



UNIVERSIDAD DE
SOTAVENTO . A. C.



ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA :

KAREN CAMACHO

ASESOR DE TESIS :

COATZACOALCOS, VER.
2006.

JULIO



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

Introducción	p.1
Antecedentes históricos	p.3
Capitulo I: Conceptos esenciales del TPM	
1.1 ¿Qué es TMP?	p.6
1.2 Objetivos	p.6
1.2.1 Objetivos estratégicos	p.7
1.2.2 Objetivos operativos	p.7
1.2.3 Objetivos organizativos	p.7
1.3 Modelo TPM	p.7
1.3.1 TMP como un sistema	p.7
1.3.2 Premisas de base	p.8
1.3.2.1 Valores y principios	p.8
1.3.2.2 Propósito estratégico	p.8
1.3.3 Gestión del conocimiento en mantenimiento	p.9
1.3.4 Empleo del conocimiento en mantenimiento	p.9
1.4 Características	p.11
1.4.1 Características mas representativas del TPM	p.11
1.5 Beneficios del TPM	p.11
1.5.1 Organizativos	p.11
1.5.2 Seguridad	p.10
1.5.3 Productividad	p.12
1.6 Métodos y herramientas	p.12

INDICE

1.6.1 Definiciones de trabajo	p.12
1.6.1.1 Averías repetitivas y esporádicas de equipos industriales	p.12
1.6.1.2 Averías esporádicas	p.13
1.6.1.3 Averías repetitivas	p.13
Capitulo II: Pilares TPM	
2.1 Estrategia de las 5 “s” -Conceptos fundamentales-	p.14
2.1.1 ¿Porqué se llama estrategia de las 5 “s”?	p.14
2.1.2 Definiciones	p.14
2.1.2.1 ¿Qué es Seiri? (Clasificar)	p.14
2.1.2.2 ¿Qué es Seiton? (Ordenar)	p.14
2.1.2.3 ¿Qué es Seiso? (Limpiar)	p.14
2.1.2.4 ¿Qué es Seiketsu? (Estandarizar)	p.14
2.1.2.5 ¿Qué es Shitsuke? (Disciplina)	p.15
2.1 Pilares TPM	p.15
2.2.1 Pilar 1: Mejoras Enfocadas (Kobetsu Kaizen)	p.15
2.2.2 Pilar 2: Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen)	p.15
2.2.3 Pilar 3: Mantenimiento Planificado (Keikaku Hozen)	p.15
2.2.4 Pilar 4: Mantenimiento de Calidad (Hinishitsu Hozen)	p.15
2.2.5 Pilar 5: Prevención del Mantenimiento	p.16
2.2.6 Pilar 6: Mantenimiento en áreas administrativas	p.16
2.2.7 Pilar 7: Seguridad, Higiene y Medio Ambiente	p.17
2.3 Dirección Por Políticas (Hoshin Kanri)	p.17
2.3.1 Ventajas de la Dirección Por Políticas	p.17

INDICE

Capítulo III: TPM y Productividad

3.1 Gestión TPM	p.19
3.1.1 Productividad Efectiva de los Equipos (PTEE)	p.19
3.1.1.1 Establecer el Tiempo Calendario (TC)	p.19
3.1.2 Obtener Tiempo Total no programado	p.19
3.1.2.1 Obtener Tiempo de paradas planificadas	p.19
3.1.2.2 Calcular el Tiempo de Funcionamiento (TF)	p.20
3.2 Cálculo del Aprovechamiento del Equipo (AE)	p.20
3.3 Cálculo de la Efectividad Global de los Equipos (EGE)	p.20
3.4 ¿Por qué es importante la EGE?	p.21
3.5 Índice de Eficacia del Equipo	p.22
3.6 Confiabilidad del equipo	p.23
3.6.1 Confiabilidad intrínseca	p.24
3.6.2 Confiabilidad en operación y manipulación	p.24
3.7 Restauración del equipo	p.24
3.8 Condiciones óptimas de operación	p.25
3.9 Defectos leves del equipo	p.26
3.10 Conservación y uso de los historiales de mantenimiento	p.26
3.11 Control de inventarios de partes de repuesto	p.27
3.12 Control del presupuesto de mantenimiento y reducción de costos	p.28
3.13 Reduciendo los costos de mantenimiento	p.30
3.13.1 Actividades de reducción de costos de la compañía	p.30
3.14 Entrenamiento en mantenimiento	p.31
3.15 El papel de la alta dirección	p.32

3.16 Evaluando el proceso en grupos pequeños	p.33
3.17 Midiendo la eficacia en TPM	p.33
Capítulo IV: TPM y Calidad	
4.1 QC Store o Ruta de Calidad	p.35
4.2 El proceso de la Mejora Continua	p.36
Conclusiones	p.37
Apéndices	
Apéndice I: Diagrama de Pareto	p.38
Apéndice II: Diagrama de Causa y Efecto	p.41
Apéndice III: Poka Yoke	p.43
Glosario	p.44
Bibliografía	p.46

HIPÒTESIS

Considerando que en la mayoría de las industrias existen sistemas de mantenimiento deficientes – o no se cuentan con ellos-- , en los que se definan procedimientos y criterios a seguir, dando lugar a que la administración de las actividades de mantenimiento no sean eficientes y generen paros de producción mayores y/o imprevistos.

Esto redundará en la reducción de la vida útil de instalaciones, equipos y dispositivos, afectando su continuidad, eficiencia y confiabilidad operativa; así como también la calidad de los productos, incremento de riesgos a las instalaciones, materiales, salud y ambientales, pérdidas económicas y baja rentabilidad.

Objetivo general: Proponer un sistema que provea de manera sencilla la infraestructura administrativa y técnica enfocada al desempeño de un departamento de mantenimiento para una planta industrial, que aporte y desarrolle servicios de mantenimiento de Clase Mundial.

Objetivos específicos:

- 1) Establecer un modelo de planeación y desarrollo del mantenimiento que permita a través de la prevención, su funcionalidad para mantener la continuidad y eficacia operativa de los equipos e instalaciones a costos mínimos posibles y dentro de las normas de seguridad internas y externas vigentes.

- 2) Desarrollar e Implementar Sistemas de Control que garanticen la correcta aplicación del sistema propuesto, alentando al personal involucrado a la habilitación de nuevos métodos o procedimientos.

INTRODUCCIÓN

La aparición de fallas 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 de 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 unas importantes indemnizaciones por los posibles daños ocasionados a terceros.

En los tiempos actuales, caracterizados por un creciente grado de competencia en la totalidad de los mercados que provoca la erosión de los márgenes comerciales, el aseguramiento de la capacidad productiva se configura como un factor fundamental para el mantenimiento o mejora de la rentabilidad asociada a una instalación o proceso industrial.

En este contexto, la confiabilidad 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 ser mantenido preventiva y correctivamente
- **Disponibilidad:** capacidad para funcionar en un instante determinado
- **Seguridad:** capacidad para operar sin producir daño

...Que constituyen el índice básico de medida del aseguramiento de su capacidad productiva.

Si los conceptos anteriormente mencionados se jerarquizan en términos de la influencia de unos en otros, se puede afirmar que el mantenimiento, en sus variantes de preventivo y correctivo, influye sobremanera en el resto de 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 (Total Productive Maintenance), considerada como una herramienta muy importante a implantar 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.

El TPM se originó y desarrolló en Japón¹, por la necesidad de mejorar la gestión de mantenimiento para alcanzar la velocidad con la que se automatizaron y sofisticaron los procesos productivos. Inicialmente el alcance del TPM se limitó a los departamentos relacionados con los equipos, mas tarde los departamentos de administración y de apoyo (desarrollo y ventas) se involucraron.

El TPM ha sido asimilado en el seno de la cultura corporativa de empresas en Estados Unidos, Europa, Asia y América Latina.

En el mundo de hoy para que una empresa sobreviva debe ser competitiva y sólo podrá serlo si cumple con estas tres condiciones:

1. Brindar un producto de óptima conformidad: recordemos que ahora en el argot de las normas ISO² ya no se habla de calidad sino de conformidad
2. Tener costos competitivos: una buena gerencia y sistemas productivos eficaces pueden ayudar a alcanzar esta meta
3. Realizar las entregas a tiempo: aquí se aplican los conceptos de JIT, Just In Time o el Justo a tiempo. Cuando nacieron los diferentes sistemas de calidad de una o de otra manera todos y cada uno enfocaban su atención en una o mas de las llamadas "5 M":

1. Mano de obra
2. Medio ambiente
3. Materia prima
4. Métodos
5. Máquinas

Sin embargo, el occidente nunca se concentró en la última de las 5 M, las máquinas; sino que por el contrario se olvidaron de este aspecto y se concentraron en los otros 4, lo que nunca permitió que sus sistemas alcanzaran el máximo de su potencial. Es aquí donde entra en escena un nuevo método que toma en cuenta a las 5 M y ofrece maximizar la efectividad de los sistemas, eliminando las pérdidas, así nace el TPM cuyas siglas en español significan Mantenimiento Productivo Total.

La misión de toda empresa es obtener un rendimiento económico, sin embargo, la misión del TPM es lograr que la empresa obtenga un rendimiento económico creciente en un ambiente agradable como producto de la interacción del personal con los sistemas, equipos y herramientas.

¹ TPM se deriva originalmente del mantenimiento preventivo que tuvo su origen en los Estados Unidos, y que fue perfeccionado y desarrollado en el Japón tomando el nombre de lo que hoy conocemos como TPM (Mantenimiento Productivo Total)

² Organización Internacional para la Estandarización (international Organization for Standardization)

ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

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

Para mejorar el mantenimiento del equipo, Japón importó de los Estados Unidos el concepto de mantenimiento preventivo, hace más de 30 años. Más tarde importó otros términos que incluían; mantenimiento productivo, prevención del mantenimiento, Ingeniería de confiabilidad, etc. Modificando lo anterior al ambiente industrial japonés, para formar lo que se conoce como TPM (Mantenimiento Productivo Total), algunas veces definido como; mantenimiento productivo implementado por todos los empleados, basado en que la mejora del equipo debe involucrar a todos en la organización, desde los operadores hasta la alta dirección.

El mantenimiento preventivo fue introducido en los años 1950's y el mantenimiento productivo viene a ser bien establecido durante los años 1960's. El desarrollo del TPM comenzó en los años 1970's. El tiempo anterior a los 1950's puede ser referido como el período del mantenimiento de las descomposturas.

El término TPM fue definido en 1971 por el Japan Institute of Plant Engineers¹, (hoy Japan Institute for Plant Maintenance²) incluyendo las siguientes 5 metas:

1. Maximizar la eficacia del equipo
2. Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo por toda la vida del equipo
3. Involucrar a todos los departamentos que planean, diseñan, usan, o mantienen equipos, en la implementación de TPM
4. Activamente involucrar a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los trabajadores de piso
5. Promover el TPM a través de motivación con actividades autónomas de pequeños grupos

La palabra "total" tiene 3 significados relacionados con 3 características de TPM.

- ✓ Eficacia total: perseguir la eficiencia económica
- ✓ PM total: establecer un plan de mantenimiento para la vida del equipo, incluyendo prevención del mantenimiento (técnicas de monitoreo para diagnosticar las condiciones del equipo, identificando signos de deterioro y la inminente falla) y mantenimiento preventivo
- ✓ Participación total: mantenimiento autónomo por operadores y actividades de grupos pequeños en cada nivel

¹ Instituto Japonés de Planta a Ingenieros

² Instituto Japonés para la planta y conservación

- ✓ TPM tiene un doble objetivo: cero caídas en producción y cero defectos, cuando esto se ha logrado, el período de operación mejora, los costos son reducidos, el inventario puede ser minimizado, y en consecuencia la productividad se incrementa. Típicamente se requieren 3 años desde la introducción del TPM para obtener resultados satisfactorios. El costo depende del estado inicial del equipo y de la experiencia del personal de mantenimiento.

Para introducir TPM en la fábrica, la alta dirección debe incorporar el TPM dentro de las políticas básicas de la compañía, y concretar metas, tales como incrementar el período de uso del equipo a más del 80%, reducir las descomposturas en 50%, etc. Una vez que las metas han sido establecidas cada empleado debe entender, identificar y desarrollar las actividades de pequeños grupos en el lugar de trabajo, que aseguren el cumplimiento de las metas. En TPM, los grupos pequeños establecen sus propias metas basadas en las metas globales.

La mayoría de la gente tiene una resistencia innata al cambio, aún con los cambios que tienen consecuencias deseables, TPM, incrementa productividad, calidad, reduce costos, mejora las ganancias, y crea un ambiente favorable para los trabajadores. Aún así la alta gerencia de muchas compañías cuestiona el uso de TPM en su firma, aún observando los resultados dramáticos obtenidos por otras compañías.

Eliminar tal resistencia requiere educación preliminar en cada nivel. En Japón, sesiones de dos días han sido suficientes para los gerentes de departamento y de sección, y para líderes de grupo, mientras tres días se requirieron para los ingenieros de apoyo. Para los empleados de piso, se les instruye por sus supervisores, en como participar en las actividades de grupo, se les atiende con una presentación con movimiento acerca del TPM.

Para implementar el TPM en el curso de 3 años³, se necesita un plan maestro, que sirva como lista de actividades para que el TPM sea dividido en etapas, se visualiza las funciones de los grupos en cada nivel.

Los pasos específicos para desarrollar el programa de TPM, deben ser desarrollados individualmente por cada compañía, es decir, ajustado a sus requerimientos. Hay cinco metas interdependientes, que representan los mínimos requerimientos para desarrollar el programa TPM:

- ✓ Mejora en la eficacia del equipo
- ✓ Mantenimiento autónomo por los operadores
- ✓ Un programa planeado de mantenimiento y administrado por el departamento de mantenimiento
- ✓ Entrenamiento para mejorar las destrezas y operaciones de mantenimiento

³ Tiempo estimado requerido para implementar satisfactoriamente TPM,

Un programa de administración del equipo, para prevenir problemas que ocurren durante nuevas instalaciones o arranque de máquinas.

CAPITULO I: CONCEPTOS ESCENCIALES DEL TPM

1.1) ¿Qué es TPM?

Mantenimiento Productivo Total es la traducción de TPM[®] (Total Productive Maintenance). 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.

Asumimos el término TPM con los siguientes enfoques: la letra "M" representa acciones de administración y mantenimiento. Es un enfoque de realizar actividades de dirección y transformación de empresa.

La letra "P" está vinculada a la palabra "productivo" o "productividad" de equipos pero que se puede asociar a un término con una visión más amplia como "perfeccionamiento".

La letra "T" de la palabra "total" se interpreta como "todas las actividades que realizan todas las personas que trabajan en la empresa".

El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios.

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 costos, mejora de los tiempos de respuesta, confiabilidad 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:

- ✓ cero accidentes
- ✓ cero defectos
- ✓ cero averías

Estas acciones deben conducir a la obtención de productos y servicios de alta calidad, mínimos costos 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 trabajo en grupos pequeños, comprometidos y entrenados para lograr los objetivos personales y de la empresa.

1.1) Objetivos

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

1.2.1) 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 productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costos operativos y conservación del “conocimiento” industrial.

1.2.2) Objetivos operativos

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

1.2.3) Objetivos organizativos

El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral en el trabajador, crear 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.

1.3) Modelo TPM

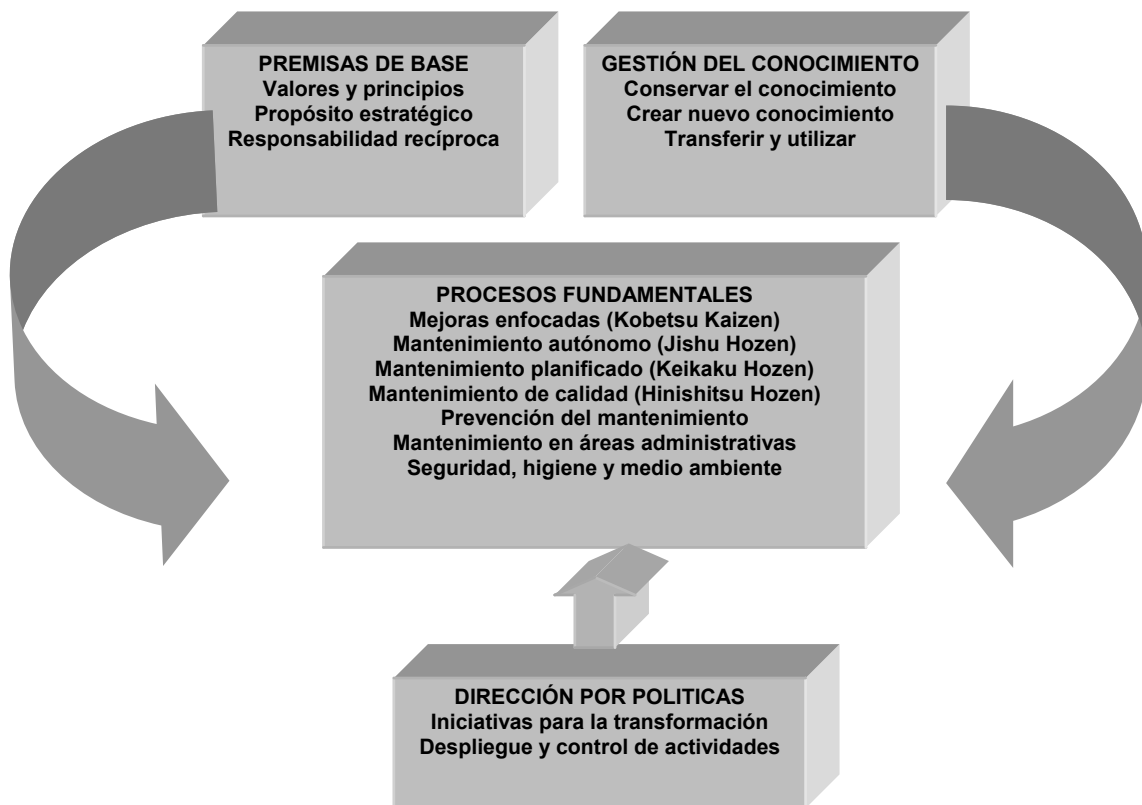
1.3.1) TPM como un sistema

El TPM es un modelo completo de dirección industrial. No se trata de acciones simples de limpieza, gestionar automáticamente la información de mantenimiento o aplicar una serie de técnicas de análisis de problemas. El TPM es una estructura de gestión industrial que involucra sistemas de dirección, cultura de empresa, arquitectura organizativa y dirección del talento humano.

Presentar el TPM en forma sintética, pero completa no es una tarea fácil, ya que del modelo japonés y el material escrito por estos expertos no emerge una visión global. Se pretende en este capítulo presentar el TPM como un sistema e introducir sus componentes.

La visión global del TPM que hemos considerado está representada en la figura 1:

Figura 1. Organigrama TPM



1.3.2) Premisas de base

Las premisas de base son los cimientos sobre los que se debe construir el sistema TPM. Estos incluyen los siguientes elementos:

1.3.2.1) Los valores y principios

Son aquellas creencias profundas que el individuo considera importante. Los valores son permanentes y moldean los sentimientos, conducta y comportamiento de la persona. Estos valores determinan las prioridades con que la empresa decide sus acciones.

1.3.2.2) Propósito estratégico

Son ambiciones a las que aspira la organización. El propósito estratégico tiene presente la visión de como debe ser la posición de liderazgo deseada de la empresa y establece criterios que la organización utilizará para establecer el camino y las pautas de su progreso.

- El propósito estratégico es un reto que la dirección promueve dentro de la organización para generar espíritu de “esfuerzo” dirigido

1.3.3) Gestión de conocimiento en mantenimiento

La gestión del conocimiento pretende que la empresa desarrolle una alta capacidad de adaptación y de institucionalizar el cambio. Hace que la empresa descubra o identifique sus fuerzas o capacidades internas para desarrollarlas a medida que las condiciones del entorno cambian. Recientemente las organizaciones industriales y de servicios se han venido preocupando por el proceso de creación, conservación, distribución y utilización del conocimiento como una forma de lograr transformaciones efectivas y fortalecer sus posiciones en mercados cada vez más complejos. En el actual ambiente dinámico, los movimientos tecnológicos, políticos y cambios en las condiciones de mercados generan condiciones de incertidumbre. Dentro de este escenario, numerosas empresas están construyendo capacidades de aprendizaje y creación de conocimiento en toda la empresa.

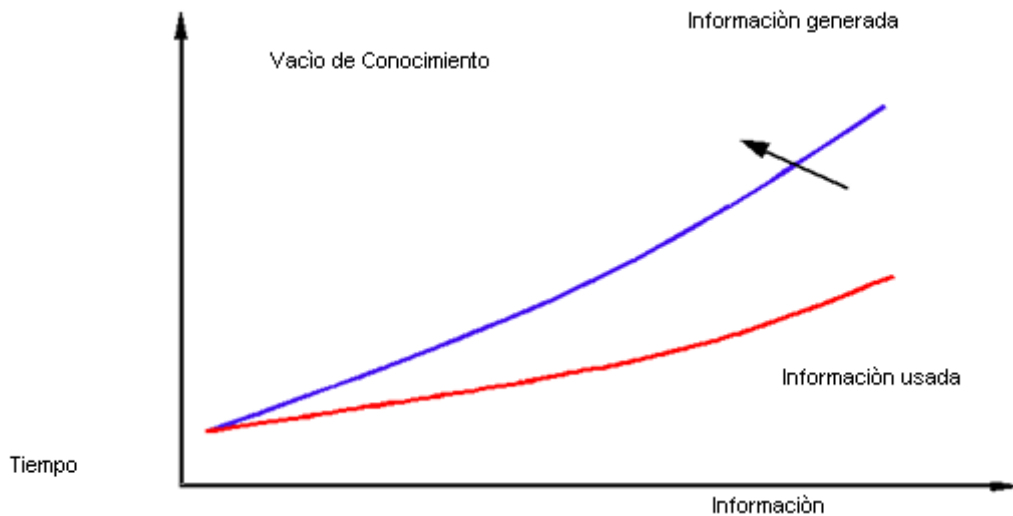
El TPM se apoya fuertemente en el proceso de aprendizaje dentro de las fábricas, cada uno de los procesos fundamentales cuenta con mecanismos para conservar el conocimiento y de aprendizaje. Las etapas básicas del TPM se apoyan en el registro y conservación de la experiencia adquirida por los trabajadores en el cuidado y conservación de los equipos. Cada reparación e inspección de un equipo se constituye en un proceso de generación de conocimiento. Sin embargo, es frecuente en las empresas industriales observar que este conocimiento se pierde por la falta de registros de información. En otras empresas el "dato" existe pero este no genera información por falta de interpretación. Si no existe información, no existirá la posibilidad de generarse conocimiento. El TPM requiere realizar un plan de formación y de obtención de conocimiento. El TPM aporta metodología para aprender a partir de los análisis de averías y fallas.

Las enseñanzas de cada evento se conservan y transfieren a los demás integrantes de la fábrica evitando su repetición en el futuro, siendo este uno de los mecanismos de un correcto mantenimiento planificado.

1.3.4) Empleo del conocimiento en mantenimiento

El conocimiento en mantenimiento debe ser la próxima frontera o desafío de los jefes y directores de mantenimiento en las empresas. Debido al avance en la tecnología de los equipos, las empresas requieren un mayor nivel de formación del personal técnico y directivo. En la figura 2 se aprecia un gráfico cualitativo del empleo del conocimiento en mantenimiento en donde el eje de las ordenadas representa la información, mientras que el de las abscisas el tiempo.

Figura 2. Gráfica de las relaciones entre la experiencia, la información generada y el uso de la misma.⁴



El vacío de conocimiento que existe en la función de mantenimiento se debe principalmente a las siguientes causas:

- ✓ No existe una fuerte cultura de escribir y conservar el conocimiento
- ✓ No se ha apreciado que una avería puede ser una fuente de conocimiento y que se debe capitalizar esta experiencia mediante el registro de causas, fenómenos y acciones tomadas
- ✓ No se emplea la información para obtener conocimiento. Las estadísticas no son entendidas como herramientas de diagnóstico. Prevalece la experiencia y la habilidad técnica
- ✓ La dirección de la empresa no le da la importancia y no estimula el trabajo con datos
- ✓ Las técnicas de confiabilidad y mantenibilidad pueden tener algún grado de dificultad para el profesional de mantenimiento con poca práctica en estadística industrial

Estos problemas deben ser resueltos por los responsables de mantenimiento y en la mayoría de los casos se requiere una sensibilización sobre la necesidad de trabajar con datos y a la importancia de estos. Es recomendable dentro de los programas de formación técnica incorporar acciones de formación orientadas a mejorar el nivel de conocimiento en estadística industrial de los técnicos de mantenimiento. Es posible que no se requieran conocimientos profundos matemáticos, ya que los tediosos cálculos se pueden realizar con programas especializados. Lo importante es poner en práctica los conceptos y que la toma de decisiones se haga con un fundamento de conocimiento existente en los datos.

⁴ Figura tomada del estudio del Ing. Victor Manuel Gerbán.

1.4) Características

1.4.1) Las características más representativas del TPM 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
- ✓ 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 producción 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 modelo original TPM propuesto por el Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM)⁵ sugiere utilizar pilares específicos para acciones concretas diversas, las cuales se deben implantar en forma gradual y progresiva, asegurando cada paso dado mediante acciones de autocontrol del personal que interviene.

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

- ✓ Dirección de operaciones de mantenimiento
- ✓ Dirección de tecnologías de mantenimiento

1.5) Beneficios del TPM

1.5.1) Organizativos

- ✓ Mejora de 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
- ✓ Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad
- ✓ Dimensionamiento adecuado de las plantillas de personal.
- ✓ Redes de comunicación eficaces

1.5.2) Seguridad

- ✓ Mejorar las condiciones ambientales
- ✓ Cultura de prevención de eventos negativos para la salud

⁵ Por sus siglas n ingles (JIPM) Instituto Japonès

- ✓ Incremento de 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

1.5.3) Productividad

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

1.6) Métodos y Herramientas

1.6.1) Definiciones de Trabajo

1.6.1.1) Averías repetitivas y esporádicas de equipos industriales

Se define como el cese de la capacidad de una entidad para realizar su función específica. El término entidad equivale términos generales a equipo, conjunto, sistema, máquina o ítem.

Se puede decir que una avería es la pérdida de la función de un elemento, componente, sistema o equipo. Esta pérdida de la 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.

1.6.1.2) Averías esporádicas

Esta clase de pérdidas, como indica su nombre, ocurren de repente y en forma no prevista. Las características principales de estas pérdidas son:

- ✓ Es poco frecuente su ocurrencia
- ✓ Por lo general resultan de una causa simple
- ✓ Es relativamente fácil identificar su causa y las medidas correctivas son simples y rápidas de aplicar

- ✓ Su aporte es importante y producen grandes desviaciones en el proceso y por este motivo duran poco tiempo

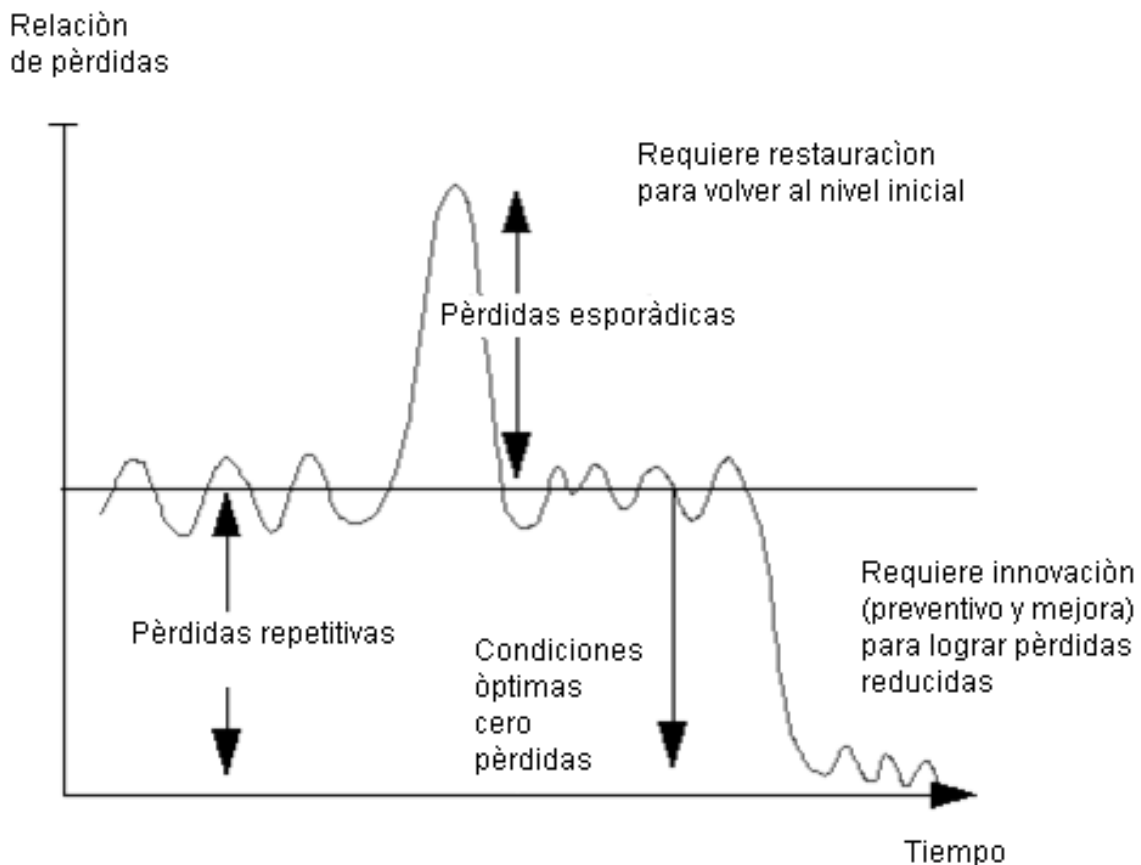
1.6.1.3) Averías repetitivas

Este tipo de pérdidas están ocultas y permanecen en el tiempo. Su efecto es relativamente bajo, pero al sumarlo durante todo el tiempo que permanece puede llegar a ser muy importante para los resultados de la empresa.

Esta clase de pérdidas se vuelven habituales para el personal de la empresa y en muchos casos ya no se aprecian por que "hemos aprendido a vivir con ellas", por ejemplo, en una línea de empaque de productos de consumo sale aproximadamente cada media hora una caja sin pegar debido a una falla del equipo.

Este problema no es dramático, pero muestra que el equipo presenta una falla sistemática en su funcionamiento y que es necesario investigar.

Figura 3. Gráfica de pérdidas en función del tiempo.⁶



⁶ Figura tomada del estudio del Ing. Victor Manuel Gerbán.

CAPITULO II: PILARES DEL TPM

2.1) Estrategia de las 5”S” – Conceptos fundamentales –

2.1.1) ¿Por qué se llama estrategia de las 5”S”?

Se llama estrategia de las 5 “s” porque representan acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienzan con “s”. Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar.

Estas cinco palabras son:

- Clasificar. (Seiri)
- Orden. (Seiton)
- Limpieza. (Seiso)
- Estandarizar (Seiketsu)
- Disciplina. (Shitsuke)

2.1.2) Definiciones

2.1.2.1) ¿Qué es Seiri –Clasificar?

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

2.1.2.2) ¿Qué es Seiton? (Seiton – Ordenar)

Seiton 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.

2.1.2.3) ¿Qué es Seiso? (Seiso – Limpiar)

Seiso significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica. Desde el punto de vista del TPM, Seiso implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza. Se identifican problemas de escapes, averías, fallas o cualquier tipo de fugas¹.

2.1.2.4) ¿Qué es Seiketsu? (Seiketsu – Estandarizar)

Seiketsu 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.

¹ Defecto o problema existente en el sistema.

2.1.2.5) ¿Qué es Shitsuke? (Shitsuke – Disciplina)

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.

2.2) Pilares TPM

2.2.1) Pilar 1: Mejoras Enfocadas (Kobetsu Kaizen)

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

2.2.2) Pilar 2: Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen)

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.

2.2.3) Pilar 3: Mantenimiento Progresivo o Planificado (Keikaku Hozen)

El mantenimiento progresivo es uno de los pilares más importantes en la búsqueda de beneficios en una organización industrial. El JIPM le ha dado a este pilar el nombre de Mantenimiento Planificado (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.

2.2.4) Pilar 4: Mantenimiento de Calidad (Hinshitsu Hozen)

Es una ME que tiene como propósito establecer las condiciones del equipo en un punto donde el "cero defectos" es factible. 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 estas 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 del equipo que tienen una alta incidencia en las características de calidad del producto final, realizar el control de estos elementos de la máquina e intervenir estos elementos.

2.2.5) Prevención del mantenimiento

Es un sistema de mantenimiento que apunta a tomar las precauciones “antes de que pase”. Es la herramienta estratégica que combina las técnicas de Mantenimiento Preventivo con los conceptos japoneses de Calidad Total.

2.2.6) Mantenimiento en áreas administrativas

Este pilar tiene como propósito reducir las pérdidas que se pueden producir en el trabajo manual de las oficinas. Si cerca del 80 % del costo de un producto es determinado en las etapas de diseño del producto y de desarrollo del sistema de producción. El mantenimiento productivo en áreas administrativas ayuda a evitar pérdidas de información, coordinación, precisión de la información, etc. Emplea técnicas de mejora enfocada, estrategia de 5's, acciones de mantenimiento autónomo, educación y formación y estandarización de trabajos. Es desarrollado en las áreas administrativas con acciones individuales o en equipo.

2.2.7) Seguridad, Higiene y Medio ambiente

Tiene como propósito crear un sistema de gestión integral de seguridad. Emplea metodologías desarrolladas para los pilares mejoras enfocadas y

mantenimiento autónomo. Contribuye significativamente a prevenir riesgos que podrían afectar la integridad de las personas y efectos negativos al medio ambiente.

2.3) Dirección (o administración) Por Políticas

Este sistema tiene su origen en la metodología japonesa "Hoshin Kanri", término que fue traducido inicialmente como "Despliegue de Políticas". Sin embargo la expresión más comúnmente usada es "Administración por Políticas" para contraponerlo a la "Administración por Objetivos".

Es un sistema para fijar, a partir del plan estratégico a largo plazo, los objetivos y políticas estratégicas, administrativas y operativas anuales de la alta dirección y luego desplegarlas a toda la organización para que en cada departamento o sección se defina la forma y metas particulares con que cada uno de ellos va a contribuir al logro de esos objetivos. En este contexto, política significa una meta y unos medios para lograrla. El despliegue es el proceso por medio del cual toda la organización conoce, participa y trabaja en el cumplimiento de los planes estratégicos.

Hoshin Kanri es un sistema gerencial, proveniente de Japón, que permite establecer, desplegar y controlar los objetivos de la alta dirección y los correspondientes medios para asegurar su logro en todos los niveles de la organización, basándose en el ciclo PHVA (Planear - Hacer - Verificar - Actuar).

2.3.1) Ventajas de la dirección o administración por políticas

Contribuyen al desarrollo del recurso humano porque:

1. Cada departamento define su papel y responsabilidad
2. Cada gerencia crea ideas para el logro de los objetivos y así, precisa auto motivarse para el logro de objetivos mas altos
3. Cada gerencia se da cuenta de sus logros

Los conceptos de participación y compromiso de los empleados se convierten en realidad, y éstos se sienten parte activa e importante en las funciones gerenciales de la empresa.

Al implantarse, la capacidad de predecir y de responder a cambios se mejora.

Hoshin Kanri se creó con el objetivo de comunicar a todos dentro de la empresa las políticas de la compañía. Es una serie de sistemas, formularios y reglas que impulsan a los trabajadores a analizar situaciones, crear planes de mejora, llevar a cabo controles de eficiencia y tomar las medidas necesarias, resultando como beneficio principal el que todos enfocan sus esfuerzos hacia los aspectos claves para alcanzar el éxito.

En síntesis, es un método que conjuga toda la energía organizacional para dar las respuestas necesarias que permitan atender las necesidades presentes y futuras de la empresa, utilizando todo el potencial humano.

CAPITULO III: TPM Y PRODUCTIVIDAD

3.1) Gestión TPM

3.1.1) Concepto de productividad total efectiva de los equipos (PTEE)

La PTEE (Productividad Total Efectiva de los Equipos) 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 del 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. Esta medida 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:

3.1.1.1) Establecer el tiempo base de cálculo o tiempo calendario (TC)

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 * 24 horas).

3.1.2) Obtener el tiempo total no programado

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

3.1.2.1) Obtener el tiempo de paradas planificadas

Se suma el tiempo utilizado para realizar acciones preventivas de mantenimiento, descansos, reuniones programadas con operarios, reuniones de mejora continua, etc.

3.1.2.2) Calcular el tiempo de funcionamiento (TF)

Es el total de tiempo que se espera que el equipo o planta opere. Se obtiene restando del TC, el tiempo destinado a mantenimiento planificado y tiempo total no programado.

$$\text{TF} = \text{Tiempo calendario} - (\text{Tiempo total no programado} + \text{Tiempo de paradas planificadas})$$

3.2) Cálculo del AE

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

$$\text{AE} = \frac{\text{TF}}{\text{TC}} \times 100$$

3.3) Cálculo de la (EGE)

Este indicador muestra las pérdidas reales de los equipos medidas en tiempo. Este indicador 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
- ✓ Eficiencia de rendimiento: Mide las pérdidas por rendimiento causadas por el mal funcionamiento del equipo, no funcionamiento a la velocidad y rendimiento origina determinada por el fabricante del equipo o diseño
- ✓ 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

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

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

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.

3.4) ¿Porque es importante la Efectividad Global de los Equipos? (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 de mantenimiento autónomo, como de otros pilares TPM. Una buena medida inicial de EGE ayuda a identificar las áreas críticas donde se podría iniciar una experiencia piloto TPM. Sirve para justificar a la alta dirección sobre la necesidad de ofrecer el apoyo de recursos necesarios para el proyecto y para controlar el grado de contribución de las mejoras logradas en la planta.

El EGE permite priorizar entre varios proyectos de ME, 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 de el pilar TPM para cada caso. Esto es, si un equipo tiene pérdidas significativas de calidad y estas afectan el EGE, será necesario realizar acciones Kaizen¹ orientadas a 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.

Las cifras que componen el EGE nos ayudan a orientar el tipo de acciones TPM y la clase de instrumentos que debemos utilizar para el estudio de los problemas y fenómenos. El EGE sirve para construir índices comparativos entre plantas (benchmarking²) para equipos similares o diferentes. En aquellas líneas de producción complejas se debe calcular el EGE para los equipos componentes.

Esta información será útil para definir en el tipo de equipo en el que hay que incidir con mayor prioridad con acciones TPM. Algunos directivos de plantas consideran que obtener un valor global EGE para una proceso complejo o una planta no es útil del todo, ya que puede combinar múltiples causas que cambian diariamente y el efecto de las acciones TPM no se logran apreciar adecuadamente en el 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

¹ Término japonés que significa mejora gradual y continua, haciendo 'pequeñas cosas mejor'

² Es una evaluación comparativa que establece un punto de referencia a partir del cual se comparan de manera sistemática, los productos, servicios y métodos de una empresa con sus competidores.

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 una EGE de este valor, es posible que no lo crea, ya que en general estará acostumbrado a escuchar valores parciales superiores a 90 %.

A menudo el personal de mantenimiento se encarga de controlar la disponibilidad de los equipos ya que este mide la eficiencia general del departamento. La disponibilidad es una medida de funcionamiento del equipo. 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 que operativos y que nada tienen que ver con la función de mantenimiento. Esta falta de trabajo en equipo y con intereses comunes, 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 el EGE de una planta.

3.5) Índice de Eficacia del Equipo. La eficacia puede ser medida utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Eficacia del equipo} = \text{Disponibilidad} \times \text{Tasa de Desempeño} \times \text{Tasa de Calidad}$$

La disponibilidad (tasa de operación); se mejora eliminando las descomposturas, tiempos de arranque, y las detenciones.
La tasa de desempeño; se mejora eliminando las pérdidas de velocidad, detenciones menores y ocio.
La tasa de calidad; se mejora eliminando los defectos en el proceso, durante los rangos.

Las tasas pueden ser determinadas en cada área de trabajo. El alto nivel de eficacia solo se logrará cuando las tres tasas sean altas.

Los siguientes principios deben ser aplicados cuando se esté mejorando la eficacia.

“Hacer medidas detalladas y exactas”
“Establecer prioridades”
“Establecer metas claras”

Para calcular las tasas a utilizar, es necesario revisar los siguientes conceptos:

- ✓ un período dado. En otras palabras es el tiempo total disponible para operación menos los tiempos necesarios para descanso, encuentros, etc. (inevitables)
- ✓ Tiempo de operación; es el tiempo de carga menos el tiempo en el que el equipo está detenido debido a descomposturas, ajustes, cambio de herramienta y otros paros. Es el tiempo en el que el equipo está en operación
- ✓ Tiempo de operación neto; es el tiempo en el que el equipo es operado estable y a constante velocidad. Al tiempo de operación se le resta el tiempo perdido por paros menores y por pérdida de velocidad
- ✓ Tiempo valuable de operación; es el tiempo neto de operación, menos el tiempo estimado que se requiere para re-trabajar los productos defectuosos. Es el tiempo durante el cual los productos aceptables son manufacturados
- ✓ Tiempo de ciclo ideal; es el tiempo diseñado para la producción de una unidad

Los niveles para la eficacia del equipo, difieren dependiendo de la industria, de las características del equipo, y sistemas de producción involucrados. La eficacia del equipo promedia de 40 a 60 por ciento en las compañías investigadas por JIPM (Japan Institute for Plant Maintenance). Este estándar puede ser elevado a 85 o 95 por ciento, a través de varias actividades de mejora, enfocándose a la reducción y eliminación de las pérdidas de eficacia del equipo.

3.6) La confiabilidad del equipo. Es la probabilidad de que el equipo, o el sistema, desempeñarán las funciones requeridas satisfactoriamente, bajo condiciones específicas, en un cierto período de tiempo. La baja confiabilidad del equipo es la causa fundamental de las pérdidas repetitivas. La confiabilidad es basada en dos factores:

3.6.1) Confiabilidad intrínseca:

- ✓ De diseño; los malos diseños dan como resultado fallas mecánicas, corta vida en las partes, instrumental de detección pobre, mala forma en las piezas de trabajo, etc

- ✓ De fabricación; el fabricante de equipo, ensamble de partes, exactitud dimensional, forma de partes, etc. influyen en esta fuente
- ✓ En la instalación; la impropia instalación resulta en vibración, equipo desnivelado, mal cableado, mala plomería, etc
- ✓ Operacional

3.6.2) Confiabilidad en operación y manipulación. Los errores de manipulación, errores de ajuste y arranque, estándares de operación incorrectos, inconsistencia en el mantenimiento de las condiciones básicas, reducen la confiabilidad.

- ✓ Confiabilidad en mantenimiento; los errores en mantenimiento como el mal reemplazo de partes o ensamble incorrecto, reducen también la confiabilidad del equipo

3.7) Restauración del equipo. Todo el equipo cambia con el tiempo dependiendo de las características particulares, los cambios grandes causan descomposturas en el equipo, cuando los pequeños cambios son descuidados (referidos como deterioro), pueden desarrollarse como descomposturas.

Restauración se refiere a retornar el equipo a sus condiciones originales o condiciones ideales, cambiando las partes y mecanismos. Sí solo unas partes han sido cambiadas, las pérdidas continuarán. Esto no es aplicable a equipo que no puede satisfacer los requerimientos técnicos o de mercado.

Hay dos tipos de deterioro:

Natural; que ocurre a pesar de todo y por causa del uso.
--

Acelerada; que ocurre en un periodo más corto y es causada por factores humanos

El deterioro debe ser identificado por inspección y corregido lo más rápido posible, desafortunadamente, los esfuerzos por detener el deterioro y la restauración son frenadas, por causa de que la siguiente información no siempre está disponible:

- ✓ "Condiciones óptimas originales"
- ✓ "Métodos para detectar deterioro"
- ✓ "Criterio para medir el deterioro"
- ✓ "Procedimientos adecuados de restauración"

Los problemas de deterioro pueden ser evitados estableciendo criterios y procedimientos como:

- ✓ Limpieza, es una manera efectiva para verificar y controlar el buen estado del equipo, sirviendo como forma primaria de inspección
- ✓ Mantenimiento predictivo, los diagnósticos técnicos miden el deterioro en términos físicos y químicos. Si las condiciones están fuera de control, se toman medidas correctivas. Para llevar a cabo el mantenimiento predictivo es necesario tener la siguiente información: como medir el deterioro, como detectar signos de anormalidad, que son las condiciones normales, donde están los límites de normalidad-anormalidad

3.8) Condiciones óptimas de operación. Son las óptimas para el mantenimiento y funcionamiento de la capacidad del equipo, de tal forma que el equipo puede ser completamente utilizado en un período dado de tiempo.

Son condiciones necesarias, los mínimos requerimientos para la operación. Son condiciones deseables, las que sobrepasan los niveles estándar de operación. Estas últimas también son conocidas como óptimas. Las siguientes preguntas pueden ayudar para establecer las condiciones óptimas:

- ✓ La precisión dimensional. ¿Son las partes medidas y maquinadas exactamente?
- ✓ Apariencia externa. ¿Cuál es la condición externa de las partes y unidades?
- ✓ Precisión de ensamble. ¿Son las partes y componentes precisos?
- ✓ Precisión de instalación. ¿Se sacude la máquina? ¿Está a nivel?
- ✓ Precisión operacional. ¿Se compara lo normal con lo óptimo?
- ✓ Partes operativas. ¿Son críticas, normales, son compatibles con el equipo o sistema?
- ✓ Ambiente. ¿Es favorable al equipo, polvo, suciedad, existen requerimientos?
- ✓ Fuerza de materiales. ¿Es el material adecuado? ¿Hay alguno más durable, es la rigidez suficiente?

Las condiciones óptimas deben ser conocidas para descubrir las condiciones defectivas donde se necesita mejora. Las condiciones básicas se encuentran en manuales, dibujos, fuentes técnicas, algunas veces en detalle de partes, instrucciones de ensamble y manuales de instalación. Para decidir sobre las condiciones óptimas y seleccionar los límites de control, hay que recurrir algunas veces a la base de prueba y error, o cambiar las condiciones para exponer defectos ocultos.

3.9) Defectos leves del equipo. Son tradicionalmente considerados no dañinos, porque su efecto individual en las descomposturas y defectos de calidad es mínimo. Incluye cualquier factor que parece tener efecto en el

resultado, sin importar su probabilidad. Polvo, suciedad, vibración, 1 a 2 % de abrasión caen en esta categoría por ejemplo.

El objetivo de enfocar estos pequeños defectos es el de prevenir el efecto potencial que pueden producir al acumularse, y que pueden disparar otros factores. Ningún acercamiento analítico garantiza la identificación de cuales defectos causan tales problemas, la solución es eliminar todos los posibles defectos. Para ello, hay que seguir dos principios;

- ✓ Evaluar la relación entre el equipo y los defectos leves, desde una perspectiva ingenieril, revisar los factores relacionados y los principios básicos
- ✓ No distraerse, mantener en mente que la probabilidad de que un defecto simple contribuya al problema total se muestra como irrelevante. Cualquier defecto sospechoso debe ser eliminado

3.10) Conservación y uso de los historiales de mantenimiento.

Documentar los resultados de mantenimiento es una importante actividad de mantenimiento, la calidad del mantenimiento de la fábrica es revelada por estos historiales. Cada quién debe entender el propósito de la conservación de historiales, porqué son mantenidos, qué está siendo controlado y como se deben de usar. Hay una gran variedad de tipos de historiales en mantenimiento que evitan que sean generalizados, los siguientes son los tipos de historiales mínimamente requeridos en TPM.

Historiales de mantenimiento de rutina. Son importantes los historiales de los trabajadores enfocados a prevenir el deterioro y mantenimiento de las condiciones básicas.
Historiales de inspección periódica. Es importante el criterio seguido para indicar el desgaste permisible antes de reparar.
Historiales de los reportes de mantenimiento. Se requiere los utilizados para reparar y dar servicio para restaurar el equipo a su condición original.
Historiales de mejoras. Aquellas modificaciones para aumentar la confiabilidad del equipo, identifican equipo que se descompone frecuentemente y las formas consideradas para prevenir su recurrencia.
Análisis de MTBF (Mean Time Between Failures ³). Los análisis de MTBF clarifican al clasificar las ocurrencias de descomposturas.
Bitácora del equipo. Se deben mantener por la vida del equipo incluyendo, fechas, localización, detalle y costos para las descomposturas que se repararon, el mantenimiento periódico y mejoras, así como nombres, modelos, tamaños y números de partes y fabricantes.
Historial de los costos de mantenimiento. Incluye mano de obra, material, costos de sub-contratos, etc. Estos costos son totalizados normalmente en el sistema de contabilidad de la empresa.

³ Tiempo entre fallas.

Las siguientes precauciones deben ser tomadas al mantener historiales de mantenimiento:

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

3.11) Control de inventarios de partes de repuesto. El control de partes tiene tres propósitos:

Promover la confiabilidad del equipo y extender su período de vida a través de la compra, fabricación y almacenaje de partes.
Asegurar que las partes de repuesto necesarias estén disponibles cuando se necesiten y así minimizar los paros por descomposturas o para mantenimiento.
Reducir inventarios, costos de ordenar y aceptación, y reducir costos de almacenamiento.

La clasificación es el primer paso en administración y control, primero verifique el estado actual del inventario. Los materiales de operación incluyen; herramientas de medición y materiales consumibles. Los materiales de mantenimiento pueden incluir materiales necesarios e innecesarios, (partes quebradas, equipo viejo, etc.), los materiales necesarios incluyen: equipo de repuesto para reemplazo regular, partes de repuesto para descomposturas, reservas de almacén, partes reusables reconstruidas por el departamento, herramientas de mantenimiento.

Las partes de repuesto deben ser clasificadas como partes prioritarias y como comunes, las prioritarias son las partes más importantes del equipo más importante, las partes comunes deben ser suministradas automáticamente y deben ser repuestas por la colocación de una orden.

Los métodos para ordenar partes de repuesto pueden ser ampliamente clasificados, las órdenes individuales son órdenes para partes que son ordenadas solo cuando se necesitan. Los inventarios permanentes son materiales que se mantienen continuamente y hay varios métodos para reponer los inventarios cuando llegan a un nivel cierto, por ejemplo; método de punto de

re-orden, doble caja, por paquete, lote, cantidad fija, intervalo fijo, etc. existen también algunos métodos basados en contratos con proveedores como; envío parcial basado en el método de precio unitario, sistema de depósito.

Para seleccionar un método para inventario permanente, considere cada artículo y el tamaño de la pieza para ver si es posible, estimar que cantidad debería ser usada. Si la estimación es posible la parte debe ser tratada como inventario permanente, para ordenarlo más eficientemente. Si el uso de una parte de repuesto no puede ser estimada no se debe tratar como inventario permanente, puede resultar en inventarios costosos, la decisión debe tomarse en función de las pérdidas debidas a detenciones. Las partes de repuesto con las siguientes características deben designarse en el inventario permanente;

Partes que deben estar disponibles en el evento de una descompostura.
Partes que deben ser compradas tres o cuatro veces al año.
Partes que es probable que fallen entre períodos de mantenimiento.
Partes de repuesto reparadas para reparaciones de emergencia.
Partes con tiempo de envío más largo que los intervalos de servicio planeados.

El método de cantidad fija es el más común para partes de repuesto.

3.12) Control del presupuesto de mantenimiento y reducción de costos. Los presupuestos de equipo son generalmente clasificados y controlados de acuerdo al propósito del gasto o tipo de trabajo, ya sea como egreso de capital o como costo corriente o como gasto del período. Los costos corrientes son desembolsos que son tratados como costo de mantener y restaurar el equipo. Los costos de mantenimiento son tratados como costos corrientes desde un punto contable, e identificados en categorías como, material, mano de obra, otros (sub-contratos).

Para ayudar al control del presupuesto de mantenimiento deben ser clasificados como sigue para tener control efectivo de datos:

A. Clasificación por propósito.

- ✓ Costos de mantenimiento rutinario. Incluye mano de obra y material para las actividades que evitan el deterioro, limpieza, lubricación, inspección, ajuste.
- ✓ Costos de inspección del equipo. Incluye mano de obra y material de las inspecciones para descubrir anomalías y determinar si el equipo está defectuoso o no.
- ✓ Costos de reparación. Incluye mano de obra y materiales para las reparaciones que restauran el equipo a su condición original.

B. Clasificación por método de mantenimiento

Costos de mantenimiento preventivo (PM).
Costos de arreglo de descomposturas (BM).
Costos de mejora de mantenimiento (MI).

C. Clasificación por elementos constituyentes

Costos de material de mantenimiento.
Costos de mano de obra.
Costos de sub-contratos.

D. Otros métodos de clasificación

Escala de trabajo.
Tipo de trabajo.

Los métodos para estimar el presupuesto de mantenimientos más comunes son:

- ✓ Estimado basado en los egresos actuales. Como los costos de mantenimiento no aumentan o disminuyen en proporción con la producción, pueden ser estimados en la base de los egresos del año pasado. Los cambios en la producción influye ligeramente por lo que se hacen algunos ajustes.
- ✓ Método de la tasa de costo de reparación. Aquí el costo del equipo es multiplicado por el porcentaje del costo de mantenimiento calculado de los últimos desembolsos.
- ✓ Método del costo unitario. Los costos son correlacionados con cantidades de producción, tiempos de operación, electricidad y otras variables. Calculándose esa relación normalmente por regresión lineal.
- ✓ Método de base cero. El presupuesto es calculado justificando cada elemento o equipo en el plan anual y calculando la cantidad de mano de obra y material necesario.

Para propósito de impuestos los egresos para capital fijo debe ser diferenciado, así como los sub-contratos, instalaciones, reparaciones mayores, etc.

El control del presupuesto de mantenimiento, significa controlar las actividades de mantenimiento para el período en el que el presupuesto sea ejecutado.

- ✓ Para que el control sea efectivo considere los siguientes puntos:

Verifique que cada uno cuide la necesidad de controlar el presupuesto.
Monitoree los desembolsos de mantenimiento.
Trate efectivamente los problemas.

3.13) Reduciendo los costos de mantenimiento. Cada compañía puede reducir sus costos de mantenimiento. Las prioridades son diferentes para las diferentes industrias y tipos de industria, pero varios puntos generales pueden ser observados:

Revise los intervalos periódicos de mantenimiento. Es importante introducir técnicas de diagnóstico de equipo y cambiar poco a poco, a los métodos basados en las condiciones.
Cambie de los contratos exteriores de mantenimiento preventivo al servicio interno. El mantenimiento sub-contratado debe ser gradualmente hecho por personal de la empresa para que la ejecución sea más pronta.
Revise las partes de repuesto. Reduzca el número de artículos en el inventario permanente e incremente el número de artículos de compra planeada.
Use el equipo ocioso efectivamente. Intente conservar los recursos considerando sí el equipo puede ser reconstruido.
Reduzca el uso de energía y recursos. Una vuelta a la planta normalmente revela desperdicio de energía (vapor, agua, luces prendidas, etc.)
Elimine pérdidas en los equipos. Maximizando la eficiencia, introduzca TPM.

3.13.1) Actividades de reducción de costos de la compañía. Los costos de mantenimiento son difíciles de reducir a pesar de los esfuerzos diarios del personal de mantenimiento. Se logra reducción de costos cuando otro personal indirecto es involucrado. Esas actividades de grupos a lo ancho de la compañía pueden ser organizadas de la siguiente manera:

Forme un grupo en proyecto. Combine los departamentos de mantenimiento, ingeniería, y producción con compras y contabilidad.
Identifique los costos corrientes de mantenimiento. Examine los egresos del año anterior, establezca cuanto egresa cada departamento en cada artículo de equipo, que clase de trabajo se hace y por quién.
Establezca metas. Seleccione mejoras después de examinar los costos de mantenimiento para la fábrica total.
Prepare planes progresivos. Muestre metas y quién es el responsable de su cumplimiento.
Seleccione equipo prioritario. Prepare un análisis de Pareto

para cada artículo o equipo desde la perspectiva de los costos y defina importancias.
Seleccione artículos de costo prioritario. De los tipos y usos de costos, determine el orden preparando análisis de Pareto.
Lleve medidas de las mejoras para cada artículo. Analice las fuentes de los costos de mantenimiento y prepare planes de mejora para bloquearlos, tome acciones apropiadas.
Mida resultados y siga adelante. Evalúe cada paso del proceso.

3.14) Entrenamiento en mantenimiento

En los últimos años el movimiento para incrementar la productividad y una producción de costo competitivo ha conducido a más equipo sofisticado y operado a altas velocidades. La experiencia del personal de mantenimiento y producción es limitada a ediciones y tecnologías relacionadas a sus propias áreas de responsabilidad. Bajo estas circunstancias el TPM no progresará.

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

Como los choferes de autos, los operadores de equipo desempeñan cuatro tipos de trabajo de mantenimiento simple para mantener el equipo corriendo suavemente;

Lleva una revisión del equipo al arrancar, revisa el nivel de aceite en el sistema hidráulico, busca vibraciones inusuales u otras anomalías.

Periódicamente revisa la temperatura, velocidad, etc. durante la operación y continúa escuchando por ruido y vibraciones inusuales.

Revisa el tablero de instrumentos regularmente para ver el nivel de corriente y ve otros medidores de corriente y presión.

Se asegura que el equipo está bien lubricado y se agrega el lubricante que se requiera.

Finalmente cuando nota una condición que pudiera ser un problema de seguridad o mecánico, informa a mantenimiento quién encuentra la anomalía. Aunque el personal de mantenimiento se empeña en arreglar las descomposturas tan rápida y eficientemente como es posible, sus deberes van más allá del tratamiento de fallas del equipo. El personal de mantenimiento ha

sido siempre responsable por asegurar la operación confiable de las máquinas y otro equipo usado por el departamento de producción, sus deberes incluyen:

- ✓ Planeación del mantenimiento periódico.
- ✓ Medición periódica de vibración y temperatura.
- ✓ Estimación óptima del intervalo de reemplazo de partes.
- ✓ Planear y seleccionar óptimamente el lubricante, material y partes de máquinas.
- ✓ Corregir las debilidades de diseño del equipo.
- ✓ Restaurar el equipo descompuesto rápidamente.
- ✓ Proveer educación y entrenamiento de mantenimiento a los operadores de equipo.
- ✓ Mejorar sus destrezas de mantenimiento y aprender nuevas tecnologías.

3.15) El papel de la alta dirección. La clave para progresar en todas las actividades de grupos pequeños descansan en tres condiciones; motivación, habilidad y un ambiente favorable de trabajo. La dirección es responsable por la promoción de esas condiciones. De estas tres claves, la motivación y habilidad es responsabilidad de los trabajadores, pero la creación d trabajo está fuera de su control. Este ambiente tiene componentes físicos y psicológicos que deben ser satisfechos.

La primera responsabilidad de la dirección es proveer un entrenamiento necesario para desarrollar una fuerza de trabajo capaz, motivado y trabajadores verdaderamente autónomos. Se debe proveer la educación humana, entrenamiento técnico en mantenimiento y técnicas de operación. La educación es fuente de motivación porque facilita a la gente a entenderse ellos mismos.

La segunda responsabilidad de la dirección es proveer un ambiente de trabajo favorable para eliminar los obstáculos físicos y psicológicos para trabajar autónomamente en el ambiente. La creación de un ambiente favorable psicológico requiere, primero, escapar de la dirección autoritaria y segundo, cambios en la estructura de la compañía para promover administración participativa.

3.16) Evaluando el progreso de los grupos pequeños. Si las metas de los grupos pequeños son las mismas que las metas de la compañía, podemos evaluar su progreso midiendo el grado para el cual las actividades de grupo contribuyen en el cumplimiento de las metas de la compañía. El progreso en las actividades de los grupos pequeños puede separarse en cuatro etapas:

A. Auto desarrollo. Primero, los miembros del grupo deben dominar las técnicas, su motivación incrementa como ellos reconozcan la importancia de cada una.

B. Actividades de mejora. Las actividades de mejora de grupo son propuestas e implantadas, conduciendo a una sensación de perfección.

C. Resolución de problemas. En esta etapa, las metas de los grupos pequeños que complementan las metas de la compañía pueden ser seleccionadas y el grupo viene a ser activamente involucrado en la resolución de problemas.

E. Dirección autónoma. El grupo selecciona metas de alto nivel consistentes con la política corporativa y dirige su trabajo independientemente.

Las actividades en la etapa A, a la C no son inconsistentes con la tradicional organización basada en orden y control. Durante la etapa D la administración participativa es establecida.

3.17) Midiendo la eficacia en TPM

Para integrar un programa de TPM más efectivamente a través de la compañía o planta, deben ser clarificados, los problemas corrientes, el potencial para su solución y los beneficios a ser ganados. La eficacia de TPM es medida por dos razones: ayuda a establecer prioridades para proyectos de mejora dándole exactitud y reflejando sus resultados. La medición de la eficacia revela los frutos de los esfuerzos diarios, aísla puntos en los que debemos enfocarnos y ayuda en planear las contramedidas.

Para implementar TPM efectivamente, debemos saber que áreas en la planta tiene problemas y cuales son, requiere índices que muestren exacta y c que clase de resultados podemos esperar. Tales índices enfocan actividades de mejora señalando los aspectos más importantes, facilitan la pronta identificación y respuesta al cambio, juicios mas exactos, y ayudan a promover las actividades de TPM más eficientemente.

Los resultados de las actividades de TPM son también medidos usando índices que muestran exacta y claramente la eficacia relativa de las actividades y medidas de mejora en las diferentes plantas o divisiones. Un cercano monitoreo en todos los niveles ayuda a mantener y mejorar resultados, promueve el desarrollo más eficientemente y nos ayuda a entender y prevenir caídas repentinas en la eficacia.

CAPITULO IV: TPM Y CALIDAD

4.1) QC Story¹ o Ruta de Calidad

El modelo de análisis procedente del campo de la calidad, es reconocido como QC Story, historia de calidad o ruta de la calidad.

Este tipo de técnicas han sido ampliamente utilizadas en las empresas, especialmente en aquellas situaciones donde se presentan problemas de defectos, pérdidas de producto final por incumplimiento de especificaciones o situaciones anormales en procesos productivos.

Esta metodología es potente para la reducción drástica de las pérdidas crónicas, especialmente cuando estas son altas. Sin embargo, es frecuente encontrar que estos buenos resultados se deben a la eliminación de las pérdidas esporádicas, pérdidas estas que no son habituales pero que pueden tener un alto impacto en un cierto tiempo, manteniéndose sin resolver las pérdidas crónicas.

Con las metodologías de calidad es posible lograr una disminución de hasta un ochenta por ciento las pérdidas crónicas; sin embargo, cuando se pretende reducir el veinte por ciento restante, es necesario recurrir a las técnicas especializadas de mantenimiento.

El enfoque de calidad emplea como principio fundamental la estratificación de información a través de la construcción del Diagrama de Pareto² para identificar los factores de mayor aporte. El plan de mejora se realiza sobre la base de eliminar los factores prioritarios identificados a través de la práctica del principio de Pareto. Los factores que permanecen o de menor aporte, se consideran como poco críticos y en algunas oportunidades se descuidan debido a su poca importancia.

El diagnóstico de problemas en el modelo de calidad se realiza a través del conocido diagrama de Causa y Efecto³ o espina de pescado. Este diagrama permite recoger en un solo gráfico y clasificados por categorías los posibles factores causales de la avería. Este tipo de técnica es valiosa por su simplicidad, ya que requiere de una tormenta de ideas dirigida hacia las categorías del diagrama: factor humano, equipos, materias primas y método de trabajo. La dificultad puede consistir en poder identificar en el diagrama los factores más significativos o de mayor aporte al problema. Para obtener una conclusión del diagrama de causa y efecto se requiere de gran experiencia y conocimiento profundo del equipo.

Cuando se pretende llegar a los niveles mínimos de pérdida, el diagrama de causa y efecto no es lo suficientemente potente debido a que quedan algunas

¹ *Quality Control Story; Ruta o historia de Calidad*

² *Ver apéndice 1*

³ *Técnica desarrollada por el Doctor Kaoru Ishikawa en 1953, Ver apéndice 2*

posibles causas “triviales” sin solución. Para su eliminación se debe acudir a metodologías complementarias nacidas en el TPM como son el método PM⁴ y la técnica Porqué-Porqué⁵ para identificar y estudiar la mayor cantidad de causas raíces que pueden producir la avería que se estudia

4.2 El proceso de la mejor continua

La globalización, la apertura de los mercados y el medio ambiente competitivo han generado la necesidad, para todo tipo de organizaciones, de hacer uso cuidadoso de sus recursos. Sin embargo, durante muchos años hemos estado descuidando el mas valioso recurso que una empresa puede tener; su capital humano.

Una de las mas grandes contribuciones que los japoneses han hecho a la revolución de la Calidad y Productividad, es mostrar a los gerentes de todo el mundo lo que se puede lograr cuando la gente es entrenada para trabajar junta en la resolución de los problemas comunes. Cuando los empleados se enfocan sobre objetivos comunes. La combinación de inteligencias provee resultados que son verdaderamente extraordinarios.

El enfoque prevaleciente en la conducción y motivación de los empleados en Occidente desde comienzos de siglo, está basado en las ideas de Frederick W. Taylor⁶, condensadas en la denominada “Administración científica”. A través de este enfoque, el empleado está considerado solamente como una extensión de la máquina. Las mejoras en la productividad se logran al mejorar la tecnología y los métodos según la visión de los especialistas.

A partir de 1948 se inicia en Japón un proceso que modificaría el mundo de la calidad y los negocios. Este proceso inspirado, paradójicamente, por pensadores norteamericanos (W. E. Deming⁷ y J. Juran⁸), deriva en 1962 en la formación de los primeros círculos de calidad, predecesores de los actuales equipos de mejora continua.

⁴ Consiste en el análisis de los fenómenos anormales como fallas del equipo en base a sus principios físicos e identificar el mecanismo de estos..

⁵ Técnica empleada para realizar estudios de las causas profundas que producen descomposturas en el equipo.

⁶ Taylor es el fundador del movimiento conocido como organización científica del trabajo. Taylor desarrolló los sistemas detallados previstos para ganar eficacia máxima de trabajadores y de máquinas en la fábrica. Estos sistemas confiaron en los estudios de tiempo y de movimiento, que ayudan a determinar los mejores métodos para realizar una tarea en la menos cantidad de tiempo. Sus métodos de la gerencia fueron publicados en los principios de la Administración Científica.

⁷ Creador del ciclo Deming PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) Proceso que busca la mejora a través de cada ciclo.

⁸ Juran es una de las figuras más importantes en el Control de la Calidad y la Administración moderna. Sus aportes en este campo, junto con los de Deming y Drucker son la base de la creación de la Administración de la Calidad Total japonesa.

CONCLUSIONES

No cabe duda, que el avance tecnológico es el signo de nuestros tiempos, este proceso se ha vuelto tan vertiginoso y dinámico que casi hemos perdido nuestra capacidad de asombro. Se han involucrado sistemas como JIT, Poka Yoke¹, etc. Los cuales conducen a mejoras que aumentan la productividad, calidad y las ganancias.

El mantenimiento de maquinaria y equipo, es trascendental para la producción y los costos, los principios y prácticas utilizados y probados en producción, a menudo no han sido extendidos al mantenimiento. Tal vez por la razón de que éste no es tan repetitivo, resulta relativamente fácil llevar a cabo mantenimiento de rutina o periódico y algunas reparaciones sencillas, pero no las imprevistas y accidentales, debidas al uso y desgaste normal.

No se puede esperar el cumplimiento de filosofías modernas de producción, si no se cuenta con la disponibilidad y buen desempeño de maquinaria y equipo.

El mantenimiento debe pasar de ser una función de apoyo a una función estratégica y sus metas deben figurar en el cuadro de los propósitos de la empresa.

Que la dirección de empresas involucre la inversión en este tipo de programas, requiere un convencimiento racional y económico, que no es fácil de lograr. Se deben eliminar los antagonismos entre obreros y patrones para trabajar en un común acuerdo, ofrecer mayor capacitación en todos los niveles y estimular la incorporación de nuevas tecnologías.

TPM como JIT y TQC², es un factor fundamental en la calidad y productividad de Clase Mundial.

¹ Término japonés que significa a prueba de errores, Ver apéndice 5

² Total Quality Control, Control de Calidad Total

APÉNDICE 1

Principio de Pareto

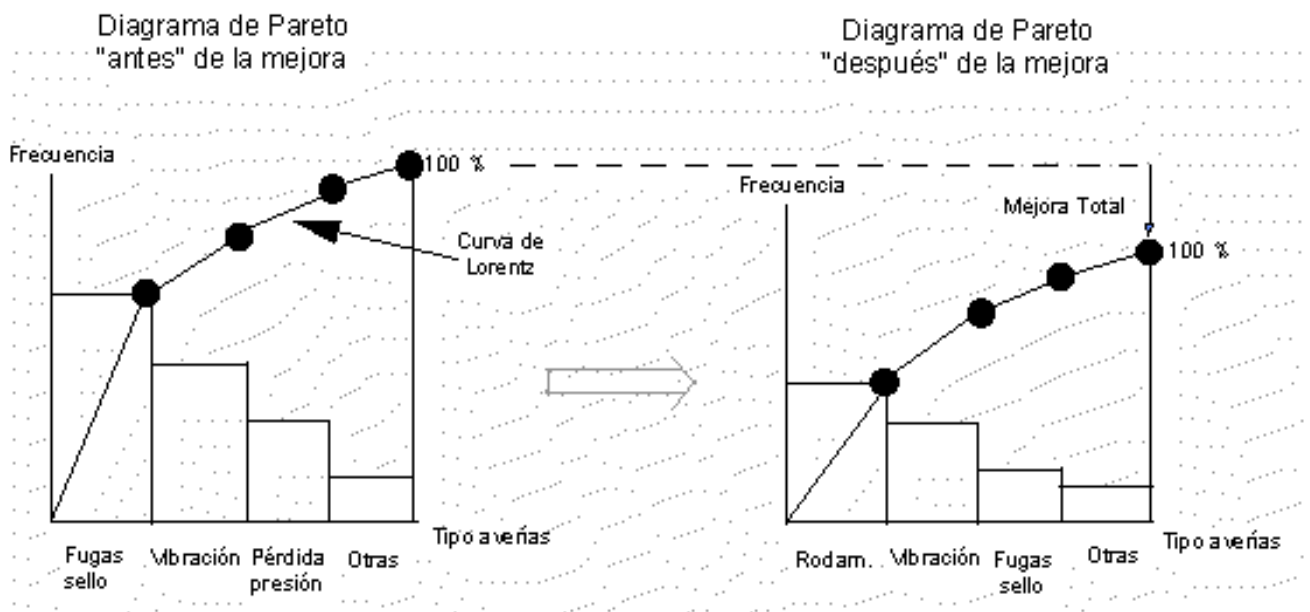
Frecuentemente el personal técnico de mantenimiento y producción debe enfrentarse a problemas que tienen varias causas o son la suma de varios problemas. El Diagrama de Pareto permite seleccionar por orden de importancia y magnitud, la causa o problemas que se deben investigar hasta llegar a conclusiones que permitan eliminarlos de raíz.

La mayoría de los problemas son producidos por un número pequeño de causas, y estas son las que interesan descubrir y eliminar para lograr un gran efecto de mejora. A estas pocas causas que son las responsables de la mayor parte del problema se les conoce como causas vitales. Las causas que no aportan en magnitud o en valor al problema, se les conoce como las causas triviales.

Las causas triviales aunque no aporten un valor a la mejora, no significa que se deban dejar de lado o descuidarlas. Se trata de ir eliminando en forma progresiva las causas vitales. Una vez eliminadas estas, es posible que las causas triviales se lleguen a transformar en vitales.

El Diagrama de Pareto es un instrumento que permite graficar por orden de importancia, el grado de contribución de las causas que estamos analizando o el conjunto de problemas que queremos estudiar. Se trata de clasificar los problemas y/o causas en vitales y triviales. Ver figura siguiente.

Fig. 4 Diagrama de Pareto comparativo antes y después de la mejora.



Para construir el diagrama de Pareto se pueden seguir los siguientes pasos:

Paso 1

En el primer paso se decide la clase de problema que será investigado. Se define el cubrimiento del análisis, si se realiza a una máquina completa, una línea o un sistema de cierto equipo. Se decide que datos serán necesarios y la forma de como clasificarlos. Este punto es fundamental, ya que se pretende preparar la información para facilitar su estratificación posterior.

Paso 2

Preparar una hoja de recogida de datos. Si la empresa posee un programa informático para la gestión de los datos, se preparará un plan para realizar las búsquedas y la clasificación de la información que se desea. Es en este punto cuando se puede realizar la estratificación de la información sugerida anteriormente.

Paso 3

Clasificar en orden de magnitud la información obtenida. Se recomienda indicar con letras (A,B,C,...) los temas que se han ordenado.

Paso 4

Dibujar dos ejes verticales (izquierdo y derecho) y otro horizontal.

(1) Eje vertical.

- En el eje vertical a la izquierda se marca una escala desde 0 hasta el total acumulado.
- En el eje vertical de la derecha se marca una escala desde 0 hasta 100%

(2) Eje horizontal.

Se divide este eje en un número de intervalos de acuerdo al número de clasificaciones que se pretende realizar. Es allí donde se escribirá el tipo de avería que se ha presentado en el equipo que se estudia.

Paso 5

Construir el diagrama de barras.

Paso 6

Marcar con un punto los porcentajes acumulados y unir comenzando desde cero cada uno de estos puntos con líneas rectas obteniendo como resultado la curva acumulada. A esta curva se le conoce como la curva de Lorentz.

Paso 7

Escribir notas de información del diagrama como título, unidades, nombre de la persona que elaboró el diagrama, período comprendido y número total del datos.

El Diagrama de Pareto presenta claramente la magnitud relativa de los problemas y suministra a los técnicos una base de conocimiento común sobre la cual trabajar.

APÉNDICE 2

Diagrama de Causa y Efecto

Cuando se ha identificado el problema a estudiar, es necesario buscar las causas que producen la situación anormal. Cualquier problema por complejo que sea, es producido por factores que pueden contribuir en una mayor o menor proporción. Estos factores pueden estar relacionados entre sí y con el efecto que se estudia.

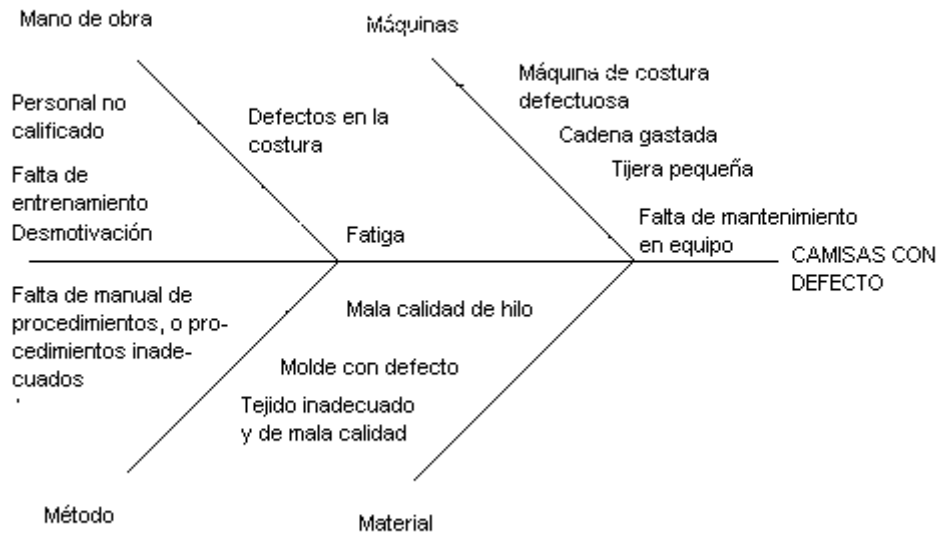
El Diagrama de Causa y Efecto es un instrumento eficaz para el análisis de las diferentes causas que ocasionan el problema. Su ventaja consiste en el poder visualizar las diferentes cadenas Causa y Efecto, que pueden estar presentes en un problema, facilitando los estudios posteriores de evaluación del grado de aporte de cada una de estas causas.

Un Diagrama de Causa y Efecto facilita recoger las numerosas opiniones expresadas por el equipo sobre las posibles causas que generan el problema. Se trata de una técnica que estimula la participación e incrementa el conocimiento de los participantes sobre el proceso que se estudia.

El Diagrama de Causa y Efecto es un gráfico con la siguiente información:

- El problema que se pretende diagnosticar.
- Las causas que posiblemente producen la situación que se estudia.
- Un eje horizontal conocido como espina central o línea principal.
- El tema central que se estudia se ubica en uno de los extremos del eje horizontal. Este tema se sugiere encerrarse con un rectángulo. Es frecuente que este rectángulo se dibuje en el extremo derecho de la espina central.
- Líneas o flechas inclinadas que llegan al eje principal. Estas representan los grupos de causas primarias en que se clasifican las posibles causas del problema en estudio.
- A las flechas inclinadas o de causas primarias llegan otras de menor tamaño que representan las causas que afectan a cada una de las causas primarias. Estas se conocen como causas secundarias.
- El Diagrama de Causa y Efecto debe llevar información complementaria que lo identifique. La información que se registra con mayor frecuencia es la siguiente: título, fecha de realización, área de la empresa, integrantes del equipo de estudio, etc.

Fig.5 Estructura del Diagrama de Causa y Efecto



APÈNDICE III POKA YOKE

La frase POKA-YOKE viene del japonés y está formada por las palabras:

POKA: Evitar

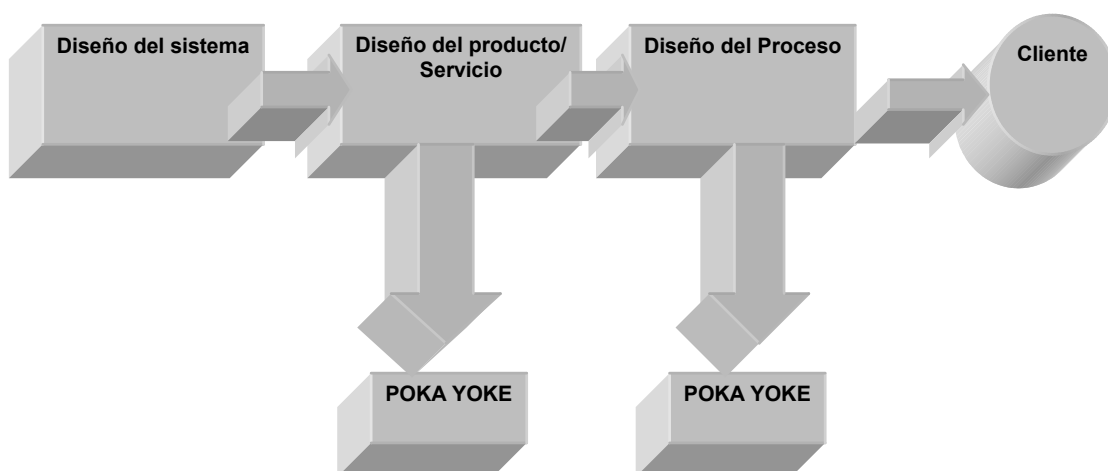
YOKERU: Error inadvertido

En términos generales, se busca una solución de POKA-YOKE cuando el proceso para obtención de un producto o de un servicio, ya está generado. Es decir que el proceso tiene defectos que son los que generan errores. Una simple lógica obliga a preguntarse por qué no se aplicó POKA-YOKE antes de iniciar el proceso. Esto conduce a una segunda pregunta: ¿Dónde es el lugar racional para poner POKA-YOKE? ¿En cuál etapa?

Lo ideal es que los POKA-YOKE se incluyan desde la etapa de diseño. De lo contrario, si se quieren introducir una vez diseñados el Producto / Servicio ó el Proceso, no se cumplirá con un axioma básico de la Calidad moderna que es “hacer las cosas bien a la primera”, con los costos adicionales que ello significa. O dicho de otro modo, es una mejora continua mal entendida, ya que se llama a los consultores para solucionar algo que en realidad debió preverse desde las primeras etapas.

Es importante tener en cuenta que POKA-YOKE tiene un costo y el mismo debe estar en relación con el beneficio que se espera.

Fig.6 Esquema de la aplicación del Poka Yoke



GLOSARIO

AVERÍA: Pérdida de la capacidad del equipo para realizar su función específica.

PRODUCTIVIDAD: Razón entre la producción total por unidad de insumos en un periodo de tiempo.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO: Se basa en un programa pre-establecido o planeado para el reemplazo de partes, o para la inspección de una máquina de acuerdo a las horas de trabajo.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO: Es aquel en el que el equipo tiene que dejarse fuera de operación inmediatamente para evitar mayores daños; es aquí donde se reparan los daños que han ocurrido.

CALIDAD: Es la totalidad de las características de un producto o servicio que le dan aptitud para satisfacer necesidades establecidas.

PLANEACIÓN: Traza un plan en base a objetivos para llevar a cabo un proyecto.

EFICIENCIA: Medida en que una persona, una organización o un proceso son capaces de realizar una función.

EFICACIA: Capacidad para lograr un objetivo o para hacer efectivo un propósito.

BENCHMARKING: Filosofía japonesa en la que se analiza la competencia para aprender y mejorar; es una evaluación comparativa.

KAIZEN: Son actividades que conducen a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento; inspección, limpieza, cambio de piezas, intervenciones menores, etc.

POKA YOKE: Término japonés que significa a prueba de errores.

MANTENIBILIDAD: Propiedad de un sistema que representa la cantidad de esfuerzo para conservar su funcionamiento normal, o para restituirlo una vez que se ha presentado un evento o falla.

CONFIABILIDAD: Posibilidad que tiene un sistema de realizar las funciones para las que fue diseñado sin fallas.

CUELLO DE BOTELLA: Cualquier factor que impide o reduce el flujo normal de un proceso, ya sea productivo, económico o de cualquier otro tipo.

TQC (TOTAL QUALITY CONTROL): Sistema que integra el desarrollo de la calidad, la conservación y la mejora de las partes de una organización.

BIBLIOGRAFÍA

TAKATSUKI R; “Productivity and quality innovation with TPM”. Monden Y; Georgia, U.S.A. 1982

BAILEY C L, MAGGARD B N; “Total productive maintenance: A team implementation approach”. Industrial engineering and management press Orlando, U.S.A.1988

HOHNER G; “JIT/TQC: Integrating product design with shopfloor effectiveness” Industrial engineering; Páginas 139-145. 1983

NAKAJIMA SEIICHI; “TPM development program: implementing total productive maintenance”. Productivity Press. 1989

E.T NEWBROUGH; “Administración de mantenimiento industrial”. Editorial Diana. México 1989

L.C MORROW; “Manual de mantenimiento industrial”. CECSA. México 1984

ASOCIACION NACIONAL DE CONTADORES DE LOS ESTADOS UNIDOS “Control de costos de mantenimiento”. Editorial INSOTEC. 1984

Sitios de consulta en Internet:

www.ceroaverias.com

www.aretpm.com

www.mantenimientomundial.com

www.gestiopolis.com

www.monografias.com

www.management.com