

TPM – Mantenimiento Productivo Total

TPM es la sigla de “Total Productive Maintenance” (Mantenimiento Productivo Total) y fue desarrollado en Japón en la década de 1970 como una necesidad de mejorar la calidad de los productos y servicios.

Se trata de un tipo de **administración participativa**, que incluye a todos los trabajadores y enfatiza el respeto al ser humano. Todos los empleados participa en este proceso.

Perfecciona permanentemente la efectividad global de los equipos, con la activa participación de los practicantes del equipo productivo.

El objetivo es hacer que las personas cambien sus ideas y/o comportamientos, realizando una alteración de la cultura general de la empresa. Para conseguir esto, es indispensable que todos los empleados participen en todos los niveles y en especial, en los niveles superiores.

Es necesario que los canales de comunicación de abajo hacia arriba estén abiertos para recibir opiniones, sugerencias y propuestas.

Se define al TPM como la reformulación y mejora de la estructura empresarial a partir de la reestructuración y mejora de las personas y de los equipos.

Para esto se debe contar con el compromiso de todos los niveles jerárquicos y el cambio de la postura organizacional.

El TPM debe ser implementado “top-down” (de arriba para abajo)

Se puede decir que el TPM como metodología, es la resultante de tres corrientes anteriores gestadas en diferentes lugares y épocas.

➤ **La Escuela Latina (Francia, mediados de la década del 60)**

Según la escuela latina se puede lograr un aumento de la productividad a través del mantenimiento. Para optimizarlo se vale de un sistema informatizado e integrado a toda la planta por medio del cual se logra movilizar los recursos entre los diferentes niveles jerárquicos. Así se obtiene mayor eficiencia y disponibilidad de los equipos.

➤ **Investigaciones Rusas (Rusia, al término de la década del 60)**

De acuerdo a estas investigaciones se crea el concepto de “Ciclo de Mantenimiento”. Se define como ciclo de mantenimiento al espacio de tiempo comprendido entre dos “revisiones Generales”, que agrupan todos los trabajos de reemplazos, reparaciones, ajustes, etc. durante dicho período.

➤ **La Terotecnología (Inglaterra, al inicio de la década del 70)**

Se define como terotecnología a la técnica capaz de combinar los medios financieros, estudios de confiabilidad, evaluaciones técnico – económicas y métodos de gestión, de manera de lograr que los ciclos de vida de los equipos sean cada vez menos costosos.

Pero en términos generales y aplicado a la industria, se puede interpretar como:

“CONSERVACION DE LOS MEDIOS DE PRODUCCION POR TODOS”

Intenta involucrar en un mismo trabajo a los hombres, las máquinas y la empresa. Las empresas que aplican TPM dicen poder vencer los desafíos de la productividad y de la calidad con el compromiso de todos los integrantes de la organización. Se trata de un Proceso Continuo para obtener sustanciales mejoras en la reducción del porcentaje de paradas, mejora en la calidad del producto y disminución de los gastos innecesarios de mantenimiento por falta de información

1.- Introducción

La aparición de fallos y averías en los componentes de una instalación industrial trae consigo la disminución de los beneficios que pudieran derivarse del proceso productivo en cuestión. Aquellas averías que dan lugar a la indisponibilidad del proceso provocan una merma de ingresos y, asimismo, originan un incremento en los costos de producción, ya que, como mínimo, habrá que reparar o sustituir el equipo averiado y, en el peor de los casos, deberán pagarse importantes indemnizaciones por los posibles daños ocasionados a terceros o al medio ambiente.

En este contexto, la disponibilidad o seguridad de funcionamiento de una instalación industrial, visión integrada de los conceptos de fiabilidad (capacidad para funcionar continuamente durante un determinado período de tiempo), mantenibilidad (capacidad para que un ítem sea mantenido preventiva y correctivamente), y seguridad (capacidad para operar sin producir daño), constituye el índice básico de medida del aseguramiento de su capacidad productiva.

Los conceptos anteriormente mencionados nos demuestran que el mantenimiento, en sus variantes de preventivo y correctivo, influye sobremanera sobre los elementos de la confiabilidad de un dispositivo. De ahí el notable auge que en los últimos años está teniendo su optimización en la mayoría de las organizaciones industriales.

En lo que sigue, se presentarán los aspectos más significativos de la metodología TPM, considerada como una herramienta muy importante a implementar en una instalación industrial que contribuya a la mejora de la productividad y por consiguiente al incremento de la rentabilidad de los procesos implicados y del valor de los activos invertidos.

2.- Principios Básicos

2.1 ¿ Que es TPM?

El TPM es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "mantenimiento preventivo" creado en la industria de los Estados Unidos.

Se considera como *estrategia*, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos.

El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costes, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

El TPM es un sistema orientado a lograr básicamente:

- cero accidentes
- cero defectos
- cero averías

Estas acciones deben conducir a la obtención de productos y servicios de alta calidad, mínimos costes de producción, alta moral en el trabajo y una imagen de empresa excelente. No solo deben participar las áreas productivas, se debe buscar la eficiencia global con la participación de todas las personas de todos los departamentos de la empresa. La obtención de las “cero pérdidas” se debe lograr a través de la promoción de trabajos en grupos pequeños, comprometidos y entrenados para lograr los objetivos personales y de la empresa.

2.2 Objetivos

Antes de comenzar a mencionar los objetivos, es importante destacar que el TPM no hace decaer la responsabilidad de Ingeniería por el mantenimiento. Las tareas de mantenimiento a incluir, por ejemplo en la operación, se elaboran de común acuerdo entre los sectores de Producción y de Ingeniería o Mantenimiento. Este último, transmitirá los conocimientos sobre las tareas asignadas y se reserva la responsabilidad de auditar los trabajos para controlar la calidad, forma y tiempo de ejecución.

Los objetivos que una organización busca al implantar el TPM pueden tener diferentes dimensiones:

2.2.1 Objetivos Estratégicos

El proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costos operativos y conservación del “conocimiento” industrial.

Máximo rendimiento global, entre otras cosas, a partir de maximizar la participación de los operadores en tareas de mantenimiento, tratando de lograr cero pérdida de velocidad de los equipos.

Otro objetivo estratégico es mejorar la calidad del personal.

2.2.2 Objetivos Operativos

El TPM tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada. Es decir:

- Detectar tempranamente (por el operador) problemas en desarrollo.
- Cero producto defectuoso.
- Cero tiempo de paradas no planeadas y eliminación de tiempos muertos.
- Cero accidentes.

2.2.3 Objetivos Organizativos

El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incrementando la moral en el trabajador, creando un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, todo esto, con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato.

Compromiso de todos los departamentos: Operación + Mantenimiento + Desarrollo + Ventas + Administración + etc. Participación desde Directores hasta las primeras líneas.

2.3 Características

Las características del TPM más significativas son:

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Participación amplia de todas las personas de la organización.
- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Esta orientado a la mejora de la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

El TPM se orienta a la mejora de dos tipos de actividades directivas:

- Dirección de operaciones de mantenimiento.
- Dirección de tecnologías de mantenimiento.

2.4 Beneficios del TPM

2.4.1 Organizativos

- Mejora en la calidad del ambiente de trabajo.
- Mejor control de las operaciones.
- Incremento de la moral del empleado.
- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas. Aprendizaje permanente.
- Dimensionamiento adecuado de las plantillas de personal.
- Redes de comunicación eficaces.

2.4.2 Seguridad

- Mejorar las condiciones ambientales.
- Cultura de prevención de eventos negativos para la salud.
- Incremento en la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas.
- Entender el porqué de ciertas normas, en lugar de cómo hacerlo.
- Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.
- Eliminar radicalmente las fuentes de contaminación y polución.

2.4.3 Productividad

- Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las plantas.
- Mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Reducir los costos de mantenimiento y mejorar la calidad.
- Menor costo financiero por recambios.
- Mejorar la tecnología de la empresa.
- Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado.
- Crear capacidades competitivas desde la fábrica.

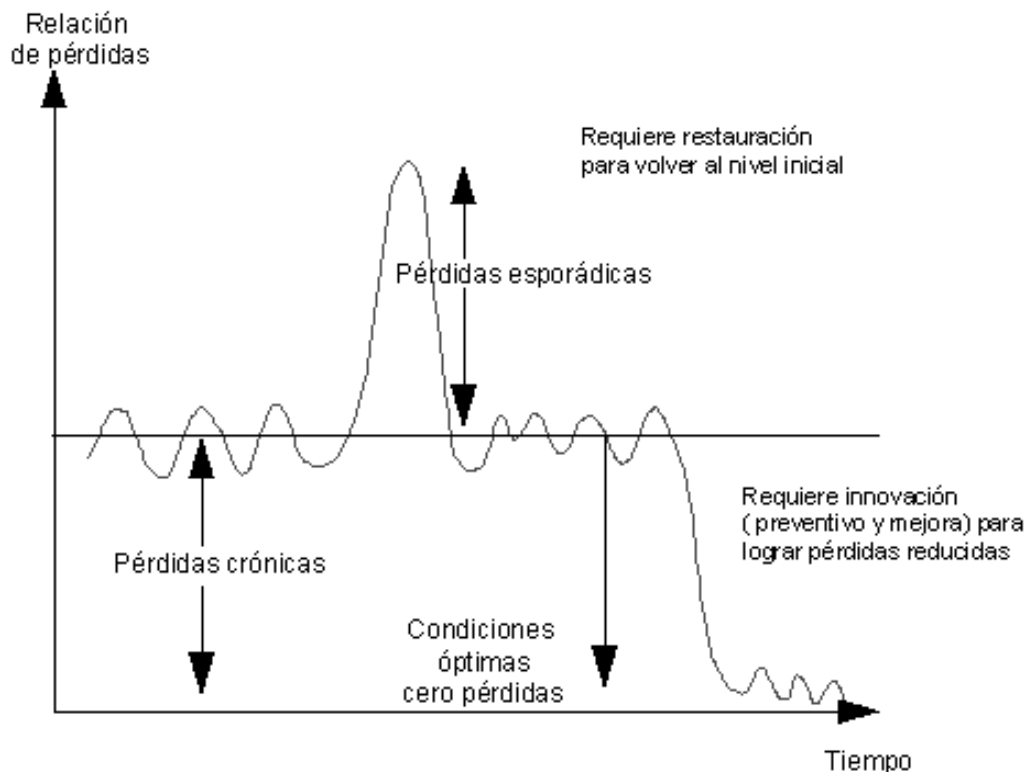
3.- Métodos y Herramientas

3.1 ¿Qué es una avería?

Se define como el cese de la capacidad de un ítem para realizar su función específica. El término ítem equivale en general a un equipo, conjunto, sistema, máquina o componente. Esta pérdida de función puede ser total o parcial.

La pérdida total de funciones conlleva a que el elemento no puede realizar todas las funciones para las que se diseñó.

Una estrategia para la solución de averías debe considerar que existen averías críticas que son prioritarias eliminarlas para conseguir un resultado significativo en la mejora del equipo.

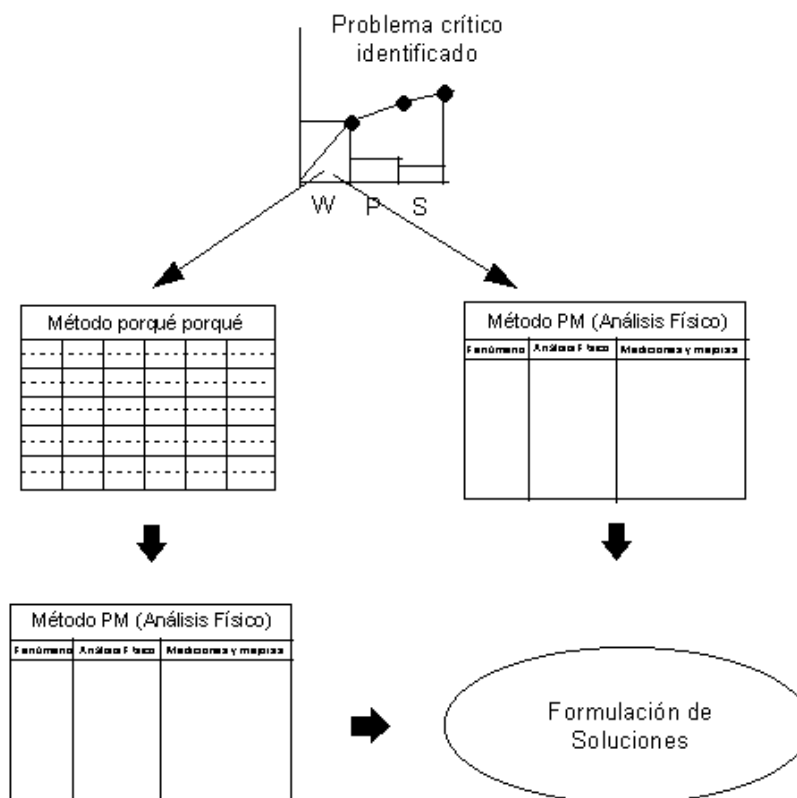


3.2 Estrategia de mejora con métodos de mantenimiento

3.2.1 Diagnóstico del problema - Técnicas: Porqué-Porqué y método PM

La estrategia de TPM para el diagnóstico de averías se inicia con la utilización de la técnica Porqué-Porqué. Esta técnica permite reducir en forma dramática la repetición de las averías, pero no la elimina en forma definitiva. Por este motivo es necesario emplear a continuación el método PM (Physical Mechanism) para lograr eliminar de raíz la mayor cantidad de factores causales y alcanzar altos niveles de confiabilidad en los equipos.

Cuando un equipo se encuentra bien mantenido y presenta una avería, se puede realizar su diagnóstico aplicando un análisis PM. Pero si el equipo se encuentra deteriorado y sus condiciones básicas están descuidadas, se considera que es más apropiado iniciar un estudio con la técnica Porqué-Porqué, antes de aplicar un análisis PM.



Estrategias de Mantenimiento Productivo Total

Ver Anexo I “Planilla Análisis de Fallo, ADF”

4.- Modelo TPM

4.1 TPM como un sistema

La visión global del TPM que se considera está representado en la siguiente figura:



Sistema TPM

Por último podemos destacar que los efectos en el Personal son en general:

- Orgullo (lo primero y más importante).
- Mayor satisfacción laboral.
- Mejoramiento de Trabajo en Equipo.
- Mejoramiento de Habilidades.
- Mayor "sentido de pertenencia" del equipo.
- Menor rotación (se sienten parte de la familia).
- Mejora en el ambiente laboral.

Centraremos nuestra atención en el Módulo: **Procesos Fundamentales** del diagrama anterior, es decir, **los Pilares TPM**.-

4.2 ¿Qué son los "pilares TPM?"

El modelo original TPM propuesto por el Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) sugiere utilizar "pilares" específicos para acciones concretas diversas, las cuales se deben implementar en forma gradual y progresiva, asegurando cada paso mediante acciones de autocontrol del personal que interviene.

Estos pilares sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implementan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. Los pilares considerados por el JIPM como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son 8 y se indican a continuación.

- Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen)
- Mantenimiento Planeado
- Mejoras Enfocadas (Kobetsu Kaizen)
- Capacitación y desarrollo de habilidades
- Mantenimiento de Calidad o Hinshitsu Hozen
- Higiene, Seguridad y Medio ambiente
- Gestión Temprana
- Administración - Prevención de mantenimiento

5.- Desarrollo de Pilares del TPM

5.1 Pilar: Mantenimiento Autónomo

El MA está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento. Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operadores. Estos deben ser bien entrenados y contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que operan.

Los objetivos fundamentales del mantenimiento autónomo son:

- Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento.
- Desarrollar nuevas habilidades para el análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo.
- Evitar el deterioro acelerado del equipo mediante una operación correcta y verificación permanente de acuerdo a los estándares.
- Mejorar el funcionamiento del equipo con el aporte creativo del operador.
- Construir y mantener las condiciones necesarias para que el equipo funcione sin averías y rendimiento pleno.
- Mejorar la seguridad en el trabajo.

5.1.1 Visión tradicional de la división del trabajo en plantas industriales

Una de las principales características del TPM es desarrollar a los encargados de la operación y aumentar la participación directa en las actividades de mantenimiento. En

numerosas fábricas es muy marcada la separación existente entre el personal de mantenimiento y producción. El departamento de mantenimiento se encarga de reparar y entregar el equipo para que producción cumpla con su misión exclusiva de fabricar. Esta clase de organización industrial conduce a pérdidas de Efectividad Global de Producción (EGP), un pobre clima de trabajo, desmotivación y frecuentes enfrentamientos entre ambas partes.

La visión moderna del mantenimiento busca que exista un compromiso compartido entre las diferentes funciones industriales. En la medida que se incorpora nueva tecnología en la construcción de los equipos productivos, los operarios de estos equipos deben tener un nivel técnico superior, ya que deben conocer en profundidad su funcionamiento y colaborar en su mantenimiento. Son numerosas las tareas que puede realizar el operador, como limpiar, lubricar, cuidar los aprietes, purgar las unidades neumáticas, verificar el estado de tensión de cadenas, observar el buen estado de sensores y fotocélulas, mantener el sitio de trabajo libre de elementos innecesarios, libre de fuentes de contaminación, etc. Con esta contribución, el personal de mantenimiento podrá dedicar un mayor tiempo a mejorar las rutinas del mantenimiento preventivo y realizar verdaderos estudios de ingeniería de mantenimiento para mejorar el funcionamiento del equipo y aumentar su disponibilidad.

En algunas empresas industriales es posible encontrar tantos grados de especialización que se requiere la intervención de tres o cuatro personas para retirar un conjunto motor-bomba del lugar de operación. El electricista desconecta el motor, el mecánico desmonta el conjunto y un tercero lo transporta al taller para su reparación. En esta organización, la limpieza no es asumida por el operador de la sección, ya que éste es un trabajo que debe ser realizado por personal con menor experiencia, preferiblemente del área de limpieza que depende de servicios generales. Este tipo de situaciones hace que esta empresa no esté preparada adecuadamente para construir capacidades competitivas en su planta. No existe la posibilidad de mejorar el conocimiento sobre el comportamiento de los equipos, ya que la función de limpieza es transferida a operarios independientes de la operación y poco capacitados, creando riesgos, pérdida de conocimiento e ineficiencia.

En varias plantas productivas existe otro problema que tiene que ver con los "celos" entre el personal de mantenimiento y el posible aprendizaje que pueda alcanzar el operario. Se ha considerado que el operador solamente debe operar el equipo y cualquier intervención menor la realiza el personal de mantenimiento.

Otro comportamiento se da cuando la intervención de mantenimiento toma cierto tiempo, la supervisión de producción asigna el personal a otras líneas o equipos no dejando un número suficiente de operadores para que cooperen en la puesta en marcha del equipo y aprendan más sobre la maquinaria.

5.1.2 Desarrollo de trabajadores competentes en el manejo de los equipos

Cuando el operador ha recibido entrenamiento en aspectos técnicos de planta y conoce perfectamente el funcionamiento del equipo, podrá realizar algunas reparaciones menores y corregir pequeñas deficiencias. Esta capacitación le permitirá desarrollar habilidades para identificar rápidamente anomalías en el funcionamiento, evitando que en el futuro se transformen en averías importantes si no se les da un tratamiento oportuno. Los operadores deben estar formados para detectar tempranamente esta clase de anomalías y evitar la presencia de fallos en el equipo y problemas de calidad. Un operador competente puede detectar prontamente esta clase de causas y corregirlas oportunamente.

El MA implica un cambio cultural en la empresa, especialmente en el concepto: “yo fabrico y tu conservas el equipo”, en lugar de “yo cuido mi equipo”. Para lograrlo es necesario incrementar el conocimiento y las capacidades que poseen los operadores para lograr un total dominio de la situación operativa.

5.1.3 Creación de un lugar de trabajo grato y estimulante

El MA permite que el trabajo se realice en ambientes seguros, libres de ruido, contaminación y con los elementos de trabajo necesarios. El orden en el área, la ubicación adecuada de las herramientas, medios de seguridad y materiales de trabajo, traen como consecuencia la eliminación de esfuerzos innecesarios, menores desplazamientos con cargas pesadas, reducir los riesgos potenciales de accidente y una mayor comprensión sobre las causas potenciales de accidentes y averías en los equipos.

El MA estimula el empleo de estándares, hojas de verificación y evaluaciones permanentes sobre el estado del sitio de trabajo. Estas prácticas de trabajo crean en el personal operativo una actitud de respeto hacia los procedimientos, ya que comprenden su utilidad y la necesidad de utilizarlos y mejorarlos.

Otro aspecto a destacar es la creación de un trabajo disciplinado y respetuoso de las normas y procedimientos. El TPM desarrollado por el JIPM estimula la creación de metodologías que, sin ser inflexibles sobre la creatividad del individuo, convierten el trabajo diario en algo técnicamente bien elaborado y que se puede mejorar con la experiencia diaria.

5.1.4 Limpieza como medio de verificación del funcionamiento del equipo.

La falta de limpieza es una de las causas centrales de las averías de los equipos. La abrasión causada por la fricción de los componentes deterioran el estado funcional de las partes de las máquinas. Como consecuencia, se presentan pérdidas de precisión que conducen a defectos de calidad de productos y paradas de equipos no programadas. Por lo tanto, cobra importancia el trabajo de mantenimiento que debe realizar el operador en la conservación de la limpieza y aseo en el mantenimiento autónomo.

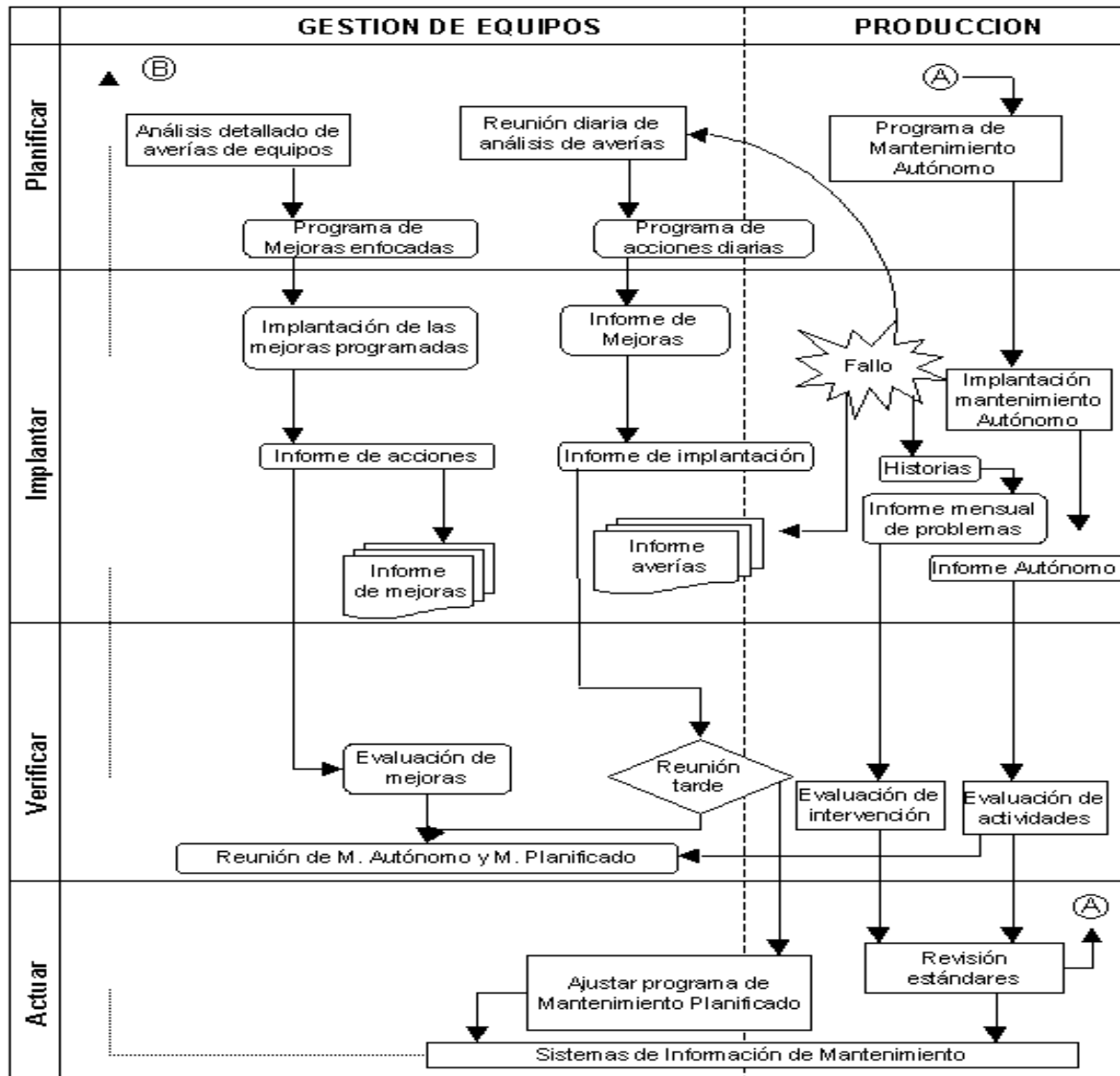
Cuando se realizan actividades de MA el operador, en un principio, buscará dejar limpio el equipo y en orden. En un segundo nivel de pensamiento, se preocupará no solamente por mantenerlo limpio, sino que tratará de identificar las causas de la suciedad o contaminación, ya que esto implica un trabajo algunas veces tedioso y que en lo posible se debe evitar identificando la causa profunda del polvo, contaminación o suciedad. Cuando el operario “toca” el equipo podrá identificar otra clase de anomalías como tornillos flojos, elementos sueltos o en mal estado, sitios con poco lubricante, tuberías taponadas, etc. La limpieza como inspección se desarrolla siguiendo estándares de seguridad y empleando los medios adecuados previamente definidos, ya que de lo contrario, se pueden producir accidentes y pérdidas de tiempo innecesarias.

5.1.5 Empleo de controles visuales

Una de las formas de facilitar el trabajo de los operadores en las actividades de MA es mediante el empleo de controles visuales y estándares de fácil comprensión. Por ejemplo, la identificación de los puntos de lubricación de equipo con códigos de colores, facilitará al operador el empleo de las aceiteras correspondientes al mismo color, evitando la aplicación de otro tipo de lubricante al requerido. Los sentidos de giro de los motores, brazos de máquinas, válvulas, sentido de flujo de tuberías, etc., se deben marcar con colores de fácil visualización, evitando montajes deficientes y accidentes en el momento de la puesta en marcha. Otra clase de información visual útil para los operadores son los estándares de trabajo, aseo y lubricación. Estos estándares son elaborados de gran tamaño y ubicados muy cerca de los sitios de trabajo para facilitar su lectura y utilización.

5.2 Pilar: Mantenimiento Planificado o Progresivo

El mantenimiento planeado es uno de los pilares más importantes en la búsqueda de beneficios. El JIPM le ha dado a este pilar el nombre de Mantenimiento Planeado (MP). Consideramos que el término MP puede comunicar mejor el propósito de este pilar, que consiste en la necesidad de avanzar gradualmente hacia la búsqueda de la meta “cero averías” para una planta industrial. Ver figura siguiente.



ⓑ Mantenimiento planificado y otros pilares TPM.

Relación entre las acciones de mantenimiento y producción para prevenir averías

5.2.1 Limitaciones del enfoque tradicional de mantenimiento planeado

El mantenimiento planeado que se practica en numerosas empresas presenta entre otras las siguientes limitaciones:

- No se dispone de información histórica necesaria para establecer el tiempo más adecuado para realizar las acciones preventivas. Los tiempos

son establecidos de acuerdo a la experiencia, recomendaciones de fabricante y otros criterios con poco fundamento técnico y sin el apoyo en datos e información histórica sobre comportamiento pasado.

- Se aprovecha la parada de un equipo para “hacer todo lo necesario en la máquina” ya que la tenemos disponible. ¿Será necesario un tiempo similar de intervención para todos los elementos y sistemas de un equipo?, ¿Será esto económico?
- Se aplican planes de mantenimiento preventivo a equipos que poseen un alto deterioro acumulado. Este deterioro afecta la dispersión de la distribución (estadística) de fallos, imposibilitando la identificación de un comportamiento regular del fallo con el que se debería establecer el plan de mantenimiento preventivo.
- A los equipos y sistemas se les da un tratamiento similar desde el punto de vista de la definición de las rutinas de preventivo, sin importar la gravedad de sus modos de falla, riesgo, efecto en la calidad, grado de dificultad para conseguir el recambio o repuesto, etc.
- Es poco frecuente que los departamentos de mantenimiento cuenten con estándares especializados para realizar su trabajo técnico. La práctica habitual consiste en imprimir la orden de trabajo con algunas asignaciones pero que no indican el detalle del tipo de tarea a realizar. Por ejemplo: "inspeccionar la cadena 28X del eje superior del rotor impulsor". Este tipo de instrucción no indica qué inspeccionar en la cadena, el tipo de estándar a cumplir, forma, cuidados, características de calidad, registro de información, seguridad, tiempo, herramientas y otros elementos necesarios para realizar el trabajo de inspección.
- El trabajo de mantenimiento planificado no incluye acciones Kaizen para la mejora de los métodos de trabajo. No se incluyen acciones que permitan mejorar la capacidad técnica ni la fiabilidad del trabajo, como tampoco es frecuente observar el desarrollo de planes para eliminar la necesidad de acciones de mantenimiento. Esta también debe ser considerada como una actividad de mantenimiento preventivo.

5.2.2 Aportes del TPM a la mejora de MP

El TPM posee mayor visión de los procesos de gestión preventiva y utiliza tres grandes estrategias:

- 1) Actividades para prevenir y corregir averías en equipos a través de rutinas diarias, periódicas y predictivas.
- 2) Actividades Kaizen orientadas a mejorar las características de los equipos.
- 3) Actividades Kaizen para mejorar la competencia administrativa y técnica de la función mantenimiento.

Si se comparan las dos estrategias anteriores, el TPM con las prácticas habituales de mantenimiento planificado, observamos que existe una diferencia significativa en cuanto al alcance de sus actividades.

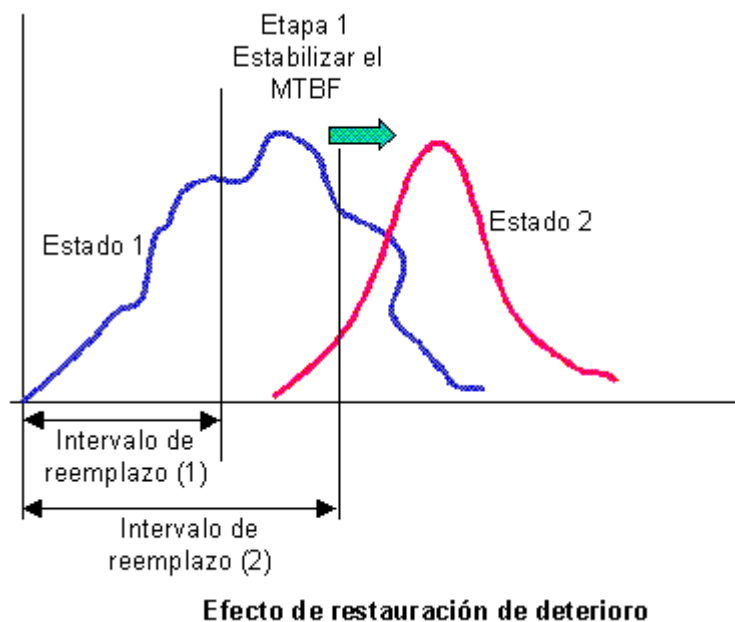
Algunas empresas han considerado que implementar un programa informático de gestión de mantenimiento les conducirá a resolver todos los problemas. La verdad es que se mejorarán las acciones administrativas de mantenimiento, pero el efecto positivo en la disminución de las averías y fallos en el equipo se logrará con acciones adicionales como:

- Utilización de la información para identificar y reducir los fallos frecuentes, Daily Management Maintenance (DMM).
- Utilización de información para el establecimiento de mejores tiempos de mantenimiento preventivo.
- Implementar acciones de prevención de mantenimiento.
- Implementar acciones para mejorar la competencia técnica de la función mantenimiento.
- Participación integral de todo el personal relacionado con las operaciones de la empresa en las acciones de mantenimiento.

5.2.3 Pasos preliminares para implementar un modelo de MP

Hemos comentado previamente sobre la necesidad de lograr que los equipos posean un comportamiento regular desde el punto de vista estadístico para poder establecer un plan de mantenimiento. Un comportamiento estable de los fallos permite que éste sea “predecible” y que las acciones de mantenimiento preventivo sean más económicas y eficaces. Un fallo es predecible cuando obedece a causas de deterioro natural. Si existe negligencia en su operación, sobrecarga, condiciones de funcionamiento deficiente, poca o ninguna limpieza; cualquier actividad de mantenimiento planificado no será eficaz y desde el punto de vista económico no se obtendrá el mejor beneficio de la intervención. El JIPM sugiere realizar dos actividades previas antes de iniciar un programa de mantenimiento planificado en un equipo para que éste sea económico y eficaz. Estas actividades son:

Etapas 1. Hacer “predecible” el MTBF



Propósitos

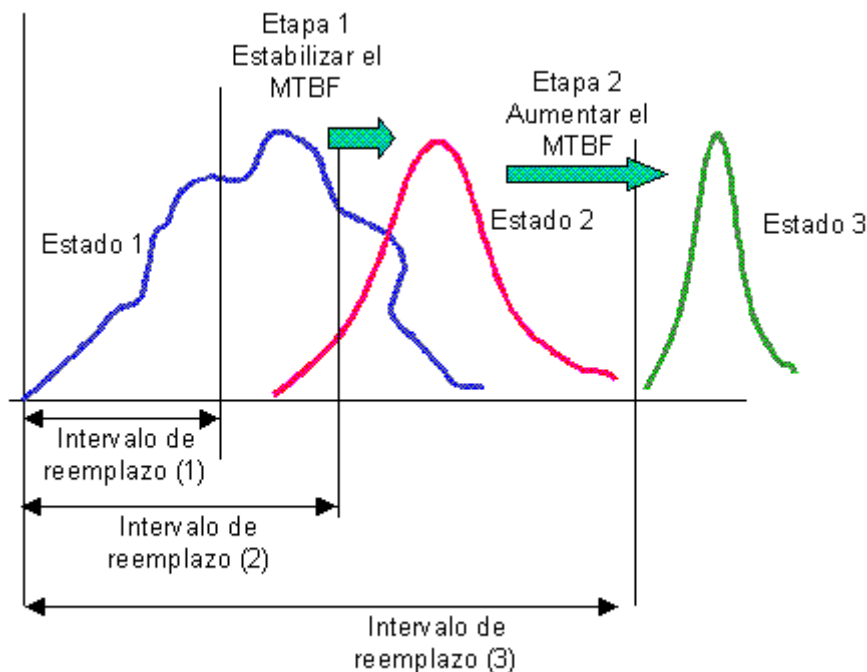
- Reducir la variabilidad de los intervalos de fallo.
- Eliminar deterioro acumulado.
- Hacer más predecible los tiempos en que se presentan los fallos.

Acciones

- Desarrollar los pasos uno y dos de Mantenimiento Autónomo.
- Eliminar errores de operación, negligencias y limitaciones del personal.
- Mantener condiciones básicas de operación.

En esta etapa se pretende eliminar en forma radical el deterioro acumulado que posee el equipo y que interviene como causa en la pérdida de estabilidad del MTBF. Un plan de mantenimiento realizado sobre un equipo que no cuente con un MTBF estable, es poco económico y poco efectivo para prevenir los problemas. Con las acciones de esta etapa se busca que la fluctuación del MTBF sea en lo posible (teóricamente) debida exclusivamente al desgaste natural de los componentes. Al ser estable el MTBF, el comportamiento de los fallos será predecible y el tiempo asumido para la intervención planificada será la más próxima al comportamiento real futuro.

Etapa 2. Incrementar el MTBF



Efecto del aumento de vida del equipo

Propósito

- Aumentar la expectativa de duración del equipo.
- Eliminar fallos esporádicos.
- Restaurar deterioro de apariencia o externo.

Acciones

- Eliminar los fallos debidos a debilidades de diseño.
- Realizar proyectos para la mejora de materiales, construcción y puesta en marcha. Eliminar posibilidades de sobre carga mejorando los estándares en caso de no poderse mejorar el equipo para que pueda aceptar las nuevas exigencias.
- Eliminar fallos por accidentes. Es necesario realizar el entrenamiento necesario para reparar adecuadamente el equipo, realizar proyectos sobre

métodos de intervención. Estandarizar métodos de operación e instalación de dispositivos a prueba de errores que eviten accidentes.

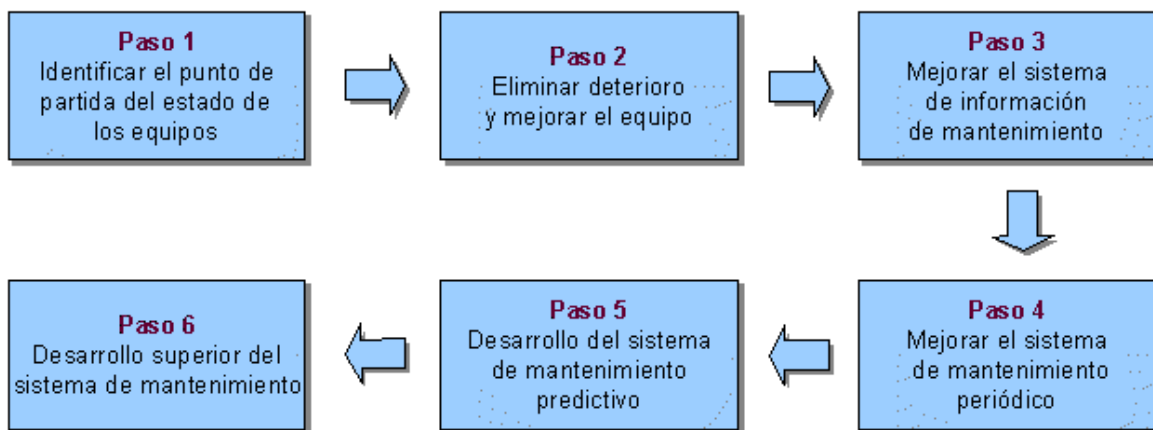
- Restaurar el deterioro. Inspección del estado general del equipo y deterioros que se pueden observar con inspecciones visuales. Aplicar los dos pasos iniciales de MA.

En esta etapa de búsqueda de la eliminación de fallos, se pretende eliminar las causas de deterioro acelerado ya sea por causas debidas a mala operación del equipo, debilidades del diseño original, o mala conservación.

Las anteriores dos etapas se consideran como parte de las acciones de un mantenimiento preventivo efectivo. Siempre se debe tener en cuenta lo siguiente: cuando el mantenimiento periódico se realiza antes de que la duración de la vida del equipo sea estable, los costos de mantenimiento son mayores y el proceso no es eficaz.

5.2.4 Etapas del Mantenimiento Planeado.

El pilar MP sugerido por el JIPM se implanta en seis pasos. La visión general de estos pasos se muestra en la siguiente figura:



Paso 1. Identificar el punto de partida del estado de los equipos

El primer paso está relacionado con la necesidad de mejorar la información disponible sobre el equipo. Esta información permite crear la base histórica necesaria para diagnosticar los problemas. Algunas preguntas que nos podemos hacer para ver el grado de desarrollo son:

- ¿Tenemos la información necesaria sobre los equipos?
- ¿Hemos identificado los criterios para calificar los equipos?
- ¿Contamos con una lista priorizada de los equipos?
- ¿Se han definido los tipos de fallos posibles?
- ¿Poseemos históricos de averías e intervenciones?
- ¿Contamos con registros sobre MTBF para equipos y sistemas?
- ¿Poseemos un sistema de costos de mantenimiento?
- ¿Qué problemas tiene la función de mantenimiento?
- ¿La calidad de servicio de mantenimiento es la adecuada?

Paso 2. Eliminar el deterioro del equipamiento y mejorarlo

El paso dos busca eliminar los problemas del equipo y desarrollar acciones que eviten la presencia de fallos similares en otros equipos idénticos.

Se le da prioridad a lo siguiente:

- Eliminar averías aplicando métodos de mejora continua.
- Eliminar fallos de proceso.
- Mejorar el manejo de la información estadística para el diagnóstico de fallos y averías.
- Implantar acciones para evitar la recurrencia de fallos.
- Aplicación del ciclo DMM (Daily Management Maintenance)

Paso 3. Mejorar el sistema de información para la gestión

En esta etapa se busca mejorar el sistema de información para la gestión de mantenimiento. Es frecuente entender que en este paso se debe introducir un programa informático o mejorar el actual. Sin embargo, en esta etapa es fundamental crear modelos de sistemas de información de los fallos y averías para su eliminación, antes de implantar un sistema de gestión de mantenimiento de activos. Cabe preguntarse:

- ¿El diseño de la base de datos de mantenimiento es la adecuada?
- ¿El conocimiento en mantenimiento se conserva?
- ¿Tenemos la información técnica del equipo?
- ¿Contamos con un sistema de información que apoye la gestión de mantenimiento?
- ¿El sistema de gestión de mantenimiento permite controlar todos los recursos de la función: piezas, planos, recambios?

Paso 4. Mejorar el sistema de mantenimiento periódico

Este paso está relacionado con el establecimiento de estándares de mantenimiento, realizar un trabajo de preparación para el mantenimiento periódico, crear flujos de trabajo, identificar equipos, piezas, elementos, definir estrategias de mantenimiento y desarrollar un sistema de gestión para las acciones de mantenimiento contratado.

- Diseñar estrategias de mantenimiento: modelo, frecuencia, tipo de mantenimiento, empleo de tablas MTBF, etc.
- Preparar estándares de mantenimiento: procedimientos, actividades, estándares, registro de información, instructivos, etc.
- Gestión de la información del mantenimiento contratado.

Paso 5. Desarrollar un sistema de Mantenimiento Predictivo

El paso cinco busca introducir tecnologías de mantenimiento basado en la condición y de carácter predictivo. Se diseñan los flujos de trabajo, selección de tecnología, formación y aplicación en la planta.

- Introducir tecnología para el diagnóstico de equipos.
- Formación del personal sobre esta clase de tecnologías.
- Preparar diagramas de flujo de procesos de predictivo.
- Identificar equipos y elementos iniciales para aplicar progresivamente las tecnologías de predictivo.

Paso 6. Desarrollo superior del Sistema de Mantenimiento

Aquí se desarrollan procesos para la mejora del sistema de mantenimiento periódico establecido, desde los puntos de vista técnico, humano y organizativo.

- Evaluar el progreso en el MTBF y otros índices.
- Desarrollo de la tecnología de Ingeniería de Mantenimiento.
- Evaluar económicamente sus beneficios.
- Mejorar la tecnología estadística y de diagnóstico.
- Explorar el empleo de tecnologías emergentes.

5.2.5 Resumen en la aplicación del Pilar Mantenimiento Planeado

- Establecer los tipos de mantenimiento estandarizando las actividades.
- Planificación del Mantenimiento, establecer procedimientos adecuados.
- Criterios de Planificación, crear un programa Maestro Preventivo.
- Creación y utilización de los registros de mantenimiento.
- Control de Repuestos.
- Control de Presupuesto de Mantenimiento.
- Control de Lubricación.
- Mantenimiento Predictivo, técnicas de diagnóstico.

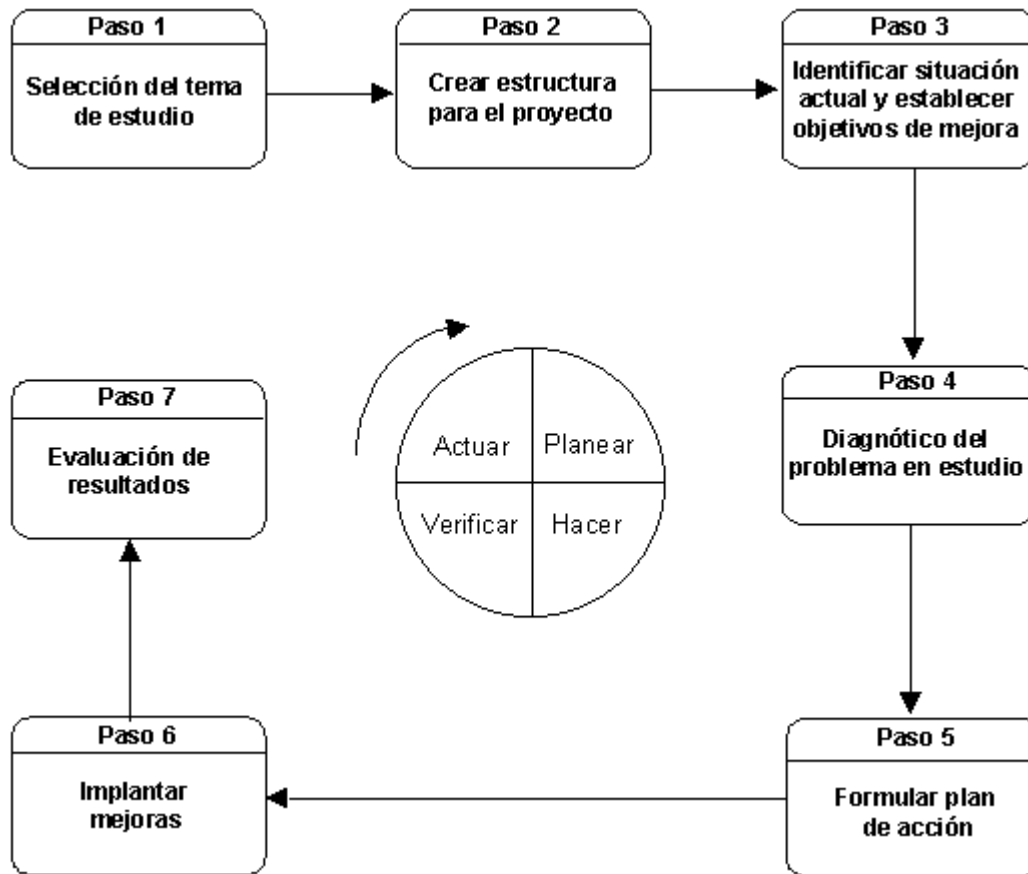
5.3 Pilar: Mejora Enfocada (Kobetsu Kaizen)

Las mejoras enfocadas son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objetivo de maximizar la efectividad global de equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado, empleando metodología específica y concentrando su atención en la eliminación de las pérdidas que se presentan.

Se trata de desarrollar el proceso de mejora continua similar al existente en los procesos de Control Total de Calidad aplicando procedimientos y técnicas de mantenimiento. Si una organización cuenta con actividades de mejora similares y existentes, simplemente podrá incorporar dentro de su proceso, Kaizen o mejora, nuevas herramientas desarrolladas en el entorno TPM. No deberá modificar su actual proceso de mejora que aplica.

Las técnicas TPM ayudan a eliminar dramáticamente las averías de los equipos. El procedimiento seguido para realizar acciones de mejoras enfocadas sigue los pasos del conocido Ciclo Deming o PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar).

El desarrollo de las actividades Kobetsu Kaizen se realizan a través de los pasos mostrados en la figura de la página siguiente:



5.3.1 Paso 1 – Selección del tema de estudio

El tema de estudio puede seleccionarse empleando diferentes criterios:

- Objetivos superiores de la dirección industrial.
- Problemas de calidad y entregas al cliente.
- Criterios organizativos.
- Relación con otros procesos de mejora continua.
- Mejoras significativas para construir capacidades competitivas.
- Factores innovadores y otros.

5.3.2 Paso 2 – Crear la estructura para el Proyecto

La estructura frecuentemente utilizada es la del equipo interfuncional. En esta clase de equipos intervienen trabajadores de las diferentes áreas involucradas, como supervisores, operadores, personal técnico de mantenimiento, compras o almacenes, proyectos, ingeniería de proceso y control de calidad. Es necesario recordar que uno de los grandes propósitos del TPM es la creación de fuertes estructuras funcionales participativas. Consideramos que un alto factor en el éxito de los proyectos de ME (Mejora Enfocada) radica en una adecuada gestión del trabajo de los equipos; esto es, un buen plan de trabajo, seguimiento y control del avance, como también, la comunicación y respaldo por parte de la dirección superior.

5.3.3 Paso 3. Identificar la situación actual y formular objetivos

En este paso es necesario un análisis del problema en forma general y se identifican las pérdidas principales asociadas con el problema seleccionado. En esta fase se debe procesar la información de averías, fallos, reparaciones y otras estadísticas sobre las pérdidas por problemas de calidad, energía, análisis de capacidad de proceso y de los tiempos de operación para identificar los cuellos de botella, paradas, etc. Esta información se presenta en forma gráfica y estratificada para facilitar su interpretación y diagnóstico. Una vez establecidos los temas de estudio es necesario formular objetivos que orienten el esfuerzo de mejora. Los objetivos deben contener los valores numéricos que se pretenden alcanzar con la realización del proyecto.

5.3.4 Paso 4: Diagnóstico del problema

Antes de utilizar técnicas analíticas para estudiar y solucionar el problema, se deben establecer y mantener las condiciones básicas que aseguren el funcionamiento apropiado del equipo. Estas condiciones básicas incluyen: limpieza, lubricación, chequeos de rutina, apriete de tuercas, etc. También es importante la eliminación completa de todas aquellas deficiencias y las causas del deterioro acelerado debido a fugas, escapes, contaminación, polvo, etc. Esto implica realizar actividades de mantenimiento autónomo en las áreas seleccionadas como piloto para la realización de las mejoras enfocadas.

Las técnicas analíticas utilizadas con mayor frecuencia en el estudio de los problemas del equipamiento provienen del campo de la calidad. Debido a su facilidad y simplicidad tienen la posibilidad de ser utilizadas por la mayoría de los trabajadores de una planta.

5.3.5 Paso 5: Formular un Plan de Acción

Una vez que se han investigado y analizado las diferentes causas del problema, se establece un plan de acción para la eliminación de las causas críticas. Este plan debe incluir alternativas para las posibles acciones. A partir de estas propuestas se establecen las actividades y tareas específicas necesarias para lograr los objetivos formulados. Este plan debe incorporar acciones tanto para el personal especialista o miembros de soporte como ingeniería, proyectos, mantenimiento, etc., como también acciones que deben ser realizadas por los operadores del equipo y personal de apoyo rutinario de producción como maquinistas, empacadores, auxiliares, etc.

5.3.6 Paso 6: Implementar las mejoras

Una vez planificadas las acciones con detalle se procede a implementarlas. Es importante durante la implementación contar con la participación de todas las personas involucradas en el proyecto. Las mejoras no deben ser impuestas ya que si se imponen por orden superior no contarán con un respaldo total del personal operativo involucrado. Cuando se pretenda mejorar los métodos de trabajo, se debe consultar y tener en cuenta las opiniones del personal que directa o indirectamente intervienen en el proceso.

5.3.7 Paso 7: Evaluar los resultados

Es muy importante que los resultados obtenidos en una mejora sean publicados en una cartelera o panel, en toda la empresa, lo cual ayudará a asegurar que cada área se beneficie de la experiencia de los grupos de mejora. El comité u oficina encargada de coordinar el TPM debe llevar un tablero que controle todos los proyectos y garantice que todos los beneficios y mejoras se mantengan en el tiempo.

5.4 Pilar: Mantenimiento de Calidad

Las acciones del MC buscan verificar y medir las condiciones "cero defectos" regularmente, con el objeto de facilitar la operación de los equipos en la situación donde no se generen defectos de calidad.

Mantenimiento de Calidad no es...

- Aplicar técnicas de control de calidad a las tareas de mantenimiento.
- Aplicar un sistema ISO a la función de mantenimiento.
- Utilizar técnicas de control estadístico de calidad al mantenimiento.
- Aplicar acciones de mejora continua a la función de mantenimiento.
-

Mantenimiento de Calidad es...

- Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad.
- Prevenir defectos de calidad certificando que la maquinaria cumple las condiciones para "cero defectos" y que éstas se encuentra dentro de los estándares técnicos.
- Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a la situación de anormalidad potencial.
- Realizar estudios de ingeniería del equipo para identificar los elementos que tienen una alta incidencia en las características de calidad del producto final y realizar el control de estos elementos a intervalos predefinidos.

5.4.1 Principios del Mantenimiento de Calidad

Los principios en que se fundamenta el MC son:

- 1) Clasificación de los defectos e identificación de las circunstancias en que se presentan, frecuencia y efectos.
- 2) Realizar un análisis PM (Physical Mechanism) para identificar los factores del equipo que generan los defectos de calidad.
- 3) Establecer valores estándar para las características de los factores del equipo y valorar los resultados a través de un proceso de medición.
- 4) Establecer un sistema de inspección periódico de las características críticas.
- 5) Preparar matrices de mantenimiento y valorar periódicamente los estándares.

5.4.2 Etapas del pilar MC

El JIPM ha establecido nueve etapas para el desarrollo del MC. Estas se deben auditar y seguir las estrategias de la prueba piloto, equipo modelo y transferencia del conocimiento utilizado en otros pilares TPM.

- Etapas 1: Identificar la situación actual del equipo.
- Etapas 2: Investigación de la forma como se generan los defectos.
- Etapas 3: Identificación y análisis de las condiciones 3M (Materiales, Máquina y Mano de obra).
- Etapas 4: Estudiar las acciones correctivas para eliminar fallos.

- Etapa 5: Analizar las condiciones del equipo para productos sin defectos y comparar los resultados.
- Etapa 6: Realizar acciones Kaizen o de mejora de las condiciones 3M.
- Etapa 7: Definir las condiciones y estándares de las 3M.
- Etapa 8: Reforzar el método de inspección.
- Etapa 9: Valorar los estándares utilizados.

A continuación se muestra un resumen de los 8 Pilares del TPM

MAPA GENERAL DEL TPM

PILARES		FASE 1 REDUCIR LA VARIACION DE LOS INTERVALOS ENTRE FALLOS				FASE 2 ALARGAR TIEMPO DE VIDA DE LAS MAQUINAS		FASE 3 RESTAURAR EL DETERIORO		FASE 4 PREDECIR TIEMP VIDA MAQ.
		PASO 0	PASO 1	PASO 2	PASO 3	PASO 4	PASO 5	PASO 6	PASO 7	
AUTONOMO	Seguridad	Realizar la Limpieza Inicial	Elim.Fuentes de Contaminación y Lugares de Difícil Acceso	Establecer Std Limpieza./ Inspección	Realizar inspecciones generales de la maquina	Realizar inspecciones generales del proceso	Sistematizar el Mantenimiento Autónomo	Practicar la Ajustación Plena		
	Concientizar y garantizar la seguridad de las personas. Elaborar el Mapa de Seguridad y los Analisis de Riesgo Ocupacionales	Restaurar el deterioro y establecer las condiciones básicas. Colocar Tarjetas Elaborar planillas de: Std provisionario Estático Std provisionario Dinámico Lista de Inconveniencias Fuentes de contamin. Lugar de Dif.Acceso Lista de Preguntas	Eliminar condiciones que causan el deterioro acelerado	Mantener las Condiciones Optimas Std. Estático Def. Std. Dinámico Def. Uso intensivo de controles visuales	Desarrollar operarios competentes en la operación de la maquina Evitar Errores de operación	Desarrollar operarios competentes en el proceso Evitar errores de proceso	Introducción al mantenimiento de Profundizar la relación entre la maquina y la calidad Crear sistema para detectar y corregir defectos de calidad	Consolidar las actividades de mejora		
PLANEADO		FASE 1 REDUCIR VARIACION DE LOS INT. ENTRE FALLOS			FASE 2 ALARGAR TIEMPO VIDA MAQUINAS		FASE 3 REST.DETERIORO		FASE 4 PREDEC.TIEMPOS DE VIDA DE MAQUINAS	
		PASO 1 Evaluar y comprender cond. Actuales de la maquina Preparar registros y evaluar la maquina Defrangos de fallas Medir fallas y paros,def TMEF, Costos,Def.Obj.e Ind. de Mant.	PASO 2 Suprimir el deterioro y corregir debilidades Apoyar al Autonomo, evitar repetición de anomalías, realizar proyectos de mejora	PASO 3 Crear un Sistema de información de gestión Crear sistema para supervisar datos de maquinas, fallas y presupuestos	PASO 4 Crear un Sistema de Mantenimiento Periódico Mejorar la eficiencia del Mto. Periódico, Inspecciones y Mto. En paradas programadas	PASO 5 Crear un Sistema de Mantenimiento Predictivo Introducir técnicas de diagnóstico de Mant. predictivo, vibraciones, análisis de aceites, termografía,etc.	PASO 6 Evaluar el Sistema de Mantenimiento Planeado Evaluar las maquinas por criterios de Fiabilidad, y Mantenibilidad			
MEJORA ENFOCADA	Seleccionar tema de mejora	Comprender la situación	Descubrir y eliminar anomalías	Analizar las causas	Planificar la mejora	Implantar la mejora	Chequear los resultados	Consolidar beneficios		
	Seleccionar y registrar el tema Formar equipo de proyecto Planificar actividades	Identificar procesos cuello de botella Medir fallas, defectos y otras pérdidas Definir objetivos desafiantes y alcanzables	Descubrir todas las anomalías Restaurar el deterioro y corregir peq.def. Establecer las condiciones básicas	Estratificar y analizar pérdidas Aplicar técnicas analíticas (VWV,PM) Emplear tecnología Especif. fabr prototipo s,hacer experimentos	Diseñar prop. De mejora y preparar planos Verif. costos y comparar alternativas Considerar efectos peligrosos y desventajas posibles	Realizar plan de mejora Practicar la gestión temprana Hacer manual de instrucciones del equipo mejorado	Evaluar resultados conforme progresa el proyecto Verificar si se han logrado los objetivos Si no es así volver al paso 3 , analizando las causas y reiniciar	Definir estándares de control para sostener resultados Formular estándares de trabajo y manuales Retroalimentar Información al programa de mant.preventivo		
CAPACITACION		PASO 1 Evaluar el programa de capacitación vigente Establecer estrategias y políticas prioritarias	PASO 2 Elaborar un Plan Maestro de formación para mejorar las capacidades de operación y mantenimiento	PASO 3 Poner en practica la formación recibida sobre operación y mantenimiento	PASO 4 Proyectar y desarrollar un sistema de formación permanente de capacidades	PASO 5 Crear un entorno que estimule el autodesarrollo	PASO 6 Evaluar las actividades y planificar el futuro			
CALIDAD		PASO 1 Eval Cond. Actuales Preparar Matriz QA. Analizar relaciones entre calidad y equipos/proces. Preparar tabla de análisis de condiciones. Preparar cuadro de problemas	PASO 2 Restaur Estado Ideal Restaurar los puntos que puedan tratarse inmediatamente	PASO 3 Análisis de Causas Someter los puntos problemas a análisis FMEA1 PM FMEA2	PASO 4 Eliminación de Causas Implementar las mejoras. Confirmar los resultados.	PASO 5 Establecer Condiciones Revisar la Matriz QA. Control de tendencias	PASO 6 Mejora de Condiciones Concentrar las partidas de inspección. Revisar frec. de inspección. Mejorar los métodos de inspección.	PASO 7 Ctrl. De Condiciones Realizar inspección de acuerdo a estándares. Ctrl. De Tendencias.		
		Establecer Requerimientos de Seguridad Básicos			Desarrollar personas competentes en equipos y procesos		Consolidar el Sistema de HSMA			
HIGIENE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE (HSMA)	PASO 0 Educación introductoria en Materia de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente	PASO 1 Detectar y corregir cualquier problema que pueda afectar a la seguridad al entorno. Educación Introductoria a proveedores	PASO 2 Mejorar la seguridad y el entorno. Eliminar las Fuentes de Cont. Y lugares de dif. Acceso. Formac.en prevención de riesgos a proveed.	PASO 3 Incluir proced.de seg. en los std de inspec. y limpieza. Implantar: Las 5S Chequeos de Seg. Controles Visuales Limitación de riesgos Seguridad de Trafico	PASO 4 Formación en Seg.con ejemplos reales. Ejercicios de seg. individual. Trabajo con señales verbales.	PASO 5 Mejorar la sup. De condiciones de seg. Implementar procedim. para evitar errores de operación.	PASO 6 Revisar estándares de mejora continua.	PASO 7 Auditorías periódicas de Seguridad Higiene y Medio Ambiente por la Dirección		
	GESTION TEMPRANA EQUIPOS Y PRODUCTOS		PASO 1 Investigar y analizar la situación existente.	PASO 2 Establecer un sistema de gestión temprana	PASO 3 Depurar el nuevo sistema y facilitar formación.	PASO 4 Aplicar el nuevo sistema aplicando su radio de acción.				
ADMINISTRATIVO	MEJORA ENFOCADA	FASE 1 Clarificar el tema	FASE 2 Identificar relaciones y aislar problemas	FASE 3 Identificar y priorizar temas de mejora	FASE 4 Formular Conceptos básicos de mejora	FASE 5 Implementar las mejoras				
		Analizar el sist. corriente Invest. la nec. del trabajo Evaluar el trabajo	Aislar problemas a través del despliegue de funciones	Consolidar con los demás sectores de planta los temas de mejora	Graficar las relaciones entre los temas de mejora, crear proced. para ejecutar la mejora, identif. requerim.	Utilizar las mejores técnicas disponibles, tales como analisis de funciones,ing. De valores,ing industrial				
	AUTONOMO	Mejorar el entorno (aspectos "hard") y las funciones administrativas(aspectos "soft")					PASO 6 Realizar inspección general	PASO 7 Establecer la autogestión plena		
		PASO 1 Hacer limpieza e inventario iniciales	PASO 2 Identificar y tratar problemas	PASO 3 Atacar las fuentes de contaminación	PASO 4 Preparar estándares y manuales	PASO 5 Formar y entrenar				
	CAPACITACION	PASO 1 Evaluar el programa de capacitación vigente Establecer estrategias y políticas prioritarias	PASO 2 Elaborar un Plan Maestro de formación para mejorar las capacidades de operación y	PASO 3 Poner en practica la formación recibida sobre operación y mantenimiento	PASO 4 Proyectar y desarrollar un sistema de formación permanente de capacidades	PASO 5 Crear un entorno que estimule el autodesarrollo	PASO 6 Evaluar las actividades y planificar el futuro			
		DOTACION FLEXIBLE * Dividir el trabajo ampliamente fluctuante en elementos constantes y variables. * Estimar la carga y tiempo unitario de proceso para el elemento constante y usar esto para generar un sistema flexible de asignación del personal.								
MEDICION DE RENDIMIENTOS		* Identificar las categorías de rendimiento de cada función basados en la visión y misión del departamento. * Establecer puntos de evaluación e indicadores de rendimiento para cada función. * Establecer técnicas de evolución y medición para cada función. * Medir rendimientos. * Evaluar y seguir las tasas de logro de objetivos.								

6.- Gestión TPM

6.1 Productividad Total Efectiva de Equipo (PTEE)

La PTEE es una medida de la productividad real de los equipos. Esta medida se obtiene multiplicando los siguientes índices:

$$PTEE = AE \times EGE$$

AE-Aprovechamiento del equipo. Se trata de una medida que indica la cantidad de tiempo calendario utilizado por los equipos. El AE está más relacionado con decisiones directivas sobre uso del tiempo calendario disponible, que con el funcionamiento en sí del equipo. Esta medida es sensible al tiempo que habría podido funcionar el equipo, pero por diversos motivos los equipos no se programaron para producir el 100 % del tiempo. Otro factor que afecta el aprovechamiento del equipo es el tiempo utilizado para realizar acciones planificadas de mantenimiento preventivo. El AE se puede interpretar como un porcentaje del tiempo calendario que ha utilizado un equipo para producir.

EGE-Efectividad Global del Equipo. Evalúa el rendimiento del equipo mientras está en funcionamiento. La EGE está fuertemente relacionada con el estado de conservación y productividad del equipo mientras está funcionando.

Para calcular el AE se pueden aplicar los pasos que se detallan a continuación.

6.1.1 Establecer el tiempo base de cálculo o tiempo calendario, también denominado tiempo total (TT).

Es frecuente en empresas de manufactura tomar la base de cálculo 1440 minutos o 24 horas. Para empresas de procesos continuos que realizan inspección de planta anual, consideran el tiempo calendario como (365 días x 24 horas).

6.1.2 Obtener el tiempo total de no Uso (TNU)

Si una empresa trabaja únicamente dos turnos (16 horas), el tiempo de funcionamiento no programado en un mes será de 240 horas (8 horas x 30 días).

a) Obtener el tiempo de paradas planificadas o programadas (TPP)

Se suma el tiempo utilizado para realizar acciones preventivas de mantenimiento, limpieza, descansos, reuniones programadas con operarios, reuniones de mejora continua, cambios de calibre, marca o formato, etc.

b) Calcular el tiempo de funcionamiento disponible (TD)

Conocido como "Available production time", es el total de tiempo que se espera que el equipo opere. Se obtiene restando del TT, el tiempo destinado a mantenimiento planificado, cambios de marca o calibre, y el tiempo total de no Uso.

$$TD = TT - (TNU + TPP)$$

6.2 Cálculo del AE

Se obtiene dividiendo el TD por el TT. Representa el porcentaje del tiempo calendario que realmente se utiliza para producir y se expresa en porcentaje:

$$AE = (TD/TT) \times 100$$

6.3 Cálculo de la EGE

Este indicador muestra las pérdidas reales de los equipos medidas en tiempo. Posiblemente es el más importante para conocer el grado de competitividad de una planta industrial. Está compuesto por los siguientes tres factores:

- Disponibilidad: mide las pérdidas de disponibilidad de los equipos debido a paradas no programadas (Averías o Fallos).

$$DP = \frac{\text{Tiempo disponible (TD)} - \text{Tiempo de parada no Programada (TNP)}}{\text{Tiempo disponible (TD)}}$$

- Eficiencia de rendimiento: Mide las pérdidas por rendimiento causadas por el mal funcionamiento del equipo, no funcionamiento a la velocidad y rendimiento original determinado por el fabricante del equipo.

Se define la tasa de operación neta TON como:

$$TON = \frac{\text{Cantidad producida en el período } T_D \times \text{Tiempo de ciclo real}}{\text{Tiempo disponible (TD)}}$$

Y la tasa de velocidad operativa como:

$$TVO = \frac{\text{Tiempo de ciclo ideal}}{\text{Tiempo de ciclo real}}$$

Luego, la tasa de desempeño operacional o eficiencia de rendimiento es:

$$ER = TON \times TVO$$

De la misma forma se puede calcular como:

$$ER = \frac{\text{Cantidad producida en el período } T_D}{\text{Tiempo disponible (TD)} \times \text{Capacidad Nominal}}$$

- Índice de calidad: Estas pérdidas por calidad representan el tiempo utilizado para producir productos que son defectuosos o tienen problemas de calidad. Este tiempo se pierde, ya que el producto se debe destruir o re-procesar. Si todos los productos son perfectos, no se producen estas pérdidas de tiempo del funcionamiento del equipo.

$$IC = \frac{\text{Producto Bueno}}{\text{Producto Bueno} + \text{Rechazos} + \text{Retrabajos}}$$

El cálculo de la EGE se obtiene multiplicando los anteriores tres términos expresados en porcentaje.

$$EGE = \text{Disponibilidad} \times \text{Eficiencia de Rendimiento} \times \text{Índice de Calidad}$$

Este índice es fundamental para la evaluación del estado general de los equipos, máquinas y plantas industriales. Sirve como medida para observar si las acciones del TPM tienen impacto en la mejora de los resultados de la empresa.

Es una medida global de la efectividad cuando el equipo tiene planificado funcionar. Los valores que se obtienen antes de aplicar TPM rondan entre el 45 y el 50%, mostrando en cuánto se podría aumentar la productividad en el aspecto del rendimiento.

6.4 ¿Porque es importante la EGE?

La EGE es un índice importante en el proceso de introducción y durante el desarrollo del TPM. Este indicador responde elásticamente a las acciones realizadas tanto por mantenimiento autónomo, como por los otros pilares TPM. Una buena medida inicial de la EGE ayuda a identificar las áreas críticas donde se podría iniciar una experiencia piloto TPM.

Permite priorizar entre varios proyectos de ME (Mejora Enfocada), aquellos más significativos en la mejora de la planta. Dependiendo del tipo de pérdida, ya sea de calidad, rendimiento o disponibilidad, podremos priorizar para cada equipo la incidencia del pilar TPM para cada caso. Esto es por ejemplo, si un equipo tiene pérdidas significativas de calidad, será necesario realizar acciones Kaizen orientadas a la eliminación de defectos, empleando técnicas tradicionales de calidad. Si un equipo es nuevo y su EGE no es el esperado, será necesario utilizar acciones Kaizen para identificar problemas de diseño u otras acciones relacionadas con las variables de proceso. La mejora del equipo y las acciones de mantenimiento autónomo aportarán buenos beneficios en aquellos equipos que llevan varios años en producción.

Sirve para construir índices comparativos entre plantas (benchmarking) para equipos similares o diferentes. En aquellas líneas de producción complejas se puede calcular la EGE para los equipos componentes. Esta información será útil para definir el tipo de equipo en el que hay que incidir con mayor prioridad. Algunos directivos de plantas consideran que obtener un valor global EGE para un proceso complejo o una planta no es totalmente útil, ya que puede combinar múltiples causas que cambian diariamente y el efecto de las acciones TPM no se logra apreciar adecuadamente en la EGE global. Por este motivo, es mejor obtener un valor de EGE por equipo, con especial atención en aquellos que han sido seleccionados como piloto o modelo.

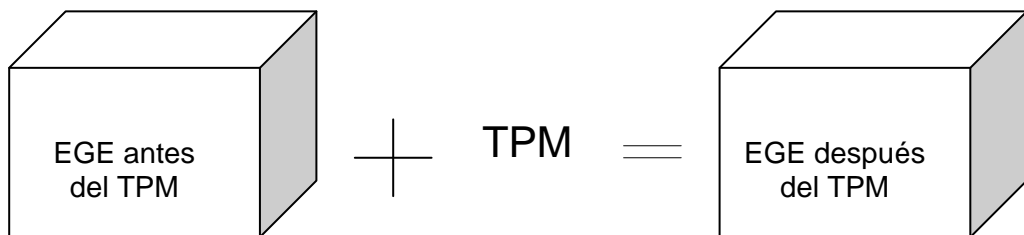
Es frecuente que la información se encuentre fragmentada en los diferentes departamentos de la empresa y no se calcule el AE y EGE. Esto conduce a que cada departamento cuide sus índices. Sin embargo, el efecto multiplicativo de la disponibilidad, rendimiento y niveles de calidad producen un deterioro del EGE y AE, no siendo observado por los directivos de la empresa.

Veamos un ejemplo: una máquina con una disponibilidad de 95 %, un nivel de rendimiento de 90 % en relación con los valores de diseño y una tasa de calidad de 95 %, puede conducirnos a obtener una EGE de 81 %. Si usted le dice a su jefe que tenemos un EGE de este valor, es posible que no le crea, ya que en general estará acostumbrado a escuchar valores parciales superiores a 90 %.

Es frecuente que el personal de mantenimiento se encargue de controlar la disponibilidad de los equipos ya que éste mide la eficiencia general del departamento.

Sin embargo, en el área de mantenimiento es frecuente desconocer los valores del nivel de rendimiento de estos equipos. Si se llega a deteriorar este nivel, se cuestiona la causa y frecuentemente se asume como causa aquellos problemas operativos y que nada tienen que ver con la función de mantenimiento. Esta falta de trabajo en equipo hace que sea más difícil obtener las verdaderas fuentes de pérdida. Por este motivo, si en una empresa existe comportamientos frecuentes como "yo reparo el equipo y tu lo operas", va a ser imposible mejorar la EGE de la planta.

Efecto acumulativo del TPM



86,2 % Disponibilidad

> 90 % Disponibilidad

58 % Tasa de desempeño operacional

> 95 % Tasa de desempeño
operacional

97,9 % Indice de calidad

> 99 % Indice de calidad

49 % EGE

85 % EGE

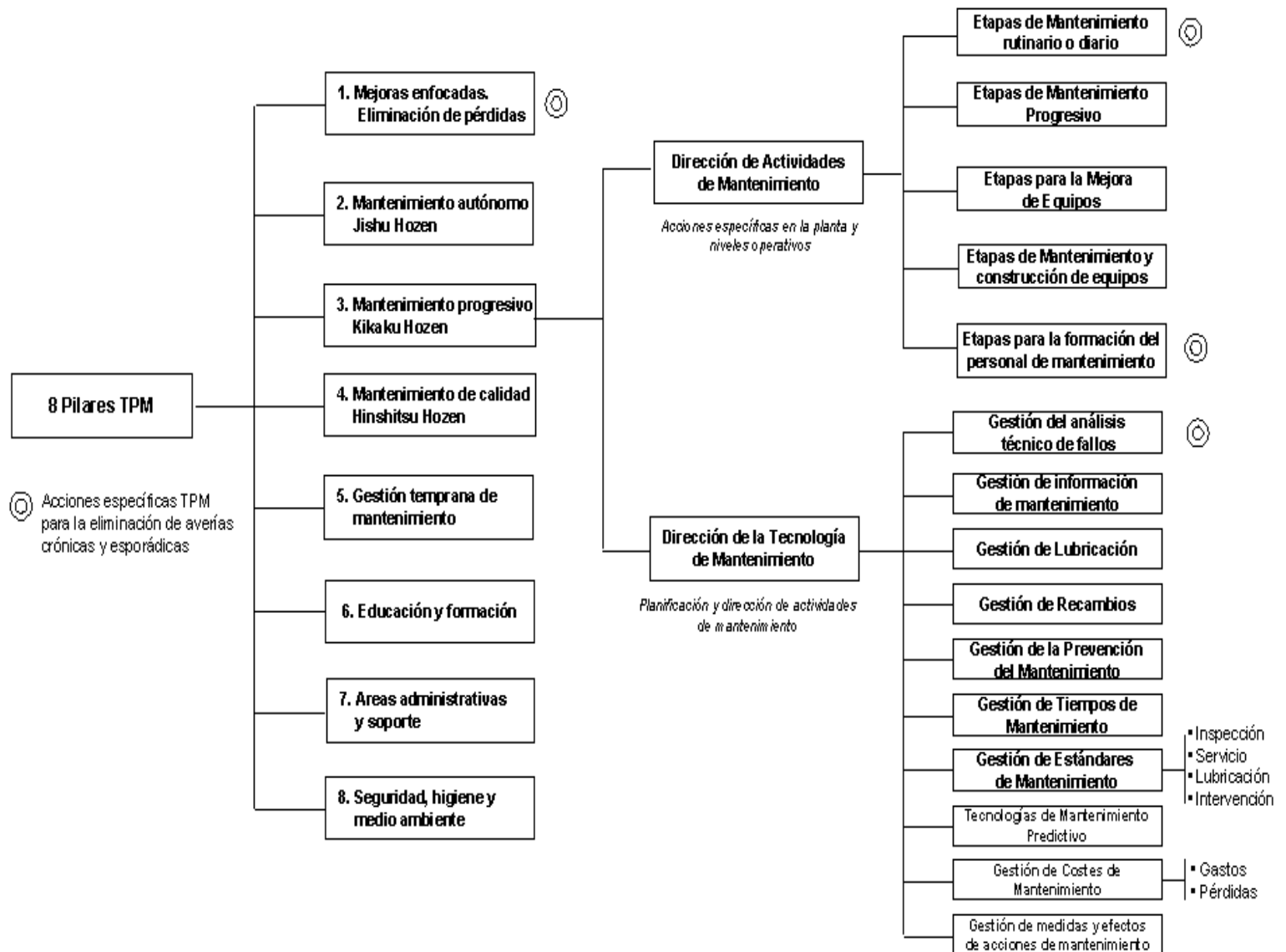
Ver Anexo II “Ejemplo de aplicación”

6.5 Planificación de acciones TPM

El propósito de este punto es analizar experiencias en el desarrollo de planes generales de implementación del TPM y otras recomendaciones importantes para la puesta en marcha de un proyecto de estas características.

La figura siguiente presenta las acciones a desarrollar en un plan general de mantenimiento.

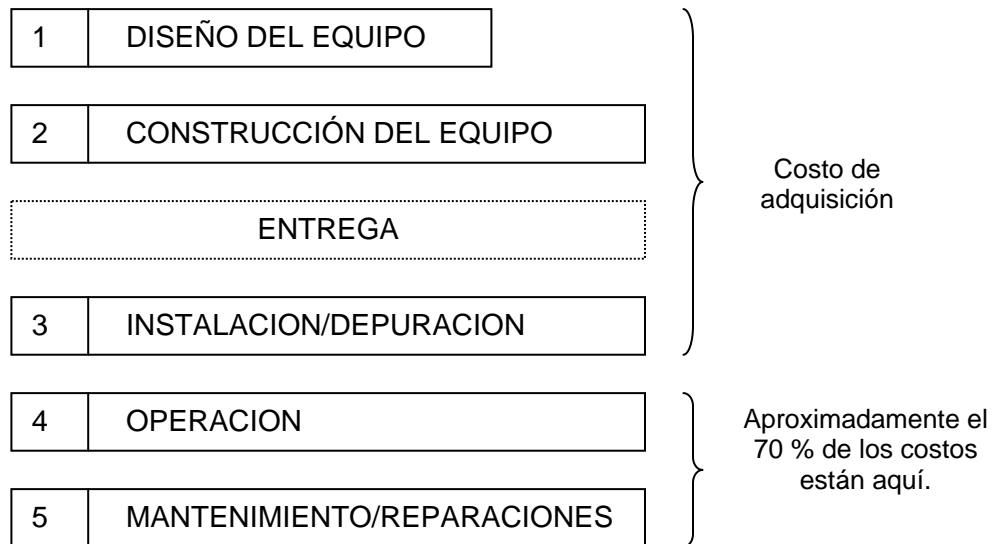
ESTRATEGIAS PARA TRANSFORMAR EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL



6.6 Análisis del Costo del Ciclo de Vida de los equipos (LCC)

Es interesante analizar donde están generalmente concentrados los costos de un equipo a través de toda la vida útil.

Para ello veamos el siguiente esquema:



Pérdidas Crónicas y Esporádicas

Las pérdidas crónicas son aquellas que ocurren de forma permanente y que a veces no llegan a ser percibidas, excepto cuando se hace comparación con otros procesos productivos (benchmarking)

Pueden deberse a mala alimentación de materia prima, instalación, montaje, o errores de proyecto.

Normalmente para eliminar este tipo de pérdida, es necesario romper los paradigmas de operación y mantenimiento.

Las pérdidas esporádicas son las que ocurren eventualmente, normalmente de gran envergadura (en tiempo y efecto), fáciles de medir y analizar.

7.- Las “5S” (Housekeeping)

Junto con el desarrollo del TPM se comprobó que el orden, aseo y disciplina influían en la mejora de la productividad. Las 5S son cinco palabras que en japonés comienzan con la letra “S” y tienen los siguientes significados:

Seiri – Organización y Clasificación (utilización, selección)

Seiri o clasificar significa eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios y que no se requieren para realizar nuestra labor.

Frecuentemente nos “llenamos” de elementos, herramientas, cajas con productos, carros, útiles y elementos personales y nos cuesta trabajo pensar en la posibilidad de realizar el trabajo sin estos elementos. Buscamos tener al rededor elementos o componentes pensando que nos harán falta para nuestro próximo trabajo. Con este pensamiento creamos verdaderos stocks que molestan, quitan espacio y estorban.

El Seiri consiste en:

- Separar en el sitio de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven.
- Clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario.
- Mantener lo que necesitamos y eliminar lo excesivo
- Separar los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo.
- Organizar las herramientas en sitios donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible.
- Eliminar elementos que afectan el funcionamiento de los equipos y que pueden conducir a averías.

Seiton – Orden (sistematización, arreglo)

Guardar las cosas necesarias de acuerdo con la facilidad de uso, considerando la frecuencia de utilización, el tipo y el peso del objeto, en función de una secuencia lógica.

Consiste en organizar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Aplicar Seiton en mantenimiento tiene que ver con la mejora de la visualización de los elementos de las máquinas e instalaciones industriales.

Seiton permite:

- Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina para facilitar su acceso y retorno al lugar.
- Disponer de sitios identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia.
- Disponer de lugares para ubicar el material o elementos que no se usarán en el futuro.
- En el caso de maquinaria, facilitar la identificación visual de los elementos de los equipos, sistemas de seguridad, alarmas, controles, sentidos de giro, etc.
- Lograr que el equipo tenga protecciones visuales para facilitar su inspección autónoma y control de limpieza.
- Identificar y marcar todos los sistemas auxiliares del proceso como tuberías, aire comprimido, combustibles.
- Incrementar el conocimiento de los equipos por parte de los operadores de producción.

Seiso – Limpieza (inspección, celo)

Significa eliminar la suciedad para descubrir la fuente del problema, hecha por el propio usuario de la máquina.

Desde el punto de vista del TPM, Seiso implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza. Se identifican problemas de escapes, averías, fallos o cualquier tipo de fugas. Esta palabra japonesa significa defecto o problema existente en el sistema productivo.

Seiso implica un pensamiento superior a limpiar. Exige que realicemos un trabajo creativo de identificación de las fuentes de suciedad y contaminación para tomar acciones de raíz para su eliminación, de lo contrario, sería imposible mantener limpio y en buen estado el área de trabajo. Se trata de evitar que la suciedad, el polvo, y las limaduras se acumulen en el lugar de trabajo.

Para aplicar Seiso se debe...

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo: "la limpieza es inspección"
- Se debe abolir la distinción entre operador de proceso, operario de limpieza y técnico de mantenimiento.
- El trabajo de limpieza como inspección genera conocimiento sobre el equipo. No se trata de una actividad simple que se pueda delegar en personas de menor calificación.

Seiketsu – Aseo o Limpieza Estandarizada (estandarización, salud, perfeccionamiento)

Significa conservar la higiene, es la metodología que nos permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras "s". Si no existe un proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con nuestras acciones.

Implica elaborar estándares de limpieza y de inspección para realizar acciones de autocontrol permanente, la filosofía debe ser "nosotros debemos preparar estándares para nosotros". Cuando los estándares son impuestos, estos no se cumplen satisfactoriamente, en comparación con aquellos que desarrollamos gracias a un proceso de formación previo.

Seiketsu o estandarización pretende...

- Mantener el estado de limpieza alcanzado con las tres primeras "s"
- Enseñar al operario a realizar normas con el apoyo de la dirección y un adecuado entrenamiento.
- Las normas deben contener los elementos necesarios para realizar el trabajo de limpieza, tiempo empleado, medidas de seguridad a tener en cuenta y procedimientos a seguir en caso de identificar algo anormal.
- En lo posible se deben emplear fotografías de cómo se debe mantener el equipo y las zonas de cuidado. (Lección de un punto)
- El empleo de los estándares se debe auditar para verificar su cumplimiento.
- Las normas de limpieza, lubricación y aprietes son la base del MA.

Shitsuke – Disciplina (control de sí mismo, educación)

Cumplir rigurosamente las normas y todo lo que sea establecido por el grupo. La disciplina es una señal de respeto al prójimo.

Shitsuke o Disciplina significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo. Podremos obtener los beneficios alcanzados con las primeras “s” por largo tiempo si se logra crear un ambiente de respeto a las normas y estándares establecidos.

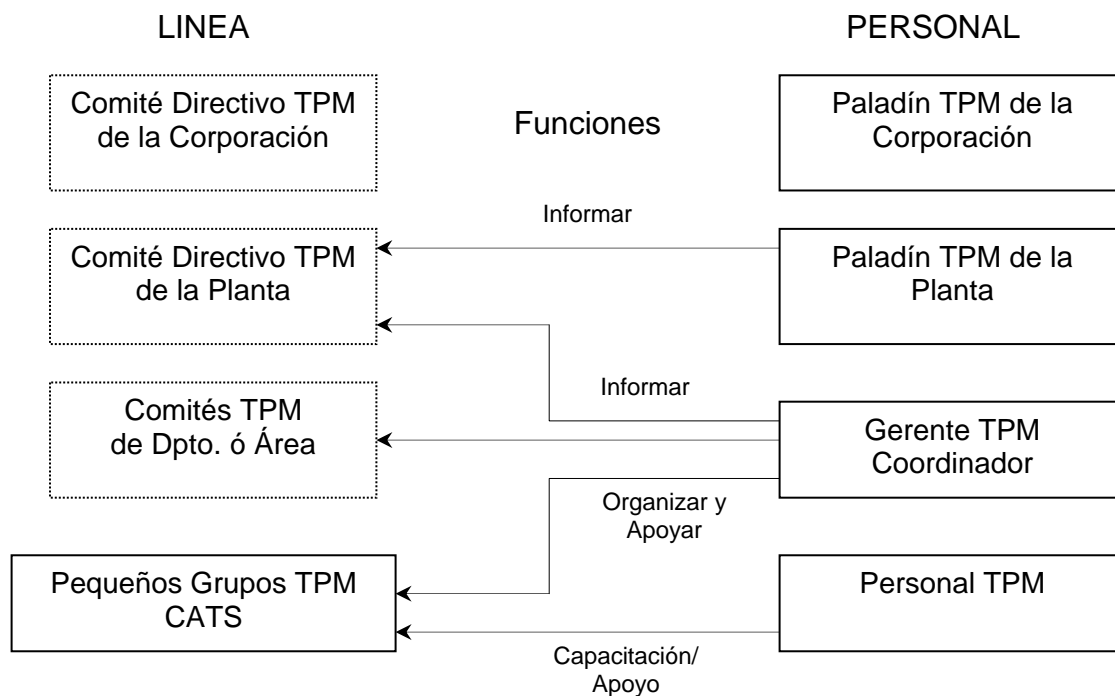
Las cuatro “s” anteriores se pueden implementar sin dificultad si en los lugares de trabajo se mantiene la disciplina. Su aplicación nos garantiza que la seguridad será permanente, la productividad se mejore progresivamente y la calidad de los productos sea excelente.

Shitsuke implica un desarrollo de la cultura del autocontrol dentro de la empresa. Si la dirección de la empresa estimula que cada uno de los integrantes aplique el Ciclo Deming en cada una de las actividades diarias, es muy seguro que la práctica del Shitsuke no tendrá ninguna dificultad. Es el Shitsuke el puente entre las 5 “s” y el concepto Kaizen o de MC (Mantenimiento de Calidad). Los hábitos desarrollados con la práctica del ciclo PHVA se constituyen en un buen modelo para lograr que la disciplina sea un valor fundamental en la forma de realizar un trabajo.

Shitsuke implica..

- El respeto de las normas y estándares establecidas para conservar el sitio de trabajo impecable.
- Realizar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de una organización.
- Promover el hábito de autocontrolar o reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas establecidas.
- Comprender la importancia del respeto por los demás y por las normas en las que el trabajador seguramente ha participado directa o indirectamente en su elaboración.
- Mejorar el respeto de su propio ser y de los demás.

8.- Típica Organización TPM



Antes de la implementación de un programa TPM, es conveniente encarar un estudio de factibilidad porque uno no puede planificar un esfuerzo tan grande basado solo en suposiciones.

- 1) Averiguar si la Planta esta preparada para el TPM.
- 2) Determinar qué tipo y cuánto entrenamiento se requiere.
- 3) Desarrollar prioridades de instalación (cuellos de botella)
- 4) Analizar los costos y beneficios del programa como también estimar el ROI.

8.1 Implementación del TPM fuera de Japón

Dificultades habituales de la Implementación

- 1) Resistencia al cambio de todo el personal.
- 2) Rotación del personal de operaciones.
- 3) Adecuación del Convenio de Trabajo vigente.
- 4) No uniformidad de niveles de conocimiento de los operadores.
- 5) Planteles generalmente reducidos.

La pregunta que muchas personas se hacen es ¿porqué es casi imposible usar el método japonés fuera de Japón?

A continuación vemos dos cuadros comparativos.

En Japón	Fuera de Japón
<ul style="list-style-type: none">➤ Compromiso corporativo total con el TPM➤ Planificación a muy largo plazo.➤ Habilidad para realizar varios pasos al mismo tiempo (ej. mejoramiento de equipos y mantenimiento autónomo)➤ Prácticamente no hay límite de tiempo para reuniones o entrenamiento.➤ Más presión para el éxito.➤ Los empleados ofrecen su tiempo voluntariamente.➤ Distinta actitud de los empleados.➤ Generalmente nivel más alto de habilidad (operadores)	<ul style="list-style-type: none">➤ Menor compromiso de la alta gerencia.➤ Apoyo organizacional insuficiente.➤ Menor presión desde los altos cargos.➤ Restricciones de costos.➤ Falta de habilidad para llevar a cabo varios pasos al mismo tiempo.➤ Restricciones de tiempo (otros programas)➤ Sobrecarga de entrenamiento y reuniones.

Dadas estas diferencias..... ¿qué nos queda por hacer?

En primer lugar deberemos ser pragmáticos y hacer lo que funciona bien en nuestra Planta. Es decir que debemos llevar a cabo un programa a nuestra medida.

8.2 Etapas de Implementación del TPM

8.2.1 Etapa inicial

1º Compromiso de la Alta Gerencia.

2º Campaña de difusión del método.

3º Definición del Comité de Coordinación y nombramiento de los responsables para la gestión del programa y formación de los grupos de trabajo.

4º Política básica y metas.

5º Plan Piloto.

8.2.2 Etapa de implementación

6º Inicio de la Implementación.

7º “Kobetsu-Kaisen” para la obtención de la eficiencia en los equipos e instalaciones.

8º Establecimiento del “Jishu-Hozen” (Mantenimiento Autónomo)

9º Eficacia de los equipos por ingeniería de producción (operación + mantenimiento)

10º Establecimiento del sistema para la obtención de la eficiencia global en las áreas de administración.

11º Establecimiento del sistema, buscando la promoción de condiciones ideales de seguridad, higiene y ambiente agradable de trabajo.

8.2.3 Etapa de consolidación

12º Aplicación plena del TPM (ampliación de los demás equipos) e incremento de los respectivos niveles.

Fuente: Administración Moderna de Mantenimiento – Lourival Augusto Tavares
Seminario TPM. Congreso y Clínica de TPM.-
Gestión Integral de Mantenimiento – Luis Navarro Elola
Ingeniería de Mantenimiento – Eduardo Cruz Rabelo
Mantenimiento Productivo Total - Instituto Español de Mantenimiento Productivo Total

U.T.N
F.R.H
Mantenimiento
ANEXO I

Análisis de Fallo										Código	
										Revisión:	
										Fecha:	
Pilar Mantenimiento Autónomo / Planeado											
ADF:					Máquina:						
AUTÓNOMO	¿Qué pasó?					¿Quiénes Intervinieron?					
	Parte de la Máquina		Modo de Fallo: <input type="checkbox"/> Accidental <input type="checkbox"/> Repetitivo			Detectores:		Reparadores:			
	Problema:		¿Cómo se detectó el problema?			¿Cuánto duró?					
	<input type="checkbox"/> Ruido <input type="checkbox"/> Vibración <input type="checkbox"/> Temperatura <input type="checkbox"/> Otros:		<input type="checkbox"/> Juego / Desgaste <input type="checkbox"/> Pérdidas / Fuga <input type="checkbox"/> Corrosión			<input type="checkbox"/> Alarmas <input type="checkbox"/> Suciedad <input type="checkbox"/> Fricción			FECHA: _____ HORA: _____ Inicio del Fallo: _____ Puesta en Marcha: _____ Tiempo de Reparación (min.): _____		
REPARADORES	¿Cómo ocurrió el fallo? (Dibujo)		¿Qué puntos se examinaron?			Resultado de lo examinado		¿Qué acciones se tomaron?			
¿Cómo crees que se podría evitar que vuelva a ocurrir?											
¿Te ocurrió en otras oportunidades?		SI	NO	¿Con qué frecuencia?							
MANEJAMIENTO PLANEADO	¿Quiénes Analizan?							¿Cuándo se analiza?			
	Descripción del Fenómeno : 5W - 1H		Resumen del FENOMENO								
	¿Qué?										
	¿Cuándo?										
	¿Dónde?										
	¿Quién?										
	¿Cuál?										
	¿Cómo?										
	BUSQUEDA DE LAS CAUSAS RAIZ										
	PARTES DE LA MAQUINA y ASPECTO HUMANO	1er ¿POR QUÉ ?	2do POR ¿QUÉ ?	3er POR ¿QUÉ ?	4to ¿POR QUÉ ?	5to ¿POR QUÉ ?	Causa Raiz				
ACCIONES PARA QUE NO VUELVA A OCURRIR											
¿Cómo ?		¿Cuál?		¿Quién?		¿Cuándo está previsto?		¿Cuándo se cumplió?			
Título		Código (si aplica)									
Acciones inmediatas											
Correcciones al diseño											
Capacitación (OPL, actividades o modificaciones en la matriz de habilidades)											
Punto adicional ó modifc. Estandar de Mant. Autónomo Inspección de Mant. Planeado											
Replicación externa de aprendizajes											
Inversiones / Proyectos											
Otras acciones											
Cierre del ADF				Líder de Equipo							
				Mantenimiento Planeado							

Ejemplo de aplicación

Datos

Jornada de trabajo por día = 8 hs. x 60 min = 480 min

Tiempo muerto planificado o necesario (reuniones, descansos por producción, interrupciones del programa de producción):

25 min

Paradas programadas para reparación y ajuste

- Preparación = 19 min
- Ajustes = 41 min
- Mantenimiento = 26 min

Paradas No Programadas (Fallos)

- 70 min

Producción diaria = 2.000 tn

Tiempo de ciclo ideal = 7,2 seg = 0,12 min

Tiempo de ciclo real = 10,8 seg = 0,18 min

Cantidad de producto aceptado = 1.960 tn

Cálculos:

Tiempo disponible = Tiempo Total (TT) – (TNU + TPP)

$$= 1440 - (960 + 25 + 86) = 369 \text{ min}$$

$$DP \text{ (Disponibilidad)} = \frac{(\text{Tiempo disponible} - TNP)}{(\text{Tiempo disponible})} \times 100 = \frac{(369 - 70)}{369} \times 100 = 81,1 \%$$

$$TON = \frac{(2000 \times 0,18)}{369} = 97,56$$

$$TVO = 0,12 / 0,18 = 0,6667 = 66,67 \%$$

$$ER = 97,56 \times 66,67\% = 65,04\%$$

$$TC = \frac{1960}{2000} \times 100 = 98\%$$

$$EGE = 0,811 \times 0,6504 \times 0,98 = \mathbf{51,69\%}$$

$$AE = 369 / 480 \times 100 = \mathbf{76,9 \%}$$

$$PTEE = 0,5169 \times 0,769 = \mathbf{39,75\%}$$

ANEXO II

Definición de tiempos

Tiempo Total

Es el tiempo calendario utilizado para el cálculo, disponible para un período determinado. Es frecuente en empresas de manufactura tomar la base de cálculo 1440 minutos o 24 horas. Para empresas de procesos continuos que realizan inspección de planta anual, consideran el tiempo calendario como (365 días x 24 horas). También suelen hacerse cálculos mensuales (24 hs. x 30 ó 31 días).

Algunas empresas con un alto grado de estacionalidad, suelen no utilizar como base de cálculo el tiempo total calendario. Por ejemplo si durante 9 meses la fábrica trabaja en 2 turnos y los otros 3 meses en 3 turnos, entonces para los primeros 9 meses no se incluye en el tiempo de no uso el turno que no se trabaja.

Tiempo de No Uso

Es el tiempo en el cual la línea no es utilizada para producción, limpieza ni mantenimiento, no se está produciendo ni hay personal de mantenimiento realizando cambios, mantenimiento preventivo ni correctivo.

En algunas empresas se acepta que es el periodo de tiempo en que no hay más de dos personas en la línea (o sea a partir de la tercer persona no se debe declarar el tiempo como NO USO, sea ésta propia de producción o mantenimiento, o tercero de limpieza o mantenimiento), para el caso de empresas de manufactura. La cantidad de "2" depende del tipo de producto, industria, cantidad total de personal, etc. Solo es un valor de referencia.

Tiempo de Paradas Programadas

Se incluye en este tiempo el destinado a realizar acciones preventivas de mantenimiento, limpieza de equipos, descansos, refrigerios, reuniones programadas con los operarios, reuniones de mejora continua. También se deben incluir los tiempos reales insumidos para realizar los cambios de calibre, marca o formato (Change Over), etc.

Tiempo Disponible

Conocido como "Available production time", es el total de tiempo que se espera que el equipo opere. Se obtiene restando del Tiempo Total, el tiempo destinado a mantenimiento planificado, cambios de marca o calibre, y el tiempo total de no Uso

Tiempo de Paradas No Planeadas (Break Down)

Es el tiempo correspondiente a las paradas del equipo no planificadas, como ser fallos y averías. Afectan directamente la producción de la máquina. Habitualmente se contabilizan las paradas mayores a un cierto tiempo, por ejemplo 5 minutos.

Pueden ser Externas (External stops), es decir aquellas que afectan el funcionamiento del equipo y cuyas causas son externas.

Otras serán Internas (Internal stops) mayores a 5 minutos por causas internas a la máquina o por causas externas que al ser controlables por el equipo de operación de línea se consideran de afectación interna.

Además las Paradas pueden ser del tipo: Mecánica, Eléctrica, Automatización, Instrumentación, Operacionales.-