

133
29.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA

IMPLANTACION DE MANTENIMIENTO
AUTONOMO

T E S I S

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

JOSE MARIA CONTRERAS MARIEL
JAMES KEVIN BIRO McNICHOL



257548

México, D. F.

1998

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO:

Presidente: Prof. Eduardo Rojo y de Regil.

Vocal: Prof. Adela Castillejos Salazar.

Secretario: Prof. Ernesto Pérez Santana.

1er Suplente: Prof. León C. Coronado Mendoza.

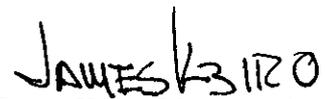
2o Suplente: Prof. Alejandro Iñiguez Hernández.

**Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Química**

Asesor


Prof. Adela Castillejos Salazar

Sustentantes


James Kevin Biro Mc.Nichol


José María Contreras Mariel

*A los Fernandez y a Cliff,
sin su ayuda, no estaríamos aquí.*

*A Ichizo,
por su gran sabiduría.*

*Imagina un mundo de gases ideales,
de cuerdas sin peso, de Cp's constantes.*

*Evaluar las fases sin usar viriales,
sin diferenciales, factor integrante,
cálculo numérico, reacciones reales.*

*Un mundo perfecto, sin iteraciones.
Un mundo resuelto en dos ecuaciones.
Imagina un mundo sin complicaciones,
en el que Bird y Prausnitz toman vacaciones
y dejan volar todas sus pasiones.*

*Un mundo en que no haya nunca un Runge -Kutta
y nunca un anfolito dismuta.*

*Un mundo en que Procter a todos recluta
y en el que nos enseñan a seguir la ruta
pa' $\diamond \times \bullet \blacksquare \times \bullet \square$ a todos los hijos de $\square \blacklozenge \blacktriangledown \bullet$.*

Ese mundo es falso: el mundo es $\diamond \blacklozenge \bullet \blacksquare \square$

Ese mundo falso que yo siempre espero,

puedes tú $\square \blacklozenge \blacktriangledown \Rightarrow \square \blacktriangledown \bullet \bullet \square$ por el $\bullet \times \blacklozenge \bullet \blacksquare \square$

Sin él, te aseguro que yo no me muero.

No lo necesito; ¡PUES SOY INGENIERO!

IMPLANTACIÓN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Introducción

1: MPT se enfoca a la eliminación de pérdidas.

- 1.1 El Área Productiva tiene muchas Fallas.
- 1.2 El Área Productiva tiene muchas Pérdidas.
- 1.3 Entendiendo la Naturaleza de las Pérdidas.
 - 1.3.1 Las Seis Grandes Pérdidas.
 - 1.3.2 Pérdidas Crónicas y Pérdidas Esporádicas.
- 1.4 Por qué se Presentan las Pérdidas.
 - 1.4.1 Causas de las Pérdidas.
 - 1.4.2 Los Defectos del Equipo Crecen.
 - 1.4.3 Deterioro Natural y Forzado.
 - 1.4.4 Defectos Ocultos y Defectos Expuestos.

2: Un Breve Resumen de MPT.

- 2.1 Las Seis Actividades Principales del MPT.
 - 2.1.1 La Eliminación de las Seis Grandes Pérdidas.
 - 2.1.2 El Mantenimiento Planeado.
 - 2.1.3 El Mantenimiento Autónomo.
 - 2.1.4 Ingeniería Preventiva.
 - 2.1.5 Diseño de Productos Fáciles de Manufacturar.
 - 2.1.6 Educación.
- 2.2 Las Consecuencias del MPT: una Evaluación.
- 2.3 El Plan Maestro.
- 2.4 La Organización Directriz de MPT.
 - 2.4.1 Una Organización de Pequeños Grupos Traslapados.
 - 2.4.2 El Equipo de Trabajo.
 - 2.4.3 La Oficina de MPT.

3: Las Cinco Contramedidas para Alcanzar Cero Paros.

- 3.1 La Estrategia Básica para Obtener Cero Paros.
 - 3.1.1 Definir las Condiciones Básicas del Equipo.
 - 3.1.2 Mantenerse Apegado a los Lineamientos Definidos para Cada Máquina.
 - 3.1.3 Restaurar Partes Deterioradas.
 - 3.1.4 Corregir Errores de Diseño
 - 3.1.5 Mejorar las Habilidades Técnicas, de Operación y Mantenimiento de los Operadores.
- 3.2 ¿Quién Lleva a Cabo estas Cinco Contramedidas?
- 3.3 Reestructurando las Tareas de los Departamentos de Producción y Mantenimiento.

- 3.4 Asignando Responsabilidades a los Departamentos de Producción y Mantenimiento.
 - 3.4.1 Actividades de Mantenimiento para el Departamento de Producción (Mantenimiento Autónomo).
 - 3.4.2 Actividades de mantenimiento para el Departamento de Mantenimiento.

4: El Programa de Mantenimiento Autónomo

- 4.1 Las Metas del Programa.
 - 4.1.1 Reconsiderando el Papel del Operador.
 - 4.1.2 El Operador con Conocimientos.
 - 4.1.3 Entrenando a los Operadores para Alcanzar un Mejor Nivel de Ingeniería.
 - 4.1.4 El Área de Trabajo Ordenada.
- 4.2 El Desarrollo de Mantenimiento Autónomo.
 - 4.2.1 El Ciclo RAPH.
 - 4.2.2 La Auditoría de Mantenimiento Autónomo.
- 4.3 Sistemas de Educación dentro de Mantenimiento Autónomo.
 - 4.3.1 Tipos de Educación.
 - 4.3.4 Métodos Educativos.
- 4.4 Comentarios

5: Paso 1: Limpieza Inicial

- 5.1 Objetivos desde la Perspectiva del Equipo.
 - 5.1.1 Limpieza Inicial.
 - 5.1.2 La Limpieza es Inspección.
- 5.2 Objetivos desde la Perspectiva Humana.
 - 5.2.1 Familiarizarse con las Actividades de Pequeños Grupos a través de Tareas Sencillas.
 - 5.2.2 Mejorar la Motivación de los Operadores para Cuidar su Equipo.
- 5.3 Cómo Desarrollar el Paso 1.
 - 5.3.1 El Pizarrón de Actividades y las "Cuatro Listas".
- 5.4 Cómo Proceder con la Limpieza Inicial.
 - 5.4.1 Cómo dividir un Paso en Subpasos.
 - 5.4.2 Educación sobre Seguridad.
 - 5.4.3 Tener listos los Utensilios de Limpieza y Herramientas Manuales.
 - 5.4.4 Cómo Proceder con la Limpieza.
 - 5.4.4 Cómo Proceder con la Limpieza.
- 5.5 Los Puntos Clave de una Auditoría de Mantenimiento Autónomo.
- 5.6 Comentarios

6: Paso 2: Contramedidas para las fuentes de contaminación.

- 6.1 Propósitos desde la Perspectiva del Equipo.
- 6.2 Propósitos desde la Perspectiva Humana.
 - 6.2.1 Los Operadores Aprenden cómo Resolver Problemas y Experimentan Satisfacción con Resultados Exitosos.

- 6.2.2 Los Operadores Aprenden más Sobre los Mecanismos Operativos de la Maquinaria.
- 6.3 Estándares Tentativos de Limpieza y Tiempos Objetivo.
 - 6.3.1 Objetivo de Tiempo para la Limpieza.
 - 6.3.2 Preparar Estándares Tentativos de Limpieza y Trabajar Hacia su Mejora.
- 6.4 Cómo Desarrollar el Paso 2.
 - 6.4.1 Subpasos y la Prioridad de las Contramedidas.
 - 6.4.2 Tipos de Fuentes de Contaminación.
 - 6.4.3 Contramedidas para Áreas Difíciles de Limpiar.
 - 6.4.4 Pre-evaluación y Post-evaluación de las Contramedidas.
 - 6.4.5 Análisis Dónde-Dónde y Análisis Por qué-Por qué.
 - 6.4.6 Mantener Registros de las Modificaciones al Equipo.
 - 6.4.7 Revisar Problemas No Resueltos.
- 6.5 Los Puntos Clave de una Auditoría de Mantenimiento Autónomo.
- 6.6 Comentarios

7: Paso 3: Estándares de Limpieza y Lubricación.

- 7.1 Propósitos desde la Perspectiva del Equipo
- 7.1 Propósitos desde la Perspectiva Humana
- 7.3 Cómo Desarrollar el Paso 3.
 - 7.3.1 Mantener la Limpieza Lograda en Paso 2
 - 7.3.2 Mejoras Acumulativas
 - 7.3.3 Cómo Dividir un Paso en Subpasos
- 7.4 Establecer un Sistema de Control de Lubricación
 - 7.4.1 ¿Qué es un Control de Lubricación?
 - 7.4.2 Preparación por Parte del Departamento de Mantenimiento
 - 7.4.3 Inicie las Actividades de Enseñanza en Lubricación de Forma Escalonada
 - 7.4.4 Identificar los Puntos y las Superficies de Lubricación.
 - 7.4.5 Asignación de las Tareas de Lubricación
 - 7.4.6 Generar Diagramas de Flujo del Sistema de Lubricación.
 - 7.4.7 Establecer Estándares Tentativos de Lubricación
 - 7.4.8 Corrección de áreas defectuosas y de difícil lubricación
 - 7.4.9 Establecer los Estándares de Limpieza y Lubricación
- 7.5 Los Puntos Clave de la Auditoría de Mantenimiento Autónomo
- 7.6 Revisión de la Primer Etapa del Programa de Mantenimiento Autónomo
 - 7.6.1 Establecer las Condiciones Básicas del Equipo
- 7.7 Comentarios

8: Paso 4: Inspección General.

- 8.1 Propósitos desde la Perspectiva del Equipo
- 8.2 Propósitos desde la Perspectiva Humana
- 8.3 La Necesidad de la Inspección Planeada
 - 8.3.1 Lo Real de la Inspección

- 8.3.2 No se Promueve la Motivación de los Operadores
- 8.3.3 No se Proveen las Habilidades Necesarias
- 8.3.4 No se Proveen las Circunstancias Adecuadas
- 8.3.5 El Potencial del Operador
- 8.4 Cómo Desarrollar un Plan de Inspección General
 - 8.4.1 Procedimientos y Pasos Dentro de la Inspección General
 - 8.4.2 Preparación de la Educación en Inspección
 - 8.4.3 Cómo Llevar a Cabo la Educación en Inspección General
 - 8.4.4 Determinar Estándares Tentativos de Inspección
 - 8.4.5 Mejoras al Equipo
- 8.5 Puntos a Evaluar en la Auditoría de Este Paso
- 8.6 Comentarios

9: Paso 5: Estándares de Mantenimiento Autónomo.

- 9.1 Metas desde la Perspectiva del Equipo
- 9.2 Metas desde la Perspectiva Humana
- 9.3 Acabando las Actividades Relacionadas con el Equipo
 - 9.3.1 Revisar Asuntos Pendientes
 - 9.3.2 Obtener el Conocimiento Total del Equipo
 - 9.3.3 Percatarse de las Anormalidades Mediante los Cinco Sentidos
 - 9.3.4 Implantación Extensiva de Controles Visuales
- 9.4 Cómo Desarrollar el Paso 5
 - 9.4.1 Procedimientos Preparativos
- 9.5 Inspección de Rutina por Mantenimiento Autónomo
 - 9.5.1 Distribuir el Trabajo entre los Departamentos de Producción y Mantenimiento
 - 9.5.2 Aspectos de Inspección y Frecuencia
 - 9.5.3 Tiempo de Inspección
- 9.6 Preparación de Estándares de Mantenimiento Autónomo
 - 9.6.1 Hacer una buena Combinación de Limpieza, Lubricación e Inspección
 - 9.6.2 Cómo Establecer los Estándares de Mantenimiento Autónomo

10: Paso 6: Aseguramiento de Calidad.

- 10.1 La Necesidad de Mantener la Calidad
- 10.2 Concepto Básico de Mantenimiento de Calidad
 - 10.2.1 Actividades de Mantenimiento de Calidad
- 10.3 La Ruta a la Meta de Cero Defectos
- 10.4 Metas desde la Perspectiva Humana

11: Paso 7: Supervisión Autónoma.

- 11.1 MPT Implantado en el Area de Trabajo
- 11.2 Manteniendo el Nivel
 - 11.2.1 Manteniendo el Nivel de Actividad.
 - 11.2.2 Mejorando el Nivel de Actividad
- 11.3 Buscando un Mejor Nivel de MPT
 - 11.3.1 Dos Ejemplos de Actividades Orientadas a Mejorar el Nivel del MPT.

11.3.2 La Segunda Generación de MPT
11.4 Comentarios

12: Conclusiones.

Introducción

La Segunda Revolución Industrial y la Automatización

La primera revolución industrial liberó al hombre y a sus animales domésticos de gran parte de la carga de trabajo físico. En esta década, los países capitalistas industrializados se enfrentan a una segunda revolución industrial la cual tiene como meta el liberar a los trabajadores del trabajo monótono y repetitivo.

Esta segunda revolución industrial, desencadenada en el principio de la década de los 70 en el área de productos de consumo, se acentuó inesperadamente por la competencia entre compañías japonesas que producían calculadoras. Como resultado de ésto, se dio una gran expansión en la demanda y por consiguiente un gran avance en la tecnología de bienes microelectrónicos como computadoras, televisores, video juegos, etc.

Esta tendencia hace posible que las compañías productoras apliquen estos avances tecnológicos en sus procesos, mediante el uso de sensores, controles, computadoras y robots mediante un presupuesto relativamente bajo. Estas aplicaciones de automatización están siendo extensamente aplicadas ya que liberan a los operadores de las tareas repetitivas y monótonas a las que estaban acostumbrados. Pensemos en un operador que durante todo el día empaca cierto producto en corrugados. Después de varias horas, el rendimiento obviamente no será el mismo que cuando empezó su turno, es aquí donde la automatización juega un papel relevante en la eficiencia de los procesos. Una máquina empacadora nunca se cansará, y como resultado de ésto se mejora significativamente la calidad, se reducen los costos de producción y el precio de venta será más competitivo.

Por otra parte, las sociedades industrializadas de América y Europa tienden a temer y a evitar la automatización. Estas sociedades ven la tendencia de la computarización y automatización como una causa muy importante de desempleo. Las compañías estadounidenses han respondido a esta situación mediante la aplicación de la automatización y la introducción de procesos computarizados en las áreas administrativas y gerenciales; no así en los procesos productivos. Resulta irónico el pensar que en Japón y en la mayoría de los países asiáticos donde se ha puesto en marcha la automatización de los procesos productivos, haya un exceso de trabajo y una escasez de trabajadores.

Debido al crecimiento de las sociedades de consumo en el mundo, las industrias de proceso también deben crecer. Las compañías productoras deben enfocar sus esfuerzos en el crecimiento soportado en la tecnología, con el fin de ser competitivos y asegurar su permanencia en los mercados mundiales.

El Concepto “CERO”

Durante la segunda revolución industrial, en Japón se desarrollaron muchos conceptos que involucran la calidad y la tecnología en la producción. El fenómeno en los Estados Unidos empezó con la reconsideración de los conceptos de calidad. Seguido a esto, se desató un gran flujo de información en cuanto a producción y administración se refiere: la administración japonesa, CTC¹, el sistema productivo de Toyota y la novedad de MPT (Mantenimiento Productivo Total). Debido a que todo el material de que se disponía se hizo con un entendimiento superficial o parcial de los conceptos, no se esperó éxito para las compañías “occidentales” que pretendieron poner a prueba estos conceptos, sólo les generaban confusión.

Por ejemplo, el término JIT² es un concepto muy conocido en las industrias estadounidenses. Sin embargo, ninguna de ellas ha podido implantar el sistema exitosamente, a pesar de que es un concepto relativamente sencillo. Se trata de tener en existencia las cantidades necesarias de los materiales necesarios cuando se necesiten. El personal de Toyota Motor tardó varias décadas en implantar este sencillo sistema.

La razón de que la implantación de JIT sea tan difícil se relaciona directamente con la dificultad de alcanzar Cero Defectos. Los defectos en las materias primas pueden parar por completo el proceso productivo, debido a que no se tienen materiales alternativos almacenados cuando se trabaja dentro de este sistema.

Para alcanzar la meta de Cero Defectos, se deben tener como requisito indispensable Cero Paros. Cero Accidentes no se pueden alcanzar si no se tienen Cero Defectos y Cero Paros. El trabajo de JIT más el de CTC pierde su sentido si no se tienen en cuenta las

¹ CTC son las siglas para Control Total de la Calidad, otro sistema utilizado para mejorar la productividad y la calidad.

² Las siglas para el sistema Just In Time, sistema basado en el manejo al día de los sistemas involucrados en las industrias productivas.

consideraciones anteriores, ya que todos los conceptos de calidad existentes permiten la aparición de un cierto número de defectos dentro de un rango de tolerancia aceptable y no se trabaja para alcanzar la meta de Cero. Es esta la razón por la cual las industrias japonesas trabajan en actividades de MPT, ya que el sistema contempla el concepto de Cero y los planes concretos para alcanzar esta meta mediante la involucración de todo el personal.

La calidad es algo que no se debe controlar

En el proceso de implantación del sistema de MPT en una planta productiva, el personal de línea se entrena y se motiva a aplicar técnicas estadísticas³ que son comunes con los conceptos tradicionales de control de calidad. Es así como el personal es capaz de detectar los problemas, analizarlos y responder de la forma más adecuada para encontrar la solución y de esa forma alcanzar la meta de Cero.

La calidad de los productos, por sí misma y de acuerdo con el punto de vista de MPT, debe ser hecha y alcanzada por el trabajo experimentado y motivado de los operadores con la ayuda de equipos operados y mantenidos bajo condiciones óptimas.

En las industrias japonesas, bajo los conceptos del sistema de MPT, la calidad se administra e inspecciona por el personal de línea. El departamento de aseguramiento de calidad se encarga solamente de inspecciones especiales que no tienen a su cargo los operadores. De esta forma, también se reduce el número de inspectores ya que se tienen trabajadores experimentados y entrenados, equipos automatizados y confiables, mantenidos en condiciones óptimas. Estos conceptos deben ser entendidos por todos antes de que se pueda hablar de la implantación del sistema de MPT.

Perspectivas para el Equipo y para el Personal

El MPT se enfoca a la mejora de las condiciones existentes en la planta y al incremento del conocimiento y habilidades del personal de línea con miras a alcanzar la meta de Cero Paros, Cero Defectos y Cero Accidentes. En todas las industrias, las fallas se relacionan directamente con la falta de experiencia y conocimientos de los operadores y con la falta de supervisión de sus gerentes. Sin embargo, los problemas de productividad y

³ Gráficas de control, criterios estadísticos para el ajuste de un proceso.

calidad son cargados directamente a los operadores como resultado de la falta de interés por parte de la gerencia de involucrarse y entender los procesos productivos y sus problemas.

Con el desarrollo del Mantenimiento Autónomo, uno de los pasos fundamentales en la implantación de MPT, se establece un sistema rutinario de mantenimiento y de educación dividido en siete pasos. Este sistema asegura que los operadores entienden y pueden remediar cualquier problema con las condiciones existentes en la planta⁴. Cada uno de los pasos antes mencionados tiene perspectivas enfocadas tanto para los operadores como para el equipo. Será responsabilidad de los ingenieros de planta y del personal de línea el mantener la productividad y la calidad mediante un cambio radical en la forma de pensar y de actuar con el resto del personal y con sus equipos. El programa de los siete pasos debe considerarse como un programa de educación y entrenamiento que habilita al personal a entender y poner en práctica los conceptos de MPT.

Es por todo lo anterior que consideramos que el tema se relaciona íntimamente con la Ingeniería Química. Al escoger este tema para la realización del trabajo final de tesis queremos enfatizar la importancia que tienen los sistemas de trabajo dentro de la industria moderna. Es nuestra opinión que mientras la Facultad de Química desarrolla Ingenieros con atributos técnicos y científicos de clase mundial, se tiene una gran área de oportunidad en cuanto a la formación referente a los sistemas de trabajo tradicionales y de vanguardia. Cabe mencionar que el sistema de trabajo presentado aquí es sólo uno de varios existentes. La decisión por MPT obedece al trabajo realizado por los sustentantes en un ambiente productivo que lo emplea día a día.

⁴ Esto se refiere a cualquier problema de operación o ajuste menor. El Mantenimiento Progresivo vigila los reemplazos y modificaciones mayores.

1

MPT se Enfoca a la Eliminación de Pérdidas

1.1 El Área Productiva Tiene Diferentes Fallas¹

El departamento de producción utiliza equipo diariamente para fabricar diversos productos a partir de materias primas. Por otra parte, el departamento de mantenimiento es responsable de mantener en buenas condiciones los equipos, apesar de que la gente de producción tiene el conocimiento cotidiano del estado y funcionamiento del equipo. Como resultado de éesto, el área productiva se afecta por los errores continuos y significativos que cometen otros departamentos, los cuales no tienen una visión real de los factores que influyen en la producción.

Departamento de Ventas. Los errores en códigos, cantidad, especificaciones, tiempos de entrega o destino de los bienes resultan en severos problemas para el área productiva. Si estos errores se detectan en el transcurso del proceso productivo, se pueden corregir. Sin embargo, es muy tarde si se encuentran en el momento de la compra de los productos por los consumidores.

Departamento de Control de Producción. Los errores de comunicación con el departamento de ventas resultan en estimados y planeación de producción erróneos, así como en órdenes de trabajo equivocadas.

Departamento de Compras. Los errores en las órdenes de compra resultan en escasez de materias primas o en la compra de materiales inútiles, fuera de especificaciones y por consiguiente en un alto costo de inventarios de materia prima.

Departamento de Embarques. Los errores en las cantidades de producto embarcadas afectan la línea de producción de los clientes o consumidores.

¹ Aquí se analiza una estructura típica. en la cual no se aplica MPT.

Departamento de Diseño de Productos. El diseño de un producto enfocado solamente a la apariencia o función, comúnmente impide la facilidad de producción. Los trabajadores son culpados por problemas en ensamblaje y por consiguiente los más experimentados sufren de una carga extra de retrabajo.

Departamento de Ingeniería de Planta. Las fallas en la ingeniería de la planta ocasionan muchos problemas en la puesta en marcha de equipos, retrasos y en los resultados obtenidos de los mismos. Después de iniciada la operación normal, los operadores se enfrentan a paros mayores por fallas crónicas en los equipos y a defectos de calidad, así como también a problemas con el trabajo de mantenimiento de los equipos.

Departamento de Mantenimiento. Cuando un equipo se repara, por ejemplo con refacciones no propias para ese equipo, se tendrán problemas de paros constantes y finalmente el paro total tendrá una mayor duración, afectando el proceso productivo.

Hasta cierto punto, todas estas fallas se repiten en todas las plantas productivas. Algunas veces son resultado de la falta de entendimiento por parte de los gerentes de su papel de solucionar los problemas que se originan a partir de estas fallas. La mayoría de estas fallas pueden ser prevenidas con poco esfuerzo, si existe un adecuado sistema administrativo.

1.2 El Área Productiva Tiene Muchas Pérdidas

Las pérdidas en el área productiva son causadas por otros departamentos, así como también por los operadores y el personal de mantenimiento. Dentro de MPT (Mantenimiento Productivo Total) las pérdidas de tiempo incluyen fallas en equipos, cambios de versión, paros menores y operación a bajas velocidades; las pérdidas en materiales incluyen defectos de calidad y rendimientos bajos².

Además, estas pérdidas se agrupan en dos categorías³ basadas en la causa: paros por pérdida de funcionamiento y paros por reducción en el funcionamiento. Los paros por pérdida de funcionamiento se refieren a las condiciones de operación bajo las cuales los paros o las fallas impiden el funcionamiento de los equipos y resultan en un paro de producción. Los paros por reducción en el funcionamiento se refieren a las condiciones de

² Estas pérdidas también pueden ser atribuibles a las máquinas.

³ Tokutaro Suzuki, "TPM in process industries". Productivity Press (USA), p. 23-28.

operación bajo las cuales ocurren defectos de calidad y/o se trabaja a velocidades bajas, aunque la producción no se interrumpa. En estas situaciones, los productos fuera de especificación se tienen que reacondicionar o desechar. Junto con estas pérdidas, las relacionadas con calidad, las cuales tienen dos tipos de características en términos de tiempo y materiales, son las más importantes.

Desde el punto de vista de reconocimiento, las pérdidas se clasifican en dos tipos. El primer tipo son aquellas que son reconocidas fácilmente por cualquier persona. Por ejemplo, el hecho de que se produzcan grandes cantidades de producto defectuoso que se tiene que desechar, es una pérdida a la cual se refiere como una pérdida “expuesta”.

Por otra parte, el otro tipo de pérdidas no se reconoce tan fácilmente; esto como resultado de una mala preparación y experiencia técnica del personal involucrado. También, muchas veces no se toman las pérdidas como tal. Por ejemplo, una pieza de maquinaria obstruye un conducto u ocasiona que el equipo se pare; o los sensores de un equipo no funcionan correctamente y paran el equipo incorrectamente. Estas interrupciones en el proceso productivo se toman como paros menores. Cuando los operadores observan estos hechos, lo que hacen es arrancar nuevamente el equipo simplemente quitando la obstrucción o reprogramando el panel de control. Como resultado de esto, pérdidas menores como éstas son frecuentemente pasadas por alto, o se trabaja a velocidades menores aunque la eficiencia se pueda aumentar al incrementar la velocidad de producción. Estas condiciones de operación, si se observan superficialmente, se pueden mantener sin mayor problema, y la eficiencia del equipo se verá reducida sin que nadie lo sepa. Estas pérdidas se conocen como pérdidas “ocultas”.

En otros casos, las pérdidas en materiales son subestimadas; más aún cuando las materias primas se pueden reciclar. Entonces, muchas de estas pérdidas se pasan por alto y permanecen ocultas⁴.

Cualquier persona, incluyendo a los gerentes, que esté involucrada en el negocio de la producción tiene poca oportunidad de visitar otras plantas productivas. Es así como resulta difícil evaluar el propio nivel técnico y comprender la cantidad de sus pérdidas por medio de la comparación con los demás.

⁴ Id.

Generalmente, todo el personal que trabaja bajo diversas condiciones en cualquier Planta se encuentra rodeado de pérdidas. Estando acostumbrados a aceptarlas como parte de la rutina, se pasan por alto y se ignoran como pérdidas. Esta actitud se encuentra en todas partes.

1.3 Entendiendo la Naturaleza de las Pérdidas⁵

1.3.1 Las Seis Grandes Pérdidas

Dentro de MPT, la relación entre la eficiencia de un equipo y las pérdidas está claramente definida en términos de la calidad del producto y de la disponibilidad del equipo. Con base en un estricto análisis de los factores que reducen la eficiencia de un equipo, las pérdidas mayores se clasifican en seis tipos, como se ilustra en la figura 1.1.

1. *Pérdidas por Paros.* Son causadas por defectos en el equipo, los cuales requieren de algún tipo de reparación. Estas pérdidas son el tiempo muerto junto con el tiempo de mano de obra y las refacciones necesarias para arreglar el equipo; su magnitud se mide por tiempo muerto.

2. *Pérdidas por Preparación y Ajustes.* Son causadas por cambios en las condiciones de operación, como es el inicio del proceso en cada turno, cambios en versión y cambios en las variables de producción. Esta pérdidas son el tiempo muerto, la preparación (cambios de versión, de dados, guías y herramientas), arranque y ajustes; la magnitud también se mide en tiempo muerto.

3. *Pérdidas por paros menores.* Son causadas por aquellos eventos como paros del equipo por fallas menores. Generalmente, estas pérdidas no se pueden cuantificar automáticamente sin los instrumentos adecuados. Se estiman con base en la fórmula (100 % menos el porcentaje de desempeño del equipo). Cuando los operadores no pueden corregir los paros menores en un cierto tiempo fijo (por ejemplo 10 min.) muchas compañías toman estos paros menores como paros mayores para enfatizar su importancia, a pesar de que el equipo no ha sufrido daño alguno.

4. *Pérdidas por Velocidad.* Son causadas por bajas velocidades de operación; el equipo no se puede operar a la velocidad teórica o definida para el proceso. Si se incrementara la

⁵ Pass,passim Fujikoshi, Nachi "Training for TPM". 1a de., Productivity Press, 1992.

velocidad, aparecen defectos de calidad o paros menores. Entonces, el equipo se tiene que operar a velocidades moderadas. Estas pérdidas se miden como el rango de velocidad teórica contra la real.

5. *Pérdidas por Calidad y Retrabajo.* Son causadas por productos defectuosos o fuera de especificaciones. Estos productos se tienen que reacondicionar o desechar. Estas pérdidas son el tiempo y el trabajo para reacondicionar y el costo de destrucción. Se miden como el rango de producción defectuosa contra la producción total. Muchas veces se conocen como “defectos de calidad en proceso” para distinguirlos de otros defectos en calidad como los productos defectuosos resultado de arranques o ajustes en el equipo.

6. *Pérdidas en Rendimiento.* Se causan por desperdicios en materia prima o por materia prima no utilizada. Se dividen en dos grupos; uno es el grupo de pérdidas en materias primas resultado del diseño del producto, métodos de manufactura y restricciones del equipo. El otro grupo es el de las pérdidas por ajuste resultado de defectos en calidad asociados con la estabilización de las condiciones de operación y el arranque, cambios de versión, etc. Mientras más se tarde un cambio de versión, menor es la evaluación, ya que se deben añadir las pérdidas por preparación y ajustes más las pérdidas por rendimiento.

Estas seis grandes pérdidas son cuantificadas en tres índices: disponibilidad, rango de desempeño y rango total de rendimiento. El efecto de multiplicar los tres se muestra en la fig. 1.2 y se conoce como Efectividad Total del Equipo.

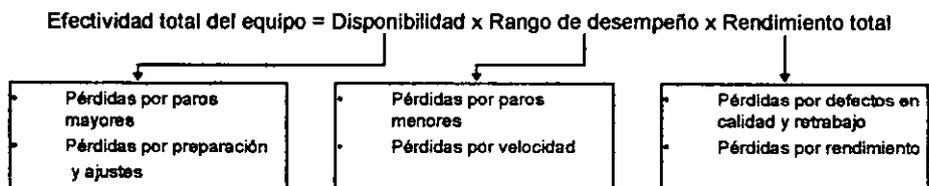


Figura 1.1 Efectividad Total del Equipo

Con los conceptos convencionales de administración de la producción, resultaba imposible estimar totalmente la eficiencia del equipo, un proceso, o una planta completa. Mediante la presentación del concepto de eficiencia total del equipo, la productividad a cada nivel se define claramente con cálculos precisos y significativos. Por primera vez, este

concepto hace posible comparar la tendencia de productividad del pasado al presente, y de una línea de producción a otra en la misma planta o de planta a planta. Las comparaciones también se pueden hacer entre varios productos manufacturados por diferentes compañías. Adicionalmente, las pérdidas escondidas, las cuales nunca se habían reconocido como pérdidas, se exponen completa y sorprendentemente.

Además de las seis grandes pérdidas, muchas compañías identifican otros tipos de pérdidas, de acuerdo a las características de sus equipos y productos. La eliminación de todas estas pérdidas tiene la más alta prioridad y se persigue consistentemente por todos los integrantes de la compañía.

1.3.2 Pérdidas Crónicas y Pérdidas Esporádicas

Antes de discutir sobre la eliminación de las pérdidas, se deben comprender sus características. En general, las pérdidas como los paros mayores y defectos de calidad se clasifican según su frecuencia. Sin embargo, MPT trata con aquellas pérdidas basadas en la eficiencia de los equipos.

La diferencia entre la eficiencia real de un equipo y su valor óptimo se conoce como una pérdida crónica cuando la misma pérdida ocurre en un intervalo relativamente pequeño de tiempo. Sin embargo, a veces la recurrencia de las pérdidas aumenta repentinamente más allá de su rango usual y por consiguiente, la eficiencia del equipo se cae rápidamente, como se ilustra en la fig. 1.3. Este tipo de pérdida se conoce como pérdida esporádica, y resulta de los cambios en materias primas, condiciones de operación, guías, herramientas, corriente eléctrica, voltaje, temperatura, humedad, flujo de aire, fallas en la operación, y muchos otros.

Cuando las pérdidas esporádicas reducen la eficiencia del equipo, las causas son generalmente rastreadas mediante prueba y error. Es entonces que acciones correctivas se toman para devolverlo a su estado normal. Por otra parte, si la eficiencia del equipo está afectada por pérdidas crónicas, nunca se podrá mejorar con las contramedidas tradicionales.

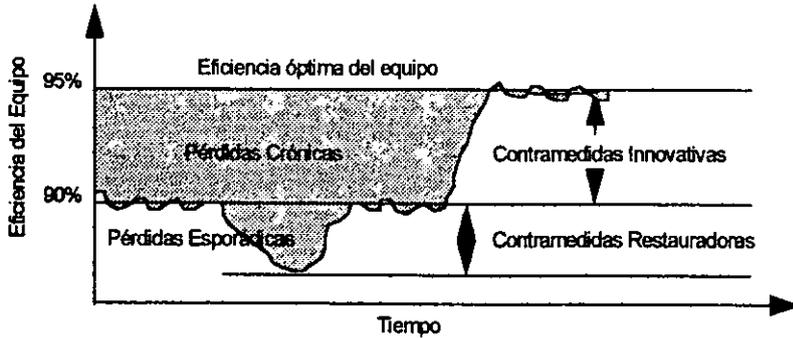


Figura 1.2 Pérdidas crónicas y esporádicas

Todas las teorías convencionales e ideas fijas se deben abandonar. Solamente remedios innovativos, basados en ideas sobresalientes pueden enfrentar el reto: ¡Cero Paros Mayores y Cero Pérdidas!

1.4 Por qué se Presentan las Pérdidas

1.4.1 Causas de las Pérdidas

Las causas de las pérdidas, aparte de ser esporádicas o crónicas, se pueden categorizar en tres tipos: sencillas, múltiples y complejas, como se ilustra en la fig. 1.4.

Cuando sólo una causa ocasiona pérdidas, se conoce como “causa sencilla”. Una causa sencilla, como un error de operación, falta de suministro de materia prima, fallas de bandas, resultan en pérdidas esporádicas. Este tipo de causa y sus contramedidas son fácilmente detectables.

Mientras tanto, varias causas sencillas pueden existir simultáneamente, cada una de ellas provocando fallas que son aceleradas por cambios repentinos en las condiciones de operación. Este tipo de problemas parecen ser resueltos exitosamente mediante la puesta en marcha de contramedidas enfocadas a cada causa individual. Sin embargo, con el tiempo, un problema similar puede ocurrir en la misma parte o en otra del mismo equipo. Cuando las causas existen simultáneamente, y cada una es independiente de las demás en sus efectos, se conocen como “causas múltiples”. Un escenario diferente se presenta cuando existen muchas causas, pero ninguna de ellas resulta en pérdidas por sí misma. Las pérdidas ocurren

cuando una combinación de estas causas existe simultáneamente y al azar, lo cual no es muy frecuente. Este tipo de situación se conoce como una de “causas complejas”.

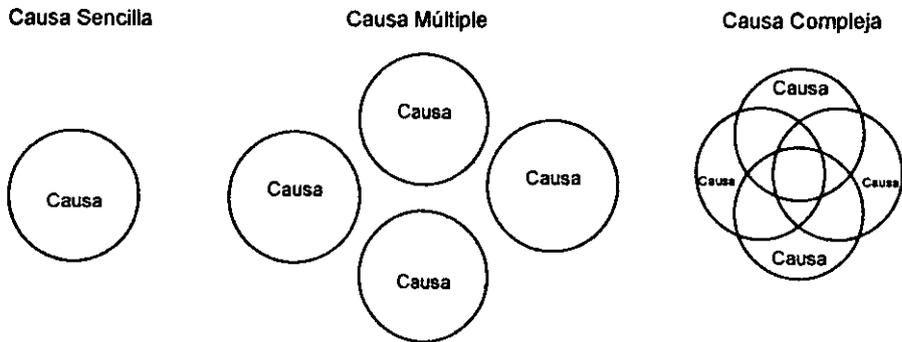


Figura 1.3 Las Causas de Pérdidas

Todos los equipos están diseñados para trabajar en equilibrio como parte de un sistema. Sin embargo, frecuentemente, sólo se investiga una causa de pérdidas, sin tomar en cuenta las otras causas ocultas. La corrección parcial puede afectar negativamente el equilibrio del sistema y empeorar el problema original. Las pérdidas, especialmente cuando son resultado de causas complejas, no pueden ser resueltas por medio de metodologías tradicionales.

Existen muchos problemas con equipos y calidad para los cuales no se había encontrado una buena solución en el pasado. Algunos gerentes de producción e ingenieros de mantenimiento creen que no hay más solución que el reemplazo de los equipos viejos por unos nuevos. La alternativa para solucionar dificultades como ésta es hacer, antes que nada, una inspección cuidadosa de todos los fenómenos pertinentes. Es importante el revisar con precisión toda la información disponible, como la frecuencia y tendencia de las fallas, el progreso del deterioro, condiciones de diseño, de operación, y atmosféricas. Un equipo de proyecto, compuesto del personal adecuado de los departamentos de producción, mantenimiento e ingeniería, es el enfoque más efectivo en la búsqueda de soluciones.

1.4.2 Los Defectos del Equipo Crecen

El estado del equipo que provoca pérdidas se conoce como defectos del equipo, y se clasifican de la siguiente forma de acuerdo con su magnitud y basándose en su influencia en las pérdidas.

Defecto Mayor. Es un defecto sencillo en un equipo que puede causar paros mayores (paros por pérdida de funcionamiento). En términos de causas de pérdidas, se clasifica comúnmente como una “causa sencilla”.

Defecto Mediano. Es un defecto sencillo en un equipo que puede reducir su función (paros por reducción en el funcionamiento), pero que permite una operación continua. En términos de causas de pérdidas, se clasifica como una de “causas múltiples”.

Defecto Menor. Es un defecto sencillo en un equipo que no puede causar pérdidas por sí mismo. Sólo cuando una combinación en particular de una serie de estos defectos al azar ocurre, es cuando resultan en pérdidas. En términos de causas de pérdidas, se clasifica como resultado de “causas complejas”.

La visión tradicional con sentido común de la administración de una empresa productiva nunca se percató que los defectos menores que se han definido aquí causan paros mayores; por ejemplo, la tierra y el polvo, la abrasión, distorsión o el juego entre piezas. Problemas como éstos, entonces, no se resuelven con la visión convencional.

Desde el punto de vista de MPT, los defectos menores se consideran la causa probable de las pérdidas, a menos que se determine que éstos no tienen relación alguna con ellas. Por lo tanto, los defectos menores deben ser completamente eliminados sin consideración alguna. Si son ignorados, basándose en una visión un tanto optimista, éstos crecen hasta ser defectos medianos o mayores.

A excepción de los casos en donde las causas son claramente determinadas- por ejemplo, errores en el cálculo de esfuerzos, selección de material, soldadura e instalación, periodos de fabricación y construcción- no se exagera en decir que todos los paros mayores que ocurren en una base continua son producidos por defectos medianos y mayores los cuales empezaron como defectos menores. Entonces, para alcanzar la meta de Cero Paros, se convierte en una necesidad absoluta la eliminación de todos los defectos, ya sean mayores, medianos o menores.

Sin embargo, la administración tradicional de las empresas productivas, con conceptos igualmente tradicionales acerca del control de calidad, critican al MPT argumentando que se trata de un sobremantenimiento, que no se pueden eliminar las pérdidas a un costo razonable, etc. Los siete pasos del programa de Mantenimiento Autónomo de los Operadores, que está basado en metodologías concretas y fundamentos técnicos, es la refutación a todos los argumentos anteriores.

1.4.3 Deterioro Natural y Forzado

Cada componente de un equipo tiene su propia vida útil y características de falla. La fig. 1.4 muestra una composición de los rangos de falla de diversos componentes; en otras palabras, la probabilidad de que ocurran paros mayores contra el tiempo de servicio. La gráfica resultante se conoce como la curva de “tina” y se divide en tres periodos como lo muestra la ilustración.

Periodo Temprano de Falla. Todos los componentes de equipos instalados en el área productiva, especialmente las partes producidas masivamente, se presumen altamente confiables. Sin embargo, en la realidad un gran número de paros tempranos ocurren debido a errores de ingeniería durante la puesta en servicio y arranque de muchas plantas. Los ingenieros de planta suelen cometer errores porque subestimaron el rango de esfuerzos de los materiales (resultado de una falta de entendimiento de las condiciones cinéticas de operación), o porque no respetaron las especificaciones de diseño y las instrucciones de los proveedores.

La frecuencia de estos paros tempranos varía de acuerdo a la estructura, componentes, fabricación, instalación y condiciones de operación de los equipos. Generalmente, son menos frecuentes cuando se utilizan componentes de alta calidad. Cuando los equipos se compran y se utilizan de acuerdo a las especificaciones del usuario, o el equipo es diseñado por un usuario no experto en diseño, la frecuencia aumenta.

La aparición de fallas lo más temprano posible se acelera a propósito por medio de corridas de prueba durante la operación normal o después de la instalación y durante el arranque inicial de toda la planta. En otras palabras, este periodo de puesta en marcha es el periodo para mejorar las condiciones de un periodo temprano a un periodo ocasional de

paros. En MPT se conoce como “ingeniería preventiva”, en donde todo esfuerzo se hace a través de ingeniería, compras, construcción y la puesta en marcha para minimizar o prevenir los problemas para que la producción comercial empiece lo más pronto posible.

Periodo de Falla al Azar. Si todas las fallas son corregidas, la operación normal de la planta empieza exitosamente e establemente como sistema. El rango de probabilidad de paros se vuelve entonces casi regular. Los equipos y sus componentes fallan al azar. Comúnmente, los paros frecuentes son ocasionados por negligencia y errores de operación y mantenimiento en vez de por fallas inherentes de los equipos debidas a errores de ingeniería y construcción que no se corrigieron durante la puesta en marcha de la planta.

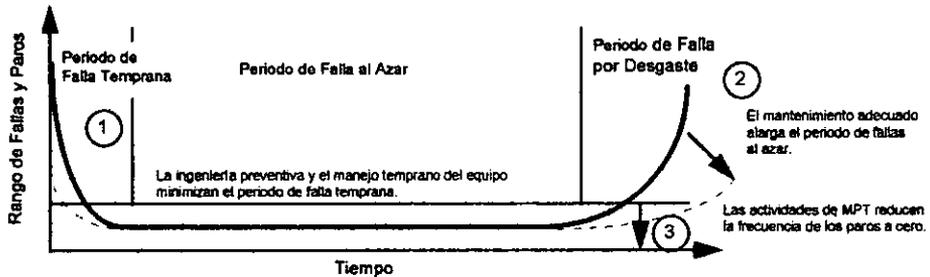


Figura 1.4 La curva de “tina” y las actividades de MPT

Periodo de Falla por Desgaste. Todo componente de un equipo tiende a fallar cuando se acerca al límite de su vida útil. La probabilidad de paros del equipo como sistema aumenta en este momento. Una falla crítica de este tipo puede acabar con la vida útil y de servicio de un equipo. Sin embargo, si los componentes son reemplazados a tiempo gracias a un sistema de mantenimiento confiable, la vida del equipo se extiende durante el periodo de fallas al azar y es mucho más económico.

El deterioro de los componentes de un equipo causa que el mismo falle y tenga paros constantes. El deterioro de los equipos se divide en dos tipos: natural y forzado.

Con el paso del tiempo, el equipo se desgasta de acuerdo con el rango de deterioro de cada uno de sus componentes, a pesar de que el equipo haya sido bien diseñado, fabricado,

instalado, operado y mantenido. Este tipo de deterioro se conoce como deterioro natural. El tiempo de vida útil es inherente al propio equipo.

El deterioro forzado se presenta cuando el equipo se deteriora más rápido debido al manejo humano y no por sus características inherentes. Como ejemplos tenemos el sobrecargar ciertas piezas, la falta de lubricación y limpieza y el no tener bien apretadas tuercas y tornillos. Casos más graves se presentan por errores de operación por desconocimiento del equipo y errores en las reparaciones. De hecho, la mayoría de las fallas y paros que hay en un área productiva, son causados por el deterioro forzado de los equipos.

1.4.4 Defectos Ocultos y Defectos Expuestos

Como se mencionaba anteriormente, en el caso de las pérdidas, el distinguir entre los defectos expuestos y los ocultos ayuda a tener un mejor entendimiento de los defectos que presenta el equipo el cual, de otra forma, no se adquiere.

Los defectos ocultos son “invisibles” por ciertas razones físicas:

- El equipo se encuentra contaminado con tierra, polvo y otras sustancias ajenas y, como resultado, los defectos se vuelven invisibles. Si el equipo se encuentra extremadamente sucio, no hay quien se acerque a hacer una buena inspección.
- Las áreas críticas de un equipo no son visibles a simple vista debido al diseño y configuración del equipo.

Se instalaron guardas de seguridad de más. Su desinstalación e instalación toman demasiado tiempo u esfuerzo. Por ésto, la guarda no se remueve frecuentemente para limpiezas.

- El equipo se diseña sin tener en consideración la facilidad para limpieza e inspección. No se instalan mirillas, bridas que faciliten la inspección.

O bien, los defectos permanecen indetectados debido a la falta de visión humana o por problemas de actitud.

- La importancia de los defectos visibles se subestima en base de la forma de ser y pensar tradicional.

- Los defectos visibles no son reconocidos como causas potenciales de las pérdidas debido a una falta de disciplina y capacitación.

Por otra parte, aquellos defectos que todo el personal reconoce fácilmente se conocen como defectos expuestos. Con la capacitación adecuada, el debido sentido común y la preparación técnica, la mayoría de los defectos ocultos se pueden detectar con una simple mirada. Con esto en mente, se dan las siguientes sugerencias.

- Exponer los defectos ocultos.
- Parar o interrumpir deliberadamente la operación de equipos para inspeccionarlos antes de la aparición de paros forzados.
- Corregir los defectos del equipo rápida y completamente.

Con este tipo de sistema, los paros forzados y fallas no se presentarán.

Con este tipo de actividades enfocadas, los paros empezarán a disminuir hasta desaparecer. El programa de Mantenimiento Autónomo, desarrollado plenamente, con los objetivos de cada paso en mente, es la solución al problema de cómo los operadores deben atacar y llevar a cabo las mejoras enfocadas a los tres puntos citados anteriormente.

2

Un Breve Resumen del MPT

2.1 Las Seis Actividades Principales del MPT¹

El concepto de MPT como es conocido el día de hoy nació en Japón en la década de los 70. En su inicio, MPT se vio esencialmente como un sistema de mantenimiento industrial. Al ser adoptado por un número cada vez mayor de compañías e irse enriqueciendo a través de las aportaciones de estas compañías, MPT se ha ido convirtiendo en una doctrina a nivel planta. Esto es claro de observar en el hecho de que ya se ha aplicado MPT incluso en sistemas administrativos.

El MPT, en sentido estricto, engloba la visión de varios grupos pequeños dedicados a actividades que requieren de compromiso total de los empleados a todos los niveles. Esto quiere decir que tendremos grupos, de todos los niveles jerárquicos de la organización, de 5 a 7 personas, trabajando en mejoras específicas a equipo y sistema dentro de la planta. Este sistema involucra principalmente a los departamentos de ingeniería, producción y mantenimiento, enfocándolos a incrementar la capacidad de producción de la planta. En breve, es una estrategia adoptada por toda la organización para lograr Cero Defectos, Cero Accidentes y Cero Paros de Equipo.

Es **muy** importante remarcar la importancia de aplicar MPT tomando en cuenta las variaciones de tipo de producto, localización geográfica e ideología que pueden haber de una planta a otra. Se pueden enumerar los principios y estrategia básicas de este método de trabajo. Se pueden tener lineamientos generales y esquemas de aplicación básicos, pero si nos olvidamos de acoplar el sistema a la localización y mentalidad de la gente que va a trabajar con MPT, estamos dificultando tremendamente la aplicación de una de las premisas

¹ Pass, passim Nakajima, Seichi "TPM development program", 1a de., Productivity Press, 1991.

básicas de esta filosofía, el involucramiento. Hecha esta aclaración, se mencionarán a continuación las seis actividades principales que constituyen al MPT:

- 1.- Eliminación de las 6 Grandes Pérdidas a través de planes de acción desarrollados por los departamentos de ingeniería, mantenimiento y producción.
- 2.- Mantenimiento Planeado, que será desarrollado por el departamento de mantenimiento.
- 3.- Mantenimiento Autónomo, llevado a cabo por el departamento de producción.
- 4.- Ingeniería Preventiva, implantada por el departamento de ingeniería.
- 5.- Diseño de Productos Fáciles de Manufacturar, llevado a cabo por el departamento de desarrollo de productos.
- 6.- Educación, para dar soporte y facilitar el desarrollo de las 5 actividades mencionadas anteriormente.

Es de vital importancia lograr el pleno involucramiento de cada una de las partes antes mencionadas, ya que de no ser así, los resultados que se puedan esperar de implantar MPT no serán los más satisfactorios posibles.

Una vez que se toma la decisión de implantar MPT, se debe hacer un compromiso a nivel total planta e involucrar a todos los niveles de la organización. Será común encontrar resistencia de alguno o algunos de los departamentos a llevar a cabo las actividades que les correspondan dentro del plan, pero esto no deberá detener al equipo de implantación². Una vez tomada la decisión deberá quedar muy claro que la misión de cada individuo es contribuir mediante esfuerzo e involucramiento a la implantación exitosa de MPT. Se debe evitar también malinterpretar la misión de MPT y buscar eliminar defectos y problemas temporalmente y a corto plazo.

2.1.1 La Eliminación de las 6 Grandes Pérdidas

La mayoría de las seis grandes pérdidas han sido atacadas mediante métodos convencionales o simplemente no se han detectado. Es común que se tenga cierto miedo a medir claramente las pérdidas que se están teniendo en una compañía, ya que esto pondría en evidencia la eficiencia con que realmente se está trabajando³. Hay que remarcar que este

² En el capítulo 12 se analizan con mayor detalle los problemas aquí mencionados.

³ Hay que estar preparados para el impacto organizacional que puede tener este hecho.

poner en evidencia qué tanto se aleja un proceso de ser 100% eficiente, es precisamente lo que se necesita como primer paso para mejorar, ya que para trazar nuestra trayectoria debemos saber primeramente de donde partimos. Los equipos conformados por personal de los departamentos de mantenimiento, producción e ingeniería, cuyo objetivo es mejorar la eficiencia global de la planta, se dedicarán a uno de dos tipos de actividades:

*Eliminación de Problemas*⁴.- Se eliminan los problemas actuales en un periodo de tres a seis meses. Con esto se busca eliminar problemas en el área productiva y reducir la carga de trabajo de operador en sus futuras asignaciones de Mantenimiento Autónomo. Se busca demostrar que sí se puede lograr una meta de Cero Pérdidas Crónicas.

Acercamientos Innovadores.-Estas actividades consisten en hacer de conocimiento general la metodología de trabajo de MPT y hacer ver a todos los niveles que las metas de Cero si son alcanzables. Es difícil instituir un sistema de trabajo tan innovador como MPT en un medio donde se acostumbran usar metodologías tradicionales únicamente, y se deberá tener grupos encargados de integrar esta nueva metodología a todos los equipos de trabajo de todos los niveles de la organización.

2.1.2 El Mantenimiento Planeado⁵

El sistema de Mantenimiento Planeado es desarrollado y puesto en marcha principalmente por el departamento de mantenimiento. Para lograr resultados substanciosos se necesita de el accionamiento rápido y energético de los planes de acción de Mantenimiento Planeado. Este accionamiento servirá como cimiento de las actividades principales del Mantenimiento Autónomo. Las actividades comprendidas en estos planes de acción se podrán dividir en cuatro grupos principales.

- 1. Reducción de la variabilidad de tiempo de vida de las partes del equipo.**
- 2. Incrementar el tiempo de vida de las partes del equipo**
- 3. Restaurar partes deterioradas periódicamente**
- 4. Predecir adecuadamente el tiempo de vida de las partes del equipo**

⁴ Esto se puede hacer con "Mejora Enfocada"; ver "TPM for process industries", cap. 3.

⁵ Suzuki, Tokutaro, "TPM for process industries", 1a ed., Productivity Press, 1992, cap. 5.

En algunas empresas se utiliza un sistema donde estos cuatro grupos se dividen y se tiene como resultado un sistema que es llamado de 7 pasos. Una vez que se ha maximizado la vida de las partes de los equipos se puede implantar un sistema de mantenimiento autónomo. En los equipos que son considerados clave para el proceso, se tiene un sistema de reemplazo antes del término de vida de las partes, el cual se complementa con una revisión rutinaria de las partes. Así, un sistema de mantenimiento predictivo se puede utilizar para garantizar el uso de cada parte a su máximo.

2.1.3 El Mantenimiento Autónomo⁶

Las actividades de mantenimiento autónomo son llevadas a cabo por personal de operación con la asistencia del departamento de mantenimiento. Los operadores son entrenados en los 7 pasos del mantenimiento autónomo, los objetivos que buscan mediante el mantenimiento autónomo y las herramientas y sistemas de trabajo que se utilizarán para lograr los objetivos antes mencionados. Se busca también que los operadores monitoreen la vida de sus equipos, se involucren y tengan conocimiento pleno del equipo que operan. Al seguimiento de un sistema de mantenimiento enfocado a la maximización de la vida y eficiencia de los equipos, llevado a cabo por los mismos operadores de la máquina, se le llama mantenimiento autónomo. Se busca que eventualmente las actividades de mantenimiento autónomo del grupo de operación sean tan desarrolladas que tomen el lugar del grupo de mantenimiento en sus actividades de mantenimiento planeado. Es muy importante que se tenga una comunicación efectiva entre los grupos de operación y de mantenimiento.

2.1.4 Ingeniería Preventiva⁷

Durante la etapa de comisión de un proceso productivo se encuentran muchos problemas que hay que resolver. La idea de la “administración de equipo en etapas tempranas” tiene como objetivo el transformar una línea en comisión en una línea de producción en el menor tiempo que sea posible. Para poder lograr esto resulta lógico pensar

⁶ Ibid, cap. 4.

⁷ Ibid, cap. 4.

en implantar un sistema que reduzca el esfuerzo que se tenga que invertir en ajustar durante el periodo de comisión.

Este sistema se aplica en la etapa que precede a la instalación. Desde la ingeniería básica y de detalle se debe pensar en eliminar fuentes de contaminación, riesgos potenciales, dificultad de operación de la máquina, entre otros.

2.1.5 Diseño de Productos Fáciles de Manufacturar

Cada día es mayor la demanda de calidad en la entrega de producto terminado. Los consumidores esperan productos cada vez más perfeccionados y con una variabilidad mínima en cuanto a la calidad de cada artículo. Es mucho más sencillo proveer productos con esta especificaciones de calidad si se integra el concepto de calidad total desde las etapas de diseño del proceso. Hay poca experiencia en cuanto a lograr esto, pero día con día la mentalidad que engloba MPT deberá ir cambiando este paradigma.

2.1.6 Educación⁸

Las actividades que se han mencionado hasta ahora no son para ser llevadas a cabo por especialistas de MPT, sino por el contrario, son para ser llevada a cabo en el piso de producción por los mismos operadores, en las oficinas y en las mesas de diseño. Esto no implica que se pueda dar sin un previo entrenamiento. El proceso educativo es vital en la formación de un ambiente MPT, y lograr transmitir estas ideas de pertenencia y compromiso si son tarea de un experto en el sistema. La educación será la base que determinará la fortaleza de la construcción de MPT en una empresa.

2.2 Las Consecuencias del MPT: Una Evaluación

MPT no es una meta, es una herramienta para lograr beneficios para la empresa. Los beneficios que se buscan serán obtenidos gracias al mejoramiento de la calidad de vida de trabajo de cada individuo de la compañía. Si esto se da y se obtiene el compromiso de cada

⁸ Ibid, cap. 8.

uno de los elementos del equipo de diseño y producción, se obtendrán grandes mejoras en el PQCSDM⁹ de MPT.

A continuación se describen los principios básicos de MPT:

POLÍTICA BÁSICA.- Obtener alta productividad y bajos costos mediante el involucramiento de los empleados para superar a la competencia en el mercado mundial.

- Mejorar la confiabilidad y facilidad de mantenimiento del equipo para lograr alta productividad e inmejorable calidad.
- Promover el desarrollo de técnicos expertos en el sistema.
- Mejorar la competitividad de la empresa mediante el desarrollo de productos innovadores.
- Promover la automatización y la dedicación del tiempo de los trabajadores a desarrollar nuevos procesos y mejorar los que ya existen
- Lograr un entorno de trabajo seguro y agradable mediante el total involucramiento de los trabajadores.

Esta política básica y principios generales se deberán adoptar a todos los niveles jerárquicos y en todos los departamentos de la compañía. Es cierto que los objetivos y misiones específicas variarán dentro de cada área de la planta productiva, pero todos deberán estar fundamentados en los principios mencionados y deberá estar acorde con la política básica. Los objetivos específicos de cada área o grupo de trabajo se deberán especificar en el lugar aplicarse.

Es importante llegar a un consenso en cuanto a la manera general de operar antes de arrancar con la implantación formal de MPT. Los distintos niveles y departamentos deberán estar en comunicación constante para poder asegurar que la dirección general de la empresa sea apoyada por las acciones individuales de cada una de sus partes.

Las metas específicas son más adecuadamente establecidas en relación a PQCSDM. El primer paso para poder determinar los objetivos es describir perfectamente la situación presente de la empresa. Después se pueden fijar objetivos en función de las mismas variables

⁹ PQCSDM son las siglas en inglés de Productivity, Quality, Cost, Delivery, Safety, Morale, que son las variables de negocio que se monitorean dentro de MPT; corresponden a: Productividad o Eficiencia, Calidad, Costo, Servicio, Seguridad y Moral.

utilizadas para describir la situación del proceso al comienzo de la implantación. Por ejemplo.

INICIAL	OBJETIVO
(Año 0)	(Año 4)¹⁰
65 % de eficiencia de equipo.	90 % de eficiencia de equipo
1000 paros por mes	10 paros al mes
10 accidentes por año	0 accidentes por año
1.8 sugerencias por persona por año	50 sugerencias por persona por año

2.3 El Plan Maestro¹¹

En las etapas de preparación, el grupo encargado de MPT deberá desarrollar un plan detallado de actividades por los próximos 4 años. Se deberán analizar todas las actividades necesarias para lograr los objetivos establecidos. En caso de carecer de la capacitación o fuerza para llevar a cabo tareas simultáneas, la prioridad de cada tarea deberá ser especificada para tener claridad en cada momento de la implantación. Se debe hacer este plan en base a las seis principales actividades de MPT.

El primer paso debe ser que la gerencia tome como modelos los elementos del proceso que mayor área de oportunidad y mejora presenten. Esto logrará que se eliminen defectos, se reduzca la incidencia de paros, se ataquen las seis grandes pérdidas, se involucre a la gerencia en trabajo técnico y se deje el camino preparado para la implantación de MPT.

Resumiendo, se reincide en la importancia de la participación de todos los niveles y departamentos en el proceso de implantar MPT y en la necesidad de establecer perfectamente los objetivos y estrategias antes de emprender la trayectoria de implantación.

¹⁰ Se toma el año cuatro ya que es el tiempo promedio para la implantación completa del sistema

¹¹ Nakajima, Seichi, "TPM development program", 1a ed., Productivity Press, 1991.

2.4 La Organización Directriz de MPT

Para poder llevar a cabo la implantación adecuada de MPT, se deberá tener una organización que promueva el direccionamiento del proceso hacia el esquema MPT:

2.4.1 Una Organización de Pequeños Grupos Traslapados

En esta estructura se divide al total de la fuerza de trabajo, en grupos de todos los niveles, de 5 a 7 personas, dirigidos por un líder intermedio que sirve de contacto con el nivel inmediato superior. Cada grupo tiene un encargado que a su vez es parte de un pequeño grupo un nivel jerárquico más arriba. (Ver Fig 2.1) A los grupos de técnicos, dirigidos por un técnico experto, se les llama grupos de MP. A los equipos que son objeto de trabajo de grupos de un mayor rango jerárquico se les llama Modelos Gerenciales.

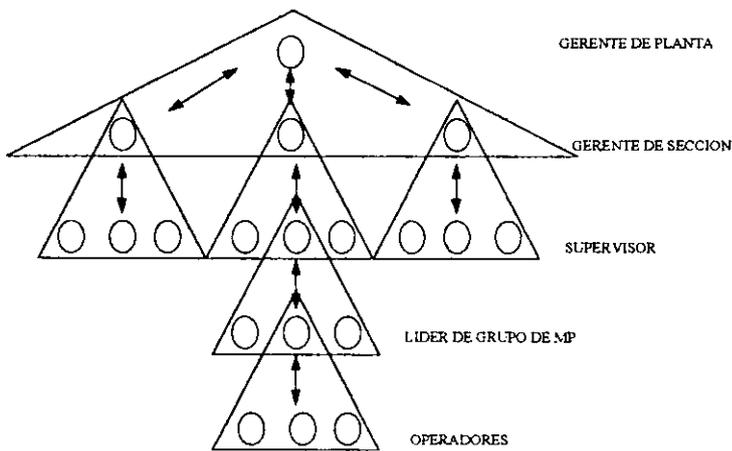


FIGURA 2.1 ESTRUCTURA DE PEQUEÑOS GRUPOS TRASLAPADOS

2.4.2 El Equipo de Trabajo

Es común que aparte de la organización de pequeños grupos traslapados se formen una serie de pequeñas organizaciones y subgrupos para asistir la implantación de MPT. Es conveniente que se trate de minimizar el número de estos subgrupos que se formen ya que, si se forman demasiados, tenderán a opacar la organización en pequeños grupos y a romper el esquema de traslape, el cual, como se mencionó anteriormente, es indispensable para la implantación adecuada de MPT.

Si se forman los pequeños grupos con integrantes de distintos departamentos se puede lograr un excelente equipo de trabajo en el combate contra las grandes pérdidas. Más aún el formar equipos con integrantes de distintos departamentos creará lazos y canales de comunicación interdepartamentales. Estos son herramientas fuertísimas en la construcción de un sistema encaminado hacia la Meta Cero.

Es importante que cuando un pequeño grupo cumpla con ciertos objetivos y conquiste una meta se revisen los logros, las estrategias y se determinen planes de acción para impedir que se pueda tener un retroceso en el camino recorrido. Estas sesiones servirán también para hacer ver al grupo lo que logró, remarcar la importancia de la unión y el compromiso y mostrarle a otros pequeños grupos el camino a seguir.

2.4.3 La Oficina de MPT

No es una exageración decir que los dos elementos fundamentales para lograr la implantación de MPT son el compromiso inicial de la alta gerencia y la designación de la persona adecuada al mando de la oficina de MPT. Esta persona deberá tener fuertes habilidades gerenciales y de liderazgo, así como un pleno entendimiento de cada parte del proceso y un conocimiento técnico completo de cada sistema con el que se trabajará. Es claro entender que no será sencillo conseguir a este individuo, pero por eso se remarca la importancia de escoger con especial cuidado a esta persona que será un elemento clave en el desarrollo organizacional de MPT.

La oficina de MPT es responsable de la planeación global del plan de entrenamiento así como de las actividades específicas. Algunos planes los desarrollará la misma oficina con sus recursos, mientras otras los diseñará y delegará posteriormente a otros departamentos. En estos casos la supervisión de que cumpla adecuadamente con los planes asignados es responsabilidad de la oficina de MPT.

Papel de la Oficina de MPT durante:

El periodo de preparación

- Tomar la iniciativa en la implantación haciéndose de pleno conocimiento de la metodología y visitando plantas donde esté implantado ya MPT.

- Ayudar a la determinación de planes de implantación y designación de equipos responsables a todos los niveles jerárquicos de la organización.
- Hacer un estimado de costo tomando en cuenta material, gente, ayuda externa y material y tiempo de educación.
- Hacer las negociaciones pertinentes con las fuerzas sindicales.
- Establecer índices de medición de desarrollo y avance. Ayudar en la evaluación de dichos índices y promover que se cumpla el Plan Maestro al pie de la letra.
- Planear y llevar a cabo el plan de educación inicial.
- Planear y llevar a cabo una campaña mediante la cual todos los empleados conozcan MPT:
- Diseñar la organización directriz de MPT.
- Llevar a cabo un evento de arranque en el cual la alta gerencia anuncia el compromiso de a empresa para con la nueva metodología de operación y administración.

El mantenimiento Autónomo

- Editar y distribuir folletos informativos acerca del desarrollo de MPT:
- Reportar los índices sobre los cuales se fijaron las metas para la organización.
- Reportar los grandes avances e innovaciones que se tengan.
- Planear y llevar a cabo eventos como conferencias y concursos que promuevan la unión y el compromiso.
- Editar y reportar el desarrollo de los grupos de mantenimiento preventivo poniendo en claro el tiempo invertido, los logros y los aprendizajes.
- Participar en las actividades de varios grupos y dar asistencia a los grupos de mantenimiento preventivo.
- Reportar estadísticas de Áreas Defectuosas, Fuentes de Contaminación, Preguntas y Áreas de Difícil Acceso.
- Dar consejo y apoyo en el desarrollo de MPT.
- Desarrollar un sistema de educación por pasos.
- Conseguir las auditorías de Mantenimiento Autónomo

La oficina de MPT no solamente apoya las actividades de Mantenimiento Autónomo, sino que apoya la eliminación de la 6 grandes pérdidas, apoya el Mantenimiento Planeado y la Ingeniería Preventiva. Es también responsabilidad d este organismo el tener a toda la planta alineada en cuanto a los objetivos, y ayudar a fomentar el compromiso a todos los niveles.

Cuatro años para el período de implantación puede parecer como mucho, pero es un hecho que los cambios que requiere MPT deben ser logrados de raíz, y ésto toma tiempo. Se debe tener cuidado con el intentar aferrarse a métodos antiguos al implementar MPT, ya que si se mantienen otros ideales al mismo tiempo que los de esta metodología, el fracaso será una resultante inevitable. Se necesitará de mucha determinación por parte de la gerencia de la planta, así como liderazgo y habilidad en la planeación por parte de la oficina de MPT para poder librar los obstáculos inherentes a el período de implantación de esta técnica administrativa.

3

Las 5 Contramedidas Para Lograr Cero Paros

3.1 La Estrategia Básica Para Obtener Cero Paros¹

La estrategia básica para obtener cero paros es poner en evidencia los defectos escondidos y deliberadamente parar la operación antes de que ocurran paros, pudiendo remediar así rápidamente, defectos de equipo. Para lograr esto, debe ser eliminada toda barrera que pueda interferir con una inspección adecuada de la máquina por parte del operador.. Esto se consigue a través de un cambio de actitud y forma de pensar del personal.

Los siguientes son ejemplos de contramedidas para evitar el ocultamiento de defectos en una máquina:

- Eliminar contaminantes adheridos a la superficie del equipo para poner en evidencia áreas defectuosas.
- Cambiar la forma, manera de fijar y localización de los elementos constitutivos de un equipo de tal forma que todas las áreas de primordial importancia se mantengan visibles para un ser humano en postura y posiciones normales.
- Modificar las guardas de seguridad para facilitar su montaje y desmontaje.
- Instalar puertos de inspección en lugares adecuados.
- Hacer revisiones del equipo continuamente buscando deterioro. Esto se hace llevando a cabo monitoreos del estado del equipo y reemplazo de partes antes de que éstas lleguen al término de su vida útil.
- Dar mucha importancia a defectos pequeños. Esto significa, cambiar actitudes tradicionales.

¹ Kobayashi, Iwao, "20 Keys to workplace improvement", 1a ed., Productivity Press, 1990.

- Promover la habilidad técnica a través de programas intensivos de educación. Esto facilitará la detección de defectos.

Es importante remarcar que no se puede esperar lograr resultados contundentes si éstas contramedidas se aplican aleatoriamente. Para facilitar su aplicación, las dividiremos en cinco contramedidas principales que atacan las causas esenciales de la mayoría de los paros. Se puede confiar en que a través de la aplicación sistemática y minuciosa de cada una de estas cinco contramedidas, se puede lograr la meta de cero paros. Las cinco contramedidas son:

1. Definir las condiciones básicas del equipo (limpieza, lubricación y ajustes).
2. Mantenerse apegado a los lineamientos definidos para cada máquina.
3. Restaurar partes deterioradas.
4. Corregir fallas de diseño.
5. Mejorar las habilidades técnicas, de operación y mantenimiento de los operadores.

A continuación se discuten más ampliamente estas cinco contramedidas.

3.1.1 Definir las condiciones básicas del equipo

Definamos las condiciones básicas del equipo como sus normas de limpieza, lubricación y ajustes². Para lograr la meta de cero paros, se deben establecer las condiciones básicas del equipo a través de un programa intensivo de limpieza, lubricación y ajustes, medidas que frecuentemente se han quedado en el olvido. También se toman contramedidas preventivas para definir estas condiciones preestablecidas del equipo. Esto se hace mejorando procedimientos de operación y trabajo.

Limpieza. La limpieza es la eliminación de cualquier sustancia ajena que se adhiera al equipo o sus alrededores. Estas sustancias pueden resultar en vibraciones anormales, corrosión, disminución en precisión, etc., que traen como consecuencia paros menores, fugas, errores de instrumentación, taponamientos y muchos problemas más. El deterioro del equipo que resulta de fallas como las antes mencionadas son un ejemplo típico de deterioro forzado. Más aún, la falta de limpieza en un equipo puede causar defectos de calidad en el producto.

² Shirose, Kunio, "TPM for operators", 1a ed., Productivity Press, 1992.

La limpieza de la cual hablaremos, no se refiere a mantener la planta con buena apariencia, sino se trata de poner en evidencia todos los defectos escondidos para poder obtener cero paros y cero defectos.

Es por esto que cualquier parte del equipo que no esté a la vista deberá de ser totalmente expuesta y limpiada. Al examinar y tocar cada rincón de una máquina, los operadores pueden descubrir varios defectos como corrosión, juego de partes, deformación, vibración, etc. En otras palabras, los defectos escondidos pueden ser expuestos.

Hay compañías donde la limpieza se entiende como una actividad superficial, y la gente comúnmente busca solamente una limpieza aparente, lograda generalmente pintando el equipo y los edificios. Esto esconde los defectos para dar una mejor apariencia y por lo tanto nunca deberá ser hecho en lugar de la implantación de medidas más significativas.

Desde el punto de vista de MPT, la limpieza se utiliza como una herramienta para detectar fallas de diseño y para evitar paros causados por deterioro del equipo. Se tiene como ganancia agregada, el que los operadores conozcan mejor su equipo y se involucren en las mejoras del mismo. En resumen, la limpieza es un sistema educativo que utiliza la maquinaria como tema y la planta de trabajo como salón de clases.

Lubricación. Hay muchas partes en un equipo que requieren de lubricación. A menos que las partes móviles de un equipo estén adecuadamente lubricadas, presentarán fallas como vibración, sobrecalentamiento y corrosión. Estas fallas comúnmente llevarán a paros. La lubricación es uno de los requisitos más importantes para evitar el deterioro y mantener la confiabilidad de operación del equipo. Por ejemplo, una planta puede reducir su consumo de electricidad en aproximadamente 5%, por medio de un programa adecuado de lubricación de equipo.

En general, podemos hablar de que todos entienden la importancia de la apropiada lubricación de un equipo. Sin embargo, ya que el deterioro causado por la falta de lubricación generalmente no tiene efectos inmediatos sobre el equipo, es muy común que las tareas de lubricación sean olvidadas en el ajetreo de la operación cotidiana.

A continuación, se muestra una lista de las causas más comunes por las cuales la lubricación no recibe la atención que debería³:

- Los operadores no son educados en cuanto a normas de lubricación y su importancia en la prevención de pérdidas reales.
- Muchas veces, ni siquiera la gerencia le da la importancia suficiente a la lubricación.
- Las normas de lubricación (lugares a lubricar, tipo de lubricante a usar, cantidad de lubricante a usar e intervalo de aplicación) no están definidas.
- No se ha dado la educación ni las prácticas necesarias en cuanto a lubricación.
- Demasiados tipos de lubricantes deberán ser aplicados en demasiados puntos de lubricación.
- Existen demasiados puntos de lubricación de muy difícil acceso.

El departamento de ingeniería generalmente no se da el tiempo suficiente para desarrollar normas de lubricación adecuadas antes de entregar un sistema. Una vez en operación el sistema, el personal de operación se encuentra bajo demasiada presión con la operación cotidiana como para revisar estas normas. El sentimiento general en el departamento de operación es de esperar que no haya un paro durante su turno. Estas situaciones dan paso a un círculo vicioso que puede ser observado en muchas empresas.

Hoy en día se vuelve aún más importante confrontar los problemas relacionados con la lubricación, ya que ante el crecimiento del número de sistemas automatizados, la cantidad de puntos a lubricar en una planta ha aumentado también. Si no se generan los planes de acción adecuados, la carga de trabajo y de mantenimiento de los operadores irá en aumento, y esta situación sólo se hace más compleja.

Ajustes. Casi todo el equipo en una planta está armado con sujetadores como tornillos y tuercas. El deterioro, aflojamiento, o falta de dichos sujetadores puede causar desalineamiento, vibración o funcionamiento erróneo de los equipos, que a su vez ocasionan paros.

Si uno de varios sujetadores se encuentra flojo, no necesariamente causará un paro intermedio, sino que gradualmente podrá ir haciendo que la operación normal de la máquina

³ Op cit.

afloje otros sujetadores. Esta situación causará eventualmente un paro en la máquina. Este es un clásico ejemplo de cómo un pequeño defecto en el ajuste de un equipo puede causar eventualmente un paro mayor.

De acuerdo a un análisis muy detallado de las causas de los paros en una planta, el 60% tenían como causa, de mayor o menor peso, defectos en sistemas de sujeción. En otra planta, se encontró que 1091 de 2273 tuercas se encontraban flojas o perdidas. Esto quiere decir que el 48% de los sistemas de sujeción no estaban cumpliendo con su función⁴.

No sólo el que falte o esté flojo un sistema de sujeción puede causar fallas en un equipo. Hay muchos problemas que ocurren por falta o exceso de torque, o incluso por tener torque disparado en un juego de sujetadores. El ajuste inadecuado de los sistemas de sujeción ocurre frecuentemente en los ajustes por cambio de versión en la máquina.

3.1.2 Mantenerse Apegado a los Lineamientos Definidos para Cada Máquina,

Un equipo está diseñado para funcionar bajo ciertas condiciones y con ciertas variaciones permisibles a dichas condiciones. Es muy común que en la fase de diseño no se tomen en cuenta las condiciones de operación que requerirá aquel equipo que se está diseñando. Si una planta se arranca sin tomar especial consideración en definir perfectamente las condiciones necesarias para la adecuada operación del equipo, podremos esperar tener paros causados por el alejarnos de estas condiciones óptimas.

Es importante mencionar que la labor no termina en definir perfectamente las condiciones bajo las cuales debe operar una pieza de maquinaria, (esto debe ser hecho tomando en consideración las aportaciones del equipo de diseño, el proveedor de la máquina y personal experimentado de producción) sino que también se debe asegurar la adecuada educación e entrenamiento, en lo que a estos lineamientos de operación respecta, de el personal de operación. Será importante también proporcionar las herramientas y los sistemas suficientemente simplificados para que los operadores puedan mantener su maquinaria dentro de los límites definidos durante un ajetreado día de producción.

⁴ Op cit.

3.1.3 Restaurar partes deterioradas

Hay muchas compañías que orgullosamente presumen de la cantidad de propuestas recibidas de sus operadores, y que invierten mucho esfuerzo en tratar de hacer una mejora a todos sus sistemas. Aunque sí es muy importante tomar en cuenta las ideas generadas por el personal de operación, se debe de tener especial enfoque en el objetivo de nuestras mejoras, ya que encaminarnos en una ruta vagamente definida puede causarnos más problemas de los que ya teníamos.

Una pieza de maquinaria, en general se diseña con base en un balance entre la fuerza y la precisión de sus componentes. Por lo tanto, una idea muy simple, propuesta por alguien que tiene poco conocimiento técnico, es poco probable que tenga efectos productivos.

Cuando ocurre un paro, los intentos de remediar la situación generalmente tienen un procedimiento sintomático. En otros casos, se repara o reemplaza solamente la parte afectada, sin pensar en el posible deterioro de las partes relacionadas con la que presentó la falla.

Por ejemplo, imaginémosnos que se rompe una flecha en una unión. Antes de simplemente sustituirla con una refacción o hacer una modificación de diseño para modificar sus resistencia, debemos investigar si las condiciones definidas para su operación se estaban cumpliendo y si un balance general del equipo se puede mantener con solamente reemplazar esta pieza. Hay un caso real en el cual la causa del rompimiento de la flecha no existía propiamente en la flecha. Un análisis exhaustivo demostró que un exceso de vibración causado por corrosión en el rodamiento de la flecha fue el causante de la falla en la pieza.

Muchas compañías se encuentran dispuestas a promover mejoras enfocadas a equipo y métodos de trabajo, conocidas como *kaizen*⁵. A pesar de un avance muy marcado al principio, generalmente se pierde énfasis después de un tiempo. Esto se da porque se está buscando que una mejora muy particular venga de alguien que no necesariamente tiene el conocimiento técnico requerido para proponer una mejora efectiva.

Cuando se cumplen las condiciones definidas para un equipo se puede esperar una reducción considerable en el número de paros. Se pueden encontrar también paros

⁵ Palabra japonesa traducida como “mejora”.

generados por fallas de diseño. Estos pueden ser encontrados en las etapas inmediatamente subsecuentes a la instalación durante la fase de pruebas.

Puede suceder que ocurra un paro después de la etapa de pruebas. Si solamente se ataca este problema restaurando parcialmente el equipo y cambiando únicamente las partes dañadas sin hacer un análisis más exhaustivo, se puede esperar la reincidencia de la falla encontrada. Más aún, estamos ignorando el deterioro que pueden haber sufrido las partes relacionadas con aquella que presentó la falla.

Con el paso del tiempo, el equipo se deteriora gradualmente. Las partes más debilitadas, a su vez, son causa del deterioro de otras partes. Aunque parezca demasiado largo este camino para lograr una simple reparación, es realmente el camino más corto para llegar a la meta de cero paros.

3.1.4 Corregir Errores de Diseño

En general, los fabricantes de maquinaria no tienen experiencia en la manufactura de productos a partir de sus máquinas. Esto trae como consecuencia que los diseños comúnmente no están hechos con base en problemas de operación que se hayan tenido en sistemas similares. Incluso, cuando los sistemas son desarrollados por el departamento de ingeniería de la misma empresa productiva, el personal encargado del diseño no siempre tiene la experiencia ni el contacto suficiente con la operación cotidiana.

Estas situaciones hacen que se requiera de una serie de correcciones ya en la etapa productiva. Estas correcciones son la responsabilidad de el personal de operación⁶.

Puede parecer que esto va en contra de las premisas antes definidas. Sin embargo, la discusión no está alrededor de las mejoras por sí mismas, sino en las políticas y métodos para llevar a cabo estas mejoras. Las técnicas para mejoras efectivas constituyen uno de los recursos más importantes para compañías competidoras que utilizan el mismo tipo de maquinarias. Estas compañías deberán tener cuidado de no emprender modificaciones que no tengan una meta claramente definida y análisis previo exhaustivo.

⁶ Debe notarse que es efectivamente responsabilidad del departamento de producción y no del de mantenimiento.

En cada paso del programa de mantenimiento autónomo, el personal de línea se debe enfocar a ciertas problemas específicos, como son fuentes de contaminación, áreas de difícil acceso, lubricación, sujetadores, transmisores y activadores, etc. Después de determinar claramente los objetivos y las metas, consistentemente atacan las fallas de diseño y de funcionamiento. En particular, los paros y defectos de calidad se resuelven de acuerdo a deducciones y evaluaciones basadas en las condiciones de operación y la experiencia anterior.

De esta forma, el personal de línea puede aportar excelentes ideas si está debidamente entrenado en cómo alcanzar las mejoras con el apoyo técnico apropiado de especialistas.

3.1.5 Mejorar las Habilidades Técnicas, de Operación y Mantenimiento de los Operadores⁷.

Todas las empresas emplean distintas contramedidas para evitar paros. Sin embargo, esto es un problema para el personal que se enfoca a partes del equipo como herramientas, guías, materias primas y productos. Por el contrario, las habilidades y conocimiento técnico del personal de línea tiene una menor importancia. Desafortunadamente, estas habilidades y conocimientos, al no tener la importancia debida para la gerencia, resultan en una estandarización monótona o en una documentación insuficiente. Esto hace que los operadores y encargados de mantenimiento tengan que lidiar con una serie de estándares poco prácticos y procedimientos ineficientes. Como resultado de esto, muchos gerentes se quejan de la falta de cumplimiento del personal de línea. Esta actitud revela su falta de habilidad gerencial.

Ningún operador ni técnico de mantenimiento desea causar paros en el equipo por errores en la operación o en la reparación. Tampoco están de acuerdo en trabajar en un lugar sucio y desordenado que represente un peligro latente de accidente. Por consiguiente, cualquier persona involucrada con el proceso de manufactura desea trabajar en un ambiente de Cero Defectos, Cero Accidentes y Cero Paros. A pesar de estas preferencias naturales, estas metas no se pueden alcanzar sin el entrenamiento y las habilidades adecuadas.

De acuerdo con esto, muchas compañías utilizan métodos de entrenamiento en los cuales el entrenado está inmerso en la operación. Sin embargo, este tipo de entrenamiento puede

⁷ Fukijoshi, Nachi, "training for TPM", 1a ed., Productivity Press, 1992.

ser sumamente inefectivo. Muchas veces resulta en que nada se aprende por exceso de confianza en que los procedimientos de operación están siendo seguidos al pie de la letra. Hay pocas compañías en las cuales se provee a los empleados con un programa individual de desarrollo de habilidades. Un estudio detallado nos dice que hay muchos métodos incorrectos de operación, mantenimiento e inspección que se toman como correctos.

Por lo tanto, se establece un enfoque diferente en el cual se identifican y aplican diferentes técnicas que pueden ser utilizadas en tipos específicos de maquinaria o procesos. Por consiguiente, los operadores y técnicos de mantenimiento aprenden a utilizar las habilidades específicas de operación y mantenimiento. Mientras tanto, se debe recordar que la técnicas esenciales se encuentran en constante cambio debido a la automatización de los procesos.

3.2 ¿Quién Lleva a Cabo estas Cinco Contramedidas?

Las cinco contramedidas descritas anteriormente no se deben implantar únicamente por el departamento de mantenimiento, a pesar de que éste sea el responsable directo de todos los asuntos relacionados con los equipos. Si a pesar de esta recomendación, alguna compañía insiste en hacerlo así, el número de personal de mantenimiento deberá ser fuertemente incrementado. De otra forma, el personal de línea tendrá una sobrecarga de trabajo y se verá forzado a simplemente dar la apariencia de estar implantando estas cinco contramedidas..

Parece ser que la manufactura de productos no puede ser sostenida sin las funciones de operación de mantenimiento de equipos. Sin embargo, estas dos funciones generalmente habían sido separadas una de otra. Para llevar a cabo exitosamente las cinco contramedidas, las funciones y tareas de los departamentos de mantenimiento y producción deben estar estrechamente relacionadas.

De acuerdo con esto, el departamento de producción toma a su cargo el mantenimiento básico de rutina además de sus tareas convencionales relacionadas con la producción. Las actividades siguientes son esfuerzos complementarios de los operadores y se conocen como Mantenimiento Autónomo⁸:

1. Mantener las condiciones básicas del equipo.

⁸ Suzuki, Tokutaro, "TPM for process industries", 1a ed., Productivity Press, 1992.

2. Apegarse a las condiciones de operación y uso del equipo.
3. Inspeccionar mediante los cinco sentidos y técnicas de diagnóstico sencillas para detectar deterioro externo y para encontrar anomalías en el equipo.
4. Mejorar habilidades de operación, preparación, ajuste e inspección.

Por otra parte, el departamento de mantenimiento es el que se encarga de las tareas más sofisticadas de mantenimiento. Las actividades del personal de mantenimiento serán las siguientes⁹:

1. Apoyo técnico al Mantenimiento Autónomo.
2. Restaurar partes defectuosas del equipo mediante la inspección, monitoreo de las condiciones de operación y diagnóstico de las máquinas.
3. Identificar las condiciones de uso apropiadas y tomar las medidas necesarias cuando se encuentran fallas de diseño.
4. Mejorar las habilidades y conocimientos de mantenimiento

Cuando los departamentos de producción y mantenimiento cumplen sus tareas asignadas, se pueden establecer las condiciones adecuadas del equipo, las cuales se mantienen mediante las cinco contramedidas.

3.3 Reestructurando las Tareas de los Departamentos de Producción y Mantenimiento.

Hasta hace poco, los productores japoneses, influenciados por los americanos, separaban claramente las tareas de los departamentos de producción y mantenimiento. Los operadores de línea operaban sin conocer realmente la estructura de las máquinas que tenían a su cargo. A su vez, el departamento de mantenimiento realizaba sus tareas sin tomar en cuenta las necesidades de producción. La resultante de esto era tener dos departamentos trabajando con dos conjuntos de metas distintos, en lugar de estar encaminados al desarrollo de la empresa a través de la cooperación.

Para estar al día en cuanto a automatización de procesos se refiere, muchos tipos de maquinaria se están instalando en las plantas. Por el contrario, el personal de línea disminuye y se hace más grande en promedio de edad. Un problema aún más serio, y que se ha

⁹ Op cit.

detectado en países con un alto desarrollo tecnológico, es el desinterés de la población joven en la producción. Es natural que los jóvenes pierdan el interés de trabajar en lugares sucios y desordenados, en donde se tiene un alto riesgo y además, en donde no se les retribuye adecuadamente.

Teniendo en mente este desarrollo, se vuelve crítica la calidad y la productividad que una compañía pueda tener para sobrevivir dentro del mercado mundial, más allá de la próxima década. En relación a esto, MPT se ha vuelto popular ya que las compañías son capaces de tener éxito en enfrentar las dificultades actuales por medio de la reestructuración de las tareas de los departamentos de producción y mantenimiento de acuerdo con los siete pasos del programa de Mantenimiento Autónomo.

3.4 Asignando Responsabilidades a los Departamentos de Producción y Mantenimiento.

La cooperación entre los departamentos de producción, mantenimiento e ingeniería de planta es un elemento clave en la obtención de la meta de cero paros a través de las cinco contramedidas. Por el contrario, la falta de comunicación entre estos departamentos actualmente causa pérdidas enormes en todo tipo de industria. Es evidente que la industria de la maquila no puede existir hoy en día sin que las funciones de producción y mantenimiento incluyan al departamento de ingeniería de planta. Con la creciente dependencia en la confiabilidad del equipo, los operadores deberán tomar parte en las actividades de mantenimiento. Para esto, se deberán definir condiciones óptimas de operación y planes de mantenimiento progresivo aplicables por el departamento de producción.

Las actividades de mantenimiento restauran el equipo y previenen su deterioro, evitando paros. Para obtener plenamente los cometidos de un sistema de mantenimiento, se deberán desarrollar dos tipos de actividades simultáneamente:

Mantenimiento Preventivo.

- **Mantenimiento de rutina.** Esta actividad consiste en mantener las condiciones de operación óptimas del equipo y reemplazar las partes que presenten deterioro.

- Mantenimiento periódico. Esta actividad consiste en inspeccionar periódicamente el equipo y restaurar partes deterioradas.
- Mantenimiento predictivo. Esta actividad consiste en corregir el deterioro del equipo a través de monitoreos de condiciones de operación y diagnósticos de maquinaria.

Mantenimiento Ocasionado por Paros.

El mantenimiento ocasionado por paros tiene como fin corregir el deterioro del equipo tras ocurrir un paro. Esto se convierte en una actividad innecesaria cuando el MPT es implantado en toda su extensión.

Las actividades correctivas aumentan la vida promedio del equipo, reducen el tiempo invertido en actividades de mantenimiento y, eventualmente, pueden eliminar la necesidad del mantenimiento totalmente. Hay dos actividades correctivas principales:

- Incremento en la confiabilidad del equipo. Esta actividad tiene como fin evitar paros a través del aumento de confiabilidad del equipo.
- Capacidad de mantenimiento de mejoras. Con esto se busca no perder el camino recorrido en la simplificación de actividades de mantenimiento.

Todas las actividades antes mencionadas pueden ser clasificadas en tres actividades de mantenimiento principales que son: restauración, inspección, prevención del deterioro del equipo. Si alguna de estas actividades es ignorada, no se puede esperar conquistar las metas de mantenimiento propuestas para la empresa.

3.4.1 Actividades de Mantenimiento para el Departamento de Producción (Mantenimiento Autónomo)¹⁰

El departamento de producción se enfoca a la prevención del deterioro y se encarga de las siguientes actividades:

1. Restauración de partes deterioradas.

- Definir y mantener las condiciones básicas del equipo (limpieza, lubricación y ajuste).
- Hacer los ajustes apropiados del equipo durante la operación y después de los cambios de versión de producto.
- Registrar la información de paros y defectos de calidad.

¹⁰ Op cit.

- Colaborar con el departamento de mantenimiento para la reparación y mejora de la maquinaria.
2. Inspección para detectar deterioro (percepción sensorial y diagnóstico simple).
 - Llevar a cabo inspecciones de rutina.
 - Llevar a cabo actividades de inspección periódica.
 3. Prevenir deterioro.
 - Llevar a cabo reparaciones menores.
 - Informar a tiempo y precisamente la ocurrencia de paros al departamento de mantenimiento.
 - Dar asistencia al personal de mantenimiento en la reparación de equipo.

De estas actividades, el mantener las condiciones básicas de operación y el llevar a cabo las inspecciones de rutina, son las esenciales. El que el departamento de mantenimiento llevara a cabo estas actividades resultaría en una carga de trabajo excesiva. Puede ser factible si se moviliza personal de mantenimiento adicional, pero ésto generalmente es inconveniente.

Por otra parte, si los operadores son los que afrontan el problema del deterioro, se puede esperar tener una ejecución más constante y mejores resultados en las actividades de Mantenimiento Autónomo. Los operadores siempre están cerca de su equipo y son los que más deberían saber acerca de las variaciones y eventualidades suscitadas en su equipo.

Debe recalcar que el llevar a los operadores al punto de estar efectuando en su totalidad un programa de Mantenimiento Autónomo requiere de mucha educación y mucha práctica. Este periodo puede durar tres y hasta cuatro años. Más aún, un sistema satisfactorio de mantenimiento por parte de los operadores debe ser desarrollado de acuerdo al programa de los siete pasos. Una empresa no debe angustiarse ante la ausencia de mejoras inmediatas, y debe evitar a toda costa tratar de tomar el camino fácil, por ejemplo, implementar directamente la segunda mitad del programa. Este tipo de “atajos” llevarán invariablemente al fracaso.

El Mantenimiento Autónomo depende principalmente del desarrollo de operadores que conocen perfectamente su equipo y están listos para aceptar la responsabilidad de llevar a cabo sus actividades rutinarias. Cuando MPT no se toma como lo que es, las metas de cero

paros y cero defectos no se alcanzan. Todas las actividades de MPT promueven la capacidad humana y cambian maneras de pensar en lugar de equipos.

3.4.2 Actividades de Mantenimiento para el Departamento de Mantenimiento¹¹.

El departamento de mantenimiento se enfoca en la inspección y prevención del deterioro del equipo, toma a cargo las siguientes actividades.

1. Restauración de partes deterioradas:

- Reparar paros eventuales.

2. Inspección del deterioro:

- Llevar a cabo inspecciones periódicas y mantenimientos mayores.
- Llevar a cabo monitoreos de condiciones de operación y diagnósticos de maquinaria para diagnosticar el tiempo de vida restante de partes críticas.

3. Prevención de deterioro,

- Llevar a cabo labores profesionales de mantenimiento.
- Planear y administrar trabajos de mantenimiento encargados a contratistas.
- Mejorar la confiabilidad del equipo y su facilidad de mantenimiento.
- Administrar información referente a mejoras y prevención de mantenimiento y presentarla al departamento de ingeniería.

La restauración continua de partes deterioradas en un equipo ahora es una realidad gracias a que es una actividad llevada a cabo por el personal de producción. El departamento de mantenimiento debe a su vez encargarse de labores de mantenimiento más sofisticadas y de informar al departamento de ingeniería acerca de las mejoras implantadas y de los errores de diseño encontrados. Gracias a la reducción en la incidencia de paros, y al aumento en la vida útil de las piezas de maquinaria, el departamento de mantenimiento puede llevar a cabo ciertas actividades rutinarias que antes le eran imposibles realizar por falta de tiempo.

Las actividades de tiempo completo de mantenimiento deberán ser desarrolladas con una cercana relación al programa de Mantenimiento Autónomo. A continuación se enlistan estas actividades:

¹¹ Op cit.

- *Establecer un sistema de Mantenimiento Autónomo.* No importa que tan constantemente se lleve a cabo un itinerario de mantenimiento, esto no asegura que se está llevando a cabo un programa de Mantenimiento Autónomo. Para lograr un sistema real de mantenimiento planeado se deberán llevar a cabo las cuatro fases dirigidas a lograr cero paros. Tras maximizar los intervalos de reemplazo de partes, se debe llevar a cabo un plan de mantenimiento periódico. En lo referente a equipos críticos, se puede aplicar entonces un sistema de mantenimiento predictivo. El sistema de mantenimiento que se puede lograr mediante este sistema se puede considerar realmente mantenimiento planeado.
- *Ejecutar órdenes de trabajo resultantes de Mantenimiento Autónomo rápida y eficazmente.* Un gran número de partes deterioradas o defectuosas serán puestas en evidencia al aplicar un sistema de Mantenimiento Autónomo, principalmente en las etapas correspondientes a los pasos uno a cuatro. Las restauraciones o modificaciones necesarias que no puedan ser llevadas a cabo por los operadores, deberán ser atendidas por el departamento de mantenimiento. Como resultado, el departamento de mantenimiento va a recibir un flujo enorme de solicitudes de reparación provenientes del área de producción. Se debe prever esta situación antes de implantar el sistema de Mantenimiento Autónomo, ya que respuestas lentas por parte del departamento de mantenimiento a los requerimientos de los operadores causarán una baja considerable en la motivación de los mismos. El manejo de estas solicitudes deberá ser monitoreado a través de un índice conocido como el índice de órdenes de trabajo cumplidas. Este índice se define como el número de solicitudes satisfechas entre el número de solicitudes generadas. Para poder asegurar el adecuado funcionamiento del sistema de Mantenimiento Autónomo, éste índice nunca deberá de bajar del 85%.
- *Dar asistencia y orientar el Mantenimiento Autónomo.* Sin la asistencia necesaria del departamento de mantenimiento, los operadores no podrán llevar a cabo adecuadamente el plan de Mantenimiento Autónomo. El departamento de mantenimiento deberá dar los conocimientos de seguridad, herramientas y procedimientos, así como las bases técnicas a los operadores. El departamento de mantenimiento podrá aprender a su vez de los cuestionamientos que hagan los operadores.

- *Analizar la información de operación errónea y planear contramedidas.* Se deberá llevar un registro de todas los incidentes de operación errónea de una máquina. Se deberá poner en claro el porqué es errónea esta forma de operar y se deberá diseñar un método, por ejemplo, un control visual, para evitar la reincidencia.
- *Mejorar los niveles técnicos del mantenimiento y desarrollar técnicas más sofisticadas.* Primero, es importante que el departamento de mantenimiento tenga el nivel suficiente de conocimientos para entrenar a los operadores. Para eliminar las seis grandes pérdidas es necesario afrontar varias cuestiones técnicas. Esta situación se ve acrecentada por el aumento en el nivel de automatización en la industria moderna.
- *Registrar información de mantenimiento y evaluar resultados.* No importa qué tan detallada sea la información en los reportes diarios de operación, no puede ser lo suficientemente clara para servir como una guía de las tareas de mantenimiento. Por ésto, información acerca del tipo, localización e índice de frecuencia de cada paro deberá se documentada claramente. El tener un sistema computarizado para llevar estos registros es una herramienta esencial.
- *Reportar información acerca de la prevención de mantenimiento al departamento de ingeniería* Será muy importante todos los hallazgos y aprendizajes al departamento de ingeniería para evitar cometer los mismos errores en la construcción e instalación de nuevos equipos o Plantas.

En muchas empresas, el departamento de mantenimiento no está interesado en mejorar la facilidad de mantenimiento de la Planta, no les importa el tiempo que se tomen en revisar y reparar los equipos. El entusiasmo de los operadores de línea por aumentar los niveles de producción generalmente es mayor a aquel mostrado por el departamento de mantenimiento por facilitar y acelerar sus propias labores. Es aquí donde los gerentes de mantenimiento e ingenieros de planta deben concentrar sus esfuerzos.

4

El Programa de Mantenimiento Autónomo

4.1 Las Metas del Programa

Desde el punto de vista humano, se busca desarrollar operadores conocedores a través de su nuevo papel. Desde el punto de vista del equipo, se busca tener un ambiente de trabajo en el cual cualquier desviación de las condiciones normales de operación sea inmediatamente detectada.

4.1.1 Reconsiderando el Papel del Operador¹

Aunque todavía se encuentran varios tipos de tareas repetitivas en la industria contemporánea, la tendencia es hacia la automatización total.

Hay muchas empresas donde se busca reducir costos explotando como recurso la mano de obra barata. Aunque mantienen sus precios competitivos, pierden en calidad. La automatización no solamente reduce costos de operación, sino que elimina errores provenientes de la operación manual.

Tradicionalmente, han existido dos tipos de labores manuales repetitivas en la industria. Uno, al cual podemos llamar sofisticado y que consiste en el manejo de maquinaria, el otro, el cual llamaremos primitivo, consiste en ajustar y limpiar piezas de maquinaria.

En la industria moderna, que está enfocada a la producción masiva, se busca la estandarización de partes y la especialización en la realización de tareas por parte de los operadores en una línea de producción. En un ambiente como éste, los operadores tienden a repetir sus tareas sin cuestionarlas, y tienden a utilizar su maquinaria de trabajo concentrándose en producir una gran cantidad de unidades. Esto resulta en que no se tome el tiempo para realmente conocer su herramienta de trabajo.

¹ Nakajima, Seichi, "TPM development program", 1a ed., Productivity Press, 1991.

Con la automatización, el trabajador invierte menos tiempo en tareas repetitivas. Esto les permite concentrarse en labores más complejas y enfocadas a un entorno que va más allá de su máquina. La filosofía de MPT utiliza el término “operador” en lugar de “trabajador” para reconocer este nuevo conjunto de responsabilidades que toma el empleado.

Tomemos como ejemplo una industria automotriz en la cual gracias a la automatización una línea de producción de aproximadamente cien máquinas podía ser operada por solamente dos operadores. Ocurrían un gran número de paros menores ocasionados por rebaba atorada en ciertas partes de la máquina. En este caso, resulta más conveniente tener un operador extra, si tomamos en cuenta los efectos de la depreciación del equipo y las pérdidas en eficiencia y productividad total.

Este caso muestra como la gerencia puede cometer errores como:

- No atacar seriamente las condiciones de operación de la maquinaria.
- No conocer ni la importancia ni el potencial del papel del operador.
- Prestar demasiada atención a procedimientos de alta tecnología olvidándose de procedimientos más elementales.
- Creer que siempre la solución para reducir el costo de operación es reducir el número de operadores.²

Desafortunadamente, siguen existiendo visiones muy conservadoras dentro de la gerencia de las empresas, aunque hay que reconocer que la relación entre operadores y máquinas está cambiando día con día. Hay gerentes que piensan que no es necesario educar a los operadores ya que en una planta automatizada la operación se puede dar simplemente siguiendo las instrucciones de las computadoras. Este tipo de gerentes tienden a separar las actividades de manufactura de la operación corporativa total. Esto muestra solamente lo limitada que es su visión global del sistema. Lo único que buscan es obtener muchas salidas con el menor número de entradas.

Es indispensable que todo el personal involucrado en el proceso de manufactura entienda su relación con todas las partes de la corporación. Esto dará una flexibilidad incomparable ante cambios tecnológicos, económicos y sociales.

² Esto puede ser un buen “parche” temporal, pero no ataca el problema de raíz para proponer una solución definitiva.

El MPT, a través de la participación de todos los empleados, busca replantear la función y papeles de todo el personal, analizando su relación con cada departamento. Una resultante de este proceso, es el caer en cuenta de que el papel del operador debe de ser revisado. Como resultado del programa de Mantenimiento Autónomo, el esquema mental de los operadores de línea cambiará drásticamente. El programa de siete pasos está diseñado para facilitar esta transición.

4.1.2 El Operador con Conocimientos

El término “operador con conocimientos” no se refiere a un operador que puede arreglar maquinaria y también darle mantenimiento. Se refiere más bien a un operador capaz de detectar fuentes de pérdidas.³

Casi todas las pérdidas, ya sean por paros o por desviaciones en calidad, son precedidas por ciertas señales, como sobrecalentamiento, ruido o exceso de vibración. Sin la implantación de MPT, reconocer estas señales sería casi imposible, ya que el área de trabajo estaría llena de desviaciones de las condiciones óptimas de operación, las cuales serían consideradas normales. Una vez establecidas las condiciones óptimas de operación, será posible detectar las desviaciones y prevenir las pérdidas.

Se esperará que los operadores dominen la detección temprana de las desviaciones de las condiciones óptimas de operación. Deberán tener también la habilidad de avisar inmediatamente al departamento de mantenimiento, o bien, de reparar ellos mismos las fallas en sus máquinas para lograr la meta de cero pérdidas. Para lograr esto, los operadores deberán ser entrenados, desde el principio del programa de Mantenimiento Autónomo, en la operación y funcionamiento de sus máquinas.

Lograr este nivel de entrenamiento, es costoso en tiempo y dinero, pero es necesario para poder implantar totalmente el MPT y poder disfrutar de los beneficios que éste trae.

³ Para ésto se requiere conocer muy a detalle la maquinaria y su funcionamiento.

4.1.3 Entrenando a los Operadores para Alcanzar un Mejor Nivel de Ingeniería.

En la industria química y petroquímica es común encontrar procesos automatizados que cuentan con más del mínimo número de operadores requeridos. Esto es en prevención de ciertas situaciones de emergencia.

No hay nadie que entienda mejor las condiciones y variables de operación mejor que los operadores, ya que estos trabajan con el equipo todo el tiempo. Si a algunos de ellos se les asigna como gerentes del departamento de producción, y por lo tanto abandonan el equipo, perderán el entendimiento de todas estas condiciones y variables.

Generalmente, el grupo de liderazgo tiende a subestimar el potencial y la capacidad de los operadores. Como resultado de esto, no tiene ningún sentimiento de culpa por mantener a sus operadores haciendo trabajos monótonos y repetitivos durante toda su vida. Sin embargo, si se provee con la suficiente motivación, entrenamiento y oportunidades, los operadores adquieren una gran actividad la cual los lleva a generar muy buenos resultados.

El Mantenimiento Autónomo se enfoca a fomentar el desarrollo de estos operadores con conocimientos. A medida que una compañía se desarrolla, esta debe entrenar a sus operadores, tratando de hacer de ellos un ingeniero de producción más.⁴

4.1.4 El Área de Trabajo Ordenada

Si un operador con conocimientos es reasignado a un ambiente tradicional de una planta "sucias", en la cual hay un gran número de paros menores, no podrá utilizar sus habilidades adquiridas. Un área de trabajo ordenada se obtiene solamente cuando operadores con conocimientos trabajan en la manufactura de productos con procesos en los cuales se han establecido las condiciones óptimas de operación.

Este tipo de procesos se tiene solamente cuando se cumple una condición: La relación óptima entre los operadores y su equipo, donde cada una de las partes es complemento de las otras. Solo bajo estas circunstancias se alcanzan las metas de Cero Accidentes, Cero Defectos y Cero Paros.

⁴ Hay que prever que ésto tomará mucho esfuerzo en entrenamiento e implica depositar MUCHA confianza en el personal de la línea.

Las condiciones óptimas de operación se refieren al estado en que las condiciones básicas del equipo (limpieza, lubricación y ajustes) están perfectamente establecidas, las condiciones de uso del equipo se cumplen, las partes deterioradas se restauran y el equipo es adecuadamente operado todo el tiempo.

A este punto los gerentes deben entender la metas del Mantenimiento autónomo desde la perspectiva del equipo y de los operadores. Estos gerentes también deben realizar grandes esfuerzos para fomentar el desarrollo de operadores con conocimientos, lo cual contribuirá a tener un área de trabajo ordenada.

El control visual que tiene la mayor contribución para los esfuerzos antes mencionados se refiere a los sistemas que exponen de manera evidente cualquier desviación de las condiciones óptimas del área, del equipo y de los operadores. Por ejemplo:⁵

- Poner marcas en las tuercas y los tornillos para detectar aflojamiento.
- Poner marcas en medidores que nos indiquen los rangos adecuados de condiciones de operación.
- Instalar equipo de medición de temperatura en motores para detectar sobrecalentamiento.
- Pintar de distinto color las tuberías dependiendo de su contenido e indicar con flechas la dirección del flujo.
- Poner indicadores del sentido de rotación de bandas y cadenas.
- Instalar puertos de inspección en cubiertas de seguridad o reemplazar las existentes por material transparente.
- Instalar paneles con indicadores del estado de operación de las válvulas (abierta - cerrada)
- Instalar tubería transparente para poder ver el flujo de agua de enfriamiento.

La aplicación a conciencia de los controles visuales es uno de los requisitos más importantes para tener un área de trabajo ordenada.⁶ Por supuesto su aplicación y manejo deberá estar estandarizada. Esto permite a los operadores detectar cualquier anomalía por medio de un vistazo y responder inmediatamente con acciones rápidas y enfocadas.

⁵ Hirano, Hiroyuki, "5 Pillars of the visual workplace", 1a ed., Productivity Press, 1995.

⁶ Op cit.

4.2 El Desarrollo de Mantenimiento Autónomo

4.2.1 El Ciclo RAPH

Todos los programas de mantenimiento autónomo están estructurados de forma tal que se repita el ciclo RAPH⁷, el cuál se explica a continuación. Las actividades que constituyen este ciclo son:

- R. Revisar. Examinar a conciencia el estado general de nuestro sistema y evidenciar los problemas que este presente.
- A. Actuar. Generar contramedidas para resolver los problemas.
- P. Planear. Prevenir la reincidencia de los problemas mediante las mejoras en el equipo. Si estos esfuerzos fallan, implantar controles visuales para detectar problemas a simple vista. Si los dos remedios anteriores fallan, la intervención humana deberá prevenir la reincidencia. Preparar los lineamientos a seguir, como estándares, procedimientos, y hojas de revisión.
- H. Hacer. Ejecutar y seguir los lineamientos para prevenir la reincidencia de un mismo problema; regresar a R si los esfuerzos previos no son suficientes. Repetir el ciclo hasta que los criterios fijados como meta se cumplan.

En el programa de Mantenimiento Autónomo los operadores repiten el ciclo RAPH continuamente. Por lo tanto ellos dominan la supervisión autónoma.

Este concepto es muy efectivo no solo para departamentos de producción enfocados al equipo, sino también para los departamentos enfocados al trabajo manual, como son el ensamblaje, aseguramiento de calidad, manejo de materiales y otros departamentos administrativos. Todos los programas de MPT están contruidos en base al mismo concepto. Es especialmente importante el familiarizarse con el ciclo RAPH para entender el Mantenimiento Autónomo y planear el propio programa de desarrollo de MPT en cualquier departamento.

⁷ El ciclo original es CAPD (Check, Act, Plan, Do); posteriormente se analiza la diferencia con el ciclo CPAD de CTC.

4.2.2 La Auditoría de Mantenimiento Autónomo

Al inicio de cada paso cada grupo de trabajo prepara sus planes de acción y su itinerario de cumplimiento de dichos planes. Esto se hace de acuerdo a los aprendizajes que se tienen del modelo piloto.

Cuando el paso está por finalizarse, los operadores comparan las condiciones de su equipo contra las del modelo gerencial. Si los resultados son satisfactorios, los operadores solicitan una auditoría formal a la oficina de MPT. Si los resultados de la auditoría son exitosos se prosigue al siguiente paso. De otra forma se deberá repetir el paso actual.

La auditoría de Mantenimiento Autónomo se lleva a cabo como una evaluación final de las actividades realizadas hasta el final de un paso. El grupo de auditores lo forman gerentes de línea y a veces se incluye personal de mantenimiento e ingenieros de planta. Miembros de otros grupos de trabajo y departamentos pueden participar en la auditoría para asegurar un mejor entendimiento de los procedimientos, resultados esperados y condiciones del equipo.

Esta auditoría no es un examen de selección para los mejores grupos o individuos, sino que es un medio para proveer al operador de educación y motivación.

4.3 Sistemas de Educación dentro de Mantenimiento Autónomo⁸

4.3.1 Tipos de educación

En general, los operadores se entrenan en las siguientes categorías de entrenamiento básico:

- Educación introductoria.
- Educación por pasos.
- Educación en inspección.
- Entrenamiento en habilidades de mantenimiento.
- Educación de rutina.
- Todos los demás temas como seguridad, calidad, operación y cambios de versión.

Muchas compañías ponen en marcha varias ideas tratando de mantener y alcanzar los objetivos y metas establecidas para la organización.

⁸ Fujikoshi, Nachi, "Training for TPM". 1a ed., Productivity Press, 1992.

Educación introductoria. Involucra la orientación y cursos de conceptos básicos de MPT y el conocimiento necesario para la puesta en marcha de las actividades de MPT. Se imparte por instructores de MPT para el personal de la planta. Se debe involucrar al gerente de planta en la fase preparatoria de la implantación por aproximadamente seis meses. El personal de línea, gerentes, supervisores y los líderes de los grupos de trabajo se dividen de acuerdo a su nivel dentro de la organización y de conocimientos.

Para este momento, la tarea más importante de los gerentes de línea y sus jefes es el generar un consenso a cada nivel que reconozca el estado general del sistema. Los factores a considerar son las condiciones actuales de la compañía, el ambiente de trabajo y la necesidad resultante y propósitos de la implantación de MPT.

Además de esta educación básica, los líderes de los grupos y los operadores se deben entrenar a fondo en requerimientos de seguridad.

Entrenamiento por pasos. Antes del inicio de las actividades de cada paso, los gerentes del departamento de producción e ingenieros de mantenimiento deben enseñar a los operadores cómo trabajar y qué actividades deben realizar en cada paso⁹. Se debe hacer referencia a los procedimientos detallados y a las actividades programadas, aspectos de seguridad, puntos clave en la auditoría de Mantenimiento Autónomo, la colocación y relación entre los pasos previos y los subsecuentes en el programa de siete pasos y cualquier otro requerimiento. Los operadores deben ser entrenados utilizando equipo real. Se deberán enfatizar cuestiones de seguridad y los contratiempos que surgieron en el modelo gerencial.

Educación en inspección. Todas las funciones comunes de las máquinas y las piezas que se encuentran en casi todos los sistemas, se dividen en categorías de inspección. La educación en inspección se lleva a cabo siguiendo el sistema de cascadeo (este será explicado posteriormente). Los primeros en ser entrenados serán los gerentes, estos entrenan a los supervisores, estos entrenan a los Planeadores de Mantenimiento Autónomo y ellos entrenarán al resto del departamento.

⁹ Es indispensable que la gerencia participe en "modelos" de aprendizaje antes de cascadear la implantación.

Las categorías definidas varían de planta en planta, aunque las más comunes son: lubricación, sistemas eléctricos, combustibles, sistemas de transmisión, etc. La lubricación tiene una importancia tal que se le dedica todo un paso del sistema de siete pasos, el tercero. Los demás sistemas son examinados en el cuarto paso.

Entrenamiento en habilidades de mantenimiento. El departamento de mantenimiento no tendrá la capacidad de atender todas las ordenes de trabajo generadas por el sistema de Mantenimiento Autónomo. Por esta razón será esencial adiestrar a los operadores del departamento de producción en ciertas habilidades básicas de mantenimiento como pueden ser el reemplazo de bandas, la soldadura de pequeñas fracturas en estructuras ó el ajuste de la longitud de una cadena.

Se deberá tener especial cuidado en no someter a los operadores a una carga de entrenamiento excesiva, ya que esto solo logrará crear un sentimiento de presión y agobio, el cual será contraproducente no solo para la implantación de Mantenimiento Autónomo, sino para la producción cotidiana.

Educación de rutina. Aunque el entrenamiento es la base para la implantación de MPT, el tiempo que se le puede dedicar a este se ve reducido por las actividades cotidianas de producción. Es importante entonces hacer que la educación no se vea restringida a periodos predeterminados, sino que se aprovechen juntas diarias y momentos de baja demanda de producción para reforzar la educación de los operadores¹⁰. Esto se llevará a cabo repitiendo conceptos sencillos varias veces hasta estar seguros de que estos fueron entendidos. Se deberán discutir particularmente la ocurrencia de paros mayores y/o errores graves que sucedan en el lugar de trabajo.

¹⁰ El sistema MPT se desarrolla EN LA LÍNEA, tanto la educación inicial, como la administración diaria posterior.

4.3.2 Métodos Educativos

En MPT los sistemas primordiales utilizados para la educación son el sistema de cascadeo y las Lecciones de un Punto.

Sistema de educación por cascadeo. En este sistema los líderes de cada grupo son entrenados por miembros de los grupos de mayor jerarquía organizacional. Así se espera que estos líderes transmitan los conocimientos adquiridos a los miembros de sus grupos. Esto fomentará el desarrollo de las habilidades de liderazgo de los dirigentes de cada grupo. De esta forma se requiere el pleno entendimiento de los conceptos por parte de los líderes de grupo antes de que estos los transmitan. Hay una mayor interacción entre los distintos niveles jerárquicos de la organización debido a este sistema de cascadeo.

La lección de un punto. La lección de un punto es la explicación de una tarea o tema específico la cual no debe necesitar de más de 5 minutos o una hoja de papel para ser expuesta y entendida.

Estas lecciones deben ser preparadas por personal que se encuentre debidamente capacitado en el tema a tratar, quien debe consultar con especialistas. Se recomienda que no sean generadas demasiado a detalle, ya que se pierde el foco del tema a tratar, y lo que se busca es que sean entendidas por todos.

El Mantenimiento Autónomo dentro de MPT se desarrolla como un trabajo mandatorio de todos los empleados, como respuesta a las tareas específicas asignadas a cada grupo de trabajo de acuerdo con la estructura gerencial corporativa. Sin embargo, muchas veces se confunde lo “autónomo” con lo “voluntario” y no se llevan a cabo las actividades de la supervisión autónoma.

Para poder llevar a cabo esta supervisión autónoma, cada empleado debe tener la educación, entrenamiento, motivación y supervisión adecuada, además de encontrarse dentro de las condiciones también adecuadas. El mantener las condiciones de trabajo óptimas, es responsabilidad de los gerentes. Desde este punto de vista, los gerentes son los que deben tener la mayor contribución en la creación del ambiente de trabajo y de la motivación en sus operadores, además de cumplir con sus actividades diarias dentro de la compañía.¹¹

¹¹ Otra vez, el cascadeo a través de TODA la organización es indispensable.

4.4. Comentarios

Durante la etapa que comprende la definición de las metas y el alcance del programa de Mantenimiento Autónomo es muy importante que se maneje información detallada. Es de suma importancia el definir perfectamente lo que se espera de cada parte de la organización para poder llevar a cabo la implantación adecuadamente. Es considerable el tiempo que se pierde durante las etapas iniciales desarrollando actividades que no son enfocadas a Mantenimiento Autónomo, y esto se puede evitar con una clara definición previa de papeles y responsabilidades, así como de mantener las metas claras en todo momento.

Otro punto clave en esta etapa de definición es el escoger a los que serán los líderes de los pequeños grupos de trabajo. El líder deberá tener buena comunicación con el nivel inmediato superior y a la vez deberá ser respetado por los integrantes del pequeño grupo. Este individuo deberá tener habilidad como maestro y facilitador, ya que se encargará de la capacitación y apoyo dentro de su grupo. Se deberá tener cuidado con la posibilidad de que esta persona resulte ser una mala influencia sobre el grupo de trabajo. Por ejemplo, si el líder resulta ser una persona resentida con la gerencia, no hará un esfuerzo por llegar a los resultados esperados y su grupo de trabajo se alejará del esfuerzo de mejora continua de la organización.

Es muy importante definir desde este momento, antes de empezar a implantar los pasos, el tipo de trabajo distinto que estarán haciendo los operadores y gerentes. Se deben poner las cartas sobre la mesa acerca de las dificultades que se piensa se puedan encontrar a lo largo de la implantación del nuevo sistema. Esto ayudará a eliminar falsas expectativas y a prevenir a la gente de los baches que habrán en el camino. De no hacerse esto, y definir el camino de la implantación como una supercarretera sin defectos, cada contratiempo y cada dificultad que surja causará descontento y una tendencia a abandonar el sistema de Mantenimiento Autónomo.

Es importante recordar que una de las premisas clave que se deben cumplir para que la implantación de Mantenimiento Autónomo sea exitosa es la involucración total de todos los niveles de la organización. Aquí podemos hacer la analogía con un ejército, el cual es valiente cuando su general y sus capitanes dan el ejemplo de valor, así mismo la gerencia

deberá poner el ejemplo de compromiso, entrega y energía que debe adoptar cada miembro de la organización para que ésta triunfe en la batalla para alcanzar la Meta Cero.

5

PASO 1: LIMPIEZA INICIAL

5.1 Objetivos desde la Perspectiva del Equipo

5.1.1 Limpieza Inicial

La limpieza inicial se refiere a los esfuerzos que, desde el inicio de las actividades de Mantenimiento Autónomo, se realizan para eliminar por completo cualquier materia extraña tal como mugre, polvo, rebabas, grasa y desechos que se adhieren al equipo, troqueles, herramientas y montajes. No se trata de una limpieza típica como se entiende tradicionalmente en las fábricas, sino más bien se trata de una limpieza del equipo hasta que éste se deja totalmente libre de cualquier tipo de contaminante.¹

No sólo los gerentes y operadores del departamento de producción sino también todos los empleados involucrados en las áreas de soporte tales como mantenimiento, ingeniería de planta y departamentos de aseguramiento de la calidad deben de aprender, a través de la práctica en el equipo real, el significado de exponer los defectos ocultos mediante la limpieza y el valor de prestar la debida atención aún a los defectos menores.

En los capítulos anteriores, se enfatiza la importancia de los defectos menores y de la limpieza. Aquí se comentan algunos efectos nocivos de una limpieza insuficiente.²

1. Partículas extrañas que se adhieren o se entremezclan con partes deslizantes, hidráulicas, neumáticas, dispositivos eléctricos o instrumentales que ocasionan fricción anormal, vibración, obstrucción, fugas, quemaduras o deterioro por aislamiento. Estas condiciones resultan en una manufactura imprecisa o en productos defectuosos, junto con fallas y paros del equipo.

¹ Posteriormente, en paso 2, se busca eliminar la fuente de contaminación.

² Suzuki, Tokutaro, "TPM for process industries", 1a ed., Productivity Press, 1992, cap. 4.

2. Los conductos contaminados con material extraño interfieren con el suministro automático de piezas de trabajo a las máquinas y por lo tanto ocasionan paros menores o defectos en la calidad.

3. La contaminación afecta a la calidad de manera frecuente, directa y negativa, como se indica a continuación:

- En el maquinado que requiere de mucha precisión, las sustancias extrañas que se adhieren a las uniones de las herramientas y montajes, ocasionan problemas en la alineación y dan como resultado defectos de calidad debido a una mala alineación durante la corrida.

- En el proceso de ensamblaje de partes eléctricas, partículas extrañas se adhieren al equipo y contaminan piezas de trabajo ocasionando contactos defectuosos.

En el proceso de moldeo de productos plásticos, las partículas extrañas que se adhieren, ya sea al molde o a los tornillos de presión, o que se mezclan con materia prima, ocasionan fugas de resina fundida en las uniones del molde o la carbonización de resina en la cámara de calentamiento.

- En el proceso de decoración de latas metálicas, partículas extrañas se adhieren a los rodillos entintadores, ocasionando decoración incompleta o color no uniforme.

- En el horno de un taller de pintura automotriz, las partículas extrañas entran del exterior, se adhieren o, después de que se condensan, gotean en el cuerpo del automóvil y ocasionan una pintura defectuosa.

4. El equipo, herramientas y montajes no son inspeccionados en forma eficaz únicamente con la vista. Casi es imposible a través de la sola observación localizar defectos menores tales como abrasión, falta de ajuste, rasguños, deformación, fugas, y otros. Es común encontrar que los integrantes del equipo de trabajo se den por vencidos y abandonen la búsqueda de defectos. En el peor de los casos, nadie se acerca al equipo, ya no se diga que lo inspeccione.

5.1.2 La Limpieza es Inspección³

Desde la perspectiva de MPT, como se enfatizó en el Capítulo 3, la limpieza está dirigida a la exposición y eliminación de defectos ocultos. Si únicamente se desea una planta o un equipo limpio, la limpieza se puede delegar fácilmente a un contratista, sin necesidad de implantar las medidas extensivas que se requieren al trabajar en mantenimiento autónomo.

Durante la limpieza, todos tocan las partes del equipo y echan un vistazo a cada esquina y rincón del mismo. Este enfoque a detalle aumenta las posibilidades de detectar defectos ocultos, vibración, ruidos, olores y sobrecalentamiento anormales. Debido a que se pueden detectar fácilmente los defectos en un equipo libre de contaminantes, es posible corregir los defectos menores y medianos rápidamente antes de que crezcan y de que se conviertan en defectos mayores y ocasionen paros o defectos de calidad. Este es el significado de “limpieza es inspección”.

La limpieza es el punto de inicio de las actividades de Mantenimiento Autónomo. Permanece siendo el punto de partida incluso después de una exitosa implementación de MPT. Al recordar en todo momento que “limpieza es inspección”, los operadores limpian el equipo para evitar paros y defectos de calidad. Como un efecto secundario, la planta se mantiene limpia.⁴

5.2 Objetivos desde la Perspectiva Humana

Sin considerar qué tan bien se limpie, el equipo diariamente se vuelve a cubrir de polvo, mugre, grasa y rebabas. Las mismas áreas deben de ser limpiadas en forma repetida muchas veces. Esta situación puede existir hasta que se toman acciones correctivas en el Paso 2.

Mucha gente no está satisfecha con esta situación y se queja, “No estoy trabajando en esta planta para limpiar como un afanador”, “Estoy cansado de limpiar lo mismo todos los días”, “La limpieza del interior del equipo es un trabajo de la gente de mantenimiento, ¿o

³ Este es un concepto clave a transmitir antes de y durante el desarrollo paso 1.

⁴ Esto hace el entorno de trabajomás agradable y conduce a un ambiente más productivo y mantenido por todos.

no?”, etc. Conversaciones como éstas surgen tanto entre operadores como entre gerentes y supervisores, quienes deben de ser educados para llegar a un entendimiento básico de los conceptos MPT a través de la educación introductoria.

Las fuentes de contaminación son claramente visibles y atraen su atención debido a que todas las otras áreas están totalmente limpias. Únicamente esta experiencia les enseña la importancia de limpiar y la necesidad de las medidas correctivas. Por lo tanto, es esencial examinar en forma crítica los puntos de vista tradicionales y los enfoques de sentido común que se dan en la planta. Debido a que es muy difícil para cualquiera cambiar una forma de pensamiento muy arraigada, se necesita una experiencia suficientemente fuerte proveniente de condiciones retantes para producir un punto de cambio.

Para poder obtener la meta de Cero Paros, se necesitan revisar las ideas y las conductas tradicionales en la administración de las instalaciones. Los gerentes, supervisores y líderes de equipos de trabajos quienes supervisan a los operadores, deben tomar en consideración los objetivos del Mantenimiento Autónomo desde las perspectivas humanas así como las del equipo y preguntarse a sí mismos lo siguiente:⁵

- ¿Qué se debe enseñar a cada operador?
- ¿En qué áreas aplicarán los operadores las habilidades adquiridas y su motivación?
- ¿En qué forma pueden ser desarrolladas aún más las habilidades y la motivación de los operadores?
- ¿En qué forma pueden los gerentes de línea ayudar a los operadores a lograr lo anterior?

5.2.1 Familiarizarse con las Actividades de Pequeños Grupos a través de Tareas Sencillas

En MPT, las actividades de pequeños grupos se desarrollan en cada nivel de la organización dentro de un ambiente de involucración total del empleado. Para aquéllos quienes están familiarizados con las actividades de círculos de calidad, siguiendo los conceptos clásico de Control de Calidad, la aceptación de este tipo de actividades de grupo puede ser relativamente fácil. Aún así, se requiere cierto tiempo para familiarizarse y sentirse a gusto con el principio MPT de “la práctica primero”.

⁵ Shirose, Kunio, “TPM for workshop leaders”, 1a ed., Productivity Press, 1992.

Cualquiera que desee aprender y tenga tiempo, puede unirse a las actividades de limpieza. Para promover la familiarización y la participación total en actividades de pequeños grupos, un requisito previo es iniciar con una tarea sencilla en la cual puedan participar todos los empleados. Desde varios ángulos, es lo más viable iniciar un programa autónomo de mantenimiento con actividades de limpieza.

El papel principal de los líderes de los grupos de mantenimiento preventivo consiste en proporcionar liderazgo y construir el trabajo de equipo entre los operadores. Los líderes de grupo deben alentar a los operadores a participar en las actividades de MPT por voluntad propia en vez de a la fuerza. Esta voluntad, idealmente, debería estar basada en el entendimiento y valoración de los operadores de los beneficios del Mantenimiento Autónomo. Al iniciar con la tarea relativamente sencilla de limpieza, los líderes de grupo aprenden a dominar la dirección de pequeños grupos de operadores.

5.2.2 Mejorar la Motivación de los Operadores para Cuidar su Equipo

Durante la limpieza inicial, los operadores podrían experimentar, por primera vez, una inspección cercana de todas las partes de su equipo. Los operadores, quienes al principio rechazan la limpieza, gradualmente desarrollan un interés genuino en su equipo a través de la limpieza repetitiva seguida por discusiones de grupo. Ellos, como resultado, naturalmente quieren mantener limpio su equipo. Al mismo tiempo, muchos otros descubrimientos y preguntas surgen, tales como:⁶

- ¿Qué tipo de fallas en el funcionamiento ocasionan el polvo y la mugre?
- ¿Cuáles son las fuentes de estos contaminantes? ¿De qué forma se pueden eliminar?
- ¿No hay una forma más sencilla de limpiar?
- ¿No hay pernos sueltos, partes desgastadas u otras partes defectuosas?
- ¿Cómo funcionan estas partes?
- ¿Si se descompone esta pieza del equipo, cuánto tarda en arreglarse?
- ¿Son satisfactorias las condiciones actuales de operación de este equipo? ¿Son normales o algo anormales?

⁶ Id.

Todos los operadores sugieren respuestas y medidas correctivas a estas preguntas en una junta de grupo. Ellos gradualmente aprenden cómo solucionar problemas por ellos mismos, o en otras palabras, se acercan al estado de la supervisión autónoma.

5.3 Cómo Desarrollar el Paso 1

5.3.1 El Pizarrón de Actividades y las “Cuatro Listas”

La mayoría de las plantas son operadas con base en turnos. Los operadores que están a cargo del mismo proceso o equipo en diferentes turnos tienen muy pocas oportunidades de reunirse. Con el objeto de mantener una mejor comunicación entre este personal, cada equipo de trabajo prepara un pizarrón llamado “pizarrón de actividades” para poder comunicar las condiciones actuales y el progreso logrado por cada grupo.

Ya que el pizarrón busca lograr un mejor entendimiento de los operadores entre ellos mismos, no son necesarios esfuerzos excesivos para su arreglo. Para que sea efectivo el pizarrón de actividades, éste debe permitir a la persona que lo observa encontrar rápidamente las diversas actividades de grupo y entender el avance logrado.⁷ Es particularmente útil para otros grupos el colocar ideas para mejoras y lecciones de un punto. Estas son las fuentes más confiables de información a través de las cuales los gerentes pueden evaluar los problemas y el avance de todos los grupos de trabajo. Una auditoría de Mantenimiento Autónomo, empieza con una junta en el lugar de trabajo y con la presentación de los operadores en base a los documentos desplegados en el pizarrón de actividades.

El carácter del pizarrón difiere de aquél del trabajo rutinario de los operadores y del equipo asignado a cada equipo de trabajo. La información básica a ser proporcionada por todos los grupos debe incluir las siguientes partidas.

- El tema y objetivo del paso, plan de acción y programa establecido por el equipo de trabajo.
- Puntos de partida de las variables, objetivos, desempeño actual y tendencias de las variables principales que miden la eficiencia del equipo y las seis grandes pérdidas.

⁷ Hirano, Hiroyuki, “5 Pillars of the visual workplace”, 1a ed., Productivity Press, 1995.

- La planeación y el desempeño real de las actividades de grupo (horas de junta, frecuencia, tema, participantes y número de sugerencias).
- Las cuatro listas (lista de defectos, lista de preguntas, lista de fuentes de contaminación, y lista de áreas de difícil acceso).
- Fotografías de antes y después de las acciones correctivas principales
- Lecciones de un punto
- Sugerencias para mejoras
- Avances en programas de corrección de corto plazo y un resumen de actividades
- Asuntos de seguridad
- Cualquier otra información que se deba notar.

A continuación sigue información a detalle de las cuatro listas⁸, que representan el papel más importante entre los artículos mencionados anteriormente.

1. *Lista de defectos*

Con el propósito de una identificación definitiva, los operadores deben marcar cada defecto del equipo como partes deterioradas, partes ensambladas en forma equivocada o inadecuada, componentes que estén funcionando mal o cualquier otra área discrepante que se haya descubierto durante la limpieza. Este marcado se realiza por medio de tarjetas que se ponen en el lugar exacto del defecto (o lo más cerca que sea posible). La información relevante se anota en forma simultánea en la lista de defectos. Entonces los operadores decidirán si remedian el problema por ellos mismos o piden al departamento de mantenimiento que lo maneje. También indican la fecha de terminación programada en la lista. Después de que se corrige la condición, los operadores recolectan la etiqueta de identificación y escriben la fecha real de terminación en la lista. En algunas plantas, se preparan etiquetas en color diferente de acuerdo a si la acción correctiva será ejecutada por el departamento de producción o mantenimiento.

⁸ Suzuki, Tokutaro, "TPM for process industries", 1a ed., Productivity Press, 1992, cap. 4.

2. Lista de Preguntas

Sin considerar el grado de dificultad de una pregunta que haya surgido durante o después de la limpieza inicial, los operadores la deben de anotar en una lista de preguntas. Cuando los líderes de grupo no pueden proporcionar respuestas adecuadas a las preguntas de los operadores, buscan la asesoría de sus gerentes, personal de mantenimiento o ingenieros de planta.

La lista de preguntas es el medio más útil para que todos los operadores compartan las preguntas y el conocimiento y entiendan el equipo gradualmente. Las preguntas en la lista se tachan y la fecha de conclusión se registra cuando todos los miembros del grupo entienden las respuestas a través de materiales adecuados tales como lecciones de un punto.⁹ Se establece un límite de tiempo para encontrar una respuesta para así evitar el continuar con las actividades regulares sin haber resuelto las dudas de los operadores.

Por otra parte, la falta de habilidad para nombrar una parte simplemente es una falta de conocimiento y no constituye una "pregunta". Un ejemplo de una pregunta legítima surge de una situación en la cual un manómetro, que viene marcado con azul entre 4.5 y 5.5 kg/cm², indicando el rango de presión normal operativa señala 4.4 kg/cm². A los operadores se les motiva a responder con preguntas este tipo de temas. En otras palabras, los operadores deben desarrollar el hábito de observar y distinguir cuidadosamente entre condiciones normales y anormales incluyendo las llamadas zonas grises que a menudo son difíciles de evaluar. En resumen, los operadores son motivados para generar preguntas y después proporcionar las respuestas que puedan entender sus compañeros operadores. Como resultado, desarrollan en forma paulatina una habilidad mayor para descubrir problemas más esenciales. Cuando todos los empleados están buscando activamente preguntas, con frecuencia pueden quedar expuestos serios defectos ocultos en el equipo.

⁹ Las lecciones de un punto son el medio preferido por el MPT para transmitir el conocimiento. Ver Suzuki, Tokutaro, "TPM for process industries", cap 4.

3. Lista de fuentes de contaminación

Una fuente de contaminación se refiere a cualquier área particular en una pieza de equipo que genere cualquier sustancia extraña tales como rebabas metálicas en procesos de maquinación, rebabas en moledo, mugre y polvo ocasionados por equipo que está funcionando mal, o fugas de lubricante, materia prima, etc. Entre estas fuentes, como ejemplo, las fugas en partes deterioradas tales como mangueras de hule o empaques se corrigen fácilmente con sólo reemplazar o reparar las partes durante el Paso 1.

Las contramedidas para eliminar dichas fuentes, sin embargo, deben dejarse pendientes hasta el Paso 2 si el mecanismo de generación de las sustancias extrañas es complejo y necesita ser estudiado con más detalle. Ninguna acción fácil se deberá tomar simplemente para mejorar en forma instantánea una dificultad con la limpieza actual.

En la etapa temprana de un programa de Mantenimiento Autónomo, la lista de fuentes de contaminación es muy útil para hacer que los operadores entiendan que “la limpieza es inspección”. Los operadores deben realizar un examen serio y profundo de estas fuentes. Cuando las fuentes son simplemente vistas sin una observación detallada con frecuencia, no se toman contramedidas eficientes en el Paso 2.

4. Lista de áreas de difícil acceso

Un área de difícil acceso se refiere a un área particular del equipo en donde los operadores experimentan problemas con el acceso para realizar cualquier tipo de tarea, tal como limpieza, lubricación, inspección y otras operaciones de rutina. Debido a mala ingeniería en la planta, existen muchas áreas de difícil acceso que no toman en cuenta la facilidad para operar y mantener el equipo y que dan como resultado una operación difícil, así como problemas con el mantenimiento durante la etapa de producción comercial.

Durante las actividades mencionadas anteriormente, es de gran importancia que los operadores compartan su entendimiento sobre los defectos, preguntas, fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso que hayan sido registradas en las cuatro listas y mejorar los niveles técnicos de los miembros del grupo en forma simultánea. Las cuatro listas y el pizarrón de actividad contribuyen en forma significativa a estos fines.

5.4 Cómo Proceder con la Limpieza Inicial

5.4.1 Cómo Dividir un Paso en Subpasos

Generalmente, cada paso se divide en subpasos apropiados. El hacer ésto ayuda a los equipos de trabajo a desarrollar un programa autónomo de mantenimiento sin recurrir a la prueba y error. El método para subdividir un paso difiere de una planta o proceso a otro, de acuerdo con la política de MPT, configuración de los procesos, o condiciones operativas y de mantenimiento del equipo, productos, habilidades de los operadores y otros.

Especialmente en el Paso 1, es común encontrar que algunos procesos tienen varias fuentes de contaminación, en tanto que otros tienen sólo unas cuantas fuentes. Por lo tanto, en base a la experiencia con los modelos gerenciales, los gerentes deben enseñar a los grupos PM cuál es la forma más adecuada de subdividir los pasos de acuerdo a las condiciones actuales del equipo asignado a cada equipo de trabajo. Después de acabar la limpieza inicial, los operadores desarrollan sus propias actividades de Mantenimiento Autónomo, siguiendo el sistema general de subpasos que el resto del departamento de producción está siguiendo.

5.4.2 Educación Sobre Seguridad¹⁰

La limpieza inicial podría ser la primera vez para la mayoría de los operadores en que pongan sus manos en el equipo de un extremo al otro. Esta experiencia brinda una oportunidad de vincularse en forma profunda con la educación en seguridad con el propósito de evitar accidentes. Por supuesto, esta educación introductoria a la seguridad no es suficiente. Por lo tanto, se requiere que los gerentes instruyan a los operadores en temas detallados de seguridad de acuerdo con las tareas reales a realizar y al equipo en que van a trabajar.

¹⁰ La seguridad debe ser tratada en todo instante como prioridad UNO.

5.4.3 Tener Listos los Utensilios de Limpieza y Herramientas Manuales

Muchos equipos de trabajo empiezan actividades similares de Mantenimiento Autónomo en forma simultánea. Además, días de limpieza general a nivel de planta u otros días específicos de actividades se emplean en muchas plantas para energizar al personal de línea. Los utensilios de limpieza y las herramientas manuales, sin embargo, se pueden acabar con frecuencia debido a la planeación inadecuada o al descuido en los primeros días de MPT. Si dichas deficiencias llevan a los operadores a no tener nada que hacer, estos perderán el interés, y por tanto, no tiene sentido realizar estas actividades de limpieza a nivel general de la planta en forma simultánea.

Para evitar dicha confusión y estancamiento, los gerentes deben planear cuidadosamente y proporcionar los utensilios y las herramientas manuales requeridas con anticipación. Es importante el mandar a hacer ciertas herramientas especiales y exclusivas que se adapten a las piezas específicas de equipo en lugar de contar con herramientas comunes producidas en forma masiva.

5.4.4 Cómo Proceder con la Limpieza

Primero que nada, las áreas más contaminadas deben limpiarse perfectamente. Después, la limpieza se extiende desde la parte superior a la inferior, del centro hacia afuera, o de arriba hacia abajo de las fuentes de contaminación del equipo. Una limpieza especial y cuidadosa se deberá llevar a cabo en aquellas áreas que han sido crónicamente ignoradas u ocultadas en el pasado; por ejemplo, equipo instalado en pozos subterráneos, hornos, ductos y zanjas.

En aquellas instalaciones en donde el flujo de aire es especialmente importante, tales como en cubículos de pintura en spray para automóviles, hornos para recubiertas metálicas o un cuarto limpio para semiconductores, el flujo unidireccional del aire interior deberá asegurarse desde el diseño inicial. Si algún experto señala con firmeza, en base a su sentido común y basado en los diseños mecánicos, que no es necesario prestar una cuidadosa atención a las áreas subsiguientes del proceso principal, el personal de línea puede verse confundido fácilmente por su opinión.

Al ir más allá del conocimiento convencional del diseño y de la administración de las instalaciones, el personal expone serios defectos ocultos al tomar una visión total de las condiciones de trabajo, y en ocasiones, logran efectos inesperadamente exitosos en calidad. Hablando en general, se descubren varios defectos serios en el equipo durante el Paso 1. Estos ejemplos deben ser enseñados en detalle a todos los empleados para que no pierdan la oportunidad de lograr una instrucción valiosa. La motivación para limpiar el equipo es alentada a través del estudio de casos encontrados en la planta. De esta forma, la importancia de la limpieza, en especial en el contexto de “limpieza es inspección”, se reconoce claramente por parte de todos los empleados.

5.4.5 Eliminar Rigurosamente Componentes Innecesarios del Equipo

Durante la limpieza inicial, los operadores descubren que hay numerosos y diversos tipos de componentes obsoletos en el equipo, generados durante modificaciones anteriores, que nunca se removieron y aún permanecen en su lugar original o en las cercanías. Ejemplos de estos componentes obsoletos son instrumentos, ductos, cableado, charolas de cables, tuberías, estructuras de acero, y en ocasiones maquinaria rotativa y recipientes. Cuando estas modificaciones se hicieron, la remoción de componentes sobrantes quizá se descuidó debido a negligencia, escasez de recursos y presupuesto, o a un programa de trabajo muy apretado. Una falta de diagramas apropiados y de documentación apropiada, junto con los cambios en el personal a cargo, dejan en el desconocimiento el cómo y el por qué de los cambios.

Estos componentes no necesarios del equipo a menudo no se pueden diferenciar a primera vista del equipo necesario en uso. Este tipo de situación en el manejo de las instalaciones aumenta la falta de conciencia del personal de línea sobre la diferencia entre el manejo de instalaciones en uso y el cómo lidiar con partes innecesarias.

En ocasiones, como consecuencia, se desarrollan situaciones muy peligrosas, tales como instrumentos que aún están energizados o tuberías que tienen presión, aunque deberían de estar desenergizadas o desconectadas. Cuando exista la menor duda sobre el estatus de

funcionamiento de cualquier equipo, los operadores nunca deben de operarlo, sino que deben solicitar que el departamento de mantenimiento lo atienda.

En una planta química que fue modificada muchas veces durante su larga historia, la remoción a fondo de partes innecesarias y piezas del equipo, junto con la simplificación de las configuraciones del proceso, produjeron reducciones sobresalientes en los costos de mantenimiento. Todas estas piezas innecesarias del equipo se deberían remover por completo para el final del Paso 1.

5.5 Los Puntos Clave de una Auditoría de Mantenimiento Autónomo

La auditoría del Paso 1 es la primera y la más importante de las auditorías en el programa de siete pasos e influye en forma profunda en el desarrollo futuro de todas las actividades de Mantenimiento Autónomo. Ni los gerentes quienes llevan acabo la auditoría ni los operadores quienes están siendo auditados están familiarizados con este procedimiento inicial. En la auditoría en el lugar de trabajo y en la junta que sigue, los auditores deben crear una atmósfera relajada. Es esencial ayudar especialmente a aquellos operadores que no tengan experiencia con presentaciones para expresar sus opiniones claramente.

Los auditores, por lo tanto, deberían de verificar si cada operador entiende la actividad de grupo y desea participar en esta. Además, se debe establecer que los operadores entiendan muy bien como identificar áreas defectuosas del equipo, fuentes de contaminación y el dicho “la limpieza es inspección”.

5.6 Comentarios

Dentro de la implantación de un nuevo sistema de trabajo como lo es MPT, la parte de Mantenimiento Autónomo es la base del cambio, es el verdadero cambio de cultura de la gente. Ahora bien, dentro de Autónomo, el paso 1 es el más crítico, ya que es donde se inicia realmente el cambio de cultura y actitud de la gente. Si no se tiene un paso 1 sólido y bien fundamentado, es muy probable que el trabajo en los siguientes pasos no sea lo

exitoso que debiera ser, o en el peor caso, ni siquiera se llegue a avanzar, y el sistema se caiga por completo. En países como el nuestro, donde la cultura de trabajo difiere enormemente de la japonesa, se ha tenido que realizar un paso “cero” en donde se inician los trabajos de introducción de los nuevos sistemas con los operadores de las plantas. Este paso cero consta de la información hacia el personal de la planta de la intención de implantar Autónomo y de empezar a trabajar más de cerca con ellos en armar pizarrones de seguimiento y entender los conceptos de los siguientes pasos. Una vez hecho ésto y aprobado la auditoría del paso cero, se procede a iniciar el trabajo de paso 1.

Lo más importante, y que cuesta más trabajo, es el convencer a la gente de que en un principio será un poco más de trabajo, pero que conforme los equipos vayan adquiriendo una mayor confiabilidad mediante el regreso a sus condiciones básicas, ellos mismos se podrán ir liberando de tiempo que antes utilizaban en cuidar sus equipos. Este tiempo es el que deben utilizar ahora para llevar a cabo sus labores administrativas, llámesele el actualizar su pizarrón de resultados.

Otro reto dentro de este paso, es hacer que la gente traduzca sus esfuerzos en los equipos en resultados de negocio. Durante este paso, es fácil ver algunas mejoras en los resultados, y los operadores deberán de ser capaces de relacionarlas con el trabajo que están realizando; cosa que no es fácil al principio. Hay que tener la paciencia de explicarles, cuantas veces sea necesario, la relación de los trabajos de Autónomo con los resultados y las medidas de negocio como productividad, calidad, costo, servicio y otros.¹¹

Si la gente es capaz de realizar sus actividades, cumplir con sus objetivos personales y de grupo, ver las mejoras, cuantificarlas y relacionarlas directamente con las actividades de Autónomo que están realizando, seguramente estarán listos para continuar hacia un paso 2 que prometerá los mismos éxitos y mejores resultados de negocio que durante el paso 1.

¹¹ Esto dará un fuerte sentido de pertenencia de los operadores hacia el negocio.

- Aunque se instalan equipos que requieren limpieza periódica, no se cuenta con plataformas ni pasamanos.
- Se instalan guardas de seguridad no necesarias. Se utiliza tiempo excesivo de limpieza simplemente en abrir y cerrar la cubierta de seguridad.
- El equipo ha sido diseñado sin una consideración cuidadosa de las labores de limpieza, lubricación e inspección. Los operadores no tienen el acceso apropiado al equipo ni ven las áreas importantes.
- Tuberías, mangueras, cables y alambres que están congestionados en el piso o alrededor del equipo.

En respuesta a estas áreas de difícil limpieza, podrían ser necesarias las siguientes acciones correctivas:

- Mover el equipo a un lugar más seguro o instalar plataformas o pasamanos.
- Modificar las cubiertas de seguridad existentes para poder abrir y cerrar rápidamente.
- Proporcionar un orificio de inspección o hacer removibles las partes esenciales del equipo.
- Instalar guías para cable o soporte de tubería.

Cuando se toman las acciones anteriores contra las áreas de difícil limpieza, es esencial que los operadores hagan todas las mejoras posibles a los problemas que hayan detectado en su equipo. Si no pueden lograrlo por ellos mismos, debido a la implicación de trabajo eléctrico o de soldadura, entonces se deberán enviar las órdenes de trabajo necesarias al departamento de mantenimiento. El hacer que los operadores busquen problemas en su área y hacer que ellos mismos tomen las acciones correctivas con soporte del personal de mantenimiento es una forma eficaz para desarrollar y mantener las condiciones óptimas de operación.

6.4.4 Pre-evaluación y Post-evaluación de las Contramedidas

Las acciones de restablecimiento o de remedio al equipo existente casi son ilimitadas si la gente se enfoca a éstas sin los criterios apropiados. Acciones que presumiblemente son

redituables se proponen sin una cuidadosa consideración de aspectos técnicos y monetarios y a pesar del hecho de que se obtengan pocos beneficios al reducir el tiempo de limpieza. Para evitar una situación como ésta, se deberán de analizar con anticipación los puntos clave del problema, la ubicación de las áreas de difícil limpieza, los objetivos, detalles, costos y beneficios.

Además, los gerentes deben instruir a los operadores en tomar acciones correctivas que proporcionen beneficios concretos y visibles. Si, por otra parte, a los operadores se les permite que estén satisfechos con resultados superficiales que provengan de estrategias ambiguas, nunca obtendrán las habilidades técnicas que necesitan para resolver problemas en una forma consistente y exitosa.

Todo el personal de línea debe de desarrollar el hábito de conducir un examen previo claro y de post-evaluación de cualquier plan para prestar atención siempre al costo. Para hacer esto, los gerentes podrían necesitar establecer un claro criterio para evaluar las dificultades en las tareas de limpieza de acuerdo con las condiciones de operación en el lugar de trabajo. Al mantenerse alineados con los criterios determinados, los operadores deciden qué mejorar, cómo hacerlo y cuánto tardarán en hacerlo.

Desafortunadamente, en los departamentos de producción así como en los de ingeniería de planta y de mantenimiento, algunos gerentes e ingenieros no toman en consideración los costos. Por consiguiente, los resultados positivos se deberán de traducir a términos de seguridad, calidad, fallas, paros mínimos, instalación y ajuste y capacidad de mantenimiento del equipo.

Para soportar las actividades de un programa de Mantenimiento Autónomo en desarrollo, los gerentes siempre deben asegurarse de que los operadores tengan un entendimiento correcto de lo que es la mejora desde un principio. Cuando este es el caso, las ideas de los operadores en ocasiones resultan en efectos inesperados y notables que nunca se hubieran podido lograr a través del enfoque tradicional de los ingenieros.

6.4.5 Análisis Dónde-Dónde y Análisis Por qué-Por qué⁵

Es casi imposible resolver pérdidas crónicas resultantes de causas múltiples o complejas a través de las técnicas tradicionales de resolución de problemas. Para vencer estas dificultades, MPT utiliza técnicas como el análisis preventivo (técnicas para analizar la relación entre fenómenos y causas físicas y el Análisis de Modo de Falla y Efecto y (FMEA)).⁶ Estos métodos hacen contribuciones significativas a la resolución de problemas que ocurren a menudo pero para los cuales el descubrimiento de respuestas adecuadas en términos de sus causas es extremadamente difícil y por lo tanto se descuidan crónicamente. Sin embargo, está absolutamente fuera de lugar el esperar que el personal de producción y mantenimiento conduzcan un análisis PM de inmediato debido a que incluso los ingenieros más experimentados necesitan un determinado periodo de tiempo y práctica para manejarlo. Además, el análisis preventivo y FMEA no se prestan a sí mismos a los análisis de fenómenos que ocurren en forma continua, tales como la generación de contaminantes. La aplicación del análisis preventivo y FMEA a estos fenómenos requiere demasiado tiempo y trabajo.

Los operadores, por lo tanto, deben utilizar técnicas más sencillas para resolver problemas tales como el análisis dónde-dónde y por qué-por qué según se explican en la figura 6.1. Para aprender cómo observar fenómenos, como planear y tomar acciones correctivas para resolver problemas, a los operadores primero se les enfrenta a un problema familiar como la limpieza. Cuando la fuente de contaminación se elimina exitosamente, sienten gusto y satisfacción con su logro. Los dos objetivos del Paso 2, tanto desde la perspectiva humana, como la del equipo, se logran en forma simultánea.

El análisis dónde-dónde y por qué-por qué son conducidos en secuencia según aquí se describe:

⁵ Shirose, Kunio, "TPM for operators", 1a ed., Productivity Press, 1992.

⁶ Las siglas vienen del inglés Failure Mode and Effect Analysis, o bien, Análisis de Modos de Falla y Efectos.

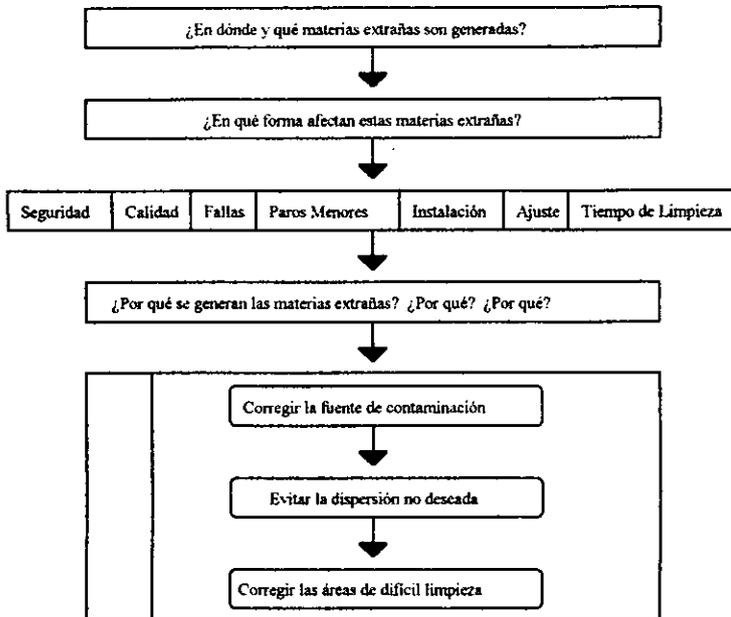


Figura 6.1 Un análisis por qué - por qué

1. Cada equipo de trabajo selecciona un problema relevante que ocurre en su equipo.
2. Establece metas para la mejora y una fecha de terminación. Para evitar que el plan falle, el equipo de trabajo puede establecer metas rigurosas tales como Cero Contaminación, las cuales no son consideradas usualmente como metas realistas.
3. El equipo de trabajo prepara planes de acción y programas de trabajo asignando las tareas necesarias a cada operador.
4. Ningún operador debería anticipar una solución con antelación que se encuentre basada en ideas fijas y en una forma tradicional de pensamiento. Después de observar en detalle los fenómenos relevantes, se deberán analizar los datos que resulten de la repetición de prueba y error.

5. Aún cuando se pueda anticipar una solución, ninguna contramedida sencilla se debe de tomar que signifique la exclusión de otras soluciones definitivas que pudieran presentarse más adelante. El objetivo aquí no es sólo obtener el resultado, sino también la educación para capacitar a los operadores a resolver, eventualmente, problemas por ellos mismos.
6. Si los gerentes se percatan en la auditoría de Mantenimiento Autónomo que su equipo de trabajo estableció metas demasiado exigentes, se permite la conclusión de las metas hasta el siguiente paso. La actividad de los operadores deberá ser evaluada en términos de qué tanto han aprendido en vez de qué tanto han logrado.

6.4.7 Mantener Registros de las Modificaciones al Equipo

Cualquier modificación al equipo, incluso mínima, se deberán registrar en documentos escritos. Documentos escritos a mano o incluso diagramas sencillos que los operadores realizan después de una capacitación mínima son aceptables. Posteriormente, los ingenieros seleccionados de mantenimiento o de ingeniería de planta deben verificar el área modificada en el sitio en base a la información de los operadores y después revisar los dibujos maestros y los documentos relacionados.

6.4.8 Revisar Problemas No Resueltos

Los equipos de trabajo podrían tener ciertos problemas no resueltos de los diferentes subpasos y por motivos justificables. Por ejemplo, los operadores se están retando contra Cero Contaminación, pero las refacciones solicitadas no están disponibles debido al programa de entrega del proveedor, o el equipo no se puede parar debido al plan de producción y así sucesivamente.

Al final del Paso 2, los operadores deben evaluar estos problemas pendientes y su avance y preparar un programa para resolverlos en el Paso 3. En la auditoría⁷ de Mantenimiento

⁷ Es importante recalcar la importancia de las auditorías no sólo como evaluación, sino como una oportunidad de aprender y mejorar.

Autónomo, los gerentes deberán tener cuidado de verificar estos pendientes y dar a los operadores consejo y dirección adecuada.

6.5 Los Puntos Clave de una Auditoría de Mantenimiento Autónomo

Antes que nada, los auditores deben verificar cuidadosamente que todos los operadores estén familiarizados con las actividades del grupo y que las actividades de Mantenimiento Autónomo se hayan implementado correctamente por cada equipo de trabajo. El Paso 1 puede desarrollarse involucrando únicamente trabajo físico de limpieza. Las actividades de ahora en adelante, sin embargo, son más un ejercicio y práctica del poder mental que del poder muscular. Si los operadores no reconocen en forma adecuada el deterioro y los defectos del equipo, tampoco podrán entender “la limpieza es inspección” ni perseguirán en forma agresiva las mejoras.

En la auditoría, es más importante confirmar los siguientes puntos que si se cumple o no con los objetivos de tiempo de limpieza.

- ¿Qué tanto aprendieron los operadores sobre temas tales como estructura y funcionamiento del equipo, impacto de los contaminantes y así sucesivamente?
- ¿Qué tan profundo investigan los operadores con respecto a los efectos dañinos y causas relacionadas con los contaminantes?
- ¿Qué tan substanciales fueron los esfuerzos de los operadores en eventos de prueba y error?
- ¿Qué tan efectivas fueron las contramedidas de los operadores en términos de seguridad, calidad, fallas, paros mínimos, instalación y ajuste?

Para llevar a cabo la evaluación de este paso, se hace la auditoría en base a un formato similar al de la auditoría del Paso 1 en la que se revisan los resultados logrados anteriormente mas los criterios de éxito fijados para el Paso 2.

Si no quedan satisfechos los puntos mencionados anteriormente, el equipo de trabajo involucrado se considera que falló a pesar de haber terminado su limpieza dentro del objetivo de tiempo determinado. La meta verdadera de los objetivos del Paso 2 consiste en desarrollar operadores capaces y experimentados que resuelvan problemas por ellos

mismos. Los miembros del grupo deben tener claros los puntos en los que fallaron y formular planes de acción para resolver los problemas con un calendario de actividades. Los gerentes deben tener sesiones de preguntas y respuestas con los miembros de los grupos para facilitar el entendimiento de todos y poner en claro la dirección de las actividades del programa.

No se debe perder el enfoque de los gerentes en ayudar a que no se pierda el entusiasmo y la dirección de las actividades para que no se caiga el programa y se requiera de trabajo extra para volver a alcanzar los objetivos y mantenerlos.

6.6 Comentarios

Durante el desarrollo de este paso se tendrán resultados tangibles sobre el equipo. Sin embargo, es de remarcarse que la parte importante no será tanto las mejoras hechas a los ferros, sino que se comienza a inculcar entrenamiento en análisis de problemas.

Durante el Paso 1 se eliminaron partes innecesarias del equipo y este se limpió en actitud de conocerlo más a fondo. Una vez observado el equipo, se procede a hacer las primeras modificaciones durante este segundo paso. Se buscará definir estándares y tiempos de limpieza tentativos. Ahora bien, como se mencionó anteriormente, lo esencial que debe quedar en cuanto a gente en este paso es el conocer metodologías de análisis de problemas. Durante el Paso 2 se enseñará a los operadores a hacer análisis Dónde - Dónde y Por Qué - Por Qué. Estos dos sistemas de análisis de fallas y problemas, de ser bien entendidos y asimilados, drán una estructura definida para el ataque de problemas. Un detalle que será importantísimo remarcar de este tipo de análisis es que lo que se está buscando es la causa básica de la fuente de contaminación. Desde este punto en adelante se debe buscar una organización que tenga las herramientas sistemáticas para encontrar la raíz de los problemas y eliminarlos desde estas. El inculcar a todos los niveles de la organización esta actitud nos llevará a tener un sistema de trabajo que busca soluciones sistémicas y no "parches" al sistema. Es muy importante que la gerencia apoye a los operadores en el proceso de aprender a hacer análisis de este tipo. Si todos aprenden juntos, se crea un ambiente de trabajo de alto compromiso, llave del éxito en la implantación de MPT.

Otro punto que es importante de este paso es que se comenzarán a necesitar modificaciones al equipo. Es de vital importancia que se tengan preparados los recursos para poder llevar a cabo estas modificaciones a la brevedad posible, ya que si no, se perderá la inercia y motivación de los equipos de trabajo. Estos recursos deberán haber sido contemplados desde la fase de planeación de la implantación.

Un detalle más que es importante en cuanto a entrenamiento y educación en este paso es el concientizar a los operadores de la importancia de tener una máquina y área de trabajo limpia, con procedimientos claros de como mantenerla limpia. Es importante que a todos los niveles de la organización se tenga esto claro, incluso dentro de las oficinas se debe buscar tener un orden, eliminar áreas de difícil acceso. Se debe evitar caer en una actitud de “eso le toca a los operadores”.

7

Paso 3: Estándares de Limpieza y Lubricación

7.1 Propósitos desde la Perspectiva del Equipo

En el Paso 1, los operadores remueven a fondo la contaminación ignorada y acumulada por largo tiempo. Las fuentes de contaminación y las áreas de difícil limpieza que impiden la conservación de la limpieza alcanzada en el Paso 1 son corregidas en el Paso 2. Con esto el equipo se mantiene tan limpio que parece nuevo, y esta condición se mantiene fácilmente siguiendo los estándares de limpieza establecidos por los mismos operadores.

En el paso 3, una inspección general de los puntos y superficies de lubricación se lleva a cabo con el fin de identificar y remediar las áreas defectuosas debidas a la falta de lubricación, especialmente en áreas difíciles de lubricar. Como resultado de las acciones de restauración y de corrección de estas inspecciones, se logra mantener una lubricación adecuada y confiable. Con todo esto los operadores obtienen finalmente alta confiabilidad y conservación del equipo a través de una rigurosa limpieza y lubricación. El Paso 3 es la parte más importante para lograr completar el establecimiento de las condiciones básicas del equipo.

7.2 Propósitos desde la Perspectiva Humana

Durante el Paso 3, los operadores establecen estándares de limpieza y de lubricación con el fin de mantener las condiciones básicas del equipo ya alcanzadas. Previo al inicio de MPT, esos estándares fueron elaborados por personal de ingeniería, mantenimiento, o departamentos de producción. Después, los gerentes asignarían esos

estándares a los operadores y forzarían su implantación. Ésta ha sido una realidad común en la administración de muchas compañías.

Sin embargo, en MPT que busca alcanzar la supervisión autónoma, esos estándares son establecidos en base en la experiencia real de los mismos operadores que deberán seguirlas. Por supuesto, las reglas no deben ser producto de la imaginación, como es el caso cuando son establecidas por las áreas staff.¹

Los operadores, cuando establecen los estándares por sí mismos, los hacen fáciles de seguir y se aseguran de que tengan como fin condiciones de operación favorables. Ellos reconocen la necesidad y la importancia de seguir los estándares. En esas circunstancias, los operadores están seguros de seguir sus propias reglas. Además, este acercamiento marca a los operadores con la importancia de su participación en las operaciones de planta. Éste es el primer paso para la supervisión autónoma.

7.3 Cómo Desarrollar el Paso 3

7.3.1 Mantener la limpieza lograda en el Paso 2

Habiendo mantenido el nivel de limpieza que se auditó al final del Paso 2, los operadores deben desarrollar ahora el Paso 3. A lo largo del proceso, los gerentes deberán reforzar con los operadores el concepto de “limpieza es inspección”.

Pudieron quedar algunas acciones pendientes de realizar del Paso 2, debido a que se hayan fijado objetivos demasiado retantes. Los operadores deben continuar haciendo sus mejores esfuerzos para terminar esos proyectos tan pronto como sea posible. Todos los equipos de trabajo deberán de finalizar todos los detalles pendientes relacionados con la limpieza y lubricación en el Paso 3.

7.3.2 Mejoras Acumulativas

Cuando los operadores tratan de limpiar y lubricar el equipo simultáneamente, dentro de un tiempo objetivo que sumaliza los tiempos de limpieza y lubricación, aparecen muchos problemas imprevistos.² Esas nuevas dificultades se originan del hecho de que

¹ Se refiere al personal que no está directamente involucrado con la operación.

² Gotoh, Fumio, “Equipment planning for TPM”. 1a ed., Productivity Press, 1991.

existen limitaciones en las distancias que los operadores pueden recorrer y la cantidad de herramientas y de lubricantes que pueden llevar de un lado a otro. Otros factores que se relacionan con estos problemas son los movimientos de trabajo de los operadores y la ruta de lubricación, el modo y el lugar para almacenar las herramientas y los lubricantes, y la factibilidad de combinar la limpieza y la lubricación dentro de los objetivos de tiempo establecidos.

La lubricación en exceso provoca el goteo o la fuga del lubricante. Como resultado de esto, los lubricantes se convierten en una nueva fuente de contaminación que requiere otro remedio. Por esto, para terminar la limpieza y la lubricación dentro de los tiempos establecidos, se deben desarrollar más esfuerzos para mejorar los métodos de trabajo y los equipos.

7.3.3 Cómo dividir un paso en subpasos

Los operadores son instruidos en lubricación por los ingenieros de mantenimiento al inicio del Paso 3. Cuando ellos adquieren el conocimiento básico y la destreza, se les lleva a ejercitar con prácticas apropiadas en la secuencia siguiente:

Revisar (Check)	Identificar los puntos y las superficies de lubricación. Detectar áreas defectuosas en el equipo relacionadas con lubricación.
Actuar (Act)	Corregir las áreas defectuosas y modificar las áreas de difícil lubricación.
Planear (Plan)	Establecer los estándares de limpieza y lubricación.
Hacer (Do)	Cumplir los estándares de limpieza y lubricación.

El ciclo RAPH³ descrito arriba se repite hasta que los tiempos objetivos establecidos son alcanzados.

³ Este ciclo ha sido descrito anteriormente.

7.4 Establecer un Sistema de Control de Lubricación⁴

7.4.1 ¿Qué es un control de lubricación?

A pesar de las pérdidas ocultas, pero significativas causadas por mala lubricación, nadie pone la atención adecuada a este problema. En algunos casos, las tareas de lubricación son asignadas a los operadores, y las decisiones acerca del uso y consumo de los lubricantes, sin hacer preguntas, se hacen siguiendo las instrucciones de los vendedores. No es inusual el que la instalación de nuevas máquinas conlleve el uso de nuevos tipos y marcas de lubricantes. No obstante, el departamento de mantenimiento se enfoca en cambiar y reciclar aceite contaminado a intervalos irregulares sin ningún plan de acción sistemático. Estas condiciones son representativas de la situación que existe en muchas compañías antes de implantar MPT. Nadie duda de la existencia de tales problemas como fugas de aceite frecuentes, lubricantes contaminados, negligencia de lubricación, etc.

El control de la lubricación parece simple y fácil; ésta puede ser una de las razones del porqué el control de la lubricación no es seriamente considerado por los ingenieros y es delegado a los operadores y a los técnicos de mantenimiento. Con el fin de establecer un sistema de control de lubricación confiable, debe manejarse el procedimiento dibujado en la Fig. 7.1 y la cooperación mutua del Mantenimiento Autónomo y del departamento de mantenimiento se debe de conseguir.

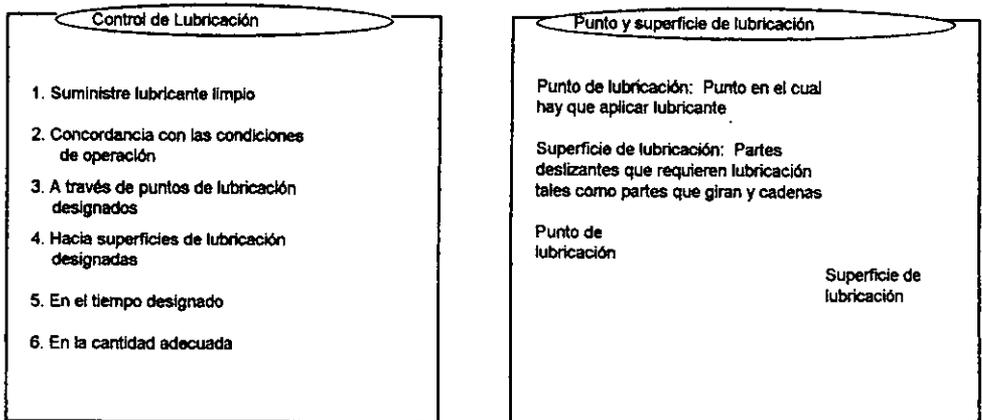


Fig. 7.1 Un control de lubricación

⁴ Kobayashi, Iwao, "20 keys to workplace improvement", 1a ed., Productivity Press, 1990.

7.4.2 Preparación por parte del Departamento de Mantenimiento⁵

Previo al comienzo del Paso 3, el departamento de mantenimiento debe de prepararse de la siguiente forma:

Desarrollar reglas de control de lubricación

Integrar y minimizar los tipos y viscosidades de los lubricantes.

- Asignar código de números y colores de identificación para cada tipo de lubricante. Después, establecer las reglas de control por código de color.
- Preparar etiquetas de lubricación que indiquen el tipo y la viscosidad de los lubricantes, intervalos de lubricación y distribución de trabajo.
- Especificar como se encuentran señalizados los niveles de lubricante en lubricantes de aire, calibradores de nivel instalados a un costado de los depósitos, y cualquier otro tipo de contenedores de aceite.
- Especificar las reglas de control de lubricante, tales como los depósitos centrales y locales del lubricante, un recipiente, inventario, suministro y desecho, y nombrar personal a cargo de cada tipo de depósito.
- Preparar muestras y modelos de demostración si fuera necesario.

Preparar materiales de enseñanza

- Materiales para enseñar la teoría básica de la lubricación, principales piezas rotantes y reciprocantes, además de la estructura y función de las herramientas y aparatos de lubricación.
- Manuales de control de lubricación.
- Manual de inspección de lubricación y hojas de revisión (check-lists).
- Materiales audiovisuales, lecciones de punto, y modelos recortados.

7.4.3 Inicie las actividades de enseñanza en lubricación de forma escalonada

La educación relacionada con la lubricación es manejada al inicio del Paso 3. La enseñanza detallada a los operadores con respecto a la inspección general tiene lugar en el

⁵ Gotoh, Fumio, "Equipment planning for TPM". 1a ed., Productivity Press, 1991.

Paso 4. Por lo tanto, el departamento de mantenimiento determina el plan educacional y sus detalles, y previamente debe de hacer las preparaciones necesarias, como se discutió anteriormente.

La difusión de la información en este paso se lleva a cabo, como en todos los demás, mediante el sistema de cascadeo. Los temas cubiertos son conocimientos básicos de lubricación, estructura de partes giratorias y oscilatorias, tipos de lubricantes, control de lubricación por colores, herramientas de lubricación, aparatos y métodos, detalles de inspección, métodos y criterios, diagramas de flujo del sistema de lubricación, y estudios de problemas causados al equipo o al producto por una lubricación deficiente.

7.4.4 Identificar los Puntos y las Superficies de Lubricación

Los operadores y el personal de mantenimiento se agrupan por parejas y realizan una inspección general de lubricación. Todos los puntos y las superficies de lubricación deben ser identificadas por una inspección general del equipo así como por una revisión de los diagramas correspondientes y de los manuales del proveedor. Esos puntos y superficies de lubricación que han sido ignorados y descuidados, aún por el personal de mantenimiento, son descubiertos en muchas partes del equipo por medio de este procedimiento. En algunos casos, los puntos de lubricación fueron pintados y no lubricados por mucho tiempo. Se requiere un estudio detallado para no pasar por alto tales puntos.

A lo largo de esas inspecciones, el personal de mantenimiento enseñará a los operadores como encontrar partes deterioradas y defectuosas en el equipo, y apoyará en la práctica de la lubricación. Al mismo tiempo, la asignación de las tareas de lubricación se decide para cada punto y superficie de lubricación. Este entrenamiento durante el trabajo y la práctica de los procedimientos refuerza las habilidades de los operadores. De esta forma, los equipos de trabajo generan listas de los detalles de lubricación para cada pieza del equipo, tales como los puntos y las superficies de lubricación, tipo de lubricantes, intervalos, y los métodos de lubricación e inspección.

7.4.5 Asignación de las tareas de lubricación

La asignación de las tareas de lubricación se logra mediante negociaciones entre los departamentos de producción y mantenimiento. Sin embargo, las tareas de inspección y lubricación son realizadas primordialmente por los operadores. El departamento de mantenimiento, por otro lado, maneja aquellas actividades que requieren habilidades especializadas, más allá del interés por la seguridad o la necesidad para desmontar una máquina. El personal de mantenimiento, además, se concentra en la realización de niveles más altos del control de lubricación.

Las tareas de lubricación y de inspección que se espera sean realizadas por los operadores son:⁶

- Lubricación por medio de lubricadores e inyectores manuales, y la aplicación con brochas.
- Inspección del nivel de aceite y lubricación en depósitos y lubricadores de aire.
- Inspección de temperatura y nivel de aceite y lubricación en engranes de reducción, engranes de cambios, bombas, compresores, y cualquier otra parte donde se requiera.
- Inspección de superficies de lubricación (cantidad de aceite, temperatura y formación de grumos) y de sistemas remotos o centralizados de engrasado o aceitado.

7.4.6 Generar Diagramas de Flujo del Sistema de Lubricación.

La mayoría de la maquinaria tiene un gran número de puntos y superficies de lubricación y frecuentemente requiere de sistemas de lubricación o engrasado remotos o centralizados. La carga de trabajo de los operadores puede reducirse si son incluidos los diagramas de flujo del sistema de lubricación junto con los manuales del proveedor. Si no se cuenta con ello, se recomienda que los operadores mismos dibujen los diagramas de flujo del sistema de lubricación, basados en una inspección general del sistema, revisando los puntos y las superficies de lubricación y trazando la ruta de la tubería de lubricación. Los dibujos isométricos pueden ser más fáciles de entender y son útiles para facilitar el seguir una rutina de lubricación y los procedimientos de inspección.

⁶ Suzuki, Tokutaro, "TPM for process industries", 1a ed., Productivity Press, 1992.

En los procesos ordinarios, los movimientos de trabajo del operador y la ruta para la lubricación son descritos en el plan. Algunas plantas llaman a este dibujo el “mapa de lubricación”. Si se aplican consistentemente controles visuales junto con las etiquetas de lubricación los operadores son capaces de lubricar e inspeccionar sin estos mapas. Sin embargo, los mismos operadores no están siempre a cargo de los mismos procesos. Por ello, estos documentos deben ser preparados y estar disponibles.

Las principales preguntas acerca de los procedimientos de inspección para sistemas de lubricación y engrasado remotos o centralizados son:⁷

- ¿Está trabajando adecuadamente la unidad de suministro de lubricante?
- ¿Es correcto el nivel de aceite del depósito? ¿Es la presión del aceite la adecuada?
- ¿Existen conductos o tuberías dañadas? ¿Hay fugas en válvulas o uniones?
- ¿Existe alguna obstrucción en válvulas multipasos o de retorno o en cualquier otra parte relevante?
- ¿Existe cantidad adecuada de lubricante en las superficies de lubricación?
- ¿Existe algún sobrecalentamiento en los cojinetes, engranes de transmisión o en cualquier otra parte esencial?

7.4.7 Establecer Estándares de Tentativos Lubricación

Los operadores deciden qué marcas de lubricantes, qué métodos de inspección y de lubricación y qué herramientas e intervalos usarán para cada punto de lubricación. Entonces escriben sus resultados en los estándares de lubricación tentativos con la ayuda del personal de mantenimiento y de acuerdo con las rutas y/o secuencias de lubricación.

Si no existe información del pasado, los intervalos de lubricación inicialmente se deciden ya sea por experiencia o por información del proveedor. Generalmente, los proveedores tienden a recomendar una lubricación más frecuente que la necesaria. Es importante ampliar los intervalos de lubricación tanto como sea posible observando cuidadosamente las condiciones de operación de las superficies de lubricación durante los procesos productivos.

⁷ Id.

7.4.8 Corrección de Áreas Defectuosas y de Difícil Lubricación

Cuando los operadores llevan a cabo una prueba de lubricación e inspección de acuerdo a los estándares de lubricación propuestos, descubren muchas y variadas clases de partes defectuosas además de áreas de difícil lubricación en sus equipos.

Estos defectos deben de ser etiquetados con tarjetas de identificación y registrados en la lista de áreas defectuosas o en la de áreas de lubricación difícil, siguiendo el mismo procedimiento descrito en el Capítulo 5. Además de las actividades anteriores, los operadores monitorean cuidadosamente las condiciones presentes en las superficies de lubricación. Con respecto a estas observaciones, los intervalos de lubricación son ampliados o disminuidos hasta que se determinen los intervalos óptimos. Similar al Paso 2, se ejecutan las acciones correctivas contra las áreas de difícil lubricación después de la restauración de partes deterioradas y defectuosas.

Áreas Defectuosas en cuanto a Lubricación

- Daño, fractura, obstrucción o contaminación en los sistemas de lubricación tales como depósitos, tubos, válvulas u otros accesorios o conexiones.
- Obstrucción o contaminación en los puntos o superficies de lubricación
- Exceso, escasez o fuga de lubricantes
- Oxidación del aceite, o contaminación por polvo, suciedad, agua o cualquier otro material extraño.

Áreas de Difícil Lubricación

Los operadores perciben dificultad o torpeza cuando ellos:

- Suministran lubricante en los puntos de lubricación
- Inspeccionan la cantidad de lubricantes
- Inspeccionan las condiciones de las superficies de lubricación

7.4.9 Establecer los Estándares de Limpieza y Lubricación

De acuerdo con las acciones de restauración descritas en los pasos anteriores, los operadores unifican sus estándares de limpieza y lubricación tentativos en un estándar único, siempre y cuando los tiempos designados por la gerencia hayan sido ya alcanzados con éxito.

En el Paso 5, estos estándares y los estándares de inspección detallados establecidos para cada categoría de la inspección general son unificados en estándares de mantenimiento rutinario. Estos estándares provienen de la comparación de ambos estándares de inspección elaborados por el Mantenimiento Autónomo y por el departamento de mantenimiento.

Esta recopilación de estándares no es siempre la meta final de las actividades MPT. Los operadores deben continuar esforzándose por mejorar sus métodos de trabajo y su equipo con el fin de terminar las actividades necesarias dentro de los tiempos establecidos, o antes aún.

7.5 Los Puntos Clave de la Auditoría de Mantenimiento Autónomo

Esta última auditoría completa la primer etapa del programa de Mantenimiento Autónomo destinada al establecimiento de las condiciones básicas del equipo. Lo que los auditores deben de confirmar primordialmente en esta auditoría es que tan bien los operadores entienden a fondo los conceptos básicos de MPT, tal como “limpieza es inspección”, el apego estricto a las condiciones de uso del equipo, y sobre la importancia de prevenir el deterioro.

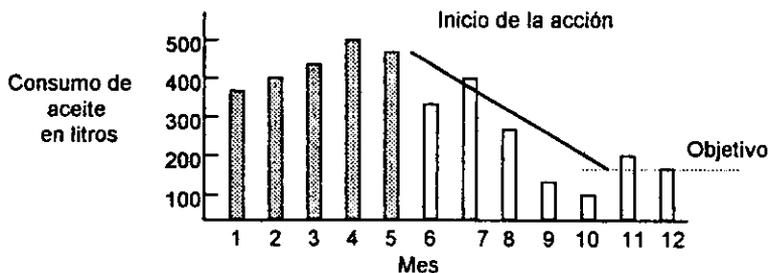


Fig 7.2 Una reducción en el consumo de aceite

También se determina la profundidad con la que cada operador empieza a reforzar las habilidades y los hábitos necesarios para observar y analizar lógicamente cualquier fenómeno con respecto a defectos de calidad y averías. Si algunos operadores no alcanzaron un suficiente avance, cada uno de ellos debe comprometerse a una educación suplementaria en consulta con su líder de grupo.

Durante la auditoría de campo y en sesiones posteriores, los gerentes deben enfatizar la importancia de seguir las normas o estándares establecidos por los operadores mismos. Al mismo tiempo, los operadores deben reconocer la importancia de su propia participación en las operaciones de planta y lo que se espera de su papel en el futuro.

Si bien ahora los operadores están capacitados y experimentados principalmente en lo que es una inspección general de lubricación, ellos deben aprender mucho más acerca del equipo en el Paso 4. Sin embargo, pueden existir algunos operadores a quienes no les guste aprender. A fin de conseguir que participen en las actividades de MPT, es importante que se les haga ver cómo cada uno de ellos es indispensable para la producción, así como para la actividad de Mantenimiento Autónomo.

En una auditoría de campo, los gerentes deben asegurarse de que todos los operadores incluidos en un equipo de trabajo realmente limpien y lubriquen su equipo dentro del tiempo establecido y de acuerdo con los estándares establecidos por ellos mismos.

7.6 Revisión de la Primer Etapa del Programa de Mantenimiento Autónomo

7.6.1 Establecer las Condiciones Básicas del Equipo

La primer etapa del Mantenimiento Autónomo está programada para establecer las condiciones básicas del equipo. Todos los esfuerzos están concentrados en la limpieza y lubricación en el Paso 3. Es un requisito entender el proceso completo de esta primer etapa y la relación entre estos tres pasos.

Durante la limpieza profunda efectuada en el Paso 1, los operadores descubren varias áreas defectuosas en el equipo. A medida que se incrementa la limpieza, es más fácil encontrar otros defectos. Más aún, se agudiza el poder de observación de los operadores. Como resultado de estos efectos complementarios, el número de áreas defectuosas descubiertas cambiará con el tiempo.

7.7 Comentarios

Al principio del Paso 2, los operadores establecen estándares tentativos de limpieza para mantener la limpieza alcanzada al final del Paso 1. El tiempo empleado para la limpieza, sin embargo, es mucho mayor que el deseado. A medida que estas acciones correctivas y de restauración prosiguen, el tiempo requerido para la limpieza disminuye gradualmente. Al final del Paso 2, los estándares tentativos de limpieza son revisados en base a las mejoras alcanzadas gracias a las actividades correctivas implementadas durante el paso.

Al final del Paso 3, el cual marca el final de la primer etapa del programa de Mantenimiento Autónomo, los estándares de limpieza y lubricación son establecidos para mantener las condiciones básicas del equipo. El tiempo requerido para la limpieza y la lubricación debe de ser menor que los tiempos que se alcanzaron en Paso 2. En esta etapa de Mantenimiento Autónomo, por medio de la repetición del ciclo RAPH, los operadores alcanzan gradualmente las condiciones óptimas del equipo. Más allá de este punto, el personal de línea continuamente buscará niveles más altos en la espiral de mejora.

8

Paso 4: Inspección General

8.1 Propósitos desde la Perspectiva del Equipo

Antes de comenzar con el paso 4, se deben definir categorías¹ y puntos específicos a inspeccionar en sistemas neumáticos, eléctricos, de transporte, de sujeción, etc.. Una vez que hayan aprendido los criterios y procedimientos de inspección para sus sistemas, los operadores mismos deberán detectar y remediar los defectos existentes en sus máquinas y lugares de trabajo. En caso de encontrar un defecto o area defectuosa cuya corrección requiera de tecnología más avanzada, el equipo deberá pedir asistencia a los departamentos de ingeniería y/o mantenimiento.

Se deberán colocar placas de identificación en cada elemento constitutivo de la máquina para poder identificarlos fácilmente. Para cada elemento identificado se definirán sus normas de inspección y limpieza de forma detallada. Durante este proceso los operadores deberán de mejorar áreas de difícil acceso e implantar controles visuales adecuados donde sea que éstos hagan falta.

Al terminar la inspección de un área y haber llevado a cabo las mejoras correspondientes, se deberán desarrollar e implantar sistemas de inspección periódica para mantener los logros obtenidos mediante el esfuerzo invertido en este paso. El objetivo primordial de la inspección general es la mejora y aseguramiento del mantenimiento de la confiabilidad de operación de la maquinaria de una planta productiva.

¹ Neumática, transmisión, eléctrica, hidráulica son algunas comúnmente utilizadas.

8.2 Propósitos desde la Perspectiva Humana

Los operadores deberán conocer perfectamente las categorías de inspección, así como adquirir las habilidades básicas de inspección y mantenimiento para detectar el deterioro y anomalías en el funcionamiento de la maquinaria que operan.

Los operadores entienden, mediante la capacitación en inspección general, la importancia de elaborar planes de acción basados en datos reales y fáciles de seguir de la operación de sus equipos.

A través de una las habilidades que se les da en este paso, los operadores se van volviendo expertos en sus sistemas y se van preparando para poder llevar a cabo la supervisión autónoma de su máquina. Esto se logra a través de la repetición de del ciclo RAPH unida a el seguimiento periódico de cada una de las categorías de inspección definidas para el área

8.3 La Necesidad de la Inspección Planeada²

8.3.1 Lo Real de la Inspección.

Es dudosa la utilidad de los planes de inspección tradicionales que se llevan a cabo en las industrias hoy en día. Incluso, es común encontrar operadores que ponen los datos de varios días a las vez en un registro, ó que firman las hojas de revisión de equipo sin siquiera haber visto la máquina.

Estas condiciones se dan porque no se le da la adecuada capacitación, motivación, visión y seguimiento a los operadores.

Es común encontrar empresas en donde los formatos y procedimientos de inspección son desarrollados por el departamento de mantenimiento y simplemente se les entrega a los operadores para que los llenen sin siquiera una explicación previa. Esto lleva a que los datos reportados en las hojas de inspección no sean realistas y a veces ni siquiera congruentes. Estos problemas tienen una causa básica: existe una discrepancia entre los que hacen las reglas y los que las tienen que seguir día con día.

Otro problema que se presenta es que los distribuidores de maquinaria, preocupados por los periodos de cobertura de garantía, entregan procedimientos de inspección y limpieza demasiado detallados, los cuales resultan confusos y con poco foco para lo operadores de

² Shirose, Kunio, "TPM for operators" 1a ed., Productivity Press, 1992.

línea. Aparte, se desarrollan estos procedimientos sin tomar en cuenta la carga de trabajo que serán para el operador. Mientras tanto, el departamento de mantenimiento considera que su tarea termina una vez que entrega los formatos de inspección al departamento de producción; la inspección diaria es dejada a los operadores sin un previo entrenamiento y envisionsamiento en el sistema.

En la mayoría de las plantas productivas, el departamento de mantenimiento es llamado sólo cuando hay paros de máquinas, y apenas tienen tiempo de hacer la reparación, sin tomar el tiempo necesario para inspeccionar el deterioro causado por la falla en otras partes del equipo. La carga de trabajo del personal de mantenimiento hace que no se den el tiempo de hacer personalmente la inspección rutinaria del equipo. A su vez, los operadores de línea no tienen la capacitación adecuada para llevar a cabo los planes de inspección. Esto resulta en que nadie es directamente responsable de llevar a cabo las inspecciones rutinarias de la maquinaria.

8.3.2 No se Promueve la Motivación de los Operadores

Los planes de inspección son desarrollados por ingenieros y gerentes y su aplicación es forzada a los operadores sin definir ciertos puntos esenciales para el que va a llevar a cabo la inspección. Algunos de estos puntos se mencionan a continuación:

- ¿Qué es lo que voy a inspeccionar?
- ¿La definición de responsables de la inspección es clara?
- ¿Los operadores podrán llevar a cabo sus tareas de inspección además de las de lubricación y limpieza?
- ¿Cuánto tiempo se requiere para llevar a cabo la inspección?
- ¿Cada cuánto debo llevar a cabo el procedimiento de inspección?
- ¿Que propuestas existen para hacer que la inspección sea más simple o hasta innecesaria?
- ¿Qué habilidades se requiere tener para llevar a cabo adecuadamente la inspección de la máquina?

Por la falta de definición de los puntos mencionados, la rutina de inspección se vuelve tediosa e ineficiente.³ Más aún, al no enseñarles a los operadores la necesidad e importancia

³ Más aún, no se promueve un sistema autónomo.

de la inspección, no se le da la importancia que debiera dársele. Al crear un régimen impositivo en cuanto a la inspección, lo único que se logra es tener un ambiente que no genera motivación alguna en cuanto a estos procedimientos que son vitales de cumplir para llegar a la Meta Cero.

8.3.3 No se Proveen las Habilidades Necesarias

El principal obstáculo en la implantación de un régimen adecuado de inspección es la falta de la habilidad necesaria por parte de los que llevan a cabo dicha inspección.⁴ La inspección que llevan a cabo los operadores es principalmente mediante alguno de los cinco sentidos o con algún equipo de diagnóstico sencillo. Es mucho más difícil cuantificar con precisión aquellos parámetros que son monitoreados simplemente mediante los cinco sentidos.

Para poder llevar a cabo una inspección visual adecuada y confiable se requiere de muchas horas de entrenamiento. Se da comúnmente el caso de que el departamento de mantenimiento o el proveedor del equipo den definiciones distintas para condiciones iguales de un equipo. Es importante que haya un sistema de entrenamiento consistente en cuanto a los que es el nivel aceptable de vibración, juego, calentamiento o ruido de una máquina.

Los operadores pueden encontrar anomalías en el equipo durante sus rutinas de limpieza y lubricación. Hay veces que la detección de una falla o anomalía en el funcionamiento o condiciones básicas de una máquina se logran a través de un “sexto sentido” del operador. Es por esto que la gerencia deberá entender que los formatos de inspección a veces sirven más bien como una herramienta para asegurar que se inspeccionen todas las partes a intervalos de tiempo regulares, y no como un lineamiento estricto de definición de condiciones anormales.

Al analizar esta situación resulta evidente la necesidad de dar el entrenamiento adecuado a los operadores. Se deberán formar gentes con la habilidad de detectar anomalías en el funcionamiento de una máquina no a través de adivinar, sino con fundamentos técnicos congruentes. Incluso, una vez que los operadores llegan a un nivel de capacitación suficiente, los formatos de inspección deberán ser hechos por ellos mismos.

⁴ Fujikoshi, Nachi, “Training for TPM”, 1a ed., Productivity Press, 1991.

8.3.4 No se Proveen las Circunstancias Adecuadas

Con el afán de poner el énfasis del operador en el número de artículos producidos, se reduce dramáticamente el tiempo disponible para llevar a cabo tareas de inspección. Esto, irónicamente, causa la producción de un mayor número de productos fuera de límites de calidad e incrementa el número de paros menores que tiene la línea en un día.

Es responsabilidad del gerente de línea el proporcionar a sus operadores el tiempo necesario para llevar a cabo sus rutinas de inspección. De no hacer esto, se genera un sistema en el cual exigir al operador que cumpla con una inspección adecuada resulta poco realista.

8.3.5 El Potencial del Operador

Se debe llevar a cabo un procedimiento educativo desglosado en partes correspondientes a cada elemento a inspeccionar. Aunque los operadores ya llevan un paso dado en el conocimiento de su máquina gracias a el trabajo realizado en los pasos anteriores, es lógico esperar que se tengan problemas en recordar los nombres y términos técnicos de cada parte de la maquinaria. Es responsabilidad de todo líder de grupo el enseñar en términos accesibles para todos los miembros de su grupo. Ya que la información se distribuye por un sistema de cascadeo, esta simplificación del procedimiento educativo deberá comenzar con la gerencia. El nivel de terminología y complejidad de procedimientos deberá aumentar gradualmente durante el proceso de educación del operador.

Cuando los operadores dominan la habilidad de la inspección es cuando de verdad entienden y aprecian lo logrado con la definición de las condiciones básicas de operación del equipo. Como resultado de esto, se simplifica el involucramiento en las rutinas de inspección y la comprensión total de la importancia de las mismas. Con un enfoque así es más realista concebir la formación de operadores con conocimientos.

Es importante entender que aunque al principio de la implantación de MPT el paso del sistema de educación al operador debe ser lento. a través de la repetición de la rutina de inspección la capacidad del operador aumenta a un paso increíble.

El objetivo del sistema de educación al operador no debe ser ni crear un pequeño grupo de operadores expertos, ni de eliminar a aquellos operadores con menos conocimientos. El objetivo deberá ser el elevar el nivel de conocimiento de todos los operadores y

supervisores. Para lograr esto es importante tener un sistema de seguimiento del entendimiento de los operadores para poder asegurar el crecimiento homogéneo y el entendimiento generalizado de los integrantes de cada pequeño grupo.

8.4 Cómo Desarrollar un Plan de Inspección General⁵

8.4.1 Procedimientos y Pasos Dentro de la Inspección General

Una vez que los operadores han aprendido el procedimiento detallado para inspección de cada parte de su equipo, llevan a cabo el procedimiento, haciendo las reparaciones y mejoras para eliminar los defectos encontrados. Esto no solamente ayuda a mejorar las condiciones del equipo, sino que sirve de evaluación definitiva del entendimiento de los operadores en cuanto a los procedimientos e importancia de el procedimiento de inspección general.

El primer paso en el procedimiento de inspección general es la definición del procedimiento. El tiempo aproximado que se toma en la definición de el procedimiento es de un año, esto para poder hacerlo a conciencia y llevar a cabo la educación de operadores y supervisores. A continuación se presenta una tabla con los principales puntos a cubrir en este periodo de un año.⁶

- Llevar a cabo el plan de educación general
- Llevar a cabo planes de educación específica para cada equipo de trabajo. Esto deberá ser enfocado a los sistemas con que trabajará el equipo.
- Hacer una evaluación de la comprensión del sistema de inspección general.
- Preparar listas de inspección
- Evaluar elementos clave a inspeccionar.
- Llevar a cabo la inspección general.
- Eliminar los defectos de maquinaria encontrados.
- Definir estándares tentativos de inspección
- Estimar periodos de inspección
- Definir metas específicas a lograr.

⁵ Shirose, Kunio, "TPM for workshop leaders", 1a ed., Productivity Press, 1992.

⁶ Id.

- Identificar áreas de difícil inspección.
- Eliminar áreas de difícil inspección.
- Revisar estándares de inspección.
- Definir y asignar tareas de inspección.
- Evaluar la habilidad de inspección de cada operador.
- Desarrollar un plan remedial a corto plazo.
- llevar a cabo la auditoría de Mantenimiento Autónomo correspondiente a Inspección General.

Este paso es la mejor oportunidad de crear el hábito de la supervisión autónoma mediante la repetición continua del ciclo RAPH.

8.4.2 Preparación de la Educación en Inspección⁷

Se presentan a continuación 4 pasos a seguir para llevar a cabo un plan de educación en inspección:

1.- *Determinar las categorías para la inspección general.* El departamento de mantenimiento será el encargado de definir las categorías a inspeccionar y de proporcionar el conocimiento necesario para que los operadores puedan llevar a cabo una inspección conociendo perfectamente el equipo. Es responsabilidad del departamento de mantenimiento enfocar las actividades de inspección a las necesidades específicas de planta en que estén trabajando.

Se recomienda definir al menos cuatro categorías en las cuales el ciclo RAPH sea un requisito y se repita mínimo 5 veces en cada caso.

Las categorías a definir son, por ejemplo: Sistema neumático, Sistema eléctrico, Motores. Sujetadores. De ser necesario se definirán categorías específicas para la planta en cuestión.

2.- *Preparar el material didáctico.* El material didáctico más elemental son los manuales y hojas de inspección que deberán ser desarrollados por el departamento de mantenimiento, y los cuales serán revisados y modificados al ser utilizados por los operadores. Este material deberá contener la descripción parte por parte del equipo a inspeccionar. El lenguaje utilizado deberá ser el más simple posible y se deberá definir claramente la nomenclatura que

⁷ Suzuki, Tokutaro, "TPM for process industries", 1a ed., Productivity Press, 1992.

se use. Se deberán definir los conceptos de deterioro, contramedida, inspección y mejora. Este material deberá apoyarse en sistemas gráficos de educación así como diagramas, videos y demostraciones en el equipo mismo.

Será responsabilidad del departamento de mantenimiento definir los estándares, procedimientos y material para la evaluación de la comprensión por parte de los operadores. Este material deberá proveer una forma sencilla e inequívoca de evaluar el conocimiento adquirido por los operadores.

La preparación de este material deberá ser llevada a cabo con cuidado y paciencia, ya que es el cimiento de el paso de Inspección General. Si el material didáctico no es adecuado podemos causar confusión u omitir algún concepto esencial en la educación de los operadores.

3.- *Definir un calendario de actividades.* es responsabilidad también del departamento de mantenimiento el definir el tiempo que se destinará a la impartición del material para cada categoría de inspección. Para esto hay que definir el conocimiento base de los operadores en cada categoría, y el nivel de conocimiento que se requiere que tengan para poder llevar a cabo adecuadamente la inspección.

El calendario deberá dar tiempo suficiente pero no excesivo para la impartición de cada categoría. Por otra parte se deberá tomar en cuenta la disponibilidad de los facilitadores de cada elemento de educativo así como de los operadores. No se debe exceder en el uso de tiempo extra para llevar a cabo estos cursos porque esto eleva mucho el costo de la operación y entrenamiento. Es importante que el departamento de mantenimiento consulte el calendario propuesto con producción antes de oficializarlo.

4.- *Execución del plan de educación.* El sistema de educación total planta deberá seguir la estructura de cascado ya definida.

8.4.3 Cómo Llevar a Cabo la Educación en Inspección General

A continuación se propone un plan de 4 puntos clave para llevar a cabo la educación en Inspección General

1.- *Capacitar primero a los líderes de grupo.*⁸ Así se busca que se capacite a los líderes de grupo no solamente en inspección, sino también se le den habilidades para llevar a cabo la transmisión de conocimientos a su grupo. Es tarea del departamento de mantenimiento darle a los líderes de grupo la armas necesarias para poder llevar a cabo un buen entrenamiento de sus grupos (esquemas, videos, demostraciones).

2.- *Preparar el sistema de educación por cascadeo.* Así se logra que cada líder de grupo revise el material que se le dió y lo aplique específicamente al área de trabajo que le atañe. Es importante que se evalúe el conocimiento de los líderes antes de que impartan lo aprendido a sus grupos. De lo contrario, se puede transmitir un concepto erróneo a todo el grupo.

3.- *Llevar a cabo la transmisión de información por cascadeo.* En este sistema de educación a los operadores, se llevan a cabo cursos cortos y luego se hacen inspecciones supervisadas en sus máquinas. Se les enseña la nomenclatura y terminología necesaria y se desarrolla su habilidad en la aplicación del ciclo RAPH. Se deberán generar listas de preguntas, las cuales deberán ser respondidas por el líder del grupo, o en caso de ser necesario por un experto del área de mantenimiento. Lo importante es que no queden dudas ni ambigüedades acerca de los procedimientos de inspección ni de su finalidad y utilidad.

4.- *Hacer el proceso de educación agradable.*⁹ Dada la extensión del periodo de entrenamiento y prácticas en inspección general, es fácil que se pierda foco y/o interés. Es por esto que se debe procurar hacer disfrutable y entretenido el entrenamiento. Como ejemplos de cómo hacer el proceso de entrenamiento más disfrutable, se tienen el hacer demostraciones en la máquina u organizar concursos de detección de defectos.

8.4.4 Determinar Estándares Tentativos de Inspección

Este paso tiene dos objetivos principales: crear operadores capacitados y eliminar defectos en la maquinaria. Los operadores deberán identificar todos los defectos encontrados y reportar las mejoras hechas. Los operadores mismos deberán definir los intervalos de inspección y los tiempos requeridos para la inspección de cada sub-parte de

⁸ Nótese que se repite la necesidad de educar primero a los grupos de liderazgo.

⁹ Es importante hacer notar que el proceso no debe ser serio y acartonado, ésto generalmente lo hará menos productivo.

cada categoría. En conclusión, los estándares definitivos deberán ser definidos por los operadores una vez que apliquen sus conocimientos de inspección a su equipo.

8.4.5 Mejoras al Equipo

Se encontrarán muchos defectos y áreas deterioradas durante el proceso de inspección.¹⁰ Se asignará a Pequeños Grupos la responsabilidad de hacer las mejoras necesarias para eliminar estos defectos y condiciones anómalas. De encontrarse un área de difícil inspección, se deberán hacer las modificaciones necesarias para poder minimizar el tiempo de inspección.

Cada modificación deberá ser reportada y el indicador de defecto removido. Si una mejora requerida necesita de habilidades técnicas más allá del alcance del grupo de trabajo, el departamento de mantenimiento deberá brindar el apoyo necesario para eliminar el defecto.

Una vez más es importante tener la capacidad en el departamento de mantenimiento para poder responder rápidamente a las necesidades que surjan de la inspección de los equipos. Si la respuesta del departamento de mantenimiento no es lo suficientemente pronta, los equipos de trabajo perderán foco y entusiasmo.

8.5 Puntos a Evaluar en la Auditoría de Este Paso

Se deberá llevar a cabo una auditoría para cada categoría. Esta auditoría se lleva a cabo al terminar el trabajo a hacerse en la categoría, y debe buscar un equipo sin defectos, áreas que causen deterioro y áreas de difícil inspección. Es importante que la evaluación de este paso se enfoque no sólo a ver la mejoría en el equipo, sino también a evaluar qué tanto aprendieron los operadores y qué tan bien se llevó a cabo el sistema de cascado de información.

¹⁰ Es de esperarse que los defectos encontrados ahora sean más complejos que los encontrados en pasos anteriores.

8.6 Comentarios

En este paso se lleva a cabo la inspección de sistemas de sujeción, transmisión y eléctricos. Para esto se desarrollan listas de inspección. Se deberá tener cuidado en tres puntos principales con respecto a estas listas:

- No deberán ser demasiado extensas, y los puntos a inspeccionar se deben poder llevar a cabo fácilmente.
- Las listas se deberán desarrollar en conjunto con los operadores que las llevarán a cabo. Una lista que desarrolla el departamento de mantenimiento y es impuesta a los operadores de línea no será efectiva ya que los operadores no se sentirán involucrados adecuadamente en el proceso. Más aún, el involucrar a los operadores proveerá una excelente oportunidad de entrenamiento de los mismos.
- Se deberá dar seguimiento a las listas de inspección por parte de la gerencia, ya que si no se hace esto, se caerá en prácticas como llenar las listas de cinco días en una sentada. Un punto muy importante es transmitir el interés que se debe tener a todos los niveles de la organización, y que prácticas como el llenado de estas listas no son para hacer más papeleo, sino para llegar a la Meta Cero.

Un detalle que se deberá cuidar en este paso es el proveer a los operadores con las habilidades de inspección necesarias. Se deberá hacer que la gente tenga bien clara la importancia de la inspección del equipo. Es de mencionarse que hay muchas veces en las cuales se cree que para poder llevar a cabo la inspección de un equipo se necesitan habilidades técnicas muy avanzadas. Aquí cabe especificar que lo que se busca de los operadores no es necesariamente un diagnóstico detallado de lo que le sucede a un amáquina o instalación, sino un simple veredicto de que algo está mal y que se debe inspeccionar a fondo o cambiar el equipo. Para ejemplificar esto veamos dos casos sencillos.

El primero es el caso de un motor mal alineado. No necesitamos un operador que sepa arreglar la falla en el motor (aunque sí debe haber la gente que lo sepa hacer), sino simplemente debemos desarrollar gente que al ver la vibración anormal del motor sepa que debe pararlo para que no cause daños mayores a el resto del equipo y en caso de saber repararlo, contactar al departamento de mantenimiento para que este lleve a cabo la reparación específica.

El segundo ejemplo es el de un pistón de un sistema de sellado a presión. Si se tiene definido el régimen de operación normal de este componente, y un operador lo conoce bien, podrá observar cualquier desviación de las condiciones normales a simple vista. Al darse cuenta por ejemplo que la corrida del pistón no es uniforme, el debe saber que esto tendrá un impacto en el producto terminado y en el resto del sistema de sellado. Sabiendo esto, el operador sabrá tomar la decisión de cambiar la pieza en cuanto antes.

En resumen, no se debe creer que en este paso se busca hacer inspecciones muy tardadas, sino por el contrario, un criterio de éxito para las listas de inspección es que cubriendo todos los puntos importantes, consuman el menor tiempo y esfuerzo del operador de línea. Esto hará más fácil la involucración de los operadores en sistema de inspección.

9

Paso 5: Estándares de Mantenimiento Autónomo

9.1 Metas desde la Perspectiva del Equipo

Al inicio del paso cinco, los paros y fallas en los equipos disminuyen drásticamente. En varios procesos, la meta de Cero Paros se alcanza como una medida mensual. Es ahora responsabilidad del personal de línea el mantener condiciones de operación consistentes y óptimas, que estén en línea con lo logrado en los pasos anteriores.

Si a pesar de los esfuerzos realizados en los pasos anteriores, los operadores tienen que seguir limpiando, lubricando e inspeccionando su equipo manualmente, se deben realizar nuevos esfuerzos por crear nuevos sistemas de control visual a prueba de error que faciliten estas tareas y aumenten la confiabilidad y la facilidad de mantenimiento de los equipos.

Además de esto, los papeles de los componentes humanos y mecánicos del área son evaluados con el propósito de aumentar la facilidad de operación. El paso cinco se enfoca al mantenimiento de un área de trabajo ordenada, en donde cualquier desviación de las condiciones óptimas se detecta con un vistazo.

9.2 Metas desde la Perspectiva Humana

Los estándares de limpieza y lubricación implantados en el paso tres y los estándares tentativos de inspección preparados en el paso cuatro se conjuntan en el paso cinco como los estándares de Mantenimiento Autónomo. Estos estándares combinados fijan los requerimientos de limpieza, lubricación e inspección para el área de trabajo que tendrán que ser mantenidos por los operadores.

Al seguir estos estándares, los operadores son capaces de limpiar lubricar e inspeccionar todos los equipos instalados en sus áreas en el mismo tiempo y en todas sus dimensiones. Repitiendo este proceso, ellos encuentran la combinación óptima de estas tareas de

mantenimiento al mismo tiempo que entienden el equipo y el proceso como un sistema al cual son capaces de definirle mejores y nuevos estándares de operación. Después, serán capaces de determinar la frecuencia con la que se deben repetir estas tareas y aprender de la información que se genera de los paros y defectos de calidad.

Esta forma de trabajo resulta en el establecimiento de estándares sencillos de seguir y que tienen buenos resultados porque son propuestos por las personas que mejor conocen los equipos, o sea los operadores. El paso cinco se enfoca a la generación de operadores que puedan llevar a cabo una genuina supervisión autónoma mediante el establecimiento y seguimiento de sus propias reglas.

9.3 Acabando las Actividades Relacionadas con el Equipo

9.3.1 Revisar Asuntos Pendientes

El paso cinco es el paso final para tener todas las actividades relacionadas con los equipos terminadas. En el paso seis las actividades se diversifican hacia toda el área de trabajo y están enfocadas a la calidad.

En general, se encuentran algunos problemas no resueltos o que su solución no fue contemplada en los planes de acción de los pasos anteriores. Los grupos de mantenimiento preventivo deben revisar estos asuntos pendientes y atacarlos como defectos, fuentes de contaminación, áreas de difícil acceso, etc. A menos de que se tenga un plan de paros programados para llevar a cabo estas acciones correctivas, los operadores tendrán que lidiar con ellas durante la operación normal antes de la finalización del paso.

Los gerentes deben ayudar a que las actividades dedicadas al equipo se terminen durante este paso, como lo indica el plan maestro de MPT.¹ Para hacer ésto, deben estar informados y tomar en consideración las experiencias de los grupos de trabajo en los pasos anteriores para reaplicar los aprendizajes obtenidos. Los gerentes de línea y el personal de ingeniería deberán ser responsables de empezar con actividades enfocadas a la calidad junto con los grupos para preparar el inicio del paso seis.

¹ Nakajima, Seichi, "TPM development program", 1a ed., Productivity Press, 1991.

9.3.2 Obtener el Conocimiento Total del Equipo

Durante el paso cuatro, los operadores se instruyen en cada categoría de inspección, tomando en cuenta cada parte del equipo, pero más allá de esto, ellos deben darse cuenta de que a pesar de que el equipo cuenta con un sinnúmero de partes individuales con función específica, estas forman parte de un sistema complejo.

Esta visión del equipo como un sistema integrado es la fase final del entrenamiento y educación que se contempla en la lista de actividades de los pasos uno a cinco. Este mismo entendimiento es el que deben tener para la limpieza, lubricación, inspección, operación, ajuste o cualquier otra tarea de rutina y para la preparación de las actividades relacionadas con la calidad para el siguiente paso. Antes de avanzar a los pasos restantes, los gerentes deben hacer una evaluación de las habilidades de los operadores para asegurarse de que todos han alcanzado el mismo nivel. En caso contrario, los mismos operadores más avanzados deben responsabilizarse del reforzamiento de sus compañeros para asegurar el mismo nivel de habilidades en el personal de línea.

9.3.3 Percatarse de las Anormalidades Mediante los Cinco Sentidos

En muchos procesos, los paros se pueden reducir en diez o veinte veces como consecuencia de las acciones correctivas tomadas en los pasos anteriores²; la meta de Cero Paros se puede alcanzar mensualmente, pero es muy difícil mantenerla durante un año. Una vez que se alcanzan estos niveles de baja frecuencia de paros, es sumamente difícil para los operadores el eliminarlos ya que resulta complicado el inspeccionar las partes de los equipos que están en el interior de los mismos y como consecuencia de esto, no pueden detectar el deterioro o las señales de fallas en este tipo de equipos. Los operadores se encuentran limitados porque sus habilidades están enfocadas a la detección de defectos y deterioro en el exterior del equipo. Hasta para el personal experimentado de mantenimiento es difícil detectar este tipo de deterioro sin tener que desarmar los equipos.

Para esto, los operadores deben desarrollar habilidades sensoriales especiales, una especie de sexto sentido que les permita detectar las fallas en el interior de los equipos. Esto se va

² Suzuki, Tokutaro, "TPM for process industries", 1a ed., Productivity Press, 1992.

adquiriendo pacientemente con cada aparición de una falla o un paro y bajo las consideraciones siguientes:

- ¿Hubo indicación previa del paro?
- ¿Los paros conocidos tienen señales o indicaciones específicas?
- ¿Cuáles de estas indicaciones son detectables?
- ¿Por qué no se detectaron antes del paro?
- ¿De que forma se pueden detectar estas indicaciones?
- ¿Qué tipo de entrenamiento se requiere en estos casos?

La detección de indicaciones relacionadas con los paros se promueve desde las primeras actividades del Mantenimiento Autónomo. Cuando un operador detecte cualquiera de estas indicaciones, debe dar aviso al departamento de mantenimiento. Este debe responder inmediatamente revisando el estado del equipo y tomando las medidas correspondientes junto con el operador que hizo el reporte.

9.3.4 Implantación Extensiva de Controles Visuales

Gracias a las habilidades adquiridas y la práctica de inspección realizada durante el paso cuatro, los operadores tienen la oportunidad de evaluar el uso y aplicación de los controles visuales implantados anteriormente. De encontrarse controles obsoletos o inadecuados, los operadores están capacitados para tomar las acciones correctivas correspondientes siempre buscando las mejoras en los sistemas de control visual.³

9.4 Cómo Desarrollar el Paso 5⁴

9.4.1 Procedimientos Preparativos

Para finalizar las actividades relacionadas con el equipo, el paso 5 se implanta en la secuencia siguiente:

³ Hirano, Hiroyuki, "5 pillars of the visual workplace", 1a ed., Productivity Press, 1995.

⁴ Shirose, Kunio, "TPM for operators", 1a ed., Productivity Press, 1992.

1. *Revisar los estándares de limpieza y lubricación.*

Basándose en las experiencias obtenidas en la ejecución de los estándares de limpieza y lubricación del paso tres, se deben revisar estas tareas y se deben tomar las medidas correspondientes.

Estándares de limpieza

- ¿Están considerados todos los aspectos de limpieza: áreas a limpiar, métodos, frecuencia y criterios?
- ¿Hay fuentes de contaminación no consideradas?
- ¿Hay nuevas fuentes de contaminación?
- Si se detecta algún problema, se debe tomar la medida correctiva necesaria.

Estándares de Lubricación

- ¿Se consideran todos los aspectos de lubricación: puntos, superficies, tipos de lubricantes, métodos y frecuencia?
- ¿Se programan adecuadamente las actividades de lubricación?
- Si se detecta algún problema, se debe tomar la medida correctiva necesaria.

2. *Revisar estándares tentativos de inspección.*

Se revisan los estándares tentativos propuestos para cada categoría de inspección basándose en las experiencias del paso cuatro.

3. *Comparar con los estándares de inspección de mantenimiento.*

Los dos estándares propuestos por el personal de mantenimiento autónomo y el de mantenimiento se deben comparar entre sí para determinar la mejor distribución de las tareas de inspección. De esta forma, los operadores combinan los estándares de inspección propuestos por las dos categorías en una sola rutina de inspección.

4. *Proponer estándares tentativos de Mantenimiento Autónomo.*

La combinación de los estándares de limpieza, inspección y lubricación se recopila en los estándares tentativos de Mantenimiento Autónomo para las rutinas de limpieza, lubricación e

inspección. Los operadores reducen el tiempo de estas tareas mediante la implantación de controles visuales.

5. Detectar las anomalías causadas por el deterioro interno.

Los estándares de inspección de rutina se revisan en base a los reportes que los operadores generen al departamento de mantenimiento.

- ¿Se distribuyen adecuadamente las actividades de Mantenimiento Autónomo y las de mantenimiento?
- Dividir los paros pasados en dos categorías: una, causados por falta de mantenimiento de las condiciones básicas del equipo y otra, causados por falta de observación cuidadosa, lo cual debe ser prevenido mediante las inspecciones visuales de los operadores.
- Analizar los fenómenos de los paros en base a la estructura de los equipos y su funcionamiento.
- Revisar los estándares tentativos de inspección de acuerdo a los resultados de las acciones correctivas.
- Hacer una evaluación de las habilidades de los operadores, con el propósito de mejorar las habilidades personales.

6. Establecer los estándares de Mantenimiento Autónomo.

- Además de los controles visuales, mejorar las condiciones de operación de los equipos y métodos para cumplir las metas de limpieza, lubricación e inspección.
- Revisar y finalizar los estándares y programación de tiempos.
- Ejecutar mantenimiento de rutina de acuerdo a los estándares de Mantenimiento Autónomo.

9.5 Inspección de Rutina por Mantenimiento Autónomo⁵

9.5.1 Distribuir el Trabajo entre los Departamentos de Producción y Mantenimiento

Antes del comienzo del paso cinco, el departamento de mantenimiento debe preparar los estándares de mantenimiento y la programación del tiempo desde su perspectiva en

⁵ Op cit.

términos de inspección, calibración y reemplazo de partes. En estos estándares, las partes que no requieren de desarmarse para la inspección tienen los mismos objetivos y métodos que los que se especifican en los estándares preparados por los operadores.

En muchas ocasiones, los estándares preparados por los operadores son superiores a los preparados por el personal de mantenimiento, pero la combinación de los dos es la que da un mayor complemento a las actividades de inspección. La revisión de esta combinación es la que permite la distribución del trabajo entre los departamentos de producción y mantenimiento.

9.5.2 Aspectos de Inspección y Frecuencia

Los intervalos adecuados de inspección se distribuyen de acuerdo a los turnos, días, semanas o meses según la prioridad e influencia que se tenga en la operación del equipo, ya que los operadores tienen mucho tiempo ocupado en la preparación y ejecución de sus tareas diarias. De esta forma, se evita la sobrecarga de trabajo de los operadores en un turno normal de operación.

De esta forma, se espera que las tareas de inspección se den en los operadores a manera de reflejos durante la operación diaria, sin la dependencia de un listado o de un formato oficial de inspección. Sin embargo, por la carga de trabajo de los operadores, no se puede esperar que se inspeccionen un gran cantidad de equipos durante la operación normal. Es por eso que la programación debe tener en cuenta pocos equipos en intervalos largos para así asegurar una profunda inspección, en vez de muchos equipos en intervalos cortos. Por ejemplo, veinte minutos al final de cada mes son más efectivos que dos minutos diarios. Es así como se aseguran mejores y más profundas inspecciones.⁶

9.5.3 Tiempo de Inspección

Una vez que se han determinado los aspectos y los intervalos de inspección, la distribución del tiempo se deben estimar. La duración de una inspección depende el tipo y

⁶ Es importante que el equipo haya pasado efectivamente por los pasos 1-3 para que los periodos de inspección se puedan alargar sin consecuencias.

tamaño del equipo y de las condiciones de operación. En general, la duración de una inspección se decide tomando en cuenta lo siguiente:

- ¿En qué consisten las tareas rutinarias del operador?
- ¿Cuántos equipos es capaz de operar un operador?
- ¿Cuáles son los procedimientos y métodos que sigue el operador?
- ¿Qué tan automatizado está el equipo?
- ¿El operador lleva a cabo la inspección durante operación normal o durante paros?

En realidad, el tiempo de inspección lo determina la capacidad de adecuar el trabajo a la rutina diaria del operador. Teniendo en cuenta lo anterior, se pueden tener estimados que se adecuarán de acuerdo a cada operador.

Teniendo en cuenta la diferencia entre los estimados y los tiempos disponibles, los operadores buscan la forma más eficiente de llevar a cabo todas sus tareas además de la inspección. A pesar de que en las primeras etapas la inspección consume una gran cantidad de tiempo, estos tiempos se mejoran con la práctica de las tareas. Es importante el combinar las tareas de limpieza y lubricación con las de inspección para hacer la inspección mientras el equipo se limpia y lubrica.

9.6 Preparación de Estándares de Mantenimiento Autónomo⁷

9.6.1 Hacer una buena Combinación de Limpieza, Lubricación e Inspección

Para preparar estándares eficientes, se debe preparar una combinación y distribución adecuada de las actividades del operador.

Encontrar la combinación óptima. Ningún operador deberá necesitar recorrer el área de proceso más de tres veces para limpiar, lubricar e inspeccionar. Una vez que los aspectos, intervalos y tiempos se han definido, el operador puede decidir qué es lo que debe hacer durante su turno y en qué partes específicas del equipo, teniendo en cuenta sus habilidades y disponibilidad de tiempo.

Definir la secuencia de trabajo del operador. Mediante el trabajo realizado en los pasos anteriores, los operadores establecen su secuencia de trabajo cuando proponen los estándares de limpieza, lubricación e inspección. Sin embargo, si las actividades de

⁷ Shirose, Kunio, "TPM for workshop leaders", 1a ed., Productivity Press, 1992.

mantenimiento no con compatibles con la secuencia establecida, los operadores buscan y proponen las mejoras y las secuencias que mejor se adecuen a las condiciones de trabajo.

9.6.2 Cómo Establecer los Estándares de Mantenimiento Autónomo⁸

Estándares de Limpieza.

- Localización: Partes del equipo, equipo, proceso
- Criterios: Libre de polvo, tierra, lubricante o rebabas de metal
- Método: Barrer, sacudir, absorber, drenar
- Herramientas: Escoba, cepillo, aspiradora o utensilios específicos

Estándares de Lubricación.

- Localización: Partes del equipo, equipo
- Criterios: Dentro de los niveles indicados en los puntos de lubricación
- Lubricantes: Tipo, viscosidad y código
- Herramientas: Lubricador manual, bomba o pistola a presión

Estándares de Inspección.

- Categoría: Sujetador, eléctrico, transmisión, hidráulica o neumática
- Localización: Partes del equipo, equipo y proceso
- Criterios: Muestra, lectura de instrumentos, color , ruido, vibración, sobrecalentamiento, olores
- Método: Observar, tocar, oír, oler y leer instrumentos
- Acción correctiva: Ajustar, reemplazar partes, apretar, drenar

Se requiere que los operadores dominen todas las habilidades necesarias para llevar a cabo estas tareas. Los más experimentados se encargan de inspecciones especiales que requieran de un mayor trabajo o del uso de instrumentos especiales.

Sin embargo, se requiere que el trabajo realizado lleve a todos los operadores a este nivel de conocimientos y habilidades lo más pronto posible. Es importante especificar los límites de efectividad de los estándares para asegurarse de la revisión obligatoria y actualización de los mismos.

⁸ Ibid.

10

Paso 6: Mantenimiento de la Calidad

10.1 La Necesidad de Mantener la Calidad

El mantenimiento y mejora de la calidad de los productos, así como también el aseguramiento de la homogeneidad, se ha convertido en una tarea importante en las actividades productivas. Se ha hecho mucho énfasis en la automatización y en el ahorro de energía, lo cual cambia el centro de la producción de la labor manual a la operación del equipo. Por lo tanto, las condiciones en las que se encuentren los equipos afecta directamente la calidad de los productos que se fabrican en ellos.

Bajo estas circunstancias, un sistema de aseguramiento de calidad se debe establecer sobre las bases de que las actividades de mantenimiento de calidad estarán enfocadas al mantenimiento general de la planta bajo la premisa de que “equipos en buen estado producen productos de calidad.”¹

10.2 Concepto Básico de Mantenimiento de Calidad²

Las actividades de mantenimiento de calidad y el manejo de los equipos están estrechamente ligados. La relación que se buscará entre las características de calidad, condiciones de materiales y energía, métodos de producción y condiciones y la precisión de los equipos será tal que se minimice la producción de defectos y que prevenga la producción de los mismos. Esto se logra definiendo un estándar básico de defectos y fijarlo contra una serie de condiciones de equipo, materiales y proceso, las cuales combinadas asegurarán la fabricación de productos de calidad. El concepto básico del mantenimiento de calidad es el fijar y mantener ciertas condiciones y lograr la meta de cero defectos como resultado de

¹ Nótese el enfoque no hacia revisar el producto, sino a la máquina para asegurar Cero Defectos.

² Suzuki, Tokutaro, “TPM for process industries”, 1a ed., Productivity Press, 1992.

actividades de Mantenimiento Autónomo en donde se mejoran los equipos y la capacidad y habilidades del personal que los opera.

Es importante generar un cambio en la forma en que se hacen revisiones e inspecciones de calidad que esté enfocado directamente con el mantenimiento de las condiciones establecidas para prevenir los incidentes de calidad y tomar las contramedidas adecuadas en contra de los defectos antes de que el número de éstos sobrepase los valores aceptables.

10.2.1 Actividades de Mantenimiento de Calidad

Las actividades que comprenden el mantenimiento de calidad están enfocadas a:

- Establecer las condiciones operación necesarias para lograr de cero defectos, Revisar y medir estas condiciones en intervalos fijos de tiempo.
- Prevenir defectos de calidad mediante la verificación de las mediciones de los valores de las condiciones preestablecidas para que se encuentren dentro de rangos aceptables.
- Monitorear la variabilidad de las mediciones para predecir las posibilidades de generación de defectos y tomar las contramedidas necesarias antes de tiempo.

Establecer condiciones de operación para lograr cero defectos

Se definirán cinco criterios básicos para facilitar la ejemplificación de la relación entre las condiciones de los equipos y la calidad del producto. En un sistema de MPT se conocen como “Los cinco criterios para el aseguramiento de la calidad”, y se ennumeran a continuación:³

1. Las condiciones establecidas para el equipo son medibles y claras.
2. Las condiciones de operación deberán fácilmente establecidas.
3. Las condiciones establecidas deberán soportar la variabilidad del proceso.
4. Cualquier cambio en las condiciones establecidas deberá ser fácilmente detectado.
5. Cualquier cambio en las condiciones establecidas se debe poder restaurar fácilmente.

Convendrá revisar si las condiciones de operación a monitorear son compatibles con los cinco criterios mencionados, de no ser así se deberán revisarse (las condiciones seleccionadas) para poder lograr que si se cumpla con los criterios definidos.

Es muy importante que los defectos y condiciones a monitorear sean fácilmente observables.

³ Estos criterios deben cumplirse para los operadores de la línea.

Prevenir defectos de calidad mediante la verificación de las mediciones

Una vez definidas las condiciones de operación a monitorear, y teniendo perfectamente claros los límites aceptables de variación para cada una de ellas, se deberá desarrollar un sistema de seguimiento y monitoreo. Este sistema deberá ser sencillo de utilizar para que el estarle dando seguimiento no distraiga a los operadores de sus tareas y deje tiempo para estar haciendo mejoras a los sistemas. Para llevar un buen seguimiento se recomienda idear una serie de formatos fáciles de llenar e igualmente fáciles de revisar. Con los avances tecnológicos de hoy en día es común buscar la opción de llevar estos registros en sistemas computarizados para facilitar su tratamiento estadístico posterior. Hay casos en los que incluso se desarrollan sistemas donde las variables de proceso a monitorear se registran automáticamente en una base de datos. Es indispensable dar entrenamiento adecuado a los operadores, no solamente en como llevar los registros, sino también en la importancia de llevar este control buscando la meta de Cero Defectos.

Monitorear la variabilidad de las mediciones

Es importante que los registros que se hagan de las variables de proceso no solamente se almacenen en un archivo muerto. La siguiente tarea es crucial para el adecuado desarrollo del sistema de aseguramiento de calidad. Esta tarea consiste en el análisis de los registros llevados de las variables de proceso. Esto se hace con el fin de intentar predecir variaciones posteriores del proceso y controlar la generación de defectos ocasionados por dichas variaciones. En este punto se recomienda llevar a cabo análisis de tipo Porqué - Porqué⁴ para poder identificar las causas básicas que originaron las variaciones del proceso, y así poder evitarlas en un futuro.

10.3 La Ruta a la Meta de Cero Defectos

Específicamente la meta de Cero Defectos se puede definir como el evitar la llegada de producto o partes fuera de especificaciones de calidad a la siguiente parte del proceso. Para lograr esto, y en función del tipo de proceso en el cual se opera y los recursos disponibles, se tienen tres estrategias principales:

⁴ Este es el mismo utilizado durante paso 2.

- Crear un proceso altamente confiable y con una variabilidad mínima y controlable. Si las condiciones de operación y las materias primas se controlan adecuadamente, nunca se producirán productos fuera de especificaciones de calidad.
- Si por limitaciones tecnológicas o económicas no se puede alcanzar un sistema 100% confiable en producir Cero Defectos, la llegada de producto fuera de estándares a la siguiente etapa del proceso se puede evitar desarrollando un sistema de inspección de el 100 % de la producción. Este sistema deberá ser totalmente automatizado para evitar errores y esfuerzos innecesarios.
- Si tampoco se puede lograr un sistema automatizado de inspección, se deberá tener personal dedicado a revisar el producto e impedir que se suministre si no cumple con la meta de Cero Defectos.

10.4 Metas desde la Perspectiva Humana

Para poder tener un sistema en donde se logre la meta de Cero Defectos, es muy importante controlar el factor humano. Para poder hacer esto se deben cuidar los siguientes puntos:

- Dar entrenamiento a los operadores para que sepan cómo y qué van a monitorear.
- Hacer entrenamientos en los cuales se explique la importancia del aseguramiento de la calidad.
- Asegurar que todos los operadores sepan qué es un producto defectuoso y cual no, y que no exista duda alguna.

En conclusión se busca desarrollar operadores con los conocimientos y habilidades suficientes para poder detectar oportunamente un producto fuera de especificaciones de calidad, evitar que éste llegue al siguiente paso del proceso, y modificar las condiciones de operación de la maquinaria para evitar que se repita el defecto.

11

Paso 7: Inspección Autónoma

11.1 MPT Implantado en el Area de Trabajo¹

En el paso 7, se tiene un entorno en el cual operadores con pleno conocimiento de su ambiente de trabajo, trabajan en un área ordenada en la cual cualquier desviación de las condiciones normales de operación es detectada fácilmente. Las metas de Cero Defectos, Cero Accidentes y Cero Paros han sido alcanzadas.

Los operadores de línea se dedican a hacer labores de reemplazo y mantenimiento cotidiano mientras el departamento de mantenimiento provee un apoyo esencial através de un programa de Mantenimiento Planeado plenamente desarrollado.²

El camino para llevar a cabo la implantación de MPT es largo, y aunque varía en función de la complejidad del proceso al que se aplica, no se puede pensar en un sistema de MPT pleno en menos de 5 años. Más aún, si no se lleva a cabo a conciencia la ingeniería de calidad que propone el Paso 6, se puede pensar en necesitar de dos más años solamente para llegar a la meta de cero defectos.

Se debe tener cuidado de no intentar implantar MPT solamente para aumentar temporalmente la capacidad de producción de la planta. En un ambiente en el que se intenta esto será común encontrar que el sistema de trabajo semi-MPT colapsa muy pronto.

Se debe cuidar también el trabajo hecho por la gente involucrada en la implantación de MPT, ya que al ir rotando al personal puede haber la tendencia a olvidarse del trabajo hecho en ruta a las Metas Cero.

En resumen, se deberá establecer un ambiente en el cuál no se llegue a la meta y se deje estancar, sino en el cuál se siga buscando mantener y mejorar la operación y educación día con día.

¹ Shirose, Kunio, "TPM for operators", 1a ed., Productivity Press, 1992.

² Suzuki, Tokutaro, "TPM in process industries", 1a ed., Productivity Press, 1992.

11.2 Manteniendo el Nivel

11.2.1 Manteniendo el Nivel de Actividad.

Los equipos de Mantenimiento Autónomo y de Mantenimiento de Tiempo Completo (Departamento de Mantenimiento) deberán mantener lo logrado en los pasos anteriores.³ Esto se logra con el compromiso y participación cotidiano del personal de línea y con el esfuerzo del departamento de mantenimiento por entrenar mejor a todos los operadores y por mantener un sistema de Mantenimiento Planeado actualizado y riguroso.

Los operadores llevan a cabo sus actividades de limpieza, inspección, lubricación, reemplazo, etc. de acuerdo a los calendarios desarrollados en los pasos anteriores. Toda la información obtenida se deberá compartir con el departamento de ingeniería para que se incluya este conocimiento en diseños posteriores.

Es de vital importancia que los operadores sigan la pie de la letra los calendarios de trabajo propuestos por ellos mismos, y que los procedimientos sean revisados cada vez que se cambie un sistema o máquina, o en cuanto llegue la fecha de revisión del procedimiento.⁴

Es importante repetir que para que mantenga el nivel obtenido con el esfuerzo de todos los involucrados inicialmente, se deberá involucrar y entrenar a todo el personal nuevo que llegue al entorno MPT. Más aún, se deberá asegurar que todos los departamentos estén en línea en cuanto al método de trabajo de MPT para evitar incongruencias o conflictos.

El objetivo de este paso es lograr un ambiente de trabajo guiado por un Supervisión Autónoma.

11.2.2 Mejorando el Nivel de Actividad

Aunque el número de defectos y paros se reducen a razón de hasta 1:100, la meta de Cero no se logra realmente a pesar de los esfuerzos de personal dedicado durante décadas. Esto NO quiere decir que la Meta Cero sea imposible de alcanzar, pero es muy difícil MANTENER estos resultados.⁵

³ Y deberán haber llegado al punto en que su cooperación deberá ser armoniosa.

⁴ Y para este punto lo deben estar haciendo por convicción y no por obligación.

⁵ Nakajima, Seichi, "TPM development Program", 1a ed., Productivity Press, 1991.

Un ejemplo de por que pasa esto es la falta de capital para lleva a cabo reemplazos mayores a tiempo. Esta es una situación que le da a los operadores una excelente oportunidad de continuar el procedimiento de mejora continua através del ciclo RAPH.

11.3 Buscando un Mejor Nivel de MPT

11.3.1 Dos Ejemplos de Actividades orientadas a mejorar el Nivel del MPT.

Los pasos a seguir tras haber implantado satisfactoriamente un sistema de MPT varían dependiendo del entorno específico, pero hay dos entornos principales en las cuales hacer foco:

1. *Actualización poco frecuente del equipo* En industrias como la petroquímica, se construyen plantas que se utilizan durante muchos años sin llevar a cabo reemplazos de equipo. La operación continua hasta que los costos de mantenimiento son demasiado altos y hasta entonces se busca hacer un reemplazo. Los pocos reemplazos que se hacen, se dan por una necesidad de incrementar producción. En un ambiente como este es claro ver que se deberá hacer gran foco en reducir los costos de mantenimiento lo más posible y en detener el deterioro del equipo para extender su vida útil y mantener lo más alta posible su productividad.
2. *Actualización frecuente de equipo* En industrias como la metal-mecánica o la electrónica, los productos que busca el consumidor cambian casi diario. Esto forza a las industrias a estar cambiando modelos y presentaciones continuamente. Es claro ver que aquí hay una gran área de oportunidad en la mejora continua de productos existentes y en el desarrollo de nuevos productos. El reto se incrementa al tener que ganarle a la competencia no sólo en calidad y variedad, sino evidentemente también en costo.

11.3.2 La Segunda Generación de MPT

Una vez logradas las metas para cada paso y establecidos los calendarios de seguimiento, se debe asegurar un entorno que funciona con Supervisión Autónoma. Pero la tarea no termina aquí. Una vez establecidos estos lineamientos de trabajo, se debe buscar automatizarlos e incluir sistemas de cómputo para dar apoyo y seguimiento a las actividades de MPT.

Un sistema de información poderoso como lo puede ser una computadora ayudará a que los planes y actividades repetitivos de los operadores no consuman todo su tiempo, y estos puedan dedicarse a fortalecer más el sistema de trabajo mediante mejoras continuas de métodos y máquinas. El llevar estos registros de actividades en computadora ayudará también a llevar un seguimiento de actividades más detallado.

Una vez más es importante el involucrar en las actividades cotidianas de la línea de producción a los encargados de desarrollar las paqueterías de seguimiento y registro. Esto ayudará a que se generen sistemas que realmente satisfagan las necesidades de los operadores. Es también muy importante que los operadores que usen las paqueterías las conozcan bien e incluso sepan hacer algunas modificaciones y reparaciones a las mismas.

Si se lleva a cabo adecuadamente el desarrollo y uso de sistemas automatizados de seguimiento, sin duda se mejorará la difusión de información gracias a poder hacer que ésta fluya más efectivamente a todos los departamentos de la empresa. Más importante que el compartir eficientemente la información, se logrará el eliminar tareas repetitivas y monótonas de llevar registros. Esto permitirá a los operadores estar manteniendo un sistema de MPT en evolución constante.

11.4 Comentarios

El punto más difícil a lograr en este paso es el cambio de cultura en la gente. Es muy importante concientizar a los operadores y gerentes acerca del costo de la no-calidad. Más aún, hay que cambiar el esquema de pensamiento con respecto a la calidad a uno en el cual no hay lugar para defectos. Es muy importante dejar claro que esto no quiere decir que no hay lugar para errores. Lo importante es que hayan métodos muy confiables para detectar estos errores cuando sucedan y poder evitar que lleguen defectos al consumidor o a la siguiente parte del proceso.

Otro punto que es de notarse es que en nuestro país se vive con una industria acostumbrada a hacer las cosas con actitud de artistas, es decir que se pone empeño en hacer las cosas, pero no mucho en que salgan iguales cada vez. Esto es por la falta de claridad y definición en el cómo deben ser los procesos. Se debe buscar que cada procedimiento dentro

del proceso de producción sea preciso y reproducible. Uno de los retos más grandes es convencer a la gente de la importancia de la precisión que realizan sus tareas..

Es importante tener una fuerza productiva que entienda el impacto que puede tener la variabilidad desmedida de un proceso. Es de remarcarse una vez más que el compromiso con la calidad debe venir desde la gerencia. Cada individuo deberá entender la importancia del papel que juega en el aseguramiento de la calidad del proceso.

Debe de cuidarse el balance entre las medidas de eficiencia/producción y las de aseguramiento de la calidad, ya que aquí puede llegar a haber contradicciones entre el producir mucho y rápido y el producir con calidad. Hay que tener en cuenta dos puntos muy importantes:

- El objetivo deberá ser producir mucho, muy rápida y sin defectos. Así no deberá haber discrepancia entre las medidas de eficiencia y calidad.
- Hay que tener bien claro que hay veces que resulta más eficiente a la larga hacer las cosas no tan rápido, pero una sola vez. El sistema MPT busca soluciones sistémicas, que se apliquen una sola vez, no parches temporales que se tengan que estar restaurando continuamente.

12

Conclusiones

En este capítulo presentamos una serie de los principales puntos en contra que pueden surgir al pensar en la implantación del nuevo sistema de trabajo. No pretendemos que estos sean los únicos puntos y situaciones cuestionables del sistema, sin embargo, pensamos que pueden ser los de mayor relevancia cuando se considera la implantación en un país con la cultura laboral como la que tiene el nuestro.

12.1 El Obrero Prescindible.

Mantenimiento Autónomo busca que cada actividad tenga procedimientos detallados que las rijan, y que las condiciones de operación normales sean fácilmente observables. Esto trae una gran mejora en cuanto a que se tiene un mayor control sobre la variabilidad del sistema, sin embargo puede haber un serio problema si esta situación no se maneja apropiadamente. Hay que tener mucho cuidado en no vender la idea como “queremos tener procedimientos tan claros que cualquiera pueda operar la máquina”. Esto se puede llegar a interpretar como un intento de hacer prescindible al operador, fácilmente reemplazable. Esto generaría aversión hacia el nuevo sistema y/o una sensación de falta de pertenencia a la organización. Esto sería pésimo para la implantación del sistema, ya que como se ha mencionado anteriormente, la involucración total de cada uno de los miembros de la organización es indispensable para poder lograr las metas Cero estipuladas por MPT. Cabe mencionar que el objetivo de MPT no es hacer del operador una pieza prescindible dentro del sistema, al contrario, al buscar un mayor sentido de pertenencia y un desarrollo de más habilidades, se quiere lograr que los operadores empleen menos tiempo en labores rutinarias

y que participen en el desarrollo y administración del proceso de mejora continua de su área de trabajo.

12.2 Cambio de cultura de trabajo

La implantación de MPT exige de un gran compromiso y de una cultura organizacional muy avanzada. Para el caso de nuestro país, la cultura de trabajo generalmente no es de alto compromiso y se manejan las divisiones tradicionales entre el departamento de producción y el de mantenimiento, así como la estratificación muy marcada entre la gerencia y el personal operativo. Aunado a esto, durante la primeras fases de la implantación, se observa una actitud de renuencia al cambio por parte de los operadores y algunos miembros de la gerencia. Esto se acentúa en el personal con una mayor antigüedad dentro de la organización, ya que ellos están mucho más arraigados al sistema convencional de trabajo. Será muy importante que el grupo de trabajo responsable de coordinar la implantación esté convencido que MPT es la solución correcta para mejorar la organización y estén dispuestos a enfrentar todos los problemas que traiga la renuencia del personal ante el cambio. Este convencimiento debe estar fundamentado en la convicción de que el cambiar el sistema de trabajo será una solución de raíz a los problemas de eficiencia y pérdidas en la planta productiva.

Mediante el cambio en la cultura organizacional, se busca que los trabajadores tanto de gerencia como de operación trabajen en base a principios sólidos que permitan su desarrollo y crecimiento y no en base a reglas, las cuales generalmente lo limitan.

12.3 Esfuerzo educativo

El cambio de cultura mencionado en el punto anterior no se va a presentar tan fácilmente, se requerirá de un tremendo esfuerzo educativo basado en un sistema de entrenamiento sumamente sólido. El poder llevar a cabo un cambio en la cultura de trabajo significará una elevada inversión en tiempo, dinero y recursos humanos y materiales. Sin embargo, no se puede reparar en ninguno de estos gastos ya que el cascadeo apropiado a todos los niveles de la organización de la información y la capacitación referente a las modificaciones al esquema tradicional de la organización, a los resultados a los que se quiere

llegar y a los beneficios que proporcionará este cambio, tanto a nivel individual como a nivel organizacional, es indispensable para una exitosa implantación del sistema MPT.

12.4 Claridad en el costo/beneficio

Para tener un arranque exitoso en la implantación del nuevo sistema de trabajo, se requiere de una enorme inversión de tiempo, esfuerzo y dinero la cual produce resultados muy impresionantes al corto plazo (1 año). Después de transcurrido este tiempo, generalmente se presenta un aparente estancamiento en las mejoras y beneficios que se obtienen de esa inversión. En este periodo de aparente estancamiento es indispensable no disminuir esta inversión ya que de lo contrario se pierde el momentum generado en el momento del arranque y aumentado en las primeras etapas de implantación. Después de este periodo, mediante un trabajo continuo, se seguirán obteniendo beneficios que motivan al personal a seguir trabajando, teniendo presente que es labor de la gerencia el dar el reconocimiento oportuno por los resultados alcanzados. Es importante mencionar que de perderse la energía durante el tiempo suficiente, el siguiente esfuerzo tendrá que volver a ser desde cero y batallando contra una frustración y desconfianza acrecentada del personal, el cual no será capaz de generar la misma energía y compromiso que en una etapa inicial.

Por todo esto es muy importante no perder la visión de la relación costo-beneficio que generará este sistema. Para poder mantener ésto, es importante medir el avance regularmente y no perder el foco de cuál es la meta a alcanzar.

12.5 Grupos de Trabajo - Elitismo

Durante todo el desarrollo del sistema de MPT, se busca crear una organización de sub-grupos cuyo líder esté en contacto directo con el nivel jerárquico inmediato superior. Esto tiene como valor agregado el promover la interacción de los grupos de gerencia con sus subordinados, haciendo que las soluciones implantadas tengan aportaciones de gente con visiones muy distintas. Esto nos dará mayor certeza de dichas soluciones serán las adecuadas. Con esto también se promueve el desarrollo de las habilidades de liderazgo y de manejo de situaciones y personal por parte de los líderes de cada sub-grupo.

Es importante mencionar que se puede dar la situación en que un líder de sub-grupo tome erróneamente su papel como una oportunidad de explotar inadecuadamente su posición y a los miembros de su sub-grupo. En estos casos lo único que genera el líder es descontento entre su gente, la cual perderá respeto por la imagen del líder, trayendo como consecuencia la desmoralización del grupo y el fracaso en la obtención de las metas establecidas.

Será responsabilidad del grupo gerencial de la planta el que se lleve a cabo efectivamente el entrenamiento para líderes por cascado a toda la organización. Esto es porque la manera más apropiada de evitar el elitismo de líderes es dándoles la capacitación y dirección inicial apropiadas. Será también responsabilidad de este grupo gerencial el llevar a cabo el seguimiento a los líderes posterior a la implantación para asegurar que todos están alineados bajo los mismos principios de operación. De no ser así, el grupo gerencial será responsable de tomar las acciones correctivas pertinentes.

12.6 ¿Que Pasa Si Falla MPT?

Como en cualquier proyecto que tengamos a nuestro cargo debemos evaluar un caso drástico en especial: ¿Que pasa si falla?. El caso de la implantación de MPT resulta muy particular, ya que entre los cambios de cultura operacional mencionados se incluye el concepto de que al decidir tomar el camino de la implantación de MPT, se debe tomar la resolución de que éste es el único camino. Resulta evidente que para poder hacer un compromiso de esta magnitud se debe evaluar la factibilidad de la implantación, llevar a cabo un plan a detalle de lo que será necesario en cuanto a tiempo dinero y esfuerzo se refiere, para poder tomar la decisión si y solo si se cree factible poder llevar a cabo la implantación total y que esta dará los una relación costo beneficio favorable.

En el caso que se llegue a un punto en el que definitivamente no se ve otra solución que abortar la implantación, se deberá hacer una concenso con representantes de todas las áreas para definir los principios de operación que regirán a la organización de ese momento en adelante, así como el nuevo sistema organizacional. Será indispensable llevar a cabo un análisis para encontrar que es lo que falló y documentar a detalle esta investigación par evitar vovler a cometer el mism ó los mismos errores en algún momento en el futuro.

12.7 Importancia de la Planeación

Como se ha mencionado anteriormente, la planeación es crítica para una implantación exitosa de MPT. Esta planeación no solo debe ser de tiempos, sino que también de dinero y cantidad de trabajo que cada colaborador va a dedicar a la implantación además de su trabajo diario. Una vez que se toma la decisión de implantar MPT el primer paso es la elaboración por parte de la gerencia del Plan Maestro de implantación. Este plan contempla solo los tiempos tentativos a los que la organización se debe comprometer para el adecuado avance del trabajo. La evaluación financiera será también de crítica importancia ya que nos asegurará tener los recursos necesarios para cada fase del trabajo a realizar. Dado el nivel de compromiso y seriedad con el que se debe enfrentar la decisión de implantar MPT, la información generada en la etapa de planeación deberá ser detallada y muy precisa.

Una evaluación de este tipo nos permitirá tener la herramientas necesarias para sustentar de la mejor manera la decisión que se tome.

12.8 Remedios Temporales

Se ha mencionado que una de las filosofías básicas del MPT es el buscar soluciones sistémicas y de raíz para los problemas que se presentan y no remedios temporales que solo esconden los defectos, los cuales se vuelven a ser evidentes y con mayor intensidad. En un sistema de trabajo en el cual no hubo un entrenamiento ni una planeación apropiada por una urgencia mal entendida, es frecuente que se presenten problemas en una u otra fase de la implantación y por consiguiente se trate de poner remedios que solo vician el sistema. No se toma conciencia de que se están haciendo mal las cosas y por lo tanto se sigue trabajando mal y los resultados se ven en el corto y largo plazo: hay frustración del personal por no percibir los beneficios, hay pérdida de energía y eventualmente el sistema se cae.

Por ésto, lo más conveniente al tomar la decisión de trabajar con MPT es tomarse el tiempo suficiente para planear adecuadamente el trabajo y empezar la implantación poco a poco. Esto nos asegurará que se hagan las cosas bien desde el principio, nos evitará el tener que poner remedios temporales y el retrabajar por falta de organización.

12.9 Balance entre Personal y Producción

Hay que tener presente que durante la implantación del sistema se tendrá que sacar temporalmente a mucha gente de sus puestos de trabajo y/o parar la producción para hacer limpiezas, ajustes e inspecciones. Nuevamente, en los sistemas en los que no se cuente con una planeación adecuada de los recursos desde el principio, se tendrán problemas con el cumplimiento de la cédula de producción. Es importante hacer énfasis que el nivel de eficiencia que se tenía en la planta antes del arranque no se puede reducir, al contrario debe crecer. Como ya se mencionó, todos estos problemas se pueden evitar mediante la adecuada planeación de recursos antes del arranque oficial del sistema.

12.10 ¿Qué Pasa con el Departamento de Mantenimiento?

Con la implantación de MPT, se tiene a un gran número de personas haciendo labores de mantenimiento, personas que no pertenecen al departamento de mantenimiento de la planta. Esto reducirá considerablemente la carga de trabajo del personal del departamento de mantenimiento, los cuales son asignados a dar soporte a los grupos de trabajo en las actividades de mantenimiento durante las primeras etapas de la implantación. Una vez que se califican los primeros pasos de Mantenimiento Autónomo, el personal de la línea es capaz de resolver todos los problemas que se presenten en sus equipos sin la asistencia del personal de mantenimiento. Una vez que se alcanza este nivel de conocimiento en los operadores, se puede reasignar al personal de mantenimiento a formar parte de un grupo que tenga a su cargo el mantenimiento progresivo de la planta y el desarrollo de mejoras más avanzadas a los equipos utilizando su experiencia y conocimientos técnicos más profundos.

12.11 Comentarios Finales

A partir de lo expuesto en el presente trabajo, es claro que tratar de implantar un sistema como MPT en un país con las características del nuestro (economía, cultura laboral, expectativas de desarrollo) resultará extremadamente retante. Sin embargo, y de acuerdo con los principios básicos del MPT, lo que se busca es dar soluciones de raíz a los problemas. El cambio de la estructura laboral actual a una estructura de mejora y

crecimiento continuo debe ser algo que se implante no solo en las plantas industriales, sino en todos los sectores del país, desde la educación primaria hasta los sectores más altos de nuestro gobierno.

Es nuestra responsabilidad como la nueva generación de profesionistas de nuestro país el conocer las nuevas tendencias y sistemas de trabajo que se están surgiendo a nivel global, y desarrollar nuevos sistemas e ideologías que aplicados a la cultura productiva y educativa del país traigan como resultado el crecimiento a nivel individual y colectivo que necesitamos para hacer de México una nación competitiva en todos aspectos a nivel mundial. Es nuestro papel como ingenieros químicos en enfrentar los problemas, analizarlos profundamente y proponer soluciones creativas que nos lleven a solucionar éstos de raíz. Creemos que trabajando con este tipo de sistemas, parte de este proceso de solución, que a veces puede llegar a ser muy desgastante, se puede desarrollar más fácilmente.

Sí, la implantación del sistema de MPT en una industria mexicana es un gran reto, pero es el momento de superar los más grandes desafíos y obtener individualmente las herramientas necesarias para que cada sector de nuestro país administre autónomamente su desarrollo y crecimiento con miras al ingreso y permanencia de México en la competitividad mundial.

Bibliografia

SHIROSE, Kunio, TPM for workshop leaders, 1ª ed., Productivity Press , 1992.

KOBAYASHI, Iwao, 20 Keys to workplace improvement, 1ª ed., Productivity Press,
1990.

HIRANO, Hiroyuki, 5 Pillars of the visual workplace, 1ª ed., Productivity Press, 1995.

SUZUKI, Tokutaro, TPM in process industries, 1ª ed., Japan Institute of Plant
Maintenance, 1992.

NAKAJIMA, Seiichi, TPM development program, 1ª ed., Productivity Press, 1991.

FUJIKOSHI, Nachi, Training for TPM, 1ª ed., Productivity Press, 1991.

SHIROSE, Kunio, TPM for operators, 1ª ed., Productivity Press, 1992.

GOTOH, Fumio, Equipment planning for TPM, 1ª ed., Productivity Press, 1991.