

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA



MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE
PROCESOS INDUSTRIALES

“IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO
TPM COMO MEDIO DE MEJORA EN LA FIABILIDAD Y EFICACIA ”

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRÍA EN INGENIERÍA

PRESENTA:

ALEJANDRO MADRIGAL GONZÁLEZ
ING. EN ELECTRÓNICA

DIRECTOR DE TESIS
M.C. VICTOR NUÑO

Mexicali B.C. Octubre del 2008.

ÍNDICE

Pags.

Capítulo I Antecedentes Historicos

1.1	Introducción	2
1.2	Antecedentes.....	5
1.3	Hipótesis.....	8
1.4	Objetivos.....	8
1.5	Alcance.....	10
1.6	Métodos y Materiales.....	10
1.7	Análisis Económico.....	11

ÍNDICE

Pags.

Capítulo II Antecedentes Teóricos

2.1	Gestión Temprana del Equipo	12
2.2	Relación entre MRPII con TPM	13
2.3	Conexión Entre Proyecto y Desarrollo de Productos y Producción	15
2.4	Teoría del Deterioro	16
2.5	Teoría de Pérdidas	17
2.6	Inconvenientes del TPM	19
2.7	Factores Clave para el éxito de un Plan de Manto. Productivo Total	19
2.8	Efectividad Total del Equipo	20
2.9	Actividades del TPM	24
2.9.1	Eliminación De Los Problemas Más Graves	24
2.9.2	El Mantenimiento Autónomo	26
2.9.3	Programa De Planificación Del Mto. Preventivo	27
2.9.4	Enseñanza Y Entrenamiento	29
2.9.5	La Prevención En El Mantenimiento	30
2.10	Capacitación y Entrenamiento	31

ÍNDICE

Pags.

Capítulo III Análisis Y Solución Del Problema

3.1 Implementación del TPM	32
3.2 Métrica para las áreas a implementar	33
3.3 El Mantenimiento Autónomo	38

Capítulo IV Evaluación Y Análisis De Resultados

4.1 Conclusiones	43
------------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pags.
Fig. 1.1 TPM parte de Lean Manufacturing	7
Fig. 2.1 El TPM En Un Entorno Cambiante	14
Fig. 2.2 Posición de la Gestión Temprana del Equipo en el TPM	15
Fig. 2.3 Estructura de Pérdidas	21
Fig. 2.4 Eficiencia Total del Equipo	22
Fig. 2.5 Modelo del TPM	25
Fig. 2.6 Los 7 pasos del Manto. Preventivo	28
Fig. 2.7 Diagrama a Bloques del Flujo de los Procesos.	31
Fig. 3.1 Cantidad de Mantenimientos Correctivos en el 2003.....	33
Fig. 3.2 Cantidad de Mantenimientos Correctivos en el 2004.....	34
Fig. 3.3 Cantidad de Mantenimientos Correctivos en el 2005.....	34
Fig. 3.4 Cantidad de Mantenimientos Correctivos en el 2006.....	35
Fig. 3.5 Tiempo Muerto Comparativo por Mes.....	36
Fig. 3.6 Máquina Crítica del mes de Octubre 2005.....	37
Fig. 3.7 Costo de Mantenimiento Correctivo del mes de Octubre 2005.....	37
Fig. 3.8 Mantenimiento Planificado.....	41

ÍNDICE DE TABLAS:

	Pags.
Tabla 1.1 Presupuesto de la Investigación	11
Tabla 2.1 Las Ocho Pérdidas Principales de la Planta	18
Tabla 3.1 El Depto. de Mantenimiento Transfiere Tareas	39
Tabla 3.2 Pasos para Implementar Manto. Autónomo	40
Tabla 3.3 Calendario de Actividades	42

ANEXOS

A.1 Referencias Bibliograficas	49
A.2 Direcciones Internet	50

Glosario:

TPM: (*Total Productive Maintenance*) Mantenimiento Total Productivo

MA: Mantenimiento Autónomo

MP: Mantenimiento Preventivo

MPd: Mantenimiento Predictivo

MC: Mantenimiento Correctivo

VSM: (*Value Stream Mapping*) Mapeo de la Cadena de Valor

ETE (OEE): (*Overall Equipment Effectiveness*) Efectividad Total del Equipo.

PM: (*Preventive Maintenance*) Mantenimiento Preventivo

Lean Manufacturing: Manufactura Esbelta

SMED: (*Single Minute Exchange of Dies*) Cambio Rápido de Dados

Inputs: *ing*, Entradas

Outputs: *ing*, Salidas

Kaizen: (*Japones*) Mejoras

1.1 INTRODUCCIÓN

El mantenimiento no es una función "miscelánea", produce un bien real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad. Para nadie es un secreto la exigencia que plantea una economía globalizada, mercados altamente competitivos y un entorno variable donde la velocidad de cambio sobrepasa en mucho nuestra capacidad de respuesta. En este panorama estamos inmersos y vale la pena considerar algunas posibilidades que siempre han estado pero ahora cobran mayor relevancia.

Particularmente, la imperativa necesidad de redimensionar la empresa implica para el mantenimiento, retos y oportunidades que merecen ser valorados. Debido a que el ingreso siempre provino de la venta de un producto o servicio, esta visión primaria llevó la empresa a centrar sus esfuerzos de mejora, y con ello los recursos, en la función de producción. El mantenimiento fue "un problema" que surgió al querer producir continuamente, de ahí que fue visto como un mal necesario, una función subordinada a la producción cuya finalidad era reparar desperfectos en forma rápida y barata.

Sin embargo, sabemos que la curva de mejoras incrementales después de un largo período es difícilmente sensible, a esto se une la filosofía de calidad total, y todas las tendencias que trajo consigo que evidencian sino que requiere la integración del compromiso y esfuerzo de todas sus unidades. Esta realidad ha volcado la atención sobre un área relegada: el mantenimiento. Ahora bien, ¿cuál es la participación del mantenimiento en el éxito o fracaso de una empresa? Por estudios comprobados se sabe que incide en:

- Costos de producción.
- Calidad del producto servicio.
- Capacidad operacional (aspecto relevante dado el ligamen entre competitividad y por citar solo un ejemplo, el cumplimiento de plazos de entrega).
- Capacidad de respuesta de la empresa como un ente organizado e integrado: por ejemplo, al generar e implantar soluciones innovadoras y manejar oportuna y eficazmente situaciones de cambio.
- Seguridad e higiene industrial, y muy ligado a esto.
- Calidad de vida de los colaboradores de la empresa.
- Imagen y seguridad ambiental de la compañía.

Las industrias de servicios a nivel mundial se encuentran en la búsqueda constante de tecnología y técnicas de gestión, que les permitan ser más eficientes en un panorama donde los productos deben competir con otros de empresas de la misma especialidad y origen,. Adicionalmente, adaptarse a la globalización de los mercados. Las antiguas protecciones aduanales fueron cambiadas por protecciones de bloques económicos y rápidamente se están convirtiendo en normas mundiales, donde una empresa situada en algún lugar del orbe, es capaz de retar a cualquier empresa tradicional firmemente establecida. Por ello, sólo las empresas con capacidad de adaptarse de una manera fluida y rápida, tienen probabilidades de triunfar, pues en el mercado actual sólo sobreviven los mejores, no los más fuertes.

Se ha establecido ahora la necesidad de aprender un proceso y luego, desecharlo, porque aparece otro tecnológicamente más avanzado y económicamente más rentable. Esta capacidad de aprender y producir constantemente requiere de grandes esfuerzos económicos e intelectuales y obliga a formar y rechazar personal continuamente, siempre en la búsqueda de la supervivencia en el mercado y la excelencia técnica y económica.

Los sistemas productivos, que durante muchas décadas han concentrado sus esfuerzos en el aumento de la capacidad de producción, están evolucionando cada vez más hacia la mejora en la eficiencia, que lleva a los mismos a la producción necesaria en cada momento con el mínimo empleo de recursos, los cuales serán, pues, utilizados de forma eficiente, es decir, sin despilfarros [CUATPM00].

Todo ello conlleva la sucesiva aparición de nuevos sistemas de gestión que con sus técnicas han permitido una eficiencia progresiva de los sistemas productivos, y que han culminado precisamente con la incorporación de la gestión de los equipos y medios de producción orientada a la obtención de la máxima eficiencia, a través del TPM o Mantenimiento Total Productivo.

Para mejorar la administración de los equipos, hace más de 30 años Japón introdujo en sus empresas el concepto de mantenimiento preventivo originario de los Estados Unidos, el cual hace énfasis en la importancia que tiene de involucrar al personal de producción y al de mantenimiento en labores de mantenimiento productivo, pues esto ha dado buenos resultados sobre todo en industrias de punta.

Las posteriores incorporaciones incluyeron la prevención del mantenimiento, el mantenimiento predictivo y diagnóstico y, por supuesto, la participación total de la empresa a todo nivel; todo esto bajo un esquema adaptado a las características y necesidades de sus empresas.

Casi todas las empresas seleccionan un altísimo grado de automatización como solución a sus problemas, los equipos de producción y la forma como se utilizan inciden en forma determinante en la calidad del proceso y del producto. El potencial que se esconde bajo éste hecho simple es descubierto y representado en su máxima expresión por el concepto del Mantenimiento Productivo Total, [GUESIS93].

El término TPM (*Total Productive Maintenance*) como mejor se conoce al Mantenimiento Productivo Total alrededor del mundo, fue establecido en 1971 por el Instituto Japonés para el Mantenimiento de Planta. El TPM establece un sistema de administración de planta el cual previene las pérdidas y logra la reducción de metas a cero, tales como: "cero accidentes", "cero defectos" y "cero fallas" en los equipos involucrados en el sistema de producción.

A partir desde conceptos muy básicos, hasta los términos de la implementación, Si bien la metodología de Mantenimiento Total Productivo para su terminación de programa abarca de 3 a 5 años, en nuestro caso de estudio solo trataremos el tema de Implementación, la cual sienta las bases para llegar al objetivo del programa TPM.

El grado de utilización en forma tradicional es una cifra que sólo engloba un concepto técnico muy particular (el grado y utilización de un equipo). En cambio, el TPM encierra un concepto enorme, pues incluye la reducción ó eliminación del desperdicio y tiempos de calibración, la disminución de los tiempos de equipos funcionando en forma ociosa, la optimización de la seguridad del proceso, la estandarización de elementos de máquina y la mejora de la mantenibilidad de los equipos de producción. Muchas veces ésta mejora va asociada a un cambio radical en el diseño del equipo el cual estudiado a fondo, redimensionado y rediseñado para adaptarlo a las necesidades del proceso productivo de la empresa.

Es claro que el TPM es un concepto que se basa en la máxima utilización de los equipos, el cual investiga sobre las relaciones de todo el sistema hombre-equipo-entorno y desarrolla los potenciales ocultos en el sistema, es la repuesta que muchas empresas esperaban desde hace tiempo. Un sinnúmero de empresas en el Japón, muchas otras en Europa y muy pocas en Latinoamérica, practican el TPM a sus empresas y, las que no lo hacen, corren el riesgo de quedar fuera de competencia cuando la globalización los alcance.

1.2 ANTECEDENTES

Introducción al TPM

Los equipos y plantas cada vez son más complejos y automáticos, y se siguen haciendo progresos hacia fábricas completamente automatizadas. Esta tendencia, junto con el reciente incremento de la sofisticación de los requerimientos de la calidad, convierte en esencial que la calidad se integre en los productos a través de los procesos y equipos de producción mismos.

Mantenimiento Preventivo: Se introdujo en 1951, incluye la inspección planificada, reemplazo de piezas y reparaciones como medidas proyectadas para evitar fallas mayores. Antes de que se implementara, existía el llamado mantenimiento de averías que consiste en que el equipo solo se repara después de que está averiado.

Una consecuencia es que el mantenimiento, la base de toda la actividad de fabricación, ha adquirido una particular relevancia, particularmente el mantenimiento con implicación total de los empleados (Mantenimiento Productivo Total), un concepto que ha tenido su origen y se ha desarrollado en Japón y ahora se está difundiendo por el mundo.

Atrae menos atención y tiene menos encanto superficial que otras actividades Kaizen, particularmente en una planta que no esté plenamente utilizada y tenga capacidad excedente. Con todo, el mantenimiento es una parte indispensable de la fabricación y la más básica de todas las actividades de producción. Por esta razón todos los niveles de dirección de una empresa deben tener claras sus necesidades y metas. Deben comprenderlo, interesarse por él, y promoverlo sin descanso [SEIMAN].

TPM: Es un proceso para mejorar la fiabilidad y eficacia de las máquinas, equipos, líneas o procesos de una planta por medio de la involucración de todos los empleados en:

- La Compra
- El Cuidado
- El Mantenimiento
- Las Mejoras de los Equipos

El TPM involucra a todos a través de la formación de equipos de acción ínter funcionales. Estos grupos son formados en base a los equipos o sistemas con los cuales están involucrados. El objetivo de estos grupos es resolver los problemas relacionados con los equipos a su cargo.

Todos los departamentos de la compañía; diseñadores de equipo, producción, ingeniería, mantenimiento, operarios, ventas y otros, todos los empleados participan activamente, desde la alta gerencia hasta los operarios. Fomenta la participación y la motivación, a través de la constitución de pequeños grupos de trabajo.

El TPM en su sentido amplio es una filosofía gerencial que promueve el cambio de la cultura organizacional hacia la calidad y productividad a todo nivel en la empresa bajo un esquema de administración participativa.

En Mantenimiento Productivo Total, la palabra total tiene tres significados importantes que determina los principales gastos del TPM:

a. Eficiencia Total.- el TPM busca la eficiencia económica o rentabilidad de toda la empresa.

b. Mantenimiento Total.- establecimiento de un plan de mantenimiento para toda la vida útil del equipo (incluye mantenimiento preventivo, mantenimiento de averías y mantenimiento correctivo o facilidad del mantenimiento y la operación por medio de mejoras en el diseño).

c. Participación Total de todos.- Existencia de un sistema organizacional que permite las actividades de pequeños grupos de trabajo para la realización en cada departamento y en cada nivel (actividades de Mantenimiento Autónomo en la planta).

Más que un método, un proceso o una estrategia, el TPM es una filosofía de mejorar continuamente el aparato productivo de una empresa [CURINT01].

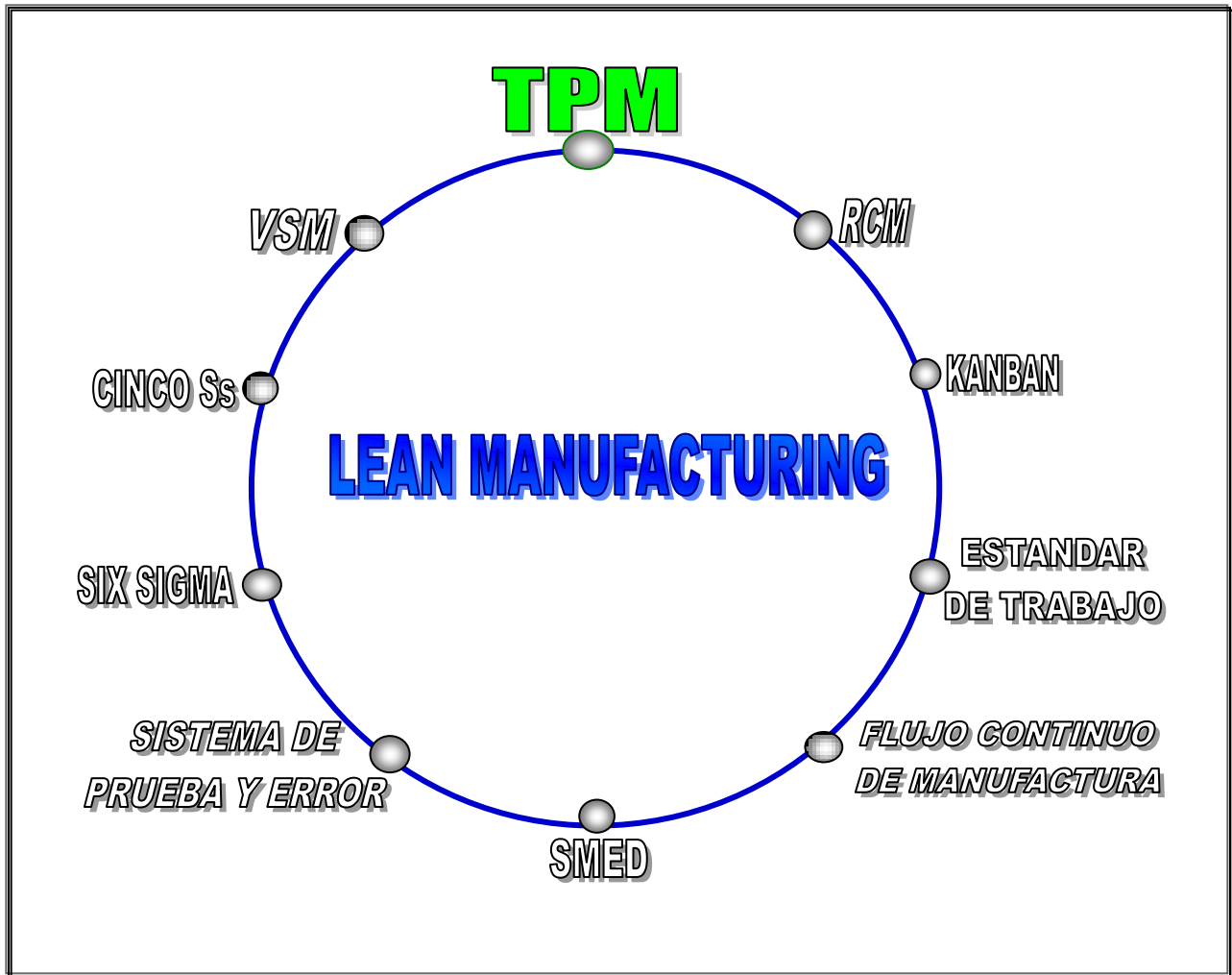


Fig. 1.1 TPM parte de Lean Manufacturing

1.3 HIPÓTESIS

Con la implementación del programa de Mantenimiento Total Productivo TPM se pretende demostrar que se puede llevar a aumentar en buena medida la Eficacia y la Fiabilidad de nuestras máquinas, equipos, líneas de producción y procesos de una planta por medio del involucramiento de todos los empleados [CURINT01].

1.4 OBJETIVOS

Objetivo General del Mantenimiento Total Productivo TPM:

El objetivo primordial del TPM es lograr la competitividad de clase mundial, lograr el liderazgo en el Mercado, y el mejor de los servicios al cliente.

Objetivos Específicos de Implementar la herramienta TPM:

- El TPM pretende crear una cultura corporativa para alcanzar el máximo de eficiencia posible de todo el proceso productivo.
- Prevención: una de las características más importantes del TPM es el establecimiento agresivo de objetivos y metas. Por esto el TPM pone sobre todo énfasis en la prevención, es demasiado tarde si se espera hasta que ocurra un problema para luego arreglarlo.
- La meta del TPM es la maximización de la eficiencia global del equipo en los sistemas de producción, eliminando las averías, los defectos y los accidentes laborales.
- La participación de todos los miembros de la empresa.
- El personal y la maquinaria deben funcionar de manera estable.

- Dar lugar a un proceso en flujo continuo regularizado.
- Promover la producción libre de defectos, la producción “justo a tiempo” y la automatización controlada de las operaciones.
- Desarrollar un óptimo sistema Hombre-Máquina, en el cual, el operario sea responsable del óptimo funcionamiento de la máquina a través de actividades de mantenimiento diario (limpieza, lubricación, ajustes y cambios).
- Mejorar la calidad general del ambiente de trabajo, con lo que se persigue cambiar las actitudes y comportamiento de las personas. Con esto, el personal aprende a descubrir anomalías, hacer reparaciones y mejoras basadas en hechos definidos, confirmar los resultados positivos, adquirir la conciencia de calidad, mejorar el cuidado de los equipos, la limpieza se convierte en inspección, hay un sentido de pertenencia y de trabajo en equipo, se genera un sentido de orgullo y lealtad por la empresa, mayor motivación y mayor seguridad laboral. La filosofía del MRPII ayuda a aplicar lo anterior.

En definitiva, mediante el TPM trataremos de racionalizar la gestión de los equipos que integran los procesos productivos, de forma que puedan optimizarse el rendimiento de los mismos y la productividad de tales sistemas. Para ello se centra en unos objetivos y aplica los medios adecuados.

Una vez definidos los objetivos de la empresa son los que denominaremos las seis grandes pérdidas, las cuales serán objeto preferencial de nuestra implementación. Todas ellas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos, y desde luego dan lugar a reducciones de eficiencia del sistema productivo, en tres aspectos fundamentales:

- Tiempos muertos o de paro del sistema productivo.
- Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos.
- Productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo.

1.5 ALCANCE

Dado que el llevar completamente el programa de Mantenimiento Total Productivo en periodo de tiempo nos toma alrededor de 3 a 5 años aproximadamente, nos limitaremos en esta ocasión en la fase de implementación del TPM en la empresa.

Teniendo en mente conocer la filosofía y los principios del TPM, con el fin de realizar los primeros pasos en la implementación del proyecto TPM en nuestra compañía.

1.6 MÉTODOS Y MATERIALES

Los métodos para alcanzar nuestros objetivos son:

1. Se realizará investigación de campo en piso de producción, recabando información del estatus de la maquinaria, capacitación del personal, involucrados, posibles alternativas, etc.
2. Se llevará a cabo investigaciones bibliográficas, como apoyo en asesoramiento de los pasos para lograr la mejor de las implementaciones.
3. Se estará monitoreando las actividades desarrolladas a raíz del presente proyecto.

1.7 Análisis Económico

Descripción:	Costo:
Adquisición Bibliográfica	\$ 3,500.00
Consultas por Internet	\$ 1,050.00
Capacitación Externa Consultoria	\$ 10,000.00
Transportación	\$ 2,000.00
Papelería (Copias, Impresiones, CD-R, etc.)	\$ 1,500.00
Impresiones Litográficas, (Carteles, Propaganda, Folletos)	\$ 3,500.00

Total = \$ 21,550.00

Tabla. 1.1 Presupuesto de la Investigación.

2.1 La Gestión Temprana del Equipo en el TPM

Además del Mantenimiento Productivo existe el Mantenimiento Correctivo que fomenta las reparaciones orientadas a mejorar los equipos e instalaciones, para evitar que la misma avería vuelva a ocurrir. La siguiente fase del mantenimiento fue el concepto de prevención del mantenimiento, donde se insiste en la fase del diseño del equipo para construir un equipo que requiera el mínimo de mantenimiento.

TPM está definido como un conjunto de actividades para restaurar los equipos y llevarlos a una condición óptima y cambiar el entorno de trabajo para mantener estas condiciones. Significa mantener la máquina en condiciones de perfecto estado de tal manera que nunca se averíe, siempre funcionando a la velocidad prevista, sin producir artículos defectuosos.

Esto requiere de una serie de métodos estandarizados para el diagnóstico de equipos, la detección temprana de anomalías, la gestión de las piezas de repuesto y los sistemas de información que registran el historial de los equipos y datos de averías.

Son numerosas las empresas japonesas que han introducido programas de desarrollo TPM. Entre 1971 y 1989, son 171 las corporaciones que han ganado el premio PM* por la aplicación eficaz de estos programas. El TPM les ha ayudado a conseguir buenos rendimientos en el entorno actual de crecimiento. En los años por venir, los programas TPM serán aún más importantes para la supervivencia corporativa conforme crezca la aspereza del entorno.

Las empresas que deseen sobrevivir en el entorno actual altamente competitivo deben considerar la necesidad de conseguir una elevada calidad, costos más bajos, y una investigación y desarrollo (R & D) más eficaz y viva. ¿Cómo deben cambiar los programas de una empresa para sobrevivir en este entorno más difícil? Un modo es llevar el desarrollo del TPM más allá de las fronteras de los programas específicos de una división concreta propuesta en el programa de desarrollo del TPM.

* El Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (JIPM) patrocina el Premio Anual PM para la Excelencia en TPM.

2.2 ¿Cómo se Relaciona MRP II con Mantenimiento Total Productivo?

MRP II es una filosofía llevada a la práctica en la gestión de negocios; ha sido adoptada e implantada en un gran número de compañías en los Estados Unidos, Australia y en el Reino Unido, y en estas compañías ya se están notando los beneficios de operar con esta filosofía. MRP II proporciona un cambio importante en control. Los sofisticados sistemas y procedimientos incorporados proporcionan respuestas equilibradas y consistentes que permiten la toma de decisiones correctas, mediante el planteamiento de las preguntas claves de cualquier empresa manufacturera:

- Qué vamos a fabricar?
- Qué se necesita para su fabricación?
- De qué disponemos?
- Qué necesitamos conseguir?

Se sabe que MRP II es aplicable a cualquier tipo de empresa, en nuestro caso el MRP II aplicado a Mantenimiento, las preguntas serán:

- Qué tipo de mantenimiento se va a realizar?
- Qué materiales se necesita para realizar el mantenimiento?
- De qué disponemos?
- Qué necesitamos conseguir?

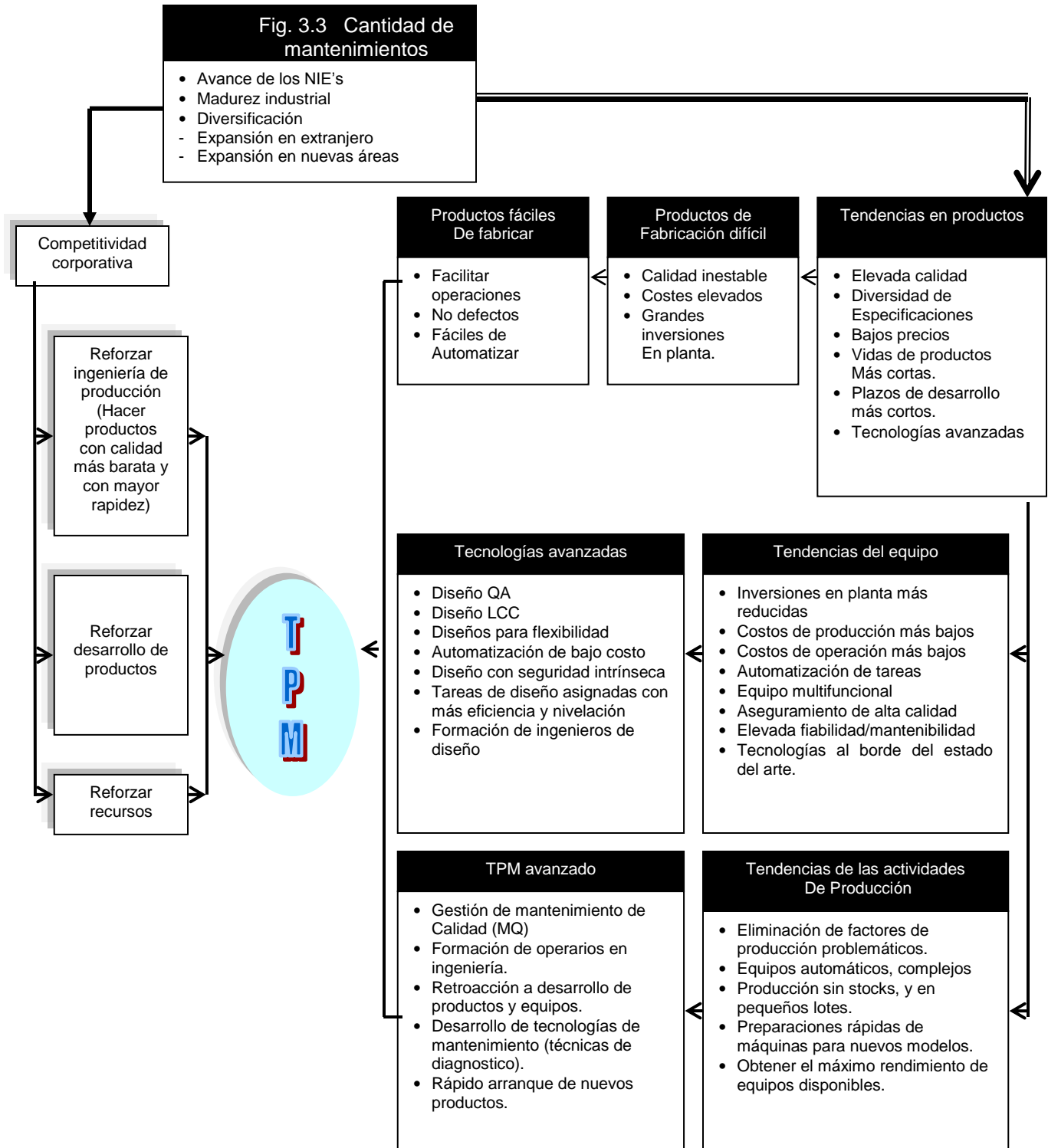


Fig. 2.1 El TPM en un Entorno Cambiante. [FUMLTPM Págs. 4,5]

2.3 Conexión Entre Proyecto y Desarrollo de Productos y Producción

En los años por venir serán crecientemente importantes los objetivos de asegurar una elevada calidad con costos más bajos en el proyecto y desarrollo de equipos. Naturalmente, este par de objetivos no pueden lograrse sin establecer metas similares para el proyecto y desarrollo de productos.

La figura 2.2 muestra cómo la gestión temprana del proyecto de equipos combinada con el diseño de productos “amigoso para la planta” amplía el radio de acción del TPM al desarrollo de productos, la incorporación de los procedimientos del TPM al proyecto de productos conecta esta área más estrechamente con el proyecto y desarrollo de equipos y producción y otros campos relacionados considerados como los objetivos básicos del desarrollo del TPM, la figura 1.2 muestra la nueva posición de la gestión temprana de equipos y el proyecto de productos dentro del cuadro general.

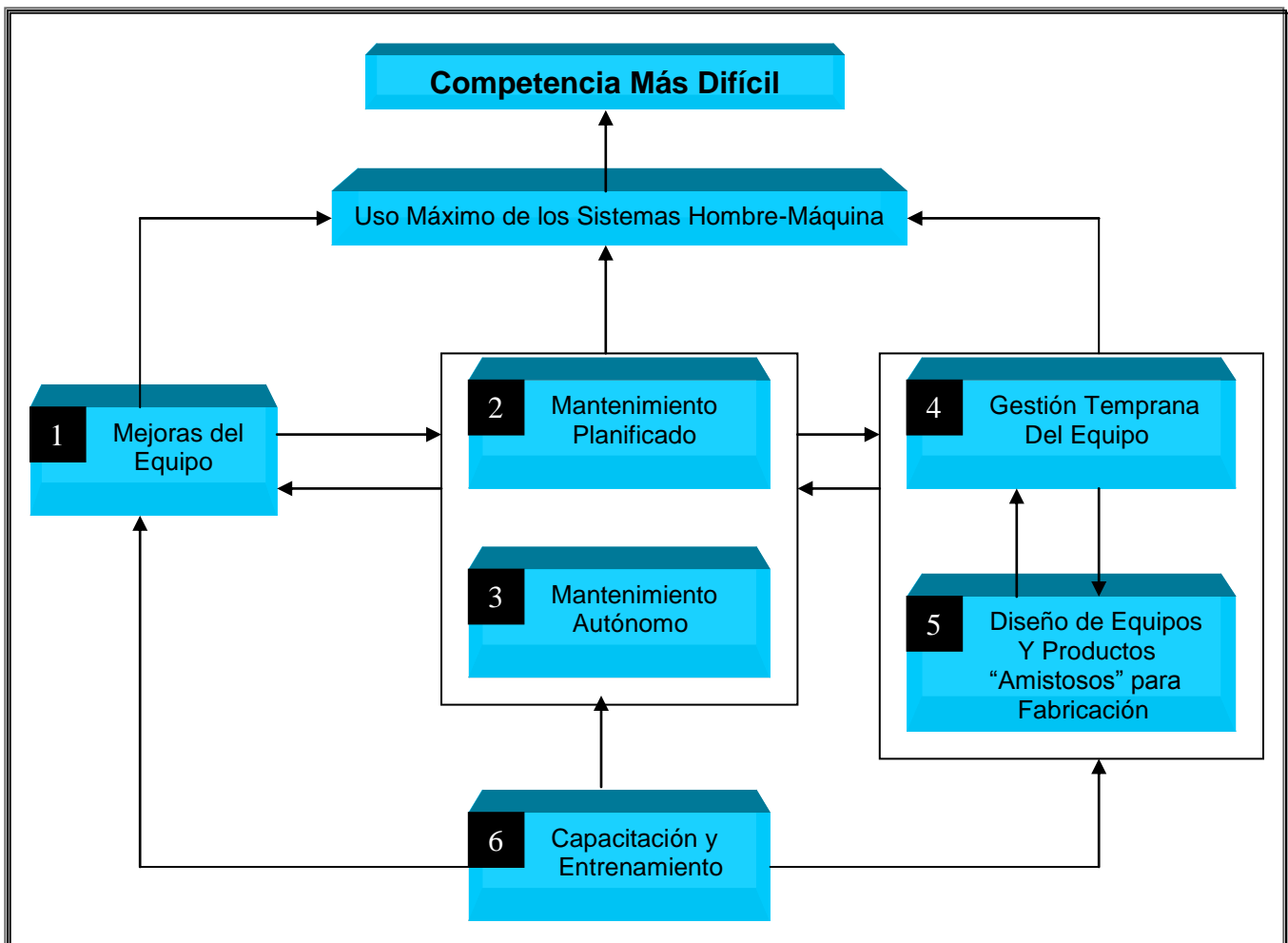


Fig. 2.2 Posición de la Gestión Temprana del Equipo en el TPM [FUMTPM Pág. 7].

2.4 Teoría del Deterioro

Es la degradación operativa de un equipo, máquina o proceso que culmina con una falla y paro de equipo. El proceso de deterioro es tan lento que no lo notamos y podemos acostumbrarnos a él. Es como un cáncer que se va comiendo lentamente a la maquinaria y al equipo sin que sus efectos sean fáciles de percibir, hay dos formas de deterioro: el normal y el acelerado.

Deterioro Normal: Causado por un desgaste natural derivado de las horas de uso, ya sea desgaste mecánico o químico (corrosión).

Deterioro Acelerado: causado por una operación inadecuada y/o mantenimiento deficiente que acelera el desgaste mecánico y la corrosión. Es causado por negligencia del personal, falta de limpieza, falta de lubricación, falta de ajustes menores, falta de cambios expeditos de partes, falta de inspecciones, falta de métodos predictivos.

El deterioro no se detecta por polvo, grasa y suciedad, dificultad de acceso, inspecciones inadecuadas, inspecciones no muy frecuentes, no se analizan las causas raíz, se nota pero se ignora, se subestima.

El deterioro se puede detectar a través de síntomas como aumento de niveles en el ruido, en la vibración, en la contaminación, la temperatura, etc.

2.5 Teoría de Pérdidas

En las industrias de proceso, los productos se fabrican en plantas con equipamiento complejo que consiste en unidades tales como columnas, tanques, intercambiadores de calor, bombas, compresores y hornos, todas ellas conectadas con tuberías, sistemas de instrumentación, etc. Como resultado de esta integración es más importante maximizar la eficiencia global de una planta que centrarse exclusivamente en la eficiencia de las unidades de equipo individuales.

La eficiencia de una planta de producción depende de la eficacia con que se utilizan el equipo, materiales, personas y métodos. Por tanto, la mejora de la eficacia de la producción en las industrial de proceso arranca con los temas vitales de maximizar la eficacia global de la planta (equipo), la eficiencia de materias primas y/o materiales, la de las tareas (personal), y la de la gestión (métodos).

Esto se hace examinando las entradas del proceso de producción (equipos, materiales, personas y métodos) e identificando y eliminando las pérdidas asociadas con cada entrada para así maximizar las salidas (productividad, calidad, costos, entregas, seguridad y entorno, y moral).

Las industrias de proceso deben maximizar la eficacia de su planta elevando al máximo las posibilidades de sus funciones y rendimiento. La eficacia global se eleva eliminando cuidadosamente todo lo que tienda a perjudicar dicha eficacia. En otras palabras, maximizar la eficacia de la planta implica llevar ésta a condiciones óptimas y mantenerla en ese estado eliminando o al menos minimizando factores tales como los fallos, defectos, o problemas que perjudiquen su rendimiento.

Pérdida es cualquier período de tiempo con potencial de utilizarse para producir, pero que por alguna causa no se produjo buen producto durante el mismo, también es cualquier material que entro al proceso pero que no llegó a salir como producto terminado bueno, y es también cualquier esfuerzo manual (mano de obra) que no rindió producto terminado bueno.

Las pérdidas se clasifican en planeadas y no planeadas, donde planeadas es el tiempo que no es programado para producción directa sino para otras actividades. Mientras que las no planeadas son las ocho grandes pérdidas de producción que afectan la productividad.

Pérdidas	Definición	Unidades	Ejemplo
1.- Pérdidas de paradas programadas	Tiempo de producción perdido cuando se detiene la producción para el mantenimiento planificado anual o el servicio periódico	Días	Trabajo en la parada, servicio periódico, inspecciones reglamentarias, inspecciones autónomas, trabajo de reparación general, etc.
2.- Pérdidas por ajustes de producción	Tiempo perdido cuando los cambios en demanda o suministros exigen ajustes en los planes de producción.	Días	Parada para ajuste de producción, parada para reducir stocks, etc.
3.- Pérdidas de fallos de proceso	Tiempo perdido cuando el equipo pierde súbitamente sus funciones específicas.	Horas	Fallos de bombas, motores quemados, cojinetes dañados, ejes rotos, etc.
4.- Pérdidas de fallos de equipo	Tiempo perdido en paradas debidas a factores externos tales como cambios en las propiedades químicas o físicas de los materiales procesados, errores de operación, materiales defectuosos, etc.	Horas	Fugas, derrames, obstrucciones, corrosión. erosión, dispersión de polvo, operación errónea, etc.
5.- Pérdidas de producción normales	Pérdidas de la tasa estándar y tiempo en arranques, paradas o cambios de utillaje.	Reducción de tasa, Horas	Reducciones de la tasa de producción durante período de calentamiento después del arranque, período de enfriamiento antes de parada; y cambios de producto
6.- Pérdidas de producción anormales	Pérdidas de tasa de prod. Cuando la planta rinde por debajo del estándar debido a disfunciones y anomalías	Reducción de tasa	Operación con baja carga, o con baja velocidad, y operación con tasa de producción por debajo del estándar.
7.- Pérdidas por defectos de la calidad	Pérdidas debido a la prod. de producto rechazable, pérdidas físicas o producto rechazable, pérdidas financieras por baja graduación del producto.	Horas, tons., dólares	Pérdidas físicas y de tiempo debidas a producir producto que no cumple los estándares de calidad.
8.- Pérdidas de reprocesos	Pérdidas por reciclaje debidas a tener que devolver el material a proceso anterior	Horas, tons., dólares	Reciclaje de producto no conforme para hacerlo aceptable

Tabla 2.1 Las Ocho Pérdidas Principales de la Planta – Definiciones y Ejemplos [TOKTPM92 Pág. 27].

2.6 Inconvenientes del Mantenimiento Total Productivo:

- Proceso de implementación lento y costoso.
- Cambio de hábitos productivos.
- Implicación de trabajar juntos todos los escalafones laborales de la empresa.
- Comprensión insuficiente de los conceptos básicos de TPM.
- Falta de comprensión respecto a la profundidad con la que TPM debe ponerse en práctica en las diferentes áreas.
- Enseñanza deficiente de los métodos concretos.

2.7 Factores Clave para el éxito de un Plan de Manto. Productivo Total:

- Compromiso e Implicación de la Dirección en la implantación del Plan TPM.
- Creación de un Sistema de Información y el Software necesario para su análisis y aprovechamiento.
- Optimización de la Gestión de recursos, como Stock, servicios, etc.

2.8 Efectividad Total del Equipo

Es una medida de la buena producción comparada con la cantidad del producto que pudo ser producido si el equipo o sistema hubiese operado en forma ideal por todo el tiempo programado [CURINT01].

La Efectividad Total del Equipo (ETE), es un indicador estandarizado que sirve para medir la efectividad producida de un equipo, máquina, línea, sistema o planta, es un indicador aceptado a nivel mundial, sirve para compararnos con otras empresas de clase mundial, sirve para ubicarnos y para evaluar el avance o progreso que vayamos logrando [CURINT01].

En el Mantenimiento Productivo Total (TPM), aparece la efectividad global de los equipos en el centro del concepto y las metas de "cero defecto" y "cero paradas de producción" no son parte del trabajo de un departamento o un círculo de una empresa sino un trabajo de todo el equipo de todo el sector de producción de mantenimiento, incluyendo obreros, técnicos, ingenieros y gerentes.

Cálculos del ETE [CURINT01]:

La finalidad del Mantenimiento Autónomo es la de evitar la generación de las ocho grandes pérdidas y evitar su ocurrencia. Las ocho grandes pérdidas son un verdadero obstáculo para lograr una Efectividad de planta, la cual debe ser igual o superior al 85%.

La Efectividad se refiere a:

- % Eficiencia de la maquinaria y proceso productivo, por,
 - % Disponibilidad real en la fabricación de partes, por,
 - % Calidad admisible solo las unidades bien hechas.
- La resultante, sobre el tiempo total disponible.

Efectividad Planta = OEE.

Aquí la aplicación del concepto de cero averías y cero defectos.

Disponibilidad = Tiempo Real de Operación. Vs. Tiempo programado, expresado en %.

Velocidad de producción = Vel. Real Vs. Vel. Ideal, expresado en %, y

Y Calidad = Buen producto Vs. Producto Total, en %.

Por lo tanto $ETE = \% Disponibilidad \times \% Rendimiento \times \% Calidad$

El ETE que se requiere para calificar a clase mundial son:

% Disponibilidad > 90%, % Rendimiento > 95 %, y % Calidad > 99 %.

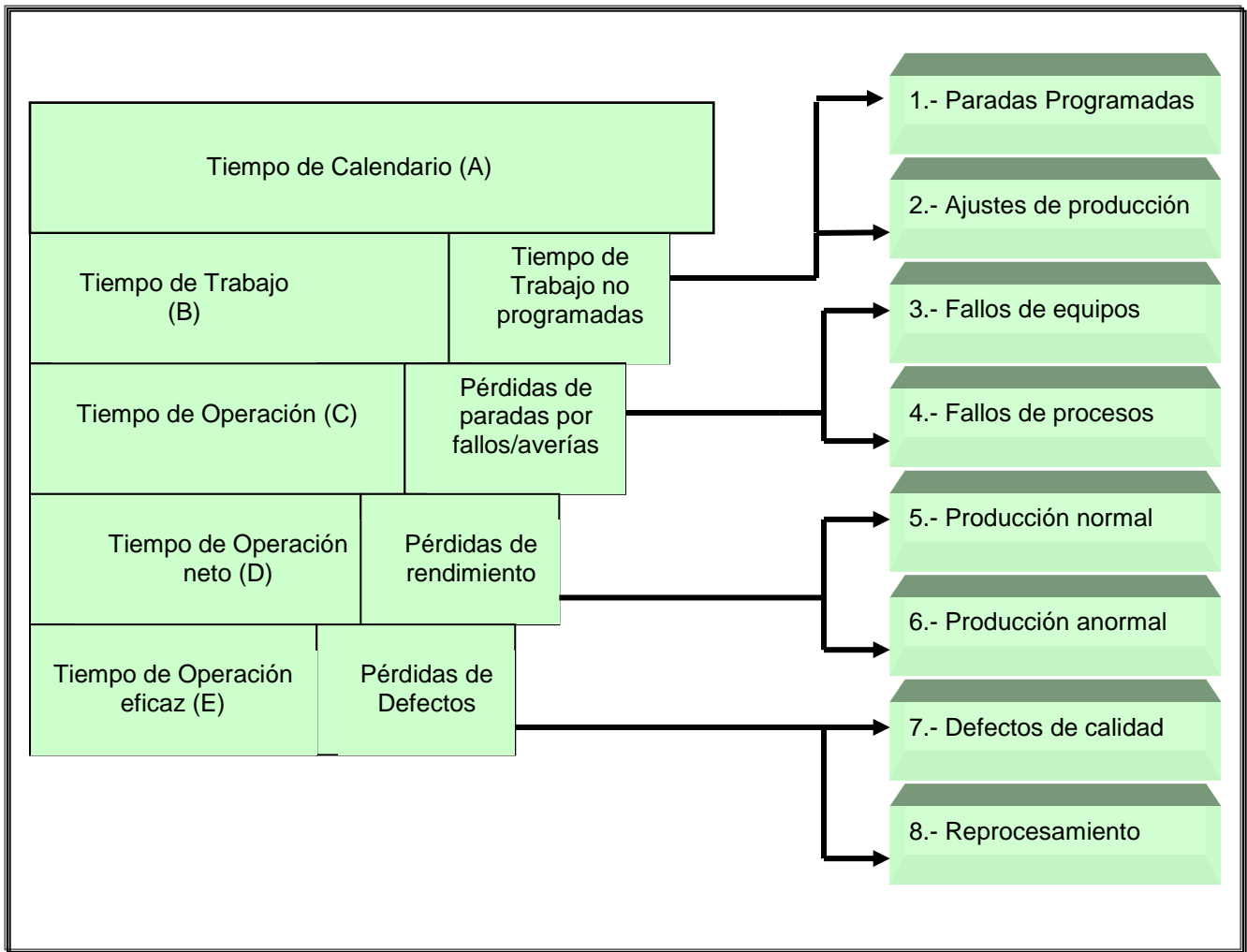


Fig. 2.3 Estructura de Pérdidas [TOKTPM92 Pág. 29]

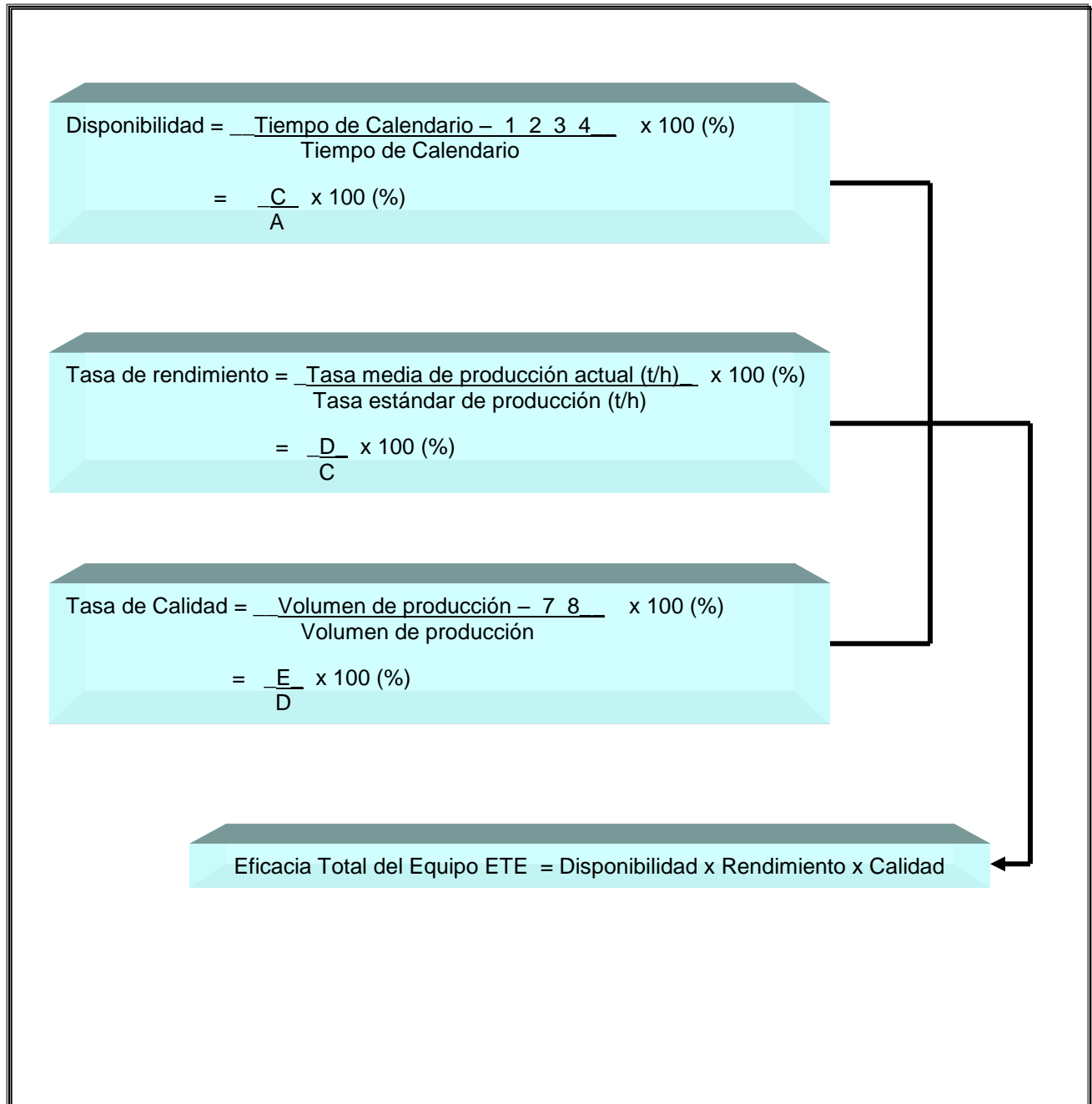


Fig. 2.4 Eficiencia Total del Equipo (ETE) [TOKTPM92 Pág. 29]

¿Cómo utilizar el OEE?

Acciones de la Gerencia:

- La base de datos electrónica del OEE es sobre todo una herramienta de Gerencia.
- Supervise y compare OEE para las células, los departamentos y la planta.
- Dé la prioridad al equipo para TPM.
- Escudriñe y planee las inversiones del capital.
- Los supervisores pueden supervisar la productividad de células y de máquinas, y la Pro-actividad busca tendencias negativas.
- Los operadores pueden supervisar tendencias de varias pérdidas y la toma/sugerencia de acciones correctivas y las justifica.
- OEE se debe utilizar para medir el funcionamiento de maquinaria. NO para medir al operador.

2.9 Actividades del TPM

Las cinco actividades que impulsan el modelo TPM recibirán el nombre de Mástiles por analogía con un barco velero.

2.9.1 El Primer Mástil: Eliminación de los problemas más graves.

Identificar los problemas más graves en una sección, departamento o línea de producción de una empresa, constituye el paso inicial para buscar la solución a dichos problemas. El TPM establece que existen tres procedimientos con los cuales podemos encontrar respuestas a la mayoría de los problemas de producción, mantenimiento y administración. Estos procedimientos son:

- Diagrama de pareto-curva acumulativa
- Diagrama de causa-efecto (espina de pescado)
- El método de preguntar ¿Por qué? Cinco veces consecutivas.

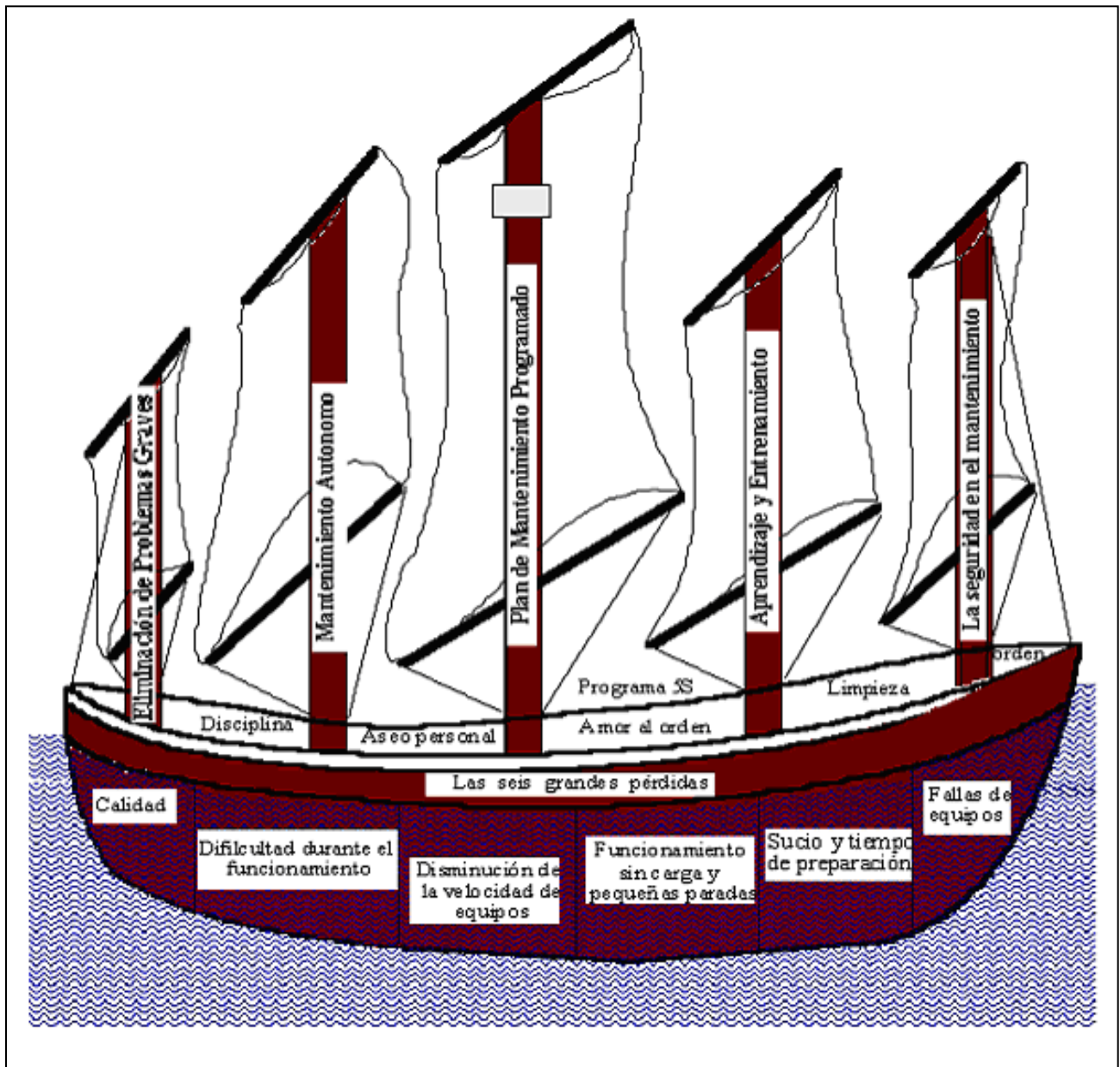


Figura 2.5 Modelo del TPM

2.9.2 El Segundo Mástil: El Mantenimiento Autónomo.

Uno de los objetivos fundamentales del TPM consiste en realizar reparaciones y mejoras en forma independiente, debe establecer como condición que el grupo de mantenimiento trabaje en forma conjunta y coordinada con el departamento de producción y los otros departamentos de la empresa.

Para ello, se debe motivar a todo el personal para que se hagan responsables por todos los equipos bajo su control. El mantenimiento autónomo se basa en "grupos de operadores bien entrenados ejecutando todas las labores de mantenimiento de rutina sobre sus equipos, llevando a cabo todas las inspecciones, así como también ejecutando las reparaciones menores", [NAKTPM89].

Los beneficios del mantenimiento autónomo son numerosos, entre los más importantes se encuentran una mejor operación del equipo, reducción sustancial de los costos de mantenimiento, una fuerza de trabajo altamente entrenada y motivada, mejor calidad del producto, mayor producción y mejor conocimiento del equipo.

El equipo funciona mejor porque al practicar el mantenimiento preventivo las inspecciones y el mantenimiento de rutina se realizarán de acuerdo a un programa cuidadosamente establecido.

Los costos de mantenimiento se reducen porque el tiempo de viaje y espera de los trabajadores desaparece. Cuando el equipo falla, no permanecerá mucho tiempo fuera de servicio ya que, en muchos casos los operadores estarán entrenados para saber qué hacer para poner a funcionar el equipo nuevamente.

Los trabajadores no sólo están adiestrados sino que presentan alto grado de motivación para ejecutar la tarea de mantenimiento. Entienden cómo sus equipos trabajan y saben cómo mantenerlo en buenas condiciones.

2.9.3 El Tercer Mástil: Programa de Planificación del Mantenimiento Preventivo.

Las explicaciones presentadas han hecho énfasis en el papel de los operadores en todo el departamento de producción. Estos trabajadores deberán estar entrenados para llevar a cabo medidas de mantenimiento rutinario sin conocimientos especiales de mantenimiento.

Por otra parte, para medidas complejas de mantenimiento se debe contar con un personal altamente entrenado pertenecientes al departamento de mantenimiento. Basado en la experiencia de muchas empresas, no es rentable tener a todo el personal de producción en un nivel de capacitación tan alto respecto a los conocimientos de mantenimiento.

Las funciones del personal de mantenimiento se pueden resumir de la forma siguiente:

- Medidas de seguimiento sobre el mantenimiento rutinario realizados por los operadores y suministrarle herramientas que por su costo no pueden ser duplicados en el departamento de producción.
- Medidas de inspección que requieren el uso de equipos muy sofisticados y que se deben hacer fuera del tiempo de producción.
- Labores de mantenimiento que requieren conocimientos especiales de seguridad.
- Análisis de datos complejos y abundantes en tiempos muy largos que no pueden ser integrados a la producción.
- Optimización de medidas de mantenimiento para eliminar rápidamente paradas no programadas en los procesos productivos.

Todas estas actividades pueden ser precisadas bajo el programa que el TPM ha resumido en tres puntos fundamentales:

1. Mantenimiento Asociado a la Producción
2. Mejoramiento Continuo del Mantenimiento
3. Optimización del Proceso en Marcha

La instalación de un programa de mantenimiento preventivo se puede resumir en siete pasos tal como se ilustran en la figura 2.6

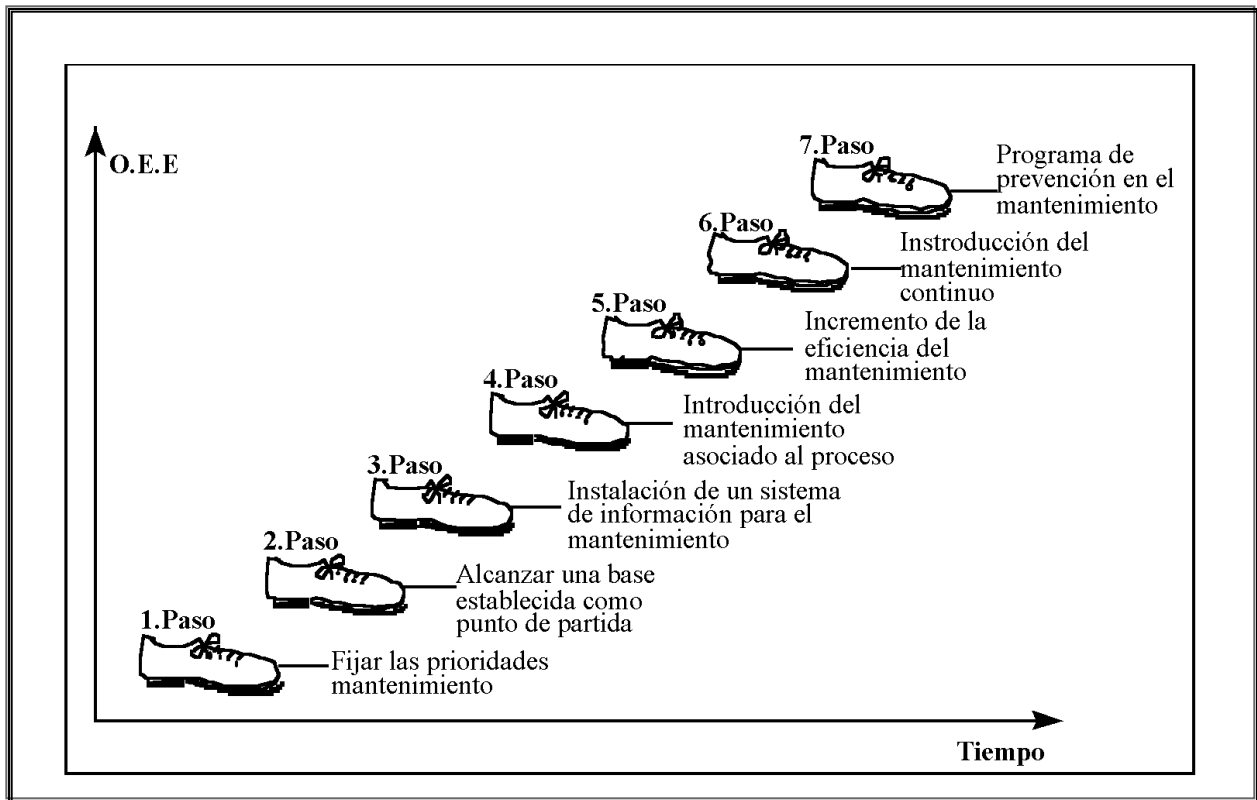


Figura 2.6 Los Siete Pasos del Mantenimiento Preventivo.

2.9.4 El Cuarto Mástil: Enseñanza y Entrenamiento.

La Enseñanza y el Entrenamiento constituyen el eje fundamental alrededor del cual gira el concepto TPM. No podría realizarse mantenimiento si el aprendizaje y entrenamiento no están presentes. Lo mismo sucede con los programas de mantenimiento preventivo, el cual no tendría razón de ser si el proceso enseñanza-entrenamiento no se produce.

Precisamente, uno de los puntos más fuertes del concepto consiste en aprender cosas nuevas constantemente, sumarlo al conocimiento anterior y desechar aquel conocimiento que repentinamente es inadecuado, Nachi-Fujikoshi Corp. (1990).

El entrenamiento tiene dos caras, los empleados deben ser educados en habilidades de producción y mantenimiento. Esto implica la toma de diversas decisiones, una de ellas es detectar qué miembro del personal tiene habilidades para aprender rápidamente y, al mismo tiempo, para enseñarlo en la misma medida. Todos los trabajadores deben tener conciencia que pertenecen a un grupo y que cada uno debe tomar un punto o actividad donde hacerse fuerte, pero sin descuidar la base común que les permita a todos comunicarse en los problemas interdisciplinarios.

Los trabajadores deben tener claro que la fortaleza del grupo se apoya en el nivel de calificación y experticia que, sobre su actividad, posea cada uno de los miembros del equipo. El conocimiento impartido bajo el concepto de TPM puede ser clasificado en cuatro grupos importantes:

- Enseñanza y Entrenamiento de Conocimientos Básicos
- Enseñanza y Entrenamiento en Técnicas de Comunicación para el Grupo de Trabajo
- Enseñanza y Entrenamiento de Conocimientos de Producción
- Enseñanza y Entrenamiento de Conocimientos de Mantenimiento

Nótese que se hace énfasis en el entrenamiento como medida inevitable para hacer efectivo el conocimiento teórico. Es conveniente aclarar que éste campo de conocimientos pueden crecer dependiendo del área de trabajo de la empresa ó de los nuevos conocimientos que aparezcan en el mundo y que permitan mejorar la seguridad laboral, la ergonomía o la conquista de un mercado. Es útil entender que gran parte de éste intercambio de conocimientos se puede hacer dentro de la empresa, utilizando personal de la misma o captando personal del sistema educativo formal entrenados en los procesos productivos por largos períodos para acentuar la dualidad de los conocimientos teóricos y prácticos.

2.9.5 El Quinto Mástil: La Prevención en el Mantenimiento.

El quinto mástil tiene por objeto mejorar la seguridad del proceso y la mantenibilidad de los equipos de producción aunque también es importante lo que ocurre con los productos que "fluyen" por la línea de producción. En base a esto, lo que importa es la productividad y la confiabilidad de los equipos: su incremento será la meta fundamental de ésta división. Otras metas de igual valor son la disminución de pérdidas de tiempo mientras se les da servicio a los equipos y por supuesto la reducción de costos asociados a estas actividades.

Uno de los puntos a ser controlados para alcanzar las metas anteriores, lo constituye el control de los tiempos desde que el equipo es diseñado, pues se ha determinado que entre el 60 y el 75% de los problemas de mantenimiento de un equipo son responsabilidad del equipo de diseño y el de construcción. Las medidas asociadas a la prevención del equipo, permanecen durante toda la vida del mismo y se dividen en tres períodos interconectados entre sí y que se expresan de la siguiente manera:

- Diseño y Construcción
- Producción, Instalación y Puesta en Marcha
- Funcionamiento en Serie

El TPM es un concepto que trabaja bajo el mejoramiento continuo, por ello es muy importante definir detalles muy precisos en los planos del equipo tales como: Tolerancias, cómo deben ser conformados los productos ó partes del equipo, la velocidad de diseño, los costos de inversión, los costos de producción, posibilidades para practicar el mantenimiento autónomo, impacto ambiental de éstos servicios de mantenimiento, como se comporta el operario ante ésta máquina, pues si resulta muy compleja será necesario un estudio ergonómico para adecuarla al equipo de trabajo.

Es decir se debe suministrar la mayor información posible sobre la máquina, de tal forma de que ésta pueda ser modificada y mejorada dependiendo de la tarea y del puesto de trabajo a la cual está destinada.

2.10 Capacitación y Entrenamiento:

Se lleva en la actualidad un programa denominado “TOP 10”, donde se analizan y entran a discusión la problemática de los 10 principales equipos de producción, y las posibles soluciones más óptimas.

Además se imparten cursos durante todo el año de los equipos críticos, existe también apoyos en becas para seguir estudiando una carrera profesional, cursos de ingles, cursos para reparación de maquinaria, brigadas de auxilio, etc.

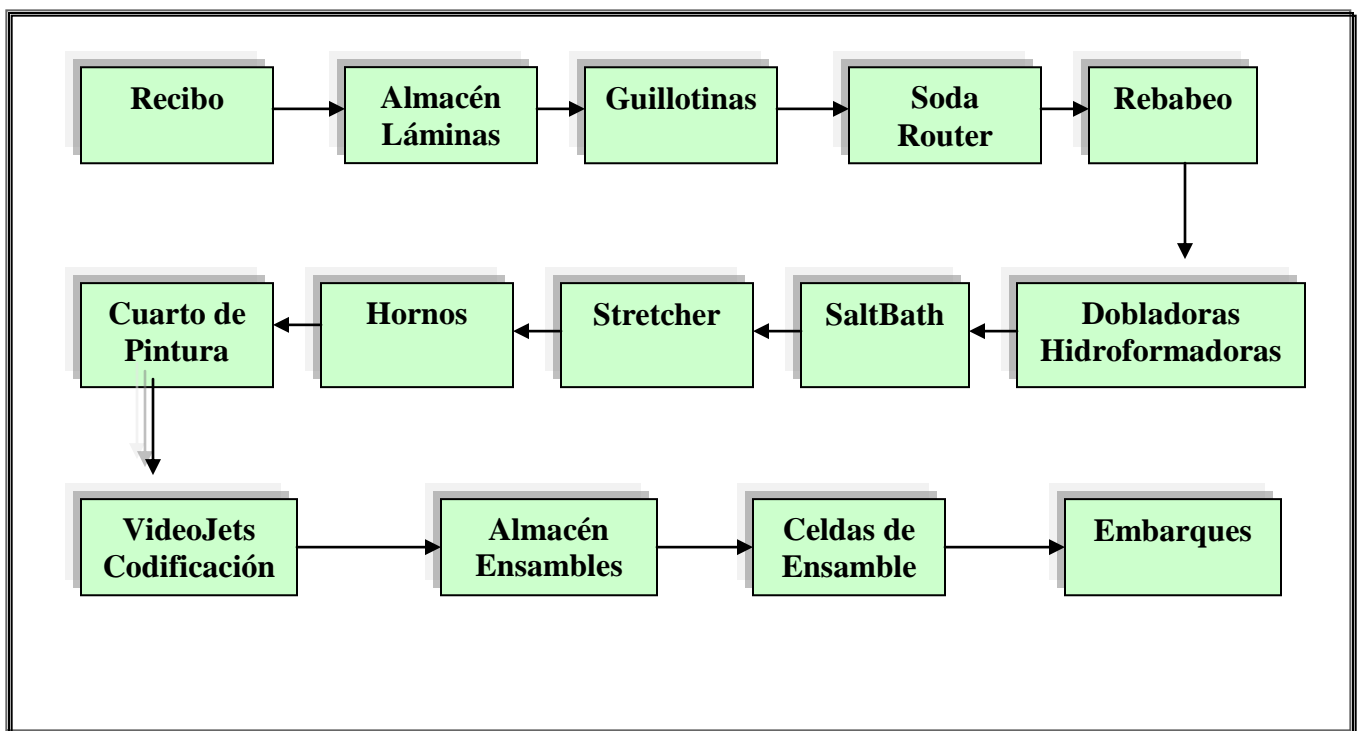


Fig. 2.7 Diagrama a Bloques del Flujo de los Procesos.

3.1 Implementación del TPM

Razones para Introducir el TPM

El TPM hace el proceso productivo más eficiente con la eliminación de los problemas causados por la máquina considerando la marcha de este programa como un arma estratégica hacia la calidad (satisfacción del cliente).

Entre algunas razones de la necesidad del TPM se encuentran:

- a. TPM es base para aplicar el sistema MRP II, ya que se requiere la eliminación de problemas inesperados, para ello el MRP II logra crear órdenes de mantenimiento en el instante preciso de acuerdo al diagnóstico de la máquina.
- b. Necesidad de incorporar la calidad al proceso de producción.
- c. Necesidad de un máximo de eficiencia de la máquina y prolongación de la vida útil de los equipos cada vez más costosos.
- d. El personal de mantenimiento no es suficiente para cubrir las "emergencias" de la planta (MRP II ayuda a programar el personal necesario para poder llevar a cabo el mantenimiento).

La implementación de TPM, en específico para la empresa en estudio fue llevada a cabo a principios del mes de Noviembre del 2003. Y a partir de ahí tenemos datos sobre el comportamiento de la maquinaria, como son tiempos muertos, costos, cantidad de mantenimientos correctivos, etc.

La implementación se llevo a cabo cuando se crea un grupo dentro del departamento dedicado a llevar las actividades relacionadas con el TPM, se crearon cursos del mismo, además del curso de mantenimiento autónomo, se toman también muestreo de la maquinaria como son los parámetros de productividad, eficiencia, tiempo muerto, etc.

3.2 Métrica para las áreas a implementar.

La forma en que se analizó la implementación fue a través del comportamiento de los mantenimientos correctivos, se recopiló la información necesaria para saber como sería la tendencia una vez implementada esta herramienta.

También se estuvo monitoreando el comportamiento del tiempo muerto de la maquinaria, así como el costo de la misma, pues tiene variaciones proporcionales por su entrega de las refacciones o la productividad de la maquina en cuestión.

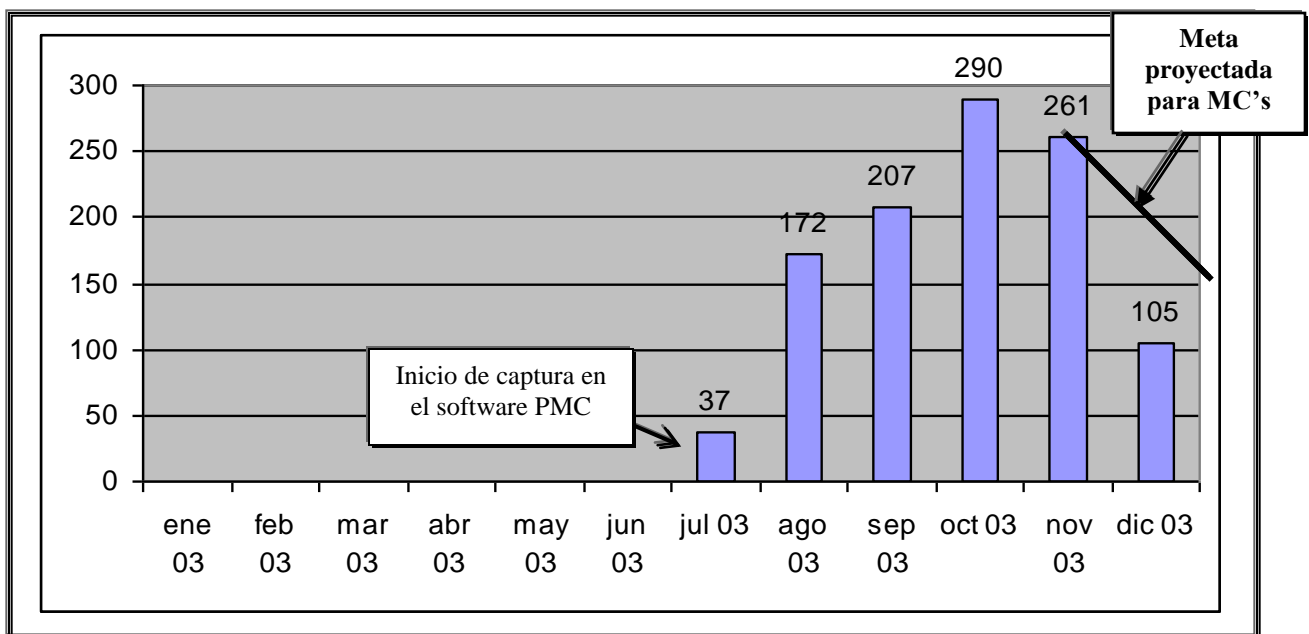


Fig. 3.1 Cantidad de mantenimientos Correctivos en el 2003

Cabe destacar las siguientes observaciones:

- Se aprovechan los descansos de Abril (semana santa) y Mayo (días festivos) para realizar mantenimientos anuales.
- En el mes de Julio del 2003 se tuvo un receso laboral y esto se aprovecho para realizar mantenimientos anuales.
- Aquí marca el inicio del programa, todavía no se cuenta con un software para los mtos. Preventivos, ni con la captura de información de los tiempos de cada maquina, p.e cantidad de ciclos, horas trabajadas, tiempos muertos.

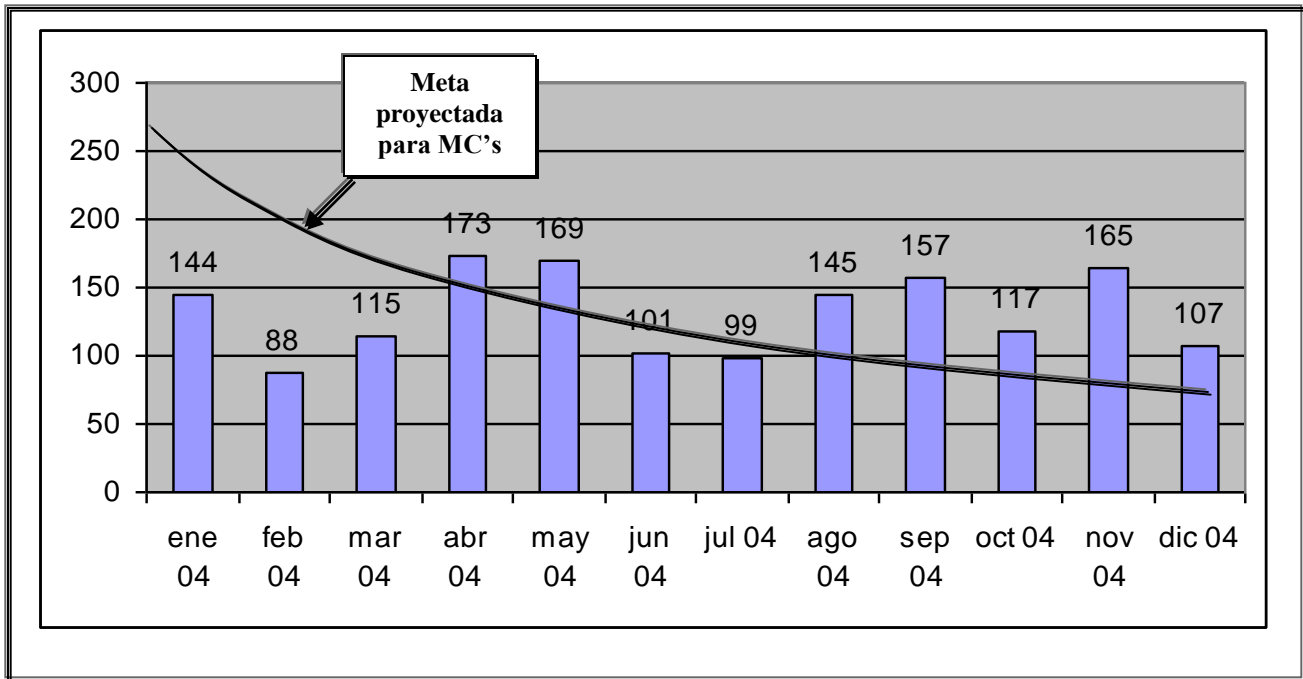


Fig. 3.2 Cantidad de Mantenimientos Correctivos en el 2004

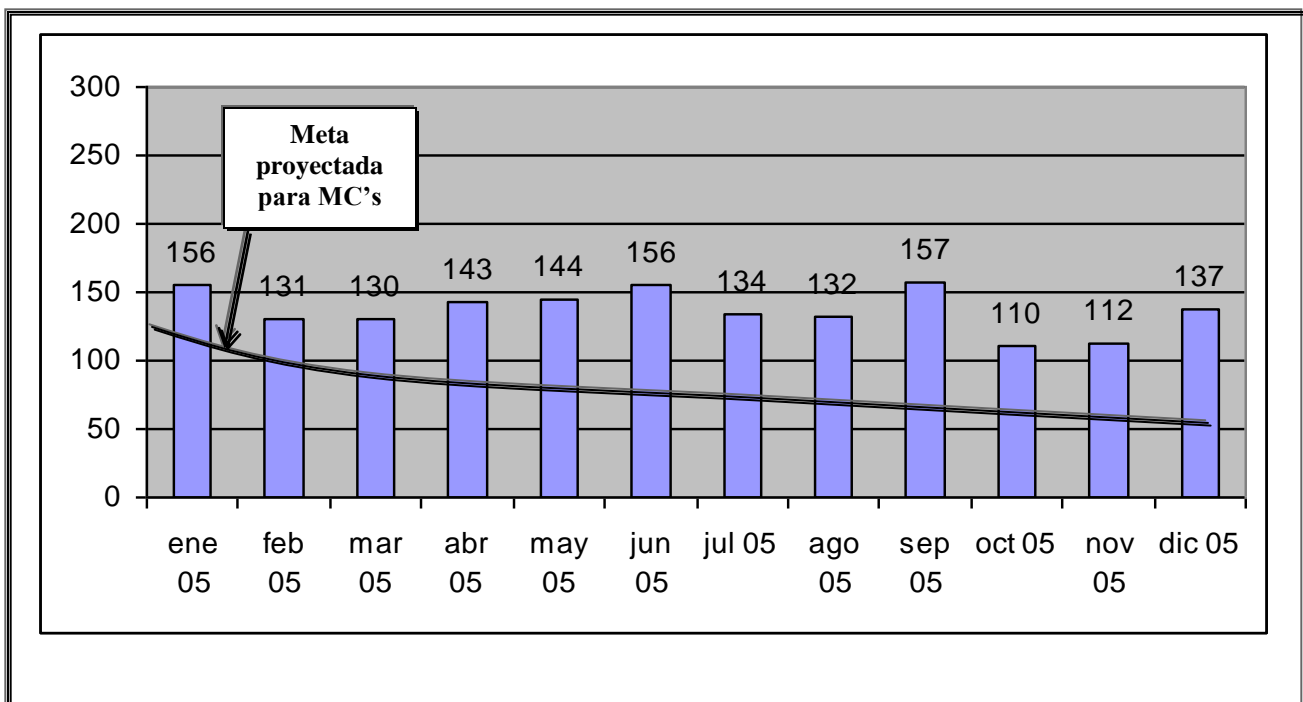


Fig. 3.3 Cantidad de mantenimientos Correctivos en el 2005

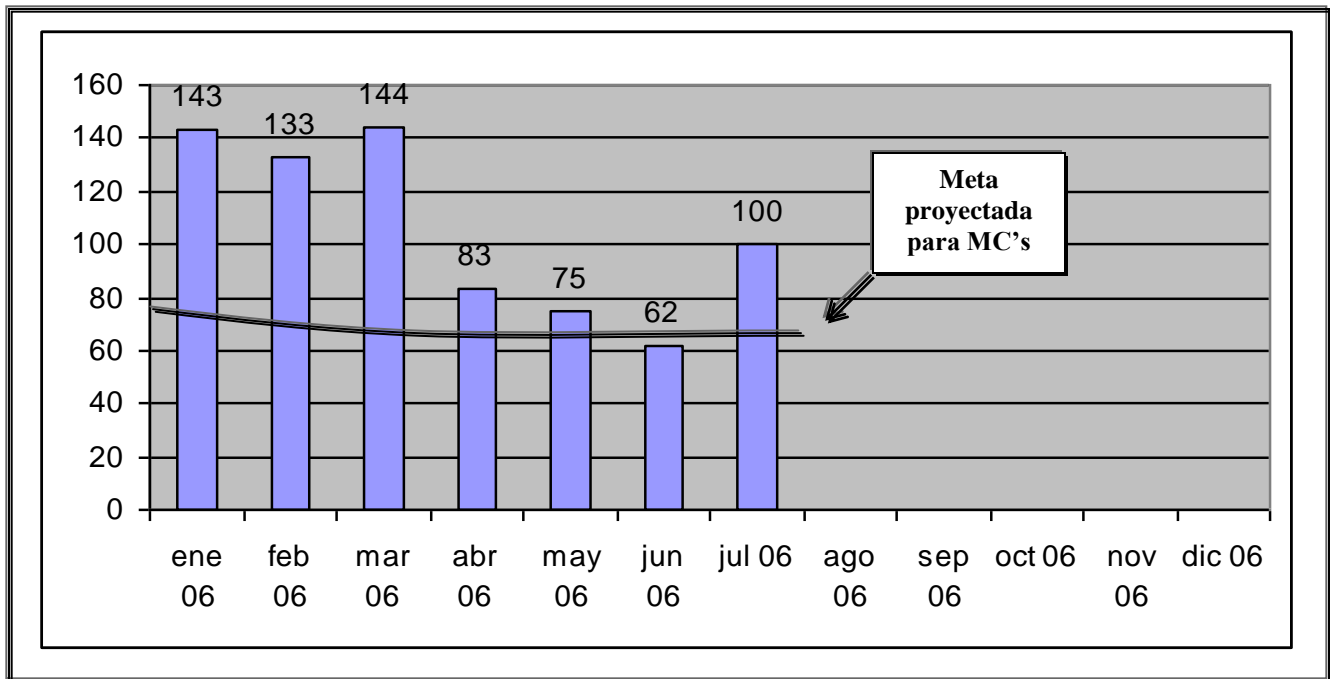


Fig. 3.4 Cantidad de mantenimientos Correctivos en el 2006

Observaciones:

- Se puede ver claramente como se ha ido disminuyendo la cantidad de órdenes, pero no se ha llegado a la meta propuesta.
- Una de las causas es que no toda la maquinaria tiene instalación de contadores de ciclos o horómetros.
- No se respeta siempre la programación de los mantenimientos preventivos, pues al haber un acontecimiento inesperado, se le da otra prioridad.
- Falta también el compromiso más elevado de los integrantes de la empresa.
- Si bien ha disminuido la cantidad de órdenes, nos presenta una estabilidad alrededor de 133 órdenes por mes en promedio, cuando el valor mas significativo era de 290, lo cual es un cambio significativo.

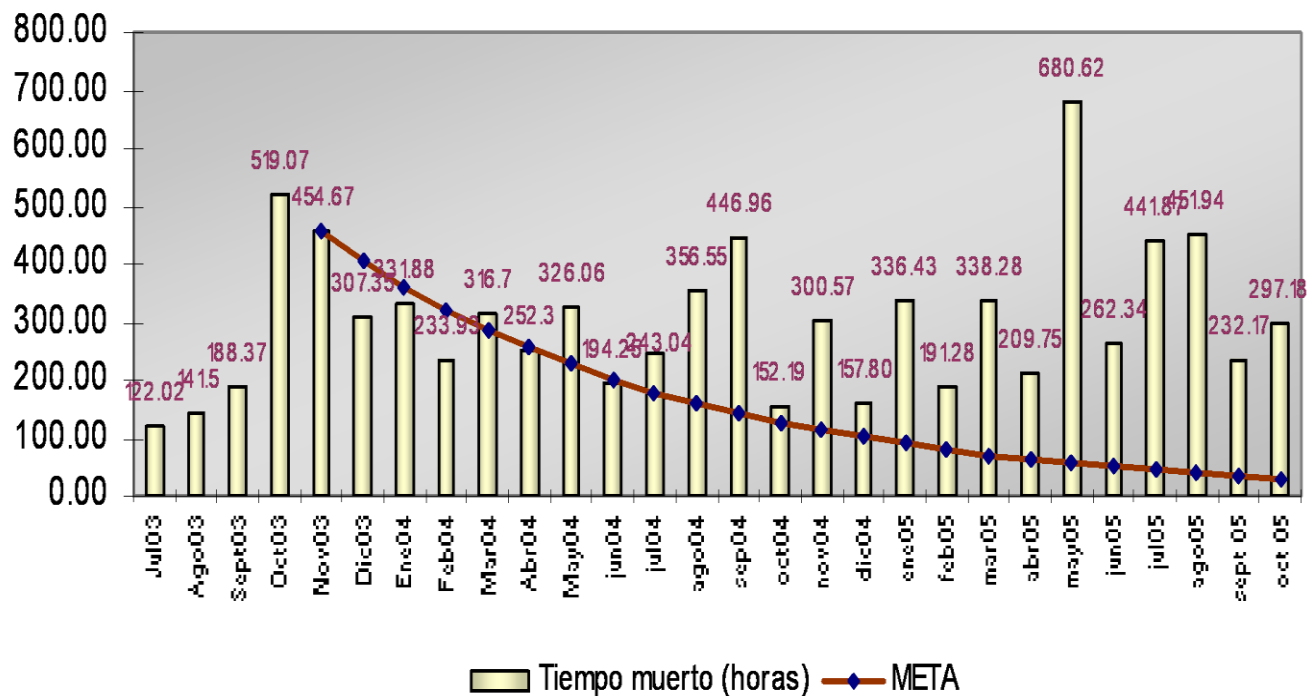


Fig. 3.5 Tiempo muerto comparativo por mes

Observaciones:

- También en las horas de tiempo muerto se ha mejorado, pero sigue siendo un problema la entrega a tiempo de las refacciones.
- Una de las causas es que se cuenta con maquinaria donde ya no hay proveedor original, o que la maquinaria este descontinuada.
- Es tanto el retraso que inclusive en el mes de mayo/05 se dispararon las horas de tiempo muerto.
- Incluso en la Fig. 3.6 y Fig. 3.7 nos muestra como es que se dispara tanto el tiempo de entrega como el costo, pues esta maquinaria es una de las que más tarda su tiempo de entrega, por las dimensiones y tipo de las partes, no siempre se puede entregar por vuelo, ocasionando atrasos.

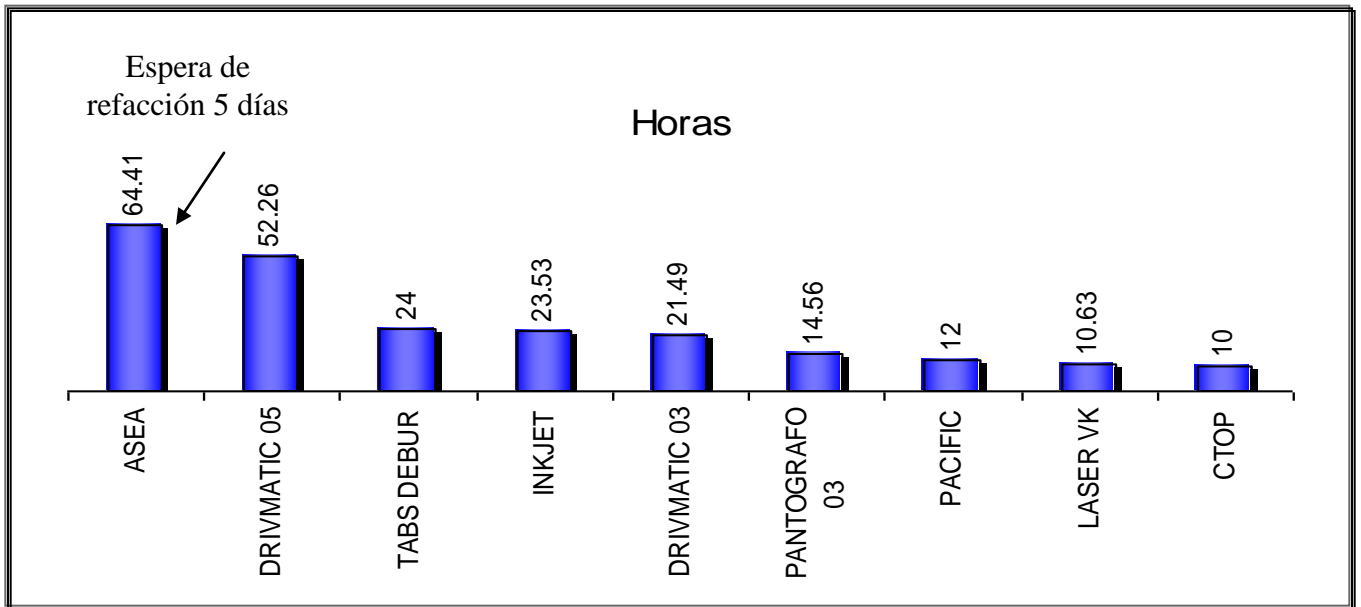


Fig. 3.6 Máquina Crítica del mes de Octubre 2005

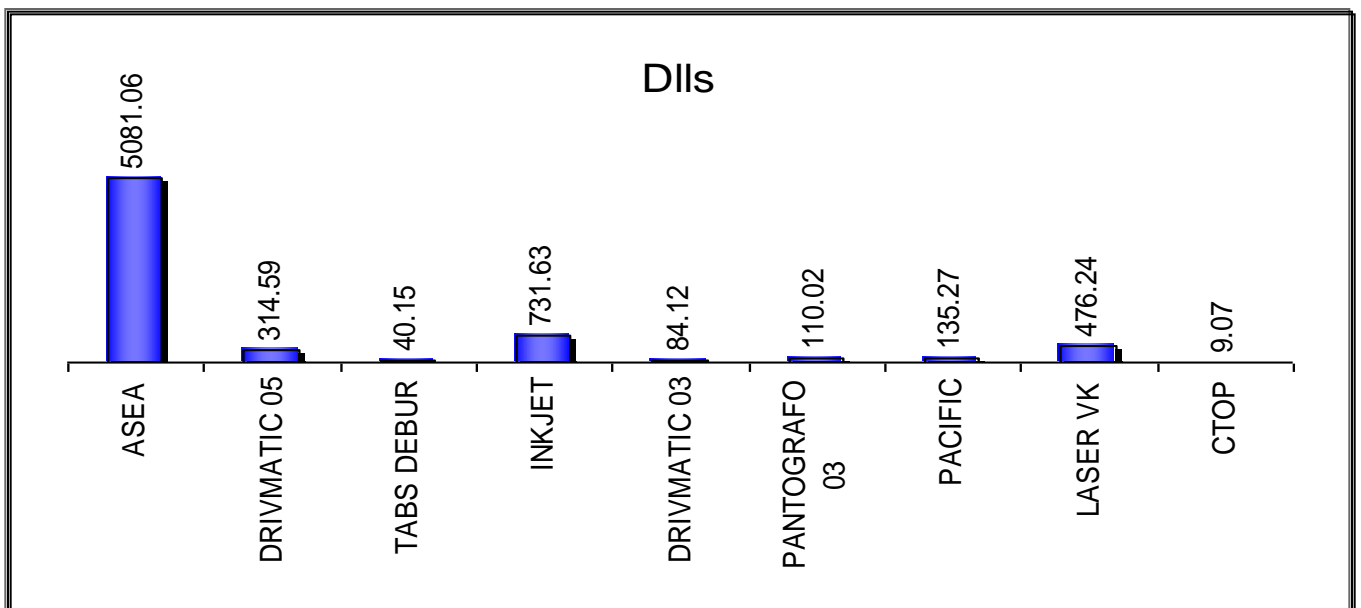


Fig. 3.7 Costo de Mto. Correctivo del mes de Octubre 2005

3.3 El Mantenimiento Autónomo “La base de la Implementación del TPM”.

El TPM se orienta a la instalación del Mantenimiento Autónomo. De esta manera, los miembros de producción se sienten responsables de los equipos, pues le son encomendadas tareas típicas del sector de mantenimiento.

El Mantenimiento Autónomo es una actividad fundamental del TPM que involucra a los operarios en el mantenimiento de su propio equipo. Las actividades del departamento de mantenimiento autónomo incluyen: Inspecciones diarias, limpieza, lubricación, reemplazo de piezas, reparaciones simples, detección de anomalías y chequeos de precisión.

El mantenimiento autónomo se implementa en tres fases.

La primera fase consiste en:

- a) Juntar a producción y mantenimiento para seguir una meta común.
- b) Estabilizar las condiciones de los equipos y reducir el deterioro acelerado.

La segunda fase consiste en:

- a) Ayudar a los operarios a conocer el equipo, el operario deberá de ser capaz de:
 - Detectar anomalías y realizar mejoras.
 - Entender la importancia de la lubricación correcta.
 - Entender la importancia de la limpieza.
 - Mejorar el equipo.
 - Restaurar las anomalías.

Las metas del programa son prevenir el deterioro del equipo, restaurar el equipo a su estado ideal, y establecer las condiciones básicas, necesarias para tener al equipo en buenas condiciones. El Mantenimiento Autónomo es uno de los bloques básicos de cualquier programa TPM [TGPMAN].

La primera habilidad importante que debe adquirir un operario es poder decir cuándo las condiciones de las máquinas no son normales, una habilidad que continúa creciendo a lo largo del tiempo con el proceso de mantenimiento autónomo. Desde este sólido fundamento. A continuación los operarios pueden aprender lo que tienen que hacer cuando se producen anomalías.

En el proceso se desarrollan claros estándares para las condiciones operativas del equipo y se mantienen esas condiciones mediante inspecciones de rutina. Con el tiempo, pueden aprender también cómo hacer mejoras simples que eviten el deterioro acelerado. Aprenden los sistemas y estructuras de la máquina, e incluso, en la mayoría de los casos, cómo hacer reparaciones simples.

Una actividad también básica es la limpieza e inspección, mediante una limpieza inicial intensiva, realmente se consigue conocer mejor la máquina y descubrir daños o irregularidades, anteriormente no percibidas. Mientras se limpia, se inspeccionan condiciones anormales, tales como fugas y desgastes, y se les marca para corrección.

Cuando se ha terminado la limpieza, se tiene una buena idea de las condiciones correctas que es necesario mantener. Después, a través de la limpieza e inspección de rutina, podemos identificar las condiciones anormales y emprender acciones para corregirlas antes de que se produzcan averías o defectos.

Dichos objetivos se logran por medio del involucramiento directo de los operadores en el mantenimiento básico de los equipos y maquinaria; Los operadores deberán efectuar actividades básicas sobre el equipo que operan.

Los operadores serán los encargados de realizar estas actividades porque es la persona que conoce mejor el equipo o máquina que opera, y además pasa todo el tiempo junto a la máquina.

Tareas Básicas	Tareas Técnicas
Limpieza	Manto. Preventivo
Lubricación	Manto. Predictivo
Inspección	Monitoreo
Ajustes de rutina	Análisis de fallas
Reparaciones menores	Rediseños
	Entrenamiento de operadores
	Reportes y Estadísticas

Tabla. 3.1 El Departamento de Mantenimiento Transfiere Tareas Básicas Y Adquiere Tareas más Técnicas.

Paso	Nombre	Actividad
1	Hacer limpieza inicial y de rutina.	Eliminar todo el polvo y suciedad de la máquina, lubricar, apretar pernos, encontrar y corregir problemas
2	Atacar fuentes de contaminantes.	Corregir las fuentes de suciedad y polvo; prevenir su dispersión y mejorar su accesibilidad para limpieza y lubricación. Acortar el tiempo que toma limpiar y lubricar.
3	Establecer Estándares de limpieza y lubricación	Redactar estándares que aseguren que la limpieza, lubricación y ajuste de pernos se haga eficientemente. (Preparar un programa para las tareas periódicas).
4	Inspeccionar equipo en forma general	Después de recibir educación y estudiar manuales de inspección, realizar inspecciones generales para encontrar y corregir pequeñas anomalías del equipo.
5	Inspecciones Autónomas, (Mejorar conocimientos del proceso)	Preparar listas de chequeo estándares para inspecciones autónomas. Realizar las inspecciones.
6	Mejorar la organización del área de trabajo	Estandarizar y gestionar visualmente todos los procesos de trabajo.
7	Implantación de la Administración Autónoma	Desarrollo de políticas y objetivos de empresa; hacer de las actividades de mejora sea parte del trabajo diario; mantener datos MTBF (Tiempo Medio Entre Fallas) fiables, analizarlas y usarlos para mejorar el equipo.

Tabla 3.2 Pasos para Implementar Mantenimiento Autónomo. [TGPMAN]

Implantación del mantenimiento planificado.

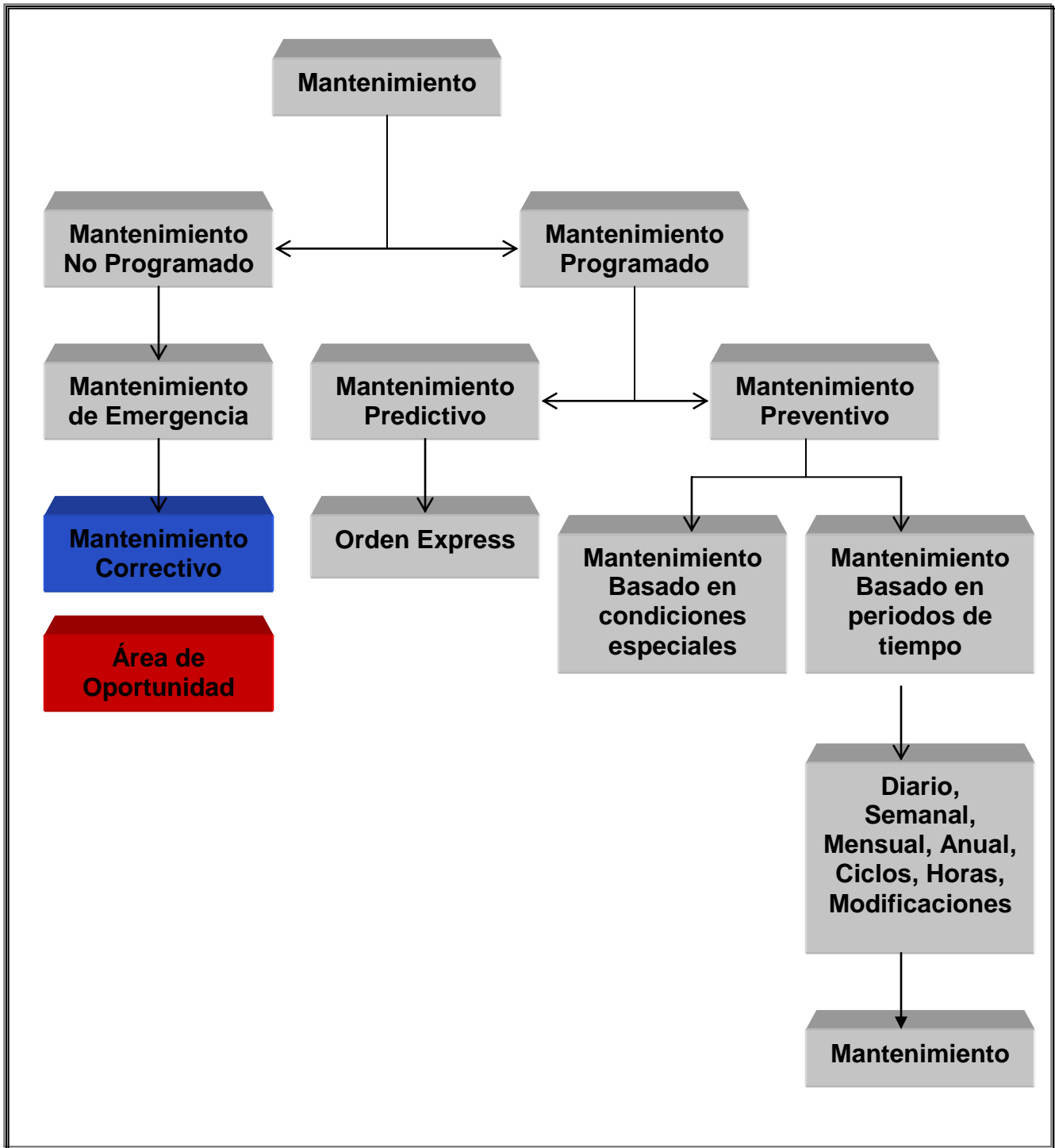


Fig. 3.8 Mantenimiento Planificado

Fase	Etapa	Actividades	Semestre
Escritura de Tesis	Todas	Elaboración y Revisión periódica de los avances realizados	1ro al 4to.
Estudio Bibliográfico	Todas	Se recopilará la información, se analizará y se agrega al trabajo de investigación.	1ro al 4to.
1ra. Preparación	1. Decisión de aplicar el TPM en la empresa	La alta dirección hace público su deseo de llevar a cabo un programa TPM a través de reuniones internas, boletines de la empresa.	1ro
	2. Información sobre TPM	Campañas informativas a todos los niveles para la introducción del TPM	1ro
	3. Estructura promocional de TPM	Formar comités especiales en cada nivel para promover TPM. Crear una oficina de promoción TPM.	1ro
	4. Objetivos y políticas básicas TPM	Analizar las condiciones existentes; establecer objetivos, prever resultados	1ro
	5. Plan Maestro de desarrollo del TPM	Preparar planes detallados con las actividades a desarrollar y los plazos de tiempo que se prevean para ello.	2do
2da. Introducción	6. Arranque formal del TPM	Conviene llevarlo a cabo invitando a clientes, proveedores y empresas o entidades relacionadas	2do
3ra. Implantación	7. Mejorar la efectividad del equipo.	Seleccionar un(os) equipo(s) con pérdidas crónicas y analizar causas y efectos para poder actuar.	2do
	8. Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo	Implicar en el mantenimiento diario a los operarios que utilizan el equipo, con un programa básico y la formación adecuada	3ro
	9. Desarrollar un programa de mantenimiento planificado	Incluye el mantenimiento periódico o con parada, el preventivo y el correctivo	3ro
	10. Formación para elevar las capacidades de operación y mantenimiento	Entrenar a los líderes de cada grupo que después enseñaran a los miembros del grupo correspondiente.	3ro
	11. Gestión temprana de equipos.	Diseñar y fabricar equipos de alta fiabilidad y mantenibilidad.	4to
4ta. Consolidación	12. Consolidación del TPM y elevación de metas.	Mantener y mejorar los resultados obtenidos, mediante un programa de mejora continua, que puede basarse en la aplicación del ciclo PDCA (ciclo de mejora de Demming)	4to

Tabla 3.3 Calendario de Actividades

4.1 CONCLUSIONES:

Los Problemas.

- Elimine la variabilidad del equipo No confiable.
- Carencia de procedimientos estandarizados.
- Condiciones ambientales incontroladas.
- Operaciones largas de la disponibilidad.
- Porciones grandes de la producción.
- Últimas entregas de proveedores.
- Decisiones de Gerencia Inadecuadas.

El Mantenimiento Total Productivo (TPM) es una filosofía de gestión que establece un camino práctico para alcanzar las exigencias más elevadas requeridas por el mercado actual; Con el TPM, se pueden descubrir todas las potencialidades conducentes a mejorar continuamente la gestión de mantenimiento.

Su uso productivo de las potencialidades humanas y de equipos produce un enorme crecimiento de la productividad. Si se toma como muestra el promedio alcanzado por las empresas que han ganado el premio a la planta excelente en Japón se observa que las cifras características de producción obtienen resultados maravillosos.

Algunos se pueden resumir como un 50% de incremento de la productividad de los equipos, reducción de los tiempos de desperdicio de un 50% y reducción de fallas de los equipos en un 98%. Cuando se observa la calidad se obtienen resultados como la reducción del rechazo y trabajo adicional en 90% y reducción de los costos de mantenimiento en 30%.

Un sistema de mantenimiento que opere bajo ésta filosofía es útil en cualquier empresa, y se convierte en tema obligatorio en el aprendizaje del personal de la misma, el éxito de éste sistema exige que todos los cuadros de la organización estén involucrados, por ello su aprendizaje debe ser impartido sistemáticamente comenzando por la parte superior de la organización y luego trasladarlo a una planta piloto para lograr la instalación definitiva en toda la planta.

El TPM se basa en el control de la efectividad global de los equipos (OEE), la cual es una expresión numérica en porcentaje, de cómo afectan las ocho grandes pérdidas la gestión de mantenimiento. Una OEE elevada significa que el proceso ocurre en forma satisfactoria, por ello empresas de muy alto rendimiento bajo TPM presentarán valores superiores al 85%.

El modelo aquí presentado permite involucrarse rápidamente con la esencia del concepto y además de una manera simple y clara permite su enseñanza en un aula tradicional ó dentro del ambiente productivo. El modelo se ajusta a lo propuesto en el cuarto mástil, donde se hace énfasis en la necesidad de una organización de poder impartir conocimientos aplicados dentro y fuera del entorno productivo.

El TPM es una herramienta que necesita de mucho tiempo para dar resultados, incluso algunos autores entre ellos [HARERF92], consideran que un tiempo justo, a fin de obtener la magnitud real del beneficio del uso del TPM, sería de tres a cuatro años después de su instalación. A pesar de ello, rápidamente se observará mejoría en muchos aspectos técnicos y de motivación del personal de la empresa.

Lo más difícil es que el personal acepte el TPM como herramienta rutinaria, auténtica y positiva y sólo entonces se obtendrá el máximo beneficio del concepto.

¿Somos competitivos en costo, calidad, y productividad? Si no, entonces tenemos que visualizar los "por qué" competitivos:

- ¿Por qué requerimos tanta cantidad de Fábrica?
- ¿Por qué requerimos a más gente?
- ¿Por qué necesitamos más inventario?
- ¿Por qué son nuestros costos más altos?
- ¿Por qué son los tiempos de la línea del valor más largos?
- ¿Por qué es nuestro costo de la calidad es alto?
- ¿Por qué es nuestro costo de materia prima es alto?

¿Cuál es la estrategia acertada en el cambio?

- La mejora continua tal como se escucha. (Kaizen macro).
- Porque arregla justo lo fundamental y elimina el desperdicio.
- Mejorar el servicio al cliente desde la línea de fabricación.
- Maximiza la productividad buscando siempre el más bajo costo de fabricación.
- Baja la inversión del inventario, así por ejemplo, este recurso podrá utilizarlo en el crecimiento, o nueva tecnología.
- Utilice menos piso de fabricación diseñando celdas de producción o mejorando el WIP.

Perspectivas de la fabricación hoy.

- Mejore la satisfacción del Cliente.
- Mejore la Calidad.
- Reduzca los Costos.
- Aumente la disponibilidad de la maquinaria y equipo.
- Minimice el Inventario.
- Reduzca la Contaminación.
- Aumente la Seguridad.
- Genere un ambiente adecuado de fabricación.
- Tome en cuenta al factor humano.

Las ventajas de la utilización del Mantenimiento Total Productivo.

- Sistema de producción.
- Una moral más alta.
- Duración de ciclo más cortó.
- Alta-Confiabilidad del equipo.
- Tiempos de línea más cortos.
- Baja o elimina el proceso del desperdicio.
- Mayor flexibilidad de la producción.
- Más productividad de alta calidad.
- Un mejor servicio al Cliente.
- Un rédito más alto.
- Un servicio mejor al cliente interno.
- Un rendimiento de procesamiento más alto.
- Beneficios crecientes.
- Plantas intachables

A excepción del presente año, TPM ha sufrido muchos cambios. Este programa sabemos que ha cambiado por la necesidad de obtener los datos más realistas por un lado con el beneficio del funcionamiento por otro lado con los departamentos como diseño, calidad y producción, obteniendo una mayor comprensión y una mejor comunicación en cada sección involucrada.

Métrica (2005 Vs. 2006)

En 2006 vinimos con la conclusión que el métrico de la efectividad no es aplicable para el proceso usado por nuestra compañía. Esto es debido porque los datos que se obtienen por los métricos de OEE (Efectividad Total del Equipo) nos dan unos porcentajes incorrectos que a veces superan los 100%. Cuando sabemos para calcular el métrico OEE, tenemos que obtener la disponibilidad, productividad y calidad del equipo.

Uno de los problemas principales que afrontamos es que necesitamos un tiempo del ciclo ideal del proceso de equipo. Este término no solicita el proceso usado en nuestra compañía, porque se crea para proceso de línea de producción que exclusivamente trabaja con un producto específico o un número de la parte.

Después de este análisis, demostramos que usando el métrico de Disponibilidad los resultados se cerraron a nuestras necesidades y muestran datos más realistas. El equipo de TPM decidió guardar este métrico y complementándolo con un nuevo gráfico que nos muestra cómo usamos nuestro tiempo programado en el equipo y nos permitimos hacer algunas mejoras del proceso para reducir el tiempo no operativo.

Apoyo de Actividades:

En el momento actual, TPM continúa con las actividades de apoyo usuales como el curso de Mantenimiento Autónomo, reuniones con los equipos de TPM y las listas de verificación de los equipos que se entrenan en las diferentes áreas de la compañía. También hemos tenido más nuevos desarrollos de actividades de apoyo durante este año, como el nuevo plan de Mantenimiento Autónomo que entrena especialmente para la máquina ATE (Equipo de Prueba Automático). Se desarrollo y obtuvo el nuevo entrenamiento, también el diseño de entrenamiento para que se modifiquen las reuniones, cursos, checklists son las actividades principales que ayudan a mejorar el programa de TPM. Con estas actividades pretendimos transmitir el conocimiento sobre TMP. También los gráficos de OEE son parte de la vuelo a la Excelencia en área del avionics.

TPM continúa trabajando en las actividades diferentes del programa, como enseñar del curso de Mantenimiento Autónomo para el nuevo personal de la entrada, la instalación del cronómetro en los diferentes equipos, los equipos realizan la lista de verificación, etc.,

Junto con Avionics nosotros adecuamos el curso TPM a un enfoque en: ATE, donde el personal aprende cómo verificar su trabajo y mejorar la calidad.

En área de Alodine, se lleva a cabo un checklist para supervisar periódicamente el área, y ayudas visuales para prevenir cualquier gotera en el sistema o en los tanques del alodine, si ellos encontraran algo, tienen que informar inmediatamente y tomar la acción correctiva correspondiente. Éste es un paso grande para TPM, porque nosotros no sólo estamos trabajando para mejorar el equipo, también nosotros estamos haciendo algo que prevenir accidentes y tener áreas de mejor funcionamiento.

En nuestro Sistema de Tratamiento de Agua también el instrumento de checklist se realiza diariamente. Los cronómetros instalados ayudan a que nosotros supervisemos el tiempo de trabajo real, y nos permite hacer un tiempo mejor de la planificación en los horarios de la producción. Nosotros tenemos conciencia de que tan diverso pueden llegar a ser los programas de aplicación para TPM.

Referencias Bibliográficas:

• CUATPM00	TPM Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción,	Luis Cuatrecasas,	Ediciones Gestión 2000 S.A. Barcelona
• CURINT01	Curso TPM Facilities Dep. Gulfstream Corp.	Ing. Karla Fernanda Reyes	Interiores Aéreos S.A. de C.V. 2001
• KENLEA04	The Lean Manufacturing Pocket Handbook,	Kenneth W. Dailey	DW Publishing Co. 2004
• FUMTPM	TMP Para Departamentos de Ingeniería	Fumio Gotoh,	Somohano Ediciones y Distribuciones S.A. de C,V.
• SEIMAN	Mantenimiento de Calidad, Cero defectos a través de la gestión de equipo,	Seiji Tsuchiya;	Productivity Press Portland, OR-USA.
• TGPMAN	Mantenimiento Autónomo por Operarios	TGP Hoshin,	Productivity Press Portland, Oregon
• KENTPM98	TPM For The Lean Factory	Ken'ichi Sekine, Keisuke Arai,	Productivity Press Portland, Oregon 1998
• NASDES90	Despliegue del TPM Educación y Programa	Nashi Fujikoshi	TGP Hoshin, Madrid 1990
GUESIS93	Sistema Integral de Mantenimiento del Hospital HULA (SIMULA)	Guédez, V.M. León F.	Información Tecnológica. Vol. 4, Nro 2. 23-27. 1993.
• NAKTPM89	TPM – Development Program. Productivity Press, Inc.	Nakajima, S	Cambridge. USA., 294-299(1989)
• NAKINT88	Introduction to TPM. Productivity Press, Inc	Nakajima, S	Cambridge. USA. 24-27(1988).
• HARERF92	Erfolgreiche Einführung von TPM. Verlag Moderne Industrie.	Hartmann, E.D .	Lansberg, 7-11.(1992)
• TOKTPM92	TPM En Industrias de proceso	Tokutaro Suzuki TGP Hoshin, Marques e Cubas	Madrid España 1992.

A.1 Referencias Bibliográficas

Referencias Web:

HTTP://SISBIB.UNMSM.EDU.PE/BIBVIRTUAL/TESIS/INGENIE/TIBURCIO_R_V/CAP1.HTM
http://www.api.uniovi.es/aeipro/finder/archivos/DA-06.html
http://www.solomantenimiento.com/m_ptm.htm
http://www.her.itesm.mx/dge/manufactura/topicos/rtpm.HTM

A.2 Direcciones Internet

