mejora continua.
- Ahora JUSE ayudará a complementar las acciones hacia la calidad con métodos y técnicas de calidad japonesas.
- 5S+1 es la primera técnica en mostrarnos

Objetivo

Crear y mantener un ambiente de trabajo ordenado, limpio, seguro y agradable que facilite el trabajo diario y nos ayude a dar productos y servicios de calidad.

Seleccionar

¿ Qué es ?

-Es la acción de identificar, separar y eliminar materiales innecesarios de nuestra área de trabajo.

¿Cómo hacerlo ?

Identificar frecuencia de uso de artículos:

- a) Mantener en el área de trabajo u oficina. — si se usa cada hora, cada día ó cada semana
- b) Colocar cerca del área de trabajo u oficina — si se usa una vez al mes
- c) Colocar en bodega ————— si se usa cada tres meses, ó esporádicamente (cuando es necesario)
- d) Remover de la empresa————— si no se usa

¿Quién?

- Este proceso se debe realizar en equipo por lo que cada grupo de trabajo se reúne para analizar su situación específica y realizar el trabajo requerido, liderado por los facilitadores del equipo de trabajo.

Beneficios

- Ahorro en área techada para otros propósitos
- Elimina herramientas, gabinetes, repisas, lockers, libreros excedentes.
- Quita artículos obsoletos.
- Elimina repuestos y/o refacciones obsoletas.
- Ahorra tiempo al personal de almacenes
- Elimina cualquier desperdicio.

Sistematizar

¿Qué es ?

- Definir un lugar para cada artículo necesario y mantener cada uno en su lugar.

¿Cómo hacerlo?

1. Consolide artículos comunes bajo una nomenclatura.
2. Determine donde localizarlos ——— Un artículo en una posición, Fácil de almacenar, Fácil de identificar dónde está
3. Determine como almacenarlos—— Primeras entradas, Primeras salidas, Fácil de recargar, Fácil de devolver a localización original.
4. Capacitar personal relacionado

5. Colocar etiquetas visibles y código de colores

¿Quién ?

- El grupo de trabajo del área liderado por los facilitadores del equipo de trabajo

Beneficios

- Reduce el tiempo de localización de herramienta, equipo, refacciones etc.
- Mejora la seguridad.
- Incrementa la productividad personal.
- Reduce el tiempo de preparación de equipo, molinos, horno, ensacadoras, etc.

1.- Reducir a cero el tiempo de localización para :

- herramientas, refacciones, materiales, etc.

2.- Determinar los lugares de almacenamiento para :

- herramientas, refacciones, materiales, etc.

3.- Por períodos de utilización:

- Todos los días, Semanalmente, Mensualmente, Anualmente

Sacar lo sucio

¿Qué es ?

- Mantener limpia nuestra propia área de trabajo, la maquinaria y herramienta que usamos, nuestra planta y la compañía en general.
- Eliminar, polvo, basura, chatarra, material derramado o cualquier desperdicio etc., en área de trabajo.

¿Cómo hacerlo ?

- Barrer y quitar el polvo y la grasa del piso, paredes, techos ventanas, estantes, vestidores, y maquinaria utilizada en la operación diaria.
- Limpiar área de trabajo y el equipo al finalizar el turno.
- Quitar la grasa y el polvo de la herramienta, o equipo de medición antes y después de usarse y autoinspeccionar su funcionalidad.

- Si se encuentran condiciones de desorden o material innecesario durante la limpieza, identifique causa raíz y establezca acciones preventivas para evitar recurrencia

Salud e Higiene

¿Qué es ?

-Mantener un ambiente de trabajo limpio y agradable que favorezca la integridad física y mental de las personas.

-Para el concepto de 5S se considera que se llega al saneamiento al momento de tener en práctica la selección sistematización y el sacar lo sucio en el área de trabajo.

¿Cómo hacer la parte de salud mental ?

Primeros pasos de orientación a empleados,

- Recordarle al personal lo bueno de mantenerse sano física y mentalmente con ejemplos de actitudes sanas y hábitos de limpieza e higiene personal.

-Sugerir al personal el uso de ropa limpia y acatamiento de reglamento de seguridad.

- Mantener condiciones sanitarias sobresalientes en áreas de uso común para el personal; comedor, vestidores, baños, regaderas, palapas canchas deportivas, etc.

Ser +

¿Qué es ?

Buscar activamente como mejorar continuamente como persona y como grupo sirviendo a los demás, realizando las acciones acordadas en nuestro grupo y/o equipo de trabajo.

¿Cómo hacerlo ?

-Establecer hábitos deseados y acciones a ser realizadas por las personas de la empresa.

-Establecer estándares de desempeño (acciones a llevar a cabo) para cada

compromiso acordado con el grupo y/o equipo de trabajo.

-Si la persona no cumple con el desempeño acordado corregirlo de inmediato y explicarle porqué es incorrecto lo que esta haciendo, por parte del grupo de trabajo o el facilitador del equipo.

Comportamiento personal

- Uso de zapato de seguridad, tapones, casco, lentes, careta de seguridad, equipo de protección para soldadores.
- Uso de uniforme correcto sin objetos extraños como cadenas, aretes, botones, etc.
- Uniforme completo, sin roturas, limpio.
- No fumar en áreas no permitidas ni en horario no permitido.
- Tener conciencia del tiempo, puntualidad a la entrada, salida, juntas, comidas.

Entendimiento de 5S+1

- Todos entienden lo que significa, cual es el objetivo y cada quien tiene su meta fijada, sabe que hacer y sabe como hacerlo.

Implementación de 5S+1

- Todos saben como implementar las 5S, limpia siempre, implementa las metas de 5S, tiene implementado el concepto de control visual (etiquetas de id. código de colores, ayudas visuales fotos, dibujos gráficas instrucciones simples, etc.)

Ser Constante

¿Qué es ?

- No parar la aplicación de las 5S en nuestra persona y en el área de trabajo
- Lo que es bueno hoy debe ser mejor mañana

¿Cómo hacerlo ?

- Continuar seleccionando lo que sirve y lo que no sirve
- Mantener el area limpia.

- Cuidar nuestra salud y limpieza personal, nuestra ropa y equipo de seguridad
- Cumplir con nuestros compromisos y con metas establecidas.

El 5S + 1 en nuestro plan de desarrollo

Niveles	Opera.	Manti.	Humano Social	Admón.
A				
B				
C				
D	5S + 1			

} ser constante

Metodología 5S+1

✓ Su conocimiento y aplicación forma parte sin excepción de la capacitación en el nivel "D" para todos los grupos de la planta

Para su certificación:

- ✓ La parte teórica contempla el conocimiento de la metodología y la presentación de su programa de implementación por área
- ✓ La parte práctica considera la aplicación efectiva de esta metodología, con el resultado de áreas de trabajo permanentemente ordenadas y limpias.

Figura 3-3 5S+1 incorporado al plan de desarrollo del personal técnico de la Planta

Posteriormente se elaboró una guía para facilitarles a los grupos de trabajo la elaboración de un plan de trabajo de implementación de esta metodología, ver Fig.3.4, además se incorporó en el plan de desarrollo del personal para garantizar su aplicación efectiva en la planta; ver Fig. 3.3

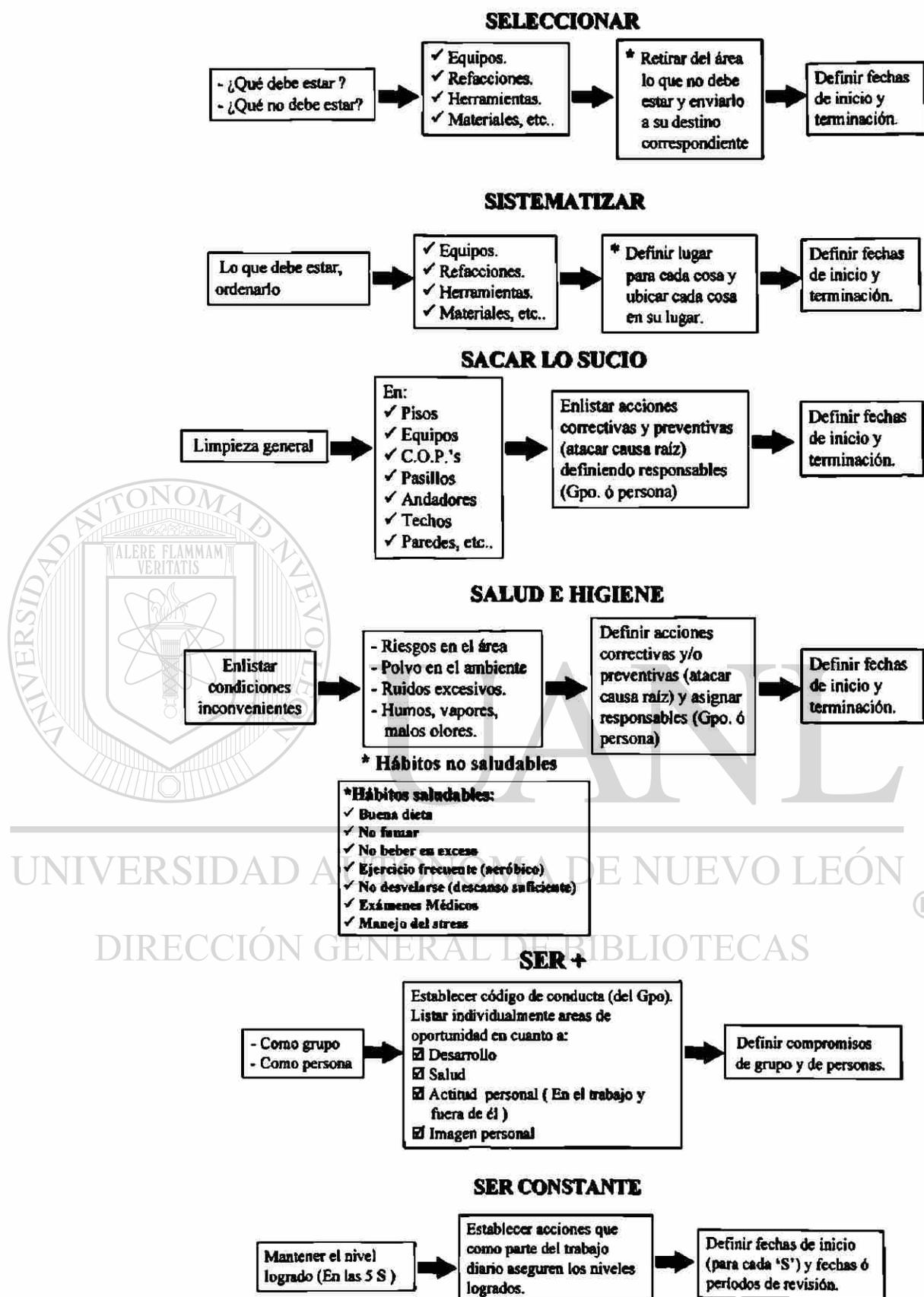


Figura 3-4 Guía para formulación de planes de trabajo aplicando la metodología 5S+1

3.5.1-Resultados

A continuación deseo mostrar algunas fotografías como evidencia de los resultados que se han logrado hasta el momento con la aplicación de la metodología de las 5S + 1 en la planta monterrey



Foto 3-1 Vista de la parte superior del silo de caliza desde la parte superior del edificio de molinos de materia prima antes de la implementar las 5S+1



Foto 3-2 Vista de la parte superior del silo de caliza desde la parte superior del edificio de molinos de materia prima después de la implementar las 5S+1

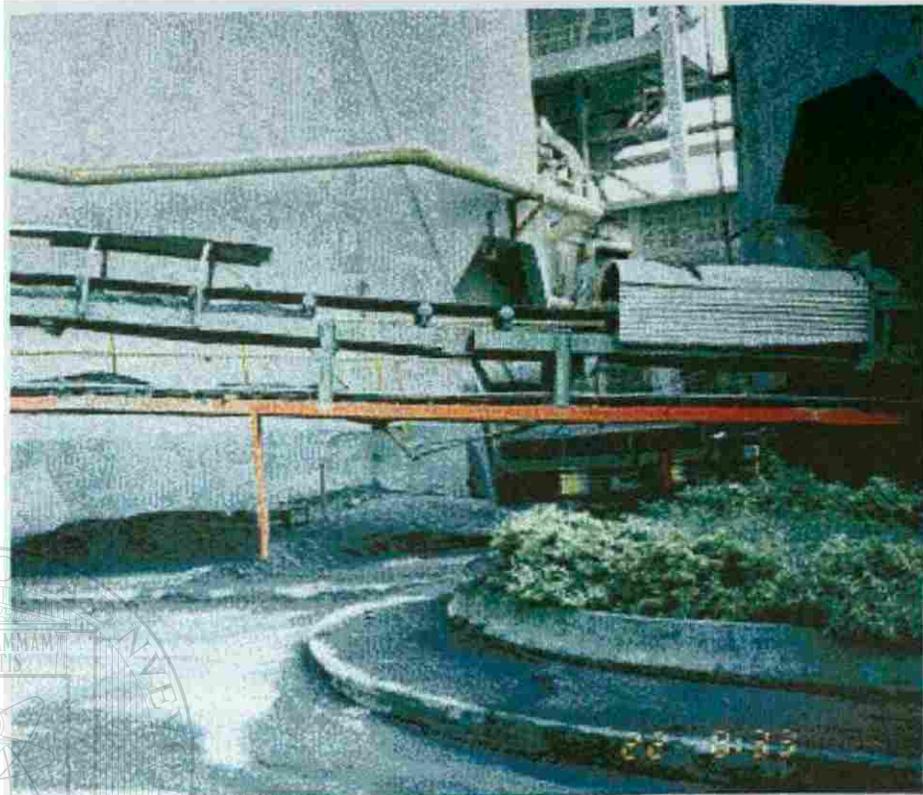


Foto 3-3 Vista de la banda transportadora de descarga del silo de caliza desde la parte exterior del edificio de molinos de materia prima lado sur antes de implementar las 5S+1



Foto 3-4 Vista de la banda transportadora de descarga del silo de caliza desde la parte exterior del edificio de molinos de materia prima lado sur después de implementar las 5S+1



Foto 3-5 Vista del interior del COP de molinos de materia prima antes de implementar las 5S+1



Foto 3-6 Vista del interior del COP de molinos de materia prima después de implementar las 5S+1

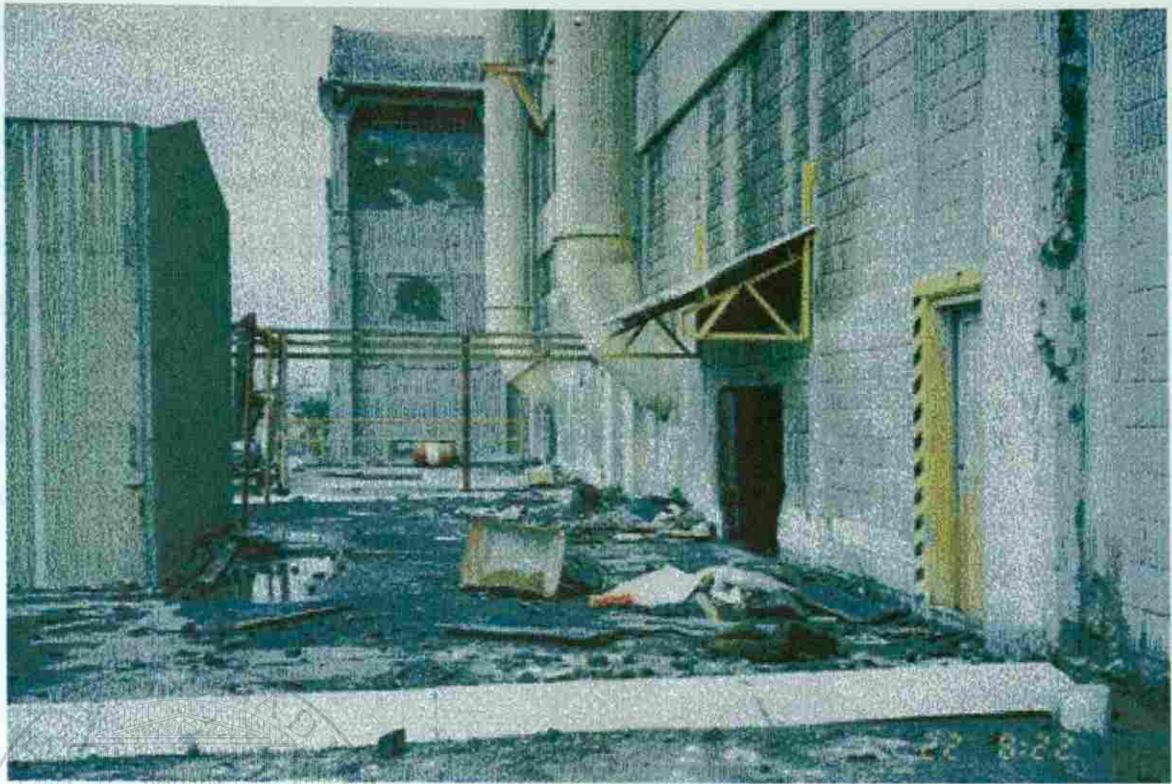


Foto 3-7 Vista del acceso sur a colectores de molinos de materia prima 7 y 8 antes de implementar las 5S+1

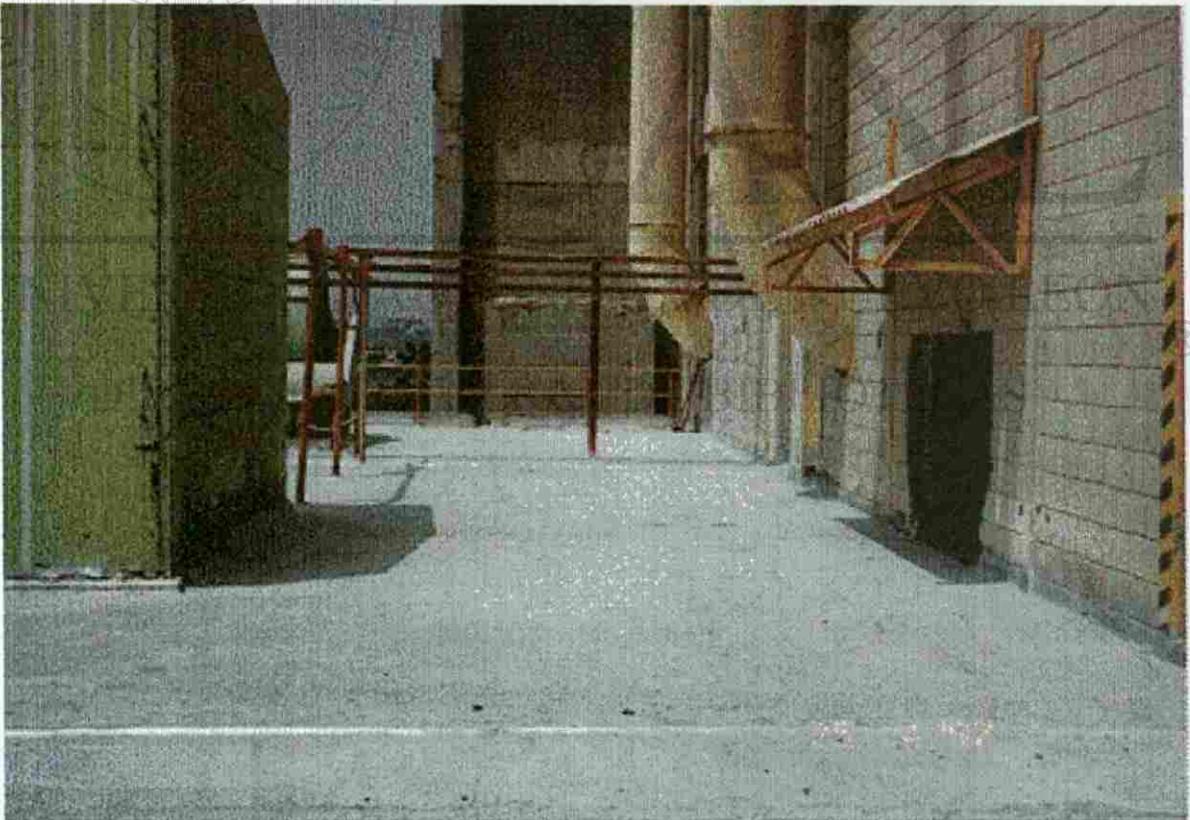


Foto 3-8 Vista del acceso sur a colectores de molinos de materia prima 7 y 8 después de implementar las 5S+1

3.6.- 2º paso, el Mantenimiento Autónomo

Para la implementación del Mantenimiento Autónomo en la Planta Monterrey fué necesario elaborar un Manual de Capacitación por parte de miembros del Grupo de Implementación del MPT formado por empleados de la planta , y posteriormente dentro del programa de capacitación al personal técnico de les mostró y explicó detalladamente el contenido del manual por parte de miembros del grupo de MPT quienes fungieron como instructores facultados para enseñar esta nueva filosofía al personal de producción.

El contenido del manual se muestra a continuación:

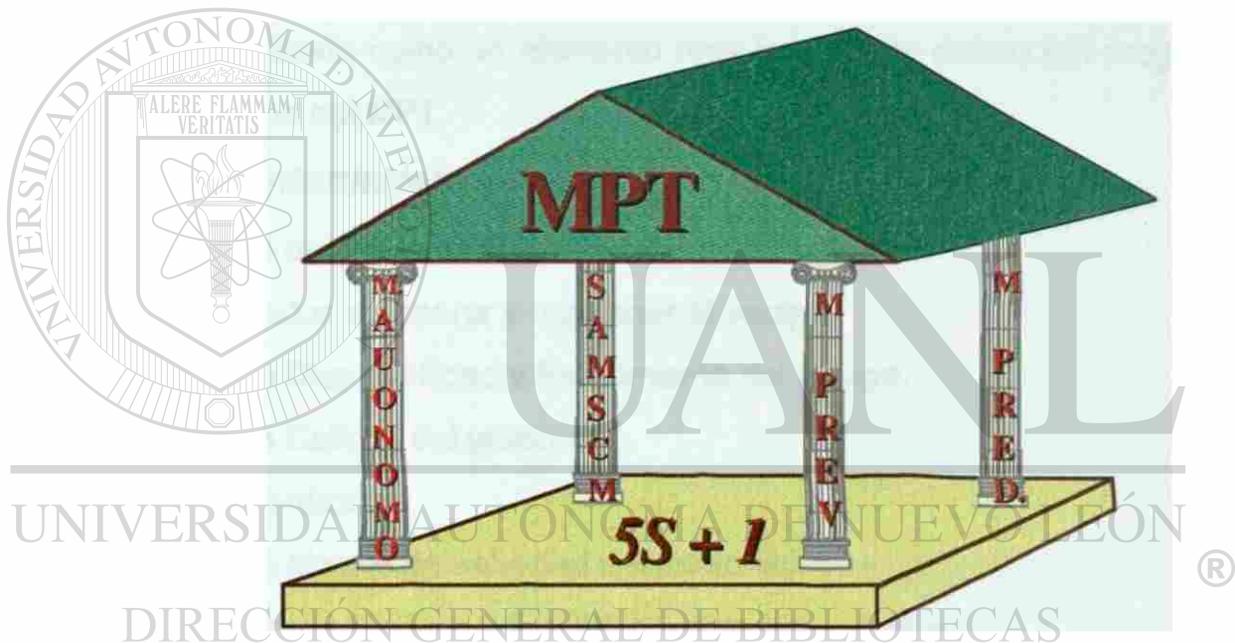


Figura 3-5 Modelo utilizado para facilitar el entendimiento del MPT por el personal de Planta Monterrey.

¿Qué es el MPT?

Es el mantenimiento productivo realizado por todos los empleados y operarios en una organización.

Seiichi Nakajima

JIMP

Es parte de una estrategia de Administración de Calidad Total que se enfoca al equipo.

Atender el Mantenimiento del equipo mediante el involucramiento total del personal

John Mónaco Productivity Inc.

Definición de mantenimiento autónomo

Es el mantenimiento básico realizado al equipo productivo por medio de los grupos de trabajo que lo operan.

Es considerado como un elemento muy importante dentro del programa de implementación del MPT.

Metas del mantenimiento autónomo

Alargar la vida útil del equipo.

Reducir los costos de operar y mantener el equipo.

Incrementar la Disponibilidad y Rendimiento del equipo.

Incrementar la Calidad del producto.

Eliminar desperdicios.

Acrescentar los niveles de habilidad del personal.

Asegurar la cooperación y el involucramiento del personal.

Necesidad del mantenimiento autónomo

Las empresas que han sobrevivido en un mundo competitivo han logrado el éxito a través de la implementación del Mantenimiento Autónomo entre otras estrategias y lo han convertido en un programa indispensable para eliminar pérdidas y desperdicios y maximizar la efectividad del equipo existente.

Estas empresas han reconocido y aceptado que la mejor gente para resolver los problemas de operar y mantener el equipo son aquellas que están más íntimamente ligadas en el lugar de trabajo.

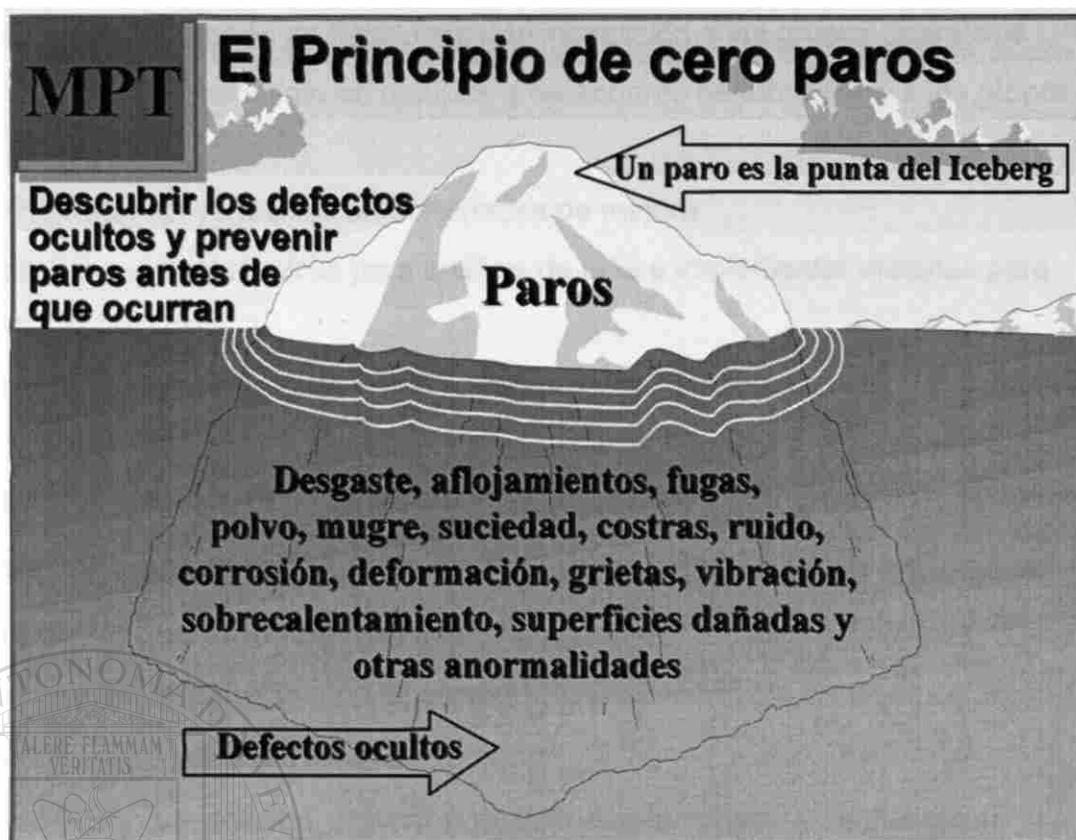


Figura 3-6 El principio de los cero paros

Actividades de los Grupos Operativos

El grupo operativo deberá enfocarse en la prevención del deterioro a través de las siguientes actividades:

- Limpieza, lubricación y reapriete de tornillería.
- Inspección diaria utilizando los 5 sentidos durante la operación normal.
- Detección oportuna de anomalías (Prevención de fallas y accidentes).
- Medidas de emergencia cuando aparecen condiciones anormales.
- Ayuda en reparaciones y fallas inesperadas.

Actividades de Grupos de Soporte Mayor

El grupo de soporte mayor deberá poner todo su esfuerzo dentro del mantenimiento planeado (preventivo y correctivo) concentrándose en evitar el deterioro. Su tarea fundamental es mejorar la continuidad de operación y seguridad en los equipos, además esforzarse por incrementar sus habilidades y conocimientos técnicos. Otras tareas relevantes son:

- Proporcionar instrucción en habilidades de inspección a los grupos operativos
- Proporcionar entrenamiento en técnicas y estándares de lubricación a los grupos operativos.
- Contribuir con apoyo técnico en actividades de mejora.
- Desarrollar y aplicar técnicas para análisis de falla e implementar medidas para evitar su recurrencia.
- Dar seguimiento a la medición de resultados de mantenimiento.

Integración de Grupos Operativos y Grupos de Soporte Mayor

- Detectando y tratando oportunamente las anomalías de los equipos se puede lograr un buen mantenimiento.
- El grupo operativo debe asumir el sentido de propiedad de su equipo tomando la responsabilidad para prevenir el deterioro.
- El grupo de Soporte Mayor, deberá concentrarse en medir y restaurar el deterioro de manera que los grupos operativos puedan usar los equipos con confianza.
- Entre ambos grupos deberá existir entendimiento y apoyos mutuos y deberán de integrar esfuerzos para lograr objetivos comunes.

Atendiendo condiciones básicas del equipo

Las actividades de mantenimiento autónomo practicadas por los grupos operativos se enfocan en la prevención del deterioro. Atendiendo las condiciones básicas del equipo (a través de limpieza, lubricación y ajuste de tornillería) es como se lleva a cabo esta actividad fundamental de mantenimiento.

La causa principal de la mayoría de las fallas es el deterioro del equipo. Esta consiste en el deterioro natural inherente a la operación del equipo y el deterioro acelerado el cuál ocurre cuando el equipo opera en un ambiente dañino. La clave para reducir las fallas es prevenir el deterioro acelerado.

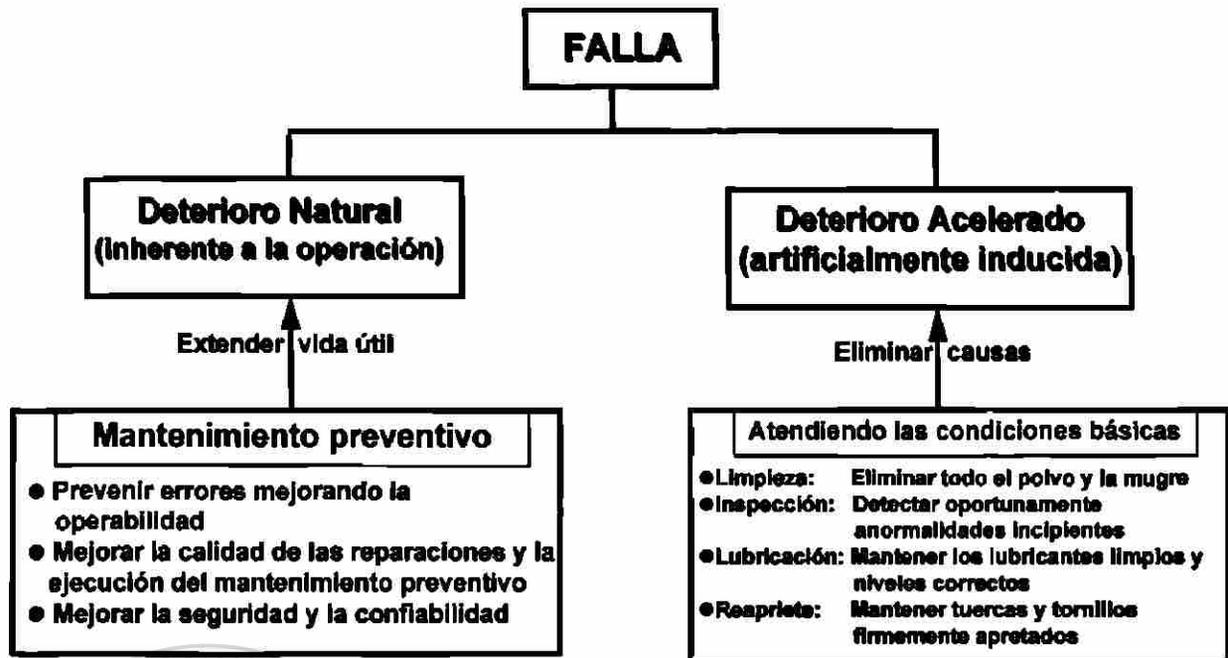


Figura 3-7 Esquema para determinar y prevenir fallas en los equipos

La importancia de la limpieza

La limpieza consiste en la remoción de todo el polvo, costra, mugre, aceite, grasa y otros contaminantes que se adhieren al equipo y sus accesorios ocultando sus defectos. Esto es más que una práctica rutinaria, los efectos dañinos por fallas de limpieza son innumerables.

La tabla 3-1 enlista algunos de los más serios

Fallas	Polvo y materiales extraños penetran en partes rotativas, partes deslizantes, sistemas hidráulicos y neumáticos, sistemas y sensores eléctricos de control etc. causando pérdida de precisión, funcionamiento anormal, fallas como un resultado del desgaste, resistencia a la fricción, fallas en el sistema eléctrico etc.
Defectos de Calidad	Los defectos de Calidad son causados directamente por la contaminación del producto con materias extrañas o indirectamente como resultado de fallas del equipo.
Deterioro acelerado	El polvo y la mugre acumulados en la maquinaria dificultan encontrar y corregir grietas, juego excesivo lubricación insuficiente y otros desordenadores, dando como resultado un deterioro acelerado.
Pérdidas de velocidad	El polvo y la mugre incrementan el desgaste y la resistencia a la fricción en el equipo, causando pérdidas de velocidad y desempeño ineficiente

Tabla 3.1 Efectos dañinos por limpieza inadecuada

La clave para detectar defectos menores en las condiciones del equipo y otras anomalías es formarse una imagen mental de las condiciones ideales del equipo y mantenerla siempre presente mientras se efectúa la limpieza. Estas son algunas sugerencias para descubrir o localizar defectos.

- Examine el equipo para la detección de defectos visibles e invisibles, como aflojamientos, vibraciones leves y ligeros sobrecalentamientos que solo tocando se pueden detectar.
- Examine cuidadosamente poleas y bandas desgastadas, cadenas de transmisión sucias, filtros de succión tapados y otros problemas que comúnmente provocan fallas.
- Observe si el equipo es fácil de limpiar, lubricar, inspeccionar, operar y ajustar. Identifique y elimine obstáculos .
- Asegure que todos los medidores operan correctamente y que están claramente marcados con los valores de proceso especificados.
- Investigue cualquier fuga de: vapor, agua, aceite, aire, etc..
- Perseguir los problemas ocultos, como la corrosión dentro de materiales aislantes de tuberías, columnas, y tanques. Así como también bloqueos dentro de ductos y chutes.

Implementando el Mantenimiento Autónomo paso a paso

Paso 1.-Limpieza inicial

Objetivos:

- Evitar el deterioro acelerado del equipo eliminando el entorno nocivo de polvo y suciedad.
- Atender las condiciones básicas del equipo.
- Elevar la calidad del trabajo de inspección y reparación y reducir sus tiempos
- Descubrir y eliminar los defectos ocultos.

Actividades:

- Limpieza previa a inspección por los grupos operativos.
- Enfocado al cuerpo principal del equipo.
- Exposición de condiciones anormales como:
 - Partes dañadas o rotas
 - Desgastes y rasgaduras
 - Holguras o aflojamientos
 - Desalineamiento o deformación
 - Superficies dañadas u oxidadas

- Fugas
- Defectos ocultos por polvo, mugre etc.

Paso 2.- Atender lubricación básica

Objetivos:

- Asegurar que las condiciones del equipo son mantenidas.
- Asegurar un mantenimiento minucioso (esmerado)
- Realizar rutinas de lubricación mediante controles visuales facilitando el ejercicio de la actividad.

Actividades :

- Entrenar a los grupos operativos en la ejecución de las rutinas de lubricación en marcha
- Estandarizar las tareas de lubricación.
- Documentar los estándares de lubricación.

Paso 3.- Realizar la inspección general del equipo.

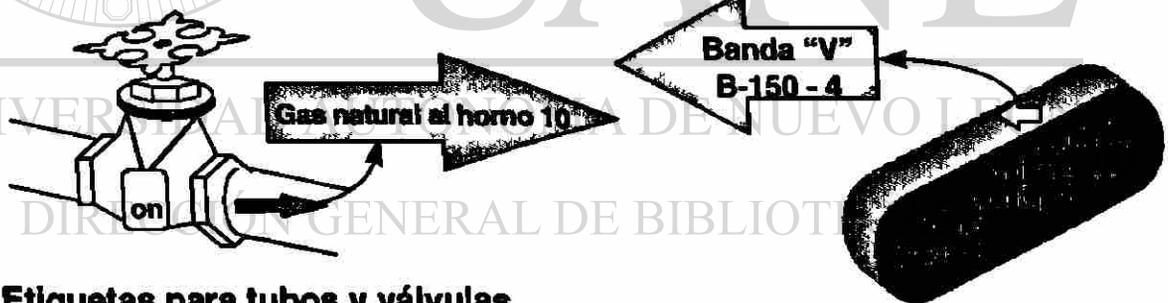
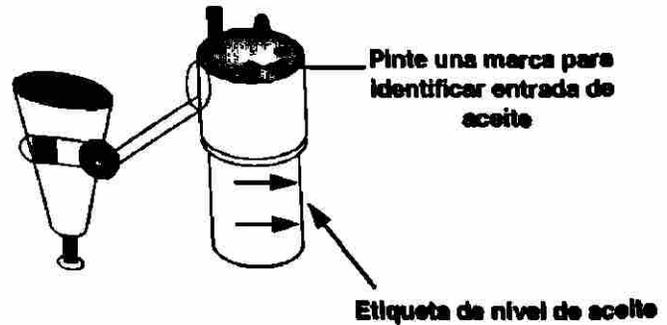
Objetivos:

- Mejorar la confiabilidad del equipo
- Desarrollar a los grupos operativos en las técnicas del mantenimiento y en planteamiento de mejoras en base a los datos e información obtenida.
- Corregir anomalías del equipo a través de la práctica diaria.

Actividades :

- Capacitar a los grupos operativos sobre técnicas de inspección con base en manuales.
- Introducir controles visuales en el equipo, como placas sobre indicadores con las gamas correctas de operación, indicadores on-off sobre válvulas placas indicando tipos y cantidades de lubricante etc.
- Modificar el equipo para facilitar el chequeo, haciendo uso extenso de los controles visuales, ver Fig. 3.8

Preparar etiquetas de lubricación de acuerdo a los estándares
 Pegar las etiquetas junto a los puertos de lubricación o sobre la cubierta del tanque
 Marcar con pintura cuando la etiqueta no pueda ser pegada



Etiquetas para tubos y válvulas e indicadores de flujo

Figura 3-8 Ejemplos para implementar el control visual en la planta

Paso 4.-Eliminar fuentes de contaminación y áreas inaccesibles

Objetivos:

- Prevenir el deterioro acelerado del equipo
- Efectuar la limpieza más fácilmente
- Estimular la creatividad del personal.
- Eliminar desde su causa raíz los problemas que provocan la contaminación.

Actividades :

- Introducción de mejoras al equipo
- Eliminación de obstáculos y lugares inaccesibles
- Seguimiento y documentación de las emisiones.
- Tomar iniciativas personales o de grupo para la solución de los problemas
- Seguimiento a problemas sin resolver

Paso 5.- Establecer estándares de limpieza y ajuste de tornillería**Objetivos:**

- Prevenir el deterioro acelerado del equipo
- Mantener las condiciones básicas del equipo
- Realizar inspecciones precisas mediante controles visuales facilitando el ejercicio de la actividad.
- Estimular la participación de los grupos operativos en actividades de mejora.

Actividades :

- Formular estándares de trabajo que ayuden a mantener la limpieza y ajuste de tornillería en niveles adecuados con mínimo esfuerzo.
- Mejorar la eficiencia del trabajo de inspección introduciendo controles visuales.

Paso 6.- Realizar inspecciones generales de los procesos**Objetivos:**

- Mejorar la confiabilidad y seguridad globales de los procesos mediante una operación correcta.
- Desarrollar a los grupos operativos en las técnicas del mantenimiento y en el planteamiento de mejoras en base a los datos e información obtenida.
- Corregir anomalías del equipo a través de la práctica diaria.

Actividades :

- Capacitar a los grupos operativos sobre el dominio de los procesos y las operaciones adiestrándolos en el manejo y corrección de anomalías.
- Modificar el equipo para facilitar su operación.
- Incorporar a la inspección periódica del equipo, las actividades de inspección de parámetros de control del proceso.

Paso 7.- Mantenimiento autónomo sistemático

Objetivos:

- Enseñar a los grupos operativos a apreciar la importancia del mantenimiento de calidad y ayudarlos a comprender la relación entre el equipo y la calidad.
- Ampliar la esfera de la auto-gestión sistematizando y estandarizando elementos de control.
- Establecer un sistema de mantenimiento de calidad basado en la relación que existe entre los equipos y la calidad del producto.

Actividades :

- Establecer un sistema de auto-gestión para mejorar en el lugar de trabajo, el flujo de: materiales, refacciones, herramientas, información, etc.
- Establecer condiciones para la seguridad del personal y la calidad del mantenimiento por medio de procedimientos y estándares claros para una operación confiable.
- Mejorar continuamente los procedimientos con el fin de reducir o facilitar el trabajo de rutina.

Paso 8.- Práctica plena de la auto-gestión

Objetivos:

- Mejorar la confiabilidad, seguridad, mantenibilidad, calidad y operabilidad de los procesos mediante un análisis sistemático de datos por parte de los grupos operativos.
- Capacitar a los grupos operativos para realizar reparaciones simples y restaurar el equipo desarrollándolos en técnicas de reparación.
- Aumentar la habilidad de los grupos operativos para registrar y analizar datos y que adquieran habilidad en técnicas de mejora.

Actividades :

- Desarrollar actividades de mejora estandarizándolas de acuerdo a objetivos y políticas
- Reducir costos eliminando el desperdicio en los lugares de trabajo.
- Mejorar continuamente los equipos llevando registros precisos del mantenimiento

(p.e.TMEF) y analizando los datos sistemáticamente.

A continuación les presento algunos resultados obtenidos a la fecha con la implementación del Mantenimiento Autónomo.



Foto 3-9 Vista del área de la Unidad Hidráulica del sistema de lubricación del reductor MAAG del impulso del molino de materia prima 6 antes de implementar el Mantenimiento Autónomo.



Foto 3-10 Vista del área de la Unidad Hidráulica del sistema de lubricación del reductor MAAG del impulso del molino de materia prima 6 después de implementar los pasos 1 y 2 del Mantenimiento Autónomo



Foto 3-11 Vista del área de la plataforma del Horno N° 10 donde se muestra la tubería de alimentación de coque de petróleo al quemador principal antes de implementar el Mantenimiento Autónomo



Foto 3-12 Vista del área de la plataforma del Horno N° 10 donde se muestra la tubería de alimentación de coque de petróleo al quemador principal después de implementar los pasos 1 y 2 del Mantenimiento Autónomo.

3.7.- 3º paso La planeación del mantenimiento

Objetivo:

En Planta Monterrey la actividad de Planeación - Programación tiene como objetivos primarios:

- a).- La ejecución del trabajo de Mantenimiento de acuerdo a programas, con seguridad, de manera eficiente y a un costo mínimo.
- b).- La minimización del tiempo fuera de servicio de los equipos críticos de la Planta.
- c).- La utilización óptima de la mano de obra a través de programas balanceados.

Para lograr estos objetivos, se requiere de varios procedimientos integrados, basados en los principios de programación, a través de una meta común, tales como:

- 1.- El trabajo necesario debe ser identificado con tanta anticipación como sea posible y priorizado, de tal manera que la carga de trabajo pueda ser estimada.
- 2.- Los trabajos de emergencia no pueden ser programados y ejecutados a menos que la carga de trabajo sea ajustada a través de demorar actividades programadas dando los recursos adicionales.
- 3.- La carga de trabajo asignada debe mantenerse en un rango mínimo y máximo razonable.
- 4.- Los trabajos no deben ser programados hasta que cada recurso necesario esté disponible en la cantidad y calidad requerida tales como: mano de obra, partes, materiales, herramientas, equipo especial, el equipo a intervenir y cualquier información ó soporte especial.
- 5.- Se procura programar un 10-15% arriba de la mano de obra disponible como trabajo adicional para aquellos casos cuando los trabajos programados no

puedan ser hechos, por varias razones, ó son finalizados en menor tiempo que el planeado.

Apegándose a estos procedimientos integrados se asegura que el personal del Equipo de Trabajo hará el trabajo efectivamente; con seguridad y los costos globales de mantenimiento se mantendrán al mínimo.

Ventajas

La planeación - programación de mantenimiento tiene un efecto directo en la eficiencia de la ejecución del mantenimiento, y por lo tanto en el costo de producción. Es imposible lograr máxima capacidad de producción sin una adecuada Planeación y Programación del Mantenimiento.

Ciclo de Trabajo de Planeación - Programación

I.- Programas Maestros

Es función del Planeador - Programador en base a los manuales de mantenimiento establecer el Mantenimiento Preventivo - Predictivo a los equipos operativos de la Planta.

Tomando como base esta información, el Planeador - Programador elabora los programas maestros con proyección mínima de un año. Ahí define los paros programados anuales, mensuales y semanales en base a las actividades que requieren el paro del equipo para su ejecución, así como la frecuencia con que debe ocurrir esta actividad.

Las actividades que pueden ejecutarse con el equipo en operación también son identificadas.

Al final de éste proceso de selección tendremos:

- 1.- Un programa maestro de actividades para realizarse con el equipo en operación. Para ejecutar el Mantenimiento Autónomo (lubricación, inspección, limpieza, etc.)

- 2.- Un programa maestro de actividades para realizarse en cada paro programado y que en base a su frecuencia de ejecución pueden ser: semanales, mensuales o anuales, etc.

II.- Pronóstico de Planeación Semanal

Tomando en cuenta los Programas de Actividades de Mantenimiento Preventivo a ser ejecutadas con equipo en operación, el programa maestro de paros y las Solicitudes de mantenimiento correctivo programado, un día fijo a la semana el Planeador hará un pronóstico de los trabajos mayores a programar para la siguiente semana.

El Planeador Programador revisará la dimensión de toda la carga de trabajo. Tomará acciones correctivas, tal como ajustar los tamaños de los equipos de trabajo disponibles ó hacer recomendaciones en considerar el uso de tiempo extra o personal de contrato.

El mismo día de la semana se tendrá una junta de planeación y programación con representantes de la administración de las áreas para establecer los trabajos críticos de mantenimiento a ser programados en la siguiente semana.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

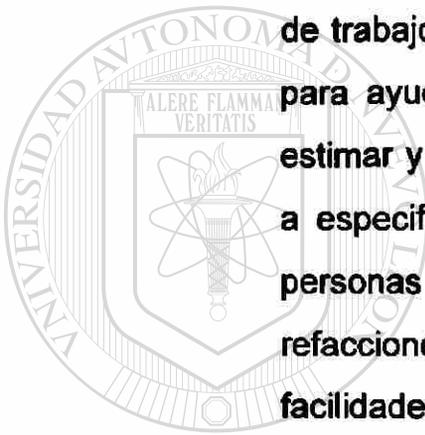
III.- Los Detalles del Trabajo de Planeación y Programación de Rutina (Día a Día).

Procedimientos de Ordenes de Trabajo.

- a. Los Solicitantes originan una solicitud de trabajo. Ellos ponen los datos en la Orden de Trabajo dando particular atención a la descripción del trabajo requerido. La descripción debe ser breve y concisa, pero al mismo tiempo, explícita. Dependiendo de la urgencia, el

solicitante entrega la Solicitud de Trabajo autorizada a Planeación y Programación

- b. La función Planeación - Programación verifica la solicitud de Trabajo recibida verificando la necesidad, claridad y autorización. Asegura que el solicitante ha suministrado toda la información necesaria de la cual es responsable. Cuando es necesario, revisa el trabajo con el solicitante para estar seguro que entiende el trabajo y concuerda con la prioridad de ejecución especificada y su alcance.
- c. El Planeador - Programador verificará si tiene una orden de trabajo similar en el archivo. Si la hay, usa los datos para ayudar a planear el trabajo. Procede a analizar, estimar y secuenciar el trabajo, dando especial atención a especificar las especialidades requeridas, número de personas y horas-hombres estimadas, junto con las refacciones, materiales, herramientas, equipo y facilidades necesarias. En el proceso de planeación de un trabajo, el Planeador puede necesitar consultar con el Coordinador , o Asesor especialista. El Planeador - Programador solicita la reproducción de dibujos, planos, etc. Estima el costo total del trabajo y cuando se requiere regresa la orden de trabajo estimada al solicitante. El también verifica que la Orden de Trabajo ha sido aprobada por el nivel apropiado de administración. Cuando es requerida aprobación adicional, el dirige la Orden de Trabajo al Solicitante de acuerdo con el procedimiento de autorización establecido.
- d. El Planeador - Programador verifica con Almacén, la disponibilidad del material necesario. Cuando se necesita originará una Requisición de compra para



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

artículos que no están en el almacén. Cuando lo considere necesario, reservará material para Ordenes de Trabajo específicas. Cuando materiales y otros requerimientos están disponibles, se seguirá el procedimiento de programación.

- e. Todas las órdenes de trabajo de mantenimiento que deben ser contratadas, deben ser dirigidas al Planeador - Programador de Mantenimiento. El verificará si el trabajo requerido está apropiadamente cubierto por una Orden de Trabajo y que la información este completa estimando especificaciones del trabajo, instrucciones, fecha de terminación, etc. Cuando todo está en orden, obtiene aprobación del nivel correcto de autorización y asegurar los recursos para el trabajo programado a ser realizado.

Nota: Únicamente las emergencias deberían causar desviaciones de este procedimiento. El trabajo de emergencia puede ser iniciado en cualquier momento necesario para corregir los aspectos de emergencia de la situación. Cualquier requisición verbal, por lo tanto, debe ser confirmada no más tarde que al fin del día o turno de trabajo, con una Orden de Trabajo.

Fase inicial de Programación.

La fase inicial del trabajo del Programador es formular un plan y programa para obtener el número óptimo de Recursos Humanos requeridos, con el equipo necesario y herramientas, para Llevar a cabo el trabajo en la forma más económica. El programador primero prepara un programa tentativo para el siguiente día y turnos, para cada equipo de trabajo.

Formulando un Programa para el Día Siguiente.

A. Cada mañana los Planeadores - Programadores contactarán a los Coordinadores de los equipos de trabajo para discutir lo siguiente:

- i. ¿Que trabajos de Mantenimiento se desarrollaron durante la noche?.**
- ii. ¿Hay nuevas Ordenes de Trabajo?.**
- iii. ¿ Se desarrollaron trabajos de emergencia ?.**
- iv. ¿ Cual es el Estatus del trabajo ejecutado el día ó turnos previos.?**

Después de esta junta con los Coordinadores del equipo de trabajo en el campo, el Planeador investiga los trabajos nuevos, usualmente en los sitios del trabajo, entonces planea y estima los recursos para estas nuevas Ordenes de Trabajo.

B. Una junta breve (cerca de 15 min.), es tenida cada día entre el Planeador y cada Coordinador del Equipo de Trabajo , donde se realiza lo siguiente:

- i. El Coordinador del Equipo de Trabajo regresa las Ordenes de Trabajo terminadas con la información para la retroalimentación.**
- ii. El Coordinador del Equipo de Trabajo también informa al Planeador acerca del trabajo programado para ese día, así como su opinión del que será llevado a cabo el próximo día o turno, los ejecutores y horas hombre requeridas para su terminación. El informará al Planeador de aquellos trabajos que él espera haber terminado para el fin del día, basando sus predicciones en una evaluación de ese día de trabajo.**
- iii. El Planeador y Coordinador del Equipo de trabajo intercambian información de cualquier trabajo de emergencia conocido u otros trabajos urgentes.**

iv. El Planeador revisa los nuevos trabajos y aquellos trabajos que anticipa en el programa para el día siguiente o turnos. Ellos discuten el alcance, cualquier precaución especial, requerimientos, etc.

C. Disponibilidad de Mano de Obra.

En la misma junta diaria el Coordinador dará al Planeador los nombres de los ejecutores que se espera que estén ausentes ese día, y los siguientes días, y la razón de la ausencia. El Planeador prepara su reporte diario de la gente de Mantenimiento y ajusta sus Horas Hombre disponibles. Estos datos, permiten al Planeador programar trabajos acorde con la prioridad de los requerimientos. Ello también permite al Planeador reconocer cuando es necesario conseguir fuerza de trabajo adicional de fuentes externas, para cubrir la carga de trabajo.

En la construcción de los programas de trabajo, los esfuerzos del Planeador son para especificar un día de trabajo completo para cada ejecutor, para prevenir pérdida de tiempo, y para minimizar la transferencia de personal de una área o equipos de trabajo a otro.

D. Disponibilidad de Partes, Materiales, Herramientas Especiales y Equipo.

El Planeador verifica con el Almacén y correlaciona los planes y programas con la disponibilidad de tiempo, refacciones, materiales, herramientas especiales y equipo necesarios, u otro soporte. Asegurar la disponibilidad de tales necesidades en tiempo, lugar, cantidad requerida antes de que el trabajo sea programado. Cuando los recursos estén disponibles, actualiza el Estatus de las órdenes de trabajo para ser programadas.

E. Programación.

Como resultado de la reunión diaria del Programador con el Coordinador, este último indica los trabajos que se espera sean terminados durante el día y que trabajos continuarán en ejecución estimando conjuntamente las HH necesarias para su terminación. Entonces el Programador añade nuevos trabajos que ya deben estar preparados y en base a las prioridades de los trabajos más urgentes a los menos urgentes y a los requerimientos de mano de obra, añade nuevos trabajos hasta que todas las horas hombre disponibles han sido programadas, dichos trabajos integran el programa tentativo a ser ejecutado.

Antes de que el trabajo sea programado, debe estar seguro de que cada recurso esté disponible; y que una vez que el trabajo se inicie, pueda proceder hasta su terminación sin retrasos o interrupciones.

Si después de establecer un programa tentativo, es encontrado que una Orden de Trabajo prioritaria no puede ser ejecutada, el Planeador debe consultar con el Coordinador acerca de cambiar

la prioridad el trabajo o la necesidad de tiempo extra ó recursos externos. Una vez hechos los ajustes se elabora el programa tentativo que se presentará.

Confirmación del Programa para el Día Siguiete.

Los programas de Trabajo propuestos por el Planeador deben ser terminados con la mano de obra balanceada, cada día se reúne con el Coordinador del Equipo de Trabajo en una reunión programada. Ellos indican si existe cualquier dificultad aparente y finalizan los programas de trabajo en un programa de mantenimiento global del departamento para los turnos del siguiente día. Las órdenes de trabajo, las cuales no pueden ser programadas y Llegarán a ser sobre carga si son programadas,

son discutidas con el Gerente de Área, tal que ellos estén informados de la situación y una alternativa apropiada de acción pueda ser tomada.

Cuando la junta es concluida, los programas de trabajo son finalizados y autorizados por el Coordinador y entonces estarán listos para ser asignados.

El Planeador - Programador notifica al almacén cuando y a dónde debe enviar determinados materiales y herramientas especiales que han sido especificadas en las órdenes de trabajo que han de ser utilizadas al día siguiente.

La distribución del Programa de Trabajo es hecha cada día por el Planeador Programador al Coordinador de Grupo de Trabajo para transmitirse al equipo de trabajo para el día siguiente.

Transferencia del Personal Especialista.

Para lograr los requerimientos de mano de obra del Programa de Trabajo, puede ser necesario transferir ejecutores de un equipo de trabajo a otro para el siguiente día o turno. Ellos deben ser notificados de su nuevo equipo de trabajo. En tales casos, el Coordinador de cada grupo afectado, indica la gente a ser transferida de su equipo de trabajo y de su nueva asignación, para el siguiente día o turno.

Aceptación en Campo del Programa Final.

a. Distribución de Programas en campo

El Planeador - Programador se junta con el Coordinador diariamente para distribuir los Programas de Trabajo de Mantenimiento para el día siguiente. Ellos revisan toda la coordinación de trabajo que tiene que ser hecha, condiciones especiales y cualquier comentario adicional para mejorar la planeación, programación y ejecución. Dejar información escrita

para los Coordinadores de los Equipo de Trabajo de los siguientes turnos.

Planeación, programación y asignación de tareas

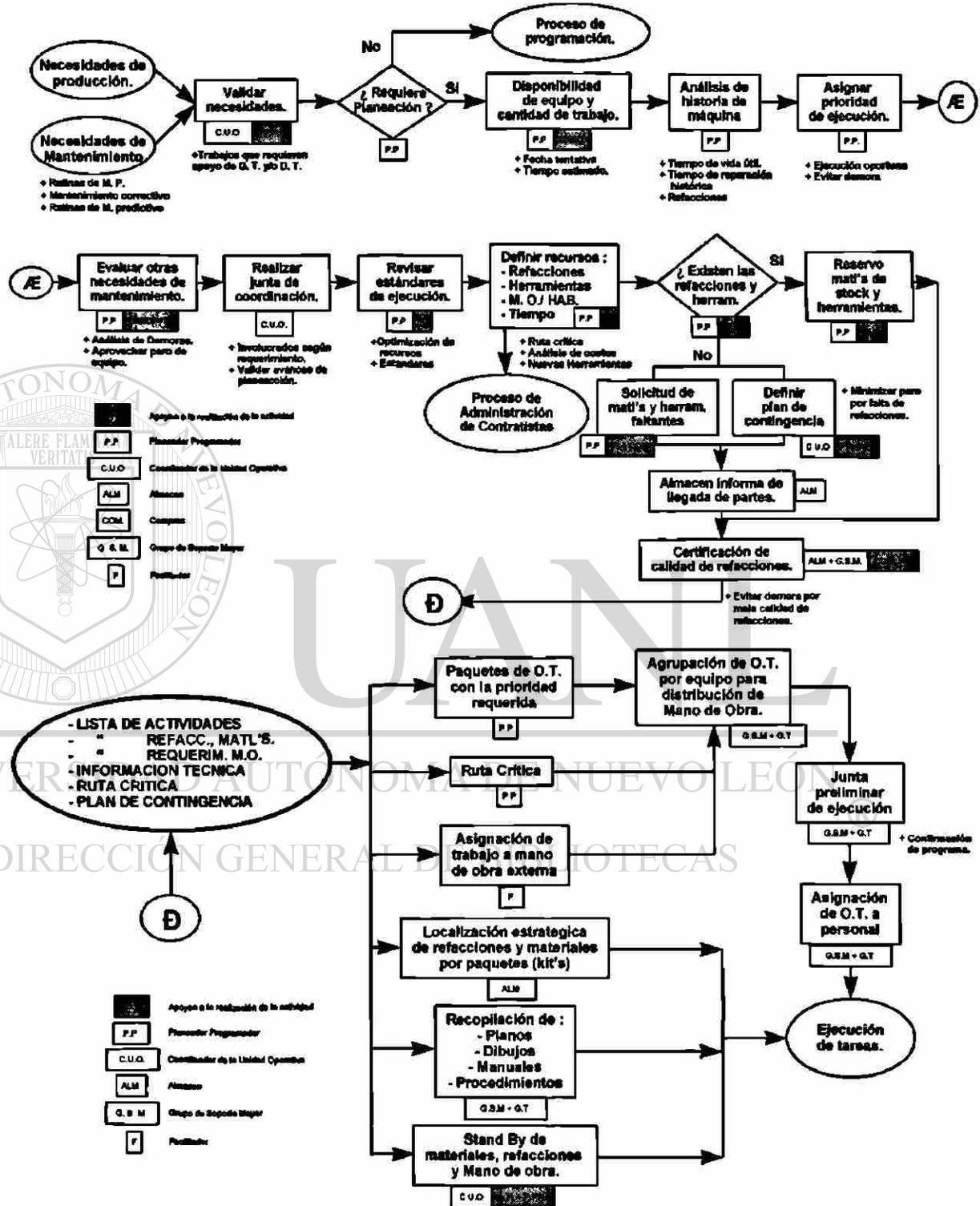


Figura 3-9 Flujo detallado de la ST y de la orden de trabajo en planeación y programación

Flujo de la S.T. y de la Orden de Trabajo

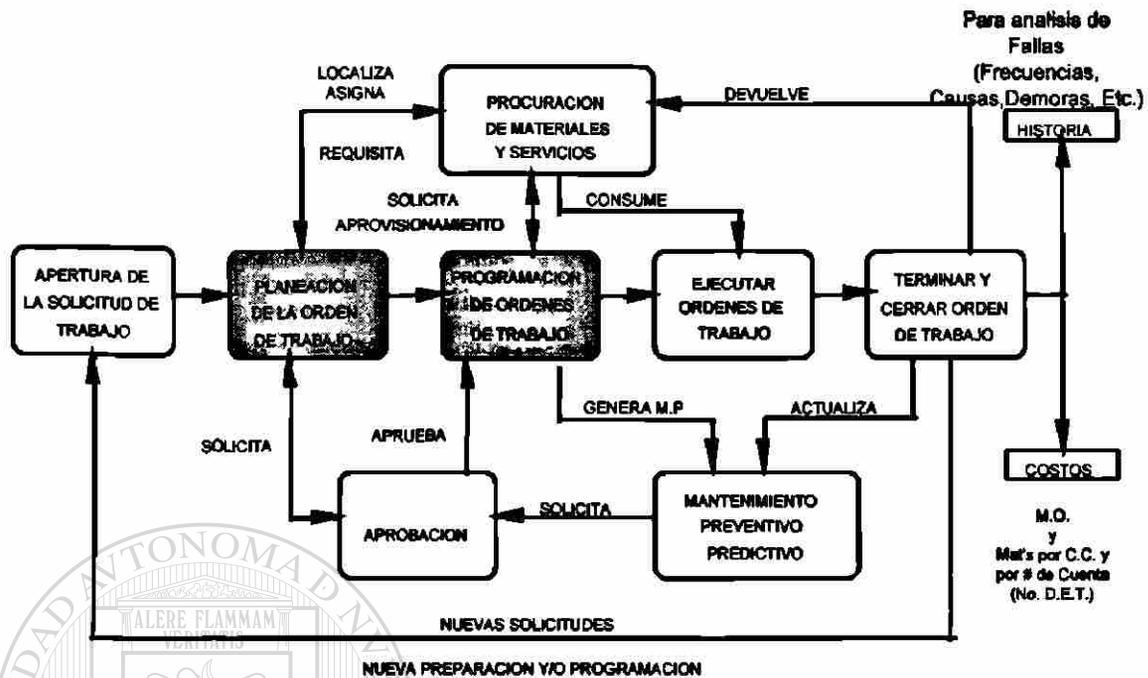


Figura 3-10 Flujo de la ST y de la orden de trabajo simplificado

3.8.- 4º paso, asegurar el mantenimiento preventivo

En la Planta Monterrey, una pre-condición fundamental para la aplicación efectiva de un programa de Mantenimiento Preventivo a cualquier equipo es que antes de todo, debe estar en buena condición, cuando el programa se inicia. El equipo en cuestión debe estar en tal condición, que su Mantenimiento pueda ser programado con razonable anticipación y sin averías.

Si este no es el caso, el equipo puede fallar de una manera impredecible tal que el programa de Mantenimiento Preventivo simplemente no será aplicable a él.

Antes de la implantación del Programa de Mantenimiento Preventivo para cualquier equipo, este deberá ser inspeccionado para conocer las reparaciones requeridas, reemplazo de partes y reacondicionamiento.

Basado en lo encontrado en tales inspecciones, el equipo deberá ser llevado a una condición de confiabilidad tal, que pueda ser mantenida en una base programada de Mantenimiento Preventivo.

Ejecutando esto sustancialmente se incrementará la probabilidad de éxito.

Criterio de Selección de Equipo:

Prioridad	Descripción
1	Equipo que para la planta entera si no opera.
2	Equipo que para un departamento entero si no opera (Equipo altemo no disponible).
3	Equipo que para un departamento entero si no opera (Equipo altemo disponible).
4	Equipo que reducirá seriamente la producción de un departamento si no funciona (equipo altemo no disponible).
5	Equipo que reducirá seriamente la producción de un departamento si no funciona (Equipo altemo disponible).
6	Equipo importante para la operación de un departamento pero el cual no causará una pérdida importante en producción si ocurre la falla.

3.8.1.- Dónde aplicar Mantenimiento Preventivo

Al emprender cualquier esfuerzo de Mantenimiento Preventivo en la planta, la pregunta más difícil de contestar puede ser dónde comenzar. A continuación, hay varios lineamientos básicos para encontrar las oportunidades de alta prioridad, para lograr una sustancial recuperación de la inversión en Mantenimiento Preventivo, y ayudar a promover la aceptación de la filosofía de Mantenimiento Preventivo en toda la planta.

a) No intentar iniciar todos los programas de Mantenimiento Preventivo concebibles, seleccionar aquellos que muestran el más grande potencial para lograr la recuperación de la inversión.

b) Seleccionar primero, solamente equipos críticos para la aplicación de programas de Mantenimiento Preventivo, facilidades y equipo que son

clasificados como críticos y si fallan debido a mantenimiento inapropiado, provocarían:

- i. Pérdidas de producción sustanciales debido a excesivo tiempo fuera de servicio.**
- ii. Costos de reparación excesivos.**
- iii. Seria deterioración de equipo.**
- iv. Condiciones perjudiciales para la salud y seguridad del personal ó seria contaminación.**
- v. Inaceptables variaciones en la calidad del producto.**
- vi. Seleccionar equipos similares, extendiendo al resto de los equipos lo ya implementado, facilitando la labor logrando ahorros en esta tarea.**
- vii. Evitar seleccionar equipos los cuales requieren de una rehabilitación. En tal instancia, donde la avería es inminente, el efecto del Mantenimiento Preventivo no puede ser medido.**
- viii. Evitar, al principio, selección de equipos los cuales tienen stand-by y en caso de falla, puede ser separado de la línea de producción sin afectar la producción de salida. En estos casos, los ahorros de Mantenimiento Preventivo son limitados a la diferencia entre el costo de Mantenimiento Preventivo y costo de reparación, el cual puede ser pequeña.**
- ix. Evitar situaciones donde las pérdidas de producción causadas por el trabajo de Mantenimiento Preventivo puede exceder lo causado por las reparaciones de averías siendo evitadas.**

Un ejemplo de lo anterior es el programa mensual de paros por Mantenimiento Preventivo mostrado en la Fig 3-11 en el cuál los responsables de la Operación y Mantenimiento de la Planta Monterrey se reúnen mes a mes y

definen con la debida anticipación el programa mensual de paros por mantenimiento y lo firman de conformidad. Los responsables de la Operación planean la producción de sus equipos y aseguran inventarios suficientes a fin de facilitar los equipos para su mantenimiento en las fechas acordadas segun el programa, igualmente los responsables del mantenimiento planean todas las actividades de mantenimiento preventivo y programado a realizar, para estar listos con todas las refacciones, materiales y personal suficiente en las fechas previstas, a fin de cumplir totalmete con las necesidades de mantenimiento del equipo en las fechas programadas.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO													
CEMENTOS MEXICANOS, S.A. DE C.V. SEPTIEMBRE 97													
UNIDAD DE NEGOCIO MONTERREY TRANSFORMACION BLANCO Y GRIS													
DOMINGO	HRS	LUNES	HRS	MARTES	HRS	MIERCOLES	HRS	JUEVES	HRS	VIERNES	HRS	SABADO	HRS
		1 MMP-05 AUX. H-10		2 MMP-05 AUX. H-10		3 SPLASH		4 AUX. H-5 TRACAL		5 AUX. H-5 HOR-08		6 COMB COQUE	
7		8 CHUM. H-3 MCE-08		9 CHUM. H-3 MCE-08		10 SPLASH SNCB-1		11 MCE-08		12 MCE-08 HOR-08		13 T-PIERO COQUE	
14		15 AIRE		16 FESTIVO		17 AIRE SPLASH		18 AUX. H-3 MMP-07		19 AUX. H-3 MMP-07		20 AGUA-I	
21		22 SISREC MCE-07		23 T-WILL SISREC MCE-07		24 T-WILL SPLASH		25 GRUA-2 MMP-08 T-JEFF		26 GRUA-2 MMP-08		27 T-YESO	
28		29 MCE-08 MMP-08		30 MCE-08 MMP-08									

OBSERVACIONES: EL PRESENTE PROGRAMA SERVIRA PARA MEJORAR LA PLANEACION DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO, POR LO TANTO, LAS PERSONAS INVOLUCRADAS DEBERAN TOMAR LAS ACCIONES PERTINENTES A FIN DE QUE ESTE PROGRAMA SE CUMPLA EN SU TOTALIDAD.

NOTA: SOLO EL COORDINADOR PUEDE HACER CAMBIOS AL PROGRAMA

ATENTAMENTE

REPORTA MAYOR BLANCO Y GRIS

Figura 3-11 Ejemplo de un programa mensual típico de mantenimiento programado

El diagrama de flujo mostrado en la Figura 3-12 y conocido por el personal de mantenimiento y producción, facilita el proceso de ejecución del mantenimiento planeado y de emergencia a fin de evitar accidentes, errores y malos entendidos, así como también garantizar los arranques limpios y seguros además de ser una buena fuente de información para iniciar el plantamiento de mejoras para futuras reparaciones.

lecturas que se tendrán en los próximos periodos de tiempo y estimar el tiempo que transcurrirá hasta llegar a un valor preestablecido de alarma, sin llegar a la falla del equipo.

3.8.13.- Análisis de condición.

Este análisis se basa en tomar las lecturas y compararlas con las lecturas tomadas anteriormente hasta antes de que ocurriera una falla de modo que podamos estimar el estado de una máquina y poder decidir si soporta trabajando un periodo de tiempo más, si se repara en el próximo paro, o se repara inmediatamente antes de que ocurra una falla.

3.8.14.- Implementación

Para establecer un Sistema de Mantenimiento Predictivo se deben considerar los siguientes puntos:

1. Inspección de Planta y Análisis de factibilidad del programa de Mantenimiento Predictivo.
2. Selección de máquinas involucradas.
3. Selección de la mejor técnica de verificación.
4. Establecer el tipo de Mantenimiento Predictivo.
5. Establecer condiciones límite aceptables.
6. Mediciones periódicas.
7. Análisis de lecturas.
8. Detección de desviaciones y toma de acciones.

3.8.15.-Inspección de la planta y análisis de factibilidad del programa de mantenimiento predictivo.

El primer paso para establecer el Sistema de Mantenimiento Predictivo es hacer un recorrido por toda la Planta donde se pretende instalar el sistema de preferencia en el sentido del flujo del proceso, identificando y tomando nota de aquellos equipos susceptibles de ser incluidos en el programa.

En este recorrido se debe tomar nota de la accesibilidad a los equipos, verificar si el paro de esa máquina afecta el ciclo productivo, si se tiene equipo alternativo, verificar si es fácil hacer su reemplazo, etc.

En este primer paso tenemos que hacer un análisis económico comparando la inversión que se pretende hacer en equipo, software y costo de entrenamiento al personal involucrado contra el valor de la producción perdida más los costos de las reparaciones de las fallas de los equipos y que hubieran podido evitarse si se hubieran detectado las condiciones anormales bajo las cuales estaba operando el equipo antes de ocurrir la falla.

3.8.16.- Selección de máquinas involucradas.

Una vez hecho el recorrido se seleccionan las máquinas que deben involucrarse en el programa de MANTENIMIENTO PREDICTIVO bajo los siguientes criterios:

- Afecta o no la línea de producción.
- Que la máquina tenga un alto valor de reposición.
- Que las reparaciones tengan un alto costo.
- Que no se pueda substituir fácilmente.

Bajo los criterios mencionados podemos seleccionar las máquinas que deben ser incluidas en el programa.

Existen otros criterios ajenos a producción pero que son igualmente importantes como son la seguridad del personal y de los equipos y todas aquellas máquinas que por ocurrir una falla en ellas pueden afectar la ecología.

3.8.16.- Definir técnicas de verificación.

Una vez seleccionada una máquina habrá necesidad de seleccionar las mejores técnicas que podamos utilizar tomando en cuenta lo siguiente:

- 1.- Definir el parámetro o los parámetros que se utilizan para monitorear la máquina como son:
 - Temperatura
 - Presión

Velocidad

Análisis de Vibración

Amperaje ,etc.

- 2.- Una vez seleccionado el parámetro a utilizar se deben definir los puntos en la máquina donde se deben tomar las lecturas y la posición como se debe colocar el aparato. Elaborar procedimiento estándar.
- 3.- Se debe establecer la frecuencia o el periodo en que se deben tomar las lecturas con el aparato de los parámetros establecidos.
- 4.- Se deben definir las rutas del inspector para que en su recorrido siga una secuencia lógica.

3.8.17.-Establecer el mantenimiento preventivo -predictivo.

Todas las tareas de Mantenimiento Predictivo (toma de lecturas) se deben incluir dentro del programa de Mantenimiento Preventivo ya que se tiene la tarea (el que hacer) bien definida, su frecuencia (cada cuando) y su herramienta (con que aparato) de modo que al generar las órdenes de trabajo de MP se incluyan las de Mantenimiento Preventivo-Predictivo

1.- Una vez generadas las órdenes de trabajo de Mantenimiento Predictivo se deben programar para su ejecución.

2.- Una vez ejecutadas las órdenes de trabajo se deben retroalimentar a los registros de modo que en el inicio nos de un marco de referencia relacionando los parámetros con la condición de la máquina.

3.8.18.- Establecer condiciones límite aceptables.

Una vez desarrollados los puntos anteriores se deben establecer los valores de los parámetros que marcan los límites bajo los cuales el equipo trabaja normalmente y que excediendo estos límites tenemos el riesgo de que se produzca una falla en el equipo.

Por lo tanto debemos establecer puntos de alarma que nos avisen con anticipación que nos estamos acercando a una condición límite y nos permita tomar acciones para restablecer las condiciones del equipo sin que ocurra la falla.

3.8.19.- Mediciones periódicas.

Una vez establecido el Programa de Mantenimiento Preventivo se inicia el programa con la primera orden de trabajo emitida ejecutada, retroalimentada y posteriormente se deberán generar automáticamente las subsiguientes.

3.8.20.- Análisis de lecturas, detección de desviaciones y toma de decisiones.

Una vez tomada la lectura de los parámetros estos se registran y se comparan con los valores básicos preestablecidos con anterioridad.

- 1.- Si el valor es ACEPTABLE, se hace un análisis de tendencia para estimar el tiempo que debe transcurrir sin que se tenga que tomar una acción correctiva y se vuelve a iniciar el procedimiento para volver a tomar una nueva medición según lo establecido.
- 2.- Si la lectura está FUERA DE LIMITE se establece una nueva decisión sobre la condición en que se encuentra el equipo.
 - 2.1.- Si el equipo se encuentra SIN FALLA, se debe de realizar un servicio de MANTENIMIENTO PREVENTIVO y una vez ejecutado el MP se debe de retroalimentar la información bajo las condiciones en que quedó el equipo y revisar las condiciones aceptables como patrón de comparación.
 - 2.2.- Si el equipo se encuentra CON FALLA se debe emitir una solicitud de MANTENIMIENTO CORRECTIVO y programar la ejecución de acuerdo a la inspección de la condición en que se encuentra el equipo.

Una vez eliminada la falla y habiéndose realizado la sustitución de partes es necesario monitorear los valores básicos de comportamiento y comparación.

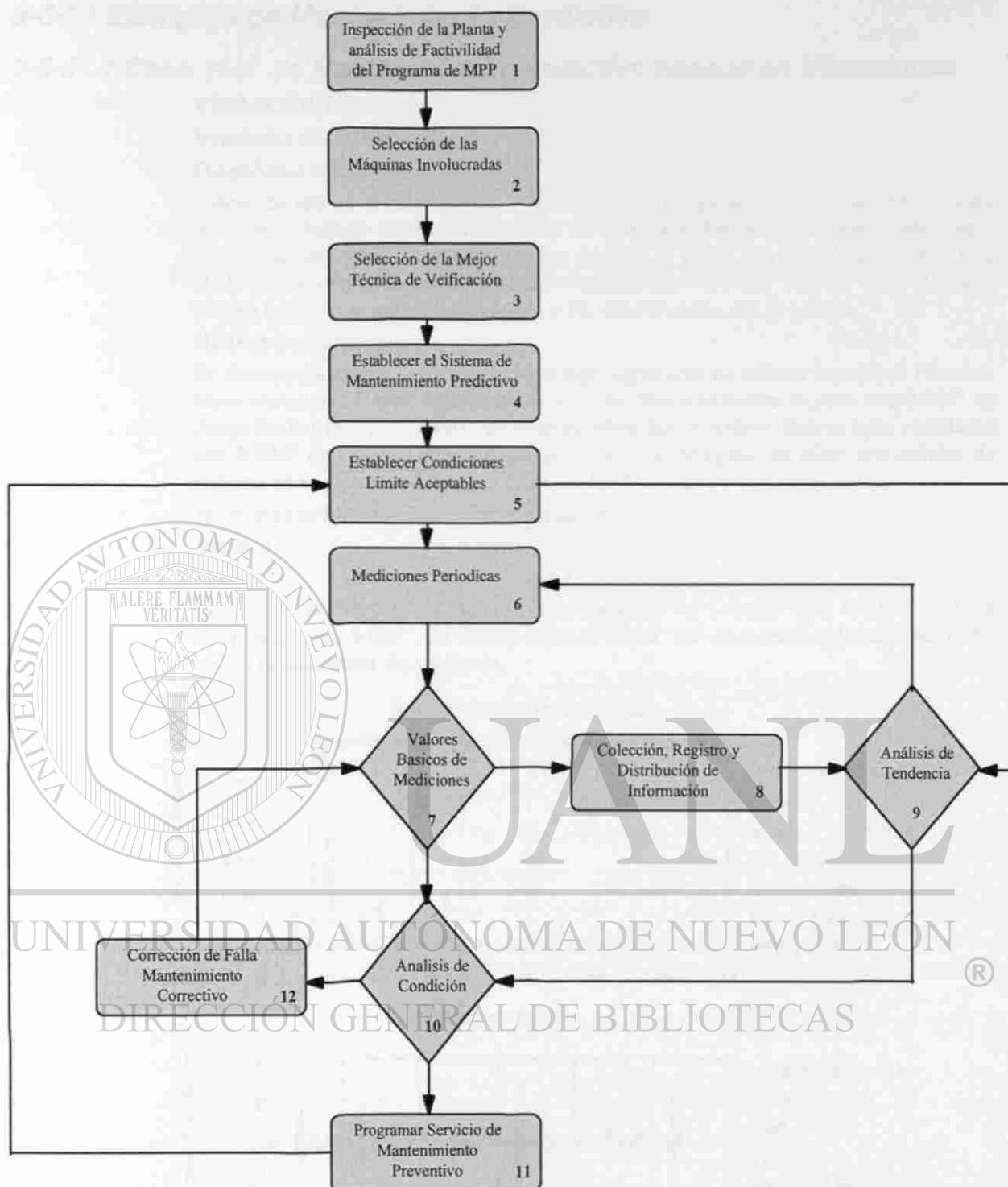


Figura 3-13 Programa de Mantenimiento Predictivo

3-8-21 Ejemplos de Mantenimiento Predictivo

3-8-21.1 Caso real de Mantenimiento predictivo basado en Vibraciones

VIBRACIONES

Ventilador 56-21-10

Diagnóstico inicial.

Vibración alta en el rango de los 1-7.5X en todos los puntos, con 1/2 armónicos muy marcados. Soltura mecánica rotativa, lo más probable en chumacera lado cople (posiblemente exceso de juego radial o desgaste de caja). Ampl. Máximas en H02 y H04. Factor cresta de chumacera lado carga horizontal con valores muy elevados debido a impactos muy pronunciados a 1x, relacionados con la soltura.

Hallazgos y correcciones

Se destaparon ambas chumaceras buscando algún tipo de soltura mecánica. (Tuerca-tapas-manguitos flojos, baleros girados...) Se encontró balero l/cople con 0.005" de Juego Radial Interno y 0.001" de holgura entre tapa y balero. Balero lado ventilador con 0.004" de JRI y 0.006" de holgura con caja. Ninguno de ellos con señales de haberse girado. Para rodamiento 22218 cck/c3:

Juego Radial Interno mm/pulgadas

Mínimo 0.05/0.0019

Máximo .095/0.0037

Se ajustó JRI de ambos baleros, quedando el de l/cople con 0.002" y el de l/ventilador con 0.003". Se colocó lana de 0.005" en chumacera lado ventilador. Se revisó la alineación del conjunto.

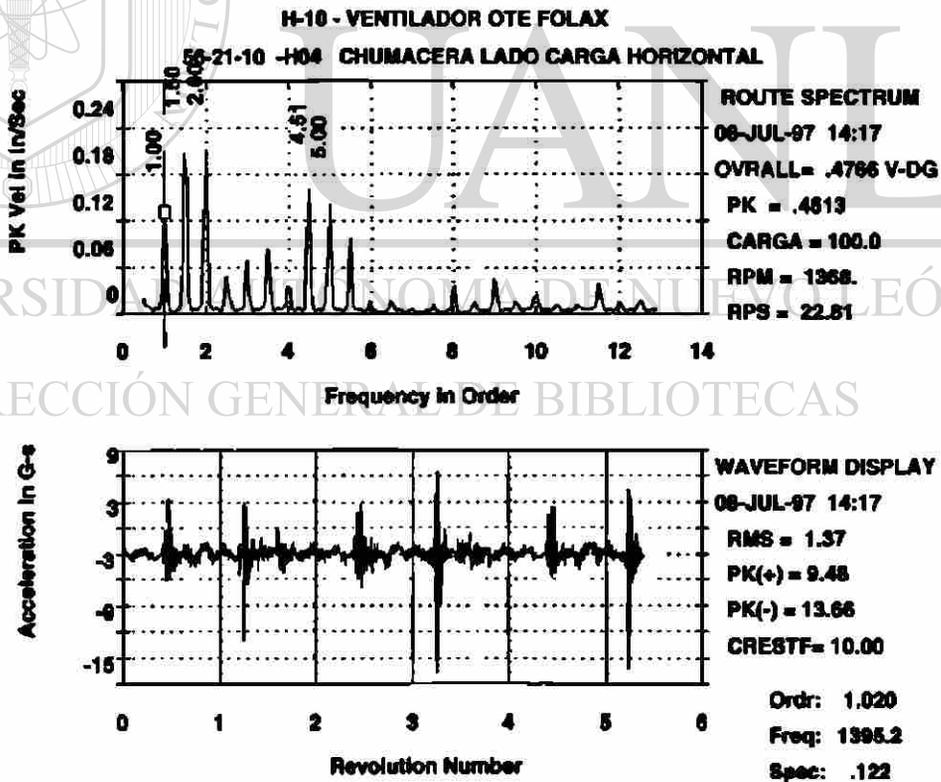
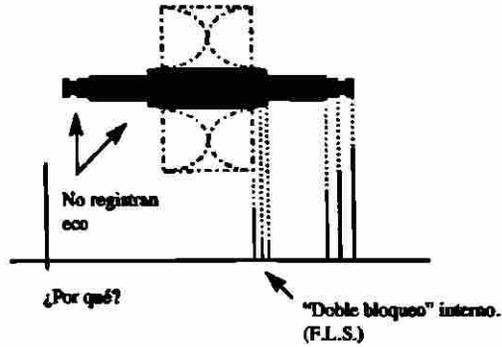


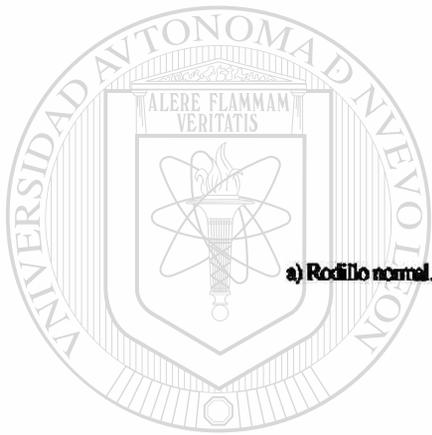
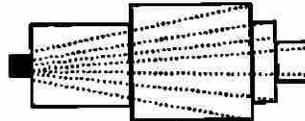
Figura 3-14 Análisis y solución de falla en ventilador de enfriador Folax de horno N° 10 mediante monitoreo de vibraciones

3-8-21.3 Casos reales de Mantenimiento Predictivo basado en ultrasonido

Interpretación de ecos. Rodillo derecho base 3 Horno #10



El Haz ultrasónico es divergente, de modo que sólo registrará un eco cuando una onda del haz choque contra el material de prueba y regrese al transductor.



a) Rodillo normal.



b) Rodillo fisurado.

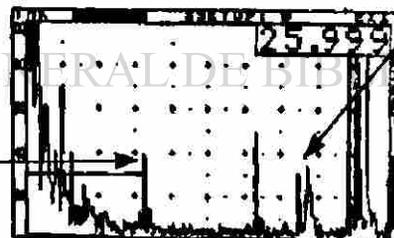


Figura 3-17 Detección de fisuras internas en flecha de rodillo derecho de base 3 de horno N°10 por medio de equipo de ultrasonido

Procedimiento de trabajo estandar

DEFINICIÓN

En Planta Monterrey, el Procedimiento de Trabajo Estándar, es la planeación de la Orden de Trabajo que la Administración de Mantenimiento establece, para los trabajos repetitivos, complejos y costosos o para los trabajos donde se intervienen a equipos y componentes importantes ó críticos en las líneas de producción. Son trabajos que Mantenimiento realiza con frecuencia, que sin embargo, no es necesariamente predeterminada.

Mediante un monitoreo especial, o bien, por la experiencia del personal técnico (planeador-programador, coordinador) en la ejecución del trabajo, el Procedimiento de Trabajo Estándar se establece para los equipos y componentes, definiendo la información necesaria y suficiente para su planeación:

- Lista de herramientas y equipos especiales.
- Lista de refacciones y materiales.
- Estimación de mano de obra (personal y tiempos).
- Duración del trabajo.

-
- Procedimiento del trabajo (pasos e instrucciones).
 - Procedimientos y aspectos de seguridad.
 - Dibujos y planos auxiliares.

3.8.21.- Objetivo

El Procedimiento de Trabajo Estándar facilita la función de Planeación-Programación, agilizando y precisando la preparación de los trabajos solicitados a Mantenimiento.

Disminuye la demanda de la coordinación e incrementa la calidad y seguridad en la ejecución del trabajo, por contener la descripción del método del trabajo paso por paso, los datos importantes para los ajustes del equipo en la reparación, así como los riesgos del trabajo e instrucciones de seguridad para las actividades que lo tengan. Por esto mismo el Procedimiento de Trabajo

Estándar puede ser un instrumento para la capacitación del personal ejecutor que no este familiarizado con el trabajo.

3.8.22.- Uso del procedimiento de trabajo estandar

Una de las primeras actividades de la función de Planeación-Programación, en el proceso de la planeación de las órdenes de trabajo, consiste en consultar los Procedimientos de Trabajo Estándar definidos para el equipo o componentes y determinar si alguno de estos se aplica total o parcialmente a las necesidades de la orden de trabajo actual. Para esto se requiere que los Procedimientos de Trabajo Estándar estén asignados a los equipos o componentes a los que se les apliquen.

Como parte de las actividades adicionales de la función de Planeación-Programación, ésta propone y apoya el desarrollo de nuevos Procedimientos de Trabajo Estándar o la actualización de los existentes, por las necesidades que detecta en sus actividades diarias.

3.8.23.- Elaboración del procedimiento de trabajo estandar

El Gerente de Área o la persona que designe un equipo de trabajo es el principal responsable de la elaboración de los procedimientos de trabajo estándar o la persona en la que éste delegue, y en caso de ser necesario, solicita la ayuda de la función de Planeación-Programación, el Coordinador, ó cualquier miembro del equipo de trabajo.

Al identificar un trabajo de Mantenimiento Correctivo o de Mantenimiento Preventivo, con las características del Trabajo Estándar, ya mencionadas anteriormente, el desarrollo del Procedimiento de Trabajo Estándar, se inicia con la elaboración y llenado de los formatos que se anexan y describen más adelante. Si es oportuno puede realizarse un monitoreo especial durante la ejecución del trabajo o de los trabajos similares al Trabajo Estándar que se desarrolla, de manera que se puedan comprobar durante su ejecución todas las instrucciones, refacciones, materiales, herramientas, etc. definidos para este.

De manera similar a la edición de los libros maestros de rutinas de Mantenimiento Preventivo-Predictivo, para todos los Departamentos de cada

una de las Especialidades (Mecánico, Eléctrico, Ecología, Instrumentación y Lubricación), se forma un libro maestro de Procedimientos de Trabajo Estándar de la especialidad.

Dentro de cada libro maestro de la especialidad se pueden identificar procedimientos para equipos específicos de cada uno de los sistemas del proceso, o bien procedimientos para equipos comunes de la especialidad. De esta manera se pueden consultar fácilmente los procedimientos de equipos y componentes que son de un área exclusivamente, por ejemplo calcinación, molienda de cemento, trituración, etc.

Para dar de alta en el libro maestro los Procedimientos de Trabajo Estándar nuevos, es necesario que los Departamentos de Seguridad y Producción revisen y aprueben los procedimientos e instrucciones de seguridad, incluidos en estos.

El Responsable de Seguridad debe realizar un monitoreo o simulación de la ejecución del trabajo, o bien una entrevista al personal que elaboró el procedimiento o al personal que ejecuta el trabajo, para detectar, otras instrucciones o procedimientos de seguridad necesarios, en las actividades que se desarrollan, la ubicación de algunos equipos, o cualquier otro riesgo particular del trabajo.

Con esto el Departamento de Seguridad, eventualmente, puede establecer otros procedimientos o permisos de seguridad, que al ser identificados con un número de procedimiento de seguridad, en ese momento será necesario actualizar el Procedimiento de Trabajo Estándar con los números de los nuevos procedimientos de seguridad.

Una vez que los Procedimientos están totalmente revisados y aprobados, el Asesor de Administración de Mantenimiento, o la función similar actualiza los libros maestros con las modificaciones a los procedimientos existentes, y para la inclusión de los nuevos, los identifica con un número de Procedimiento de Trabajo Estándar como se describen en el siguiente punto.

En la página siguiente se muestra el Flujo a seguir para la Elaboración del Procedimiento de Trabajo Estándar.

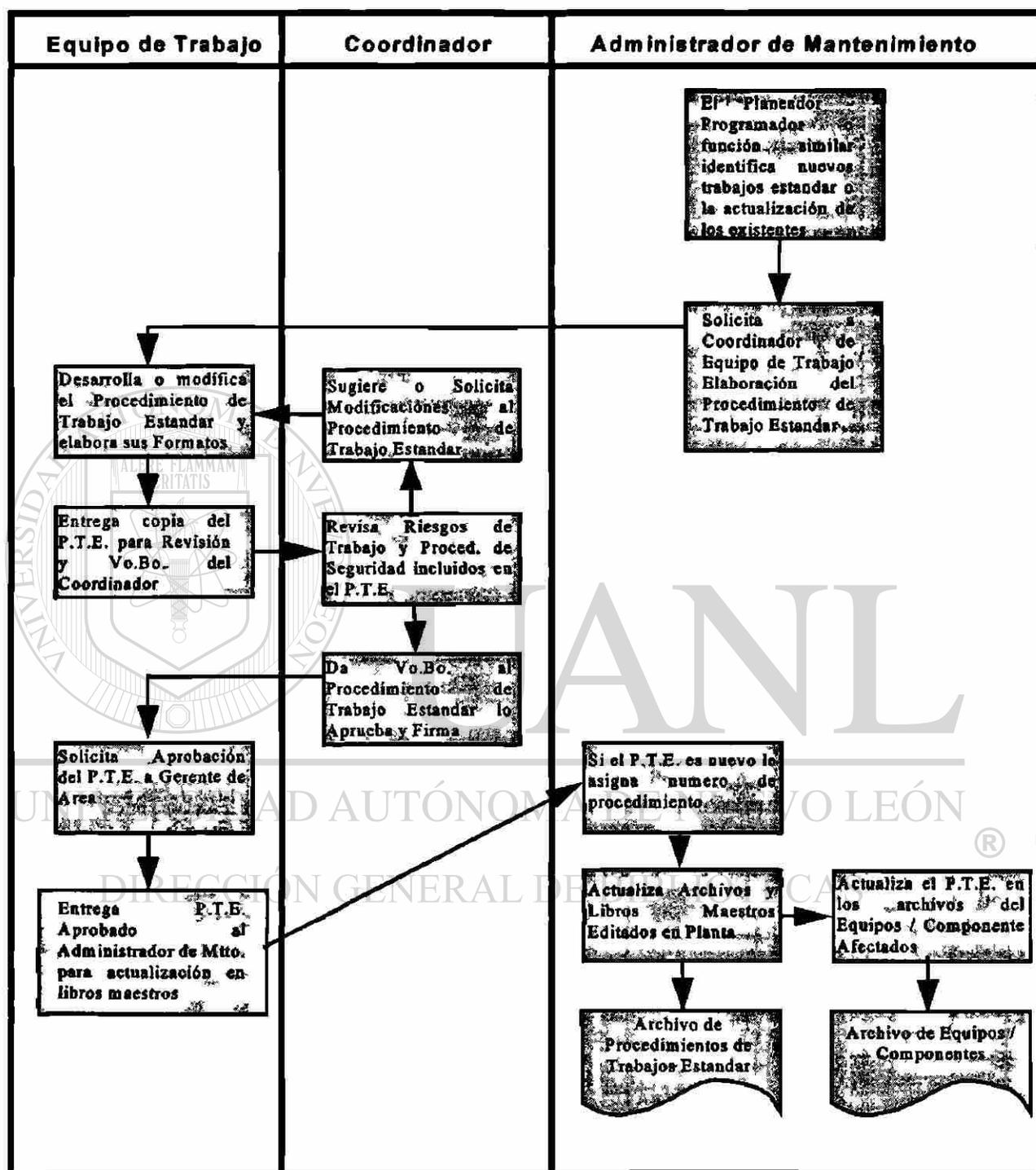


Tabla 3-2 Elaboración y Actualización del Procedimiento de Trabajo Estándar

Ejemplo:



CEMEX

PAG: 1 DE: 3

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO ESTANDAR

DESCRIPCION : CAMBIO DE MARTILLOS Y CRIBA INFERIOR A TRITURADOR WILLIAMS 445W. No. _____

EQUIPO No. : 21-42-05 DESCRIPCION : TRITURADOR DE CALIZA.
 COMPONENTE No. : _____ DESCRIPCION : _____
 RUTINA DE MLP. : _____

DIBUJOS O INSTRUCTIVOS DE REFERENCIA :

NUMERO	DESCRIPCION	LOCALIZACION
2-068	MARTILLO Y FLECHA PARA TRITURADOR WILLIAMS 445W.	MITO.CENTRAL(ARCHIVEROS)
2-872	BARRAS QUE FORMAN LA REGLILLA PARA CRIBA INFERIOR.	MITO.CENTRAL(ARCHIVEROS)

ESTIMACION :

CATEGORIA	NUMERO	HRS. HOMBRE	HRS. DE PARO	DURACION MANTTO.
MECANICO	3	36	15HRS.	12HRS.
AYUDANTE	3	36		

PREPARO : J. ROLANDO RAMIREZ L. PLANTA : MTY.
 REVISO : ING. GERARDO CABRERA/SR.FRANCISCO DIAZ REVISION No. : 0
 APROBO : ING. CARLOS BELMARES FECHA ULT REV : 19/07/93

DESCRIPCION DEL TRABAJO	OBSERVACIONES
<p>ASPECTOS PREVIOS A LA REALIZACION DEL MANTENIMIENTO.</p> <p>• EVITE ACCIDENTES</p> <p>ANTES DE INICIAR SU TRABAJO VERIFIQUE EN EL AREA DE TRABAJO QUE NO EXISTAN CONDICIONES INSEGUROS, QUE SU EQUIPO PERSONAL DE SEGURIDAD ESTE EN BUENAS CONDICIONES, ASI COMO SU HERRAMIENTA A UTILIZAR. VERIFIQUE QUE LA ENERGIA ELECTRICA DEL EQUIPO SE ENCUENTRE DADA DE BAJA Y ASEGURESE COLOCANDO SU MENSAJE EN GAVETA DE C.C.M.</p> <p>¡ TOMA DOS POR TU SEGURIDAD !</p> <p>• LISTA DE HERRAMIENTAS.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. LLAVE MIXTA DE 1 5/16". 2. PERICA DE 15". 3. RATCHET CON ENTRADA DE 3/4". 4. DADO DE 1 5/16". 5. EXTENSION DE 3" CON ENTRADA DE 3/4". 6. GARRUCHA DIFERENCIAL 5TON. (CORRIDA 8-10mts.) 7. GARRUCHA DE 1 1/2 TON. 8. EQUIPO DE CORTE OXI-ACETILENO. 9. MARTILLO STANLEY DE 15"(15LBS). 10. CINCEL DE 3/4". 11. MAZO STANLEY DE 12 LBS. 12. PUNZON DE 3/4". 13. BARRA DE UÑA MECANICA. <p>• LISTA DE MATERIALES.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. CABLE DE ACERO DE 1/2"(10mts). 2. 2 PERROS MECANICOS DE 1/2". 3. 14 REGLILLAS DE ? 4. 3 FLECHAS O/SU TUERCA. (VER DIBUJO # 2-068). 5. 18 MARTILLOS(MANGANESO). (VER DIBUJO # 2-068). 6. 6 TORNILLOS DE 1/2"X3 1/2" C/SUS TUERCAS(CANDADOS). 	



CEMEX

PAG: 2 DE: 3

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO ESTÁNDAR

DESCRIPCION : CAMBIO DE MARTILLOS Y CRIBA INFERIOR A TRITURADOR WILLIAMS 445W.

No. _____

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	OBSERVACIONES
<p style="text-align: center;"><u>ASPECTOS PREVIOS A EL MANTENIMIENTO.</u></p> <p>TENER EN EL AREA DE TRABAJO LAS REGLILLAS, LAS FLECHAS C/SUS TUERCAS, LOS MARTILLOS NUEVOS DEBIDAMENTE BALANCEADOS, EL CABLE GUÍA DE 1/2" CON SUS PERROS PARA LAS REGLILLAS, Y TODA LA HERRAMIENTA NECESARIA QUE SE DESCRIBE AL PRINCIPIO DEL PROCEDIMIENTO.</p> <p>1. AFLOJAR Y QUITAR LOS 20 TORNILLOS DE 7/8"(GRADO 8) DE LA CAPERUZA DEL TRITURADOR, UTILIZANDO UNA LLAVE MIXTA DE 1 5/16", RATCHET CON ENTRADA DE 3/4", DADO DE 1 5/16", EXTENSION DE 3"(ENTRADA DE 3/4") Y UNA PERICA DE 15".</p> <p>2. RETIRAR LA CAPERUZA DEL TRITURADOR HACIA UN LADO PARA DESPEJAR EL AREA DE TRABAJO, APOYANDOLA SOBRE 2 DURMIENTES DEL FFCC Y EN LA ORILLA DEL TRITURADOR, (COLOCÁNDOLE 2 TORNILLOS DE 7/8" PARA APUNTALAR, UTILIZANDO UNA LLAVE MIXTA DE 1 5/16"), CON AYUDA DE UNA GARRUCHA DIFERENCIAL DE 5 TON. (CORRIDA DE 8-10 mts.) Y OTRA GARRUCHA DE 1 1/2" TON.</p> <p>3. AFLOJAR Y QUITAR LAS TUERCAS DE 3", QUE SE ENCUENTRAN EN LOS EXTREMOS DE LAS FLECHAS, UTILIZANDO UNA LLAVE DE GOLPE DE 3".</p> <p>4. CON AYUDA DE UN MAZO DE STANLEY DE 12LBS. Y UN TRAMO DE FLECHA COMENZAR A GOLPEAR DEL LADO DEL MOTOR, LA 1era. FLECHA PARA IR SACÁNDOLA. NOTA: AL MOMENTO DE IR SALIENDO LA FLECHA, IR DESMONTANDO CADA UNO DE LOS 6 MARTILLOS CON AYUDA DE UNA PLACA DE APOYO PARA QUE EL MARTILLO RESBALE Y PODER DESMONTARLO MAS FACILMENTE.</p> <p>5. GIRAR EL ROTOR, ESTO ES LLEVADO A CABO COLOCANDO UN NUDO CIEGO (HECHO DE UN TRAMO DE CADENA), EN UNO DE LOS ORIFICIOS DEL ROTOR Y DE AHI SUJETAR LA GARRUCHA DE 1 1/2"TON. , PARA QUE LA 2da. FLECHA QUEDE EN POSICION Y PODER DESMONTAR LOS SIGUIENTES MARTILLOS.</p> <p>6. REPETIR EL PASO 3,4 Y 5 PARA LA 2da. Y 3er. FLECHA.</p> <p>7. UTILIZANDO UNA BARRA DE UÑA MECANICA, COMENZAR A DESMONTAR LAS REGLILLAS MANUALMENTE E IR RETIRÁNDOLAS DEL AREA DE TRABAJO.</p>	<p>* EN CASO DE NO PODER QUITAR LAS TUERCAS, UTILIZAR EL EQUIPO DE CORTE OXI-ACETILENO, CON AYUDA DE UN MARTILLO DE 15"(1.5LBS) Y UN CINCEL DE 3/4".</p> <p>* LA FLECHA SE DESMONTA PARA EL LADO DEL VOLANTE.</p> <p>* YA GIRADO EL ROTOR, COLOCARLE UNAS VARILLAS DE 1" PARA QUE EL ROTOR DESCANSE Y NO SE DEVUELVA.</p> <p>* CONFORME SE VAYAN DESMONTANDO LAS REGLILLAS, IR CORTANDO EL CABLE GUÍA DE ACERO DE 1/2" PARA TENER MAYOR FACILIDAD AL DESMONTARLAS, UTILIZANDO EL EQUIPO DE CORTE OXI-ACETILENO.</p>



CEMEX

PAG: 3 DE: 3

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO ESTANDAR

DESCRIPCION : CAMBIO DE MARTILLOS Y CRIBA INFERIOR A TRITURADOR WILLIAMS 445W.

No. _____

DESCRIPCION DEL TRABAJO	OBSERVACIONES
<p>8. COLOCAR Y APRETAR UN FERRO MECANICO DE 1/2" AL CABLE GUIA DE ACERO DE 1/2" NUEVO EN CADA UNO DE SUS EXTREMOS.</p>	
<p>9. COLOCAR Y MONTAR LAS REGLILLAS NUEVAS DE UNA POR UNA, E IR GUIANDOLAS CON EL CABLE DE ACERO GUIA NUEVO DE 1/2" SUJETADO DE LOS EXTREMOS DE CADA UNA DE LAS REGLILLAS.</p> <p>* NOTA : YA ESTANDO 5 REGLILLAS MONTADAS, ABRIR EL REGISTRO LATERAL DEL TRITURADOR (LADO DEL VOLANTE A SU MISMA ALTURA), PARA SUJETAR DE AHI UNA GARRUCHA DE 1 1/2"TON. Y TIRONEAR LAS 5 REGLILLAS YA MONTADAS.</p>	<p>* AL MOMENTO DE ESTAR MONTANDO LAS REGLILLAS CERCIONARSE DE MONTAR LAS REGLILLAS QUE TENGAN LOS TACONES MAS DELGADOS PRIMERO, LUEGO LAS DE TACON MEDIANDO Y POR ULTIMO LAS DE TACON MAS GRUESO.</p>
<p>10. COLOCAR Y MONTAR LA FLECHA EN EL ORIFICIO DONDE ESTABA LA FLECHA ANTERIOR (EL MONTAJE DE LA FLECHA HACERLO POR EL LADO DEL VOLANTE), GOLPEANDO LA FLECHA DEL EXTREMO, UTILIZANDO UN TRAMO DE FLECHA Y UN MAZO STANLEY DE 12 LBS.</p> <p>CONFORME VA ENTRANDO LA FLECHA IR COLOCANDO LOS MARTILLOS NUEVOS DE ACUERDO A EL PESO INDICADO CON AYUDA DE UNA BARRA DE UÑA MECANICA Y APOYANDOLOS EN LA PLACA DE APOYO.</p>	
<p>11. COLOCAR Y APRETAR LAS TUERCAS DE 3" QUE SE ENCUENTRAN EN LOS EXTREMOS DE LA FLECHA, UTILIZANDO UNA LLAVE DE 3".</p>	<p>* APRETAR LAS TUERCAS HASTA QUE EL ORIFICIO DE LA TUERCA COINCIDA CON EL DE LA CHAVETA DE LA FLECHA.</p>
<p>12. COLOCAR Y APRETAR LOS TORNILLOS CANDADO CON SU TUERCA DE 1/2"x4", EN LOS ORIFICIOS DE LAS TUERCAS DE LOS EXTREMOS DE LA FLECHA, UTILIZANDO UNA LLAVE MIXTA DE 3/4".</p>	
<p>13. GIRAR EL ROTOR, ESTO ES LLEVADO A CABO COLOCANDO UN NUDO CIEGO (HECHO DE UN TRAMO DE CADENA), EN UNO DE LOS ORIFICIOS DEL ROTOR Y DE AHI SUJETAR LA GARRUCHA DE 1 1/2"TON. , PARA QUE LA 3er. FLECHA QUEDE EN POSICION Y PODER MONTAR LOS SIGUIENTES MARTILLOS.</p>	
<p>14. REPETIR LOS PASOS 10,11 Y 12 PARA LA 2da. Y 3er. FLECHA .</p>	
<p>15. MEDIR LAS DISTANCIAS (EL CLARO), QUE EXISTE ENTRE LOS MARTILLOS Y LAS REGLILLAS Y ENTRE LOS MARTILLOS Y LAS PLACAS DE IMPACTO (QUE DEBE DE SER COMO MINIMO 2" Y COMO MAXIMO DE 2 3/4").</p>	
<p>16. COLOCAR LA CAPERUZA DEL TRITURADOR EN SU POSICION Y COMENZAR A COLOCAR Y APRETAR LOS 30 TORNILLOS DE 7/8" (GRADO 8), UTILIZANDO UNA LLAVE MIXTA DE 1 5/16", RATCHET CON ENTRADA DE 3/4", DADO DE 1 5/16", EXTENSION DE 3" (CON ENTRADA DE 3/4") Y UNA PERICA DE 15".</p>	
<p>17. PROBAR EL EQUIPO EN VACIO PARA CERCIONARSE QUE LOS MARTILLOS NO ROCEN.</p>	
<p>¡ ENTREGA CON LIMPIEZA TU TRABAJO !</p>	

Especificación de Refacciones y Materiales

Uno de los deberes de la función de Administrador del Mantenimiento es recomendar las partes de repuesto las cuales se tendrán en inventario Para soportar la actividad de Mantenimiento. El establecimiento de un artículo de línea en el catálogo de productos requiere cooperación entre varios grupos. El Administrador de Mantenimiento debe asegurar que las consideraciones de Mantenimiento sean logradas, siguiendo los procedimientos junto con los responsables de Almacén.

En la Planta Monterrey desde principios de 1994 se coordinan semanalmente juntas de trabajo con personal de Abasto (Almacén y Compras) y responsables de mantenimiento de distintas áreas y desde entonces se han tomado acuerdos y decisiones que han mejorado la calidad y el abasto oportuno de los materiales y refacciones utilizados en el mantenimiento de la maquinaria y equipos de la planta, así como también se han tomado acciones para reducir los inventarios, estableciendo convenios con los proveedores seleccionados por ejecutivos de abasto del corporativo de Cemex basándose en una buena recomendación de los usuarios de mantenimiento de las distintas plantas y en los antecedentes, historial y prestigio de los proveedores.

3.8.24.- Nuevas Instalaciones

A través de la información de Ingeniería de Proyectos la Administración de Mantenimiento analizará equipo nuevo a ser instalado desde un punto de vista de mantenimiento. Esto incluye consideración para Mantenimiento Preventivo, herramientas y requerimientos de equipo, ciclos de vida de servicio esperado especialmente requerimientos de refacciones y materiales.

En la revisión de equipo nuevo para determinar partes de repuesto ó requerimiento de materiales de mantenimiento, tratará con partes de seguridad así como el consumo normal esperado. Refacciones de seguridad son aquellas que no deben ser utilizadas para el Mantenimiento normal pero deben estar en

control para una ocurrencia anormal ó inesperada y puede incluir ciertas partes criticas las cuales normalmente no fallan.

Los niveles de inventario en artículos de Mantenimiento normal reflejan el consumo anticipado durante el tiempo de abastecimiento. El consumo normal es estimado sobre una base anual de acuerdo a la experiencia local y el juicio de la función Administrador de Mantenimiento. Dicha función preparará una hoja de análisis para cada nueva pieza de equipo, recomendando las partes de repuesto necesarios.

La función Administración de Mantenimiento debe entonces estar involucrada para determinar donde tales partes serán almacenadas, nivel de inventario, así como el número del equipo a ser usado en nuevas instalaciones.

3.9.- 5º paso, Establecer análisis sistemático de fallas de equipos

Para establecer el análisis sistemático de fallas en Planta Monterrey fue necesario diseñar una hoja electrónica para crear una base de datos aprovechando una opción adicional que maneja el paquete de Microsoft llamado "Lotus-Notes" que se utiliza principalmente como correo electrónico para las comunicaciones internas de la Planta Monterrey. La hoja electrónica fue elaborada de acuerdo al SAM de Cemex México, esta hoja sirve como parte de un Procedimiento Operativo de Calidad (POC) que contribuye a evitar las fallas en los equipos, ayudando a mantener los procesos productivos bajo control de acuerdo con el Plan de Calidad de la planta y que facilite la consecución y luego la conservación de la certificación ISO 9002 , por eso lleva el código POC-09-08-F06-1 al pie del registro. A continuación se muestra el esqueleto de la forma y luego un ejemplo real de una falla en el equipo analizada por un Ingeniero de la Planta.



PLANTA MONTERREY



REGISTRO DE ANALISIS DE FALLAS

No. Consec. :

FECHA :

REPORTADO POR :

AREA : <enter>

Subárea : <enter>

EQUIPO : <enter>

FECHA EN QUE OCURRIO LA FALLA :

TIEMPO DE PARO :

DESCRIPCIÓN DE LA FALLA : <subject>

Tipo de falla : <enter>

¿CUALES FUERON LAS POSIBLES CAUSAS? :

¿PUDO EVITARSE? :

¿Cómo?

¿FUE DEFINITIVA LA REPARACION? :

Breve descripción del trabajo efectuado :

¿PREVENTIVO ADECUADO? :

¿ES REPETITIVA? :

COMENTARIOS :

COMENTARIOS :

MEDIDAS A TOMAR:

1.-)

Responsable :

Fecha :

2.-)

Responsable :

Fecha :

3.-)

Responsable :

Fecha :

NOTAS :

POC-09-08-F06-1

Ejemplo real:



PLANTA MONTERREY



REGISTRO DE ANALISIS DE FALLAS

No. Consec. : 003

FECHA : 16/05/97

REPORTADO POR : ISRAEL HORACIO

AREA : T.Blanco

<enter>

Subárea : MMP Bco

<enter>

GARZA TEJADA

EQUIPO : MMP-05 <enter>

FECHA EN QUE OCURRIÓ LA FALLA : 14/05/97TIEMPO DE PARO : 32 HRS.DESCRIPCIÓN DE LA FALLA : Filtro Electrostatico Aterrizado <subject>

- 1).- **Se Localizó La Falla En Aislamiento De Cable De Alta Tensión**
- 2).- **La Causa Se Debíó A La Falta De Aceite Dielectrico Que Segun Rutina De Mtto. Prev. Se Deberá De Suministrar En Cada Mtto.**
- 3).- **La Necesidad De Suministro De Aceite Dielectrico Es Necesario Por Fuga De Aceite Existente En La Terminal Inferior Del Cable De Alta Tensión.**
- 4).- **La Fuga De Aceite Dielectrico Era Causada Por La Aplicación Inadecuada De Soldadura De Estaño Y Por La Existencia De Empaques De Hule Hechisos En Mal Estado.**

Tipo de falla : ELECTRICA <enter>

¿CUALES FUERON LAS POSIBLES CAUSAS? :

- 1).- **La Falta De Un Mtto. Preventivo Apropiado**
- 2).- **Inadecuado Procedimiento De Reparación De Situación Similar Anterior**

¿PUDO EVITARSE? : SI

¿Cómo? Realizando Oportunamente Y Con Calidad Los Mtto S. Preventivos De Acuerdo Al S.A.M.

¿FUE DEFINITIVA LA REPARACION? : SI

Breve descripción del trabajo efectuado :

- 1).- **Reparación De Tramo De Cable A La Llegada Del Filtro (Fue Necesario El Cortar El Cable 70 Cms. Aprox. De Longitud) Nota : A Este Cable Ya No Será Posible El Poderle Cortar Un Tramo Mas.**
- 2).- **Cambio De Abrasadera Quebrada En Parte Superior**
- 3).- **Reposición De Empaques Originales A Conectores Para Evitar La Fuga De Aceite.**
- 4).- **Reposición De Aceite A Depositos De Los Aisladores Y Terminales De Alta Tensión**
- 5).- **Aseguramiento De Sellado Por Soldadura De Estaño Para Terminales Superior E Inferior .**
- 6).- **Cambio De Bushing Y Conector De Terminal Superior De Cable De Alta Tensión.**

¿PREVENTIVO ADECUADO? : SI

COMENTARIOS : Mas Sin Embargo No Se Lleva A Cabo Como Lo Indican Las O.T'S De Mtto.

¿ES REPETITIVA? : NO

COMENTARIOS : Se Recomienda El Verificar La Cantidad De Aceite Contenido En Aisladores Como Lo Indican Las O.T'S. De Mtto.

MEDIDAS A TOMAR:

1.-) Verificar Y Asegurar La Realización De Los Mttos. Preventivos Al Filtro Elect. De Acuerdo A El S.A.M.

Responsable : JESUS WONG MENCHACAFecha : 16/05/97

2.-) Proporcionar El Apoyo Y Disponibilidad Del Equipos Productivos Para La Realización De Los Mttos De Acuerdo A Programas De Mtto. Preventivo Y Su Seguimiento.

Responsable : DANIEL RUIZFecha : 16/05/97

3.-) Facilitar Y Brindar El Apoyo Que Sea Necesario Y Requerido Para Asesorar Y Auxiliar En La Solución De Fallas Y Prevención Del Las Mismas

Responsable : ISRAEL H. GARZA T.Fecha : 16/05/97

NOTAS :

ES NECESARIO QUE EL FACILITADOR SE INVOLUCRE UN POCO Y OPORTUNAMENTE EN LO QUE ACONTECE CON LOS EQUIPOS PRODUCTIVOS PARA QUE ESTOS SEAN UN ACELERADOR Y UN PROCURSOR EN LA BUSCA DEL LA PRONTA SOLUCION DE PROBLEMAS.

3.10.-Establecer controles e indicadores para medir efectividad

En Planta Monterrey, los indicadores de mantenimiento fueron establecidos por medio de la Dirección Técnica de Cemex México para todas las plantas de Cemex en la República Mexicana mediante un Documento diseñado en EXCEL e instalado en la red de comunicaciones disponible para todo el personal de Operaciones.

El Documento viene con un mensaje introductorio por parte del Director Técnico de Cemex México Ing. Rogelio Carrillo González, así como una explicación de las ventajas y beneficios para las empresas de medir y registrar sus resultados.

El mensaje es el siguiente:

“Cemex va a ser la Compañía Cementera más competente del mundo y requiere del mantenimiento más competente del mundo”

Ing Rogelio Carrillo

La función de Mantenimiento tiene por objetivo lograr un servicio óptimo a los equipos e instalaciones de la planta a un costo reducido. En el plan estratégico de CEMEX referido a mantenimiento, este objetivo general se concreta en seis factores en los que mantenimiento esta implicado, y que deben optimizarse

- ◆ Disponibilidad de los equipos
- ◆ Estabilidad Operativa
- ◆ Confiabilidad del equipo
- ◆ Administración de materiales
- ◆ Productividad del personal
- ◆ Control Ambiental

La Optimización de estos factores nos conducen a la **reducción de costos de mantenimiento.**

Para lograr estos objetivos, el servicio de Mantenimiento, debe actuar sobre múltiples variables. Los controles de Mantenimiento, están dirigidos precisamente a establecer metas, y medir el comportamiento y la evolución de dichas variables, y aportar información sobre las áreas de oportunidad.

Es importante recalcar que los controles de Mantenimiento, y en particular los indicadores, están diseñados para medir y diagnosticar situaciones, El principal destinatario del control, es el usuario directo. No evalúan personas o desempeños ni sirve para comparación entre organizaciones diferentes. Cada organización (departamento, planta , etc.) debe compararse contra si mismo y comparar sus propios resultados.

Los tipos de indicadores son los siguientes:

Macros

Son indicadores a ser empleados a nivel Dirección para tener una visión general del comportamiento y resultados periódicamente decada una de las plantas, en una forma rápida y concisa.

Gerenciales

Son indicadores a ser empleados por el Gerente de la Planta y por los Gerentes de Area, la interpretación de los mismos les dará una visión general del estado que guardan los equipos e instalaciones bajo su responsabilidad.

Administrativos

Son indicadores a ser empleados por el Administrador de Mantenimiento y Planeadores- programadores así como los coordinadores de los Grupos de Trabajo. Permiten detectar las restricciones que impiden optimizar la productividad, coordinación eficiencia y calidad en los trabajos.

Operativos

Son indicadores de los Grupos de Trabajo, los cuales les servirán para detectar problemas en la aplicación del Mantenimiento.

A continuación les presento una parte del documento:

Macros



1

Efectividad Total de los Equipos

2

Disponibilidad
(Tiempo Medio entre Paros)

3

Costo de Mantenimiento por
Tonelada

4

H.H. de Mto. x Tonelada

1

Efectividad Total de los
Equipos

Efectividad Total de los Equipos = Utilización x Eficiencia x Calidad

Principal Indicador del M.P.T.

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Tiempo Trabajado}}{\text{Tiempo del Periodo}} \times 100$$

[Ver Detalle dar Click Aquí](#)

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Toneladas Producidas}}{\text{Toneladas Nominales}} \times 100$$

[Ver Detalle dar Click Aquí](#)

Factor de Calidad = Margen de Aseguramiento de la
Calidad (M.A.C.)

[Interpretación](#)

[Ver Detalle dar Click Aquí](#)

[Ejemplo
Grafico](#)

Utilización



$$\text{Utilización} = \frac{\text{Tiempo Trabajado}}{\text{Tiempo del Periodo}} \times 100 = \%$$

Tiempo Trabajado = Es el tiempo en el cual el equipo está trabajando

Nota: En el caso de los Molinos y Trituradores no se tomara en cuenta los paros por tarifa horaria.

Eficiencia



$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Toneladas Producidas}}{\text{Toneladas Nominales}} \times 100 = \%$$

Toneladas Producidas = Toneladas producidas por la planta en un periodo determinado de tiempo.

Toneladas Nominales = Capacidad de producción de diseño que tiene la Planta en un periodo de tiempo multiplicado por el tiempo trabajado.

Nota: Cuando la capacidad nominal de la planta se modifica por alteraciones o proyectos la nueva capacidad real se debe considerar como la nominal.

Margen de Aseguramiento de la Calidad



El Margen de Aseguramiento de la Calidad

Es un Sistema de Evaluación de los Parámetros de Calidad en cada Etapa del Proceso de Fabricación de Cemento.
Orientado a Encontrar Áreas de Oportunidad para mejorar el proceso y tener un Indicador del Nivel de Calidad de la Planta

Etapas del Proceso	M.A.C.
Molinada de Harina Cruda	77.7
Alimentación a Horno 1	80.0
Clinker	90.0
Molienda de Cemento (Puzolánico) (Tipo 1)	70.9 47.1
Margen de Aseguramiento de Calidad (M.A.C.) Planta	73.2

Efectividad Total = Ins. 5000 hrs. = Utilización x Eficiencia x Margen



$$\text{Utilización} = \frac{\text{Tiempo Trabajado}}{\text{Tiempo del Periodo}} \times 100$$

En el Horno # 1 El tiempo del periodo de Operación para Agosto es de 744 hrs. y se presentaron 3 paros y se dejó de producir 39.5 hrs. = 704.5 Hrs. Operadas

Utilización = 94.69 %

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Toneladas Producidas}}{\text{Toneladas Nominales}} \times 100$$

La capacidad nominal del Horno # 1 es de 700 /dia = (29.16 Ton /Hra.) = Cap. Nom. del tiempo trabajado = 20,543.2 Ton en Agosto. Y se produjeron 19,800 Toneladas en Agosto.

Eficiencia = 96.38 %

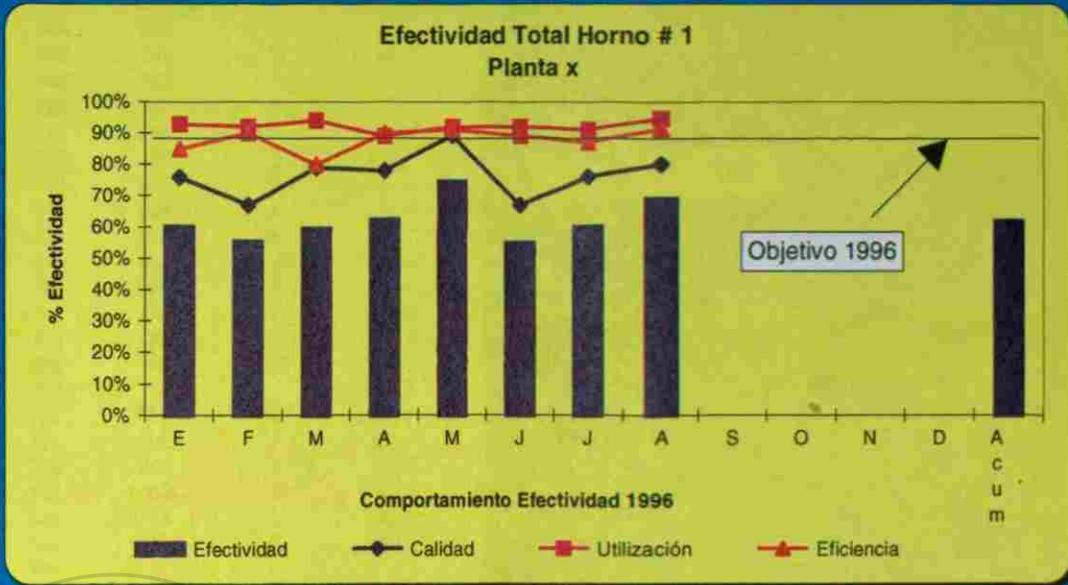
Calidad = Margen de Aseguramiento de la Calidad

Para Cemex el Factor de Calidad = M.A.C.

El MAC para el horno # 1 salió en 80 % el mes de Agosto.

Resultado =

Efectividad = .9469 x .9638 x .800 = 73.00%



2 **Confiabilidad**

Confiabilidad = Tiempo Medio entre Paros

$$\text{Confiabilidad} = \frac{\text{Tiempo Operativo Total}}{\text{No. de Paros no Programados}} = \text{hrs. / Paro}$$

Tiempo Operativo = Al tiempo en que estuvo operando el equipo durante un periodo de tiempo, normalmente los periodos son mensuales.

No. de Paros = Al # de veces en que paro el equipo.

Nota : Para Molinos y Trituradores no se considerarán los paros por Tarifa Horaria.

Nota: El Calculo debe ser base Anual ver ejemplo de calculo

Confiabilidad

Mes	Hrs.Mes	Hrs.Oper.	# de Paros	Confiabilidad
Ene	744	656	3	-----
Feb	672	672	0	-----
Mar	744	456	13	-----
Abr	720	567	4	-----
May	744	744	0	-----
Jun	720	720	0	-----
Jul	744	678	4	-----
Ago	744	700	2	-----
Sep	720	632	5	-----
Oct	744	567	8	-----
Nov	720	687	4	-----
Dic	744	698	7	155.5
Ene	744	657	5	149.6
Feb	672	567	15	114.5
Mar	744	700	1	143.9
Abr	720	735	1	155.5
May	744	700	1	151.7
Jun	720	645	6	135.0
Jul	744	744	0	146.0
Ago	744	744	0	152.4
Sep	720	720	0	170.1
Oct	744			
Nov	720			
Dic	744			

Mes de calculo
Septiembre de 1996

Año Anterior 1995

El presente informe muestra el comportamiento de la confiabilidad del horno # 1 durante el mes de calculo para ser la base de los meses.

El tiempo promedio de operación por hora es de 170.1 horas, lo que indica una operación continua.

W.F.G. MESA

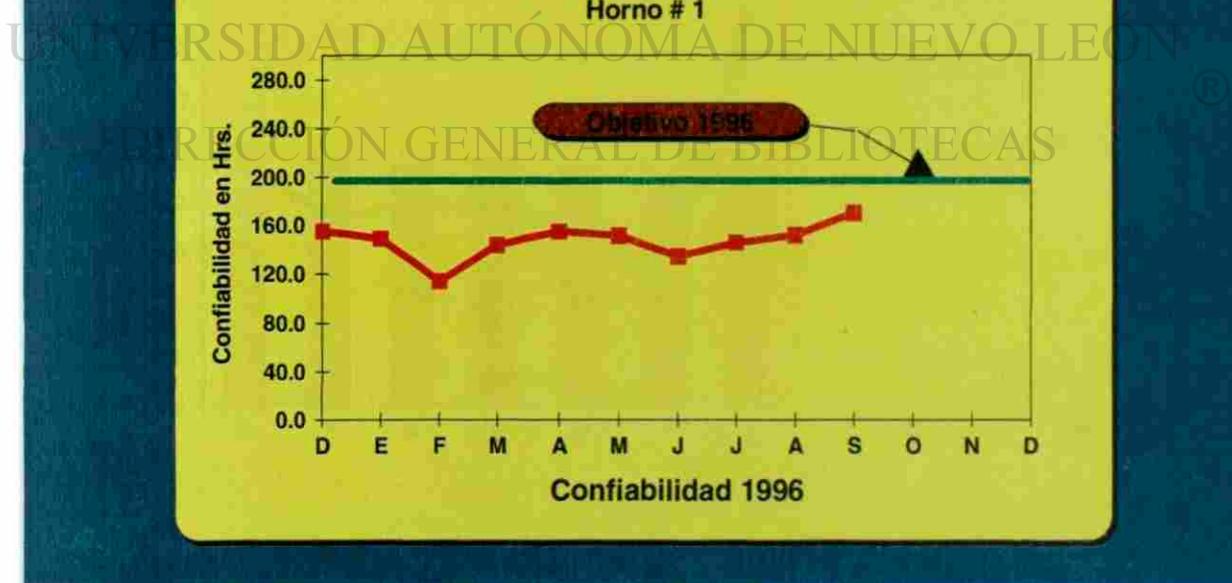
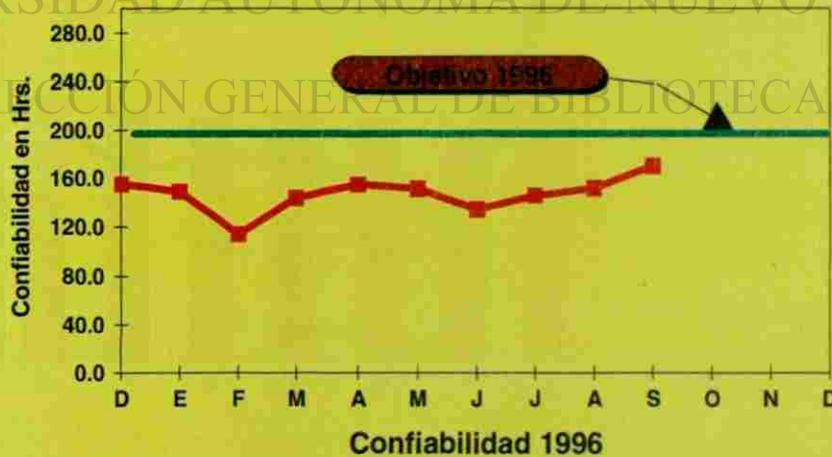


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Confiabilidad Acumulada Anual

Horno # 1



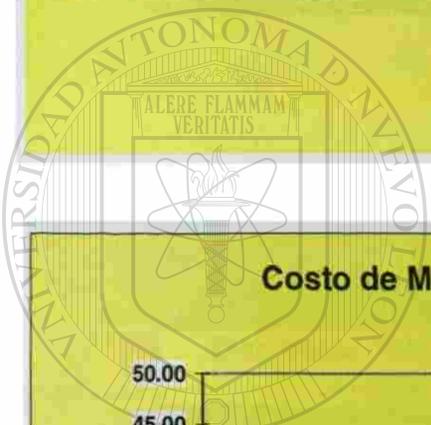
3 Costo de Mantenimiento por Tonelada



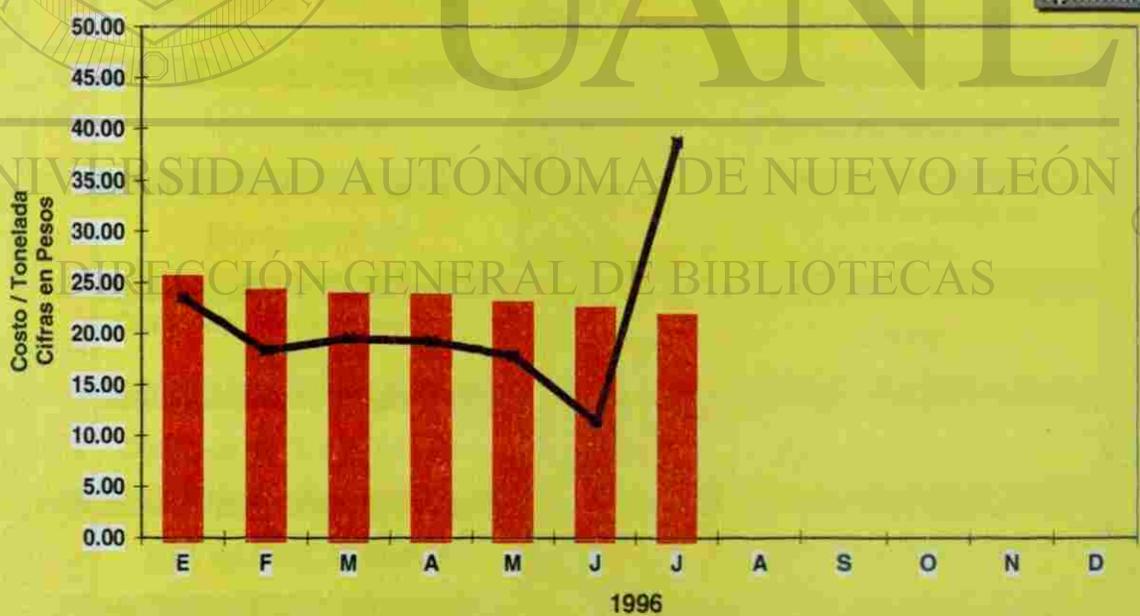
$$\frac{\text{Costo Total de Mito}}{\text{Total de toneladas Producidas}} = \text{Costo / Tonelada}$$

Costo Total de Mito, = El costo incluye \$ M.O. DIRECTA Interna y externa , \$ Refacciones , \$ Materiales , \$ Renta de Equipo, y \$ Contratos .

Total de ton, Produ. = La producción real del periodo de calculo.



Costo de Mantenimiento por tonelada Producida Frontera x



■ \$ / Ton. Prom. — \$ / Ton Mens

4

H.H. de Mtto. x Tonelada



$$\text{H.H. Mtto. / Ton.} = \frac{\text{H.H. de Mantenimiento}}{\text{Toneladas Producidas}} = \text{H.H. / Ton.}$$

H.H. de Mtto. = Las H.H. de M.O. Interna y Externa incluyendo las H.H. utilizadas en Mantenimiento Autónomo.

Toneladas = Toneladas Producidas en el Periodo (Normalmente Mensual)

Gerencial



1

Efectividad Total de los Equipos

7

% de Emergencias

2

Confiabilidad

8

% de Cumplimiento de M.P.

3

Mantenibilidad

9

Indice de Rotación de Inventario

4

Costo de Mantenimiento por Tonelada

10

Backlog

5

Costo de M.O. por Tonelada

11

de Accidentes

6

H.H. de Mtto. / Tonelada

12

Costo de Lubricantes

3

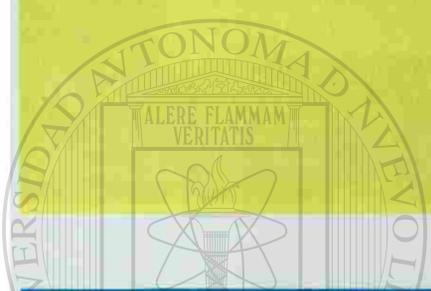
Mantenibilidad



$$\text{Indicador} = \frac{\text{Total Tiempo Reparación No Programada}}{\text{No de Reparaciones No Programadas}} = \text{Hrs. Rep.}$$

Total Tiempo Reparación = Se refiere al total del tiempo empleado en reparaciones no programadas.

No de Reparaciones = Al # de veces que paro el equipo para alguna reparación que no fue programada.



Mantenibilidad

Mes de cálculo
Septiembre de 1996



Mes	No. Paros	Hrs. en Rep.	Indicador
Ene	3	88	—
Feb	0	0	—
Mar	18	288	—
Abr	4	153	—
May	0	0	—
Jun	0	0	—
Jul	4	66	—
Ago	2	44	—
Sep	5	88	—
Oct	8	177	—
Nov	4	33	—
Dic	7	46	19.66
Ene	5	63	18.42
Feb	15	177	16.94
Mar	1	20	15.76
Abr	1	9	13.90
May	1	20	14.02
Jun	6	99	14.27
Jul	0	0	14.11
Ago	0	0	13.81
Sep	0	0	13.42
Oct			
Nov			
Dic			

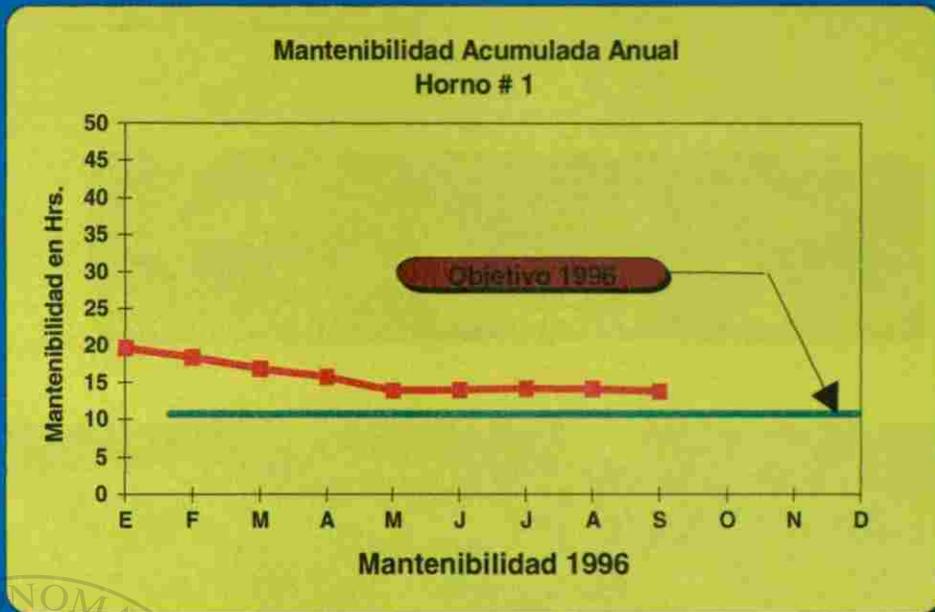
Año Anterior
1995

El presente informe tiene como finalidad proporcionar información sobre el comportamiento de los indicadores de mantenimiento durante el periodo de cálculo.

El grupo de control de mantenimiento de la planta de producción de la Universidad Autónoma de Nuevo León, durante el periodo de cálculo, presentó un comportamiento favorable, al haberse mantenido dentro de los límites establecidos en el plan de mantenimiento.

El grupo de control de mantenimiento de la planta de producción de la Universidad Autónoma de Nuevo León, durante el periodo de cálculo, presentó un comportamiento favorable, al haberse mantenido dentro de los límites establecidos en el plan de mantenimiento.





U A N L

5 Costo de M.O. por Tonelada



Costo Total de M.O. = El costo incluye \$ M.O. Directa e Indirecta, Interna y Externa.
 Total de ton. Producidas = A la producción real del periodo de calculo.

6

H.H. de Mtto. / Tonelada



$$\frac{\text{H.H. de Mantenimiento}}{\text{Toneladas Producidas}} = \text{H.H. / Ton.}$$

H.H. de Mtto. = Las H.H. de M.O. Interna y Externa Incluyendo las H.H. utilizadas en Mantenimiento Autónomo.

Toneladas = Toneladas Producidas en el Periodo (Normalmente Mensual)

7

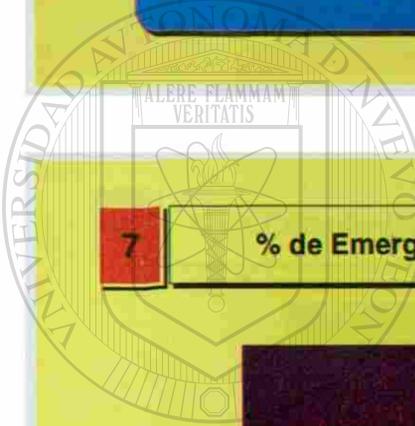
% de Emergencias



$$\frac{\text{H.H. en trabajos de Emergencia}}{\text{H.H. Totales empleadas en Mtto.}} \times 100 = \%$$

H.H. en trabajos de Emergencia = Los trabajos considerados de emergencia son aquellos que ponen en riesgo los activos, la seguridad del personal y la producción.

H.H. Totales empleadas en Mtto.= Debera incluir las H.H. empleadas en Mtto. Autónomo.



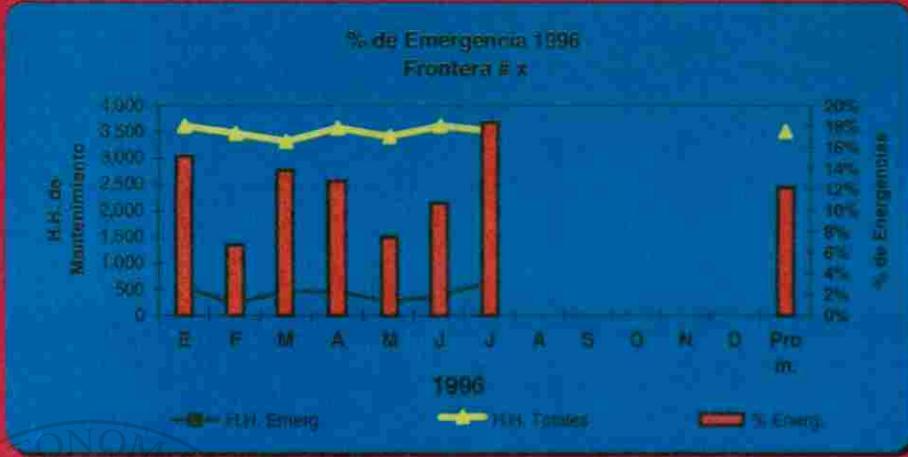
UNIVERS

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



% de Emergencias

La emergencia suele estar vinculada con daños en los equipos. Además se trata de una forma de trabajar que impide cualquier tipo de planeación, programación, con las consecuencias que ello supone para los costos, calidad, y buen orden del servicio. Este indicador se destina a medir el grado de administración por emergencia de la Planta y se incluyen como trabajos de emergencia todos los trabajos no planeados.



8

% de Cumplimiento de M.P.



$$\% \text{ de Cumplimiento de M.P.} = \frac{\text{M.P. Ejecutado}}{\text{M.P. Programado}} \times 100$$

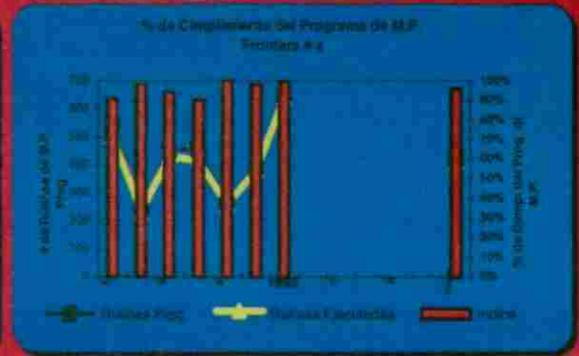
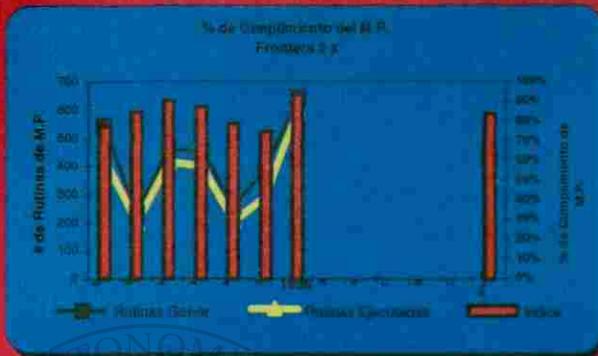
$$\% \text{ de Cumplimiento de M.P.} = \frac{\text{M.P. Ejecutado}}{\text{M.P. Programado}} \times 100$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECC

% de Cumplimiento de M.P.

El vencimiento del M.P. se desencadena en forma automática, sin embargo el programador selecciona las actividades de M.P. que deben integrarse al programa final conjuntamente con los demás trabajos asignados al plan semanal. Notese que el volumen de M.P. programado depende totalmente del programador, y no del programa automático.



9

Indice de Rotación de Inventario



[Blurred text, likely a definition or formula for the Inventory Rotation Index.]

La rotación de inventarios es una vía para analizar el nivel de inversión en los inventarios, así como para analizar que tan eficientemente se está utilizando la inversión en el almacén con respecto a las necesidades de mantenimiento en este caso comparando el inventario promedio existente con el consumo promedio de artículos de inventario autorizado.

Nota : No incluir Refacciones de Conveniencia Económica ni de Seguridad. El indicador de Clase Mundial es 2

Rotación de Inventario

Mes de calculo
Octubre de 1996

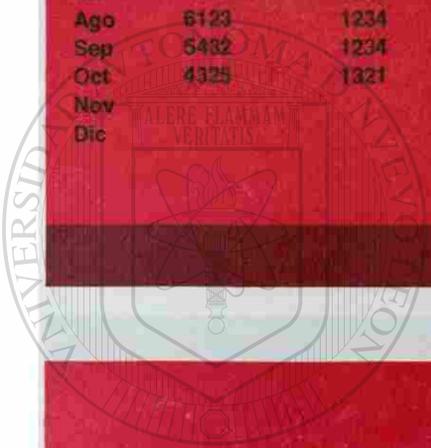


Mes	Saldos	Consumos	Indice
Ene	5543	1234	---
Feb	4675	989	---
Mar	6543	1323	---
Abr	5878	1134	---
May	4567	1254	---
Jun	6543	1276	---
Jul	5674	989	---
Ago	3434	789	---
Sep	7654	876	---
Oct	4566	1110	---
Nov	5875	864	---
Dic	5654	1232	---
Ene	5525	1090	0.19
Feb	6342	1324	0.20
Mar	5678	1234	0.21
Abr	6321	1452	0.23
May	4567	1089	0.24
Jun	5876	998	0.17
Jul	4899	1897	0.37
Ago	6123	1234	0.20
Sep	5432	1234	0.22
Oct	4325	1321	0.30
Nov			
Dic			

Año Anterior
1995

El presente informe muestra los resultados de la rotación de inventario de la planta x durante el mes de octubre de 1996. Los datos se comparan con los del mes anterior y con los del mismo mes del año anterior. El índice de rotación se calcula como el cociente entre el consumo y el saldo. El objetivo de este informe es proporcionar información para la toma de decisiones sobre la gestión del inventario.

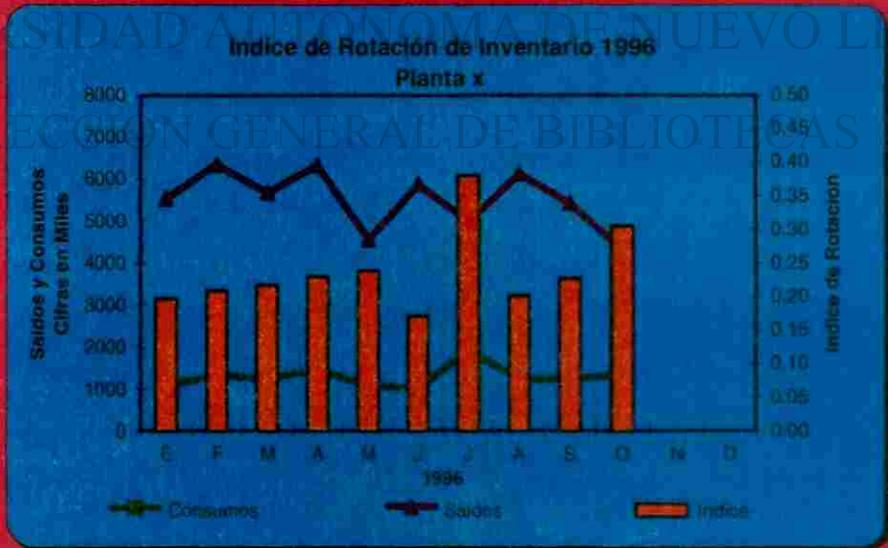
Ver Gráfica



UANL



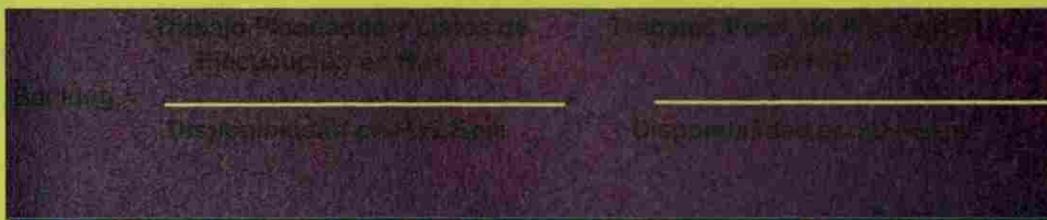
Indice de Rotación de Inventario 1996



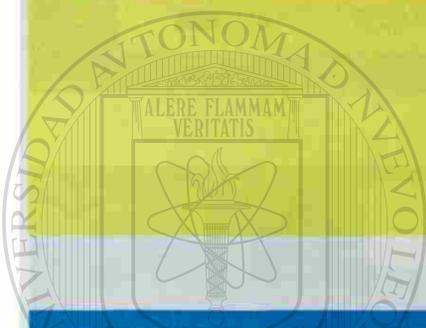
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

10

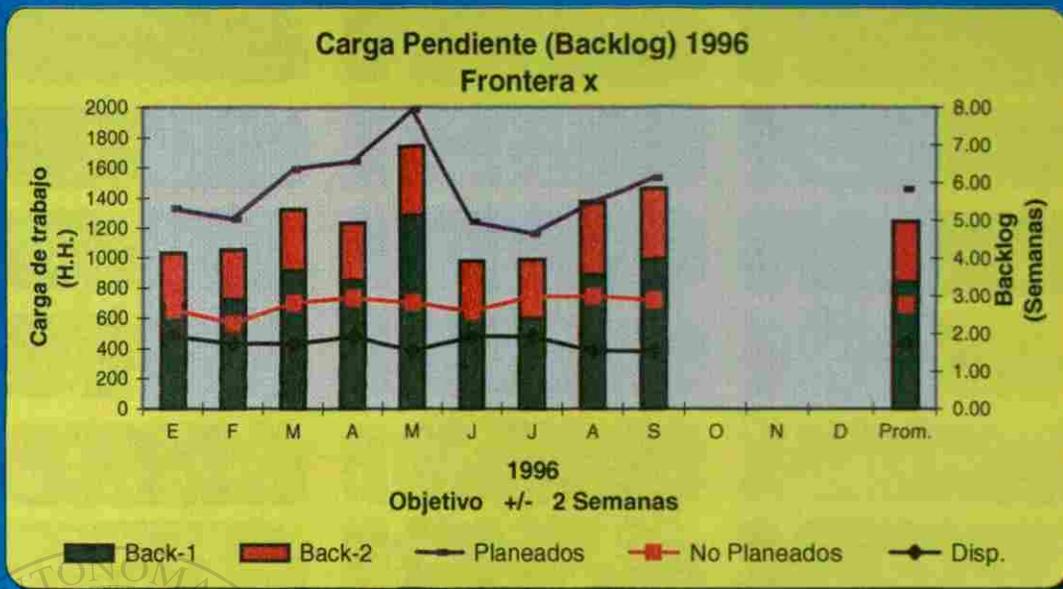
Backlog



El Backlog ó Carga Pendiente es imprescindible para que pueda darse la planeación y programación. Este indicador permitirá conocer el volumen real de trabajo requerido en la planta, por áreas, por grupos de trabajo y especialidades.
 Trabajos Planeados y Listos para Programación Status 1 al 20
 Trabajos Pendientes de Programación Status 30
 Se expresa en # de Semanas



	Trabajos Planeados	Trabajos No Planeados	Disp.	Back-1	Back-2	Backlog
E	1324	654	480	2.76	1.36	4.12
F	1254	567	432	2.90	1.31	4.22
M	1586	700	432	3.67	1.62	5.29
A	1634	735	480	3.40	1.53	4.94
M	1976	700	384	5.15	1.82	6.97
J	1234	645	480	2.57	1.34	3.91
J	1156	744	480	2.41	1.55	3.96
A	1365	744	384	3.55	1.94	5.49
S	1523	720	384	3.97	1.88	5.84
O						
N						
D						
Prom.	1450	690	437	3.38	1.60	4.97



Administrativ



- | | | | | | |
|---|--|----|--|----|--|
| 1 | Costo de M.P. Vs Costo de Mto. por Avena | 6 | Nivel de Facturación | 11 | Capacitación del Personal Directo |
| 2 | % Tiempo perdido calculado por Avenas | 7 | Nivel de Servicio de Mantenimiento | 12 | Nivel de Servicio del Almacén |
| 3 | Cobertura del M.P. | 8 | Nivel de Programación | 13 | Inventario Vs. Inversión en Planta (Activos) |
| 4 | Efectividad del Mantenimiento | 9 | Cumplimiento de Programación | 14 | Nivel de Servicio de Compras |
| 5 | Seguimiento a la Inspección | 10 | Exactitud del Pronóstico de Planeación de H.H. | 15 | Relación de Ton.Prod. Vs. Personal Directo |

General		
Potencia Disponible	Carga pendiente (6+7)	Nivel de Programación
Potencia Contratada	H.H. en Mantenimiento Correctivo en Marcha	H.H. en M.P. Aplicado en Marcha
Potencia Total (1 +2)	H.H. en Mantenimiento Correctivo en Paro	H.H. en M.P. Aplicado en Paro
H.H. Necesarias en Trabajos Recibidos	H.H. en Mantenimiento Correctivo (9+10)	H.H. Aplicadas en trabajos de M.P. (16+17)
H.H. aplicadas en O.T. Terminadas	H.H. en Ocupacion Emergencias Atendidas	H.H. de M.P. Critico Pendiente
Carga de trabajo pendiente en Plazo	H.H. empleadas en trabajos de seguridad	H.H. en el Saldo inicial del Periodo
H.H. Retrasadas	H.H. programadas	H.H. en Modificaciones Realizadas
O.T.		
O.T. s Generadas	Mantenimiento Correctivo en Marcha	Nivel de Cumplimiento de Programación
O.T. s Canceladas	Mantenimiento Correctivo en Paro	O.T. s de M.P. Realizado en Marcha
O.T. s Recibidas	O.T. s de Mantenimiento Correctivo (8-9)	O.T. s de M.P. Realizado en Paro
O.T. s Terminadas	O.T. s de Emergencias Atendidas	M.P. Realizado (16+17)
O.T. s Pendientes dentro de Plazo	O.T. de Seguridad Atendidas	M.P. Critico Pendiente
O.T. s Retrasadas	O.T. s Pendientes de Seguridad	Rutinas de M.P. Terminadas
Carga Pendiente (5+6)	O.T. s Programadas	Anomalías Descubiertas en M.P.

3.10.1 Indicadores de Mantenimiento

Los indicadores de Mantenimiento se subdividen en cinco clases principales:

ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO.

Analizan todas las variables relativos al servicio prestado. Permiten detectar las restricciones que impiden optimizar la productividad, coordinación, eficiencia y calidad en los trabajos.

SUMINISTRO DE MATERIALES.

Analizan el soporte de suministro de materiales de Mantenimiento. Permiten controlar el volumen de inversión y el abasto oportuno a Mantenimiento.

ESTRUCTURA FUNCIONAL Y RECURSOS HUMANOS.

Aportan información sobre la estructura, características, dimensión y distribución del personal de la Planta. Sirve para conocer el peso relativo de los recursos humanos destinados a las funciones de Coordinación, soporte y ejecución del trabajo, así como los aspectos relativos a capacitación.

EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA.

Tiene por objeto comparar el comportamiento real de la maquinaria, con los estándares de diseño o metas establecidas. Evalúan, la aportación del Mantenimiento a la consecución de las metas.

COSTOS.

Relacionan los costos directos de Mantenimiento con otras variables económicas de la Planta.

Existen innumerables relaciones o índices de control, pero es innecesaria su aplicación integral, pues muchos de ellos son variaciones menores sobre el mismo aspecto que se desea controlar. Los indicadores que aquí se proponen, son los que se consideran más adecuados para nuestra industria.

La responsabilidad de elaboración de los indicadores radica en la Administración de Mantenimiento.

3.10.2 Indicadores de Administración de Mto.

Los indicadores de Administración, se centran en evaluar la eficacia en la aplicación de los recursos disponibles y en detectar áreas de oportunidad. La meta general es lograr un alto grado de Mantenimiento Programado, reduciendo al mínimo las emergencias y el trabajo improvisado. Una parte importante del trabajo programado es el Mantenimiento Preventivo Predictivo, al que se asigna una atención especial. Otros indicadores sirven como soporte para analizar los factores que impiden un alto grado de programación y eficiencia.

Siendo el Mantenimiento una función compleja, son requeridos varios indicadores para obtener un buen diagnóstico de lo que está ocurriendo en la Planta. Se obtiene aún mejor información, si se comparan varios indicadores complementarios.

Obtención de los indicadores de administración

La Orden de Trabajo es el vehículo principal de información de los indicadores de Administración. Su uso correcto es condición necesaria para obtener información real.

Prácticamente toda la información requerida para el cálculo, está contenida en las O.T. tanto pendientes como terminadas. El único dato adicional requerido son las horas de presencia física en Planta del Personal de M.O. directa, tanto interno como contratado.

La obtención de éstos indicadores de forma manual, es muy laboriosa, El sistema computarizado puede habilitarse para lograr su obtención automática.

LA FRECUENCIA DE OBTENCIÓN Es semanal, salvo indicación contraria.

Conceptos básicos para el control.

Se describen a continuación algunos conceptos que se usan como base para elaborar las relaciones porcentuales o índices que se comentarán posteriormente. Otros términos no comentados aquí, están explícitos en los capítulos referentes a la Orden de Trabajo y el Mantenimiento Preventivo.

Potencia Disponible En Horas - Hombre. Indica el número de horas-hombre de presencia física en Planta del personal director durante un periodo de tiempo. Suele usarse, la semana como periodo típico. Puede ser real, si esta referida a periodos pasados, o estimada si se trata del futuro.

Potencia Contratada En Horas-Hombre. Es el mismo concepto anterior aplicado al personal directo contratado.

Potencia Total En Horas-Hombre. Se trata de la suma de los dos conceptos anteriores.

Saldo Inicial De Ordenes De Trabajo. Se refiere al número de Ordenes de Trabajo que había pendientes al iniciarse la semana objeto del control (Backlog inicial). Incluye los trabajos en proceso y es la carga pendiente de la semana anterior.

Numero De Ordenes Recibidas. Se trata del número de Ordenes de Trabajo recibidas en la semana objeto del análisis. Es carga de trabajo que se añade a las Ordenes de Trabajo pendientes de la semana anterior. Debe tomarse en cuenta, que si se manejan Solicitudes del Trabajo, éstas no aparecerán en los reportes de Ordenes de Trabajo. Para evitar un cómputo adicional se sugiere que las Solicitudes de Trabajo tengan como vida máxima una semana.

Numero De Ordenes Canceladas. Muchas veces se repiten Solicitudes de un trabajo o se decide ejecutar una mejor opción por lo que se requiere cancelar órdenes de trabajo.

Numero De Ordenes Terminadas Totales. Corresponde al número de O.T. terminadas en la semana. Se consideran como tales las realizadas y entregadas para su captura en el sistema y se considera como su fecha de terminación, la declarada en el documento.

Numero De Ordenes En Plazo. Se trata del número de Ordenes de Trabajo que quedan pendientes al final de la semana y cuyo plazo de

terminación establecido por la prioridad o convenio, aún no ha sido rebasado. Pueden ser Ordenes de Trabajo programado o no.

Número De Ordenes Retrasadas. Es el número de Ordenes de Trabajo cuyo plazo de ejecución ha sido rebasado. Es uno de los datos mas importantes para el análisis, como se vera posteriormente.

Número De Ordenes Programadas. Se contabilizan las O.T. a las que se asignó oportunamente una fecha de ejecución. Nótese que al considerar una O.T. programada, se presupone que ha sido previamente planeada.

Horas Hombre En O.T. Para todos con conceptos anteriores, muchos indicadores manejan las horas-hombre implicadas. Cuando los indicadores se obtienen de forma manual, es frecuente el uso de la Orden de Trabajo como unidad, pues es más sencillo el cálculo. Al disponerse de un sistema computarizado se facilita el manejo de horas.

CLAVES DE CLASIFICACIÓN DE LAS O.T. Muchos de los indicadores hacen referencia a tipos de trabajo, prioridades, estados de la O.T. estado del equipo etc. Tales conceptos se reflejan en capítulos anteriores.

A continuación se muestran los indicadores propuestos.

3.10.3 Carga Pendiente

La " carga pendiente " de trabajo en un momento dado, equivale al periodo que la División de Mantenimiento tendría que trabajar para terminar todos los trabajos que existen en órdenes de trabajo aprobadas, sin que se agregara ningún trabajo adicional. Se supone que no habría restricciones en materia de refacciones, herramientas, acceso a los equipos y que la fuerza de trabajo se mantiene estable.

Se obtiene dividiendo el total de horas + hombre estimadas en órdenes de trabajo pendientes o en ejecución, por la potencia semanal del Depto. de Mantenimiento. El resultado mostrará las semanas o fracciones de semana comprometidas de la División.

$$CP = \frac{\text{Total De Horas-Hombre Estimadas En O.T. Pendientes}}{\text{Potencia Total De Horas-Hombre Por Semana}}$$

La carga pendiente es una valiosa herramienta para la administración de los recursos humanos. Algunos aspectos a tomar en cuenta en el análisis son los siguientes:

► Si la tendencia es creciente durante cierto tiempo, debe pensarse que los recursos humanos (ó su eficiencia) están siendo sobrepasados por las exigencias de la Planta.

► En la industria cementera, la aparición de picos y valles en la evolución del indicador, suele estar causada por paros mayores (un homo). En tales casos, la contratación temporal debe ser la solución.

► Una carga pendiente baja o con tendencia decreciente, puede señalar exceso de recursos, aunque frecuentemente se debe a que la demanda total real de trabajos, no esta registrada en el sistema de órdenes de trabajo. ®

► La observación de la carga de trabajo por áreas puede ayudar a mejorar la distribución del personal, reforzando las zonas más saturadas, desplazando personal desde las zonas más holgadas.

3.10.4.- Indicadores de programación

Se considera trabajo programado, todo aquel que cuenta con planeación previa, es decir, diagnóstico previo, descripción de actividades a realizar, partes y herramientas requeridas identificadas y disponibles, requerimientos de personal definidos y asignados, y, además, su fecha de ejecución se conoce con al menos 24 horas de anticipación.

Trabajo programable en nuestra industria comprende los trabajos Correctivos, Modificaciones, Fabricación y el Mantenimiento Preventivo. El límite de las posibilidades de la programación, que se establece en un 90%, viene determinado por las emergencias que pueden reducirse más no eliminarse, trabajos menores o complementarios a los programados que deben decidirse sobre la marcha, y algunos servicios a producción.

La principal actividad de la Administración del mantenimiento, es convertir trabajo programable en trabajo programado.

No existe una forma única de medir la programación por ser varios los aspectos involucrados. Se describen a continuación los indicadores más importantes.

NIVEL DE EMERGENCIAS

Como ya se ha comentado, la emergencia suele estar vinculada con daños en los equipos. Además se trata de una forma de trabajar que impide cualquier tipo de planeación programación, con las consecuencias que ello supone para los costos, calidad, y buen orden del servicio. Este indicador se destina a medir el grado de Administración por emergencia de la Planta.

Su cálculo es el siguiente:

$$NE = \frac{\text{No. DE OT's DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO NO PROGRAMADO}}{\text{No. DE O.T. TERMINADAS}} \times 100 \%$$

NOTA: Incluye averías

OCUPACIÓN EN EMERGENCIAS

Es la versión en tiempo consumido del anterior y puede substituirlo.

$$OE = \frac{\text{H.H. OCUPADAS EN EMERGENCIAS}}{\text{TOTAL DE H.H. T}} \times 100 \%$$

NIVEL DE FACTURACIÓN

El número de horas-hombre reflejadas en O.T. durante un período de tiempo, se denomina facturación el indicador compara precisamente la H-H de O.T. terminadas con las horas-hombre reales de presencia en la Planta del personal. Debe notarse la importancia de éste indicador. Si la facturación es baja por ejemplo del 50%, solo existe control sobre la mitad del tiempo de presencia del personal en la Planta, perdiéndose valiosa información de costos, historia de equipos, etc. Asimismo la validez de - todos los demás indicadores se reduce notablemente. La utilización sistemática de la O.T. se controla mediante éste indicador. Su cálculo es el siguiente:

$$NF = \frac{H.H. EN O.T. TERMINADAS + H.H. EN OT's EN PROCESO}{POTENCIA TOTAL} \times 100 \%$$

NIVEL DE SERVICIO

Con el nivel de servicio se obtiene una imagen global de la capacidad de la División de Mantenimiento para realizar trabajos determinados por el sistema de prioridades. Un nivel por debajo del objetivo marcado, o un deterioro de éste indicador, refleja la existencia de cuellos de botella que es preciso investigar. Para un cálculo se comparan trabajos retrasados con la carga pendiente total.

$$NS = \frac{(O.T. RETRASADAS \times 100)}{CARGA PENDIENTE TOTAL} \%$$

PROGRAMACIÓN

Se mide en este caso, que porción del trabajo total realizado en un período de tiempo, fue previamente programado. El indicador se obtiene comparando, el número de H.H. reflejadas en O.T. terminadas de trabajos programados para la semana, con respecto al total de H.H. totales terminadas en el periodo.

$$NPR = \frac{\text{H.H. PROGRAMADAS TERMINADAS}}{\text{TOTAL DE H.H. TERMINADAS}} \times 100 \%$$

CUMPLIMIENTO DE PROGRAMACIÓN

En este caso la atención se enfoca a comprobar hasta que punto el programa establecido se llevó realmente a cabo. A diferencia del caso anterior, aquí se aplica un tratamiento similar a todos los trabajos, independientemente de su duración. El indicador se obtiene comparando, el número de órdenes de trabajo programadas y terminadas, con el total de órdenes programadas.

$$CPR = \frac{\text{No. DE O.T. EJECUTADAS SEGÚN PROGRAMA}}{\text{TOTAL DE O.T. PROGRAMADAS}} \times 100 \%$$

EXACTITUD DE PRONOSTICO

Un factor que puede afectar la correcta programación de los trabajos, es la excesiva diferencia entre la estimación de horas hombre requeridas para la ejecución de los trabajos y la ocupación real. Diferencias notables pueden deberse a estimaciones incorrectas o productividad anormal. El indicador se obtiene de la siguiente forma:

$$EP = \frac{\text{H.H. ESTIMADAS PARA LOS TRABAJOS}}{\text{H.H. EMPLEADAS PARA LOS MISMOS TRABAJOS}} \times 100 \%$$

3.10.5.- Indicadores de mantenimiento preventivo (mp) / predictivo (mpp)

Como ya se ha visto en el capítulo correspondiente, el Mantenimiento Preventivo-Predictivo consiste en actividades destinadas a retrasar el desgaste de los equipos o detectar los primeros síntomas de una falla potencial. En este último caso se puede generar una orden de trabajo para llevar a cabo el trabajo de forma programada, con una mínima o nula afectación a producción.

Todas las actividades de MP son preplaneadas y programadas. Ello facilita la obtención de un calendario automático y conocer a largo plazo los recursos requeridos para llevar a término el trabajo, para el período de tiempo que se desee.

Los indicadores de MP están destinados a conocer el funcionamiento real de éste importante tipo de trabajo. Varios aspectos deben analizarse, desde la ocupación real del recurso humano y el cumplimiento de los planes, hasta los resultados de esta actividad.

CUMPLIMIENTO DE MP

Ya se ha comentado que el vencimiento del MP se desencadena automáticamente. Sin embargo el programador selecciona las actividades de MP que deben integrarse al programa final conjuntamente con los demás trabajos asignados al plan semanal. Con este indicador se mide el grado de cumplimiento del programa específico de MP. El indicador se obtiene de la siguiente forma.

$$CMP = \frac{OT's MP EJECUTADOS}{OT's MP PROGRAMADO} \times 100 \%$$

Nótese que el volumen de MP programado depende totalmente del programador, y no del programa automático.

CUMPLIMIENTO DE PROGRAMA DE MP

En este indicador, a diferencia del anterior, lo que se analiza es el programa automático de MP independientemente de la decisión adoptada por el programador de generar o no las O.T. que solicita el sistema. Es habitual que, debido a escasez de recursos humanos o necesidades de producción no se programen inmediatamente actividades de MP ya vencidas. El volumen de ésta carga pendiente de MP, debe ser monitoreado para adoptar medidas en el caso de que sobrepase cierto objetivo. La medición se establece así:

$$COMP = \frac{\text{O.T.'s DE MP REALIZADAS}}{\text{O.T.'s DE MP VENCIDAS}} \times 100 \%$$

DETECCIÓN DE FALLA POR MP

Como ya se ha mencionado, gran parte de las rutinas de MP están destinadas a inspeccionar los equipos para detectar falla temprana. Es de esperarse que la ejecución de MP, de lugar a órdenes de trabajo destinadas a reportar fallas potenciales de forma programada, o bien llevar a cabo, si es factible, la reparación sobre la marcha de forma simultánea a la inspección. El indicador de detección de falla sirve para medir la eficiencia en prevenir fallas de emergencia. Se obtiene de la siguiente forma:

$$DF = \frac{\text{OT's DE FALLAS TEMPRANAS CORREGIDAS Y O.T. GENERADAS COMO CONSECUENCIA DEL MP}}{\text{DE OT's DE MP EJECUTADAS}} \times 100\% \text{ No}$$

NIVEL DE MP

Es de sumo interés conocer la proporción de los recursos humanos totales de la Planta, que se dedican a tareas de MP. Es indudable que hay un nivel óptimo de esfuerzo en esta actividad, que debe establecerse por un análisis de Ingeniería de Mantenimiento.

El indicador de nivel de MP sirve para Monitorear continuamente la aplicación de recursos. Se obtiene de la siguiente forma:

$$NMP = \frac{\text{NUMERO DE HORAS HOMBRES OCUPADAS EN MP}}{\text{NUMERO DE HORAS HOMBRE TOTALES TRABAJADAS}} \times 100 \%$$

RELACIÓN DE AVERÍAS/ MP

Siendo la avería la falla inesperada del equipo que se pretende evitar con el MP, debe existir una correlación entre ambos tipos de trabajo, que ayude a optimizar el grado de esfuerzo en MP. El índice se obtiene de la siguiente forma:

$$RAMP = \frac{\text{HORAS OCUPADAS EN REPARACIÓN DE AVERÍAS}}{\% \text{HORAS OCUPADAS EN TRABAJOS DE MP}} \times 100$$

3.10.6.- Otros indicadores de administración de mantenimiento

Se tratan en este capítulo otros indicadores relacionados con la Administración de Mantenimiento con los que se pretende cerrar capítulo en materia de recomendaciones. Existen muchos otros indicadores que, ó bien se consideran variaciones no relevantes de los aquí expuestos, o bien su cálculo resulta ambiguo o complicado, no justificándose su obtención, salvo en casos excepcionales.

NIVEL DE MANTENIMIENTO EN PARO

Los paros de Planta por Mantenimiento pueden ser ejercidos de forma programada o por emergencia. En el primero de los casos, que es el que menos trastornos causa, se incluyen actividades de MP o trabajos correctivos programados. Sin embargo, todo paro de sección, del origen que sea, implica no producir con lo que se reduce la capacidad efectiva de la Planta. Ello, en momentos de alta demanda, puede ser una grave restricción para el programa de ventas. Es por ello conveniente Monitorear cual es la demanda total de trabajos de mantenimiento que requieren la paralización de las instalaciones. El indicador adecuado en este caso, se obtiene de la siguiente forma:

$$NMP = \frac{\text{No. DE HORAS HOMBRE DESTINADAS A TRABAJOS EN PARO}}{\text{No. DE HORAS HOMBRE TOTALES TRABAJADAS}} \times 100\%$$

El nivel objetivo en este caso, varía conforme a las secciones de proceso, y no se dispone aún de información suficiente para establecer un rango óptimo en nuestra industria.

NIVEL DE ESTANDARIZACION

Uno de los objetivos del Mantenimiento CEMEX, es lograr estandarizar al máximo las reparaciones o trabajos que se llevan a cabo en la Planta y con ello mejorar el desempeño y calidad en los trabajos. La estandarización se mide en función del uso que se haga de los trabajos estándar establecidos, que como es sabido, son trabajos preplaneados, codificados y disponibles en archivos. El indicador es el siguiente:

$$NES = \frac{\text{No. DE HORAS OCUPADAS EN T.E}}{\text{No. DE HORAS TOTALES TRABAJADAS}} \times 100 \%$$

NIVEL DE TRABAJO PROGRAMABLE

El trabajo programado de Mantenimiento, es consecuencia de una labor dedicada y documentada de la División de Mantenimiento. Su medición ya se ha comentado en páginas anteriores. Sin embargo, es conveniente conocer que cantidad del trabajo llevado a cabo en Planta, es susceptible de programarse, independientemente de que, en la realización de los programas ello haya sido tomado en cuenta. Para obtener un indicador, debe tomarse en cuenta lo siguiente:

<u>TIPOS DE TRABAJO PROGRAMABLES</u>	<u>PRIORIDADES PROGRAMABLES</u>
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO	MP
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	PRIORIDAD 2
MODIFICACIONES	PRIORIDAD 3
FABRICACIÓN	PRIORIDAD 4
AVERÍA QUE NO AFECTA A PRODUCCIÓN	
REHABILITACIÓN	
<u>TIPOS DE TRABAJO NO PROGRAMABLE</u>	<u>PRIORIDAD NO PROGRAMABLE</u>
AVERÍA QUE AFECTA A PRODUCCIÓN	PRIORIDAD 1
TRABAJOS DE SEGURIDAD GRAVES	TRABAJO REALIZADO SIN O.T.

TRABAJOS MENORES

Una forma sencilla de obtener éste indicador es la siguiente:

**No. DE HORAS HOMBRE OCUPADAS EN MP, Y
EN O.T. DE PRIORIDAD 2.3. Y 4**

$$TP = \frac{\text{No. DE HORAS HOMBRE OCUPADAS EN MP, Y EN O.T. DE PRIORIDAD 2.3. Y 4}}{\text{No. DE HORAS HOMBRE TRABAJADAS TOTALES}} \times 100 \%$$

NIVEL DE AVERÍAS

Aún cuando existe una relación evidente entre emergencias y averías, no son conceptos equivalentes. Hay trabajos de seguridad de emergencia que no afectan a la operación. Asimismo, las averías en equipos duplicados no son emergencias. Con éste indicador se matiza el dato obtenido por los indicadores de emergencia.

$$NA = \frac{\text{NUMERO DE OT's DE AVERÍAS ATENDIDAS}}{\text{No. TOTAL DE O.T. TERMINADAS}} \times 100 \%$$

3.10.7.- Indicadores básicos de administración

La instalación de todos los indicadores expuestos hasta ahora, no es algo que pueda llevarse a cabo de forma simultánea, por dos razones.

► Se trata de una tarea bastante laboriosa aún cuando se produzca el cálculo a través de un Sistema Computarizado. Habrá registros defectuosos y claves de acceso mal aplicados que deberán corregirse paulatinamente.

► Son, además, demasiados indicadores para que los usuarios los asimilen de una sola vez y saquen provecho de la valiosa información que aportan.

Si el SAM está recién instalado y no hay cultura previa en la Planta en Sistemas de Mantenimiento Programado, aunque sean manuales, el problema se agrava.

Es conveniente iniciar la generación de indicadores con algunos básicos, y entendidos por los usuarios, antes de agregar el resto.

Los indicadores básicos se han establecido con base a dos criterios: Por la sencillez de obtención y por ser condición necesaria para la confiabilidad de los demos. Se trata de los siguientes:

CARGA PENDIENTE: La carga pendiente es imprescindible para que pueda darse la planeación y programación. Este indicador permitirá conocer el volumen real de trabajo requerido en la Planta, por áreas y especialidades.

NIVEL DE FACTURACIÓN: Si el nivel de facturación no es elevado, los demos indicadores no son confiables. En los inicios de la operación del sistema, es el indicador que debe ser más apoyado.

NIVEL DE EMERGENCIAS: El exceso de emergencias impide la programación. Al inicio de la operación debe corregirse el uso de emergencias ficticias.

NIVEL DE AVERÍAS: Permite detectar Áreas de oportunidad, y matizar el indicador anterior.

NIVEL DE SERVICIO: Es uno de los indicadores de mayor interés, pues ayuda en la detección de restricciones o cuellos de botella, y es precursor de la programación.

COBERTURA DEL MP: Se trata del indicador de MP más sencillo de obtener.

3.10.8.- Frecuencias y objetivos.

La frecuencia de generación de los indicadores de Administración de Mantenimiento debe ser, al menos mensual. Muchos usuarios verán la conveniencia de generar algunos de los Índices de forma semanal pues ello permite una respuesta más rápida frente a una evolución desfavorable de alguno de ellos. Otra ventaja de la frecuencia semanal es que al analizar los motivos de algún indicador anormal la información tiene como mucho 10 días de antigüedad, mientras que en la frecuencia mensual, desde el dato más antiguo puede haber pasado más de 35 días, y el volumen de datos puede ser excesivo para un análisis rápido. Un Sistema Computarizado instalado permite una generación sencilla de los indicadores se recomienda la obtención semanal. Caso contrario, los indicadores básicos deben obtenerse semanalmente, y los restantes mensualmente (Ver forma CT-2). En ambos casos deben producirse acumulados trimestralmente y anuales. Los niveles objetivos de cada indicador debe ser establecido por las Plantas cada año y en cada área o departamento así como el total de Planta. Sin embargo en la misma forma CT-2, se reflejan algunos niveles de industrias de proceso, que pueden servir como referencia.

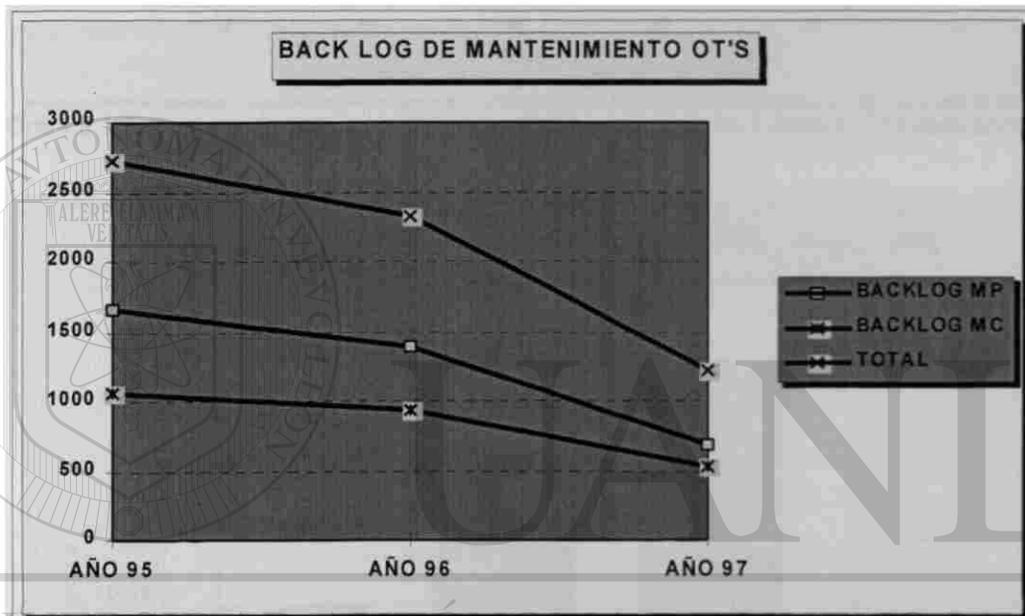
Clave	Indicador	Frecuencia Propuesta	Objetivo	Observaciones
CP	Carga Pendiente	Semanal	2-5 Semanas	Es mas importante la Tendencia
NE	Nivel de Emergencia	Semanal	Menor al 5 %	Incluido M.P.
OE	Ocupación en Emergencias	Semanal	Menor al 5 %	Incluido MPP
NF	Nivel de Facturación	Semanal	85 % Mínimo	Se Incluyen Ordenes Abiertas para Cubrir Todas las Horas, debe ser 100 %
NS	Nivel de Servicio	Semanal	80 % Mínimo	Incluyendo MPP en O.T.
NPR	Programación	Semanal	85 % Mínimo	
CPR	Cumplimiento de Programación	Mensual	90 % Mínimo	
EP	Exactitud de Pronostico	Mensual	85 % Mínimo	
CMP	Cumplimiento de M.P.	Semanal	90 % Mínimo	
COMP	Cobertura de M.P.	Semanal	80 %	
DF	Detección de Falla por MPP	Mensual	20 % Máximo	
RAMP	Relación Averías /M.P.	Mensual	Pend.	Depende del Proceso
NMP	Nivel de Mtto. en Paro	Mensual	Pend.	Depende del Proceso
TP	Nivel de Trabajo Programable	Mensual	90 % Mínimo	
NA	Nivel de Averías	Semanal	3 % Máximo	

Tabla 3-3 Indicadores sugeridos de administración de mantenimiento frecuencias y objetivos

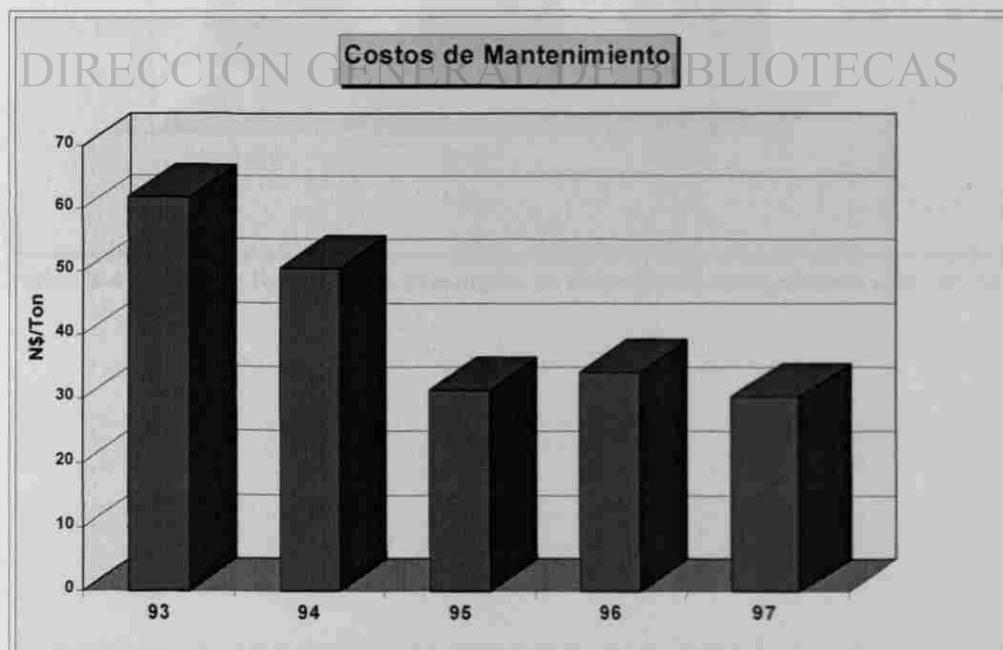
3.10.9. PRESENTACIÓN DE LOS CONTROLES DE ADMINISTRACIÓN

Los controles se presentan en las juntas semanal y mensual de Operaciones y Mantenimiento acompañados de un breve análisis de la evolución apoyado con gráficas y resaltándose los aspectos más notables.

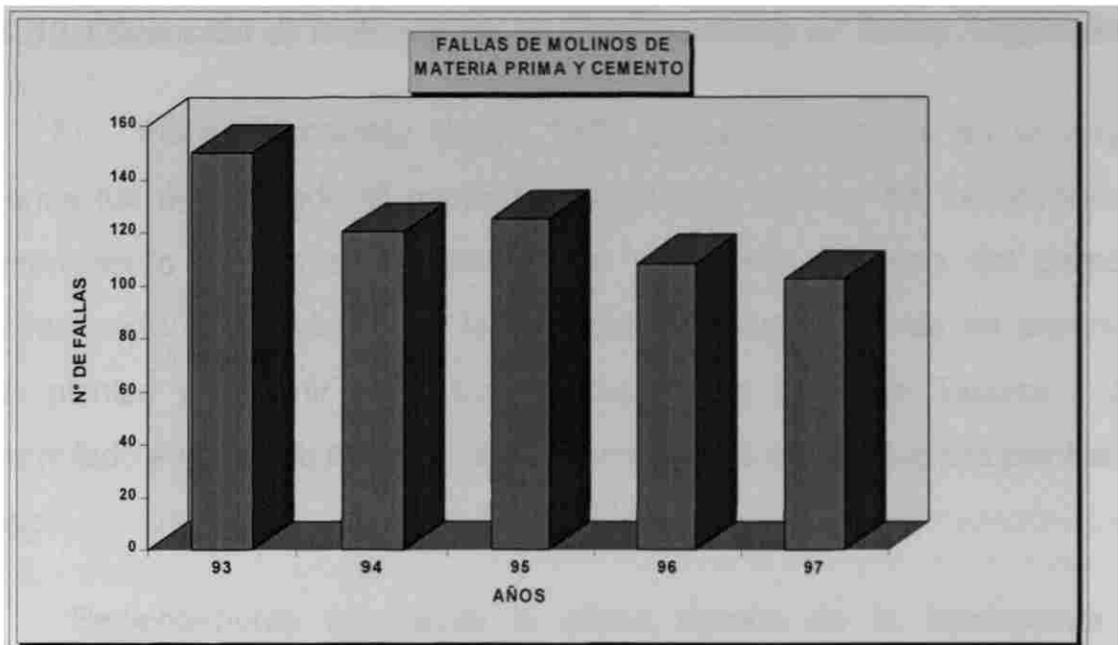
A continuación les presento algunos de los indicadores reales que se han obtenido recientemente en la Planta Monterrey de Cemex México:



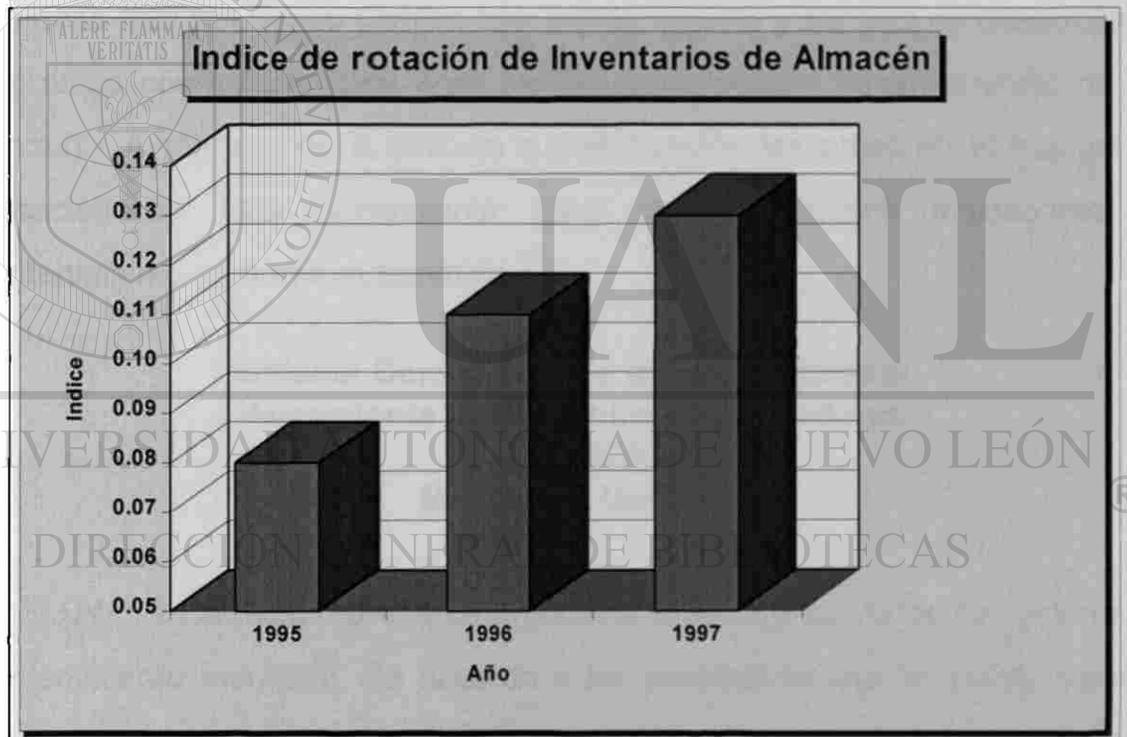
Gráfica 3-1. Backlog de mantenimiento años 95-97



Gráfica 3-2 Costos de mantenimiento \$/ Ton. producida años 93-97



Gráfica 3-3 Número de paros por fallas en Molinos de Materia Prima y Cemento años 93-97



Gráfica 3-4 Índice de Rotación de Inventario de Almacén de refacciones años 95-97

3.10.10. Obtención de Indicadores de Mantenimiento en forma Automática

En Planta Monterrey desde 1992 pensando siempre en la mejora continua fué desarrollado el primer programa para obtener los indicadores de mantenimiento en forma automática con el mínimo esfuerzo del personal aprovechando la tecnología de la computación, posteriormente se exportó a otras plantas y a partir de entonces personal de Dirección Técnica han desarrollado e instalado nuevas versiones mejoradas en las diversas plantas del Grupo.

Recientemente se instaló la última versión de la herramienta de obtención de indicadores automáticos desarrollada por personal de CEMTEC (Empresa filial del Grupo Cemex que brinda soporte y servicio en desarrollo de programas computacionales para facilitar los procesos administrativos de las plantas). A manera de ilustración a continuación les presento el manual de aplicación de esta herramienta para obtener algunos indicadores de mantenimiento en forma automática.

**Sistema Computarizado de Mantenimiento
Herramienta de Obtención de Indicadores
(SCMHOI)
Manual del Usuario**

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

OBJETIVO: El SCMHOI presenta al usuario la lectura de varios indicadores de Mantenimiento Industrial, de acuerdo a los parámetros que la misma persona puede seleccionar. Los indicadores se presentan en formato tabular y gráfico, expresados en número de órdenes de trabajo, horas - hombre y porcentajes relativos. Esta información apoyará los procesos de evaluación, toma de decisión y comunicación de acciones relacionadas a este campo.

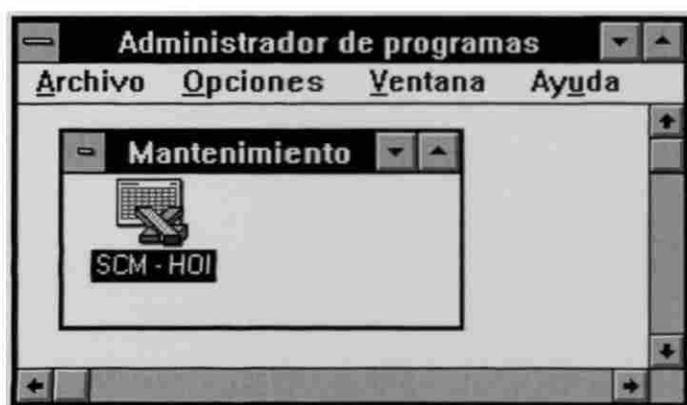
REQUERIMIENTOS MÍNIMOS: Este sistema necesita un computadora compatible con la IBM-PC, 8 MB de memoria RAM, 30 MB de espacio disponible en disco duro, monitor de video a colores con resolución VGA, ratón, Windows

3.1, Excel versión 5.0 (el SCMHOI funciona únicamente con esta versión). El sistema está formado por un archivo de Excel (SCMHOI.XLS); el cual contiene las páginas de presentación de datos, selección de parámetros, recepción de datos, mensajes al usuario y programación. También es necesario contar con las conexiones apropiadas al equipo AS/400, donde se localiza la fuente de datos de esta aplicación; de preferencia a través del protocolo TCP/IP.

INFORMACIÓN PRESENTADA: El SCMHOI despliega datos de 48 indicadores, a través de diferentes unidades (tales como número de órdenes de trabajo [#OT], horas hombre estimadas [HHE], horas hombre reales [HHR] y porcentajes relativos [%OT], [%HH]). En el anexo 1 se encuentra la lista completa de indicadores que se pueden leer en este sistema.

CONSIDERACIONES DE CONSULTA: El SCMHOI lee la información desde la AS/400, sobre la base de datos que contiene registrado únicamente el último estatus. También hay que resaltar que existen tres indicadores que se deben capturar los datos correspondientes (potencias disponible, contratada y total; indicadores 28, 29 y 30). De estos tres indicadores se derivan otros cuatro mas por medio de cálculos entre los datos capturados y los de la base de datos (Backlogs de programación, preparación y total; así como el nivel de facturación; indicadores 31, 32, 33 y 43).

ENTRADA AL SISTEMA: Esta aplicación se encuentra normalmente como un ícono en la pantalla principal de Windows, desde donde podrá ser activada con un doble click del mouse, exactamente igual que todos los demás programas.

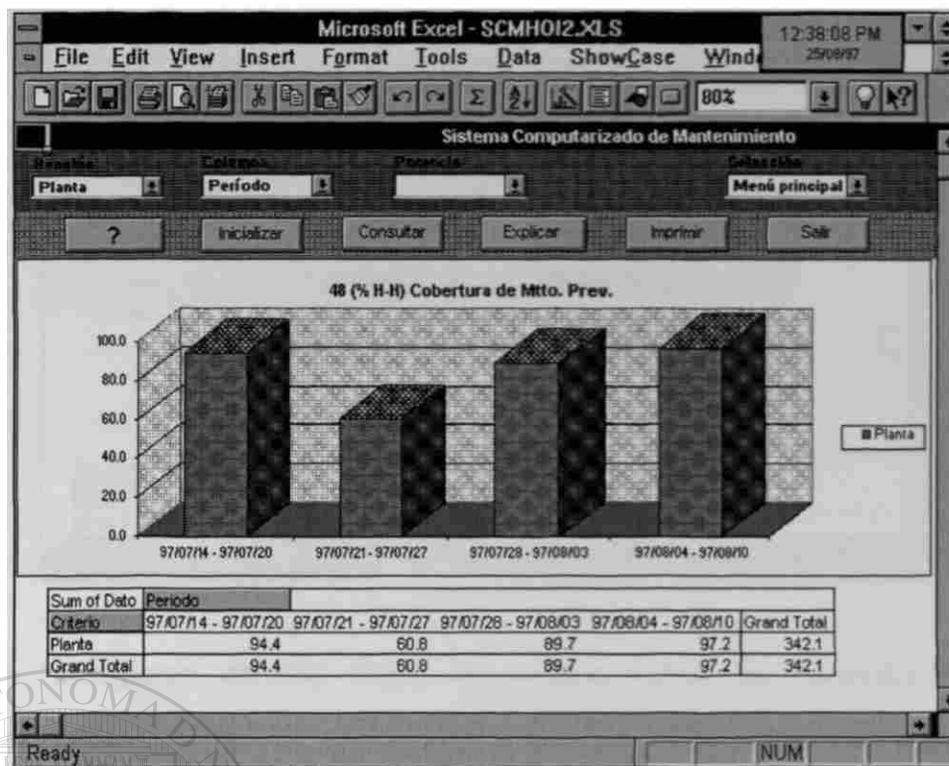


CONTROL DE ACCESO: Después de haber cargado Excel y el archivo de control SCMHOI2.XLS en memoria, el sistema necesita saber la planta, el nombre del usuario y la contraseña de acceso. Estos permisos y claves de acceso les serán comunicados directamente por la persona que realiza las instalaciones de este sistema.



MENÚ PRINCIPAL: Después de haber validado los permisos y contraseña, el sistema avanza hacia el Menú Principal del SCMHOI. En caso de equivocarse al momento de dar su contraseña del sistema, éste le dará dos oportunidades más. En caso de que equivocarse la tercera vez consecutiva, el SCMHOI se cerrará y lo enviará de vuelta a la pantalla principal de Windows.

El SCMHOI es una aplicación hecha en Microsoft Excel. La pantalla del Menú Principal se divide en cuatro regiones principales:

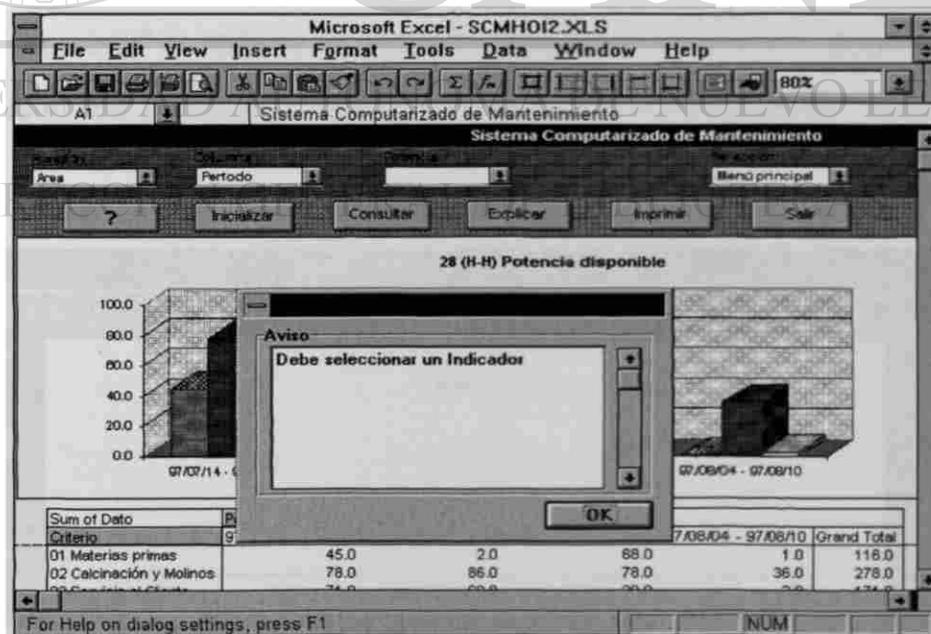


De arriba hacia abajo podemos ver los elementos propios de Excel, tales como el menú y la barra de botones. Después viene la pantalla del SCMHOI, mostrando los controles de selección de Columna, Renglón, Potencia y Selección. Luego después están los botones de control de esta pantalla, como el de ayuda (?), Inicializar, Consultar, Explicar, Imprimir y Salir. Después está la gráfica de los datos recuperados y por último, la tabla con los mismos datos. Los botones ejecutan acciones directas sobre la pantalla desplegada. El botón de Ayuda ("?") despliega el texto de ayuda, explicando al usuario el contenido de la pantalla y los controles contenidos en ella.



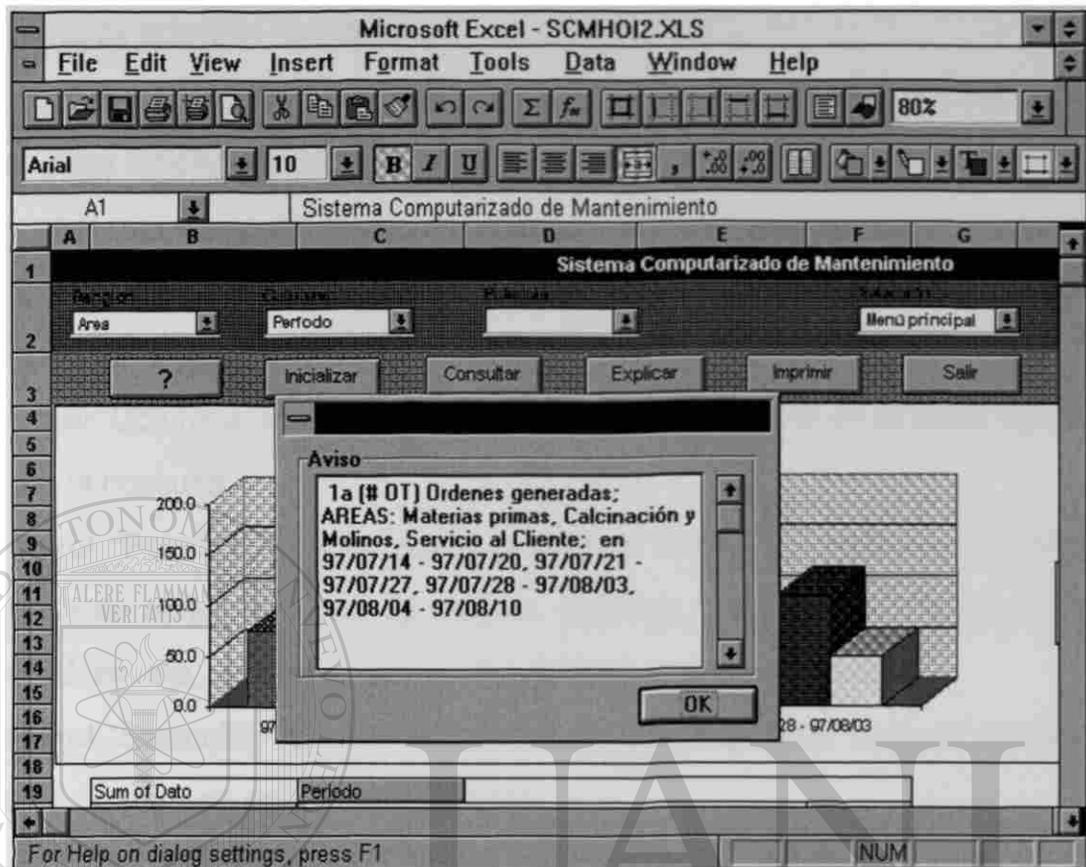
El botón "Inicializar" elimina todas las restricciones de consulta de datos, deseleccionando todos los elementos elegidos para consultar. No produce ningún efecto visible sobre esta pantalla.

El botón "Consultar" ejecuta la consulta de información de acuerdo con los parámetros seleccionados previamente, desplegando los resultados en la gráfica y en la tabla. En caso de que falte algún elemento para la ejecución de esta consulta, el SCMHOI lo hará saber.

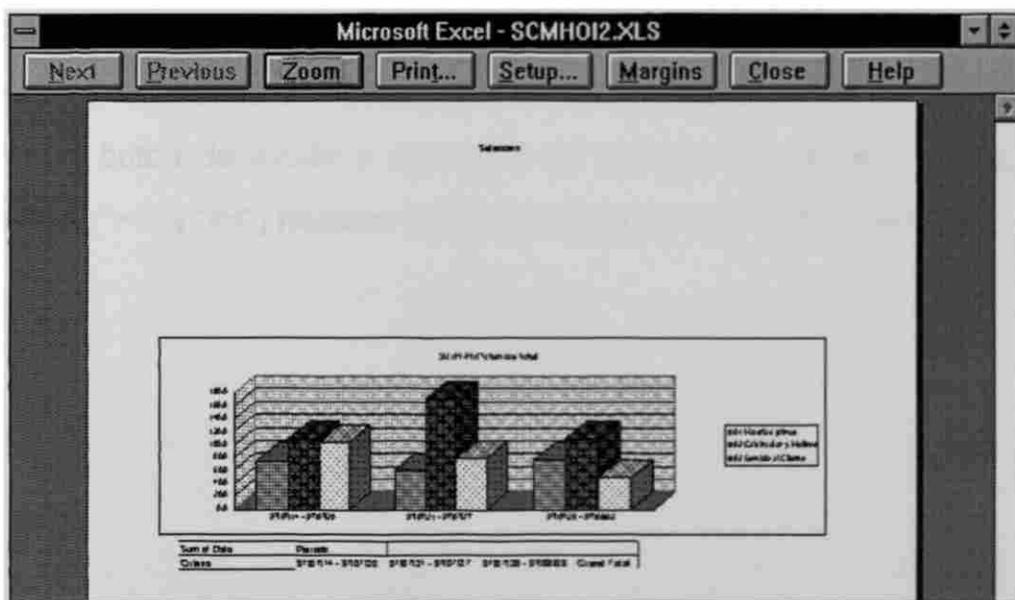


En este caso, falta por seleccionar un indicador para desplegar. Tan pronto como el usuario presione el botón "OK", el SCMHOI lo llevará a la pantalla de selección de indicadores para que escoja uno y vuelva a ejecutar la consulta.

El botón "Explicar" despliega un texto en donde se explica cómo está hecha la consulta, indicando los elementos seleccionados



El botón "Imprimir" despliega la pantalla previa de impresión, donde el usuario podrá ajustar los parámetros de la página y de su impresora, justo antes de imprimir.



Finalmente, el botón "Salir" termina con la sesión de trabajo del sistema, cerrando el archivo de control SCMHOI2.XLS y el programa Excel para regresar a la pantalla principal de Windows.

Los controles ubicados en la parte superior de la pantalla principal del SCMHOI sirven para indicar opciones de consulta y para cambiar de página.

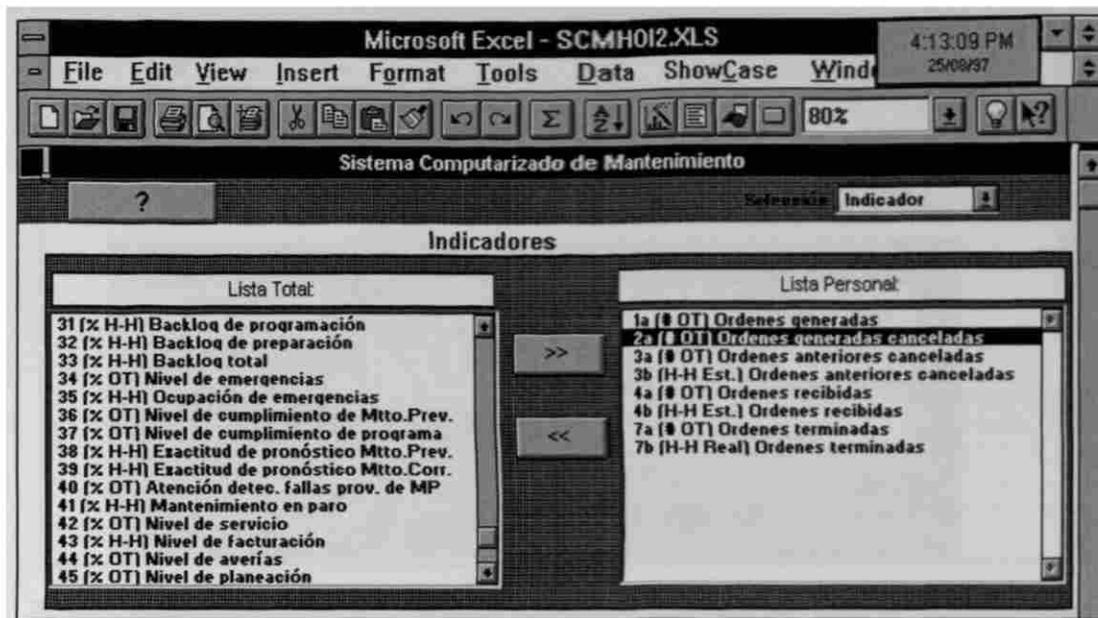
El control denominado "Renglón" indica qué tipo de elementos irá en los renglones de la tabla localizada en la parte inferior de la pantalla del Menú Principal.

El control "Columna" indica el tipo de elemento que estará en la tabla cuando se ejecute la consulta.

El control "Potencia" nos llevará a la página donde se capturan los datos de Potencia de acuerdo al tipo de renglón; esto es, potencia por planta, por área, por subárea, etc., el cual será descrito posteriormente en detalle.

El control "Selección" permite el cambio de páginas, para avanzar hacia otras pantallas dentro de este mismo sistema.

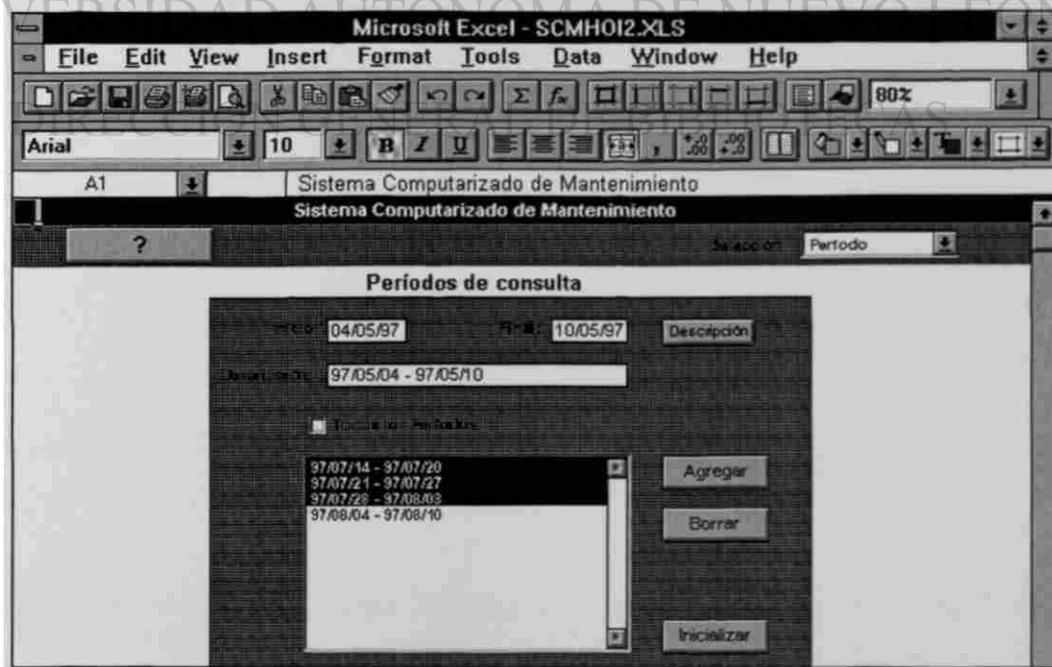
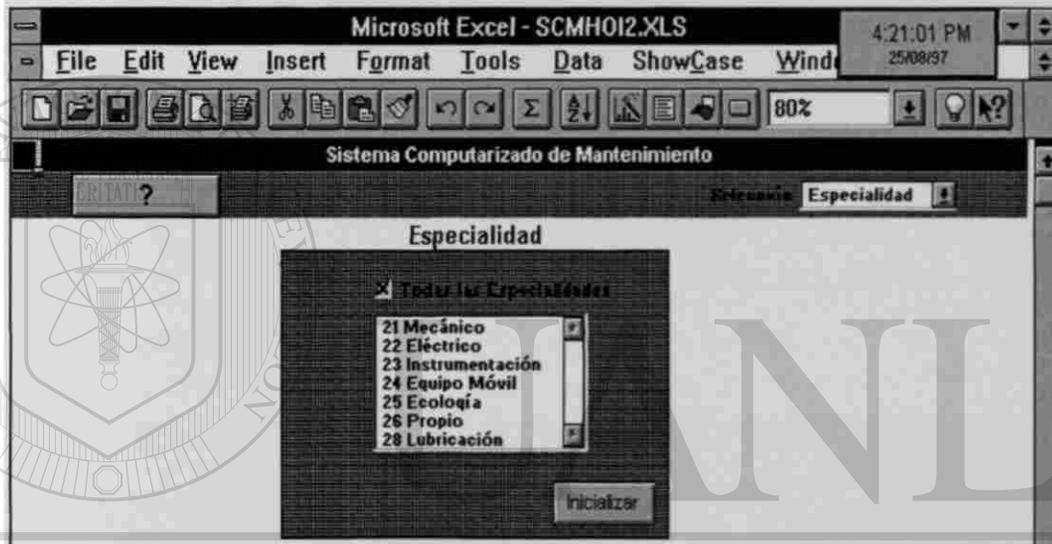
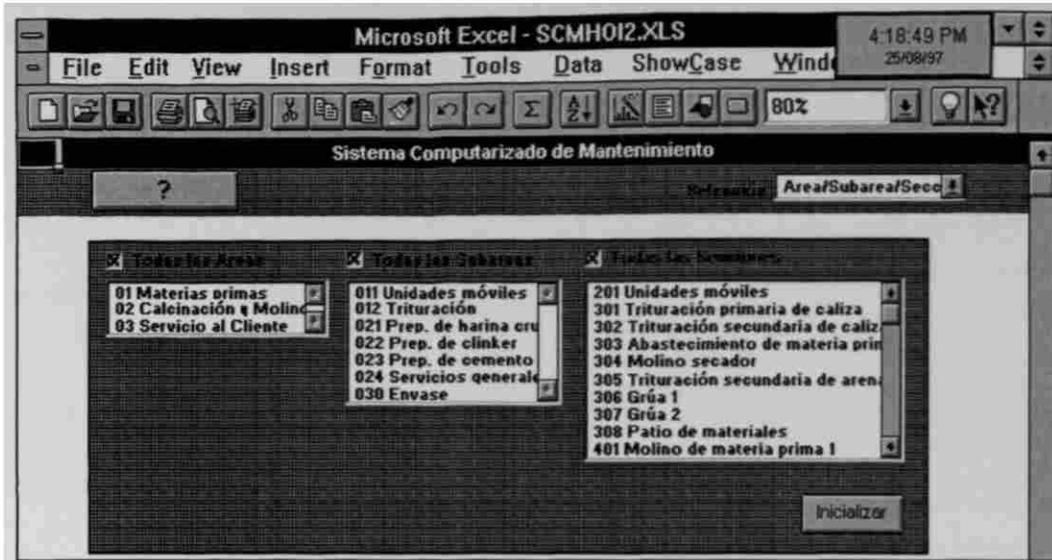
SELECCIÓN DE PARÁMETROS: La pantalla de selección de Indicadores contiene dos listas: la total, con los 48 indicadores que este sistema es capaz de consultar; y la personal, de donde se encuentran los indicadores de consulta mas frecuente. El indicador seleccionado en la lista personal es el indicador que se consulta cuando se presiona el botón correspondiente en la pantalla principal; por ejemplo, aquí se consultaría el indicador 2a Órdenes Generadas Canceladas, expresado en número de órdenes de trabajo. Esta pantalla también contiene el botón de ayuda y el control de cambio de pantalla. Dos botones adicionales (">>" y "<<") mueven los indicadores de una lista hacia otra.



El usuario del SCMHOI podrá recuperar los datos relativos a estos indicadores, de acuerdo con los parámetros que él mismo señale, tales como Área, Subárea, Sección, Especialidad, Coordinadores, Personal Asignado y Período.

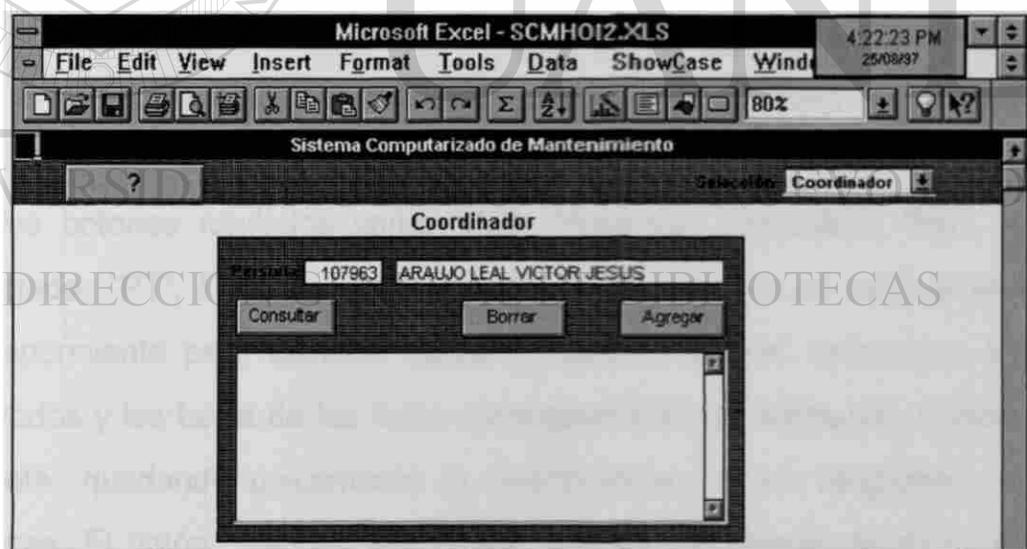
Los primeros tres parámetros se encuentran en una sola pantalla, los restantes tienen su propia pantalla cada uno.

La selección de Área, Subárea, Sección, Especialidad y Período tienen muchas similitudes en su forma de operar. Estos parámetros tienen un recuadro rotulado como "Todas las Áreas", "Todas las Subáreas" y así sucesivamente. También tienen una lista de selección, así como un botón de "Inicializar". Si el usuario necesita todas las áreas, marca el recuadro correspondiente. Pero, si llegara a requerir de un área en particular, el usuario marca esa área específica. Y también se permiten hacer combinaciones, seleccionando elementos específicos y recuadros de Áreas, Subáreas, Secciones, Especialidades y Períodos.



La pantalla de períodos es diferente porque aquí varía el contenido de la lista. El usuario captura las fechas inicial y final del período de consulta en el formato DD/MM/AA. Cuando el usuario presiona el botón "Descripción", los períodos capturados se unen en un renglón que tiene el mismo rótulo, pero transforma la descripción de las fechas en el formato AA/MM/DD. El botón "Agregar" añade la fecha descrita en el renglón "Descripción" y lo incorpora a la lista. El botón "Borrar" elimina la fecha seleccionada de la lista. Los períodos consultados pueden ser: 1) Todos los períodos, porque el recuadro ha sido marcado; o 2) Algún o algunos períodos seleccionados en la lista.

Las pantallas de selección de Coordinadores y Asignados son similares entre sí, ya que el usuario debe capturar la clave correspondiente, presionar el botón de "Consultar" para recuperar su nombre y utilizar los botones "Agregar" para incorporarlo a la lista, o el botón "Borrar" para eliminarlo de la lista. Sin embargo, cuando se hace la consulta de información de indicadores, el SCMHOI consulta por todos aquellos que estén incluidos en la lista.





Las hojas de Captura de Potencia proporcionan al usuario un formato para almacenar los datos de las potencias disponible y contratada. Existen siete hojas de captura de potencia; esto es, por planta, área, subárea, sección, especialidad, coordinadores y asignados. En cualquiera de estos casos, se introducirán los datos por el período de tiempo según se haya especificado en la lista correspondiente.

Una sola hoja contiene los controles y los formatos para facilitar esta labor. En una sola hoja (por ejemplo, Potencias por Áreas), se concentran las tres (Disponible, Contratada y Total); por lo que el usuario encontrará en esta hoja los botones rotulados como "PD", Potencia Disponible; "PC", Potencia Contratada; "PT", Potencia Total. Esos botones hacen el salto a la sección correspondiente para capturar datos. El botón "Borrar" selecciona los datos capturados y los borra de las listas correspondientes, afectando a toda la hoja completa; quedando únicamente la descripción de los renglones y de las columnas. El botón "Calcular Pot. Total" efectúa el cálculo de dicha potencia, sumando la disponible con la contratada. El resultado se coloca en la sección correspondiente. Finalmente, el botón "Menú Principal" regresa a la pantalla principal de este sistema.

	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5		Potencia Disponible	Borrar	PC	PT
6			Calcular Pot. Total		Menú Principal
7			Periodos:		
8		Areas:	97/05/01 - 97/05/15	97/06/01 - 97/06/15	97/07/14 - 97/07/20
9		01 Materias primas		67	95
10		02 Calcinación y Molinos		78	26
11		03 Servicio al Cliente		34	35
12					

BENEFICIOS:

El uso de esta herramienta permite obtener los indicadores de Mantenimiento utilizando los datos la AS/400, en línea. Asimismo, es una herramienta de fácil aprendizaje y uso. También proporciona una gran flexibilidad en la presentación de la información, al poder dar vistas al detalle y personalizadas. Simplifica el proceso de análisis de información para la toma de decisiones, a la vez que obtiene los indicadores de una forma mas rápida.

ANEXO 1. INDICADORES DE MANTENIMIENTO DESPLEGADOS POR EL SCMHOI

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

1. Órdenes Generadas (#OT, HHE)
2. Órdenes Generadas Canceladas (#OT, HHE)
3. Órdenes Anteriores Canceladas (#OT, HHE)
4. Órdenes Recibidas (#OT, HHE)
5. Órdenes Terminadas en Marcha (#OT, HHR)
6. Órdenes Terminadas en Paro (#OT, HHR)
7. Órdenes Terminadas (#OT, HHR)
8. Órdenes en Plazo (#OT, HHE)
9. Órdenes Retrasadas (#OT, HHE)

10. Carga Pendiente (#OT, HHE, HHR)
11. Saldo Inicial (#OT, HHE, HHR)
12. Incremento en Carga Dependiente (#OT, HHE, HHR)
13. Mantenimiento Correctivo Terminado en Marcha (#OT, HHR)
14. Mantenimiento Correctivo Terminado en Paro (#OT, HHR)
15. Mantenimiento Correctivo (#OT, HHR)
16. Emergencias Atendidas (#OT, HHR)
17. Averías Atendidas (#OT, HHR)
18. Modificaciones Realizadas (#OT, HHR)
19. Órdenes Atendidas de Seguridad (#OT, HHR)
20. Órdenes Pendientes de Seguridad (#OT, HHE)
21. Órdenes Programadas (#OT, HHE)
22. Órdenes Programadas y Terminadas (#OT, HHR)
23. Mantenimiento Preventivo Realizado en Marcha (#OT, HHR)
24. Mantenimiento Preventivo Realizado en Paro (#OT, HHR)
25. Mantenimiento Preventivo (#OT, HHR)
26. Mantenimiento Preventivo Crítico Pendiente (#OT)
27. Anomalías Descubiertas en Mantenimiento Preventivo (#OT)
28. Potencia Disponible (HH)
29. Potencia Contratada (HH)
30. Potencia Total (HH)
31. Backlog de Programación (%HH)
32. Backlog de Preparación (%HH)
33. Backlog Total (%HH)
34. Nivel de Emergencias (%OT)
35. Ocupación de Emergencias (%HH)
36. Nivel de Cumplimiento de Mantenimiento Preventivo (%OT)
37. Nivel de Cumplimiento de Programa (%OT)
38. Exactitud del Pronóstico de Mantenimiento Preventivo (%HH)
39. Exactitud del Pronóstico de Mantenimiento Correctivo (%HH)

40. Atención Detección de Fallas Provenientes de Mantenimiento Preventivo (%OT)
41. Mantenimiento en Paro (%HH)
42. Nivel de Servicio (%OT)
43. Nivel de Facturación (%HH)
44. Nivel de Averías (%OT)
45. Nivel de Planeación (%OT)
46. Nivel de Programación (%OT)
47. Nivel de Abastecimiento (%OT)
48. Cobertura de Mantenimiento Preventivo (%HH)

3.11.-Análisis de la información

En Planta Monterrey, en base al análisis diario de la información que se va generando, de acuerdo a los requerimientos de cada usuario, se realizan juntas diarias, semanales y mensuales en donde los equipos discuten los logros obtenidos y las áreas de oportunidad, generandose acciones y compromisos.

La información y su análisis nos ha permitido tener mejoras significativas, como un menor numero de paros, eliminación de fallas repetitivas, información de costos de refacciones y mano de obra, reducir niveles de inventario y bajar costos de operación. En general, la información y su análisis se utilizan como medio de prevención de resultados no deseados.

Para análisis de información de Mantenimiento se diseñó un diagrama de flujo que facilite la detección de áreas de oportunidad y el establecimiento de planes de trabajo y acciones de mejora por medio de los grupos de trabajo. Ver Fig. N° 3-17

Análisis de información

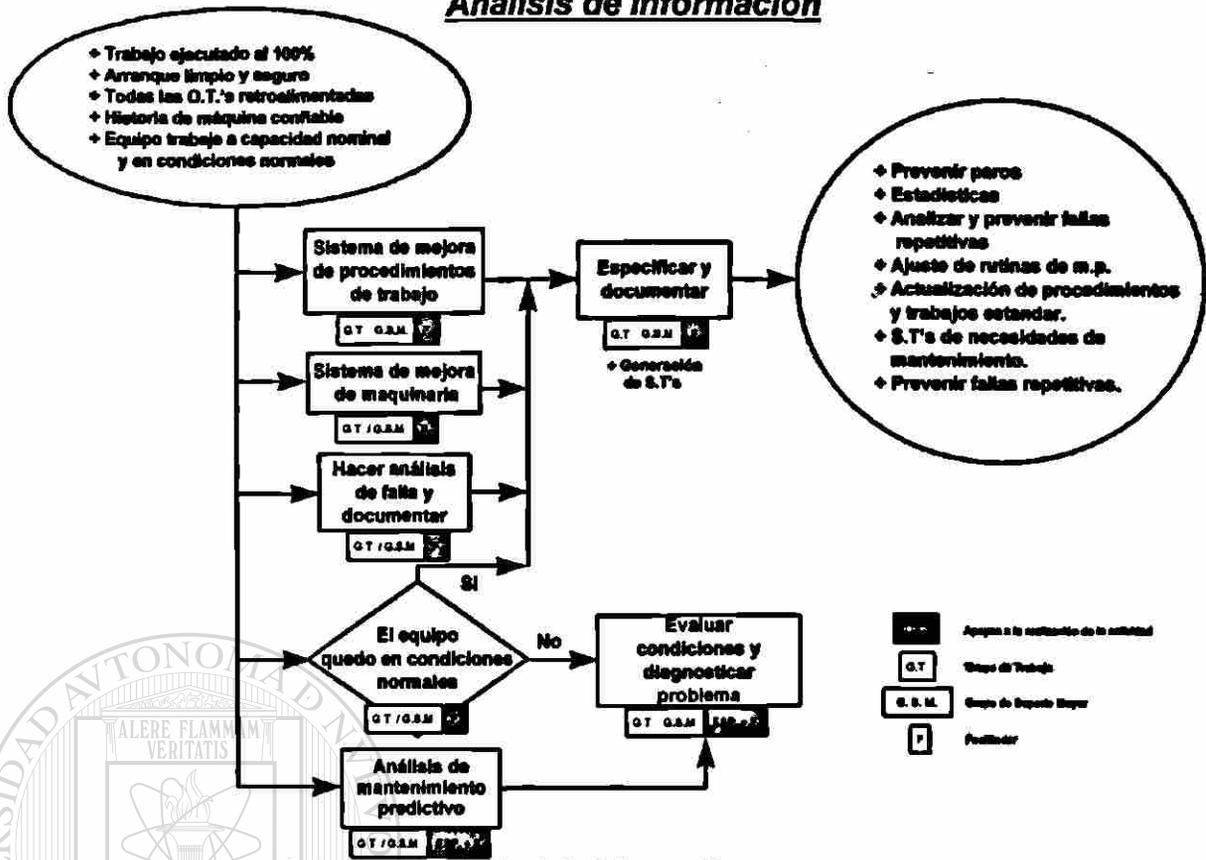
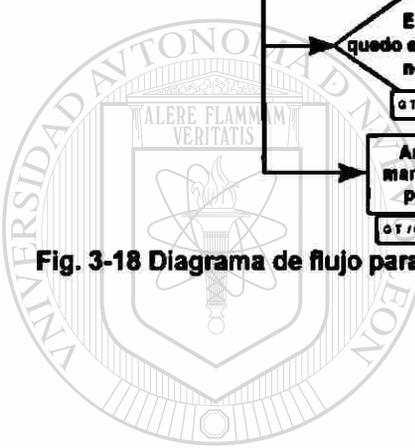


Fig. 3-18 Diagrama de flujo para el análisis de la Información



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Capítulo 4

Conclusiones y Recomendaciones

Han transcurrido dos años desde que inició el proceso de cambio de la organización de la Planta Monterrey hacia una organización de alto desempeño en la cuál se han realizado prácticas de clase mundial entre ellas el MPT.

Al Momento de concluir esta tesis, la Planta Monterrey se encuentra aún en proceso de implementación del MPT, sin embargo después de 2 años se han logrado resultados importantes entre los cuales destaca que los Grupos Operativos han aprendido a realizar actividades simples de mantenimiento a sus equipos (limpieza, lubricación, inspecciones, ajustes menores) , los Grupos de Soporte han desarrollado nuevas habilidades de mantenimiento, el TMEF de los equipos han mejorado, las áreas de trabajo se encuentran cada día en mejor grado de orden y limpieza y los costos de mantenimiento han disminuído.

Sin embargo, el proceso de implementación del MPT continúa, se esta reforzando la planeación del mantenimiento, se esta intensificando el mantenimiento predictivo y asegurando una ejecución efectiva del mantenimiento autónomo.

En conclusión queda demostrado que el MPT es beneficioso para las empresas que practican su metodología; su aplicación continua y permanente mejora la vida útil de los equipos, disminuye costos, mejora la calidad y la productividad, amplía la base de conocimientos y capacidad de los trabajadores, estimulando una visión de negocio global.

Por lo anterior mi recomendación es la de continuar con la aplicación del MPT en todos sus conceptos hasta llegar a consolidarlo plenamente, convirtiéndose en una nueva cultura de trabajo que en el futuro sirva como modelo para otras empresas y futuras generaciones, para el progreso continuo de la industria del país y sus trabajadores.

Capítulo 5

Bibliografía

5.0.- Bibliografía

Autor : Avila E. Rubén
Nombre del Texto: Fundamentos de Mantenimiento
Editorial: LIMUSA
Año: 1987

Autor : Dounce V. Enrique
Nombre del Texto: La Administración en el Mantenimiento
Editorial: C.E.C.S.A.
Año: 1985

Autor: Nakajima Seiichi
Nombre del Texto: Introducción al Mantenimiento Productivo Total
Editorial: Productivity Press
Año: 1982

Autor: Nakajima Seiichi
Nombre del Texto: Implantación del Mantenimiento Productivo Total
"Programa de Desarrollo"
Editorial: Productivity Press
Año: 1982

Autor: Patton, Joseph D.
Nombre del Texto: Preventive Maintenance
Editorial: Instrument Society of América
Año: 1983

Autor: Suzuki Tokutaro
Nombre del Texto: TPM in Process Industries
Editorial: Productivity Press
Año: 1982

Capítulo 6

Lista de Tablas, Figuras, Gráficas y Fotografías

Identificación	Descripción	Página
Tabla 3-1	Efectos dañinos por limpieza inadecuada	79
Tabla 3-2	Elaboración y Actualización del Procedimiento de Trabajo Estandar.....	113
Tabla 3-3	Indicadores de Admón. de Mantenimiento, Frecuencias y Objetivos	154
Figura 1-1	Diagrama de la bañera	12
Figura 1-2	Los Costos del mantenimiento	25
Figura 2-1	Modelo para diseño de equipo libre de mantenimiento	45
Figura 3-1	5S+1 Base del MPT y de cualquier programa de calidad	63
Figura 3-2	Plan Global de implementación de la Metodología 5S+1.	64
Figura 3-3	5S+1 Incorporado al plan de desarrollo del personal	69
Figura 3-4	Guía p/ formulación de planes de trabajo aplicando la metodología 5S+1	70
Figura 3-5	Modelo para facilitar el entendimiento del MPT.....	75
Figura 3-6	El principio de los cero paros	77
Figura 3-7	Esquema para determinar y prevenir fallas en los equipos.....	79
Figura 3-8	Ejemplos para implementar el control visual en la planta	82
Figura 3-9	Flujo detallado de la ST y de la orden de trabajo en planeación y programación.....	96
Figura 3-10	Flujo de la ST y de la Orden de trabajo	97
Figura 3-11	Ejemplo de un programa mensual típico de mantenimiento preventivo.....	100
Figura 3-12	Diagrama de flujo en detalle de la ejecución del mantenimiento programado y de emergencia.....	101

Identificación	Descripción	Página
Figura 3-13	Programa de mantenimiento predictivo	106
Figura 3-14	Análisis y solución de falla en ventilador de enfriador Folax de horno N° 10 mediante monitoreo de vibraciones.	107
Figura 3-15	Detección de puntos calientes mediante cámara infraroja debido a falso contacto en líneas de alta tensión en Subestación de 115 KV.	108
Figura 3-16	Detección de elementos térmicos desiguales por medio de cámara infraroja.	108
Figura 3-17	Detección de fisuras internas en flecha de rodillo derecho de base 3 de horno N°10 por medio de equipo de ultrasonido.	109
Figura 3-18	Diagrama de flujo para el análisis de la información.	171
Gráfica 3-1	Backlog de mantenimiento años 95-97	155
Gráfica 3-2	Costos de mantenimiento años 93-97	155
Gráfica 3-3	Número de paros por fallas en Molinos de Materia Prima y Cemento años 93-97	156
Gráfica 3-4	Índice de Rotación de Inventario de Almacén de refacciones años 95-97	156
Foto. 3-1	Vista de la parte superior del silo de caliza desde la parte superior del edificio de molinos de materia prima antes de implementar las 5S+1	71
Foto. 3-2	Vista de la parte superior del silo de caliza desde la parte superior del edificio de molinos de materia prima después de implementar las 5S+1	71
Foto. 3-3	Vista de la banda transportadora de descarga del silo de caliza desde la parte exterior del edificio de molinos de materia prima lado sur antes de implementar las 5S+1	72
Foto. 3-4	Vista de la banda transportadora de descarga del silo de caliza desde la parte exterior del edificio de molinos de materia prima lado sur después de implementar las 5S+1	72
Foto. 3-5	Vista del interior del COP de molinos de materia prima antes de implementar las 5S+1	73
Foto. 3-6	Vista del interior del COP de molinos de materia prima después de implementar las 5S+1	73

Identificación	Descripción	Página
Foto. 3-7	Vista del acceso sur a colectores de molinos de materia prima 7 y 8 antes de implementar las 5S+1	74
Foto. 3-8	Vista del acceso sur a colectores de molinos de materia prima 7 y 8 después de implementar las 5S+1.....	74
Foto. 3-9	Vista del área de la Unidad Hidráulica del sistema de lubricación del reductor MAAG del impulso del molino de materia prima 6 antes de implementar el Mantenimiento Autónomo.	85
Foto 3-10	Vista del área de la Unidad Hidráulica del sistema de lubricación del reductor MAAG del impulso del molino de materia prima 6 después de implementar los pasos 1 y 2 del Mantenimiento Autónomo.....	85
Foto 3-11	Vista del área de la plataforma del Horno N° 10 donde se muestra la tubería de alimentación de coque de petróleo al quemador principal antes de implementar el Mantenimiento Autónomo	86
Foto 3-12	Vista del área de la plataforma del Horno N° 10 donde se muestra la tubería de alimentación de coque de petróleo al quemador principal después de implementar los pasos 1 y 2 del Mantenimiento Autónomo	86

Capítulo 7

Apéndices

7.1 Glosario de términos

AS- 400:

Computadora IBM de alta capacidad y gran velocidad para procesar altos volúmenes de información por medio de paquetes computacionales para dar servicio simultáneamente una gran cantidad de usuarios a fin de facilitar el control y la administración de las empresas.

TCP/IP :

Protocolo de comunicaciones para transferencia y recepción electrónica de datos por computadora . " Transfer Control Protocol / Internet Protocol "

M.P.T. :

Mantenimiento Productivo Total

O.A.D.:

Organización de alto desempeño, sistema de trabajo que aprovecha la capacidad de su personal, operando con prácticas que lleven a la excelencia, mediante la obtención de los mejores resultados en forma equilibrada para la satisfacción de los grupos de interés: clientes, accionistas, empleados y comunidad

T.Q.M. ?

Administración de la Calidad Total

C.T.C. :

Control de Calidad Total

ISO 9000 :

La serie de normas ISO 9000 es creación de la Organización Internacional para la Estandarización.

Su objetivo principal es igualar la manera de hacer las cosas (ISO quiere decir igual) en cuanto concierne a Sistemas de Aseguramiento de Calidad.

ISO 14000 :

La serie de normas ISO 14000 es creación de la Organización Internacional para la Estandarización.

Su objetivo principal es implementar estándares administrativos y lineamientos que permitan establecer un Sistema de Gestión Ambiental

J.I.T. :

Justo a Tiempo

Confiabilidad:

Condición satisfactoria del recurso físico para proporcionar un estándar de desempeño deseado.

Control:

Es la vigilancia estrecha de los parámetros definidos para una operación haciendo los ajustes necesarios cuando exista una desviación.

C.E.P. :

Control Estadístico de Procesos

J.I.M.P.:

Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas

J.U.S.E.:

Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros

Procedimientos:

Son una descripción de los métodos por los cuales las actividades son asociadas en una secuencia lógica.

Guías:

Son estándares ó reglas para operaciones específicas.

Reglamentos:

Son regulaciones derivadas de la política de la organización.

Coordinación:

El acto de sincronizar varias funciones y obligaciones para obtener un resultado deseado.

Deber:

La obligación de un individuo para llevar a cabo actividades asignadas aplicando su mejor esfuerzo.

Disponibilidad:

Periodo de tiempo en el cual un equipo es capaz de ejecutar su función.

Equipo de Trabajo:

Conjunto de empleados con capacidad técnica de multihabilidades, responsables de las funciones de producción y Mantenimiento.

Función:

Corresponde a una etapa del proceso. La función está siempre contenida en un sub-área y en una sección.

Grupos Operativos:

Grupo de trabajadores heterogeneo multifuncional con capacidad técnica para que en el futuro sus miembros lleguen a ser multihábiles, responsables de las funciones de operación y mantenimiento básico de sus equipos

Grupos de Soporte Mayor:

Grupo heterogeneo de técnicos especialistas en mantenimiento multifuncional con capacidad técnica para que en el futuro sus miembros lleguen a ser multihábiles, responsables del mantenimiento especializado de sus equipos.

Gerente de Area:

Aquí es utilizado para referirse a todos los Gerentes de Area, con responsabilidad directa sobre la producción y Mantenimiento.

Mantenibilidad:

La rapidez y cuidado con la cual el Mantenimiento puede ser ejecutado para ayudar a prevenir mal funcionamiento o para corregirlo si ello ocurre.

M.P. (Mantenimiento Preventivo):

Intervención programada al equipo inspeccionando, sirviendo o manteniendo a intervalos definidos y programados.

M.P.P. (Mantenimiento Predictivo):

Análisis de los parámetros físicos comparados con los límites y rangos preestablecidos, para detectar, analizar y corregir problemas en los equipos antes de que la falla ocurra.

M.B.C.:

Mantenimiento basado en confiabilidad.

Medición e Indicadores:

Mediciones cuantitativas ó cualitativas expresadas como rangos o porcentajes utilizados para comparar la aplicación actual de ejecución con los objetivos y metas.

T.M.E.F.:

Tiempo medio entre fallas

O.T.

Orden de Trabajo.

Paros Programados:

La intervención programada a un equipo es un servicio dentro de un intervalo de tiempo predeterminado.

Planeación:

Es una orden evaluada y garantizada de todos los prerequisites necesarios para asegurar la terminación de un trabajo dado en un tiempo

predeterminado. Esta cubre disponibilidad de materiales, fuerza de trabajo, herramientas, equipo, soporte, disponibilidad de equipo (paros programados de producción), bosquejos, instrucciones, dibujos, especificaciones, etc.

Producción:

A través del Manual el término "Producción" es usado genéricamente en referencia para todos los miembros de un equipo de trabajo, quienes usan u operan las facilidades de planta y equipo.

Programación:

Un conjunto de actividades planeadas a ser ejecutadas en un tiempo predeterminado el cual coincida tan cercano como sea posible con o cuando la actividad es solicitada. Esto implica el uso ordenado de recursos para alcanzar los más grandes beneficios en un tiempo en particular.

S.A.M.:

Sistema de Administración de Mantenimiento.

Sección:

Se establece conforme al proceso delimitándose por aquellos equipos que paran o trabajan de forma simultánea.

S.C.M.

Sistema Computarizado de Mantenimiento.

S.T.

Solicitud de Trabajo.

Subárea:

Es una continuación de la zona de responsabilidad y/o proceso.

Subfunción:

Es una función que se divide en dos o más sub-funciones similares que se desarrollan en paralelo o en forma alterna.

Análisis de Vibración :

Se aplica a la maquinaria rotativa y se basa en un monitoreo de las vibraciones en la cuál se analizan los parámetros y se toman acciones previniendo fallas catastróficas.

Permite controlar la maquinaria y sus programas de mantenimiento, ya que las condiciones generales de éstas son conocidas, por lo que es posible hacer mucho más exacta la programación de todas las máquinas que están girando.

Termografía:

Es la medición de la temperatura superficial mediante la obtención de una imagen termica por medio de rayos infrarojos y es muy usual en la detección de problemas o fallas incipientes que produzcan zonas de temperatura en instalaciones eléctricas y en áreas de difícil acceso, previniendo fallas graves.

Ultrasonido:

Técnica no destructiva utilizada para la detección de discontinuidades en piezas metálicas de maquinaria y equipos sujetos a esfuerzos mecánicos y desgastes a fin de darles seguimiento previniendo defectos o fallas, que pudieran afectar la continuidad de operación de los equipos.

Tribología:

Ciencia que considera los cuerpos friccionantes en movimiento relativo y los problemas relacionados con ellos. Una de las técnicas más usada en mantenimiento es la lubricación, la cuál consiste en la evaluación de los daños en la maquinaria mediante el seguimiento de las tendencias de las características de los lubricantes mediante su análisis.

Capítulo 8

Resumen Autobiográfico

El autor de esta tesis, Jesús Ricardo Cantú González nació el 28 de Agosto de 1953, es hijo de Don José Inés Cantú Morales y de Doña Imelda González Montemayor (†) , cursó sus estudios profesionales en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León de 1970 a 1975, presentó su exámen profesional en Febrero de 1976 obteniendo el título de Ingeniero Mecánico Electricista.

Desde entonces su desarrollo profesional ha sido como sigue:

Fechas	Empresa	Puesto desempeñado
Enero 1976 a Agosto 1976	TUBACERO S.A.	Supervisor de Mantenimiento Eléctrico
Abril 1977 a Dic. 1978	IMSA Zintro	Jefe de Turno Mantenimiento Eléctrico
Enero 1979 a Oct. 1981	Hylsa S.A.	Jefe de Mantenimiento Preventivo
Dic. 1981 a Enero 1985	Prod.Químicos Alen S.A.	Jefe de Mantto. y Servicios Grales.
Enero 1985 a Dic. 1988	METALSA S.A.	Ingeniero de Mantenimiento Preventivo
Enero 1988 a la fecha	Cementos Mexicanos S.A	Asesor en Sistemas de Mantenimiento

En febrero de 1994 inició sus estudios de postgrado en la Escuela de Graduados de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León con la intención de obtener el grado de Maestro en Ciencias de la Administración con Especialidad en Producción y Calidad

