



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

PROPUESTA DE PLAN PARA LA IMPLEMENTACION DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (MPT)

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICA DE ALIMENTOS
PRESENTA:
NORMA ANGELICA AGUIRRE SANDOVAL



Handwritten signature



EXAMENES PROFESIONALES
GRADUADO DE QUIMICA

MEXICO, D. F.

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL


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

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

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

JURADO ASIGNADO:

Presidente Prof FEDERICO GALDEANO BIENZOBAS
Vocal Prof HECTOR MARCELINO GÓMEZ
Secretario Prof RUTH VILLASEÑOR GUTIÉRREZ
1er Suplente Prof JOSÉ ALEJANDRO RAFAEL VEGA SÁNCHEZ
2o Suplente Prof CARLOS MANUEL SHELLY ÁLVAREZ-TOSTADO



RUTH VILLASEÑOR GUTIÉRREZ



NORMA ANGELICA AGUIRRE SANDOVAL

AGRADECIMIENTOS

*A mis padres por su apoyo, amor y estímulo; por ser el pilar de mi formación humana y profesional, mismos que posibilitaron la conquista de esta meta.
¡Gracias por permitirme seguir siempre adelante!*

A Adriana por estar en cada momento y enseñarme tantas cosas.

A mi familia por su gran apoyo.

Al Ing. Benítez y a la Dra. Saldivar por su inapreciable confianza y apoyo profesional.

A Rafael por mostrarme una nueva forma de ver la vida y enseñarme el valor de la perseverancia.

*A las personas que forman parte de mi vida brindándome su amistad y cariño: Sylvia, Matilde, Florecita, Eli y Norma.
¡Quien tiene un amigo tiene un tesoro!*

RECONOCIMIENTOS

*A Ruth Villaseñor, con mi mayor respeto y admiración,
por su gran enseñanza, paciencia y confianza.
El logro de este trabajo consiste en valorar lo que me brindaste.*

Al Ing. Osorio por su amabilidad y atención.

Al I.Q. Marcelino Gómez por su cimentar mi confianza.

*A eso de caer y volver a levantarte.
De fracasar y volver a comenzar.
De seguir un camino y tener que torcerlo.
De encontrar el dolor y tener que afrontarlo.
A eso, no le llames adversidad,
llámale sabiduría.*

*A eso de fijarte una meta y tener que seguir otra.
De huir de una prueba y tener que encararla.
De planear un vuelo y tener que recortarlo.
De aspirar y no poder, de querer y no saber,
de avanzar y no llegar.
A eso, no le llames castigo,
llámale enseñanza.*

*A eso, de pasar días juntos radiantes.
Días felices y días tristes.
Días de soledad y días de compañía.
A eso, no le llames rutina,
llámale experiencia.*

*A eso, de que tus ojos miren
y tus oídos oigan,
y tu cerebro funcione y tus manos trabajen.
Y tu alma irradie,
y tu sensibilidad sienta.
Y tu corazón ame.
A eso, no le llames poder humano,
llámale Milagro Divino...*

(Autor desconocido)

ÍNDICE

1. OBJETIVO.....	4
2. HIPÓTESIS.....	4
3. INTRODUCCIÓN.....	5
4. ANTECEDENTES.....	7
4.1 Tipos de mantenimiento.....	7
4.1.1 Mantenimiento Correctivo.....	7
4.1.2 Mantenimiento Preventivo.....	7
4.1.3 Mantenimiento Predictivo.....	8
4.1.4 Prevención del Mantenimiento.....	8
4.1.5 Mantenimiento Planificado.....	8
4.1.6 Mantenimiento Autónomo.....	9
4.1.7 Mantenimiento Productivo.....	9
5. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (MPT).....	10
5.1 Definición del MPT.....	10
5.2 Historia del MPT.....	12
5.3 Factores críticos de éxito para el MPT.....	14
5.4 Cinco pilares para el desarrollo de un sistema MPT.....	15
5.5 Desarrollo de un programa de Prevención del Mantenimiento.....	15
5.5.1 Confiabilidad.....	16
5.5.2 Interpretación de una "Falla" con referencia a la prueba de duración.....	18
5.5.3 Modelo tradicional de la probabilidad de falla del equipo.....	19
5.5.4 Proyecto de Ingeniería para lograr la Confiabilidad.....	20
5.5.5 Comisionamiento.....	21
5.5.6 Relación entre Mantenimiento Preventivo y Confiabilidad.....	22
5.5.7 Ventajas de un modelo de MPT apoyado en la Confiabilidad.....	22
5.6 Factor humano (equipos de trabajo).....	23
5.6.1 Compromiso de la alta dirección.....	23
5.6.2 Creencia firme en el ser humano.....	23
5.6.3 Capacitación o formación del personal.....	24
5.6.4 Formación de Grupos de Trabajo.....	25
5.6.5 Tamaño del Grupo.....	26
5.6.6 Premiación y reconocimiento.....	27
5.6.7 Promoción de las actividades de grupos pequeños.....	28

5.7	Clima organizacional	29
5.8	Mejorar la efectividad del equipo eliminando las Seis grandes Pérdidas	30
5.9	Desarrollo de un programa de Mantenimiento Autónomo	31
5.10	Mantenimiento Autónomo en Siete Pasos	32
5.11	Desarrollo de un programa de Mantenimiento Planificado	35
5.11.1	Estandarización de las actividades de Mantenimiento Planificado	35
5.11.2	Tipos de Registro	36
5.11.4	Clasificación de los Planes de Mantenimiento	37
5.11.5	Conservación y uso de los registros de mantenimiento	38
5.12	Proporcionar entrenamiento	39
5.13	Optimización	40
5.13.1	Perfeccionar la implementación del MPT	40
6.	PROPUESTA DE PLAN PARA IMPLEMENTAR EL MPT	41
7.	PROCEDIMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MPT	43
7.1	Informe a la Alta Dirección la decisión de implementar el MPT	43
7.1.1	Diagnóstico del Sistema	44
7.1.2	Informe del Proyecto en forma descendente a los siguientes niveles de organización	45
7.2	Campaña introductoria para el Personal Académico	45
7.2.1	Necesidad del cambio	46
7.2.2	Resistencia al cambio	46
7.2.3	Consideraciones para el cambio	47
7.2.4	Recomendaciones ante la resistencia al cambio	48
7.2.5	Aumentar la motivación	48
7.3	Creación de organizaciones para promover y dirigir el MPT	49
7.3.1	Formación de Comisiones	50
7.4	Establecer políticas y metas básicas del MPT	52
7.4.1	Especificar Políticas	52
7.4.2	Cuantificar metas a corto y largo plazo	52
7.5	Formular un Plan Maestro	53
7.6	Puesta en marcha del MPT	53
7.7	Desarrollar un programa de Prevención del Mantenimiento	54
7.8	Formar y capacitar Grupos de trabajo	54
7.8.1	Formación de Grupos de trabajo	54
7.8.2	Evaluación de los Grupos de Trabajo	55

7.8.3 Planear juntas con la Comisión para fijar metas y revisar resultados con los Grupos de trabajo	53
7.8.4 Capacitación de los Grupos de Trabajo.	56
7.9 Mejorar la efectividad del equipo.	58
7.10 Desarrollar un programa de Mantenimiento Autónomo	59
7.11 Desarrollar un programa de mantenimiento Planificado	60
7.12 Optimización	60
7.12.1 Hojas de verificación	61
7.12.2 Auditorías de calidad	61
8. CORRESPONDENCIA ENTRE LA NMX-EC-17025-IMNC-2000 Y LA ISO 9001-2000.....	63
8.1 NMX-EC-17025-IMNC-2000.	63
8.1.1 Alcances	63
8.2 ISO 9001-2000 (NMX-CC-9001-IMNC-2000).	64
8.2.1 Generalidades	64
8.2.2 Aplicación	65
9. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	67
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
ANEXO I.....	81
ANEXO II.....	83
ANEXO III.....	85
ANEXO IV.....	88
9. BIBLIOGRAFÍA	90

3. INTRODUCCIÓN

Nos encontramos en una nueva era económica en la que la mejora continua de la calidad de todo lo que hacemos se ha convertido en una necesidad. Esta forma de actuar y de pensar es la única que permite mantener un nivel competitivo adecuado. La calidad y la productividad están íntimamente ligadas, por lo que todo progreso logrado en la mejora de la calidad se traduce en un incremento del rendimiento y, por lo tanto, proporciona una ventaja a la institución que lo aplica, en relación con otras instituciones que no se encuentran implicadas en el cambio.

Para ser competitivos, el mejoramiento de la productividad es un factor vital, para lo cual la maquinaria y el equipo constituyen uno de los factores más importantes para lograr una ventaja competitiva sostenible a largo plazo. (Laveaga, G., 1982).

El Mantenimiento Productivo Total (MPT) hace más eficiente al proceso productivo mediante la eliminación de los problemas causados por el equipo, siendo este programa un arma estratégica hacia la calidad.

Algunas razones de la necesidad de introducir el MPT

- a) El incremento de la automatización conduce a que la calidad, la productividad, los costos, el control de inventarios, la seguridad y la salud dependan cada vez más de los equipos adecuados.
- b) La necesidad de máxima eficiencia de los aparatos para eliminar los problemas causados por las descomposturas y prolongación de la vida útil de los equipos que son cada vez más costosos.
- c) El personal de mantenimiento no es suficiente para cubrir las necesidades de emergencia de los equipos.
- d) La productividad, la seguridad, la higiene y la motivación de la compañía/institución aumentan.
- e) Una compañía/institución que no se preocupa por su propio equipo y herramientas carece de habilidades técnicas necesarias para su desarrollo.

f) Cuando los trabajos de mantenimiento son inadecuados, hay desperdicio de materiales y de energía

Cualquier institución o empresa que utiliza equipos, aparatos y/o maquinaria para la realización de su trabajo, ya sea de servicio, producción, investigación o docencia, debe contar con un sistema para su administración, control y mantenimiento para mantenerlos en la condición óptima con el propósito de crear una sinergia en toda la organización en busca de la calidad. De ahí que en esta tesis se presente una propuesta de un plan para la implementación del MPT. Aumentando la productividad de los equipos, instrumentos y/o maquinaria se facilita el Control de Calidad Total, pues aun en el caso de que el trabajo y la producción fueran autómatas, el mantenimiento sigue dependiendo en gran medida de los operarios.

Conforme la tecnología va avanzando, se va requiriendo más capacitación de los trabajadores y supervisores, y para usar esta tecnología en forma efectiva, se requiere una apropiada organización en el mantenimiento. El MPT se encarga de organizar a todos los empleados, desde la alta gerencia hasta los trabajadores de la línea de producción (Nakajima, S., 1988).

Desgraciadamente, en la cultura occidental no existe la costumbre de identificar la causa de los problemas, sino que siempre se encuentra un medio que hace soportable el defecto; dicho medio contribuye automáticamente a aumentar los costos. (Béranger, P., 1994)

Los administradores deben dejar sus escritorios de vez en cuando e ir a donde se está realizando el proceso. (Maasaki, I., 1998)

La revista "Manufacturing rises to the TPM challenge" menciona que en EUA, el 69% de las compañías que han implementado el MPT han obtenido beneficios considerables debido principalmente al aumento en la efectividad del equipo, donde más de la mitad de las ganancias las han obtenido en los primeros seis meses (Horton, K., 1997)

4. ANTECEDENTES

Para que haya una clara comprensión del área que se va a cubrir en los temas posteriores, es indispensable una definición de Mantenimiento e Ingeniería de Mantenimiento.

El Mantenimiento se refiere a las actividades cuyo fin es mantener actuales los estándares tecnológicos, administrativos y de operación (Masaaki, I, 1989)

La Ingeniería de Mantenimiento se refiere a los problemas cotidianos de conservar la planta física en buenas condiciones de operación y la función del departamento de ingeniería de mantenimiento es proporcionar los servicios técnicos de ingeniería requeridos para la operación segura y eficiente de la planta. (Morrow, L C., 1985)

4.1 Tipos de mantenimiento

4.1.1 Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo es aquel que se realiza una vez que la máquina o equipo se ha dañado

4.1.2 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es una inspección periódica para detectar condiciones que pudieran causar descomposturas, paros de producción o pérdida en detrimento de la función, combinada con mantenimiento para controlar, eliminar o evitar tales condiciones en sus primeras etapas. En otras palabras el mantenimiento preventivo es la rápida detección y tratamiento de las anomalías del equipo antes de que causen defectos o pérdidas

El Mantenimiento Preventivo consiste en dos actividades básicas inspección periódica y restauración planeada del deterioro basadas en los resultados de inspecciones. La rutina de mantenimiento diario se considera como Mantenimiento Preventivo (Nakajima, S, 1988)

4.1.3 Mantenimiento Predictivo

Es el mantenimiento que utiliza técnicas de diagnóstico para evaluar la condición del equipo durante su operación, como son señales de deterioro o falla inminente y así poder determinar cuando se requiere mantenimiento

La tecnología de diagnóstico mide la tensión en el equipo y sus malfunciones, deterioro, fuerza, desempeño y otras propiedades sin desmantelarlo. Es una tecnología para monitorear cambios continuos. Para permanecer competitivas las compañías deben cambiar del mantenimiento periódico al predictivo, en el equipo que es caro en reparación o que causa serias pérdidas si se descomponen

No es apropiado cuando no hay medio de detectar malfunciones por adelantado, tampoco es apropiado cuando los costos del monitoreo sean más altos que los costos de reparación o que las pérdidas de producción

4.1.4 Prevención del Mantenimiento

La prevención del mantenimiento tiene como meta reducir los costos de mantenimiento y pérdidas por deterioro en el equipo nuevo, considerando los datos de mantenimiento pasados y la última tecnología. En otras palabras significa diseñar e instalar equipo que será fácil de mantener y operar.

Sin las actividades de prevención del mantenimiento los problemas surgen cuando el equipo nuevo es instalado, durante las pruebas de arranque y adaptación a la producción, aunque el diseño, fabricación e instalación parezcan haber estado bien

4.1.5 Mantenimiento Planificado

Este sistema busca planificar las actividades del departamento de mantenimiento para que sean ejecutadas de acuerdo a un programa de trabajo, es decir, es el mantenimiento que ha sido

planeado de antemano de forma que el nivel de producción se optimice, los equipos sean protegidos y los recursos de mantenimiento sean utilizados efectivamente

4.1.6 Mantenimiento Autónomo

El mantenimiento autónomo se define como mantenimiento realizado por todos los empleados a través de actividades de pequeños grupos

El mantenimiento autónomo es en gran parte la clave del éxito de los programas de MPT y consiste en capacitar a los grupos de operarios para que éstos logren mantener en buen estado sus equipos por medio de la realización de revisiones diarias, lubricación, reposición de partes, reparaciones menores, revisiones de precisión y otras tareas de mantenimiento incluyendo la detección temprana de anomalías

Un sistema de mantenimiento autónomo persigue tres objetivos principales

- Unir al personal de producción con el de mantenimiento trabajando en equipo para lograr una meta común
- Lograr una mayor identificación del operario con su máquina, debe sentir que es el dueño de su equipo y que también es responsable por ella
- Capacitar al empleado sobre las funciones de su equipo, así podrá operarlo mejor, realizar algunas reparaciones y participar junto con el departamento de ingeniería de mantenimiento en sugerir mejoras para la eficiencia de la maquinaria

4.1.7 Mantenimiento Productivo

Entendemos como mantenimiento productivo la utilización del tipo de mantenimiento que más se adecue a las características de la maquinaria en términos de importancia en la línea de producción, disponibilidad y costo de repuestos, facilidad de mantenimiento y costo del equipo (valor de reposición) con el propósito de alargar la vida útil de éste

5. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (MPT)

5.1 Definición del MPT

El Mantenimiento Productivo Total (MPT) es mantenimiento dirigido a la maximización de la efectividad del equipo durante toda su vida. El MPT involucra a todos los empleados de un departamento y de todos los niveles; motiva a las personas para que realicen el mantenimiento de la planta a través de grupos pequeños y actividades voluntarias y comprende elementos básicos como el desarrollo de un sistema de mantenimiento, educación en el mantenimiento básico, habilidades para la solución de problemas y actividades para evitar las interrupciones (Masaaki, I , 1989) (Fig 1)

Una definición completa del MPT incluye los siguientes cinco elementos:

- 1 Maximizar la eficacia del equipo.
- 2 Desarrollar un sistema de Mantenimiento Productivo para toda la vida del equipo
3. Involucrar a todos los departamentos que planean, diseñan, usan o mantienen equipo en la implementación del MPT
- 4 Involucrar activamente a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los trabajadores de piso.
5. Promover el MPT a través de motivación con actividades autónomas en grupos pequeños

La palabra "total" tiene tres significados que describen las principales características del MPT.

1. Efectividad total. perseguir la eficiencia económica o rentabilidad
- 2 Sistema de Mantenimiento Total que incluye Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Productivo y Mantenimiento Autónomo.
- 3 Participación Total de todos los miembros de la organización

El Japan Institute of Plant Engineers, (hoy Japan Institute for Plant Maintenance) incluye las siguientes 5 metas

- 1 Maximizar la eficacia del equipo, desarrollando un óptimo sistema Hombre-Máquina, en el cual, el operario es responsable de su óptimo funcionamiento a través de actividades de mantenimiento diario (limpieza, lubricación, ajustes, cambios)
2. Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo por toda la vida del equipo.
- 3 Involucrar a todos los departamentos que planean, diseñan, usan o mantienen equipo, en la implementación del MPT
- 4 Involucrar activamente a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los trabajadores de piso, mejorando la calidad general del ambiente de trabajo, con lo que se persigue cambiar las actitudes y comportamientos de las personas
- 5 Promover el MPT a través de motivación con actividades autónomas de pequeños grupos (Nakajima,S.,1988)

	MPT	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
Eficiencia económica (Mantenimiento Productivo rentable)	★	★	★
Sistema Total (MP + PM)	★	★	
Mantenimiento Autónomo (Actividades en pequeños grupos)	★		

MP = Mantenimiento Preventivo
 PM = Prevención del Mantenimiento

Fig. 1 Relación entre MPT, Mantenimiento Productivo y Mantenimiento Preventivo

5.2 Historia del MPT

Después de la Segunda Guerra Mundial, las industrias japonesas determinaron que para competir prósperamente en el mercado mundial, tenían que mejorar la calidad de sus productos, así importaron técnicas de manufactura y de administración de los Estados Unidos y las adaptaron a sus circunstancias

Para mejorar el mantenimiento del equipo, Japón importó de los Estados Unidos el concepto de Mantenimiento Preventivo, hace más de 30 años. Más tarde importó otros términos que incluían: Mantenimiento Productivo, Prevención del Mantenimiento, Ingeniería de Confiabilidad. La adopción de todos éstos modelos en el ambiente industrial japonés, originó lo que se conoce como MPT. El término TPM (Total Productive Maintenance por sus siglas en inglés) o MPT (Mantenimiento Productivo Total) fue establecido en 1971 por el JIPM (Japan Institute of Plant Engineers, hoy Japan Institute for Plant Maintenance) para el mantenimiento de la planta.

El Mantenimiento Preventivo fue introducido en los años 50's, el Mantenimiento Productivo se estableció durante los años 60's y el desarrollo del MPT comenzó en los años 70's. El tiempo anterior a 1950 puede ser referido como el período del Mantenimiento de Descomposturas. (Tabla 2)

Etapa 1: Mantenimiento de descomposturas

Etapa 2. Mantenimiento Preventivo

Etapa 3. Mantenimiento Productivo

Etapa 4: MPT

En la actualidad tanto el Mantenimiento Predictivo como las técnicas de diagnóstico de equipo han llamado considerablemente la atención; éstas técnicas indican la dirección del desarrollo del Mantenimiento Preventivo.

La bondad de este enfoque se hace más evidente en las empresas de producción, donde los defectos se contabilizan en ppm (partes por millón) y donde los rendimientos se aproximan

sistemáticamente al 90%. En promedio, toma unos tres años desde que se introduce el MPT hasta que se alcanzan sus objetivos. Además, en sus primeras etapas, la compañía debe invertir en la reparación del equipo y en capacitación del personal. Este costo depende de la calidad inicial del equipo y de la experiencia del personal de mantenimiento, pero en la medida en que la productividad se eleva, los costos son reemplazados por ganancias (Nakajima,S.,1988).

AÑO	ETAPA	TEORÍAS
1950	Mantenimiento Preventivo (Establece las funciones del mantenimiento)	1951- Mantenimiento Preventivo 1954- Mantenimiento Productivo 1957- Mejoramiento del Mantenimiento
1960	Mantenimiento Productivo (Reconoce la importancia de la confiabilidad, mantenimiento y economía en los diseños de plantas)	1960 - Prevención del Mantenimiento 1962 - Ingeniería de Confiabilidad 1962 - Ingeniería de Mantenimiento • Ingeniería económica
1970	Mantenimiento Productivo Total (Logra la máxima eficiencia del Mantenimiento Preventivo a través de la participación de todos los miembros del sistema)	• Ciencias del comportamiento • Sistemas de Ingeniería • Ecología • Terotecnología • Logística

Tabla 2. Desarrollo del MPT en Japón

DuPont ha reportado ahorros por 200 millones de dólares al año solamente por haber mejorado sus prácticas de mantenimiento, otras compañías que se encuentran entre las que más ganancias han obtenido por haber implementado el MPT están Magnavox y Texas Instruments (Patterson.W.,1997)

5.3 Factores críticos de éxito para el MPT

La meta del MPT es incrementar notablemente la productividad y al mismo tiempo levantar la moral de los trabajadores y su satisfacción por el trabajo realizado.

Para alcanzar los grandes resultados que genera un sistema de MPT, toda organización debe procurar algunas metas previas, las cuales, van a constituir la base sobre la cual se sustentará el éxito de las acciones futuras. Estas bases previas son lo que podríamos llamar "factores críticos del éxito" para la implantación del MPT.

- Compromiso absoluto de la alta gerencia
- Mentalidad innovadora y de mejoramiento continuo
- Liderazgo práctico por parte de la Gerencia
- Trabajo en equipo
- Educación, capacitación
- Creencia firme en el ser humano

La conjunción de estos factores permitirá realizar un trabajo de implantación del MPT en forma más rápida, segura y con mejores resultados.

Por supuesto, merece especial mención el hecho de que se requiere una labor de planificación de las actividades por desarrollar en una forma ordenada, coherente y sistemática, traducida en un Plan Maestro que incluya las etapas de preparación, inicio, implantación y evaluación.

La alta dirección debe incorporar el MPT como parte de las políticas de la compañía. Desde este punto de vista, las actividades del MPT no deben considerarse como acciones extras sino que deben formar parte del trabajo cotidiano de la organización. Una vez fijadas las políticas y las metas, todos los empleados deben conocerlas e identificarse plenamente con ellas para desarrollar a partir de este punto las actividades de los pequeños grupos de trabajo.

5.4 Cinco pilares para el desarrollo de un sistema MPT

El desarrollo de un sistema de MPT está basado en cinco pilares o actividades principales

- 1 El mejoramiento de la eficiencia global del equipo, a través de la eliminación de las llamadas "Seis Grandes Pérdidas."
2. El establecimiento de un sistema de mantenimiento autónomo por parte de los operarios.
3. El establecimiento de un sistema de mantenimiento planificado
4. La capacitación y entrenamiento en aspectos técnicos, tanto del personal de mantenimiento como de producción
- 5 El desarrollo de un programa de administración del equipo

5.5 Desarrollo de un programa de Prevención del Mantenimiento

Las metas de las actividades de Prevención del Mantenimiento son reducir los costos de mantenimiento y pérdidas por detenoto en el equipo nuevo, considerando los datos de mantenimiento pasados y la última tecnología, cuando se diseña, para alta confiabilidad de mantenimiento, operatibilidad, seguridad y otros requerimientos. En otras palabras significa diseñar e instalar equipo que será fácil de mantener y operar

Para ejecutar las metas de Prevención del Mantenimiento, los ingenieros de ingeniería y diseño responsables del desarrollo de equipo deben ser altamente adiestrados y deben de hacer un uso completo de todos los datos técnicos disponibles, incluyendo registros de operación y mantenimiento, registros de mejoras al equipo existente, registros de desarrollo y modificación de equipo, datos técnicos de fuera, registros de actividades pasadas de Mantenimiento Preventivo, diseños estándar y listas de verificación basadas en esos datos

Sin las actividades de prevención del mantenimiento, los problemas emergen cuando el equipo nuevo es instalado durante las pruebas de arranque y adaptación a la producción, aunque el diseño, fabricación e instalación parezca haber ido bien. Si la operación normal es difícil de establecer, las

reparaciones menores, ajustes, lubricación y limpieza para prevenir deterioro y descomposturas se hace complicada y los trabajadores se desaniman

Esta clase de problemas ocurren en la etapa de arranque, y las modificaciones subsecuentes del equipo consisten en atar los cabos sueltos dejados en la etapa de diseño y fabricación

Los datos y conocimientos técnicos que representan a la experiencia acumulada de una compañía deben ser estandarizadas y puestas en forma de guía para incrementar la destreza de los diseñadores técnicos y prevenir errores. Prepare listas de verificación basados en los estándares de los artículos más importantes en cada etapa, entonces use esas listas para detectar y corregir, tan rápido como sea posible, partes fuera del estándar, errores de diseño y fabricación y otros errores

5.5.1 Confiabilidad

El Mantenimiento Preventivo por sí sólo no elimina las descomposturas, de acuerdo con los principios de la Ingeniería de la Confiabilidad, las causas de que un equipo falle están en función del tiempo

Desde principios de la década de 1950, la palabra confiabilidad o fiabilidad adquirió un significado técnico muy especial en relación con el control de calidad del producto manufacturado.

a) Definición oficial de Electronics Industries Association (EIA), citada por S.R. Calabro en "Reliability Principles and Practices" (1962)

La confiabilidad es la probabilidad de que un aparato funcione en forma adecuada durante el periodo planeado en las condiciones de trabajo que se encuentren.

b) The Bureau of Naval Weapons, U.S Department of the Navy, "Reliability. Fundamental Concepts" (1962)

La confiabilidad de un sistema, aparato, etc., es la probabilidad de que tendrá el funcionamiento esperado durante un periodo determinado en las condiciones especificadas de funcionamiento

c) Informe AGREE

- Falla. Incapacidad de un equipo para realizar la función que se requiere
- Confiabilidad. probabilidad de que no haya fallas durante la totalidad del periodo de funcionalidad establecido

d) Igor Bazovsky, "Reliability Theory and Practice", (1961)

En términos sencillos, confiabilidad de un equipo, es que no sufra un desperfecto mientras funciona. Cuando un equipo funciona bien y trabaja siempre que se necesite efectuar el trabajo para el cual se destina, se dice que ese equipo es confiable. (Grant. E ,1996)

e) ISO 8402-1986

Confiabilidad es la habilidad de un producto para realizar una función requerida bajo las condiciones establecidas durante un periodo dado.

f) Confiabilidad es aquel aspecto de la garantía de calidad que se ocupa de la calidad del funcionamiento del producto. Otra definición podría ser: "es la probabilidad de realizar, sin fallos, una función específica, en ciertas condiciones y durante un determinado periodo de tiempo".

g) El establecimiento del tiempo de operación requerido entre fallas (De otra manera, la probabilidad es un número sin significado para los productos orientados a tiempo) (Kathleen, E ,1999)

Comparando este concepto con el concepto tradicional de control de calidad, vemos que la confiabilidad tiene que ver con la calidad a largo plazo, en tanto que el control de calidad tiene que ver con el relativamente corto periodo de tiempo necesario para producir el producto. (Hansen, B ,1990)

Un punto común que salta a la vista de estas definiciones, es que la confiabilidad se define como probabilidad. Otro punto importante es que todas las definiciones implican la necesidad de la exposición exacta de lo que constituye la falla, es decir, rendimiento inadecuado o inaceptable

Debido a su mayor alcance, la confiabilidad ha sido desarrollada no sólo por la American Society for Quality Control, sino también por organismos como el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Una norma importante en ésta área es la Mil Std 781C Reliability Design Qualification and Production Acceptance Test: Exponential Distribution, emitida por el Comando Naval de Sistemas Electrónicos en 1986 (Acheson, J, 1989).

5.5.2 Interpretación de una "Falla" con referencia a la prueba de duración

En los estudios de la mortalidad humana, por lo general, no hay duda del momento del fallecimiento de una persona. Por el contrario, cuando se prueba la "vida útil" de un producto manufacturado para la inspección de aceptación, el momento de terminación de esa vida útil no lo apreciará un observador superficial. Se pueden necesitar complicados aparatos de laboratorio para encontrar el momento exacto en que el rendimiento o comportamiento deja de ser aceptable. Además, las especificaciones de lo que constituye un rendimiento aceptable, dependen, por supuesto, del uso a que se destinará el producto

Cuando un producto sencillo falla, en el sentido de que su comportamiento ya no cumple con las especificaciones, ese producto, por lo general no se puede volver a su condición original aceptable. En términos generales, se considera falla de un componente como el momento en que ha puesto fin a su duración o "vida útil".

La palabra falla, desperfecto, incumplimiento se puede definir como que ocurre cuando el valor de esa característica de calidad baja a menos de alguna cifra especificada. Además, las condiciones utilizadas en las "pruebas aceleradas" de duración probable, podrían ser más severas que las condiciones en las que ocurriría en el uso real del producto.

La experiencia en la gestión de la confiabilidad muestra sobradamente que el comportamiento de los equipos y sistemas generalmente se degrada de tres a diez veces respecto al potencial que posee el diseño original

La confiabilidad que se predice durante el diseño puede ser relativamente elevada, pero, generalmente en el prototipo acabado hay un descenso substancial de este nivel. (Enrick, N, 1989)

Para evaluar los modos de falla y las causas asociadas con el diseño de procesos de manufactura de un nuevo producto se usa el AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Falla). (González, 1999).

5.5.3 Modelo tradicional de la probabilidad de falla del equipo

La Fig 3, reproducida del informe AGREE, muestra un grupo común de suposiciones que parecen dar una descripción del tipo de fallos que presentan muchos fenómenos físicos de naturaleza aleatoria

Debido a su configuración, a la curva de tasa de falla de la Fig 3 se le ha llamado "curva de la bañera". A veces, al periodo inicial de falla prematura OA se le llama de mortalidad infantil, edad infantil, periodo de estreno, de asentamiento inicial o depuración. En el informe AGREE se describe esta curva de tasa o porcentaje de fallas como sigue.

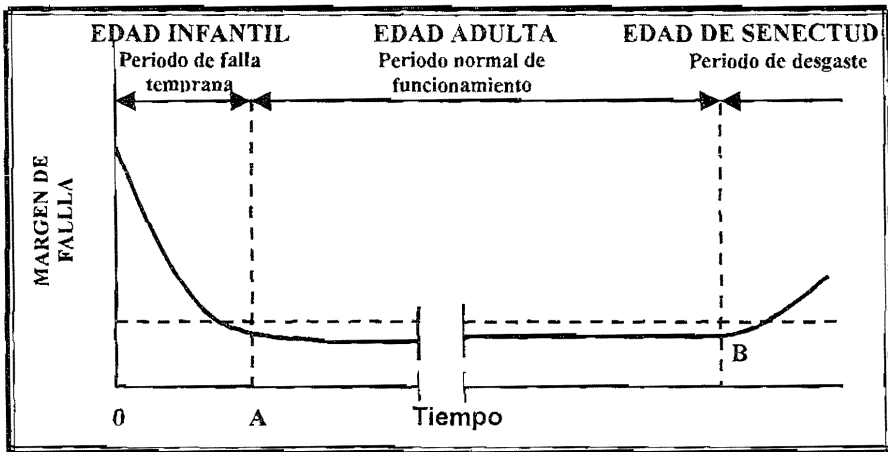


Fig. 3 Conjunto normal de suposiciones respecto al margen de falla de un equipo, en función del tiempo, en condiciones de funcionamiento ambientales constantes

El periodo de falla prematura o inicial se inicia en el primer punto durante la manufactura en que es posible el funcionamiento del equipo y continúa durante el periodo permisible mediante mantenimiento y reparación, la eliminación de piezas dudosas o que ya tenían defectos iniciales pero que no dejaban de funcionar y que no se podían reconocer como tales hasta el momento de la falla prematura. Al sustituir las piezas que tienen fallas prematuras, la tasa de falla llegará a un punto de valor más bajo (Punto C) que permanece más o menos constante y el cual define el inicio del periodo de funcionamiento normal. Debido a las técnicas usuales para suavizar las curvas necesarias para establecer un promedio a partir de puntos de datos aleatorios, se reduce mucho la exactitud para localizar un punto de inflexión, es probable que pueda surgir alguna dificultad para determinar la ubicación del punto C en la abscisa (tiempo)

El periodo de funcionamiento normal (A hasta B) es el periodo en el cual, en término de tiempo de funcionamiento del equipo, la tasa promedio de fallas se mantiene constante. (Grant, E., 1996).

Esta etapa representa la vida efectiva del producto.

En la última fase se incrementa la tasa de fallos, lo que indica el principio de los fallos debidos al desgaste del producto

5.5.4 Proyecto de Ingeniería para lograr la Confiabilidad

El proyecto debe ser tan sencillo como sea posible. La tasa de error es directamente proporcional a la complejidad. Cuanto mayor sea el número de componentes mayores serán las posibilidades de fallo. Las nuevas técnicas de Ingeniería de valores son compatibles con la confiabilidad. La Ingeniería de valores es el análisis de la función en comparación con el costo que incluye el estudio de las funciones operativas (adquisiciones, instalación, operación, mantenimiento, logística) para establecer su contribución al valor total del equipo

Cada característica se evalúa con objeto de llevar la confiabilidad a su nivel óptimo y se revisa para determinar si se pueden realizar modificaciones que reduzcan sustancialmente el costo

de obtener el grado de operabilidad, el nivel de confiabilidad, etc., que originalmente se consideró necesario. Un aumento de la confiabilidad es una consecuencia natural de la simplificación del equipo, un objetivo del análisis técnico, ya que es una indicación de que la ingeniería de valores y la confiabilidad marchan unidas.

Un elemento protegido de condiciones ambientales extremas ganará en confiabilidad. Cualquier elemento debe poder soportar dificultades ambientales a las que se verá sometido durante su vida de servicio. Con frecuencia, si no dispone de algún tipo de protección, no podrá soportar tales condiciones extremas. Así, el mantenimiento y el servicio son dos puntos importantes a tener en cuenta a la hora de realizar el proyecto de ingeniería de confiabilidad. La facilidad de mantenimiento y servicio contribuyen a aumentar la confiabilidad en el terreno. Cuanto más fácil y más rápido sea el mantenimiento, más tiempo permanecerá en servicio un elemento de confiabilidad conocida, por lo que resulta evidente que cualquier elemento que es fácil de mantener recibirá mejor mantenimiento y servicio (Hansen, B, 1990)

5.5.5 Comisionamiento

Comisionamiento es la etapa que sigue a la instalación y corrida de pruebas y termina hasta lograr una operación normal. Se hace una severa revisión y se hacen esfuerzos para prevenir defectos. El comisionamiento es la última oportunidad para detectar y corregir defectos de diseño que son imposibles de predecir. La depuración en esta etapa identifica problemas en la estabilización de la calidad del producto, alimentación de las materias primas y el manejo de materiales en el taller. En esta etapa se preparan manuales de operación y de herramientas, estándares para mantenimiento rutinario de lubricación, inspección, servicio de rutina, etc. Incluye entrenar al personal de mantenimiento y operación para cuando maneje el equipo.

5.5.6 Relación entre Mantenimiento Preventivo y Confiabilidad

La Fig 4 nos muestra las causas que provocan una disminución en el tiempo de vida de un producto/equipo y las contramedidas que hay que tomar para disminuir las fallas tempranas, aumentar el periodo normal de funcionamiento y reducir el periodo de desgaste mediante Prevención del Mantenimiento

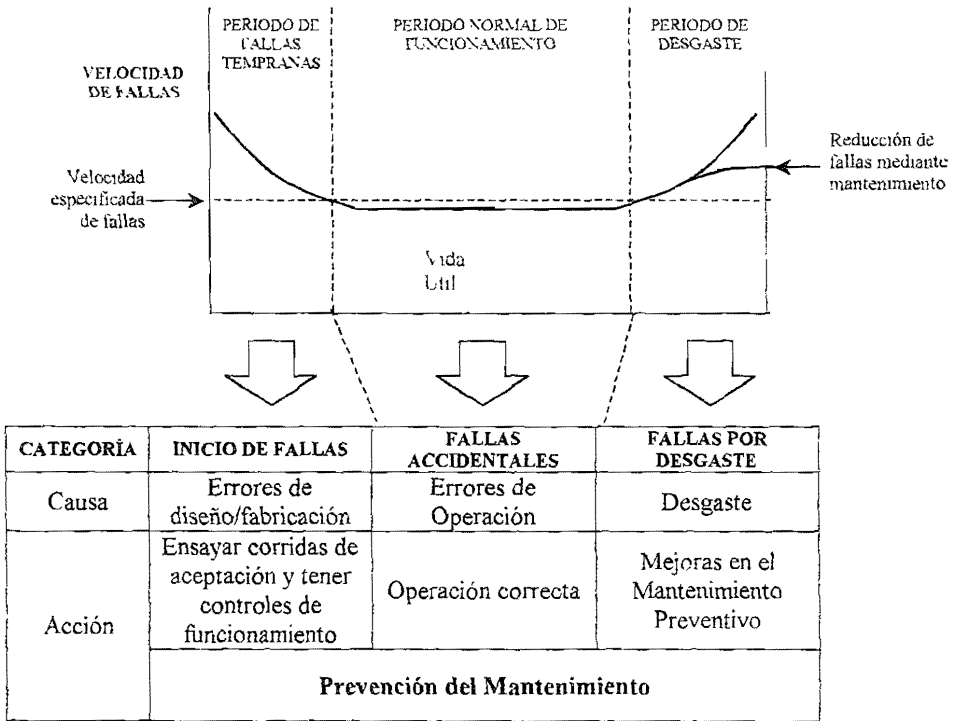


Fig.4 Relación entre Confiabilidad y Prevención del Mantenimiento

5.5.7 Ventajas de un modelo de MPT apoyado en la Confiabilidad

Las ventajas que presenta tener un modelo de MPT apoyado en la Confiabilidad son

- Evitar crisis en el arranque del equipo

- Formar grupos de trabajo integrados por personal del Departamento de Mantenimiento y operadores
- Aumentar el tiempo de vida media del equipo
- Minimizar costos de reparación

Muchas compañías han reconocido que el mantenimiento enfocado a la confiabilidad es crítico para el éxito de la compañía. (Moore, R., 1997)

Para más información acerca de la relación entre MPT y Confiabilidad ver Roup, J., 1999

5.6 Factor humano (equipos de trabajo)

5.6.1 Compromiso de la alta dirección

Para iniciar la aplicación del MPT en la institución, es necesario que los trabajadores se enteren de que la alta dirección tiene un serio compromiso con el programa, de lo contrario nada se logrará si la dirección no se compromete, participa activamente en el programa y lucha por comprometer a su gente.

Es la fuerza de trabajo quien resuelve los problemas y provee la entrada que asegura el éxito, pero sin el compromiso y el involucramiento de la dirección, aun su mayor esfuerzo no triunfará. (Nakajima, S , 1988)

5.6.2 Creencia firme en el ser humano

Los Grupos de Trabajo son los encargados de eliminar las seis grandes pérdidas, de proporcionar Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Planificado.

El factor humano es el más valioso activo de las empresas e instituciones. A su vez lo más preciado de este factor es el conocimiento. Este poder cerebral e inteligencia es determinante en el individuo para poder lograr el éxito. Por tanto, hoy día uno de los factores más importantes de

producción es el conocimiento, éste es intangible, la manera de medirlo es a través de los resultados que logran las personas en grupos que se forman de manera voluntaria o mandatoria en las empresas o instituciones (González, C., 1990)

5.6.3 Capacitación o formación del personal

Día tras día los operadores deben mantener el equipo operando normalmente, pero ellos raramente entienden el funcionamiento del equipo que usan. En el MPT las funciones de mantenimiento que se enseñan a los operadores salvan esa situación. El programa de entrenamiento de mantenimiento para operadores de equipo recomendada por JIPM incluye una semana de información básica y entrenamiento en la compañía, seguida por una instrucción diaria, uno por uno en el taller de la fábrica por personal de mantenimiento.

La capacidad y habilidad ejecutiva claves son administrar el intelecto humano y traducirlo en productos y servicios o productos y servicios útiles. Si aplicamos el concepto de 5W-2H al llamado "recurso intelectual", tendremos:

- **Know what (Saber qué).** Control básico de una disciplina que el profesional logra mediante un entrenamiento y la consecuente certificación. Se trata de un aspecto que debe mejorar continuamente, por tanto, nunca será suficiente ni terminada.
- **Know who (Saber quién).** Los expertos en la certificación ISO 9000 dicen que hay tres condiciones dentro de la empresa que deben cumplir quienes desean certificarse: 1) si se mueve (factor humano); capacitarlo, 2) si no se mueve (equipo e instrumentos); ajustar y calibrar, 3) todo va por escrito. Por lo tanto, TODOS debemos ser capacitados y entrenados constantemente.
- **Know where (Saber dónde).** Especifica lugar, galaxia, sistema, planeta, continente, país, longitud, latitud, altitud, profundidad, estado, prefectura, ciudad, municipio, pueblo, región, estado, planta, departamento, área, sección, arriba, abajo, izquierda, derecha, centro, cabeza, pies, manos, cara, boca, ojos, manos, dedos, uñas, tejido, células, núcleo, etc.

- **Know when (saber cuándo).** La dimensión tiempo es otro parámetro de suma importancia. La división en pasado, presente y futuro ubica los problemas generalmente gestados en el pasado. se requiere conocimiento e información para tomar las decisiones en el presente al elegir la mejor opción o alternativa; el futuro dependerá de la planeación desarrollada y aplicada. El acotamiento puede ser en eras, millones de años, milenios, siglos, décadas, lustros, años, meses, semanas, días, horas, minutos, segundos (1), décimos (0.1), centésimos (0.01) o milésimos (0.001) de segundo, microsegundos (10^{-6}), nanosegundos (10^{-9}), picosegundos (10^{-12}), femtosegundos (10^{-15}) o attosegundos (10^{-18}), zeptosegundos (10^{-21}) y yoctosegundos (10^{-24}).
- **Know why (saber por qué).** Comprensión total de la red de relaciones causa y efecto que pertenecen a un tema, materia o disciplina. Sobre todo si se aplica a los procesos y los ciclos del mismo.

Cuidar el porqué consiste de la voluntad, motivación y adaptabilidad para el éxito, ya que los grupos altamente motivados y creativos, con frecuencia superan a otros con mayores recursos económicos

- **Know how (saber cómo).** Traducción del aprendizaje en una ejecución efectiva. Capacidad para aplicar las normas o leyes de una disciplina a los problemas presentes y potenciales del mundo real, al crear valor agregado a productos y servicios, o productos servicios
- **Know how many, how much (saber cuántos #, cuántos \$).** Puede ser determinado en variables (en unidades) o en atributos (insuficiente, suficiente), respecto a cuánto conocimiento, mínimo, promedio, o máximo es necesario para las diferentes áreas, departamentos, regiones, y cuánto dinero es necesario invertir

5.6.4 Formación de Grupos de Trabajo

Los grupos o equipos de trabajo se forman para cumplir objetivos específicos. Si no hay objetivos, entonces no hay razón para formar el grupo

En las empresas el objetivo está enfocado a un propósito de empresa específico. El propósito puede ser un término corto tal como resolver un problema. Un grupo puede ser formado con un propósito de largo plazo, como diseño, producción, vender un producto o servicio o desarrollar un plan estratégico.

Los diferentes propósitos afectarán la composición del grupo. Un propósito de corto plazo se beneficiará de personas con experiencia previa en grupos y entrenamiento, quienes puedan rápidamente trabajar juntos y enfocarse en el tema. Un propósito de largo plazo permite el entrenamiento y crecimiento del grupo para ser integrado en el cumplimiento del propósito.

La diversidad en la membresía del grupo es la mejor oportunidad para romper y destruir los antiguos paradigmas. Hay dos formas para tener la diversidad de los grupos. Una es mezclar individuos o miembros desde los diferentes niveles de la organización. Otro es mezclar desde diferentes departamentos y líneas funcionales cruzadas, agregando diferentes niveles.

Si un grupo se enfoca en un proceso particular, debe haber un experto del proceso. Un grupo formado solamente por expertos tiene poca oportunidad de ver una situación diferente. El patrocinio del grupo debe venir desde la más alta autoridad que quiere un cambio positivo o un propietario del proceso con un problema.

5.6.5 Tamaño del Grupo

Los grupos son formados por individuos, quienes constantemente cambian y crecen. La clave es ser flexible. Los grupos se forman para satisfacer necesidades individuales, así como para lograr el propósito; las personas necesitan sentirse incluidas, y tener algún control o influencia sobre el resultado del esfuerzo del grupo. La comunicación es el vehículo que permite que cada una de las necesidades sean satisfechas. La concentración sobre un propósito común solamente es posible si las necesidades individuales son satisfechas.

La comunicación toma tiempo. Conforme los grupos crecen, las necesidades de comunicación se incrementan rápidamente. Es fácil alcanzar el punto cuando solo el grupo cumple las necesidades individuales y ningún tiempo se deja para cumplir su propósito.

La comunicación es también afectada por el conocimiento del proyecto por los miembros del grupo. La diversidad es vital para la creatividad, pero el grupo debe también tener algún experto.

Para encontrar el tamaño ideal para su grupo, considere

- El propósito del grupo
- Las habilidades que cada persona aporta al grupo
- El tiempo disponible para el proceso vital de comunicación

La creatividad del grupo crece en relación directa conforme el tamaño y diversidad. Puede convertirse en confusión, conforme el tamaño de un grupo crece, por lo que es más difícil alcanzar el consenso. (González, C., 1999). (Ver Fig. 5)

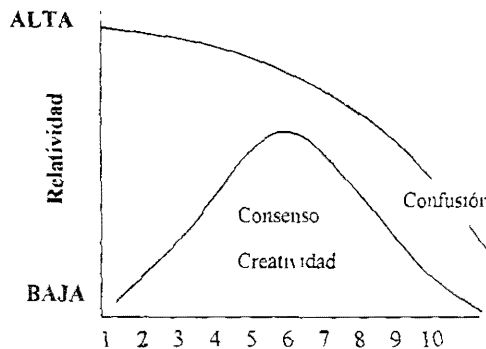


Fig. 5 Relación entre tamaño de grupo y creatividad

5.6.6 Premiación y reconocimiento

Todo programa de trabajo en equipo debe tener un sistema de compensación o premiación no basado en lo individual. Este plan debe ser consistente con las políticas de la empresa o institución, por lo que ciertos principios no pueden variar.

- En el largo plazo, un sistema de premiación no puede abusar del presupuesto establecido y debe estar acorde con los resultados del grupo
- Premiaciones no individuales para animar el trabajo en equipo.
- Animar a los miembros para obtener el conocimiento y las habilidades que adicionan valor al grupo. Aceptar sus contribuciones para asegurar el incentivo y participación personal

La premiación y el reconocimiento ayuda a establecer el camino que seguirán las personas
 Para animar el trabajo en equipo, cada miembro del grupo debe recibir o tener la oportunidad de recibir igual reconocimiento

Los reconocimientos especiales se otorgan por.

- Aceptación
- Ánimo
- Una oportunidad de ser escuchado
- Honestidad
- Crítica constructiva
- Honesto agradecimiento
- “Echar una mano”

Estos reconocimientos especiales deben ser día a día y fortalecen al grupo. (Fujikoshi, K, 1990)

5.6.7 Promoción de las actividades de grupos pequeños

Las actividades de los grupos pequeños deben estar basados en la administración participativa, para mejorar la productividad y las condiciones de trabajo. Los trabajadores son los jugadores líderes, ejerciendo su responsabilidad más bien que seguir órdenes o hacer lo suficiente para ganarse la paga. Cada trabajador administra su trabajo autónomamente procurando mejores resultados. Mientras los trabajadores deben jugar un papel de líder, al mismo tiempo los

administradores deben llevar una gran parte del trabajo para mantener a los trabajadores motivados. Cuatro factores son importantes en la motivación de las actividades por grupos pequeños.

- Reconozca la importancia del trabajo. Un trabajador debe entender la importancia de su trabajo para tomar responsabilidad por él y querer hacerlo bien.
- Seleccione y ejecute metas. El seleccionar metas y promover su cumplimiento puede ser una manera efectiva para motivar gente. Los administradores deben tener cuidado al guiar a los grupos pequeños para que seleccionen metas de acuerdo a las metas anuales de la compañía.
- Actúe sobre sugerencias. El número de sugerencias propuestas por los trabajadores individuales ha sido vista como una medida de la forma en que se han llevado las actividades de los grupos pequeños. Si se producen buenos resultados cuando una sugerencia es adoptada e implementada, los que propusieron tienen un sentimiento gratificante de cumplimiento.
- Recompense los esfuerzos de los trabajadores. Las recompensas intrínsecas son las que motivan a la gente y son usualmente dados por el cumplimiento de metas y por sugerencias prósperas. (González, C., 1999) (Fig 6)

5.7 Clima organizacional

Un lugar de trabajo debe contar con un buen Clima Organizacional, que refleje la interacción entre las características laborales personales y la organización.

El Clima Organizacional es un fenómeno que media entre los factores del sistema organizacional y las tendencias motivacionales que se traducen en un comportamiento que tiene consecuencias sobre la organización (productividad, satisfacción, desempeño, etc.)

A fin de comprender mejor el concepto de Clima Organizacional es necesario resaltar los siguientes elementos

- El Clima se refiere a las características del medio ambiente de trabajo, como orden, limpieza, respeto, comunicación, confianza, optimismo, etc
- Estas características son percibidas directa o indirectamente por las personas que se desempeñan en ese medio ambiente
- El Clima tiene repercusiones en el comportamiento laboral
- El Clima es una variable que media entre los factores del sistema organizacional y el comportamiento individual.
- Estas características de la organización son relativamente permanentes en el tiempo, se diferencian de una organización a otra y de una sección a otra dentro de una misma empresa
- El Clima, junto con las estructuras y características organizacionales y los individuos que la componen, forman un sistema interdependiente altamente dinámico. (Pulido, S ,1991).

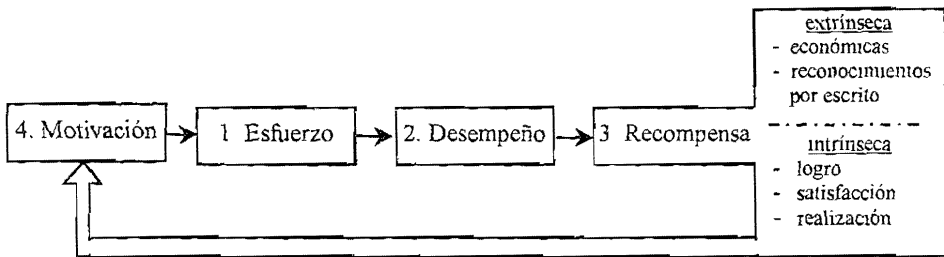


Fig. 6 Las recompensas son la base de la motivación. Las personas se sienten satisfechas o no, motivadas o no, dependiendo de las recompensas que reciben por su desempeño.

5.8 Mejorar la efectividad del equipo eliminando las Seis grandes Pérdidas

El MPT busca mejorar la eficiencia global del equipo, instrumentos y/o maquinaria a través de la eliminación de los seis principales obstáculos que producen pérdidas:

- 1 Fallas del equipo (breakdowns) El equipo debe trabajar bajo la condición de Cero Defectos.

2. **Tiempo de instalación y ajuste (Set up and adjustment).** Tiempo necesario para ajustar un equipo, instrumento y/o maquinaria para que trabaje bajo sus condiciones normales de operación.
3. **Pérdidas al arranque (Reduced yield).** Tiempo transcurrido desde que arranca una equipo, instrumento y/o máquina hasta que se estabiliza
4. **Paradas momentáneas (Idling losses).** Tiempo perdido debido a operaciones anormales del equipo, instrumento y/o maquinaria
5. **Pérdidas de velocidad de operación (Reduced speed).** Diferencia entre la velocidad de trabajo diseñada para el equipo y la velocidad de trabajo práctica
6. **Defectos del proceso (Process defects)** Son no conformidades debidas a defectos en la calidad del producto

5.9 Desarrollo de un programa de Mantenimiento Autónomo

El Mantenimiento Autónomo es el mantenimiento desempeñado por los operadores del equipo. Idealmente, quién opera el equipo debería darle mantenimiento. En el fondo, el mantenimiento autónomo es prevención del deterioro.

El mantenimiento autónomo es en gran parte la clave del éxito de los programas de MPT y consiste en capacitar a los grupos de operarios para que éstos logren mantener en buen estado sus equipos por medio de la realización de chequeos diarios, lubricación, reposición de partes, reparaciones menores, revisiones de precisión y otras tareas de mantenimiento incluyendo la detección temprana de anomalías.

El Mantenimiento Autónomo no es una actividad voluntaria. Todos los participantes deben entender que las actividades de Mantenimiento Autónomo son mandatorias y necesarias, además, esas actividades son vitales, necesariamente parte del trabajo diario.

Si se hiciera una analogía con la filosofía de Calidad Total (TQM), podría decirse que así como ese movimiento pretende sacar la responsabilidad de calidad de un departamento y convertirla en asunto de todos en la empresa, el MPT busca eliminar el paradigma de que la maquinaria es responsabilidad exclusiva del departamento de mantenimiento, y por el contrario, deben ser todos los funcionarios en la organización los que deban velar por el equipo.

Así pues, el sistema de Mantenimiento Autónomo persigue tres objetivos principales

- 1 Unir al personal de producción con el de mantenimiento trabajando en equipo para lograr una meta común
- 2 Lograr una mayor identificación del operario con su equipo, instrumento y/o máquina, debe sentir que es el dueño de su equipo y que también es responsable por ella
- 3 Capacitar al empleado sobre las funciones de su equipo, así podrá operarlo mejor, realizar algunas reparaciones y participar junto con el departamento de ingeniería en sugerir mejoras para la eficiencia de la maquinaria.

5.10 Mantenimiento Autónomo en Siete Pasos

Dentro de un sistema de Mantenimiento Autónomo, los operadores deben ser entrenados para ser capaces de llevar a cabo las siguientes actividades de Mantenimiento Preventivo.

1. Limpieza inicial

Significa remover suciedad, aceite, polvo y cosas que se adhieren a las máquinas, dados, plantillas, materia prima, piezas de trabajo, etc

Los operadores pueden tener alguna resistencia psicológica para inspeccionar cuidadosamente un equipo sucio. Limpiar es inspeccionar, al tocar y ver cada parte del equipo detectan defectos ocultos y anomalías como vibración, calentamiento y ruido. Además se gana respeto por el equipo dando una limpieza inicial, se genera también muchas preguntas como que

clase de mal funcionamiento ocurre cuando las partes están sucias, que causa esta contaminación, como puede prevenirse, hay una manera fácil de hacerlo, que partes están desgastadas, etc

Usando la experiencia ganada en la limpieza y prevención de la contaminación, los operadores identifican las condiciones óptimas para su equipo

2 Acciones Correctivas

Los operadores al detectar anomalías pueden ser llamados "sensores humanos"

- Reemplazo de partes o toma de medidas de emergencia
- Ajuste de tornillos
- Ayuda en reparaciones de emergencia
- Mantenimiento de las condiciones básicas de los equipos
- Asegurar la correcta operación de los equipos

3 Fijar estándares de lubricación

Asegurar la apropiada lubricación es el segundo punto para que los operadores ayuden a establecer las condiciones básicas del equipo.

El grupo de mantenimiento autónomo debe entonces preparar los estándares de operación requeridos para mantener las condiciones óptimas de lubricación del equipo. El mayor obstáculo para la adherencia a los estándares ocurre cuando no es la misma gente quien los fija que quién los sigue. Más que forzar a los operadores a seguir estándares los supervisores debenan apoyar sus esfuerzos de la siguiente manera

Explique claramente porque los estándares deben ser seguidos y que pasa cuando no son seguidos. Esté seguro que los operadores tienen las suficientes destrezas para seguir los estándares

4 Inspección general

Durante la actividad de inspección, la cooperación del departamento de mantenimiento es crucial. En esta etapa, los operadores descubren una gran cantidad de deterioro. Más de la mitad del mal funcionamiento encontrado tendrán que ser reparados por mantenimiento.

La apropiada fijación es la forma en la que los operadores ayudan a inspeccionar las condiciones básicas del equipo. Las tuercas y tornillos flojos y otros medios de fijación pueden causar pérdidas mayores directa o indirectamente. Los problemas también ocurren cuando se fijan piezas y se desconoce el apropiado torque resultando en piezas sueltas o apretado disparejo. Para eliminar piezas sueltas y eliminar vibración use piezas de presión, coloque marcas o puntos de referencia en las tuercas y tornillos para ayudar y visualizar fácilmente las piezas flojas.

Cada vez que una inspección general de un equipo se complete, los grupos deberán considerar que inspección de rutina se requiere para mantener el estado mejorado del equipo y preparar los estándares preliminares de inspección autónoma.

- 5 **Inspección Autónoma:** Comparar y reevaluar los pasos 1, 2 y 3 para eliminar inconsistencias y asegurarse que se ajusten a las metas establecidas.
- 6 **Organización:** El material más importante para el entrenamiento son los manuales y las hojas de chequeo, considere que información técnica se requiere saber para conducir inspecciones, se debe proveer suficientes detalles en las funciones básicas, mecanismos y componentes de las unidades a ser inspeccionadas junto con los nombres y funciones de las partes, los criterios y métodos de inspección, aparición, causas y tratamiento del deterioro. Cubriendo estos tópicos completamente enseñará a los operadores la importancia de las condiciones básicas del equipo. Los manuales por sí solos no transmiten un completo entendimiento de los temas, se deben usar ayudas como modelos cortados, gráficas entendibles, partes deterioradas o quebradas.
- 7 **Calibración:** Todo el equipo que requiera calibración deberá ser etiquetado para indicar el estado de calibración, incluyendo la fecha de la última calibración y criterio de expiración.

5.11 Desarrollo de un programa de Mantenimiento Planificado

Este sistema de mantenimiento busca planificar las actividades de los Grupos de Trabajo y del Departamento de Mantenimiento para que sean ejecutadas de acuerdo a un programa de trabajo

Algunos puntos por tomar en cuenta en el desarrollo del Mantenimiento Planificado:

- Condición inicial del equipo o maquinaria para determinar la frecuencia de mantenimiento que se debe aplicar (cada 8 días, cada 15 días, todos los 25 del mes).
- Coordinación y de las actividades entre Grupos de Trabajo y Departamento de Mantenimiento.
 - Grupos de Trabajo Mantenimiento Autónomo y Preventivo.
 - Departamento de Mantenimiento Prevención del Mantenimiento, Eliminación de las Seis Grandes Perdidas, proporcionar entrenamiento a los grupos de trabajo.

Dentro de las actividades que corresponden al departamento de mantenimiento, ya que están más allá del alcance de los Grupos de Trabajo, se encuentran:

- Tareas que requieran destrezas especiales
- Reparaciones totales en las cuales el deterioro no es visible desde afuera
- Reparaciones a equipo que es difícil de desarmar
- Tareas que requieran medidas especiales
- Tareas que supongan altos riesgos de seguridad.

5.11.1 Estandarización de las actividades de Mantenimiento Planificado

Las actividades de mantenimiento deben ser estandarizadas en documentos que se manejen como registros o manuales, existen varias razones para estandarizar estas actividades:

- 1 Las diversas actividades de mantenimiento no pueden ser ejecutadas efectivamente si cada quién las lleva a cabo a su modo

2. Las técnicas y destrezas de mantenimiento llevan largo tiempo para ser ejecutadas adecuadamente

La estandarización dirige estos problemas incorporando manuales. Tales documentos permiten que un gran número de trabajadores, incluyendo los nuevos, hagan el trabajo que previamente fue hecho por trabajadores con experiencia. Esta capacidad de entrenar e involucrar muchos individuos en el trabajo de mantenimiento es clave para desarrollar un programa eficiente de mantenimiento, para información sobre Manuales de mantenimiento Industrial vea Morrow, 1984.

Los estándares se deben revisar al menos una vez al año

5.11.2 Tipos de Registro

Hay una gran variedad de tipos de registros de mantenimiento, los siguientes son los tipos de registros requeridos en el MPT

- 1 Registros de desempeño del equipo. Indican como debe ser operado el equipo, deben incluir las dimensiones, la capacidad, el funcionamiento, los materiales con que están hechas sus partes principales, la cantidad de energía eléctrica, vapor o agua necesaria para su operación, así como desempeños principales: precisión y exactitud
- 2 Registros de control de partes de repuesto. Cubren la calidad de los materiales y partes de repuesto, deben estar basados en las especificaciones del equipo. Estos estándares tienen tres propósitos.
 - a) Promover la confiabilidad del equipo y extender su período de vida a través de la compra, fabricación y almacenaje de partes.
 - b) Asegurar que las partes de repuesto necesarias estén disponibles cuando se necesiten y así minimizar los paros por descomposturas o para mantenimiento

c) Reducir inventarios y costos de almacenamiento

3. Registros de inspección. Son técnicas para medir o determinar el deterioro. Especifica el área y objetos a ser inspeccionado, los intervalos de inspección, métodos, instrumentos de medición, criterio de evaluación, acción correctiva a tomar, etc. Incluye dibujos ilustrativos y fotografías.
4. Registros de servicio. Especifican como dar servicio de rutina con herramientas de mano. Incluyen guías y métodos para diferentes tipos de servicio, tal como limpieza, lubricación, ajuste y partes de reemplazo.
6. Registros de reparación. Especifican condiciones y métodos para el trabajo de reparación. Los estándares de reparación usualmente incluyen métodos de reparación y horas de trabajo.
7. Bitácora del equipo. Se deben mantener por la vida del equipo incluyendo, fechas, localización, detalle y costos para las descomposturas que se repararon, el mantenimiento periódico y mejoras, así como nombres, modelos, tamaños y números de partes y manufactureros.
8. Registro de los costos de mantenimiento.

5.11.4 Clasificación de los Planes de Mantenimiento

Los planes de mantenimiento son clasificados por período o por proyecto

1. Plan de mantenimiento anual

Se designa para asegurar la confiabilidad del equipo por largo plazo

- Categorice el trabajo en orden de importancia, enfóquese en lo importante

- Calcule los intervalos de mantenimiento, haga pruebas de estimación del alcance de vida del equipo, componente por componente, parte por parte y decida los intervalos de mantenimiento, preferentemente usando los intervalos de descomposturas
- Estime la lista de trabajo y los costos y tiempos de mantenimiento, use los planes de producción anual y las metas de desempeño del equipo para estimar el número de días caídos y el tiempo requerido para el trabajo de mantenimiento y confírmelo contra el presupuesto

2. Planes de mantenimiento mensual

Son planes de acción para hacer el trabajo requerido por el plan de mantenimiento anual

- Determine las prioridades del trabajo
- Estime la mano de obra y costos.
- Prepare listas de trabajo, divida el trabajo en semanas, empezando con el trabajo que ha de ser hecho en días designados o durante paros

3. Planes para proyectos mayores de mantenimiento.

Son trabajos grandes, como reparaciones periódicas o trabajo de cambio que requiere apagar el equipo por un determinado tiempo. Este mantenimiento es costoso y consume mucho tiempo, así que el objetivo más importante es reducir su duración

5.11.5 Conservación y uso de los registros de mantenimiento

Documentar los resultados es una actividad importante en el mantenimiento, la calidad del mantenimiento se refleja en estos registros. Los integrantes de los grupos de trabajo deben entender el propósito de la conservación de registros, para qué son mantenidos, qué está siendo controlado y como se deben de usar

Deben tomarse las siguientes precauciones al mantener registros de mantenimiento

- Clarifique quién es el que llena las formas, qué debe registrarse, cuando se debe llenar, en que lugar se llenarán, porqué deben ser llenadas y como deben ser llenadas
- Registre las descomposturas. Describa condiciones en la descompostura tan detalladas como sea posible. Identifique condiciones anormales que condujeron a la descompostura. Ilustre con diagramas o dibujos, indique la localización y descripción a través de dibujos o diagramas que hacen el reporte más fácil de entender
- Computarice los registros de mantenimiento. La deducción y análisis de los registros de mantenimiento toma muchas horas, el uso apropiado de computadoras reduce las horas-hombre y hace más accesibles los datos

Toda ésta información sirve como herramienta para mantener a los empleados concientes de sus responsabilidades dentro del programa de calidad. Con una redacción apropiada puede convertirse en parte del Manual de Calidad de la Institución, ya que la mayor parte de las normas de calidad señalan como requisito estos documentos. Otras buenas razones para elaborarlos son que reducen la “curva de aprendizaje” causada por la rotación de empleados y de ésta forma ayuda a la continuidad de los acontecimientos, así mismo son documentos de entrenamiento efectivos (Stebbig, L,1991). Para mayor información acerca de Manuales de calidad ver NMX-CC-018.1996 IMNC

5.12 Proporcionar entrenamiento

El establecimiento de un sistema de capacitación y entrenamiento permanente pretende mejorar la capacidad del manejo y conocimiento del equipo, instrumentos y/o maquinaria, tanto del personal que lo opera como del personal del mantenimiento

En este sentido, para la implantación exitosa del MPT, será absolutamente necesario que el personal adquiera las siguientes destrezas

- Los operarios de planta deben ser capacitados para llevar adelante el mantenimiento autónomo y entender su propio equipo.
- El personal de mantenimiento debe ser entrenado para mejorar su capacidad técnica y para poder implantar poco a poco el mantenimiento productivo

El programa de capacitación y entrenamiento pretende que el operario maneje los criterios necesarios para ser capaz de juzgar si algo está normal o no, cumpla estrictamente las reglas de funcionamiento de la maquinaria y dar una respuesta rápida a las anomalías

A continuación se indican los principales tópicos en que debe capacitarse el personal de planta

- 1 Manejo correcto del concepto de Productividad y el propósito y procedimientos de implantación de 5S, células de trabajo y MPT.
- 2 Guía general de sistemas de producción, maquinaria y equipo
3. Principios de funcionamiento y operación de los equipos.
- 4 Relación entre defectos de las máquinas y calidad.
5. Utilización de instrumentos de medida y herramientas de mantenimiento
- 6 Conocimiento de las partes neumáticas, hidráulicas y circuitos eléctricos de las máquinas.
- 7 Métodos de control visual de anomalías en temperatura, vibraciones, y medidores.
Causas de cambio en la condición de los equipos

5.13 Optimización

5.13.1 Perfeccionar la implementación del MPT

El perfeccionamiento de la implementación del MPT se consigue mediante la evaluación de los resultados obtenidos después del tiempo establecido para su implementación inicial. Esta evaluación se puede realizar mediante el uso de Hojas de verificación o mediante Auditorías

6. PROPUESTA DE PLAN PARA IMPLEMENTAR EL MPT

A continuación se listan los doce pasos básicos publicados por JIPM para la implementación del MPT, que se encuentran reportados en 4 etapas que son

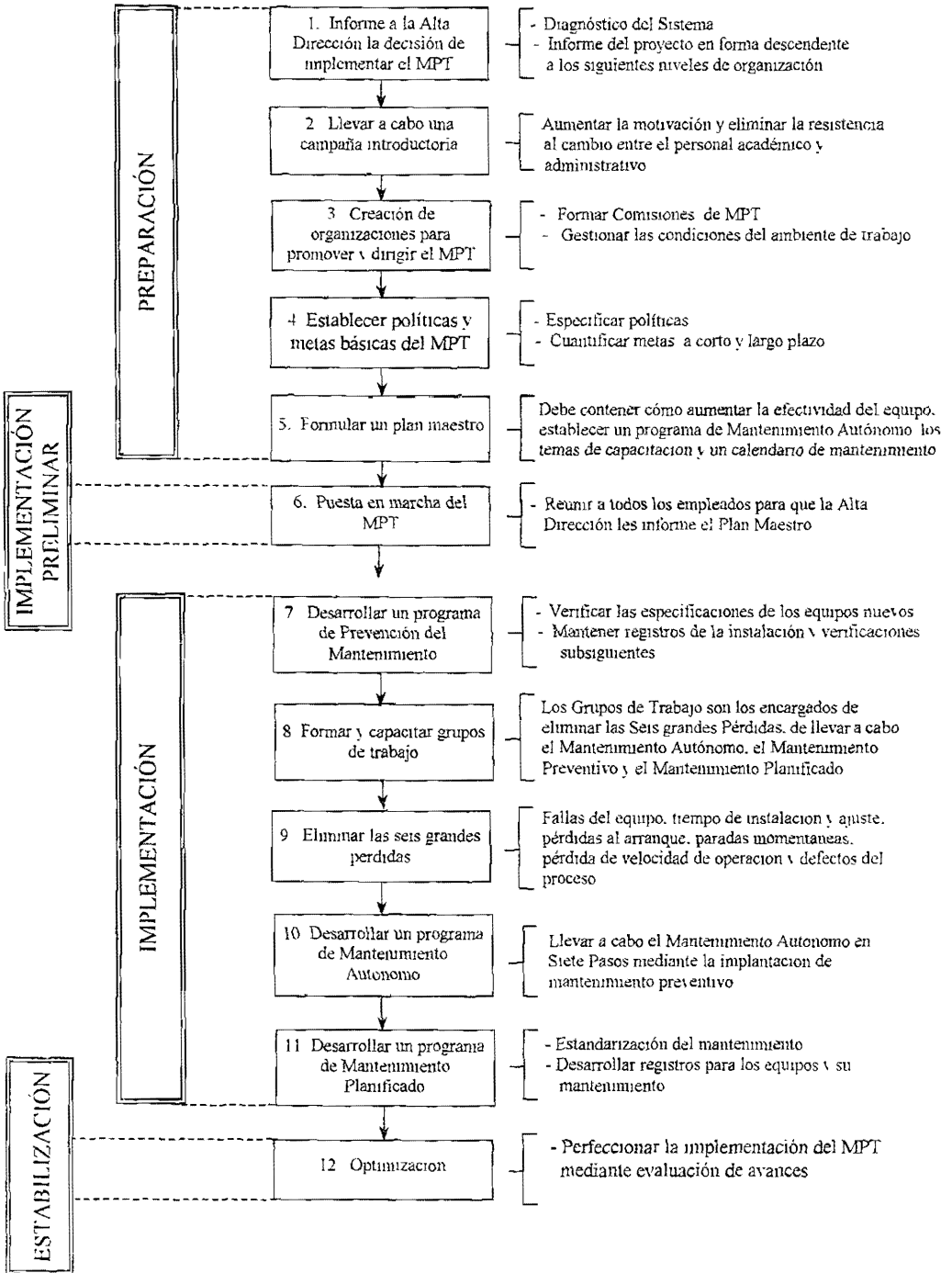
- 1) Preparación
- 2) Implementación preliminar
- 3) Implementación
- 4) Estabilización

En la etapa de “Preparación” se crea un ambiente adecuado para la introducción del MPT, en la etapa de “Implementación preliminar” se consigue una atmósfera que incrementa la motivación y dedicación de los trabajadores, en la etapa de “Implementación” se desarrollan las actividades propias del MPT y por último, en la etapa de “Estabilización” se perfecciona la implementación y se proponen metas más altas, en un estado donde cada trabajador mejora continuamente los resultados obtenidos

Si se desea saber la influencia de las variables tales como el país, el tipo de industria o las características de la compañía antes de implementar el MPT, es recomendable revisar el trabajo de Kathleen, E ,1999. que investiga la influencia de éstas variables en 97 plantas de 3 países

A continuación se presentan la Propuesta de Plan para la Implementación del MPT tomando como modelo al Departamento de Alimentos y Biotecnología a nivel Licenciatura de la Facultad de Química, UNAM

PROPUESTA DE PLAN PARA IMPLEMENTAR EL MPT



7. PROCEDIMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MPT

7.1 Informe a la Alta Dirección la decisión de implementar el MPT

El primer objetivo de una presentación de un modelo de calidad es convencer a la Alta Dirección de que apoye un programa de mejora, esto se hace presentando sencillos resúmenes del diagnóstico actual del sistema y de los costos totales de calidad y estimaciones de rendimiento de la inversión para proyectos concreto. (Jurán, J, 1995) Para más información acerca de los costos de mantenimiento ver Lawrence, D., 1997

El segundo paso es el convencimiento de la Alta Dirección de implementar el MPT en la organización. La comunicación puede realizarse mediante una presentación formal que abarque el concepto, las metas, los beneficios y el plan para implementar el MPT

Para ofrecer una presentación oficial de la implementación del MPT es necesario haber hecho previamente un Diagnóstico del Sistema que nos indique en que estado se encuentra, y en base a ello poder trazar las metas específicas, así como tener una aproximación de los costos y el tiempo requerido

Una vez que se cuenta con el Diagnóstico del Sistema, el líder del proyecto es la persona más indicada para preparar y exponer a la Alta Dirección el proyecto de implementación, éste proyecto es evaluado y aprobado por la Dirección y si es necesario, se realizan los cambios correspondientes. En caso de que la organización no esté dispuesta a adoptar el proyecto de implementación, se puede promover a un nivel superior o incluso a otra Institución, ya que la estructura principal es la misma. Fig. 7

El papel de la Alta Dirección también comprende fijar a cada uno el papel que va a desempeñar, proponer los problemas culturales a resolver, definir los terrenos más favorables y los enfoques más apropiados. (Laboucheix V. 1997). así como asignar a un responsable para la implementación del MPT que informe a la Alta Dirección los avances y problemas que puedan surgir y que le de seguimiento, vigilancia y coordinación al proyecto

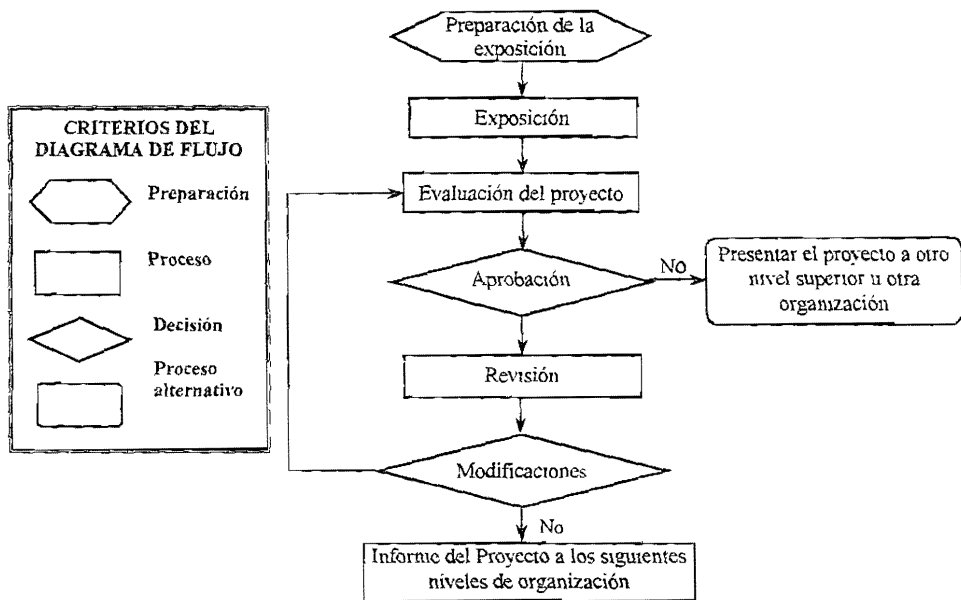


Fig. 7 Diagrama general para anunciar a la Alta Dirección el proyecto de implementación y las posibles acciones a llevar a cabo

7.1.1 Diagnóstico del Sistema

Es necesario hacer un reconocimiento del Sistema de Calidad donde se desea implementar el MPT, esto significa saber quienes integran el sistema, cómo están organizados, cuál es su forma de trabajar, cuál es su infraestructura, etc. Las guías a seguir para diagnosticar el sistema de un laboratorio pueden ser las siguientes normas:

- NMX-CC-007/1:1993 (ISO-10011/1.1991) "Directrices para auditar sistemas de calidad - Parte 1 Auditorías"
- NMX-CC-007/2:1993 (ISO-10011/2.1991) "Directrices para auditar sistemas de calidad - Parte 2 Administración del programa de auditorías".

Estas normas serán sustituidas probablemente el próximo año por la ISO 19011:2000 “Guías sobre auditorías de sistema de administración de calidad ambiental” que actualmente se encuentran en proceso de revisión.

- NMX-CC-008-1993 (ISO-10011/2:1991) “Criterios de calificación para auditores de sistemas de calidad”. NMX-EC-17025-IMNC-2000 (ISO-EC-17025:2000) “Requisitos generales para la competencia (Técnica) de los laboratorios de pruebas (ensayos) y de calibración” o bien la ISO 9001:2000, “Sistemas de Gestión de la Calidad-Requisitos”.

7.1.2 Informe del Proyecto en forma descendente a los siguientes niveles de organización

El anuncio de implementación a los siguientes niveles de organización se puede hacer basándose en el mismo proceso que señala el diagrama de la Fig 7, siempre siguiendo un proceso de cascada (del nivel más alto hacia abajo)

7.2 Campaña introductoria para el Personal Académico

El segundo paso en el desarrollo del MPT es la difusión y promoción, la cual debe empezar tan pronto como sea posible y debe estar apoyada por la Dirección

El objetivo de la difusión y promoción es explicar el MPT al personal académico, aumentar su motivación y disminuir su resistencia al cambio

La difusión puede llevarse a cabo mediante publicaciones periódicas de la institución, emblemas, carteles, anuncios, cursos, seminarios o pláticas referentes al tema, de esta forma, cuando se integren los grupos de trabajo se habrá creado un ambiente positivo para la implementación del MPT y habrá menos resistencia por parte del personal

7.2.1 Necesidad del cambio

Para implementar el MPT es necesario manejar el concepto de cambio en mayor o menor grado, según se necesite. En general se afirma que para que haya un cambio es necesario que haya por lo menos un mínimo de insatisfacción, desaliento y tensión en el trabajo o en sus resultados.

Pero no sólo en los resultados, sino principalmente en las actitudes, comportamientos, estilos de dirección, etc., ya que los resultados son el producto de lo que se realiza, cómo se hace y de lo que los demás hacen. Por lo tanto, es en el ser y actuar donde se necesita el cambio.

Definimos el cambio como

“La modificación significativa de las condiciones de trabajo, tanto interna como externa, en la organización”

Desde este punto de vista no se puede negar la existencia de los cambios continuos en todo lo que rodea al personal, por lo que no se puede preguntar si se debe o no cambiar, sino ¿cuál es el mejor plan para hacerlo? y ¿hacia dónde dirigirse?.

7.2.2 Resistencia al cambio

Cuando se presenta un cambio, cualquiera que este sea, siempre habrá personas que se resistan de una u otra manera, ya que es una reacción humana y natural. El grado de resistencia dependerá de la preparación que se tenga para manejar el cambio.

Se han identificado cinco estados de reacción ante los cambios:

- 1) Negación de la realidad. Desconocer, negar, ignorar o despreciar el hecho nuevo, considerando que. “no lo necesitamos, así trabajamos bien”, o ideas parecidas.

Esto no es más que una justificación por la falta de preparación para lo que sucederá

- 2) Resistencia pasiva o activa. Resistirse conscientemente o no al hecho nuevo, oponerse abiertamente a lo que sucederá por considerarlo negativo: o aceptar, pero no actuar
- 3) Acomodación inercial. Acomodarse, aceptar, dejarse llevar, esperar pasivamente que las cosas ocurran, no se toman decisiones, sólo se aceptan las cosas como se van presentando

- 4) Reacción revolucionaria. Atacar y destruir lo que existe solamente porque hay que cambiar, por considerar que nada de lo que hay sirve, por no haber sido hecho por nosotros, etc.
- 5) Cambio planeado Percibir, entender y asimilar el hecho nuevo, integrándolo a lo que ya existe, innovar, perfeccionar, crear, prever y planear soluciones y acciones, cambiar de modo intencional aprovechando todo el potencial de crecimiento personal y organizacional

Entender que cualquiera de estas situaciones se presentan ante los cambios, permite prepararnos para manejarlos y encauzar las reacciones hacia la posición cinco, que es la que buscamos al implantar el MPT, por ser la única manera de que la organización pueda mandar en el proceso de cambio

7.2.3 Consideraciones para el cambio

Las siguientes consideraciones deben tomarse en cuenta para aprender a manejar el cambio.

- La mayoría de los individuos tienden a resistirse a los cambios debido a la inercia. La resistencia es mayor en la medida en que los objetivos, los procesos y consecuencias del cambio son desconocidos, confusos, no comprendidos o impuestos arbitrariamente.
- La resistencia al cambio tiende a disminuir cuando aumenta el grado de aceptación, en la medida en que aquellos a quien afectará participen en el diagnóstico y en el proceso de discusión.
- El individuo aprende lo que tiene significado para él (motivación) y lo que es relevante (satisfacción).
- En todo cambio debe contemplarse la situación de las necesidades, tanto de la empresa como de los individuos
- Todo individuo desea trabajar para una organización exitosa

7.2.4 Recomendaciones ante la resistencia al cambio

- Información de los hechos que provocan el cambio, las necesidades que se deben cubrir, los objetivos propuestos y los efectos que producirá el cambio mismo
- Análisis conjunto de los factores que provocan la decisión.
- Diálogo. Intercambiar ideas y opiniones evitando “vender ideas”
- Libertad de expresión de sentimientos ante las situaciones expuestas a estudio, sin críticas
- Consulta y participación en los procesos desde el diagnóstico mismo. (Pulido, S, 1991)

7.2.5 Aumentar la motivación

Las recompensas son la base de la motivación. Las personas se sienten satisfechas o no, motivadas o no, dependiendo de las recompensas que reciben por lo que hacen. Recompensas que pueden ser tanto extrínsecas como intrínsecas

El desafío del dirigente consiste en saber que tipo de recompensa espera cada individuo y luego asociarla con el desempeño

Revisión de incentivos. La clave para progresar en todas las actividades de los trabajadores descansa en la motivación, sólo las diferentes técnicas de motivación permitirán un verdadero bienestar en los trabajadores que se traducirá en utilidades al sistema

Conviene reflexionar que si una organización desea una fuerza laboral con motivaciones elevadas, debe estar preparada para pagar por el buen desempeño. Cosa que se complica en las instituciones no lucrativas o regidas estrechamente por los sindicatos, debido a las mismas restricciones internas; de ahí que en estos casos se requerirá de buenos administradores, capaces de negociar y convencer, o bien, identificar cuales son los procesos o recursos que se podrían utilizar para otorgar algún reconocimiento.

Para lograr la motivación entre los empleados es necesario tomar en cuenta tres puntos importantes.

- a) Promover la confianza de los trabajadores hacia la gerencia y alta dirección
- b) Promover el espíritu de equipo
- c) Preparar un sistema de reconocimientos por los esfuerzos e iniciativas de los empleados. (González,C.,1999)

7.3 Creación de organizaciones para promover y dirigir el MPT

Después de la promoción y motivación a todos los niveles de la organización, se promueve la formación de estructuras basadas en una organización matricial, donde exista una integración arriba-abajo con metas orientadas a la administración de pequeños grupos. A estas organizaciones se les puede dar el nombre de Comisiones. pueden

En el MPT, los grupos pequeños establecen sus propias metas basadas en las metas globales. Así mismo deben administrar su tiempo y su trabajo para procurar mejores resultados.

La Fig. 8 muestra la estructura para promover el MPT a través de Grupos matriciales.

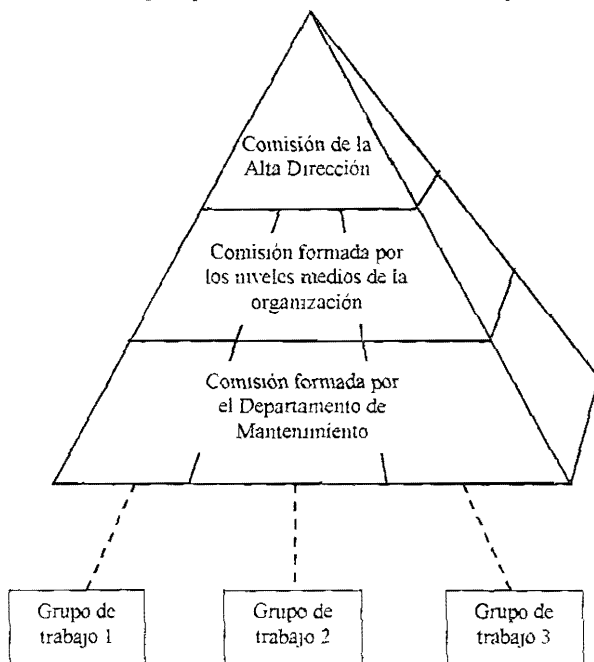


Fig. 8 Estructura promocional del MPT

7.3.1 Formación de Comisiones

Integrantes

- **Coordinadores:** tendrán la responsabilidad de vincular a los Facilitadores (ver abajo) con la Dirección, así como facilitar la comunicación entre niveles, tanto horizontal como vertical

Su labor es concientizar y sensibilizar a los miembros de la institución para convencerlos de que el MPT no se trata simplemente de un nuevo programa esporádico que se olvide en un corto tiempo. Esta concientización puede tomar hasta más de un año.

Es imprescindible que el Coordinador dé seguimiento regularmente a la implantación del MPT y tome las acciones necesarias para mantener la dinámica correcta

Una vez que el coordinador está seguro de que todo el personal (técnicos académicos, profesores, investigadores) ha asimilado el programa de MPT y que entienden su filosofía e implicaciones, se forman los primeros equipos de trabajo.

- **Facilitadores** son los responsables de los equipos formados y se encargan de vincularlos con la Coordinación

Su función es.

- Ayudar a los Grupos de trabajo a trazar sus metas
- Establecer la dirección de los Grupos
- Eliminar las dificultades y obstáculos que estorben el camino de los Grupos para hacer factibles sus objetivos.
- Involucrar a cada miembro en el proceso del cumplimiento de su propósito
- Entender las necesidades de educación, entrenamiento, planeación, operación y desarrollo de cada Grupo

El facilitador debe mantenerse al día en lo relativo a su capacidad y habilidad en el aspecto de sistemas administrativos

No necesita ser un experto en el propósito u objetivo, pero debe tener experiencia en comunicación interpersonal, las herramientas que estimulen la interacción del grupo y la toma de decisiones

El facilitador es el mediador entre los Grupos de Trabajo y la Coordinación

- **Líder del Grupo:** encargado de verificar que se cumplan los objetivos del MPT y darle seguimiento, así como capacitarse en temas referentes a productividad, actividades de pequeños grupos y técnicas de solución de problemas.

El líder del proyecto es visto como el experto en el proceso del MPT, por lo tanto debe estar capacitado en temas referentes a productividad, actividades de pequeños grupos y técnicas de solución de problemas.

- **Registrador o Secretario,** encargado de llevar el control de los resultados del MPT, así como sus avances y problemas

Debe tener habilidad secretarial, capacidad de análisis y síntesis, incluyendo conocimientos en manejo de procesador de textos y estadística aplicada (Shirose, K, 1994). (Fig 9)

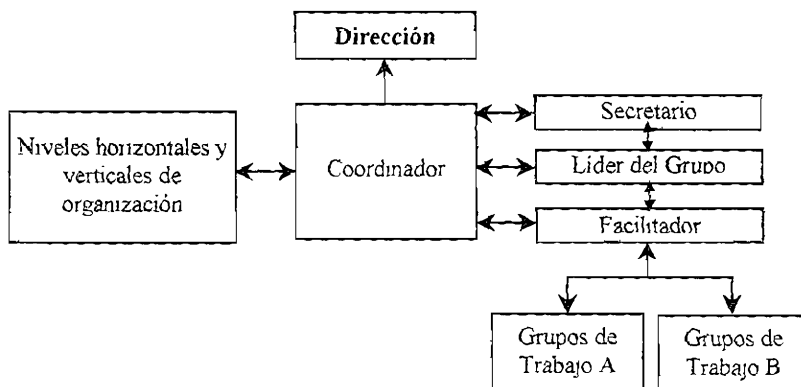


Fig. 9 Esquema de las interrelaciones de la Comisión del MPT y la organización matricial

7.4 Establecer políticas y metas básicas del MPT

Las diferentes Comisiones deben fijar las políticas y las metas a corto y largo plazo. Una política describe las orientaciones administrativas de alcances medio y largo, así como las metas u objetos anuales. Las metas son cifras cuantitativas establecidas por la alta administración, una meta que no esté expresada en términos de tales medidas específicas no es más que un lema (Masaaki, I., 1989)

7.4.1 Especificar Políticas

Las políticas deben ser incorporadas por la Alta Dirección como parte de las políticas de la compañía, desde este punto de vista las actividades del MPT no se deben considerar como acciones extras sino que deben formar parte del trabajo cotidiano de la organización. Una vez fijadas las políticas y metas, todos los empleados deben conocerlas e identificarse plenamente con ellas y desarrollar a partir de este punto las actividades de los pequeños grupos de trabajo (Nakajima, S., 1988).

7.4.2 Cuantificar metas a corto y largo plazo

Las metas deben ser cuantificables y precisas, especifica un objeto (que), cantidad (cuánto) y tiempo estimado (cuándo)

Las metas se fijarán basándose en los resultados obtenidos en el Diagnóstico del Sistema

Estas metas deben abarcar los siguientes puntos

- a) Escoger las áreas y puntos de control y el tipo de medidas que se van a realizar.
- b) Determinar los parámetros que se van a monitorear.
- c) Cuantificar los objetivos, como alcanzar "cero defectos", "cero descomposturas", "cero fallas", incrementar el periodo de uso del equipo a más del 80%
- d) Establecer los estándares de trabajo

- e) Evaluar el desempeño actual mediante una auditoria de calidad y tomar acciones correctivas sobre las diferencias
- f) Comparar el desempeño con los objetivos.

En este punto las actividades desarrolladas se dirigen a obtener una mejor calidad que la anterior, para esto se puede

- a) Organizar proyectos para el mejoramiento de la calidad.
- b) Establecer las causas y presentar las soluciones.
- c) Desarrollar pruebas para ver la efectividad de las acciones correctivas
- d) Trabajar con el personal para disminuir la resistencia al cambio.

En ocasiones algunas Instituciones que trabajan con equipo ya incluyen en sus políticas algunos puntos del MPT sin tener aún implantado este sistema, y esto es debido a que el mantenimiento del equipo debe estar presente en todo lugar donde se trabaje con equipos, aparatos y/o maquinaria

7.5 Formular un Plan Maestro

Este Plan es temporal y se elabora por la Alta Dirección una vez que estableció las políticas y las metas

7.6 Puesta en marcha del MPT

La puesta en marcha es el primer paso en la implementación del MPT, en este punto, la participación de la Comisión juega un papel dominante y los operarios del equipo comienzan a modificar sus rutinas de trabajo y a poner en marcha el MPT.

Debe existir un verdadero liderazgo por parte de la Alta Dirección para que propicie la participación de todos los niveles de la organización y establezca un ambiente favorable para que participe toda la gente.

Es importante tener reuniones entre los participantes para favorecer la comunicación, mejorar las relaciones interpersonales e intercambiar opiniones

7.7 Desarrollar un programa de Prevención del Mantenimiento

La prevención del mantenimiento aplicará cuando el Departamento de Compras realice la adquisición de algún equipo, maquinaria o producto, verificando que estos cuenten con garantía, tiempo de vida medio, así como asegurar que el diseño satisfaga las necesidades

También debe mantenerse un registro de los resultados de la instalación y las subsiguientes verificaciones.

7.8 Formar y capacitar Grupos de trabajo

7.8.1 Formación de Grupos de trabajo

La Comisión del MPT tiene que encargarse de establecer el tamaño de los Grupos de Trabajo, fijar sus metas y evaluarlos

- Determinar el tamaño de los Grupos de Trabajo

Para encontrar el tamaño ideal para el grupo hay que considerar

- El propósito del grupo
- Las habilidades que cada persona aporta al grupo
- El tiempo disponible para las actividades del MPT

- **Fijar metas a corto plazo.** Estas metas serán establecidas por la Comisión del MPT de acuerdo a las prioridades del sistema, para conocer éstas prioridades se pueden realizar

verificaciones, auditorias de calidad o basarse en el diagnóstico de las Solicitudes de Mantenimiento

Estos Grupos de Trabajo podrían estar formados por grupos de alumnos que participen realizando Servicio Social

7.8.2 Evaluación de los Grupos de Trabajo

La Comisión del MPT debe tomar en cuenta que el factor humano es el activo más valioso de una institución. A su vez, lo más preciado de este factor es el conocimiento. Este poder cerebral e inteligencia es determinante en el individuo para poder lograr el éxito en cualquier institución. Por tanto, hoy en día, infraestructura, trabajo y capital ya no son los factores más importantes de la productividad: lo es el conocimiento. Éste es intangible y la manera de medirlo es a través de los resultados que logran las personas en grupos. Es necesario que la Comisión del MPT evalúe al grupo por parte de cada miembro. (González, C., 1999)

En el Anexo IV se muestra un ejemplo de hoja de evaluación para que cada integrante manifieste libremente su opinión y contribuya al mejoramiento de los Grupos de Trabajo

7.8.3 Planear juntas con la Comisión para fijar metas y revisar resultados con los Grupos de trabajo

Para obtener éxito se planean las juntas de la Comisión y las juntas de los Grupos de Trabajo grupo, tomando en cuenta lo siguiente para ambas:

Antes de la reunión se debe hacer un plan que incluya:

- Definir el propósito
- Tener lista de nombres de los miembros del grupo
- Determinar el tiempo y lugar de acuerdo con el propósito
- Desarrollar un plan o agenda de la junta
- Notificar a las personas con anticipación

Durante la junta se debe llevar cabo un plan para

- Desempeñar el trabajo basico
- Considerar las reglas del grupo y los papeles de los miembros
- Atender cualquier tema que surja del grupo
- Desarrollar o crear nuevas ideas
- Compartir información y aprender de cada conflicto
- Escuchar y dialogar
- Aplicar las herramientas y técnicas apropiadas
- Registrar toda actividad
- Siempre esforzarse por lograr el consenso
- Revisar las decisiones y confirmar las acciones
- Planear la próxima junta

7.8.4 Capacitación de los Grupos de Trabajo

Un operador capacitado no es aquel que solamente puede arreglar el equipo de la misma forma que lo haría el departamento de mantenimiento, sino es aquel que además de realizar esta actividad es capaz de detectar los síntomas de descompostura, para lo cual es necesario que el operador comience con un programa de capacitación sobre las bases y el funcionamiento de los equipos y posteriormente practicar sobre un equipo o instrumento que simule condiciones anormales de funcionamiento (en cuanto esto sea posible). Esta simulación se puede llevar en varios niveles. Fig. 10 (Patton, J.D , 1988)

En la actualidad se cuenta con información en internet acerca de cursos de capacitación a todos los niveles, entre estos sitios se encuentran [http //www.tpmonline.com](http://www.tpmonline.com), <http://www.tpm-institute.com>, <http://www.managementguides.com> , la adecuada selección del organismo o

institución que conviene contactar para el asesoramiento va a depender de la naturaleza del equipo o instrumento del que se trate

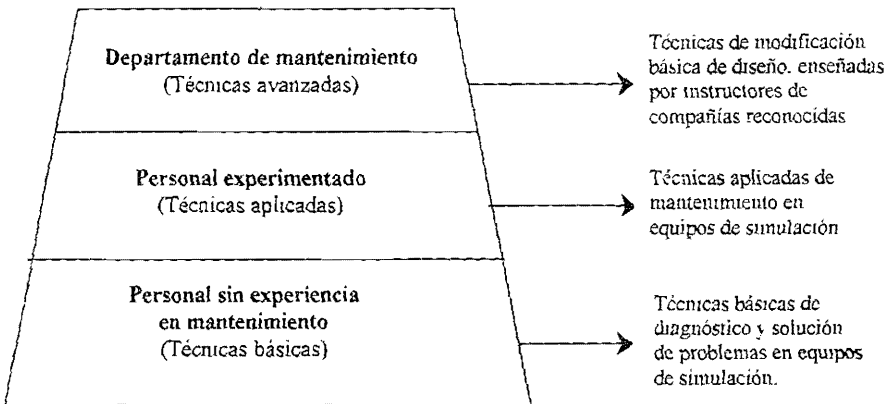


Fig. 10 Ejemplo de Capacitación para los diferentes niveles de organización

Algunos de los tópicos que debe abarcar la capacitación son:

- Entrenamiento para instructores. Este curso ayuda a preparar instructores para los programas de entrenamiento interno. La experiencia lograda como entrenadores, prueba sus destrezas de mantenimiento, y provee una oportunidad para practicar el liderazgo
- Curso de procedimientos de mantenimiento. Para llevar a cabo las reparaciones actuales, los trabajadores necesitan procedimientos estándares y valores de referencia para actividades como remover tuercas y tornillos, o remover engranes sin utilizar marcas de referencia y reensamblarlos para que los dientes cacen adecuadamente
- Curso de alambrado eléctrico e instrumentación. Aunque las fallas mecánicas son las fallas más obvias de descomposturas de equipo, las fallas también ocurren por alambrado eléctrico e instrumentación. Las causas de esas fallas son mucho más difíciles de fijar y generalmente

requieren mucho más tiempo para repararlas. Algunas veces las conexiones eléctricas sueltas causan fallas y en otras los circuitos eléctricos son la causa. El personal de mantenimiento debe enseñar las bases del control de circuitos usando programas de simulación, para poder identificar las fallas simples y conexiones sueltas.

- **Monitoreo de máquinas.** La tendencia hacia máquinas mayores en sofisticación, tamaño y rapidez está produciendo estructuras de máquinas complejas que requieren mantenimiento basado en las condiciones y el uso de varias técnicas nuevas de monitoreo y diagnóstico.

Para llevar a cabo las actividades del MPT, la compañía requiere de personal con fuerte destreza en mantenimiento relacionada al equipo. Los operadores deben ser instruidos con su propio equipo y desarrollar experiencia práctica y destreza necesaria para mantener operando bien el equipo. Los operadores deben entender la estructura y funciones de su equipo muy bien para operarlo apropiadamente. El personal de mantenimiento debe tener destreza y conocimiento para que los operadores confíen en ellos. La relación entre los dos grupos puede ser simplemente entendida comparando a los operadores del equipo como los choferes de autos y los trabajadores de mantenimiento como los mecánicos.

7.9 Mejorar la efectividad del equipo

Los grupos de trabajo son básicamente los encargados de eliminar las seis Grandes Pérdidas.

Una técnica efectiva para eliminar las pérdidas crónicas en el equipo es el análisis PM, desarrollada por JIPM y que consiste en:

1. **Definir el problema.** Examinar las pérdidas cuidadosamente y comparar sus síntomas, condiciones y partes afectadas contra un equipo con un caso similar.
2. **Hacer un análisis físico del problema.** Un análisis físico clarifica detalles ambiguos y sus consecuencias. Todas las pérdidas pueden explicarse por sencillas leyes físicas. Por ejemplo, si

se produce frecuentemente una incisión durante un proceso, se sospecha que hay fricción o contacto entre dos piezas, y la incisión aparecerá en la pieza que opone menor resistencia.

3. Aislar cada condición que pueda causar el problema. Un análisis físico de la falla revela los principios que controlan el incidente y pone al descubierto las condiciones que lo producen, debido a esto hay que explorar todas las causas posibles
4. Evaluar el equipo, material y métodos. Considerar cada condición identificada en relación al equipo, maquinaria y herramientas, así como a los métodos de operación involucrados y hacer una lista de los factores que influyen las condiciones.
5. Plan de investigación. Planear el alcance y dirección de una investigación para cada factor. Decidir qué se va a medir y cómo se va a medir para llevar a cabo un plan fundamentado
6. Investigar el malfuncionamiento. Todos los puntos planeados en el paso 5 deben investigarse a fondo. Tener en mente las condiciones óptimas de operaciones a las que se debe llegar y las consecuencias de los pequeños defectos
7. Formular planes de mejoramiento

7.10 Desarrollar un programa de Mantenimiento Autónomo

El Mantenimiento Autónomo por parte de los operarios es una característica única del MPT, tratando de erradicar la idea de “Yo opero, tu arreglas”, pero para esto cada operario debe recibir la capacitación necesaria por parte del departamento de mantenimiento para desarrollar dichas habilidades (Masaji, T., 1999). En los lugares donde los operarios no dan mantenimiento a los equipos se nota una mayor incidencia de corrosión, contaminación y mal funcionamiento de sus equipos.

Los Grupos de trabajo se deben encargar de proporcionar el Mantenimiento Preventivo necesario para cada equipo, maquinaria y/o instrumento, (Tabla 11)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	ACTIVIDAD
1. Limpieza	Limpiar para eliminar polvo en el equipo, tanto del interior como del exterior. "Limpiar es inspeccionar"
2. Acciones correctivas	Localizar fuentes de contaminación, desgaste, mala lubricación, roce de piezas, etc.
3. Fijar estándares de lubricación	Establecer horarios de lubricación y tipos de lubricantes
4. Inspección general	Medir el deterioro mediante una inspección general del equipo basado en un manual de inspección.
5. Inspección autónoma	Comparar y reevaluar los pasos 1, 2 y 3 para eliminar inconsistencias y asegurarse que se ajusten a las metas establecidas
6. Organización	Identificar los puntos que tienen que ser administrados y llevar un control sobre ellos
7. Calibración	Mantener calibrado el equipo, así como sus registros

Tabla 11. Pasos a seguir para que los Grupos de Trabajo proporcionen Mantenimiento Preventivo a los equipos, maquinaria y/o instrumentos

7.11 Desarrollar un programa de mantenimiento Planificado

El programa de mantenimiento que llevaría a cabo el Departamento de Mantenimiento debe estar coordinado con las actividades de Mantenimiento Autónomo realizadas por los operadores de los equipos o instrumentos

Es muy importante tener una división clara de las responsabilidades de cada departamento para ahorrar tiempo y evitar discusiones y malos entendidos

7.12 Optimización

La optimización consiste en perfeccionar la implementación del MPT, evaluando los resultados obtenidos en un tiempo fijado, de tal forma que cada participante sepa como mejorar sus resultados

Esta evaluación puede hacerse de dos formas mediante la aplicación de hojas de verificación o mediante el uso de auditorías

7.12.1 Hojas de verificación

Si se desea aplicar hojas de verificación, es necesario que sean elaboradas por el Departamento de Mantenimiento o por la Comisión del MPT, basándose en las acciones más importantes de cada etapa con el fin de determinar que tanto el sistema actual cumple con las metas establecidas anteriormente (Anexo IV)

7.12.2 Auditorías de calidad

La auditoría de calidad es una herramienta clave en la administración de un sistema y debe efectuarse para determinar que elementos dentro de un sistema de calidad son efectivos y apropiados para alcanzar los objetivos de calidad establecidos y cuáles requieren una acción correctiva

La institución debe conducir las auditorías de calidad de sus actividades periódicamente y de acuerdo a un calendario y a un procedimiento predeterminados. Es responsabilidad de la Comisión del MPT planear y organizar las auditorías como sean requeridas en el calendario y solicitadas por la dirección. Tales auditorías deben ser efectuadas por personal entrenado y calificado, el cual, siempre que los recursos lo permitan, será independiente de la actividad a ser auditada

De la misma forma, la alta dirección debe conducir periódicamente una revisión del sistema para asegurar su adecuación y efectividad continua y para introducir los cambios o mejoras necesarios

Las auditorias de calidad a los Grupos de Trabajo y a los equipos, maquinaria y/o instrumentos son la clave para una implementación exitosa del Mantenimiento Autónomo. Para llevar a cabo una auditoria de calidad efectiva, el auditor debe comprender a fondo el ambiente del lugar de trabajo, proporcionar las instrucciones e incentivos adecuados de tal forma que el operador tenga la satisfacción de cumplimiento.

La serie NMX-9000.2000 para Sistemas de gestión de calidad enfatiza la importancia de la auditoria de calidad como una herramienta clave de la administración, para alcanzar los objetivos establecidos en la política de calidad de un organismo

8. CORRESPONDENCIA ENTRE LA NMX-EC-17025-IMNC-2000 Y LA ISO 9001-2000

El MPT coadyuva a la implementación de un sistema en base a las normas NMX- EC-17025-IMNC-2000 y la ISO 9001-2000. Esto quiere decir que si una institución desea demostrar que opera bajo alguno de estos sistemas de calidad, que es técnicamente competente y que es capaz de generar resultados técnicamente válidos, el MPT cumple con los requisitos de estas normas en las secciones en las que existe concordancia, por lo tanto el MPT facilitará la aplicación de dichos sistemas de calidad. Para observar estos puntos se realizó un análisis de correspondencia entre el MPT y las normas mencionadas. El resultado se muestra en la Tabla 12.

8.1 NMX-EC-17025-IMNC-2000

La NMX-EC-17025-IMNC-2000 (ISO/IEC 17025:1999) “Requisitos generales para la competencia (Técnica) de los laboratorios de pruebas (Ensayos) y de calibración”, es una norma que contiene todos los requisitos que los laboratorios de ensayos y de calibración tienen que cumplir si desean demostrar que operan un sistema de calidad, que son técnicamente competentes y que son capaces de generar resultados técnicamente válidos.

8.1.1 Alcances

- a) Esta Norma Mexicana especifica los requisitos generales sobre la competencia para llevar a cabo ensayos y/o calibraciones, incluyendo el muestreo. Cubre los ensayos y calibraciones realizadas aplicando métodos normalizados, métodos no normalizados y métodos desarrollados por el laboratorio.
- b) Esta Norma Mexicana es aplicable a todas las organizaciones que efectúan ensayos y/o calibraciones. Incluye, por ejemplo, a los laboratorios de primera, segunda y tercera parte, así como a los laboratorios donde el ensayo y/o la calibración forman parte de la verificación y la certificación del producto.

- c) Esta Norma Mexicana es aplicable a todos los laboratorios independientemente de la cantidad de personal o del alcance de las actividades de ensayo y/o calibración. Cuando un laboratorio no realiza una o más de las actividades cubiertas por esta norma mexicana, tales como el muestreo y el diseño/desarrollo de nuevos métodos, los requisitos de la cláusula correspondiente no aplican.
- d) Esta Norma Mexicana es para ser utilizada por los laboratorios en el desarrollo de sus sistemas de calidad, administrativo y técnico, que gobiernan sus operaciones. Los clientes de los laboratorios, las autoridades reguladoras y los organismos de acreditación también pueden usarla para confirmar o reconocer la competencia de los laboratorios.
- e) El cumplimiento de requisitos regulatorios y de seguridad en la operación de los laboratorios no queda cubierta por esta Norma Mexicana.
- f) Si los laboratorios de ensayo y de calibración cumplen con los requisitos de esta Norma Mexicana, ellos operarán un sistema de calidad para sus actividades de ensayo y de calibración que también satisface los requisitos de NMX-CC-003-IMNC (ISO 9001), cuando se involucren en el diseño/desarrollo de nuevos métodos y/o desarrollan programas de ensayo combinando métodos normalizados y no normalizados para ensayo y calibración; y de NMX-CC-004-IMNC (ISO 9002) cuando solamente usen métodos normalizados.

8.2 ISO 9001:2000 (NMX-CC-9001-IMNC-2000)

La ISO 9001:2000 (NMX-CC-9001-IMNC-2000) "Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos", es una norma que tiene el siguiente objeto y campo de aplicación:

8.2.1 Generalidades

Esta Norma Mexicana especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad, aplicables cuando una organización

- a) necesita demostrar su capacidad para suministrar de forma consistente productos que satisfagan los requisitos del cliente y los requisitos reglamentarios aplicables y,
- b) pretenda conseguir la satisfacción del cliente a través de la efectiva aplicación del sistema, incluidos los procesos para la mejora continua del sistema y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos del cliente y los requisitos reglamentarios que le sean aplicables

8.2.2 Aplicación

Todos los requisitos de esta Norma Mexicana son genéricos y se pretende que sean aplicables a todas las organizaciones con independencia de su tipo, tamaño o producto suministrado

Cuando algún requisito de esta Norma Mexicana no se pueda aplicar debido a la naturaleza de la organización y de su producto, éste puede considerarse de cara a su exclusión

Cuando se llevan a cabo exclusiones, la conformidad de esta Norma Mexicana no se considerará aceptable a menos que dichas exclusiones se limiten a requisitos del capítulo 7, y tales exclusiones no afecten a la capacidad o responsabilidad de la organización para proporcionar producto que cumplan los requisitos del cliente y los requisitos reglamentarios que le sean aplicables

**Tabla 12. CORRESPONDENCIA ENTRE LA
 NMX-EC-17025-IMNC-2000 Y LA ISO 9001-2000**

MPT	NMX-EC-17025- IMNC-2000	ISO 9001-2000
1 Informe a la Alta Dirección la decisión de implementar el MPT		5 1 5 5 1 5 6 1
2. Llevar a cabo una campaña introductoria		
3. Creación de organizaciones para promover y dirigir el MPT	4 1 5 (b) 4 1 5 (i)	5 5 2 6 4
4. Establecer políticas y metas básicas del MPT	4 2 5 2 2	4 2 (a) 5 1 (b) 5 3 5 4 1
5 Formular un plan maestro		
6 Puesta en marcha del MPT		
7. Desarrollar un programa de Prevención del Mantenimiento	4 1 1 5 5 2	7 6
8 Formar y capacitar Grupos e Trabajo	4 1 5 (a) 4 1 5 (f) 5 2 1	6 2 1 6 2 2
9 Mejorar la efectividad del equipo eliminando las Seis Grandes Pérdidas		7 6
10 Desarrollar un programa de Mantenimiento Autónomo proporcionando Mantenimiento Preventivo	5 3 1 5 3 2 5 3 3 5 3 5 5 5 8	7 6
11. Desarrollar un programa de Mantenimiento Planificado	4 1 5 (f) 4 2 4 3.1 4 3 2 1 4 3 2 2 4 3 3 1 4 6 2 4 1 2 5 5 5	4 2 (d) 7 6
13 Optimización	4 10 5 4 1 3 4 1 4	8.5

9. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación se presenta el análisis de resultados de acuerdo a la cronología de etapas para la implementación del MPT según la propuesta de la Pág 42.

FASE DE PREPARACIÓN

1. Informe a la Alta Dirección la decisión de implementar el MPT

La propuesta implica llevar a cabo un Diagnóstico del Sistema, ésta tarea fundamentalmente requiere una guía para que en base a un criterio seleccionado se determine el nivel en el que se encuentra el sistema y así poder detectar los puntos fuertes y débiles del laboratorio, un ejemplo de estándar pudieran ser los criterios que presenta la ISO 9001:2000 “Sistemas de Gestión de la Calidad-Requisitos” o bien la ISO-EC-17025 “Requisitos Generales para la competencia (Técnica) de los laboratorios de pruebas (Ensayos) y de calibración”.

En el Anexo I se muestran los diferentes niveles de organización del la Facultad de Química y del Departamento de Alimentos y Biotecnología a nivel Licenciatura, y de acuerdo al MPT, la información acerca del mantenimiento, cuidado y prevención de las fallas del equipo debe fluir desde estos niveles hasta los alumnos y laboratoristas, tanto en sentido ascendente como descendente

Un elemento básico en un sistema es que la organización (laboratorio, institución) tenga claramente definida, aprobada, publicada y difundida por la Alta Dirección su Misión, Visión, Valores y Principios que servirán de base para establecer las Políticas de Calidad

Con relación a este punto se investigó con que información cuenta el DAB (Lic) y sus entidades superiores con las que se relaciona, es decir, Facultad de Química y UNAM. La Fig 13 muestra los resultados de la información encontrada

Fig.13

ENTIDAD	EMITIDA POR	MISIÓN	VISIÓN	VALORES Y PRINCIPIOS	POLÍTICAS DE CALIDAD
UNAM	No E	* Si E	No E	No E	No E
FQ	Director	No E	Si E	No E	Si E
DAB (Lic)	Jefe del DAB	No E	No E	No E	No E

E = Encontrada

* No aprobada, sólo concensada

En el Anexo II se muestra la emisión encontrada acerca de la Misión de la UNAM y la última edición a la fecha de la Misión y Políticas de la Facultad de Química

Se encontró que la FQ cuenta con una Visión y Políticas, pero no cuenta con una Misión, la cual es la razón de una organización y dice porque existe dicha organización o institución, cual es su tarea fundamental que tiene encomendada y para qué estamos aquí

En el DAB (Licenciatura) no se cuenta con un Manual de Calidad, pero se obtuvo información de los equipos mediante las Solicitudes de Mantenimiento del periodo comprendido del 1 de enero de 1995 al 20 de abril de 1999. (Anexo III)

El DM atendió en total 125 Solicitudes, de las cuales 135 fueron para atender fallas y 34 fueron para proporcionar Mantenimiento Preventivo a los equipos. En 66 casos de estas 125 demandas, el DM realizó varias observaciones en las solicitudes, donde además de atender la petición del DAB, referían las siguientes fallas o problemas que presentaban los equipos, la mayoría de las veces por estar en mal estado Fig 14

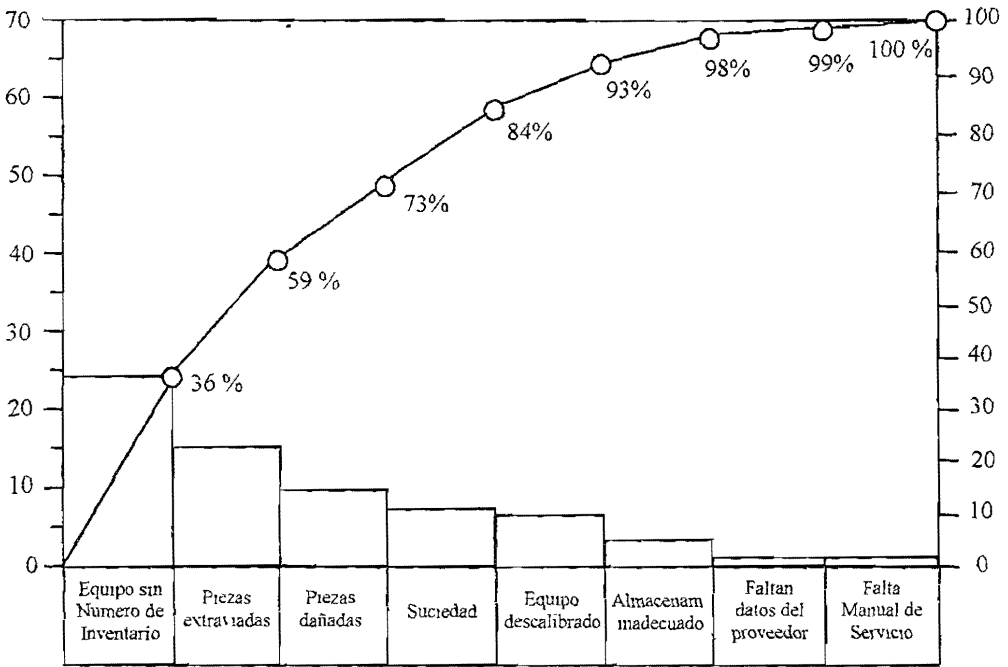
FALLA O PROBLEMA	CANTIDAD	%
(1) Equipo sin Numero de Inventario	24	36
(2) Piezas extraviadas	15	23
(3) Piezas dañadas (quemadas, rotas)	9	14
(4) Suciedad	7	11
(5) Equipo descalibrado	6	9
(6) Almacenamiento inadecuado	3	5
(7) Faltan datos del proveedor	1	1
(8) No se puede arreglar por falta del Manual de Servicio	1	1
Total de equipos que se reportan en mal estado	66	100

Fig. 14 OBSERVACIONES REALIZADAS POR EL DM EN LAS SOLICITUDES EMITIDAS POR EL DAB DURANTE EL PERIODO DEL 1 DE ENERO DE 1995 AL 20 DE ABRIL DE 1999

Las fallas o problemas de la Fig. 14 sirvieron para elaborar un Diagrama de Pareto, con este diagrama podemos visualizar la contribución de cada elemento en el efecto total en orden de importancia, la Fig. 15 muestra que los factores que contribuyen con casi el 80% del mal mantenimiento de los equipos, maquinaria y equipos son.

- 1 Equipos sin Numero de Inventario
2. Piezas extraviadas
- 3 Piezas dañadas (rotas, quemadas)

Fig. 15 PROBLEMAS OBSERVADOS EN LOS EQUIPOS POR EL DM EN EL MOMENTO DE REALIZAR LAS REPARACIONES



Este Análisis ayuda a visualizar problemas considerados como los pocos vitales de los muchos triviales. de tal manera que los Grupos de Trabajo sepan dónde dirigir sus esfuerzos para mejorar y reducir las fallas más significativas, en este caso los tres primeros aspectos son responsables casi del 80% de los problemas más frecuentes que reporta el DM. En base a estos resultados es fácil fijar las metas prioritarias que podrían ser puestas a discusión por la Comisión del MPT y los demás miembros de la organización, debido a que éste análisis identifica las oportunidades de mejora. Si enfocamos nuestra atención en estos pocos vitales, podremos obtener la mayor ganancia de nuestros esfuerzos y puntualizar las metas sobre bases concretas. Un Gráfico

de Pareto antes y después de la implementación del MPT nos ayuda a visualizar el progreso que se ha logrado.

El análisis particular de cada uno de estos problemas es el siguiente:

El número de inventario es un identificador que permite al DM dar servicio a los equipos, en caso de que un equipo, maquinaria o instrumento no cuente con dicho número, el servicio se hace más lento o inclusive no se proporciona, como sucede con los refrigeradores, el Macrokjeldhal o los instrumentos analíticos que requieren reparaciones y mantenimientos externos, en estos casos el proveedor siempre exige el número de inventario. Para solucionar este problema hay que tramitar el número en el Departamento de Compras, pero el procedimiento es lento y requiere de la factura del equipo y en la mayoría de los casos no se cuenta con ella.

Las piezas que se extravían son, en la mayoría de los casos, piezas pequeñas, como tornillos, clavijas, palancas, perillas, empaques, etc. En algunas ocasiones el DM cuenta con piezas iguales o similares que puede ajustar para que el equipo continúe funcionando, pero hay casos donde estas piezas son específicas de algún equipo en especial y no existe manera de sustituirlas, como es el caso del molino de cereales que se tuvo que dar de baja por que ya no era posible su reparación debido a la cantidad de piezas extraviadas.

Las piezas dañadas se refieren a las piezas rotas, quemadas, deformados o que presentaron cortos circuito por el mal uso o por descuidos, un caso particular es el del Baño María que el DM reportó como en muy mal estado y que representaba un riesgo para los usuarios ya que era muy inseguro su manejo, esto como consecuencia de que estaban dañados el control de temperatura, la clavija, el foco piloto y el cableado

La suciedad se presenta como consecuencia de que los equipos, maquinaria o instrumentos no se tapan mientras están en desuso o porque el lugar donde están colocados tiene corrientes de aire que permiten la introducción de partículas de polvo. Hay que tener especial atención en los

instrumentos analíticos, ya que sus piezas son delicadas y caras y en ocasiones el polvo es una interferencia que ocasiona sobrecalentamiento y descalibración del instrumento

La descalibración de los instrumentos es muy frecuente en el caso de las Balanzas analíticas y granatarías, ya que cualquier movimiento puede descalibrarlas

El almacenamiento inadecuado se refiere a que los equipos como las balanzas y los electrodos no se almacenan según las especificaciones de los proveedores, es común ver reportados en las Solicitudes de Mantenimiento balanzas fuera de lugar o movidas después de su calibración o electrodos almacenados en agua o en seco

El único caso que se reporta por falta de datos del proveedores que no se pudo hacer uso de la garantía de una balanza digital que no funcionó correctamente desde el principio. Esta balanza se trató de reparar en el DM pero no fue posible

La falta del Manual de Servicio puede detener parcial o totalmente la reparación de un equipo, como sucedió con el Agitador Orbital. El DM necesitaba la información del Manual de Servicio para poner a funcionar el equipo.

Otro punto que se puede observar mediante la revisión de las Solicitudes es que el número de descomposturas anual en el DAB siempre es mayor que el número de veces que se solicitó mantenimiento (Anexo III, Gráfica 1)

Los equipos que presentaron más fallas durante este periodo fueron el Macrokjeldhal, las autoclaves, los refrigeradores y los medidores de pH. Esto se puede atribuir a que además de ser los equipos usados con mayor frecuencia no siempre es posible contar con una supervisión constante. (Ver Anexo III, Tabla 2)

2. Llevar a cabo una campaña introductoria para el personal académico

Para la difusión de ésta campaña es recomendable apoyarse en materiales que ayudarán a la difusión del MPT, tales como la Gaceta de la Facultad de Química, carteles y boletines

La difusión de la campaña se puede impulsar mediante la participación de alumnos que realicen Servicio Social, ayudando al desarrollo de boletines que circulen en el DAB o en la FQ, donde se traten puntos relacionados al uso de los equipos, a la importancia de que funcionen correctamente y a su mantenimiento.

3. Formación de Comisiones y Grupos de Trabajo

La estructura organizacional recomendada para la formación de Comisiones y Grupos de Trabajo de acuerdo a la pirámide de la propuesta la mostrada en la Fig 16

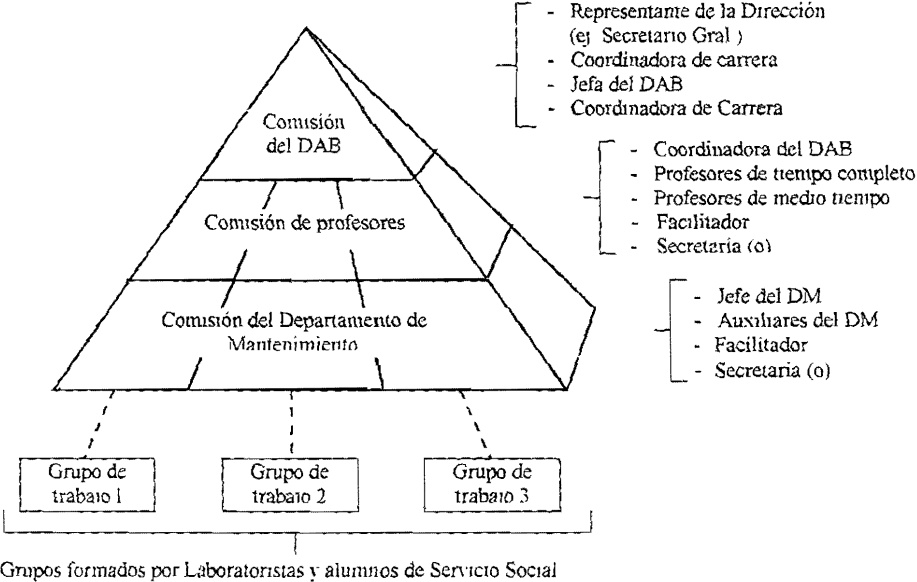


Fig. 16 Estructura recomendada para la formación de Comisiones y Grupos de Trabajo

4. Establecer políticas y metas básicas del MPT

El DAB debe desarrollar éstas políticas y metas tomando en cuenta que una política es una guía general para una acción y una meta es un enunciado cuantificable del resultado que debe lograrse dentro del tiempo específico. Estas metas después formarán la base de la planeación detallada de actividades.

Para la realización de estas metas se requiere contar, entre otros elementos, con una infraestructura adecuada para dicho objetivo, entendiéndose por infraestructura al conjunto de equipos, instrumentos, maquinaria, instalaciones y servicios necesarios para el desempeño de la actividad (ISO 9000 2000). Las metas están basadas en cierta medida en los recursos económicos, de aquí que es válido establecer que su logro está relacionado en cierta medida con los costos de calidad.

En relación con este tema, los elementos necesarios que influyen para alcanzar el desempeño deseado en la enseñanza podrían ser analizados bajo cuatro categorías:

1. Las pérdidas o costos por falla interna. Son aquellos que desaparecerían si no existieran defectos en el producto antes de ser expedido al cliente. En este caso, se traduce en las repercusiones que se obtienen cuando no se ha alcanzado el objetivo deseado en la enseñanza de una prueba analítica programada debido a las deficiencias de equipo, instrumento o maquinaria involucrado y que se ha detectado el problema antes de que el alumno concluya sus estudios profesionales.

Ejemplos

- Los costos de lo que el alumno deje de aprender correctamente debido a las fallas de un equipo, instrumento o maquinaria descalibrados que generen resultados erróneos.
- La pérdida económica resultante de haber hecho una inversión inicial para adquirir el equipo pero que posteriormente al descomponerse quede varios semestres sin ninguna utilidad.

- Costos representados por una inversión mayor de tiempo requerido para la comprensión del conocimiento teórico debido a cancelaciones de prácticas experimentales ocasionadas por equipo descompuesto

2. Pérdidas o costos por falla externa. Son aquellos que desaparecerían si no hubiera defectos, se diferencian de los costos por falla interna por el hecho de que los defectos se detectan después de la expedición al cliente. En este caso se puede traducir en las repercusiones que se obtienen cuando no se ha alcanzado el objetivo deseado en la enseñanza de una prueba analítica programada debido a las deficiencias del equipo, instrumento o maquinaria involucrado y que son notorias después de que el alumno concluyó sus estudios profesionales

Ejemplos

- El egresado tiene dificultad en su trabajo para operar algún equipo, instrumento o maquinaria que debió haber conocido durante sus estudios, pero que no tuvo la oportunidad debido a que estaban descompuestos, éstas son circunstancias que pueden afectar negativamente el desempeño profesional.
- El egresado no es tan competente en su trabajo debido a la falta de oportunidades para conocer el instrumento o equipo de trabajo. La satisfacción de la Institución educativa se mide en que "producir" sujetos competitivos, Jhon Akers, presidente de IBM expresa esta preocupación en su frase *"Si nuestros estudiantes no pueden competir hoy. ¿cómo competirán nuestras empresas el día de mañana?"*

3. Pérdidas o costo de evaluación. Son aquellos costos en los que se incurre para descubrir la condición del producto, principalmente durante el primer repaso. Esto se traduce en los costos necesarios para mantener la precisión de los equipos de prueba o ensayo asociados a la enseñanza de las pruebas analíticas programadas

Ejemplos

- El gasto involucrado en la calibración de las balanzas analíticas y granatarias, así como la de los medidores de pH

- El gasto involucrado en la calibración de los instrumentos, ésta casi siempre es hecha por las Compañías proveedoras de los instrumentos y su costo es mayor al de las calibraciones realizadas por el DM.
- 4 Pérdidas o costos de prevención. Son aquellos que se producen para mantener los costes de falla y valoración en un mínimo. Incluyen planes de confiabilidad, la preparación de manuales y procedimientos, así como la obtención y análisis de datos de calidad.

Ejemplos

- Aquí se contempla la capacitación del personal, la elaboración del Manual de Calidad, Instructivos, Formación de Grupos de Trabajo y procedimientos necesarios para comunicar estos planes a toda la organización, así como estructurar y desarrollar nuevos programas de mejora.

El MPT implica una inversión para mejorar los costos de valoración y de prevención.

De la revisión de las Solicitudes de mantenimiento y de la evaluación de los costos de calidad, se sugieren como forma ilustrativa algunas posibles metas para que sean discutidas por los integrantes del sistema, esto favorecerá a unir esfuerzos, a reconocer y a valorar el conocimiento que cada persona aporta dada su experiencia y habilidades:

1. Se evaluará la frecuencia de las descomposturas de los equipos. Una forma de sobrevalorar los costos de calidad se produce cuando se opina que podrían ser reducidos a cero y esto simplemente no es así, ya que existe una frecuencia óptima de descomposturas para cada equipo que hay que determinar.

2. La frecuencia con la que se dará Mantenimiento Preventivo a los equipos, maquinaria y/o instrumentos será aquel que se fije con la participación de los miembros de la Comisión y expertos técnicos.

3. Se desarrollará e implantará una técnica de análisis de datos referente a los equipos (histograma de frecuencia, Diagrama de Pareto, etc).*

4. Se elaborará al menos un Manual de Operación de Equipo bimestralmente.

5. Se desarrollará un Manual de Calidad en 8 meses

* Se recopiló una base de datos referentes a las solicitudes presentadas al DM por el DAB, que se recopiló en Access y se ha puesto a disposición del Jefe del DM con la donación de esta tesis para que esté la información disponible para su consulta o construcción de una base de datos completa y actualizada.

5. Formular un Plan Maestro

En esta etapa es importante que sean realizadas revisiones frecuentes, principalmente al principio, para detectar problemas o mejoras antes de la puesta en marcha del MPT.

6. Puesta en marcha del MPT

La puesta en marcha del MPT implica, entre otras actividades, la realización de seminarios o cursos impartidos por profesores, de tal forma que se convierta en un programa multidisciplinario, ya que el mantenimiento involucra materias tales como mecánica, electrónica, estadística, control de calidad, administración

Fase 7 en adelante

Debido a que a partir de esta fase implica la implementación del MPT con base en los puntos acordados por la Comisión y Grupos de Trabajo, ya es propia de cada organización

Los trabajos o actividades realizadas por todos y cada uno de los participantes en la implementación del MPT, contribuirán a la mejora de la infraestructura organizacional y por ende a favorecer la enseñanza académica en las pruebas de competencia analítica y/o experimentales de laboratorio en la docencia de la Licenciatura de la carrera Química de Alimentos

Es importante que sea reconocida toda la participación sobre el trabajo realizado, esto incrementa la motivación y ayuda a generar la participación de más miembros como pudieran ser otros departamentos o Facultades, por lo que el DAB deberá contar con una definición de cuáles son los tipos de estímulos que recibirá todo aquel personal que contribuya al logro del MPT

En cuanto a la relación del MPT con las Normas NMX-CC-9001-IMNC-2000 y NMX-EC-17025-IMNC-2000, se observa que quien cumple con sistema MPT garantiza el cumplimiento de las normas en lo que respecta a los equipos e instrumentos, lo cual es un gran avance por que los equipos son el centro de un laboratorio de pruebas y de calibración y lo más difícil de controlar si no se cuenta con un sistema que organice su mantenimiento e información.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

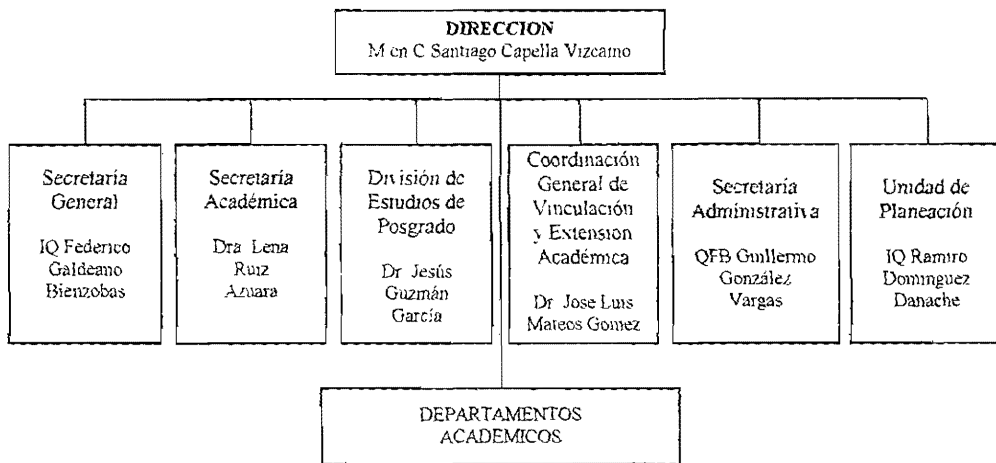
- Cada Comisión del MPT deberá definir claramente las metas cuali y cuantitativas que deberán ser revisadas continuamente, en estas metas se deberá señalar cuales son los indicadores seleccionados para evaluar el impacto de la implementación del MPT, como puede ser la verificación de que los costos por prevención de fallas son menores a los costos por reparación
- De acuerdo al Diagrama de Pareto, el 73% de los problemas que afectaron al equipo instrumentos y/o maquinaria durante el periodo del 1 de enero de 1995 al 20 de abril de 1999 son atribuidos a la falta de numero de inventario, piezas extraviadas y piezas dañadas. Estos problemas son indicativos de la necesidad de mejorar el control, manejo y administración de los equipos en el laboratorio, y pueden servir como elementos para establecer las metas del plan maestro del MPT, por ejemplo:
 - Reducir a cero la cantidad de equipos que no cuentan con numero de inventario
 - Reducir a cero las fallas de los equipos, instrumentos y/o maquinaria debidas a la pérdida de piezas
 - Reducir a cero las fallas de los equipos debidas a piezas dañadas.
- El Mantenimiento Preventivo ayuda a reducir las descomposturas de los equipos, instrumentos y/o maquinaria, tal como se puede comprobar en la revisión de las solicitudes de mantenimiento, donde se observa que los equipos a los que se les dio mantenimiento preventivo no presentaron fallas y los equipos que presentaron fallas no tuvieron mantenimiento
- En una Institución Educativa, la falla de un equipo, instrumento y/o maquinaria perteneciente a un laboratorio de prácticas repercute en las actividades encaminadas al aprendizaje de los estudiantes, es decir, en lo que el alumno deje de aprender debido a la descompostura de un

ESTADO LIBRE ASOCIADO
DE PUERTO RICO

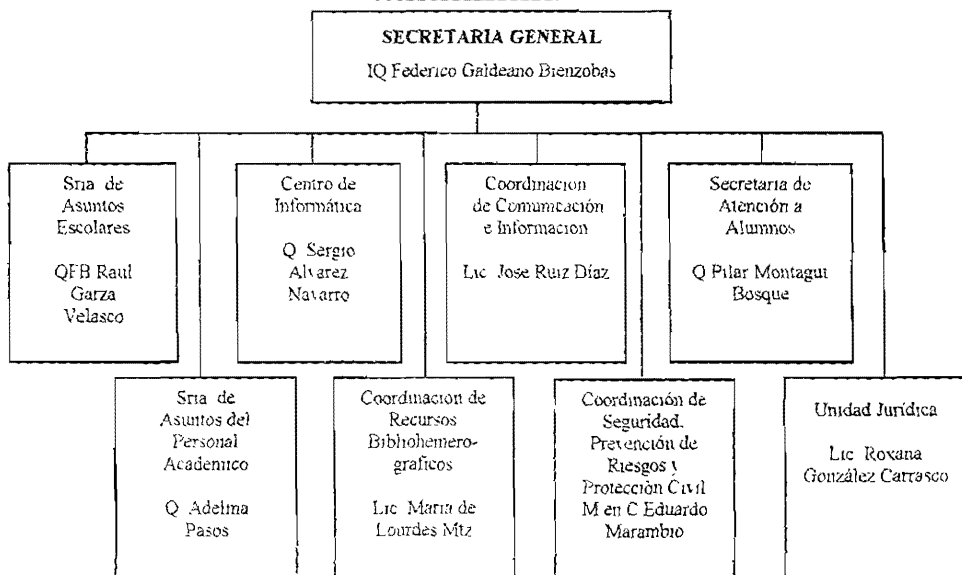
ANEXO I

Descripción de la estructura organizacional de la Facultad de Química al año 2001.

ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA ALTA DIRECCIÓN

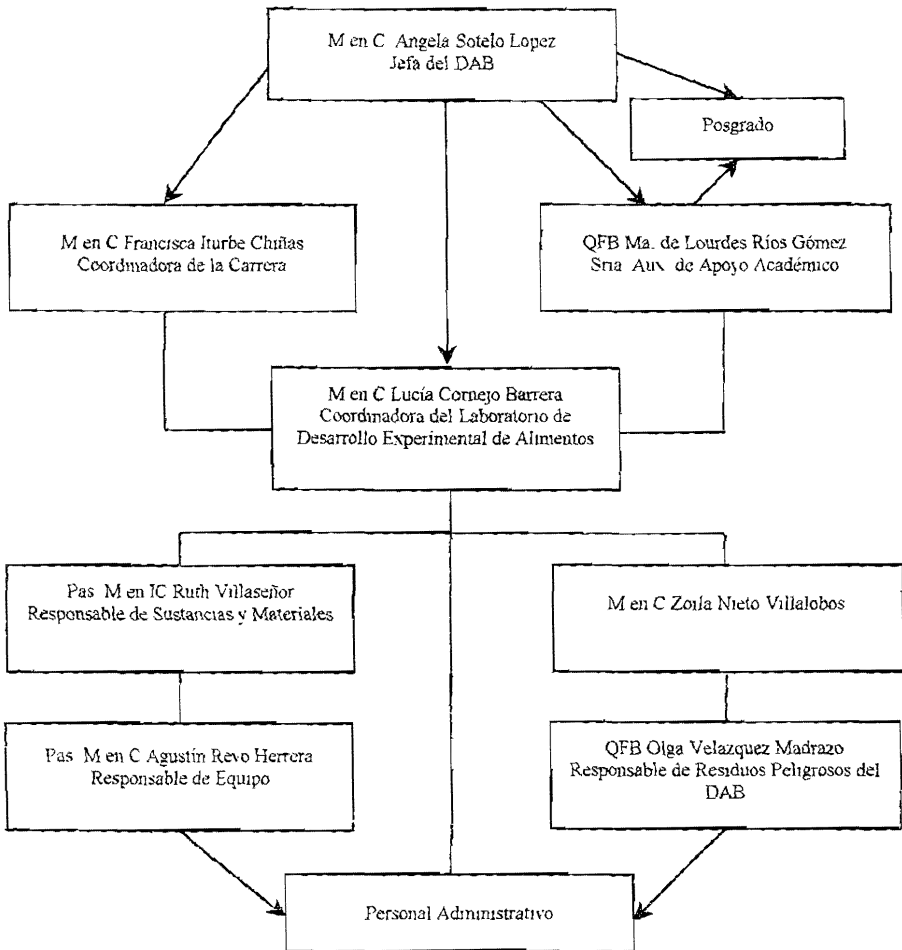


ESTRUCTURA DEL SEGUNDO NIVEL DE ORGANIZACIÓN (SECRETARÍAS)



ESTRUCTURA DEL TERCER NIVEL DE ORGANIZACIÓN
(DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA)

Proporcionado por M en C. Lucía Cornejo B (2000)



ANEXO II

Obtenida del documento "Proyecto del Plan de desarrollo de la UNAM 1997-2000" (síntesis), emitido por la Dirección General de Información

MISIÓN UNAM 2000

De frente a una Nación con logros significativos y múltiples rezagos y frente a la era del conocimiento en la que el mundo está entrando, la misión de la UNAM se sintetiza en los siguientes propósitos

- Formar recursos humanos de calidad
 - Preparados para enfrentar los problemas de la sociedad mexicana y de la competencia internacional
 - Capaces de actuar de manera solidaria en una sociedad que aun sufre carencias e injusticias
 - Con una formación humanística que da razón a su vida y a su *práctica profesional*
- Investigar para:
 - Ampliar las fronteras del conocimiento
 - Apoyar la formación de recursos humanos
 - Apoyar la creación de una cultura propia
 - Apoyar la solución de los problemas nacionales
- Preservar y difundir la cultura nacional y los grandes valores de la cultura universal, en beneficio de la sociedad mexicana

PLAN DE DESARROLLO DE LA UNAM 1997 - 2000

La Universidad requiere, más que en otras épocas, de un rumbo claro que la conduzca y prepare para enfrentar los retos del nuevo milenio. El Plan

- Presenta la **visión** de la Universidad que deseamos tener
- Está basado en **principios rectores** que sustentan la visión
- Presenta las **estrategias** para seguir siendo la mejor institución educativa de México
- Toma en cuenta los retos del futuro
- Será el marco de referencia de las entidades académicas y de la administración

Visión y políticas de la Facultad de Química
(Transcrito de un cuadro que se muestra en la oficina de la Secretaría General Académica de la Facultad de Química)

FACULTAD DE QUÍMICA **VISIÓN HACIA EL AÑO 2001**

- ✓ Entre las escuelas de química, es la de mayor tradición y prestigio del país
- ✓ Ofrece licenciaturas y posgrados flexibles, con **calidad acreditada y reconocimiento internacional**.
- ✓ Realiza **investigación productiva** y de alto impacto, la cual se incorpora como elemento formativo desde la licenciatura. La **enseñanza experimental es moderna** y prioritaria
- ✓ Ofrece **educación continua, amplia y actual** que cubre las necesidades de sus egresados y de los **sectores industriales y de servicios**
- ✓ **Colabora con industrias** en la solución de problemas y **estudia áreas con importancia tecnológica**.
- ✓ Contribuye a la difusión de la química, a la promoción de su buena imagen en la sociedad y a la **innovación de su enseñanza**, desde el nivel básico
- ✓ **Cuenta con presupuesto suficiente** para su funcionamiento el cual proviene de la UNAM, alumnos, ex-alumnos, patronatos, organismos diversos y empresas

POLÍTICAS

- ✓ Las actividades se garantizarán en la pluralidad universitaria, con el empleo de medios universitarios
- ✓ La formación de los alumnos será el eje central de la actividad académica
- ✓ La atención a la **calidad educativa** en la licenciatura será prioritaria, sobre todo en la enseñanza experimental
- ✓ En el posgrado se buscará flexibilidad, amplitud y reducción del tiempo de graduación. Se reforzará la infraestructura y el impacto de la investigación
- ✓ **Se impulsará la superación del personal académico, la seguridad en el trabajo** y control ecológico del campus
- ✓ **Se promoverá una cultura de la planeación: toda acción contará con un proyecto aprobado, los recursos necesarios y será evaluado periódicamente.**
- ✓ La articulación con el sector externo y los egresados se amplia
- ✓ **La administración se adaptará a los fines académicos**

ANEXO III

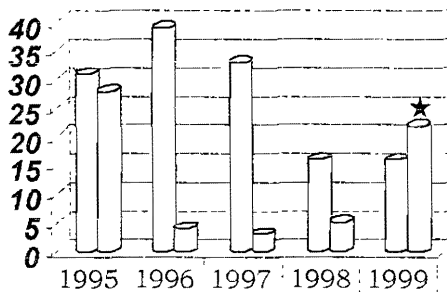
REVISIÓN DE LAS SOLICITUDES DE MANTENIMIENTO DE ENERO DE 1995 A ABRIL DE 1999

Tabla 1. Contenido de las Solicitudes de Mantenimiento

Departamento al que pertenece el equipo
Laboratorio
Responsable del equipo
No. de inventario
Serie
Modelo
Fecha de descompostura
Si existe un manual de servicio para dicho aparato
Falla reportada
Compostura realizada por el Departamento de Mantenimiento
Fecha de entrega
Observaciones

NOTA Los datos obtenidos a partir de las Solicitudes de Mantenimiento en el periodo comprendido de 1995 a 1999 se capturaron en una Base de Datos (anexada en disquet) y a continuación se analizan los datos

Gráfica 1
RELACION ANUAL DE FALLAS Y
MANTENIMIENTO



★ Tomando en cuenta que solo se laboraron 4 meses

□ Fallas	31	39	33	16	16
□ Mantenimiento	28	4	3	5	22
Promedio anual de Fallas					25
Promedio anual de Mantenimiento					12

Tabla 2. Equipos que presentaron más fallas durante el periodo comprendido de enero de 1995 a abril de 1999

INVENTARIO	EQUIPO	FALLAS
1146493	Macro Kjeldahl	10
1186164	Autoclave Horizontal	5
1159115	Refrigerador	5
150255	Autoclave Vertical	5
547545	Macro Kjeldahl	4
150328	Medidor de pH	4
1186161	Tamizador	3
1015793	Cuter	3
984019	Autoclave Horizontal	3
551031	Balanza Analítica	3
150196	Balanza Analítica	3

Tabla 3. Equipos que han presentado más de una descompostura por año o que se les ha dado Mantenimiento más de una vez al año

AÑO	INVENTARIO	EQUIPO	MARCA	MANT.	FALLAS
1995	150255	Autoclave vertical	No especific.	3	
	1178522	Autoclave vertical	No especific.	2	
	1186164	Autoclave horizontal	Cyclomatic Control		2
	547545	Destilador Kjeldahl	GCA		2
	551080	Espectrofotometro	Bausch & Lomb	2	
	175845	Balanza analitica	Mettler	2	
	868870	Espectrofotómetro	Spectronic-20	3	
	1146493	Macro Kjeldahl	Craft		4
1997	150196	Balanza analitica	Sartorius	2	
	551114	Baño Maria	Aparatos Científicos	2	
	1186161	Tamizador	Portable Sieve-Shaker		2
	1159115	Refrigerador	Whirlpool		2
1998	1186164	Autoclave horizontal	Cyclomatic Control		3

Tabla 4. Equipos que reportó el DM en malas condiciones

INVENTARIO	EQUIPO	CONDICIONES	FECHA
Sin número	Baño de calentamiento	Equipo en muy mal estado, es un riesgo para el usuario ya que es muy inseguro y le faltan algunas piezas	10/02/98
Sin numero	Potenciómetro	No está en las condiciones de almacenamiento adecuado	11/03/99
Sin numero	Molino de martillo	Motor quemado	16/08/96
Sin numero	Potenciómetro	Muy sucio	20/01/99
Sin número	Baño María	Control de temperatura dañado	29/11/97
150196	Balanza analítica	Se trasladó a su lugar original debido a que la mesa de trabajo no es la Adecuada. tenía rotas las etiquetas	19/02/97
150198	Balanza analítica	Tenía la etiqueta rota	29/06/95
150232	Balanza analítica	Tenía rota la etiqueta	29/06/95
150255	Autoclave vertical	Resistencias que estaban quemadas	20/10/95
150328	Medidor de pH	El electrodo no estaba sumergido en la cantidad suficiente de solución saturada de KCl/AgCl ni era limpiado con agua destilada	16/02/96
150329	Espectrofotómetro	El equipo funciona bien. el problema era que el contacto no tenía alimentación. esto último ya se ha informado en varias ocasiones al usuario para que lo reporten al taller eléctrico	01/04/98
175605	Molino de cereales	Le hacen falta muchas piezas	27/08/96
175606	Molino de cereales	Le hacen falta muchas piezas	27/08/96
175636	Balanza con jaula	Le falta la perilla de la tapa	20/06/95
175843	Balanza analítica	Se trasladó a su lugar original debido a que la mesa de trabajo no era la adecuada	20/06/95
176090	Molino	No encontraron datos del proveedor que se necesitaban	17/10/96
327101	Proyector de acetatos	El lente y el presnel estan muy rayados	05/02/96
551031	Balanza analítica	Tenía rota las etiquetas y movieron el ajuste del cero en el medio disparo	19/02/97
868870	Potenciómetro	El electrodo no sirve porque está estrellado por dentro	17/04/95
868875	Balanza con jaula	Le falta la canastilla sin la cual no se puede ajustar ni calibrar	20/06/95
868982	Balanza analítica	La balanza fue movida de su lugar original. tenía fundida la lámpara y una pesa caída	19/02/97
89036	Peachmetro digital	Tiene rota una tecla y no la encuentran	21/08/96
958521	Espectrofotómetro	El equipo tenía mucho polvo	08/03/99
984019	Autoclave horizontal	El equipo estaba lleno de agua. pasando el límite. por eso se salía	15/08/96
1146493	Macro Kjeldahl	Parrillas dañadas. Están quemados los cables que llegan a la resistencia	14/11/95 02/09/98
1470334	Balanza analítica digital	No tenía la puerta derecha. la jaladera se perdió al igual que el tensor de arriba. se le hizo una adaptación	20/01/99

ANEXO IV

a) EJEMPLO DE HOJAS DE VERIFICACIÓN PARA EVALUAR LOS RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MPT

RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN		
REQUERIMIENTO	SI	NO
La directiva o administración ha definido y documentado las metas y políticas de calidad		
Hay esfuerzos encaminados para asegurar que las políticas se entiendan en todos los niveles		
Están definidas las responsabilidades de los integrantes de las Comisiones y Grupos de Trabajo		
Están definidas las autoridades dentro de las Comisiones y Grupos de Trabajo		
Ha sido asignado el personal en forma adecuada y capacitado para las actividades de verificación		
Ha sido nombrado un representante calificado de la dirección		
La directiva registra las modificaciones realizadas al plan de implementación del MPT		

CONTROL DE REGISTROS		
REQUERIMIENTO	SI	NO
Se mantienen registros para controlar el desempeño de los equipos		
Se mantienen registros para controlar las partes de repuesto de los equipos		
Se mantienen registros para controlar la inspección de los equipos		
Se mantienen registros para controlar el servicio de los equipos		
Se mantienen registros para controlar las reparaciones de los equipos		
Los registros se revisan, aprueban y autorizan previamente por el Departamento de Mantenimiento antes de su emisión		
Existe un procedimiento de control de estos documentos que identifique sus revisiones y actualizaciones		

CAPACITACIÓN		
REQUERIMIENTO	SI	NO
Se califica al personal sobre la base de su capacitación, entrenamiento y experiencia		
Se identifican las necesidades de capacitación de acuerdo a prioridades		
Se mantienen procedimientos documentados acerca de los temas de capacitación		

b) EJEMPLO DE HOJAS DE VERIFICACIÓN PARA EVALUAR A LOS GRUPOS DE TRABAJO

Escala.

0 = Nunca

1 = Casi nunca

2 = A veces

3 = Siempre

ACTIVIDAD	ESCALA
1. Se cumple con el trabajo de forma rápida y efectiva	
2. Se han desarrollado habilidades de solución de problemas y toma de decisiones	
3. Hay una buena comunicación entre los integrantes del grupo	
4. Se calendarizan los planes para cumplir los propósitos	
5. Se comparten las responsabilidades con el líder y facilitador	
6. Me expreso abierta y honestamente dentro del grupo	
7. Comparto opiniones, ideas y sentimientos sin miedo al rechazo	
8. Sabemos como resolver los conflictos	
9. Expreso reconocimiento a los demás integrantes	
10. Me siento respetado	

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Acheson, J., (1989). "Control de Calidad y Estadística Industrial" Ed Alfaomega, México.
2. Béranger, P., (1994) "En busca de la excelencia Industrial" Ed.Limusa, México.
3. Comunicación Química 53, Facultad de Química, UNAM
4. Enrick, N.L. & Lester, R.H. (1989). "Control de Calidad y Beneficio Empresarial"
Ed Díaz de Santos, España
5. Fujikoshi, K.K., (1990). Training for TPM A Manufacturing Success Story
Productivity Press
6. Gonzalez, C., (1991). "Control de Calidad". Ed McGraw-Hill, México
7. González González, C., (1999). "Normas Internacionales de administración de
calidad, sistemas de calidad y sistemas ambientales ISO 9000, QS-9000^{MR}, ISO
14000" Ed McGraw-Hill, México.
8. Grant, E.L & Leavenworth. R.S , (1996) "Control Estadístico de Calidad". CECSA,
México
9. Hansen, B.L & Ghare, P.M., (1990) "Control de Calidad. Teoría y Aplicación" Ed
Diaz de Santos, México
10. Horton, K., (1997) "Works Management" Manufacturing rises to the TPM challenge
50(4) 18-19
11. Juran, J.M & Gryna, F.M., (1995) "Análisis y Planeación de la Calidad. del Desarrollo del
producto al uso". Ed McGraw-Hill, México.
12. Kathleen, E , (1999). "Total Productive Maintenance. A contextual View" Journal of
Operators Management 17(2).123-144
13. Kepner, Ch & Tregoe, B., (1989) "El Nuevo Directivo Racional". Ed Mc-Graw-Hill
Interamericana de México, México
14. Laboucheix, V., (1997). "Tratado de la Calidad Total" Vol II Ed Limusa, México.

15. **Laveaga, G.,** (1982). Tema: "El Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas en las Areas de Alimentos, Envasado y Embalaje". ALIMENTEC '82.
16. **Lawrence, D.,** (1997) "Maintenance. Modeling its strategic impact". Journal of Managerial Issues. 9(4):440-453
17. **Masaaki, I.,** (1989). KAIZEN, Editorial CECSA.
18. **Masaaki, I.,** (1998) "Will America's corporate theme song be Just in Time?" The Journal for Quality and Participation. 21 (2). 26-28
19. **Masaji, T. & Fumio, G.,** (1999) "RPM Implementation. A Japanese Approach" McGraw-Hill
20. **Moore, R.,** (1997). "Plant Engineering" Combining TPM and reliability - focused maintenance 51 (6).88-90
21. **Morrow, L.C.,** (1985). "Manual de mantenimiento industrial. Organización, Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Química, Civil, Procesos y Sistemas" Tomo I, Ediciones Monitor, México
22. **Nakajima, S.,** (1988) "Introduction to TPM" Productivity Press
23. **NMX-CC-018:1996 IMNC (ISO 10013:1995).**
24. **NMX-CC-9001-IMNC-2000 (ISO 9001-2000).** " Sistemas de Gestión de la Calidad- Requisitos"
25. **NMX-EC-17025-IMNC-2000 (ISO/IEC 17025:1999).** "Requisitos generales para la competencia (Técnica) de los laboratorios de pruebas (Ensayos) y de calibración".
26. **NMX-CC-007/1:1993 (ISO-10011/1:1991).** "Directrices para auditar sistemas de calidad - Parte 1 Auditorías".
27. **NMX-CC-007/2:1993 (ISO-10011/2:1991).** "Directrices para auditar sistemas de calidad - Parte 2 Administración del programa de auditorías"
28. **NMX-CC-008:1993 (ISO-10011/2:1991).** "Criterios de calificación para auditores de sistemas de calidad"

29. **ISO/CD.2 19011:2001 (Revisión).** “Guías sobre auditorías de sistema de administración de calidad ambiental”
30. **Patterson, W., (1997).** “ Maintenance: Modeling its strategic impact “. Journal of Managerial Issues. 9(4):440-453
31. **Patton, J.D., (1988)** “Maintainability and Maintenance Management” Instrument Society of America.
32. **Pulido, S., (1991)** Administración por calidad Ed. Limusa, México
33. **Roup, J., (1999)** ” Moving beyond TPM to total plant reliability Redefining the concept to optimize benefits” Plant Engineering 53(2):32-44
34. **Shirose, K., (1994).** “TPM para operadores” Productivity Press, México
35. **Stebbig, L., (1991)** “Aseguramiento de la Calidad”. CECSA, México
36. <http://www.tpmonline.com/>
37. <http://www.tpm-institute.com/>“Request Total Productive Maintenance (TPM) Information ”
38. <http://www.managementguides.com/> “Total Productive Maintenance TPM ”