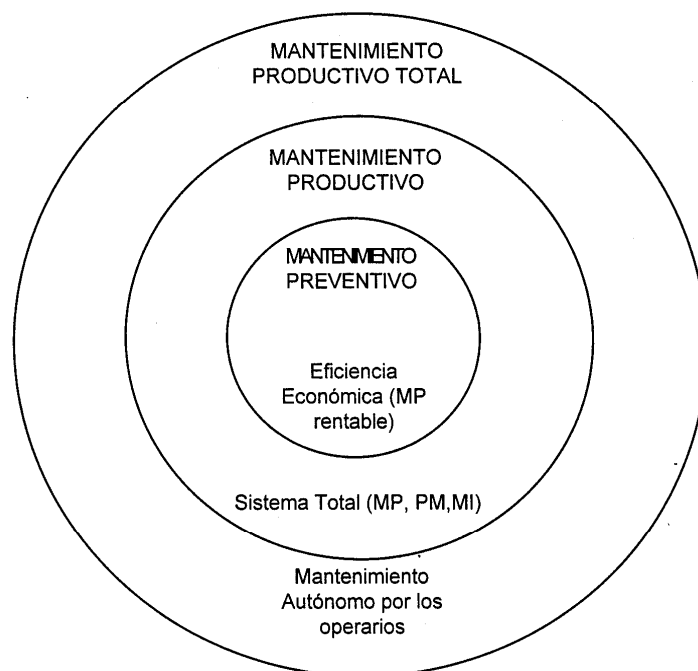

CAPITULO II. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

II.1. ORIGENES DEL TPM

Mantener en funcionamiento el equipo, significa realizar las actividades necesarias en instalaciones, herramientas y maquinaria, para que estos elementos estén siempre en las mejores condiciones de operación y poder brindar seguridad en el trabajo. Por consecuencia el mantenimiento del equipo desempeña un papel importante en la calidad del producto.

La productividad óptima del equipo depende de las técnicas de operación y de mantenimiento. Sin la combinación adecuada de estas dos técnicas y sin el entrenamiento apropiado de los trabajadores en ambas operaciones, ningún equipo puede ser completamente productivo. Este razonamiento fue lo que motivo a los japoneses a profundizar en el estudio del mantenimiento, que se introdujo desde América como mantenimiento preventivo en el año de 1951, y que los japoneses fueron adecuando hasta convertirse en mantenimiento productivo al estilo americano, ya que los operadores se dedicaban a producir y un pequeño grupo era el responsable de mantener en funcionamiento el equipo. Para 1971, se había dado un gran cambio en la manera de realizar el mantenimiento, este se había transformado en el Mantenimiento Productivo Total (ver figura 2.1).

El primer paso que se dio en el Japón para convertir el mantenimiento productivo en TPM, fue cambiar la asignación de tareas de los operadores del equipo, de modo que



MP = mantenimiento preventivo
PM = prevención del mantenimiento
MI = mejoramiento de la mantenibilidad

FIGURA 2.1. Relaciones entre TPM, mantenimiento productivo y mantenimiento preventivo

cada trabajador fuera responsable del mantenimiento rutinario; de esta manera, las tareas de operación y mantenimiento se encuentran estrechamente relacionadas.

A pesar de su origen oriental, en occidente ya existe un gran movimiento por la introducción de esta filosofía en una numerosa cantidad de empresas que están convencidas de su efectividad y confían en sus resultados.

II.2. EL CONCEPTO DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

"El TPM es el mantenimiento productivo realizado por todos los empleados en actividades de pequeños grupos" [4]. Frecuentemente, la dirección entiende que esto significa que solamente los trabajadores realizan autónomamente las actividades de mantenimiento en la planta, pero para que el TPM sea efectivo, se debe implementar sobre una base que abarca toda la compañía. El TPM es considerado como una nueva dirección de producción que nace por la creciente automatización de las fábricas, en donde la calidad ya no depende del proceso sino del equipo, al igual que la productividad, los costos, la seguridad, el inventario, el bienestar y las ventas.

El TPM incluye los siguientes cinco elementos:

1. Lograr la máxima efectividad del equipo
2. Establecer un sistema completo de mantenimiento preventivo para toda la vida del equipo
3. El TPM se implementa por varios departamentos como lo son: Ingeniería, Manufactura y Mantenimiento
4. El TPM involucra a cada empleado particular desde directivos hasta obreros
5. El TPM se basa en la promoción del mantenimiento preventivo a través de la dirección y la motivación apoyando actividades de pequeños grupos

El primer punto se refiere a lograr mediante un apropiado mantenimiento preventivo y predictivo, que los costos del equipo disminuyan y por tanto, se incremente

la producción. El segundo punto consiste en crear un programa de mantenimiento preventivo para toda la vida del equipo, que puede empezar desde la etapa de diseño de dicho equipo, luego un programa de mantenimiento preventivo y mejora del mantenimiento. Los puntos tres, cuatro y cinco se refieren al mantenimiento autónomo donde se involucra a todos los empleados de la compañía.

A pesar de los grandes avances tecnológicos que tiene el Japón, aún no ha sido posible automatizar el mantenimiento del equipo. Se automatizan las operaciones; pero por la complejidad del equipo, se requiere una organización de mantenimiento apropiada que cubra las necesidades de la empresa.

II.3. LA MISION DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

Las actividades que se realizan para mejorar la producción, tienen como fin el incremento de la productividad, minimizando los insumos (equipo, materiales y hombres) y maximizando los resultados (producción, calidad, costos, entrega, seguridad, salud y moral) mediante una plena satisfacción del cliente.

La meta del TPM, es efectuar mejoras fundamentales en una compañía, mejorando la utilización de equipos y trabajadores. Esta meta también puede plantearse a través de sistemas preventivos destinados a evitar trastornos, como lo son el cero averías y cero defectos; ya que si se logran reducir estos dos conceptos, las tasas de operación del equipo se reducen, por lo tanto, los costos se reducen, el inventario se puede minimizar y como consecuencia la productividad aumenta. El cero defectos y el TPM tienen una filosofía en común, ya que mientras el cero defectos se esfuerza por

prevenir los defectos de calidad, el TPM se esfuerza por evitar las averías del equipo que son un cierto tipo de defecto. El TPM se esfuerza también por maximizar los productos manteniendo las condiciones operativas ideales y manejando el equipo efectivamente, logrando con esto una minimización en los insumos. El TPM trabaja para lograr la efectividad global del equipo mediante la eliminación de desperdicios originadas por su mal funcionamiento tales como: tiempos de paro, pérdidas de velocidad y defectos de fabricación; que son los principales obstáculos en el logro de la efectividad total.

Los desperdicios se clasifican en:

1. Fallas o averías en el equipo
2. Cambios o ajustes en las máquinas
3. Paros menores provocadas por mala operación de sensores, piezas atrapadas, etc.
4. Disminución de la velocidad debido a discrepancias entre la velocidad de diseño y la velocidad de operación
5. Reducción del rendimiento desde el arranque de la máquinas hasta lograr la estabilización de la producción
6. Defectos de proceso

En las grandes fábricas, que destinan gran parte de su presupuesto para mantenimiento, se ha optado por emplear el mantenimiento predictivo más que el preventivo, ya que emplea modernas técnicas de análisis y verificación para diagnosticar la condición del equipo durante la operación y de esta manera detectar señales de deterioro en el momento que se presenten, de tal modo que disminuya el presupuesto

para partes de equipo que pudieran aún estar en buenas condiciones y que el mantenimiento preventivo no puede controlar.

II.4. EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO, UN CAMINO HACIA EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

El mantenimiento se vuelve más necesario conforme aumenta el grado de automatización de las empresas, ya que en esta situación, la producción depende directamente del equipo y el mantener su buen funcionamiento depende de la adecuación y buena ejecución del programa de mantenimiento para reducir variabilidades.

Lo ideal para toda empresa sería contar con un equipo libre de mantenimiento, que se podría dar a través de su prevención, es decir, en la etapa de diseño del equipo. Sin embargo la tecnología aún no ha llegado a su máximo nivel de automatización, en el cual sea posible evitar el mantenimiento; lo que queda por hacer para el logro de la mejora, es eliminar los fallos en el equipo que actualmente se utiliza en la empresa. Para lograrlo, no es suficiente poner atención en los fallas o defectos serios que es obvio que causaran averías, sino en detalles como suciedad, partículas, polvo, abrasión, desniveles y aflojamiento de pernos, que a pesar de parecer insignificantes, representan el verdadero problema.

Si se descuidan estos pequeños detalles que hasta cierto punto pueden pasar desapercibidos, en poco tiempo pueden volverse grandes, sobre todo si van unidos algunos de ellos, por tanto, es necesario tener un control adecuado que permita desaparecerlos cuando aún son pequeños e inofensivos, ya que tarde o temprano

causaran averías y será más complicado volver el equipo a su nivel óptimo. Este tipo de defectos a los cuales podemos llamar defectos ocultos (por permanecer indetectados o sin tratamiento), se pueden controlar si se cuenta con un mantenimiento bien regulado que evite el deterioro y regule las condiciones básicas de limpieza, lubricación y revisión de partes, también si se utilizan los procedimientos adecuados de operación y sobre todo, mejorando los puntos débiles de diseño, operación y capacidad de mantenimiento.

Para asegurar que se realicen las rutinas simples de cuidados para el equipo, es necesario que los departamentos de operaciones y mantenimiento, compartan la responsabilidad y cooperen en el trabajo de eliminación de fallas, mediante el adecuado desarrollo y aplicación del mantenimiento preventivo. Sin embargo, no basta contar con un programa bien establecido de mantenimiento preventivo para lograr disminuir el número de averías, ya que las causas de fallas del equipo cambian con el paso del tiempo. Existen fallas en el período inicial de operación del equipo, causados por errores de diseño y de fabricación. También existen fallas accidentales provocados por el mal uso que los operarios hacen del equipo y por último fallas por desgaste, que son provocados por el limitado período natural de vida útil de las piezas de equipo. Debido a la diversidad de fallas que puede sufrir el equipo, existen también diversas medidas que se deben tomar para prevenirlas o en su defecto corregirlas.

La prevención del mantenimiento es una de las medidas más efectivas contra todos los tipos de averías, ya que es en la fase de planeación y diseño del equipo donde debe buscarse un diseño libre de mantenimiento para evitar las fallas en las distintas etapas de vida del equipo. Cuando el ciclo de vida del equipo es considerado de esta manera, es obvio que el mantenimiento preventivo sólo no podrá eliminar las averías,

por ello, el éxito del TPM y la eliminación de averías, depende de la cooperación de los distintos departamentos de la empresa, como lo son: mantenimiento, diseño, planeación y manufactura.

II.5. CONFORMACION DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

Los detalles prácticos y procedimientos para usar el TPM deben adaptarse a cada compañía en particular. Cada compañía debe crear su propio plan de acción, ya que las necesidades y problemas varían dependiendo del tipo de empresa, los métodos de producción, el equipo con que cuenta y las condiciones en que se encuentra. Sin embargo, hay algunas condiciones básicas para la implantación, el desarrollo y el éxito del TPM, que se pueden aplicar a la mayoría de las compañías.

1. Mejorar la efectividad del equipo
2. Contar con un programa de mantenimiento autónomo y uno para el departamento de mantenimiento. La figura 2.3 muestra la estructura de un programa de mantenimiento
3. Mejorar el desempeño del personal de mantenimiento y de manufactura
4. Contar con un programa inicial de dirección y gestión de equipo

Estas actividades engloban los elementos mínimos para el efectivo desarrollo del TPM.

Ver figura 2.2.

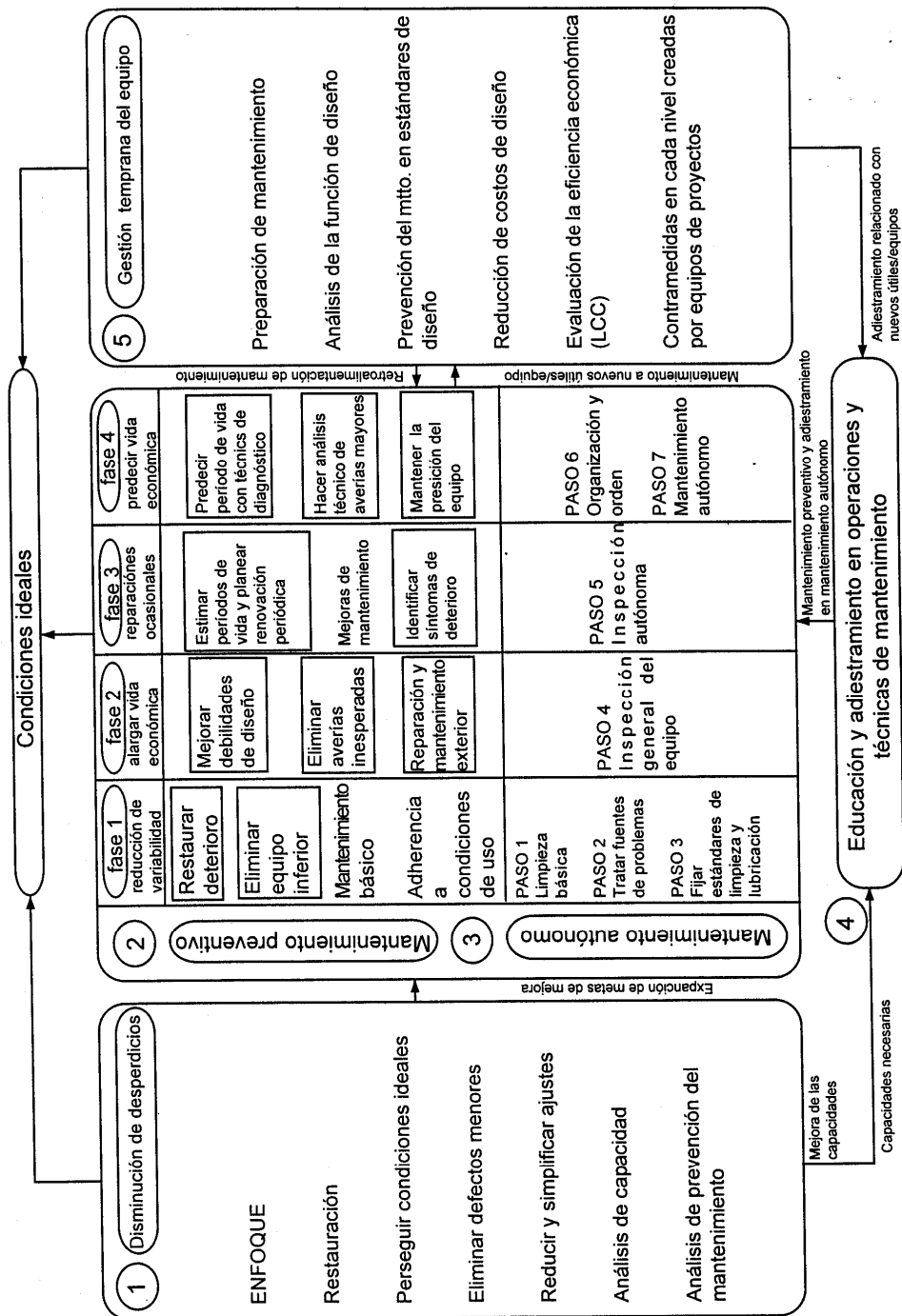


FIGURA 2.2. Proceso general para el desarrollo del TPM en una compañía

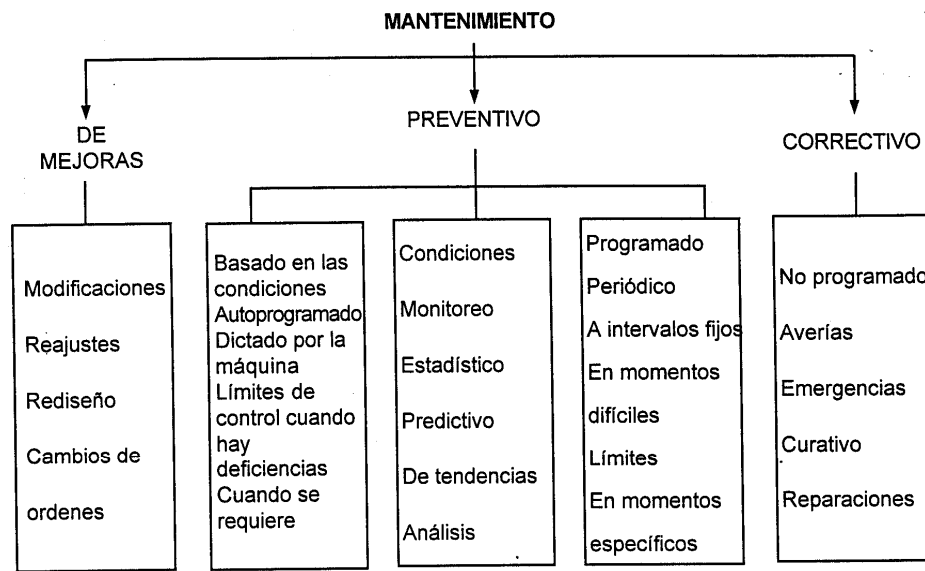


FIGURA 2.3. Estructura de un programa de mantenimiento productivo total [11]

II.6. PROCESO DE IMPLANTACION DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

Se requiere un mínimo de tres años para que el TPM logre resultados significativos; y el pensar que se puede reducir este tiempo puede llevar al fracaso.

Primero que nada debemos cambiar las actitudes del personal e incrementar su capacidad mediante la motivación y competencia, lo cual incrementara la efectividad en la operación del equipo. Tales mejoras en la calidad, en el funcionamiento del equipo y en la mentalidad de los miembros de la organización, son esenciales para lograr la mejora. El desarrollo del TPM consta de tres etapas:

1. *DISEÑO*: Es la fase donde se definen los ajustes y planes de estrategias necesarios para la adopción del TPM
2. *APLICACION DEL TPM*: Esta es la fase en donde se llevan acabo las acciones definidas en la etapa de diseño
3. *CONTROL*: En esta etapa, mediante una inspección completa, se conocen los resultados de la aplicación y se verifica que estén de acuerdo a lo diseñado o en su defecto, se llevan acabo los ajustes necesarios

II.7. PROGRAMA DE DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

Cada una de las etapas anteriores está compuesta de varios pasos que dan como resultado un programa de desarrollo para el TPM (ver tabla 2.1).

II.7.1. ETAPA DE DISEÑO

a).- INFORMACION SOBRE LA INTRODUCCION DEL TPM

En este primer paso, los altos directivos hacen oficial la decisión de introducir el TPM, además, deben despertar el entusiasmo por el proyecto dentro de la empresa. Se dará una explicación amplia sobre el proyecto y los beneficios que traerá consigo. También se mostrará un plan de las metas que se persiguen y se tratará de motivar a

FASE	PASO	DETALLES
DISEÑO	1. Información sobre la introducción del TPM	Conferencia sobre TPM en la compañía, artículos en el periódico ó revista de la empresa
	2. Promover la educación para el TPM	Directores: seminarios, reuniones de acuerdo al nivel General: presentación de filmas
	3. Crear organizaciones para promover el TPM	Formular comités especiales en cada nivel para promover el TPM; establecer la oficina central y el staff
	4. Establecer políticas y metas para el TPM	Analizar las condiciones existentes, establecer metas y predecir resultado
	5. Formular un plan maestro para el desarrollo del TPM	Preparar planes detallados de implantación para las cinco actividades fundamentales
APLICACION DEL TPM	6. Puesta en marcha	Invitar a clientes, empleados y compañías proveedoras
	7. Mejorar la efectividad del equipo	Seleccionar equipo modelo y formar equipos de proyectos
	8. Establecer un programa de mantenimiento autónomo	Promover los siete pasos para el desarrollo del mantenimiento autónomo; fabricar útiles de diagnóstico y establecer procedimientos de certificación de los trabajadores
	9. Establecer un programa para el departamento de mantenimiento	Incluye mantenimiento periódico y predictivo, gestión de repuestos, herramientas, dibujos y programas
	10. Proporcionar entrenamiento para mejorar las capacidades de operación y mantenimiento	Entrenar a los líderes; los líderes transmiten la información a los miembros del grupo
	11. Desarrollo de un programa de gestión de equipos	Diseño MP (prevención del mantenimiento), análisis del LCC (costo del ciclo de vida)
CONTROL	12. Plena implantación del TPM y metas más elevadas	Reajustar detalles, fijar objetivos más elevados

TABLA 2.1. Los doce pasos para el desarrollo del TPM [4]

los miembros de la organización para que participen directamente en sugerencias para el logro de las metas fijadas. Es muy importante infundir el compromiso de la organización hacia este proyecto, sobre todo en la alta dirección, ya que es quien guiará este cambio.

En síntesis en este paso se crea un entorno favorable para lograr el cambio efectivo.

b).- PROMOVER LA EDUCACION PARA EL TPM

Este paso consiste de una detallada explicación de lo que es el TPM, con el fin de romper la resistencia al cambio y elevar la moral. La educación debe ser tal que los trabajadores dejen de preferir la división de tareas convencional (los operarios manejan el equipo y los trabajadores de mantenimiento lo reparan) para colaborar de una manera general en las labores de mantenimiento; también deben quedar bien convencidos de que la carga de trabajo no aumentará para los operarios ni disminuirá para el personal de mantenimiento.

Una medida que resulta muy efectiva, es promover la educación contando con la presencia de los directores, que representa un apoyo y con lo cual se vuelve más interesante el intercambio de ideas.

En este paso también se debe organizar una campaña para promover el entusiasmo por el TPM. Se pueden utilizar carteles, botones ó gafetes, placas, etc. que tengan frases alusivas al TPM, para crear un entorno positivo.

c).- CREAR ORGANIZACIONES PARA PROMOVER EL TPM

Una vez terminada la educación introductoria, se empieza a crear un sistema promocional del TPM. Esta estructura promocional se basa en una matriz organizacional conformada por grupos horizontales, tales como comités y grupos de proyectos en cada nivel de la organización vertical de dirección. Es crítica la integración arriba - abajo, desde las metas orientadas por la dirección con movimientos desde el más bajo nivel y actividades de pequeños grupos en la empresa.

Es importante que se establezca un grupo de profesionales en una oficina central promocional del TPM, que sirva de staff a la alta dirección, los cuales jugarán un papel crucial en la estructura promocional del TPM.

d).- ESTABLECER POLITICAS Y METAS PARA EL TPM

La oficina central promocional del TPM debe iniciar el establecimiento de metas y políticas básicas. Las políticas pueden ser proposiciones abstractas, en cambio las metas deben ser cuantitativas, precisas y que contesten a las interrogantes qué, cuánto y cuándo. Una vez fijadas las metas a mediano y largo plazo para la empresa, deben desarrollarse también en cada departamento y nivel. Las metas anuales se determinan por los directores y supervisores, asegurando la consistencia entre los temas y metas de los pequeños grupos y las metas globales de la compañía.

e).- FORMULAR UN PLAN MAESTRO PARA EL DESARROLLO DEL TPM

Esta es la siguiente responsabilidad de la oficina central del TPM. El plan maestro, debe incluir un programa de promoción del TPM, empezando por la fase de diseño.

II.7.2. ETAPA DE APLICACION

f).- PUESTA EN MARCHA TPM

Este es el primer paso en la aplicación del TPM, consiste de un evento de inauguración, donde es recomendable invitar a clientes y proveedores de la empresa para dar más formalidad al acto. En la reunión los directores dan a conocer la estructura promocional TPM, los planes preparados y el avance en la etapa anterior; también, un representante de los trabajadores reafirma su compromiso para alcanzar las metas TPM.

g).- MEJORAR LA EFECTIVIDAD DEL EQUIPO

En este paso, se organizan equipos de proyectos que harán mejoras al equipo; es recomendable centrar los esfuerzos de los grupos de trabajo sobre los equipos que sufren pérdidas crónicas durante la operación, es decir, piezas que mostrarán mejoras significativas en un período corto. Esto ayudará a superar las dudas y crear confianza

en el TPM, para aquellas personas que a pesar de haber visto como otras compañías han incrementado su productividad y calidad, han reducido sus costos, mejorado sus resultados y creado un entorno favorable de trabajo, duden de su potencial.

Estos proyectos, tienen doble beneficio, ya que prueban la efectividad del TPM y dan al staff de ingeniería y mantenimiento una experiencia directa; además, otras personas pueden usar esta experiencia para mejorar otros equipos en centros de trabajo individuales.

h).- ESTABLECER UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTONOMO

El mantenimiento autónomo por los operarios, es una característica única del TPM, su organización es central para la promoción del TPM en la compañía; consiste en que cada operador del equipo le de mantenimiento básico sin necesidad de la intervención del personal de mantenimiento, excepto para problemas mayores.

Mientras más tiempo tenga una compañía, más difícil es implantar el mantenimiento autónomo, porque el personal está acostumbrado a que los operadores producen y los de mantenimiento reparan. Tales actitudes no pueden cambiarse de la noche a la mañana, esta es una de las razones por las que lleva tanto tiempo implantar el TPM. Es conveniente que cada integrante de la organización esté convencido de que es factible que los propios operarios realicen el mantenimiento y sean responsables del equipo. Pero también, cada operario debe contar con las herramientas necesarias para realizar el mantenimiento de su equipo.

i).- ESTABLECER UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento programado realizado por el departamento de mantenimiento, debe coordinarse con las actividades de mantenimiento autónomo del departamento de operaciones. Hasta que la inspección general llegue a formar parte de la rutina de los trabajadores, se requerirá la asistencia del departamento de mantenimiento, de una manera más constante en relación a como era antes de introducir el TPM. El volumen de trabajo del departamento de mantenimiento disminuirá cuando la inspección general llegue a ser parte del trabajo de rutina de los operarios; entonces, el número de fallos decrecerá al igual que las actividades de mantenimiento.

El desarrollo de un programa de mantenimiento periódico, debe comenzar antes de que el procedimiento de inspección general por los operarios se haya completado. Si una compañía cuenta ya con un programa de mantenimiento programado, pero es inadecuado, debe mejorarse como parte del desarrollo del TPM. El departamento de mantenimiento debe desarrollar estándares para el equipo, de forma que en la fase de inspección autónoma, puedan comparar contra los estándares fijados por el departamento de operaciones.

j).- PROPORCIONAR ENTRENAMIENTO PARA MEJORAR LAS CAPACIDADES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

La educación y el entrenamiento son inversiones en personal que rinden múltiples beneficios. Una compañía que implanta el TPM, debe invertir en entrenamiento que

permita a los empleados realizar las operaciones apropiadas al equipo, al igual que dar entrenamiento en técnicas de mantenimiento que le permitan afinar sus capacidades.

La educación técnica y entrenamiento para operación y mantenimiento, debe ajustarse a los requerimientos individuales del área de trabajo; resulta muy benéfico realizar entrenamiento mediante simulación de situaciones inesperadas.

k).- DESARROLLO TEMPRANO DE UN PROGRAMA DE GESTION DE EQUIPOS

Cuando se instala un nuevo equipo, es común que ocurran problemas durante el período de prueba o arranque, aunque en las etapas anteriores haya funcionado adecuadamente. Frecuentemente los ingenieros tienen que realizar muchas mejoras antes de que inicie su operación normal.

La gestión temprana del equipo, se realiza por el personal de mantenimiento y de ingeniería como parte de la prevención del mantenimiento y de un diseño libre de mantenimiento, que son metas promovidas a través de actividades de mejora, desde la fase de planeación de la inversión en equipo, diseño, fabricación, instalación y pruebas, así como cuando ya se está operando normalmente. La gestión temprana de equipos está orientada a minimizar el costo del ciclo de vida a través de:

- Lograr los niveles más elevados posibles dentro de los límites establecidos en la fase de planeación de la inversión en equipo

- Reducir el período entre diseño y operación estable, realizándolo eficientemente con mínimo de trabajo y sin desequilibrios en las cargas de tareas
- Asegurar que el equipo diseñado está en los niveles más elevados de mantenibilidad, operabilidad económica y seguridad

Por tanto, es primordial que los ingenieros de equipo estudien situaciones en las que se haya maximizado mantenibilidad del equipo, para así, desarrollar estándares de diseño que permitan prevenir el mantenimiento. Una adecuada comunicación entre los departamentos involucrados, también proporciona información necesaria para prevenir el mantenimiento.

II.7.3. ETAPA DE CONTROL

1).- PLENA IMPLANTACION DEL TPM Y METAS MAS ELEVADAS

El último paso en el desarrollo del TPM, consiste en perfeccionar su implantación a través de la detección y corrección de fallas que se pudieran presentar durante su desarrollo, así como establecer metas futuras más ambiciosas, teniendo siempre en mente que la mejora debe continuar.