

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN  
LOS EQUIPOS DE LA SECCIÓN LONA DE LA  
EMPRESA PLASTICAUCHO IND. S.A.

VILLACRESES GAMBOA LUÍS FERNANDO

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

Ingeniero de Mantenimiento



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
DE

CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE

MANTENIMIENTO

SISTEMA MODULAR FASE III

RIOBAMBA-ECUADOR

2009

**AGRADECIMIENTO :**

Quiero expresar mi fraterno agradecimiento a los profesores de la ESPOCH, de manera especial al Ing. Msc. Manuel Morocho Director de tesis e Ing. Fernando González Asesor de tesis, por su valioso aporte y orientación para lograr este trabajo, que sin lugar a dudas constituirá en un motor que me impulse a continuar por el sendero de la investigación técnica, buscando el fortalecimiento profesional.

A la mejor empresa Ecuatoriana, Plasticaucho Industrial, por darme ésta oportunidad de cumplir mis aspiraciones, de manera especial al Ing. Guillermo Arias Subgerente de Mantenimiento, por haberme dado las facilidades para ejecutar éste trabajo de mejoramiento. A la Ing. Myriam Proaño por su comentario profesional sobre parte de ésta implementación técnica.

Luis Fernando Villacreses G .

**DEDICATORIA :**

- A mí amado Creador por concederme sus Bendiciones Espirituales y Materiales.
- A mis Padres porque siempre confiaron en mi persona inculcándome la perseverancia y el amor a los estudios.
- A mi tierna Hija Abigail, por ser la prolongación de mi existencia.
- A mi esposa Carmita Alicia por su paciencia.

Con amor;

Luís Fernando Villacreses G.

## TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	Pág.
<b>GENERALIDADES</b> .....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Justificación .....	2
1.3 Objetivos .....	3
1.3.1 Objetivo general .....	3
1.3.2 Objetivos específicos .....	3
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	4
2.1 Evolución del mantenimiento hacia el TPM .....	4
2.2 Los cinco pilares de desarrollo del TPM .....	6
2.3 Características, objetivos y beneficios del TPM .....	9
2.3.1 Características del TPM .....	9
2.3.2 Objetivos del TPM .....	10
2.3.3 Beneficios del TPM .....	11
2.4 Etapas de implantación de un programa TPM .....	12
2.4.1 Fase de Preparación .....	13
2.4.2 Fase de Introducción .....	15
2.4.3 Fase de implantación .....	15
2.4.4 Fase de estabilización (consolidación) .....	17
2.5 Las seis grandes pérdidas de los equipos .....	17
2.5.1 Pérdidas por averías en los equipos .....	19
2.5.2 Pérdidas debidas a reparaciones .....	20
2.5.3 Pérdidas provocadas por tiempo de ciclo en vacío y paradas cortas .....	21
2.5.4 Pérdidas por funcionamiento a velocidad reducida .....	21

2.5.5	Pérdidas por defectos de calidad, recuperaciones y reprocesados	22
2.5.6	Pérdida de funcionamiento por puesta en marcha del equipo	22
2.5.7	Método de cálculo de las pérdidas	24
2.5.7.1	Coefficiente de disponibilidad	24
2.5.7.2	Coefficiente de rendimiento	25
2.5.7.3	Coefficiente de calidad	26
2.6	Mantenimiento autónomo	30
2.6.1	Mantenimiento autónomo basado en las 5 S	34
2.6.2	Etapas de implantación del mantenimiento autónomo	39
2.6.2.1	Nivel básico	40
2.6.2.2	Nivel de eficiencia	45
2.6.2.3	Nivel de plena implantación	48
2.7	Mantenimiento Planificado o Programado	50
2.7.1	Mantenimiento preventivo	54
2.7.1.1	Mantenimiento periódico (basado en el tiempo)	55
2.7.1.2	Mantenimiento predictivo (basado en las condiciones)	55
2.7.2	Mantenimiento correctivo	55
2.7.3	Mantenimiento de averías	55
2.7.4	Etapas de implantación de un sistema de mantenimiento planificado	56

### **CAPÍTULO III**

<b>IMPLEMENTACIÓN DEL TPM EN LA SECCIÓN LONA</b>	<b>59</b>	
3.1	Fase de preparación	59
3.1.1	Cálculo de pérdidas en los equipos	62
3.1.2	Determinación de paros de máquina	69
3.1.3	Datos de cálculo	69
3.1.4	Objetivos de la efectividad global de equipo	70
3.2	Fase de introducción	72
3.3	Fase de implementación	72
3.4	Fase de estabilización	73

## CAPÍTULO IV

### IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO Y

<b>PROGRAMADO EN LA SECCIÓN LONA</b> .....	76
4.1 Diseño de la documentación técnica .....	76
4.1.1 Hoja de instrucciones generales .....	76
4.1.2 Hoja de registro de datos .....	77
4.1.3 Plan de lubricación .....	79
4.2 Determinación de tareas de mantenimiento autónomo .....	80
4.2.1 Implementación de sistemas visuales que ayudan a la operatividad eficiente de los equipos .....	83
4.2.2 Rotulación de lubricación .....	87
4.3 Determinación de tareas de mantenimiento programado .....	88
4.3.1 Tipos de tareas que deben incluirse en un Plan de Mantenimiento .....	89
4.4 Determinación de frecuencias .....	91
4.5 Determinación de procedimientos de trabajo .....	92
4.6 Formación de personal .....	92
4.7 Programa de mejoramiento continuo .....	93
4.7.1 Mejoramientos realizados .....	94
4.7.1.1 Mejora de proceso elaboración pega .....	94
4.7.1.2 Mejora de proceso elaboración de cordón .....	97

## CAPÍTULO V

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	98
5.1 Conclusiones .....	98
5.2 Recomendaciones .....	99
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	102

<b>LINKOGRAFÍA</b> .....	103
<b>ANEXOS</b> .....	104
Anexo 1 Datos y características de máquina troqueladora automática .....	105
Anexo 2 Procedimiento de reemplazo de banda de alimentación de material .....	106
Anexo 3 Herramientas requeridas .....	107
Anexo 4 Plan de lubricación máquina automática cnc .....	108
Anexo 5 Banco de tareas máquina troqueladora automática .....	109
Anexo 6 Lista de repuestos críticos .....	110
Anexo 7 Plan de mantenimiento autónomo .....	111
Anexo 8 Puntos de lubricación .....	112
Anexo 9 Plan de capacitación para operarios .....	113
Anexo 10 Plan de capacitación para personal de mantenimiento .....	114
Anexo 11 Plan de implementación del TPM .....	115
Anexo 12 Indicadores de eficacia de planta .....	116
<b>BIOGRAFÍA</b> .....	117

## LISTADO DE FIGURAS.

Figura	Pág.
1. Evolución del mantenimiento...	2
2. Esquema del TPM...	9
3. Las pérdidas en función de los efectos que provocan...	18
4. Tiempos operativos de acuerdo con las pérdidas de equipos...	29
5. Antes y después de seire...	35
6. Orden...	35
7. Limpieza...	36
8. Mantener todo estandarizado...	37
9. Se convierte en hábito...	37
10. Evolución hacia la detección de anomalías desde la limpieza...	41
11. Documentación de los estándares...	42
12. Planta de producción...	53
13. Clasificación del mantenimiento planificado y asignación de responsabilidades...	54
14. Ejemplo Programa de mantenimiento...	58
15. Esquema de control...	60
16. Inyector...	66
17. Gráfico de Pareto de pérdidas presentes...	71
18. Esquema de máquina troqueladora...	71
19. Toma de datos...	73
20. Herramientas básicas...	75
21. Ajustes ligeros...	79



22.	Indicadores de presión, temperatura... ..	83
23.	Indicador de presión de vapor... ..	84
24.	Rotulando tipo de banda... ..	85
25.	Manómetro con defecto.....	86
26.	Tablero de luces indicador de paros de máquina... ..	87
27.	Charla de capacitación... ..	92
28.	Implementación de camino de rodillos... ..	95

## LISTADO DE TABLAS

Tabla	Pág.
I- Beneficios proporcionados por TPM .....	11
II- Clasificación de las seis grandes pérdidas.....	23
III- Relación de los coeficientes de eficiencia vs. las seis pérdidas.....	26
IV- Evolución del mantenimiento autónomo.....	32
V- Relación de actividades y responsabilidades en el mantenimiento autónomo.....	34
VI- Efectos producidos por suciedad-falta de limpieza.....	41
VII- Actividades dentro de cada etapa en nivel básico.....	42
VIII- Nivel de capacitación logrado en cada etapa.....	50
IX- Etapas para la implantación del mantenimiento planificado.....	57
X- Fase de preparación.....	59
XI- Actividades para analizar situación presente.....	60
XII- Pérdidas existentes.....	61
XIII- Asignación de códigos por pérdida.....	62
XIV- Registró de pérdidas presentes.....	63
XV- Reporte de tiempos improductivos.....	67
XVI- Método de cálculo de eficiencia global de equipo.....	68
XVII- Fase de introducción.....	72
XVIII- Fase de implantación.....	72
XIX- Fase de estabilización.....	73
XX- Pasos para la implementación del mantenimiento autónomo.....	74
XXI- Instrucción general.....	76
XXII- Hoja de registro de datos.....	78

XXIII-	Plan de lubricación-troqueladora cnc...	79
XXIV-	Tareas a realizarse con mantenimiento autónomo...	81
XXV-	Actividades de mantenimiento autónomo...	82
XXVI-	Plan de capacitación para operarios...	93
XXVII-	Programa para mejoramiento continuo...	94

## SUMARIO

La Implementación del Mantenimiento Productivo Total, se lo ha realizado por la necesidad de Optimizar el Proceso Hombre-Máquina y a la vez hacer más efectivas las tareas de mantenimiento programado existentes en la sección lona de la empresa Plasticaucho.

Por tanto el Mantenimiento Productivo Total bien concebido constituirá en un medio de reducción de costos, con la participación del personal operativo que se lo capacita, en tareas de mantenimiento, induciendo a prevenir averías, logrando así tener una mayor efectividad de funcionamiento de la maquinaria, y al compromiso continuo del operador como responsable de su máquina.

Con ésta nueva filosofía de mantenimiento que se propone, se obtendrán ventajas tangibles e intangibles. Que aseguren que la maquinaria y equipos operen de un modo eficiente, que cause mínimas pérdidas de operación. Como elementos claves para esta Implementación de Mantenimiento Productivo Total, se lo ha considerado al Mantenimiento Autónomo (realizado por el propio operador), el Mantenimiento Preventivo y la Mejora de Equipos, así como la Implementación de Sistemas Visuales, los cuales constituyen un aporte a la Efectividad Global de Equipo.

En tal virtud se propone el presente trabajo que ofrece la oportunidad de conocer, profundizar y aplicar conocimientos, que permitan aportar al desarrollo empresarial de Plasticaucho, valorando los beneficios que la Implementación generará en la sección lona, sobre todo a la eliminación de pérdidas. Recomendando a la vez la implementación de éste sistema en toda las áreas de la empresa.

## S U M M A R Y

The Implementation of the Total Productive Maintenance has been carried out to optimize the Man-Machine Process and at the same time to make more effective the maintenance tasks existing in the canvas section of the enterprise Plasticaucho.

A well-conceived Total Productive Maintenance will be a means of cost reduction, with the participation of the operative staff which is trained in maintenance tasks, preventing trouble shooting, attaining a higher functioning effectiveness of the machinery and having a continuous commitment of the operator as a responsible person of his machine.

With this new maintenance philosophy tangible and intangible advantages will be obtained assuring that the machinery and equipment work efficiently causing minimum operation losses.

As key elements for this Total Productive Maintenance Implementation the Autonomous Maintenance (carried out by the operator himself), the Preventive Maintenance and the Equipments Improvement have been considered as well as the Visual System Implementation which are a contribution to the Equipment Global Effectiveness.

So, the present work offering the opportunity of knowing, deepening and applying the knowledge permitting to contribute to the enterprise development of Plasticaucho, is proposed, valuating the benefits the Implementation generate in the canvas section, above all to the loss elimination. It is recommended to implement this system in all the enterprise areas.

**e s p o c h**

**Facultad de  
Mecánica**

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

**CONSEJO DIRECTIVO**

12 - Marzo - 2009

Fecha

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**LUÍS FERNANDO VILLACRESES GAMBOA**

---

Nombre del Estudiante

Titulada:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO  
PRODUCTIVO TOTAL EN LOS EQUIPOS DE LA SECCIÓN LONA DE  
LA EMPRESA PLASTICAUCHO IND. S.A.”**

---

Sea aceptada con o parcial complementación de los requerimientos para el grado  
de: **INGENIERO DE MANTENIMIENTO.**

---

f] Decano de la Facultad de Mecánica

Yo coincido con esta recomendación:

---

f] Director de Tesis

Los miembros del Comité de Examinación coincidimos con esta recomendación:

---

f] Asesor de Tesis

e s p o c h

Facultad de  
Mecánica

---

**CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS**

---

Nombre del estudiante: LUÍS FERNANDO VILLACRESESGAMBOATÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN LOS EQUIPOS DE LA  
SECCIÓN LONA DE LA EMPRESA PLASTICAUCHO IND.S.A.”Fecha de Examinación: 12 - Marzo - 2009

## RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN

Comité de Examinación	Aprueba	No Aprueba*	Firma
Ing. Geovanny Novillo			
Ing. Manuel Morocho			
Ing. Fernando Gonzáles			

\*Más que un voto de no aprobación es condición suficiente para la falla total.

## RECOMENDACIONES:

---



---



---

El Presidente del Tribunal quién certifica al Consejo Directivo que las condiciones de defensa se han cumplido.

---

 f] Presidente del Tribunal





## CAPÍTULO I

### GENERALIDADES

#### 1.1 ANTECEDENTES

PLASTICAUCHO INDUSTRIAL S.A. es una empresa familiar, inicia sus actividades en 1931, su Fundador Don José Filomontor Cuesta Tapia, orienta la manufactura de sus productos a la fabricación de artículos de caucho y calzado en general bajo la marca VENUS, manteniendo su obra en constante crecimiento y evolución. Al fallecimiento del fundador en 1957 se transforma en "Venus Industrializadora del Caucho S.A.", posteriormente en 1968 los hermanos Cuesta-Holguín fundan PLASTICAUCHO INDUSTRIAL S.A.

Sus productos son: calzado de lona, calzado plástico, calzado de cuero, calzado deportivo y artículos de caucho, eva y pvc. Actualmente ha incursionado en la Comercialización de Producto Terminado fabricado por terceros, afines a calzado y artículos de caucho, eva y pvc.

Mantiene oficinas de venta y almacenes de distribución de producto terminado en varias ciudades del país, exporta a Colombia, Perú, Venezuela y otros países.

Plasticaucho industrial, actualmente cuenta con un sistema de mantenimiento preventivo planificado, en todas sus áreas de producción, el mismo que esta programado mediante un software, sin embargo se detecta paros de máquinas por diversos motivos de averías, que impide operar con normalidad, ocasionando retrasos en los programas de producción así como reproceso por fallas de maquinaria.

Por lo que nace la necesidad de implantar el Mantenimiento Productivo Total (TPM), tendiente a apoyar las tareas de mantenimiento y conservación de maquinaria y equipos, con un involucramiento del personal operativo de maquinaria en tareas de mantenimiento, induciéndolos a prevenir averías, pretendiendo así tener una mayor efectividad de funcionamiento de maquinaria, al compromiso continuo del operador como responsable de su máquina, anulando los paradigmas tradicionales de, yo opero y tu reparas y dando paso a, yo soy el responsable de mi máquina. Con esta nueva filosofía de mantenimiento, que se propone se obtendrán ventajas tangibles e intangibles. Que asegure que la maquinaria y equipo opere de un modo tan eficiente que causen mínimas pérdidas de operación.

Para lograr aumentar la calidad de los productos, así como la disponibilidad y confiabilidad de los equipos el mantenimiento productivo total, TPM, resulta una herramienta de mejora, lo que aspira se constituya el presente trabajo, como aporte al desarrollo de la empresa Plasticaucho Industrial S.A.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

La dinámica empresarial con la que ha actuado Plasticaucho Industrial en los últimos años permitirá, que en esta ocasión se establezca este proyecto de mejoramiento enfocado a los objetivos de calidad, que es la satisfacción del cliente interno y externo, mejora de la eficacia de la producción y de procesos, objetivos planteados en el sistema de gestión de calidad ISO 9001-2000.

Por lo que la implantación del TPM contribuirá al mejoramiento continuo de la empresa, al aportar positivamente, en la reducción de pérdidas por averías de maquinaria, por un compromiso de constante aprendizaje de nuestros operadores, al llegar a ser capaces de prevenir averías y, crear un ambiente de trabajo más agradable.

El TPM permitirá a la empresa eliminar las pérdidas y obtener un control efectivo de sus procesos productivos.

En tal virtud se propone el presente trabajo que ofrece la oportunidad de conocer, profundizar y aplicar conocimientos, que permita aportar al desarrollo empresarial de Plasticaucho, valorando los beneficios que la implantación generará en la compañía, sobre todo la eliminación o reducción de pérdidas.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Implantar un sistema de mantenimiento productivo total en los equipos de la sección lona de la Empresa Plasticaucho Ind. S.A.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Conocer los fundamentos y metodologías del TPM.
- Evaluar la situación de los equipos de la sección lona, mediante la aplicación de la metodología del TPM.
- Identificar el tipo de pérdidas más frecuente en la sección lona.
- Realizar un plan de mantenimiento Autónomo con acciones tendientes a eliminar o minimizar pérdidas de los equipos.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO HACIA EL TPM

El mantenimiento considerado como una parte medular en el proceso productivo, no se ha mantenido estático desde sus inicios, pues siempre a estado en la búsqueda de asegurar la competitividad de la empresa, por medio de asegurar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada, cumpliendo con los requisitos del sistema de calidad de la empresa, cumpliendo con todas las normas de seguridad y medio ambiente, al óptimo costo-eficaz o máximo beneficio global.

El mantenimiento nace con la reparación de averías denominado **mantenimiento de reparación** en el periodo 1925-1950, y se llevaba a cabo cuando se detectaba un fallo o avería y una vez reparado todo concluía aquí.

A partir de 1950 se establece las bases del mantenimiento propiamente dicho.

**El mantenimiento preventivo** se introdujo en Japón procedente de Estados Unidos en 1951. Se buscaba la rentabilidad económica por encima de todo, en base a la máxima producción, y para ello se establecieron funciones de mantenimiento, orientadas a detectar y/o detectar posibles fallos antes de que sucedieran. En esta época queda ya demostrado totalmente la relación entre eficacia económica y mantenimiento.

Más tarde en los años 1960 aparece ya el mantenimiento productivo, de hecho ya se aplicaba en 1954 en general eléctrica, se trataba de un paso

adelante del mantenimiento preventivo, ya que abarcaba los principios de aquel más otros propios. Incluye un plan de mantenimiento para toda la vida útil de la máquina, sin descuidar la fiabilidad y mantenibilidad.

El TPM empieza a implantarse en los años setenta en Japón. Es un sistema de gestión de mantenimiento efectivo e integrado que engloba los anteriores, tal como se aprecia en la figura 1.

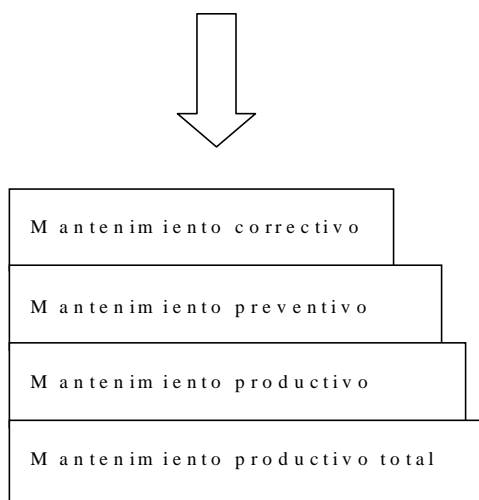


Fig.1 Evolución del mantenimiento.

Sus diferencias básicas serán la incorporación de conceptos innovadores destaca entre ellos el mantenimiento autónomo, llevado a cabo por los propios operarios de producción, y la implicación activa de todos los empleados, desde las altas gerencias hasta los operarios de planta, cuyo objetivo es la creación de una cultura propia que estimule el trabajo en equipo y eleve la moral del personal.

Llegamos así a la filosofía del TPM, que adaptara el concepto de mejora continua desde el punto de vista del mantenimiento y a la gestión de equipos; de ahí que ya no hablemos de mantenimiento productivo, sino de Mantenimiento Productivo Total, que será un nuevo concepto de mantenimiento. Será en este momento, y mediante la introducción del

mantenimiento autónomo como parte integrante y primordial del TPM, en lo que conseguiremos el **equilibrio total de las tareas de mantenimiento gestionadas de forma conjunta entre el personal de producción y el de mantenimiento.**

El TPM también ha recogido conceptos relacionados con la planificación del mantenimiento basado en el tiempo y basado en las condiciones.

**Basado en el tiempo** trata de planificar tareas de mantenimiento en forma periódica sustituyendo partes en el momento adecuado, para garantizar el buen funcionamiento.

**Basado en las condiciones** trata de planificar el control a ejercer sobre el equipo y sus partes, a fin de asegurarse de que reúnan las condiciones necesarias para una operativa correcta y puedan prevenirse posibles averías o anomalías de cualquier tipo.

## **2.2 LOS CINCO PILARES DEL DESARROLLO DEL TPM.**

Lo que a continuación sigue es una breve descripción de lo que se llaman los cinco pilares del desarrollo del TPM.

### **1.- Mejoras individuales en los equipos.**

En éste pilar se trata de establecer:

- Las condiciones óptimas de los equipos;
- Mejora de la eficacia, a través de la reducción de las seis grandes pérdidas;
- Eliminar las causas de pérdidas ocultas a través del análisis profundo del problema por personal especializado.

## **2.- Mantenimiento Autónomo o en uso .**

Esto se organiza después de que hayan recibido formación para ser concientes del equipo y haber adquirido la destreza necesaria para identificar y reparar los problemas del equipo.

La implantación comprende siete pasos:

- Limpieza inicial (búsqueda de defectos);
- Descubrir causas de la suciedad;
- Mejorar áreas de difícil acceso;
- Estandarizar actividades de mantenimiento autónomo;
- Capacitación para realizar inspecciones
- Inspección autónoma;
- Organización del área de trabajo.

## **3.- Mantenimiento Preventivo**

Este aumenta la eficacia del departamento de mantenimiento y se busca establecer:

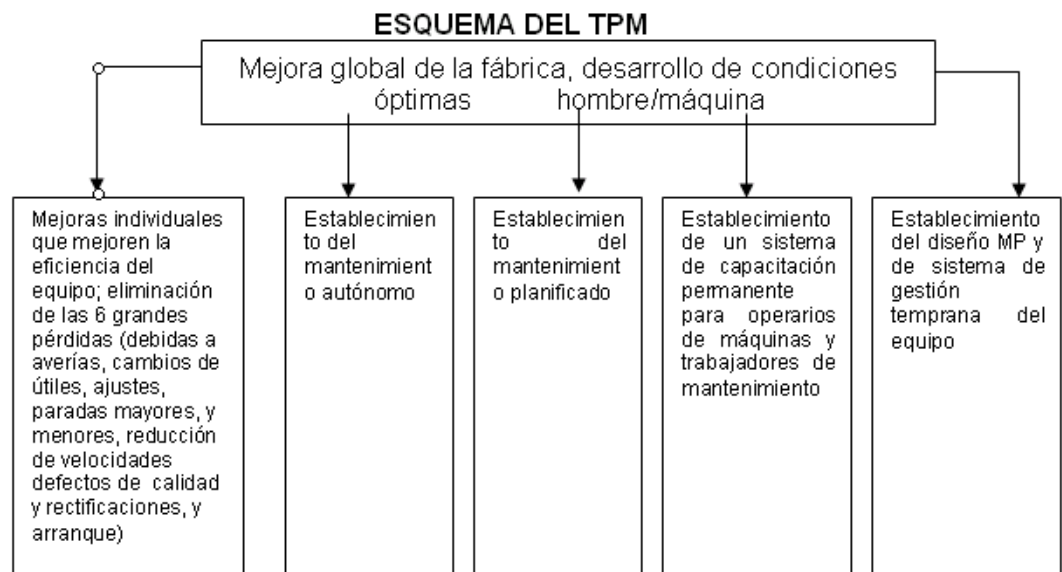
- Tipos de mantenimiento (estandarización de las actividades de mantenimiento), o sea, establecer un lenguaje común de comunicación para todos en la empresa.
- Planificación del mantenimiento, o sea, establecer procedimientos adecuados para todas las intervenciones preventivas.

## **4.- Educación y Capacitación .**

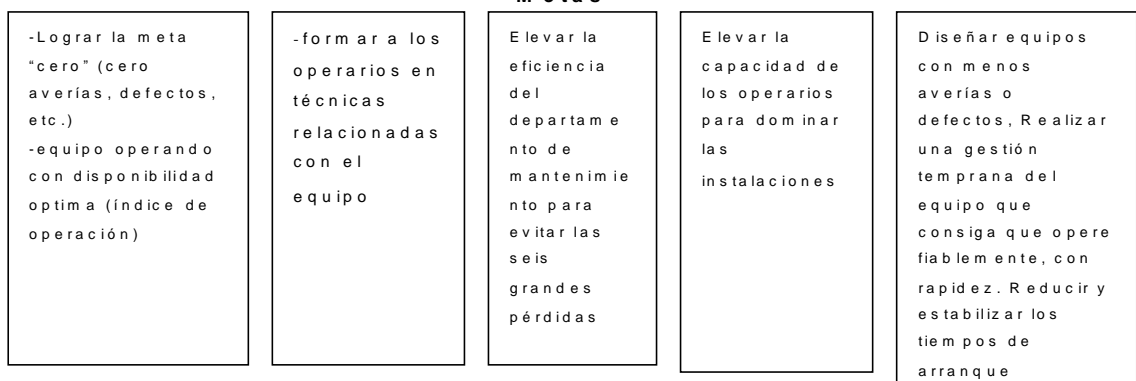
En éste pilar se busca plantificar la capacitación del personal de producción y mantenimiento.

**5.- Establecer un sistema para el desarrollo del MP y la gestión temprana del equipo.**

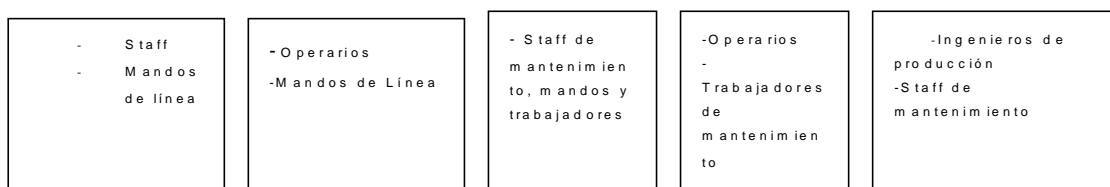
El diseño MP genera equipos que necesitan menos mantenimiento. A su vez, la gestión temprana del equipo hace que un nuevo equipo comience a operar óptimamente en menos tiempo del que antes requería.



**Metas**



**Participantes**





### Actividades específicas

<ul style="list-style-type: none"> <li>-Identificación de las seis grandes pérdidas</li> <li>-Cálculo de eficiencia global y metas</li> <li>-Análisis de fenómenos y revisión de causas relacionadas</li> <li>-Ejecución e análisis PM</li> <li>-Estudio detallado de condiciones óptimas del equipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Implantación de los 7 pasos del mantenimiento autónomo</li> <li>-Limpieza inicial</li> <li>-Eliminación de fuentes de contaminación y áreas inaccesibles</li> <li>-Estándares de limpieza y lubricación</li> <li>-Inspección general</li> <li>-Inspección autónoma</li> <li>-Organización, orden y limpieza del lugar de trabajo</li> <li>-Plena implantación del programa de mantenimiento autónomo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mantenimiento diario y mediciones de chequeo</li> <li>-Mantenimiento periódico</li> <li>-Mantenimiento Predictivo</li> <li>-Mejoras para aumentar la vida del equipo</li> <li>-Control de piezas de repuesto</li> <li>-Análisis y prevención de averías</li> <li>-Control de lubricación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamentos del mantenimiento</li> <li>-pernos y tuercas</li> <li>-Cojinetes</li> <li>-Llaves</li> <li>- Transmisión de energía</li> <li>-Juntas (prevención de fugas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecimiento de metas de diseño</li> <li>-Mantenimiento autónomo</li> <li>Mantenibilidad</li> <li>-Operabilidad</li> <li>-Fiabilidad</li> <li>-Costes de ciclo de vida</li> <li>-Identificación de problemas en cada fase (diseño, planos, fabricación, instalación, etc.)</li> <li>-Erradicación de los problemas iniciales en la puesta en producción del equipo nuevo</li> </ul>
---	---	--	--	---

Fig.2 Esquema del TPM <sup>1</sup>

## 2.3. CARACTERÍSTICAS, OBJETIVOS Y BENEFICIOS DEL TPM .

### 2.3.1 CARACTERÍSTICAS DEL TPM

Una de las más importantes características del TPM, es el seguimiento agresivo de metas u objetivos absolutos, tales como, cero averías, cero defectos. Para que cualquier cosa tenga un valor cero, hay que impedir que tan siquiera ocurra una sola vez, por lo tanto el TPM pone sobre

<sup>1</sup> KUNIO SHIROSE. TPM para mandos intermedios pg.20 y pg.21

todo énfasis en la prevención. Y esto significa tomar medidas preventivas. Simplemente, es demasiado tarde si se espera hasta que ocurra un problema para luego arreglarlo. En el TPM la prevención se basa en los tres principios siguientes:

1.- Mantenimiento de las condiciones normales o básicas de la instalación. Para mantener las condiciones normales del proceso los operarios deben impedir el deterioro de la máquina limpiando, haciendo periódicamente chequeos de precisión sobre el equipo, lubricando, apretando tuercas y tornillos etc.

2.- Descubrimiento temprano de anomalías. Mientras se llevan a cabo estas actividades, los operarios deben utilizar sus propios sentidos y algunas herramientas de medición para detectar anomalías tan pronto aparezcan. Los trabajadores de mantenimiento deben también hacer diagnósticos periódicamente para buscar anomalías, utilizando herramientas especializadas.

3.- Respuesta rápida. Los operarios y trabajadores de mantenimiento, no deben permitir retrasos en las respuestas a las anomalías.

### **2.3.2 OBJETIVOS DEL TPM.<sup>2</sup>**

El TPM como nueva filosofía del mantenimiento cuyo objetivo central es el compromiso con la mejora continua de los procesos básicos y del rendimiento operacional de los sistemas productivos, con eje central en la excelencia de la gestión de la producción de manera global.

De acuerdo a lo anterior, se puede decir que el TPM consiste en:

- a) Constituir una estructura empresarial que busque la máxima eficiencia del sistema de producción (o servicio)- rendimiento global.

---

<sup>2</sup> TAVARES LOURIVAL. Administración Moderna de Mantenimiento. pg. 150-151

- b) Constituir en el propio local de trabajo, mecanismos para prevenir las diversas pérdidas, obteniendo el cero accidente, el mínimo de defectos y el mínimo de fallas, teniendo como objetivo: disminuir el costo del ciclo de vida del sistema de producción;
- c) Comprometer a todos los departamentos, comenzando por el de Producción (operación + mantenimiento) extendiéndose a los de desarrollo, ventas, administración, etc., (incluyendo a terceros);
- d) Contar con la participación de todos desde los directores hasta los operarios de primera línea;
- e) Obtener la pérdida cero por medio de actividades simultáneas de pequeños grupos;
- f) Mejorar la calidad del personal (operadores, mantenedores e ingenieros);
- g) Mejorar la calidad de los equipos, a través de la maximización de sus eficiencia y del ciclo de vida útil;
- h) Mejorar los resultados alcanzados por la empresa (ventas, satisfacción del cliente, imagen etc.)

### 2.3.3 BENEFICIOS DEL TPM

TABLA I. BENEFICIOS PROPORCIONADOS POR TPM <sup>3</sup>.

CATEGORÍA	EFFECTIVIDAD DEL TPM
PRODUCTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD LABORAL</li> <li>✚ AUMENTO DEL VALOR AGREGADO POR PERSONA.</li> <li>✚ AUMENTO DE LA TASA DE OPERACIÓN.</li> <li>✚ REDUCCIÓN DE PARADAS.</li> </ul>
CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ REDUCCIÓN DE DEFECTOS EN LOS PROCESOS.</li> <li>✚ MENOS QUEJAS DE CLIENTES.</li> </ul>

<sup>3</sup> Johnny Ojeda presentación TPM

<b>COSTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ REDUCCIÓN DE CONTENIDO LABORAL.</li> <li>✚ REDUCCIÓN DE COSTOS DE MANTENIMIENTO.</li> <li>✚ REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA.</li> </ul>
<b>ENTREGAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ REDUCCIÓN DE TIEMPO DE ENTREGAS.</li> <li>✚ REDUCCIÓN DE INVENTARIOS.</li> </ul>
<b>SEGURIDAD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ REDUCCIÓN DE ACCIDENTES.</li> <li>✚ CERO POLUCIÓN Y CONTAMINACIÓN.</li> </ul>
<b>MORAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ MEJOR AMBIENTE LABORAL.</li> <li>✚ AUMENTO DE IDEAS SUGERIDAS.</li> <li>✚ AUMENTO DE ACTIVIDADES EN GRUPO.</li> </ul>

#### 2.4 ETAPAS DE IMPLANTACIÓN DE UN PROGRAMA TPM.

El desarrollo de un programa TPM se lleva a cabo normalmente en cuatro fases claramente diferenciadas con unos objetivos propios en cada una de ellas:

- 1.-Preparación
- 2.-Introducción
- 3.-Implantación
- 4.-Estabilización

Estas fases vamos a desarrollarlas descomponiéndolas en un total de 12 etapas, que abarcan desde la decisión de aplicar una política de TPM en la empresa hasta la consolidación de la implantación del TPM y la búsqueda de objetivos más ambiciosos, como será el conseguir la implantación de un mantenimiento preventivo, e incluso un paso más allá con la introducción del mantenimiento predictivo.

Cada una de estas etapas forman parte de lo que se llama proceso de implantación de un sistema de calidad orientado hacia la mejora continua y que aplicado a la gestión del mantenimiento recibe el nombre de TPM .

Veremos a continuación los aspectos más destacados a tener en cuenta para llevar a cabo la programación del TPM de acuerdo con las 4 fases que acabamos de presentar, cada una de las cuales esta, a su vez, dividida en varias etapas con una entidad propia y su propia duración.

#### **2.4.1. FASE DE PREPARACIÓN .**

Esta fase es fundamental para establecer una planificación cuidadosa del programa TPM que evite o limite al máximo futuras modificaciones durante su implantación.

Etapa 1.- Anuncio de la alta dirección de la decisión de aplicar TPM .

La alta dirección debe informar a todos los empleados y órganos empresariales de su intención de implantar el TPM . Donde se explica, el concepto, metas y resultados esperados.

Etapa 2.- Información sobre TPM .

Comprende una etapa de difusión de los conceptos para entender el TPM . Un aspecto fundamental es eliminar la resistencia al cambio, ya que los operarios consideran que con ésta filosofía se pierde en productividad.

Etapa 3.- Estructura promocional sobre TPM

La promoción se lleva a cabo a través de una estructura de pequeños grupos que se forman en toda la organización.

Cada líder de grupo es miembro de otro grupo del nivel superior. De ésta forma existe conexión entre niveles y la comunicación horizontal y vertical es más fluida.

Etapa 4.- Establecer políticas básicas TPM y fijar objetivos.

En ésta etapa la alta dirección deberá incorporar el TPM a la política estratégica de la compañía, así mismo, fijará los objetivos concretos a alcanzar y las directrices a seguir a mediano y largo plazo. Los objetivos deben ser ambiciosos pero alcanzables.

Como paso previo a la fijación de objetivos se deberá analizar cuales es el punto de partida de la empresa, y tener así un base de referencia. Esto implica disponer de datos numéricos sobre averías, tasas de defectos, rendimiento, etc. Estableciendo de esta forma niveles deseables de mejora.

Etapa 5.-Desarrollo de un plan maestro TPM

Este es un paso importante ya que en él se trata de establecer un plan concreto para la implantación de TPM que integra las actividades a desarrollar para conseguir las metas propuestas. Las principales actividades que deberá contener son:

- Establecimiento de un programa de mantenimiento autónomo llevado a cabo por los propios operarios.
- Mejora de la efectividad del equipo (eliminación de las seis grandes pérdidas)
- Establecimiento de un programa de mantenimiento planificado por personal de mantenimiento.
- Aseguramiento de la calidad.
- Gestión temprana de equipos
- Formación y entrenamiento para aumentar aptitudes personales.

## **2.4.2. FASE DE INTRODUCCIÓN**

### **Etapa 6.- Arranque del TPM**

Esta etapa será realmente la de la puesta en práctica del TPM. Resulta aconsejable organizar un acto formal de presentación al que asistan todos los empleados y clientes o empresas relacionadas, en donde se informe de las actividades llevadas a cabo en la fase de preparación y de los planes futuros. La alta dirección debe motivar a todos sus trabajadores para una buena disposición hacia el TPM.

## **2.4.3 FASE DE IMPLANTACIÓN.**

En la fase de implantación deben desarrollarse las actividades planificadas, con la adecuada asignación y el acuerdo acerca de las fechas de implantación de las mismas.

Para evitar caer en demoras y retrasos excesivos, así como en la falta de coordinación que puede darse en la introducción de un nuevo sistema de gestión, es necesario ajustarse a los plazos previstos en el plan de implantación; es por este motivo que será necesario tener asignados para cada objetivo una fecha y un responsable.

### **Etapa 7: Mejorar la efectividad del equipo**

Se organizan grupos de trabajo multifuncionales compuestos por ingenieros de producción, personal de mantenimiento y operarios con el propósito de eliminar las pérdidas y mejorar la efectividad del equipo. Deberá seleccionarse un equipo que sufra pérdidas crónicas y, una vez medidas y evaluadas cuidadosamente, se actuará de forma que se

obtenga mejoras significativas en un período de aproximadamente tres meses.

Etapa 8: Establecer un programa de mantenimiento autónomo.

El mantenimiento autónomo es una de las características más importantes del TMP. De hecho, la especialización producción-mantenimiento, los operarios manejan el equipo, el personal de mantenimiento lo repara, se mantiene vigente hasta que aparece el mantenimiento autónomo en un programa TPM.

En efecto, tras la implantación del TPM los operarios de producción participan en las funciones de mantenimiento diarias y en actividades de mejora que evitan el deterioro acelerado.

Etapa 9: Establecer un programa de mantenimiento planificado

Esta etapa consistirá en desarrollar un programa de mantenimiento periódico o programado para que pueda ser llevado a cabo por el departamento de mantenimiento. El personal del mismo debe centrar sus energías en las tareas que requieren su propia experiencia técnica y aprender técnicas más sofisticadas de mantenimiento, al tiempo que coopera con el mantenimiento autónomo.

Etapa 10: Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento.

Para llevar a cabo un mantenimiento eficaz es importante mejorar las habilidades de los recursos humanos de que dispone la empresa. Por ello, en las etapas iniciales de la implantación del TPM conviene realizar un esfuerzo especial pero muy valioso en la formación de los empleados. Una vez puesto en marcha el TPM, se evaluará periódicamente a cada persona para fijar planes de formación para la fase siguiente.



Etapa 11: Creación de un programa de gestión temprana de equipos.

Esta etapa tiene como objetivos la prevención del mantenimiento y un diseño de nuevos equipos que minimicen el mantenimiento e incluso estén exentos de él. Para conseguir éstos objetivos hay que actuar desde el nacimiento del equipo, su proyecto inicial, hasta su madurez, en la que tendrá lugar la operación normal con producción estable de procesos y productos con calidad.

#### **2.4.4 FASE DE CONSOLIDACIÓN.**

Etapa 12: consolidación del TPM y elevación de los objetivos.

El último paso de un programa TPM es mantener y perfeccionar las mejoras obtenidas a lo largo de cada una de las etapas anteriores. Hay que cuantificar el progreso alcanzado y darlo a conocer a todos los empleados para que comprendan y valoren las consecuencias de su trabajo diario. A partir de ahora hay que adoptar una filosofía de mejora continua, revisando los objetivos establecidos y fijando otros más ambiciosos.

#### **2.5. LAS SEIS GRANDES PÉRDIDAS DE LOS EQUIPOS**

El objetivo de un sistema productivo eficiente, desde el punto de vista de los equipos es el de conseguir que éstos operen de la forma más eficaz durante el mayor tiempo posible. Para ello es necesario descubrir, clasificar y eliminar los principales factores que merman las condiciones operativas ideales de los equipos, lo que es un objetivo fundamental del TPM.

Los principales factores que impiden maximizar la eficiencia global de un equipo se han clasificado en seis grandes grupos y son conocidos como las seis grandes pérdidas.

Están agrupadas en tres categorías tomando en consideración el tipo de mermas y efectos que pueden representar en el rendimiento de un sistema productivo con intervención directa o indirecta de los equipos de producción.

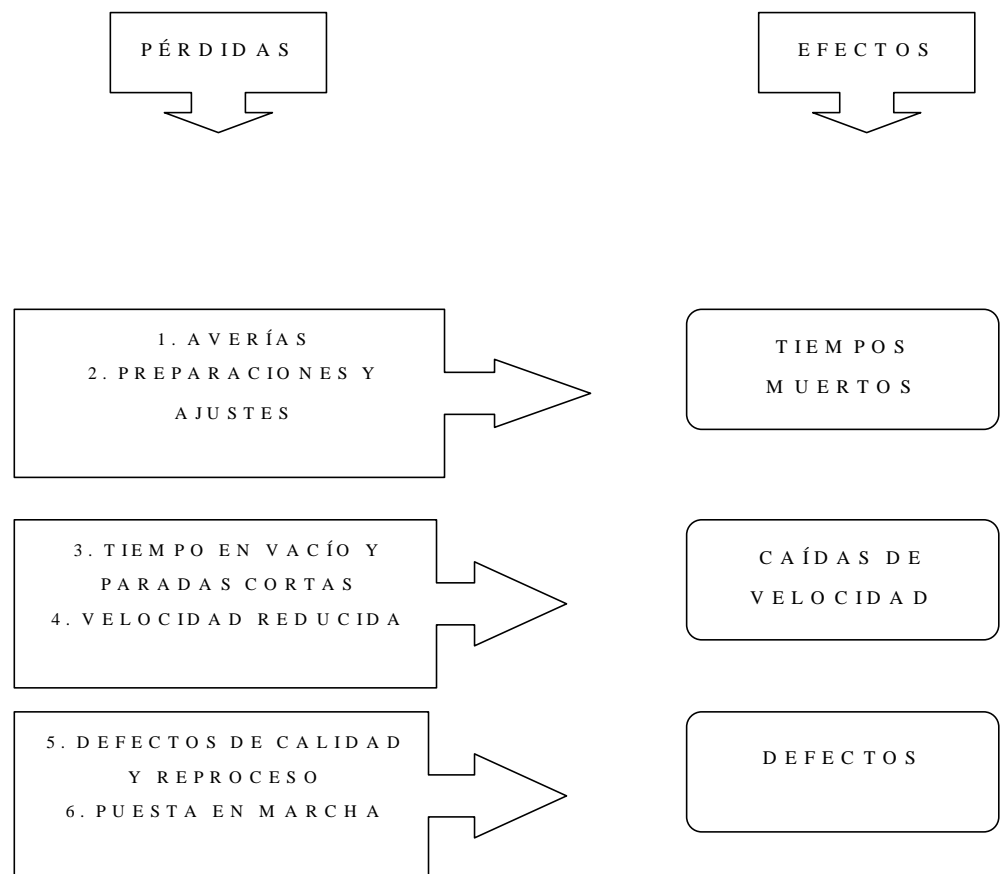


Fig.3 Agrupación de las pérdidas en función de los efectos que provocan.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> CUATRECASAS LUÍS. Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos TPM .  
pg52

### **2.5.1 PÉRDIDAS POR AVERÍAS EN LOS EQUIPOS.**

Las pérdidas por averías, errores o fallos del equipo provocan tiempos muertos del proceso por paro total del mismo debido a problemas que impiden su buen funcionamiento. Las averías y sus paros pueden ser de tipo esporádico o crónico.

Las consecuencias de las averías con relación al equipo, pueden ser: Averías con pérdida de función o con reducción de función.

#### **Averías con pérdida de función**

Cuándo el equipo pierde súbitamente alguna de sus funciones fundamentales y se para por completo, dan lugar a pérdidas esporádicas con un coste económico inicial alto, éstas son visibles y tienen una causa clara y concreta.

#### **Averías con reducción de función**

Se producen sin que el equipo deje de funcionar, pero el deterioro sufrido por el equipo o partes específicas del mismo hace que rinda por debajo de lo previsto, estas averías son causadas por defectos ocultos, bien en el equipo o en los métodos utilizados.

#### **Análisis de las averías crónicas.**

Las averías crónicas son en general provocadas por defectos ocultos, como suciedad, partículas de polvo, abrasión, tornillos aflojados, vibraciones, etc., que no parecen tener relación directa con la avería y a los que no acostumbramos prestar atención son, en realidad la causa principal del problema. Se reproducen con tal frecuencia que se llegan a considerar normales. Pero son reducibles e incluso se pueden eliminar.

La dificultad para su eliminación radica en la combinación de causas que intervienen.

Para determinar la causa o causas de pérdidas, sean crónicas o esporádicas, pueden utilizarse técnicas para el análisis de causas de fallos; tales como el diagrama causa efecto, el análisis modal de fallos, que plantea el problema desde sus efectos, para llegar a la causa o conjunto de causa raíz.

La reducción y eventual eliminación de las pérdidas por averías puede realizarse mediante las etapas siguientes:

- Establecer las condiciones básicas de operación
- Mantener las condiciones operativas básicas
- Restaurar las funciones deterioradas, a su nivel original
- Mejorar los aspectos débiles de diseño de las máquinas y equipos
- Mejorar las capacidades de mantenimiento y operación.

### **2.5.2. PÉRDIDAS DEBIDAS A REPARACIONES .**

Es el tiempo empleado en la preparación o cambio de útiles y herramientas y los ajustes necesarios en las máquinas para atender los requerimientos de producción de un nuevo producto o variante del mismo. Las operaciones de preparación de las máquinas, para acometer una nueva actividad de producción suponen un conjunto de operaciones que deben realizarse en máquina parada (MP), junto a otras que se realiza fuera de las mismas y que pueden llevarse a cabo a máquina en marcha (MM). El tiempo consumido en máquina parada es el objetivo básico de la reducción.

Dentro de este tiempo se lleva a cabo operaciones de:

Preparación; montaje, ajuste de los útiles, que suponen la base del tiempo a reducir.

### **2.5.3. PÉRDIDAS PROVOCADAS POR TIEMPO DE CICLO EN VACÍO Y PARADAS CORTAS.**

Este tipo de pérdidas hacen referencia a periodos de funcionamiento en vacío (sin producción) y a paradas breves, también conocidos como cortes de aire; en los tiempos de vacío la máquina opera, pero lo hace sin efectuar la producción de pieza alguna, debido a un problema temporal.

Las consecuencias inmediatas de la existencia de paradas breves son:

- Caídas en la capacidad y por tanto productividad de los equipos.
- Disminución del número de máquinas o equipos que pueden llevar un mismo trabajador
- Posible aparición de defectos.

### **2.5.4. PÉRDIDAS POR FUNCIONAMIENTO A VELOCIDAD REDUCIDA.**

Esta pérdida esta ocasionada por la diferencia que hay entre la velocidad prevista (de diseño) para el equipo en cuestión y la velocidad de operación real, y que tiene como consecuencia que la capacidad de producción también será diferente.

Este tipo de pérdida se refiere a la situación creada cuando al operar a la velocidad diseñada se producen problemas de calidad o mecánicos, que obliga a la reducción de velocidad.

### **2.5.5. PÉRDIDAS POR DEFECTOS DE CALIDAD, RECUPERACIONES Y REPROCESADOS**

Estas pérdidas incluyen el tiempo perdido en la producción de productos defectuosos, de calidad inferior a la exigida, las pérdidas de los productos irrecuperables y las pérdidas provocadas por el reprocesado de productos defectuosos.

Esta pérdida es relativamente pequeña si se la compara con otras pérdidas mayores de los equipos. Sin embargo, en el entorno actual de calidad total, no puede tolerarse ningún tipo de rechazos, particularmente aquellos ocasionados por una máquina.

Generalmente, a medida que se mejora y se mantiene el equipo de acuerdo al TPM también se reducen las pérdidas de calidad. No obstante, debe investigarse el motivo de cada pérdida de calidad y eliminarse el problema del equipo que la ocasiona. Esta pérdida se emplea para calcular el índice de calidad.

### **2.5.6. PÉRDIDA DE FUNCIONAMIENTO POR PUESTA EN MARCHA DEL EQUIPO.**

Estas pérdidas se refieren al nivel de producción que se da en ocasiones en el arranque y puesta en funcionamiento de determinadas máquinas, situado por debajo de la capacidad (y por tanto de lo que en TPM nos hemos referido como velocidad) que puede obtenerse con el mismo equipo una vez superada esta fase.

Esta pérdida de rendimiento, y su incidencia tendrá mayor o menor impacto dependiendo de las condiciones de operación y de las características del propio equipo, los problemas con los útiles o plantillas, las habilidades individuales de los operarios, etc.

Estas pérdidas deben minimizarse si se quiere aumentar la efectividad del equipo mediante procedimientos de arranque inmediato libre de dificultades.

En el siguiente cuadro podemos apreciar, de modo general, el tipo de deficiencia o efecto que representa cada una de las citadas pérdidas, sus características y el objetivo a alcanzar. La meta del TPM será eliminar o, si ello no es del todo posible, minimizar cada una de las seis grandes pérdidas.

TABLA II. CLASIFICACIÓN DE LAS SEIS GRANDES PÉRDIDAS.<sup>5</sup>

Efecto	Pérdidas	Tipo y características	Objetivo
<b>Tiempos muertos y de vacío</b>	1. Averías	Tiempo de paro del proceso por fallos, errores o averías, ocasionales o crónicos de los equipos	Eliminar
	2. Tiempos de prelación y ajuste de los equipos	Tiempos de paro del proceso por preparación de máquinas o útiles necesarios para su puesta en marcha	Reducir al máximo
<b>Pérdidas de velocidad del proceso</b>	3. Funcionamiento a velocidad reducida	Diferencia entre la velocidad actual y la de diseño del equipo, según su capacidad. Se puede contemplar además otras mejoras en el equipo para superar su velocidad de diseño	Anular o hacer negativa la diferencia con el diseño
	4. Tiempo de vacío y paradas cortas	Intervalos de tiempo en que el equipo está en espera para poder continuar. Paradas cortas por desajustes varios	Eliminar
<b>Productos o procesos defectuosos</b>	5. Defectos de calidad y repetición de trabajos	Producción con defectos crónicos u ocasionales en el producto resultante y, consecuentemente, en el modo de desarrollo de sus procesos	Eliminar productos y procesos fuera de tolerancias

<sup>5</sup> CUATRECASAS LUÍS. Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción TPM. pg 53

	6. Puesta en marcha	Pérdidas de rendimiento durante la fase de arranque del proceso, que pueden derivar de exigencias técnicas	Eliminar o minimizar según exigencias técnicas
--	---------------------	--	--

### 2.5.7 MÉTODO DE CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS

Las posibles mejoras en los equipos productivos y su operativa se centrarán especialmente, en las Pérdidas; Y para conocer hasta que punto es necesaria una actuación decidida en este sentido, o hasta que punto la actuación que se ha llevado a cabo ha tenido como fruto un importante mejora de la eficiencia global y de los componentes del sistema, es muy conveniente **disponer de elementos que nos permitan medir dicha eficiencia.**

El tiempo disponible para la producción se va reduciendo, a medida que se van produciendo pérdidas y sus tiempos asimilados.

La sustracción de cada uno de los tiempos que provocan una reducción de la eficiencia permitirá determinar los coeficientes de Operatividad reales que a su vez servirán para determinar los tres coeficientes de eficiencia que componen la eficiencia global como son: la Disponibilidad, Efectividad y Calidad.

#### 2.5.7.1 COEFICIENTE DE DISPONIBILIDAD

Se basa en la relación entre el tiempo de operación, excluido el tiempo de parada, y el tiempo de carga. La fórmula matemática para esto es:

$$\begin{aligned} \text{Disponibilidad} &= \frac{\text{tiempo de operación}}{\text{Tiempo de carga}} \\ &= \frac{\text{tiempo de carga} - \text{tiempo de parada}}{\text{Tiempo de carga}} \end{aligned}$$



En este caso, el tiempo de carga, o tiempo disponible por día (o mes), se deriva restando el tiempo de parada planificado del tiempo total disponible por día (o mes). El tiempo planificado de parada se refiere a la cantidad de tiempo de parada oficialmente programado en el plan de producción, que incluye tiempo de parada para mantenimiento programado y actividades de gestión (tales como reuniones).

El tiempo de operación, se deriva sustrayendo el tiempo de parada (tiempo sin operación) del tiempo de carga; en otras palabras, se refiere al tiempo durante el cual el equipo está operando actualmente. El tiempo de parada de equipo incluye; pérdidas de paradas de máquinas debidas a fallos, procedimientos de cambio de útiles/ajustes, preparación de máquina, etc.

#### 2.5.7.2 COEFICIENTE DE RENDIMIENTO

Es el producto de la tasa de velocidad de operación y la tasa de operación neta. La tasa de velocidad de operación del equipo se refiere a la discrepancia entre la velocidad ideal (basada en la capacidad del equipo prevista en su diseño) y su velocidad de operación actual. La fórmula matemática para la tasa de operación es:

$$\text{Tasa de velocidad de operación} = \frac{\text{T tiempo de ciclo teórico}}{\text{T tiempo de ciclo actual}}$$

La tasa de operación neta mide el mantenimiento de una velocidad dada sobre un período dado.

Sin embargo, este número no puede indicarnos si la velocidad actual es más rápida o más lenta que la velocidad estándar de diseño, pero sí mide si una operación permanece estable a pesar de periodos en los que el equipo se opera a una velocidad más baja.

Calcula las pérdidas resultantes de paradas menores registradas, así como las que suceden sin registrarse, tales como pequeños problemas y pérdidas por ajustes.

$$\begin{aligned} \text{Tasa de operación neta} &= \frac{\text{tiempo de proceso actual}}{\text{Tiem po de operación}} \\ &= \frac{\text{cantidad procesada} * \text{tiem po actual del ciclo}}{\text{Tiem po de O peración}} \end{aligned}$$

$$\text{Coeficiente de rendimiento} = \text{Tasa de operación neta} * \text{tasa de velocidad de operación.}$$

### 2.5.7.3 COEFICIENTE DE CALIDAD

Es obtenido por la relación entre la calidad de productos aceptables [Cantidad de insumos - (pérdida de partida + pérdida por defectos del proceso + pérdidas del producto de ensayo)] y la cantidad total de insumos, o sea:

$$\text{Coeficiente de calidad} = \frac{\text{Cantidad de productos aceptables}}{\text{Cantidad total de insumos}}$$

Como puede deducirse fácilmente, cada uno de estos coeficientes hace referencia directa a una de las seis grandes pérdidas.

El cuadro nos muestra los coeficientes de eficiencia y las pérdidas a que hace referencia cada uno.

TABLA III. RELACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE EFICIENCIA VS. LAS SEIS PÉRDIDAS.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> CUATRECASAS LUÍS. Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción. TPM. Pg 96

COEFICIENTE DE EFICIENCIA	TIPOS DE PÉRDIDAS
DISPONIBILIDAD (D)	1. AVERÍAS 2. TIEMPO DE PREPARACIONES
EFFECTIVIDAD (E)	3. PARADAS Y TIEMPO DE VACÍO 4. REDUCCIONES DE VELOCIDAD
CALIDAD (C)	5. PRODUCTOS DEFECTUOSOS Y REPROCESADOS 6. PUESTA EN MARCHA SIN PRODUCTO REAL

De acuerdo con los coeficientes anteriores y las pérdidas a las que hacen referencia, podemos pasar ya a determinar la expresión de la eficiencia global.

Se aplicará lo mismo a un equipo, a un conjunto de equipos, o a toda una línea o célula productiva, etc.

Eficiencia global de equipos productivos:

$$EGE = D \times E \times C$$

Donde:

D = coeficiente disponibilidad o fracción de tiempo que el equipo esta operando.

E = efectividad o nivel de funcionamiento de acuerdo con los tiempos de paro.

C = Coeficiente de calidad o fracción de la producción obtenida que cumple con los estándares de calidad.

El coeficiente de eficiencia global se obtiene, pues, por determinación de la fracción de tiempo que el equipo funciona, una vez deducidas las pérdidas derivadas de funcionamiento correcto o incorrecto. Y deducidas también las que resultan de la obtención de productos defectuosos, tanto si deben declararse como si pueden reprocesarse.

El resultado obtenido para la eficiencia global será un porcentaje que, con anterioridad a la introducción de mejoras debe determinarse, para poder así conocer cual es el punto de partida del equipo, cuya eficiencia quiere mejorarse, y como se va obteniendo la progresión de la eficiencia a medida que se implantan mejoras. Cada equipo tendrá puntos débiles claramente diferenciados que otros. No es correcto hablar de un valor absoluto, sino de la tendencia a lo largo del tiempo., así para un determinado equipo dependiendo sus posibilidades de mejora podrá llegar a valores de rendimiento cercanos al 80-85 % y sin embargo, otro con menos posibilidades podría alcanzar un 65-70% sería razonable.

En la siguiente figura 4 el TPM incluye en sus cálculos las seis grandes pérdidas asociadas con el equipo. Mide la efectividad global de equipo multiplicando la disponibilidad y la eficiencia del rendimiento por la tasa de calidad de los productos.

Esta medida de la efectividad global del equipo combina los factores de tiempo, velocidad, y calidad de la operación del equipo y mide cómo estos factores pueden incrementar el valor añadido.



## **2.6 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO .**

El mantenimiento autónomo constituye el pilar fundamental del TPM , ello exige, pues, al igual que la gestión de calidad total, que debe existir una plena participación de todo el personal. Si además de acuerdo con las tendencias actuales en la gestión eficiente, ágil y flexible de los sistemas productivos (basada en la producción ajustada y el justo a tiempo, así como en la calidad total), el TPM se integra en la filosofía de considerar, los distintos departamentos como unidades autónomas, independientes e interrelacionadas y con objetivos de mejora medibles, la gestión del TPM se acercara a los principios de lo que se denomina Mantenimiento Autónomo .

Cada una de las células productivas de la compañía se podrá gestionar bajo los principios del TPM , con la alta dirección totalmente involucrada, pero estructuradas en grupos de trabajo con objetivos convergentes cada uno de ellos hacia los de la alta dirección .

Con el mantenimiento autónomo incluido en el TPM , la gestión de los equipos y su mantenimiento se sitúa al nivel de los sistemas de gestión de la producción y de calidad más avanzados, exigentes y competitivos, la producción más ajustada y la gestión total de la calidad. Para estos sistemas, son primordiales la flexibilidad, la producción en series cortas, entregas cada vez más rápida y la reducción de costos de las actividades .

En efecto con la adopción del **mantenimiento autónomo**, el **operario de producción asume tareas de mantenimiento productivo, incluida la limpieza, así como algunas propias de mantenimiento preventivo, y como consecuencia de la inspección del estado de su propio equipo apropiada por estas actividades podrá advertir de las necesidades de mantenimiento preventivo a cargo del departamento correspondiente .**

Normalmente, las tareas de mantenimiento autónomo se llevarán a cabo por grupos de operarios que tendrán a su cargo una o varias máquinas. Con este planteamiento, la gestión de los equipos entra en la dinámica señalada en el párrafo anterior, puesto que se mejorará simultáneamente las tres componentes de la competitividad:

- **CALIDAD Mejorada.**- si el operario asimila el correcto funcionamiento de su equipo con la actividad de producción, obtendrá mejores productos y mayor productividad.
- **COSTE reducido.**- la ejecución de tareas de mantenimiento desde el puesto de producción reducirá con toda seguridad los costes por aumento del valor añadido por persona; además, con la previsión de fallos del equipo antes de que se produzcan junto al mantenimiento diario sostenido, evitaremos problemas que redundarían indudablemente en costes.
- **TIEMPO reducido.**- la adopción del mantenimiento autónomo permite incorporar a la producción la flexibilidad, la adaptación rápida a diversos productos y la ejecución de series cortas con tiempos de preparación más rápidos, además aquí también la temprana previsión de fallos, de los equipos y su mantenimiento diario posibilitan que este se halle rápidamente y en mayor proporción de tiempo a disposición de la producción (aumenta la disponibilidad), lo que reducirá el tiempo de proceso.

Además, con el mantenimiento autónomo se entra también, en cuanto a gestión de equipos, en la tendencia propia de los sistemas de gestión eficientes, de involucrar al personal directo de producción en los resultados de su trabajo; para ello será necesario dotarles de formación, adiestramiento, motivación, responsabilidad e iniciativa.

**La filosofía básica del mantenimiento autónomo es que la persona que opera con un equipo productivo se ocupe de su mantenimiento.** Este concepto ha sufrido una evolución a lo largo del tiempo tal como se observa en el cuadro siguiente:

TABLA IV. EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO.<sup>7</sup>

<b>Evolución del mantenimiento autónomo.</b>	
<b>Período</b>	<b>¿Cómo se hacía o se hace el mantenimiento autónomo?</b>
1920-1945	Los operarios de la planta mantenían su equipo chequeándolo regularmente, llegando incluso a desmontar conjuntos completos
1950-1975	Las plantas se fueron agrandando y los sistemas se volvieron más complejos y sofisticados. Con la aparición del mantenimiento preventivo, el mantenimiento se fue especializando. Hasta decir "Tu reparas".
1975-1998	Como los costes se deben reducir todavía más, renace con insistencia el mantenimiento autónomo. La informática permite la automatización y la operación sin presencia del personal. Fallos de proceso.  Algo se debe hacer. No podemos eliminar el mantenimiento autónomo.

Así pues, hay un cierto regreso a tendencias anteriores al tratar de integrar producción y mantenimiento el cual, inicialmente, era consecuencia de la simplicidad de los equipos; en la actualidad, esta integración se debe a las actuales exigencias de eficiencia, competitividad

<sup>7</sup> ÁLVAREZ REYES GUSTAVO. Estrategias para implementar TPM pg.6



y calidad, combinando con la tecnología progresivamente avanzada de los equipos, con todo ello se trata de obtener una gestión más eficaz de los equipos. El mantenimiento realizado por los propios trabajadores del equipo constituye el denominado mantenimiento autónomo.

La mejora de la eficiencia y competitividad que puede lograrse de la mano del mantenimiento autónomo, se deriva de:

1. La combinación de trabajo y mantenimiento en el mismo puesto de trabajo permite ahorrar tiempos (de vacío) y esfuerzos y da lugar a una actuación más rápida.
2. El trabajador conoce mejor que nadie su equipo y sabe lo que necesita y cuándo lo necesita, y puede darle un mantenimiento rápido y eficiente.
3. El trabajador conoce cuando el equipo está próximo a una avería o a la necesidad de cambio de algún componente (un ruido, una holgura, algún indicador, etc.)

Las actividades de mantenimiento autónomo se llevarán a cabo en combinación con las de mantenimiento preventivo y por supuesto las del correctivo; también pueden involucrarse en las actividades de mejora de mantenibilidad, por el concebido hecho de que los trabajadores que operan con el equipo conocen mejor que nadie sus puntos débiles, prestaciones a mejorar y como lograr mejoras que eviten mantenimiento.

La siguiente tabla, ilustra la distribución lógica de responsabilidades de mantenimiento y mejoras entre el personal operativo y el de mantenimiento.

TABLA V. RELACIÓN DE ACTIVIDADES Y RESPONSABILIDADES EN  
EL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO.<sup>8</sup>

Actividad	Mantenimiento/Mejora	Personal Producción	Personal Mantenimiento
Producción	Preparación y ajuste	X	
	Operación	X	
Mantenimiento Autónomo	Limpieza	X	
	Engrase	X	
	Aprietes mecánicos	X	
	Otros diarios	X	
Mantenimiento preventivo	Inspecciones y comprobaciones	X	X
	actividades periódicas de mantenimiento		X
Mantenimiento correctivo	Averías reparables desde puesto de trabajo	X	
	Averías no reparables desde puesto de trabajo		X
Mejoras	Operativas	X	X
	Automatización y calidad		X
	Chequeos y concepción global		X

### 2.6.1 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO BASADO EN LAS 5 S

El mantenimiento autónomo está basado en el principio de las 5 S, que son cinco aspectos básicos para el desarrollo de las actividades de los procesos de producción y del mantenimiento en particular, con la máxima

<sup>8</sup> CUATRECASAS LUÍS. Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción. pg115

eficiencia y rapidez. Se trata de cinco términos de origen Japonés que empieza con la letra S:

**SEIRI - ORGANIZACIÓN:** consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de éstos últimos.



Fig.5 Antes y después de seire

**SEITON - ORDEN:** consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que resulte fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.



Fig.6 Orden

**SEISO - LIMPIEZA:** consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado.



Fig.7 Limpieza

La limpieza de los equipos y otros elementos del área de trabajo será como veremos la base en que se apoyara el mantenimiento autónomo y a partir de ella podrán detectarse, por la inspección que propicia, problemas reales o latentes de los equipos.

En TPM como veremos se dice que "limpieza es inspección"; la falta de limpieza, en efecto, propicia falta de conocimiento del estado real de una maquina o equipo y por tanto puede causar averías o pérdidas en general, puede provocar defectos, y puede provocar defectos de seguridad. En el marco del TPM, cuando la inspección detecta problemas que requieran una solución de mantenimiento, podrá procederse a su ejecución y es posible desde el propio responsable de la limpieza, o una propuesta de actuación para el departamento de mantenimiento de la planta.

#### **S E I K E T S U – ESTANDARIZACIÓN**

Estandarizar supone el desarrollo de un Método sistemático para la realización de una tarea o procedimiento. En el mantenimiento autónomo donde se aplicara profusamente la estandarización supondrá que cualquier persona pueda llevara a cabo una determinada actuación operativa. La organización y el orden serán fundamentales para estandarizar.

Las actuaciones derivadas de la estandarización se integraran, a través del mantenimiento autónomo, en el programa de actividades a realizar

desde el puesto de trabajo, como una más; se tratará de la integración de las 5 S en el proceso.

El programa de estandarización como ocurrirá en el mantenimiento autónomo, deberá incluir actividades de mantenimiento preventivo, actividades que traten de evitar que se repitan los errores detectados.

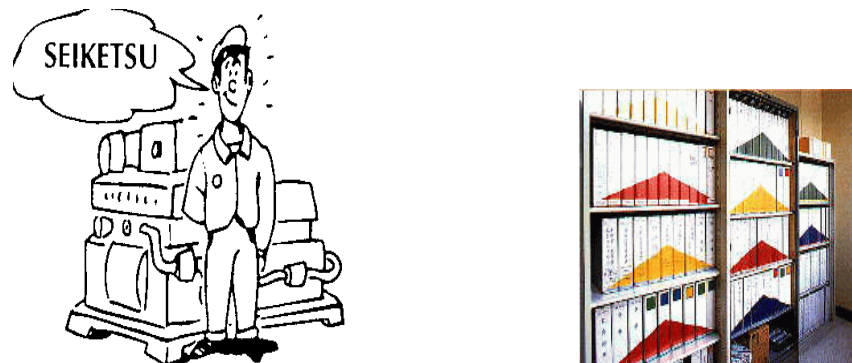


Fig.8 mantener todo estandarizado,

**S H I T S U K E - DISCIPLINA Y HÁBITO:** consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas.

Establecidos la organización el orden y la limpieza y un método estandarizado para llevarlos a cabo, convendrá que nos aseguremos de que todo ello se efectuó correctamente, es decir, se cumpla con el estándar y lo que este comprende, lo que exigirá disciplina. En efecto mantener el hábito de cumplir con los estándares exige una dosis importante de disciplina; en definitiva sin esta quinta "S" no terminarán de implantarse de una forma efectiva y, menos aún, duradera las otras cuatro.



Fig.9 Se convierte en hábito

Las tres primeras fases - ORGANIZACIÓN, ORDEN Y LIMPIEZA - son operativas.

La cuarta fase - CONTROL VISUAL - ayuda a mantener el estado alcanzado en las fases anteriores -Organización, Orden y Limpieza - mediante la estandarización de las prácticas.

La quinta y última fase - DISCIPLINA Y HÁBITO - permite adquirir el hábito de su práctica y mejora continua en el trabajo diario. Las 5 fases se abordan sucesivamente.

Los objetivos de las 5 S son las siguientes:

- Crear un lugar de trabajo eficiente.
- Empleo de la limpieza para comprobar las deficiencias de funcionamiento.
- Establecer controles visuales.
- Mejorar la estandarización y las preparaciones.
- Acciones de carácter preventivo
- Capacitación de los trabajadores competentes en sus equipos.
- Promover las ventas.

Como conclusión, el establecimiento de un programa de 5 s y su cumplimiento permitirá mejoras importantes en la productividad, costes, rapidez en la ejecución de los procesos, calidad, seguridad, confianza, en los clientes y en definitiva mejora en el nivel de beneficios, y se constituirá en la base de la mayoría de las actuaciones en el marco del mantenimiento autónomo.

## 2.6.2 ETAPAS DE IMPLANTACIÓN DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO.

El mantenimiento autónomo tendrá como objetivo la eliminación de las seis grandes pérdidas en la medida que pueda hacerse desde el propio puesto de trabajo, y por tanto trataremos de eliminarlas o reducirlas.

La implantación del mantenimiento autónomo por etapas supondrá para cada una los correspondientes cambios a los tres niveles como son: gestión de los equipos, gestión del personal (y su adecuada formación y adiestramiento) y cambios organizativos. Deben definirse adecuadamente los objetivos de cada etapa, así como el objetivo final. Deben ser metas alcanzables y medibles, encaminadas a una implantación por etapas, con una política de reconocimiento y basándose en un proceso de mejora continua.

Dado que la implantación del mantenimiento autónomo implica que se involucren las personas y la organización en la nueva gestión de los equipos y su mantenimiento con los cambios y aprendizaje necesarios, será preciso que dicha implantación tenga lugar de forma paulatina, asumiendo distintos niveles cada uno de los cuales suponga una nueva progresión.

A continuación enumeraremos cuáles pueden ser los niveles de implantación progresiva, en cada uno de los cuales se deberán asegurar la consecución de los objetivos del TPM, es decir, mejorar la eficiencia, productividad, flexibilidad y comprende:

Nivel básico,

Nivel de eficiencia,

Nivel de plena implantación.

### **2.6.2.1 NIVEL BÁSICO**

Será el primer paso para comprobar que el operario está receptivo para un cambio de actitud con relación a la manera de afrontar su trabajo diario. Habrá llegado el momento de poner en práctica lo que ha aprendido a lo largo de su entrenamiento y lejos de ser una cuestión de añadir tareas, de gran complejidad a su trabajo diario, será una cuestión de asimilar como propias unas tareas sencillas que antes no interpretaba como suyas.

En este nivel se desarrollará las siguientes etapas del programa de implantación del TPM:

1. Limpieza inicial.
2. Eliminación de focos de suciedad y limpieza de zonas inaccesibles.
3. Establecimiento de estándares de limpieza, inspección y otras tareas sencillas de Mantenimiento Autónomo.

#### **Etapas 1. Limpieza inicial**

La importancia de la limpieza es fundamental en el mantenimiento autónomo hasta el punto de ser el pilar básico donde se apoya todo el programa.

La propia actividad de producción y los mismos equipos con los que se opera para llevarla a cabo, entre otros elementos, pueden generar suciedad.

Los problemas más significativos por falta de limpieza pueden ser los siguientes:



TABLA VI. EFECTOS PRODUCIDOS POR SUCIEDAD  
(FALTA DE LIMPIEZA)<sup>9</sup>

1. FALLOS	El polvo y las partículas extrañas se introducen en los elementos rotativos o deslizantes de las máquinas, en los circuitos eléctricos, etc., provocando fallos o averías por obstrucción, fricción, resistencias, cortocircuito, etc.
2. DEFECTOS DE CALIDAD	Las materias extrañas pueden provocar disfunciones del equipo, que afecten a la calidad o bien pueden contaminar el producto.
3. DETERIORO ACCELERADO	La suciedad favorece la degradación del equipo a la vez que dificulta la visibilidad de defectos a corregir.
4. PÉRDIDAS DE VELOCIDAD	El polvo y la suciedad producen resistencia por fricción desgaste y pérdidas de precisión que ocasionan frecuentes paradas y tiempos en vacío.

Hablar de limpieza en un contexto TPM, equivale a descubrir defectos, anomalías, disfunciones, etc.,

La descripción secuencial de esta filosofía quedara reflejada en la siguiente figura, en la que puede apreciarse que una mejora en la limpieza facilita la inspección, y gracias a ésta podrán detectarse anomalías que pueden incidir en el tiempo de vida del equipo, en la mejora de la calidad, en el medio ambiente en el que se trabaja, y en la reducción general de tiempos de producción perdidos.

Fig. 10 Evolución hacia la detección de anomalías desde la limpieza.

<sup>9</sup> CUATRECASAS LUÍS. Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción. Pg130

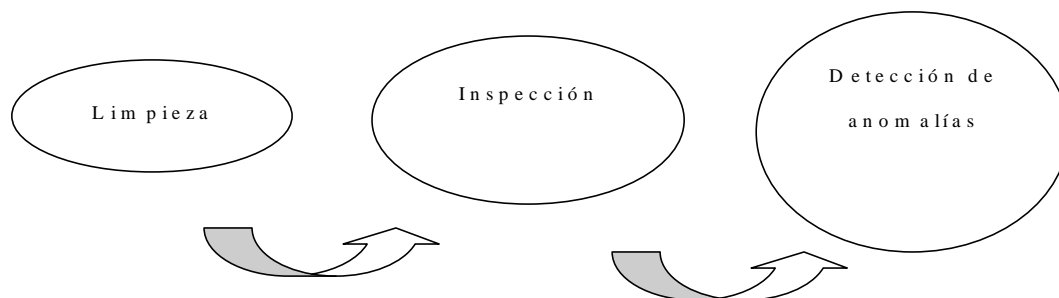


TABLA VII. ACTIVIDADES DENTRO DE CADA ETAPA EN NIVEL BÁSICO.<sup>10</sup>

LIMPIEZA	INSPECCIÓN	DETECCIÓN DE ANOMALÍAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar diariamente el equipo</li> <li>• Limpiar en profundidad toda la suciedad acumulada</li> <li>• Limpiar todos los rincones, zonas inaccesibles, áreas escondidas, etc.</li> <li>• Limpiar del mismo modo las piezas externas al equipo, accesorios, herramientas, plantillas o unidades de equipos auxiliares.</li> <li>• Limpiar los alrededores del equipo a conciencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar defectos visibles.</li> <li>• Chequear tornillos y tuercas.</li> <li>• Chequear puntos de engrase, niveles de lubricante, alimentación de combustibles.</li> <li>• Averiguar los obstáculos que impiden una limpieza, lubricación y sujeción de tornillos adecuados.</li> <li>• Chequear etiquetas, placas de identificación, etc.</li> <li>• Chequear aparatos de medida y control</li> <li>• Chequear herramientas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tornillos y tuercas flojos</li> <li>• Grietas y fisuras</li> <li>• Rozaduras</li> <li>• Abolladuras</li> <li>• Piezas rotas o en mal estado</li> <li>• Vibraciones.</li> <li>• Calentamientos</li> <li>• Fugas o escapes</li> <li>• Corrosiones internas</li> <li>• Obstrucciones</li> <li>• Debilidades que dificultan las tareas</li> </ul>

También puede ser de gran ayuda y al mismo tiempo servir de estímulo realizar graficas de evolución de la cantidad de problemas o anomalías

<sup>10</sup> CUATRE CASAS LUÍS. Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción. Pg132

detectados y el avance de su resolución, a modo de seguimiento de la implantación de esta primera y crucial etapa del programa de mantenimiento autónomo.

### **Etapa 2. Eliminación de focos de suciedad y limpieza de zonas inaccesibles**

Esta etapa llega de forma natural después de realizar la limpieza inicial y comprobar que el equipo se vuelve a ensuciar rápidamente o existen zonas cuyo acceso es imposible o peligroso, de tal forma que el tiempo y esfuerzo invertido es enorme. Esto lleva a una motivación de los operarios para descubrir y eliminar cualquier fuente de suciedad que contrarreste aquellos que tanto trabajo le ha ocasionado limpiar. Además, esta motivación acaba derivando en entusiasmo por investigar métodos que faciliten las tareas de limpieza.

Las actividades de esta fase comprenden:

- Identificar y eliminar los focos de suciedad
- Mejorar la accesibilidad a las zonas susceptibles de ser limpiadas
- Elabora planes adecuados para llevar a cabo una limpieza efectiva.

El objetivo que se perseguí con estas actividades es reducir el tiempo invertido durante la limpieza, la lubricación y los chequeos, y evitar los focos de suciedad, pero sobre todo aquellos que pueden condicionar la productividad (por ejemplo, si se derrama un material en estado líquido que está sometido a un proceso, puede deteriorar la instalación externa). A tal efecto, conviene priorizar mejoras.

### **Etapa 3. Establecimiento de estándares de limpieza, inspección y otras tareas sencillas de mantenimiento autónomo.**

Con el propósito de asegurar las condiciones óptimas del equipo, debe establecerse estándares de procedimientos de limpieza, engrase y

sujeción de tornillos, los mismos que deberán ser realizados por los propios operarios, fundamentados en su propia experiencia directa con el equipo.

Las siguientes recomendaciones deben considerarse a la hora de elaborar y aplicar estándares:

- Elementos a inspeccionar a incluir en la estandarización: determinar que elementos de los equipos han de ser chequeados.
- Aspectos claves a estandarizar que prevean los efectos de una limpieza, lubricación y sujeción negligentes.
- Metodología a estandarizar: emplear los métodos más simples y fáciles para chequear. En la medida de lo posible, conviene que incluyan visuales que ayuden a ejecutar rápida y correctamente las acciones correspondientes. También se incluirá en el estándar los útiles y herramientas que deberán utilizarse en la limpieza, chequeos, lubricación, aprietes, etc., y catalogarlas claramente y organizarlas adecuadamente.
- Tiempo estándar: asignar un tiempo determinado para las tareas y establecer objetivos alcanzables. Estos tiempos deben ir reduciéndose en las sucesivas mejoras.
- Frecuencia estándar: fijar la frecuencia de las inspecciones y supervisar los resultados. Con las sucesivas mejoras se podrían prolongar estos intervalos de inspección.
- Responsabilidades: asignar claramente las funciones de cada persona, evitando descuidos o duplicidades, tanto de funciones como de personal.
- Cumplimiento de los estándares: en ocasiones se elaboran adecuadamente los estándares, pero luego no se aplican, o se hace a un nivel muy bajo, de forma que no se reducen las pérdidas, ni se mejora la productividad ni las condiciones de trabajo. El papel de la dirección puede ser, en este punto, determinante para asegurar el cumplimiento de los estándares.

Puede resultar conveniente que los estándares de limpieza y tareas sencillas de mantenimiento se puedan registrar en documentos que detallan los elementos que deban limpiarse, lubricarse, etc., así como el método a seguir, los útiles a emplear y la frecuencia a llevar a cabo las operaciones correspondientes figura 11.

Fig. 11. Documentación de los estándares.

Máquina o Equipo:.....				Semana:.....															
Elemento	Operación	Método	Útiles	Tiempo minutos	Lunes			Martes			Miércoles			Jueves			Viernes		
					1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
cabezal	Limpieza	A mano	Trapo seco	4	X	X		X	X		X	X		X	X		X	X	
pistón	Inspección de grietas	visual	foco	4							X						X		

#### 2.6.2.2 NIVEL DE EFICIENCIA .

Tiene como finalidad lograr mejoras efectivas a través de la inspección y consiguiente eliminación o reducción de las 6 grandes pérdidas. En este nivel el equipo debe alcanzar sus condiciones óptimas de trabajo.

Este nivel cubre otras dos etapas del programa de implantación paso a paso:

4. inspección general del equipo.
5. inspección autónoma del equipo.

Los objetivos en este nivel serán más exigentes que el nivel básico; debe consolidarse la mejora de la productividad y de las condiciones de trabajo, acompañadas de una mejora en el tiempo medio entre paradas, con o sin avería (MTBF) y un alargamiento de la vida de los equipos.

#### **Eta pa 4. Inspección general del equipo**

La inspección general pretende introducir controles sobre los elementos vitales del equipo que mantengan el mismo en perfecto orden de funcionamiento de forma que sea correcta y fiable, la calidad de la producción y la seguridad del proceso.

Para que los operarios puedan ser capaces de extraer conclusiones de lo que ven, oyen o notan en el equipo mediante las inspecciones y chequeos, será necesario introducirlos sobre la estructura, características, tecnología y funciones del equipo que manejan. Solo así podrán realizar inspecciones validas sobre el estado del equipo.

#### **Eta pa 5. Inspección autónoma del equipo.**

La formación y entrenamiento de operarios competentes en equipos revolucionaria no solo la gestión del equipo sino todos los demás aspectos de la gestión de los lugares de trabajo. Esto implica invertir esfuerzos, tanto en dinero como en tiempo, en la formación del personal sin embargo reporta excelentes resultados y transforma el modo de transformar una planta de producción.

En esta etapa consideremos las siguientes fases:

- **Revisión de los estándares realizados en las etapas tercera y cuarta.**

Deben revisarse los resultados alcanzados en la mejora de las seis grandes pérdidas, reducción del tiempo medio entre paradas

(MTBF), aumento de la productividad y mejora de las condiciones de trabajo.

- **Objetivos de la inspección.** Partiendo de las especificaciones de diseño del equipo y de su historial de averías, se determinaran los puntos que deben ser objeto de la inspección, tanto si provocan averías, pérdidas de capacidad o defectos. Hay que incluir los componentes básicos funcionales del equipo (tornillos, sistemas de lubricación, sistemas eléctricos, instrumentación, etc.). Es útil identificar físicamente estos puntos con tarjetas de colores como trabajo pendiente, e ir las cambiando, una vez realizado el mismo, por otras de otro color que indiquen que ha sido implantada una mejora.
- **Establecimiento de las magnitudes a alcanzar para los objetivos de la inspección.** Se trata de fijar los niveles de capacidad, cantidad de averías, valores del MTBF y dolencias para la calidad que se consideren correctos.
- **Creación de un equipo de trabajo mixto,** integrado por personal de ingeniería mantenimiento, calidad y producción, a fin de analizar y dar solución a los objetivos de la inspección.
- **Confección de las instrucciones de la inspección y de los registros de las actividades** correspondientes a los nuevos estándares a implantar; así mismo se registrara en manuales o en hojas de chequeo, junto con la información técnica necesaria para realizar correctamente las actividades, como, por ejemplo: gráficas, maquetas, diagramas, etc.
- **Establecimiento e implantación de un plan de formación** a llevar a cabo por el departamento de mantenimiento conjuntamente con los responsables de producción; por su parte, la implantación

estará basada en una planificación cuidadosa y a largo plazo y se llevara a cabo comenzando por adiestramiento de los líderes de grupo, sobre los cuales recaerá la responsabilidad de formar a los miembros del mismo.

A partir de ahí los operarios de producción podrán realizar ya:

- Las inspecciones generales que correspondan
- Valoración de los resultados
- Estandarización de los procedimientos de inspección.

### **2.6.2.3 NIVEL DE PLENA IMPLANTACIÓN .**

El nivel de implantación total supone la autogestión completa en el marco del mantenimiento autónomo, y la estandarización de los métodos, las operaciones y los chequeos. Abarca otras dos etapas del proceso de implantación del mantenimiento autónomo en el marco del TPM :

6. Organizar y ordenar el área de trabajo.
7. completar la gestión autónoma del mantenimiento.

#### **Etap a 6. Organizar y ordenar el área de trabajo.**

En esta etapa se trata de aplicar dos de las 5 s (seiri-organización y seiton-orden), con la organización de pretende minimizar el numero de elementos del área de trabajo, de forma que en ella no haya ningún elemento que no sea necesario. El orden se refiere a la disposición de los elementos necesarios para el área de trabajo, es decir, aquellos que han "sobrevivido" a la organización, de forma que su utilización sea lo más rápida y sencilla posible.



Además de los equipos, se han de manejar herramientas, útiles, plantillas, matrices, accesorios, materiales, instrumentos de medida y control, etc. la organización y orden abarca todos estos elementos, de forma que cada cosa este donde debe estar, en el momento que se necesita, en la cantidad exacta y con la calidad precisa.

#### **Etapa 7. Completar la gestión autónoma del mantenimiento**

Una vez que la planta haya logrado los niveles anteriores del mantenimiento autónomo habrá alcanzado condiciones óptimas en el equipo apoyadas en un sistema de estándares adecuados. Los operarios bien capacitados en los equipos que manejan son capaces de detectar y corregir las anomalías ocurridas en su trabajo diario, a través de chequeos y otras actividades. Poco a poco se van refinando las acciones y se acumulan las mejoras.

Las distintas etapas de implantación del mantenimiento autónomo deben ser tratadas con mucha precaución y con total seguridad de que se puede dar el salto de una fase a la siguiente; es decir que hasta que no haya la garantía de que ha sido superado todo cuanto exige una etapa no debería pasarse a la que sigue.

Este paso debería llevarse a cabo con la supervisión de los responsables de la implantación del programa, e incluso puede establecerse una auditoría interna para probar el cambio de etapa actual y el nivel al que han sido alcanzados, de forma que solo cuando todos los objetivos alcancen el nivel establecido pueda autorizarse el paso a la etapa siguiente.

La figura siguiente resume la relación del nivel de capacitación alcanzado en cada etapa.

TABLA VIII. NIVEL DE CAPACITACIÓN LOGRADO EN CADA ETAPA.<sup>11</sup>

<u>Niveles de mantenimiento autónomo</u>	<u>Niveles para capacitación de operarios</u>
1.lim pieza inicial	Puede detectar problemas y comprender los principios y procedimientos de mejora del equipo
2.elim inación de focos de suciedad y zonas inaccesibles	
3. establecim iento de estándares	Conoce la función y la estructura del equipo
4.inspección general	
5.inspección autónoma	Conoce las relaciones entre la precisión del equipo y la calidad del producto
6.O rganización y orden	
7.G estión autónom a completa	Puede reparar el equipo

## 2.7 MANTENIMIENTO PLANIFICADO O PROGRAMADO

El mantenimiento planificado es el conjunto sistemático de actividades programadas de mantenimiento cuyo fin es acercar progresivamente una planta productiva al objetivo que pretende el TPM: cero averías, cero defectos, cero despilfarros, y cero accidentes; este conjunto planificado de actividades se llevara a cabo por personal específicamente cualificado en tareas de mantenimiento y con avanzadas técnicas de diagnostico de equipos.

Es menester señalar que el mantenimiento planificado es un pilar clave para la im plantación del TPM .

---

<sup>11</sup> CUATRECASAS LUÍS. Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción. Pg142

Sus objetivos son:

- Priorizar las actividades de mantenimiento de tipo preventivo (a priori) frente al mantenimiento basado en reparar los equipos con averías u otras pérdidas (a posteriori).
- Establecer un programa de mantenimiento efectivo para equipos y procesos
- Lograr la máxima eficiencia económica para la gestión del mantenimiento, es decir que el mantenimiento y su coste se ajuste a cada equipo.

El mantenimiento programado será adecuado cuando exista una perfecta armonía entre los departamentos de mantenimiento y producción, ambos departamentos deben funcionar sincronizados que asegure un mantenimiento planificado de calidad.

El personal de producción será quien con su experiencia, trabajando con el equipo, informe sobre las necesidades y cuidados que este requiere previo a cualquier deterioro, lo que se espera que las actividades propias del mantenimiento autónomo sea de gran importancia en la planificación del mantenimiento; esta información es importante para realizar ajustes en las frecuencias de las actividades de mantenimiento, esta información es recopilada por el personal de mantenimiento, a la vez que estandariza las tareas y las documenta.

Otras consideraciones importantes a la hora de elaborar una planificación del mantenimiento sería la información proporcionada por el fabricante del equipo, así como las normativas legales a cumplir por petición de organismos especiales de control por seguridad y ambientales.

Con esta recopilación, el plan de mantenimiento no está completo. Es conveniente contar con la experiencia de los responsables de mantenimiento y de los propios técnicos, para completar las tareas que pudieran no estar incluidas en la recopilación de recomendaciones de

fabricantes. **Es posible que algunas tareas que pudieran considerarse convenientes no estén incluidas en las recomendaciones de los fabricantes por varias razones:**

- El fabricante no está interesado en la desaparición total de los problemas. Diseñar un equipo con cero averías puede afectar su facturación.

- El fabricante no es un especialista en mantenimiento, sino en diseño y montaje.

- Hay instalaciones que se han realizado en obra, y que no responden a la tipología de equipo, sino más bien son un conjunto de elementos, y no hay un fabricante como tal, sino tan solo un instalador. En el caso de que haya manual de mantenimiento de esa instalación, es dudoso que sea completo.

Hay ocasiones en que el Plan de Mantenimiento que propone el fabricante es tan exhaustivo que contempla la sustitución o revisión de un gran número de elementos que evidentemente no han llegado al máximo de su vida útil, con el consiguiente exceso en el gasto. Cuantas más intervenciones de mantenimiento preventivo sean necesarias, más posibilidades de facturación tiene el fabricante. Además está el problema de la garantía: si un fabricante propone multitud de tareas y estas no se llevan a cabo, el fabricante puede alegar que el mantenimiento preventivo propuesto por él no se ha realizado, y esa es la razón del fallo, no haciéndose pues responsable de su solución en el periodo de garantía (con la consiguiente facturación adicional).

**Un buen plan de mantenimiento es aquel que ha analizado todos los fallos posibles, y que ha sido diseñado para evitarlos.**

De acuerdo a la filosofía del TPM, las actividades propias de mantenimiento planificado deben realizarse sistemáticamente, de acuerdo con el correspondiente programa, con el respectivo cambio de actitud en el puesto de trabajo y en el cumplimiento de los estándares de producción y mantenimiento.

El concepto de mantenimiento planificado engloba tres formas de mantenimiento:

- Mantenimiento basado en el tiempo MBT
- Mantenimiento basado en las condiciones MBC
- Mantenimiento de averías.

De la correcta combinación de estos tres componentes resulta un mantenimiento planificado efectivo.



Fig. 12 Planta de producción

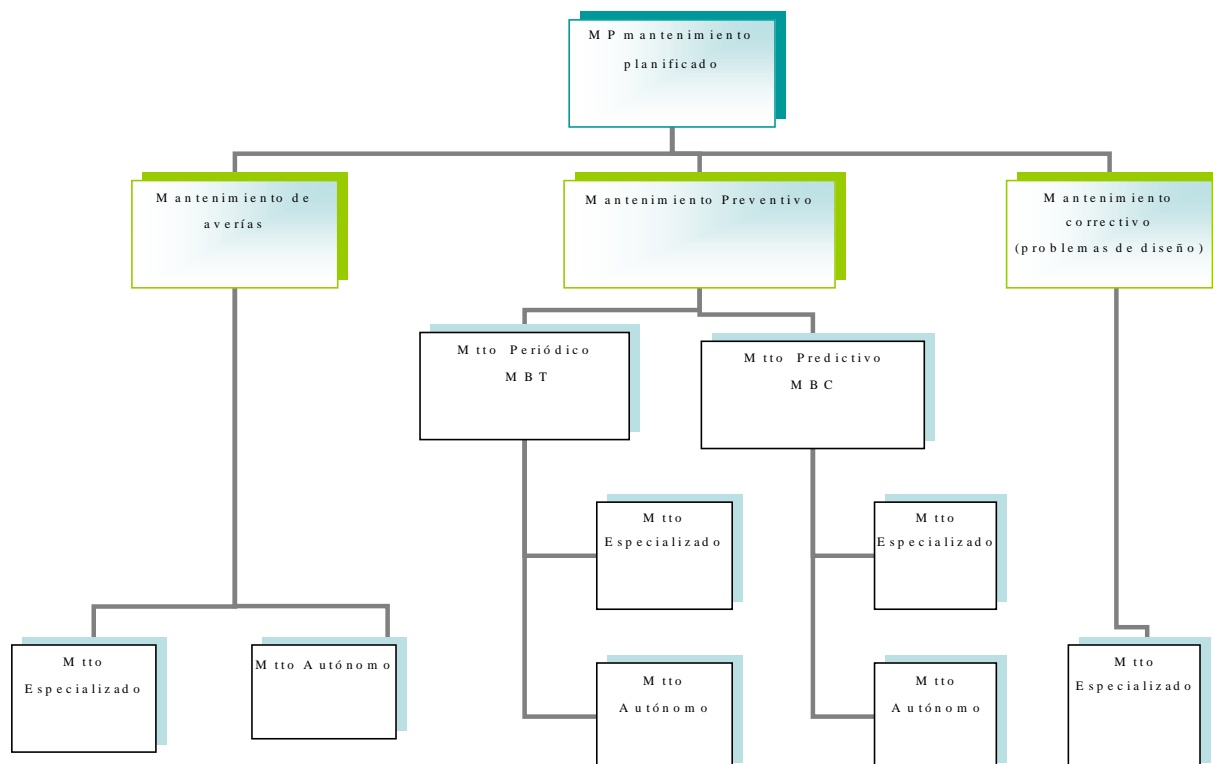


Fig. 13. Clasificación del mantenimiento planificado y asignación de responsabilidades.<sup>12</sup>

### 2.7.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El objetivo básico es la planificación de actividades que eviten problemas posteriores de cualquiera de las seis grandes tipos de pérdidas, se apoya en dos pilares, MBT Y MBC, según la figura anterior. La aplicación simultánea de estos dos tipos de mantenimiento conduce a temprana detección y tratamiento de anomalías antes de que se ocasionen pérdidas.

El mantenimiento preventivo identifica y supervisa todos los elementos estructurales del equipo, así como sus condiciones presentes, para

<sup>12</sup> CUATRECASAS LUÍS. Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción. Pg165

anticiparse a fallos que puedan provocar averías, paros de producción, pérdidas de rendimiento, defectos de calidad.

#### **2.7.1.1 MANTENIMIENTO PERIÓDICO O BASADO EN EL TIEMPO (MBT)**

Consiste en actividades básicas realizadas periódicamente, tales como inspeccionar, limpiar, reponer y restaurar piezas. Para prevenir averías. Estas actividades se cumplirán como parte del Mantenimiento autónomo y con apoyo del departamento de mantenimiento.

#### **2.7.1.2 MANTENIMIENTO PREDICTIVO BASADO EN CONDICIONES (MBC)**

Consiste en la utilización de equipos de diagnóstico y modernas técnicas de procesamiento de señales que evalúan las condiciones del equipo durante la operación y determinan cuando es necesario mantenimiento. Es un mantenimiento de alta fiabilidad basado en las condiciones reales del equipo y no en un periodo de tiempo. También en este mantenimiento interviene producción, mediante inspecciones y tests diarios, y el departamento de mantenimiento, utilizando técnicas complejas de mantenimiento y supervisando continuamente cualquier cambio en el estado del equipo.

#### **2.7.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Comprende las mejoras realizadas sobre el equipo o sus componentes a fin de facilitar adecuadamente el mantenimiento preventivo. En este tipo de mantenimiento estarían las mejoras efectuadas para solucionar los puntos débiles del equipo.

#### **2.7.3 MANTENIMIENTO DE AVERÍAS**

Se entiende por mantenimiento de averías aquel que consiste en reparar el equipo después de que se haya averiado. Y cuyas pérdidas deberá

intentarse que se lim iten a los costos de la reparaci3n, para que estas p3rdidas no se amplíen a las p3rdidas de producci3n y/o de otro tipo, hay que instruir al personal de producci3n para realizar reparaciones menores durante las inspecciones diarias (Mantenimiento aut3nomo)

Y si la avería lo amerita reemplazar con el mantenimiento especializado.

El TPM esta presente en todo el ciclo de vida del equipo y de sus piezas, desde la fase de planificaci3n y diseño, hasta la retirada de producci3n. El mantenimiento planificado como parte del programa TPM, tiene un lugar destacado a lo largo de la vida del equipo.

#### 2.7.4 ETAPAS DE IMPLANTACI3N DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO.

Dependiendo del tipo de mantenimiento existente en cada empresa, el mantenimiento especializado seleccionara las actividades de mantenimiento que crea oportunas.

Así pues una planta con un sistema de mantenimiento ineficiente deberá poner en practica todas las etapas; por el contrario aquellas que alcanzado un nivel de mantenimiento aceptable, el departamento de mantenimiento se encaminara inicialmente hacia a la identificaci3n de puntos débiles y puntos fuertes, teniendo como objetivo potenciar sus fortalezas y minimizar sus debilidades.

La finalidad de un sistema de mantenimiento planificado es eliminar las averías y los defectos que conducen a p3rdidas de producci3n, paradas innecesarias y despilfarro del valioso potencial humano y econ3mico.

A continuaci3n un cuadro que resume las etapas para la Implantaci3n



TABLA. IX. ETAPAS PARA LA IMPLANTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PLANIFICADO.<sup>13</sup>

Etapa	Actividades principales
1. Análisis y conocimiento de la condición operativa actual del equipo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponer de registros de mantenimiento</li> <li>• Equipo de mantenimiento planificado</li> <li>• Condiciones de trabajo actuales</li> <li>• Fijar objetivos (mtbf, mtr, costos, etc.)</li> </ul>
2. Búsqueda y reconducción del equipo hacia su estado inicial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Validar el mantenimiento autónomo</li> <li>• Corregir puntos débiles de diseño</li> <li>• Contramedidas frente a la repetición de fallas</li> </ul>
3. Establecimiento de un sistema de control de la información	<ul style="list-style-type: none"> <li>• comprensión de la situación actual de partida</li> <li>• establecer un sistema de control de datos de fallos</li> <li>• establecer sistema de control de mantenimiento</li> <li>• sist. de control de presupuesto de mantenimiento</li> <li>• sist. De control de piezas/materiales</li> <li>• establecer un sistema de control de la tecnología</li> </ul>
4. Establecimiento de un sistema de mantenimiento periódico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• selección del equipo o componente</li> <li>• planificación del mantenimiento</li> <li>• estandarización del mantenimiento</li> <li>• control del progreso</li> </ul>
5. Establecimiento de un sistema de mantenimiento predictivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• selección del equipo y condiciones a medir</li> <li>• técnicas del diagnóstico adecuadas</li> <li>• desarrollar nuevas tecnologías de</li> </ul>
6. Evaluación del	<ul style="list-style-type: none"> <li>• evaluar el sistema de mantenimiento</li> </ul>

<sup>13</sup> CUATRECASAS LUÍS. Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción. Págs 168

mantenimiento planificado	planificado: numero de fallos, frecuencia de fallos, MTBF, MTTR, ahorros de costos de mantenimiento.
---------------------------	--

Mantenimiento Facil -- Mantenimiento Preventivo -- Programa De Mantenimiento

Bien	Preventivo	<3	-2	-1	HOY	33 07 06	34 08 06	35 08 06	36 08 06	37 04 06	38 11 06	39 09 06	40 09 06	41 02 06	42 09 10	43 10 10	44 10 10	45 10 10	46 06 11	47 13 11	48 20 11	49 27 11	
1 Autoelevador Caterpillar (10) ...	Mantenimiento Mensual																						
2 Autoelevador Caterpillar (10) ...	Control de rulemanes de eje																						
3 Autoelevador Nissan (11) ...	Verificacion mensual																						
4 Autoelevador Nissan (11) ...	Revision cada 1000 hs																						
5 Autoelevador Nissan (11) ...	Revision Quincenal																						
6 Autoelevador Nissan (11) ...	Mantenimiento Mensual																						
7 Autoelevador Nissan (11) ...	Control Mensual																						
8 Caldera (1)	Mantenimiento Semanal																						
9 Caldera (1)	Cada 1000 horas																						
10 Caldera (1)	Mantenimiento Trimestral																						
11 Caldera (1)	Mantenimiento Mensual																						
12 Camion Mack Serie R (WXZ-9...	Cada 10.000 Km - Revision exterior ...																						
13 Camion Mack Serie R (WXZ-9...	Mantenimiento Mensual																						
14 Camion Mack Serie R (WXZ-9...	Cada 10.000 Km - Cambio de aceit...																						
15 Camion Scania P270 Amarillo...	Servicio de 10.000 KM																						
16 Camion Scania P270 Amarillo...	Cada 10.000 Km - Revision exterior ...																						
17 Camion Scania P270 Blanco (...	Cada 10.000 Km - Revision exterior ...																						
18 Camion Scania P270 Blanco (...	Cada 10.000 Km - Cambio de aceit...																						
19 Camion Scania P270 Blanco (...	Mantenimiento Mensual																						
20 Camion Scania P94 Blanco 3 ...	Cada 10.000 Km - Cambio de aceit...																						
21 Camion Scania P94 Blanco 3 ...	Limpieza mensual																						
22 Camion Scania P94 Blanco 3 ...	Cada 10.000 Km - Revision exterior ...																						
23 Camion Scania P94 Blanco 3 ...	Mantenimiento cada 5000 Km																						
24 Camion Scania P94 Blanco 3 ...	Mantenimiento Mensual																						
25 Compresión 1 (3001) ...	Lubricacion Quincenal																						
26 Compresión 1 (3001) ...	Engrasar eje																						
27 Compresión 2 (3002) ...	Lubricacion Quincenal																						
28 Compresión 2 (3002) ...	Revision mensual																						

TODAS LAS INSPECCIONES

MANTENIMIENTO FACIL

3 ó Más 2 Sem 1 Sem HOY Proximos

Programa Hoja Inspeccion

31/07/2006 - 32

ATRASO En Fecha

S X Salir

Fig.14 Ejemplo Programa de mantenimiento

### CAPÍTULO III

#### IMPLEMENTACIÓN DEL TPM EN LA SECCIÓN LONA

##### 3.1 FASE DE PREPARACIÓN.

La fase de preparación contiene lo siguiente:

TABLA X. FASE DE PREPARACIÓN.

<u>FASE</u>	<u>PASO</u>	<u>ACTIVIDAD-DETALLES</u>
PREPARACIÓN	1.-DECISIÓN DE INSTALAR TPM EN ÁREA DE LONA	MEDIANTE ENTREVISTA CON SUBGERENTE SE AUTORIZA LA EJECUCIÓN DE TPM
	2.-PROGRAMA DE EDUCACIÓN SOBRE TPM	SE PARTICIPA EN SEMINARIOS-REUNIONES, SE REALIZO PRESENTACIONES
	3.-CREAR GRUPOS, PARA PROMOVER TPM	SE RETOMA GRUPOS DE MEJORAMIENTO EXISTENTE.
	4.-ESTABLECER POLÍTICAS BÁSICAS DE TPM, Y METAS	SE ANALIZÓ LAS CONDICIONES EXISTENTES; Y SE ESTABLECIÓ METAS.
	5.-FORMULAR PLAN MAESTRO PARA DESARROLLAR EL TPM (VER ANEXO 11)	SE PREPARO PLANES GLOBALES Y DETALLADOS

Si bien es cierta la metodología del TPM, propone 5 etapas o pasos para su correcta implantación. Para su aplicación en este trabajo se lo ha adaptado según nuestra necesidad, haciendo énfasis en las etapas de mayor relevancia.

Por lo que esta fase preparatoria y con el propósito de que se cumpla de buena manera esta implantación del TPM, deberá ser puesto de manifiesto sobre el tema a la alta dirección de la Empresa, siguiendo el

órgano regular respectivo, en este caso se pone en conocimiento a la Subgerencia de Mantenimiento, quien se ha comprometido en prestar las facilidades para esta ejecución.

En esta fase la alta dirección debe estar plenamente convencido que la implementación del TPM permitirá obtener mejoras para la empresa, por lo que deberá informar de forma adecuada a todos los empleados de la Compañía, difundiendo los conceptos básicos del TPM con una alta motivación al personal con el fin de eliminar la resistencia al cambio, por cuanto el TPM se basa en la formación, motivación e implicación del equipo humano, en lugar de la tecnología.

Para la ejecución de la fase de preparación en lo referente a analizar las condiciones existentes de la sección Iona fue necesario cumplir las siguientes actividades:

TABLA. XI. ACTIVIDADES PARA ANALIZAR SITUACIÓN PRESENTE

1.-	Tom a de datos de pérdidas.
2.-	Agrupación de datos
3.-	M edir los tiempos de cada parada o pérdida
4.-	Determ inar el índice de eficiencia, siendo necesaria la elaboración de una plantilla para su mejor manejo de datos.



Fig.15 Esquema de control

**LAS PÉRDIDAS DE LOS EQUIPOS QUE DEBIERON MEDIRSE SON LAS SIGUIENTES:**

**TABLA XII. PÉRDIDAS EXISTENTES**

Disponibilidad de los equipos	preparación y ajustes; -incluyendo recambios -programación -pruebas de funcionamiento fallas en los equipos -averías esporádicas -averías crónicas
Eficiencia de los equipos	Inactividad y paradas menores -Atascamientos y otras paradas de corta Duración. -falta de cortes, falta operador. -bloqueos -muchos otros motivos Reducción de velocidad -desgaste del equipo -falta de precisión
Tasa de calidad	Defectos en el proceso -desperdicios -reproceso

La medición de cada una de estas pérdidas determina la efectividad global del equipo y la efectividad neta del equipo de las maquinas. Sin una identificación adecuada ni una cuantificación de las pérdidas de los equipos, será muy difícil establecer un programa de TPM efectivo y personalizado.

A continuación el detalle por código según pérdida registrada:

TABLA XIII. ASIGNACIÓN DE CÓDIGOS POR PÉRDIDA.

<b>código</b>	<b>pérdida</b>
01	Mantenimiento preventivo
02	Cambio de moldes
03	Cambio de color pvc
04	Limpieza de maquina
05	Pruebas
06	Inventarios
07	Calibración de hormas
08	Daño mecánico
09	Daño eléctrico
10	Daño hidráulico
11	Daño neumático
12	Daño electrónico
13	Paro por de pvc-cortes
14	Paro por personal
15	Suministro de energía
16	Otros

### 3.1.1 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE LOS EQUIPOS

**Tiempo de funcionamiento** = tiempo disponible - Tiempo muerto planificado.

**Tiempo Operativo** = Tiempo disponible - tiempo muerto planificado - tiempo de preparación.

**Tiempo operativo neto** = tiempo disponible - tiempo muerto planificado - tiempo de preparación - tiempo muerto.

**Tiempo operativo utilizable** = tiempo disponible - tiempo muerto planificado - tiempo de preparación - tiempo muerto - tiempo perdido.

**Tiempo neto productivo** = tiempo disponible - tiempo muerto planificado - tiempo de preparación - tiempo muerto - tiempo perdido - tiempo perdido por defecto.

**Tiempo disponible** comprende; 8 horas por turno X 3 turnos X 7 días (1440 minutos por día).

**Tiempo muerto planificado**; ninguna producción programada, receso por comida, mantenimiento programado.

**Tiempo de preparación**; preparaciones, recambios, calibraciones, cambios de modelos, etc.

**Tiempo muerto**; averías, toda otra falla en los equipos no planificada.

**Tiempo perdido**; paradas menores, falta de piezas, falta de operador, pérdidas de velocidad.

**Tiempo perdido por defectos**; tiempo perdido por reproceso del material, desperdicios.

TABLA XIV. REGISTRÓ DE PÉRDIDAS PRESENTES

Item.	turnos	código de pérdida	4	4	5	8
		Máquina	Limpieza de moldes	Limpieza de Maquinas	Falla mecánica	Arranque producción
1	14	Inyector OB3			0,82	
2	12	Inyector OB4.1				
3	7	Inyector OB1	1		1,16	
4	8	Inyector DE1				
5	14	Inyector DE4.1			9,16	

6	14	Inyector DE11.1			0,33	
7	14	Inyector DE6.1			3,15	
8	11	Inyector DE14			0,49	
9	3	Inyector DE9.1				
10	12	Inyector TK02	1,08		3,54	
11	13	Inyector DE10.1				
12	13	Inyector OB2		0,25		
13	14	Inyector DE7.1			0,66	
14	3	Inyector TK01				1
		Total general	2,08	0,25	19,31	1

Item	turnos	código de pérdida	9	10	11	12	12
		Máquina	Falla eléctrica	Falla neumática	Falla hidráulica	PVC apelmazado	PVC contaminado con colores
1	14	Inyector OB3	0,73	0,25	3,41		
2	12	Inyector OB4.1	2	0,5			0,33
3	7	Inyector OB1			2,16		
4	8	Inyector DE1	1,5				0,16
5	14	Inyector DE4.1		1,75	3,5	1	
6	14	Inyector DE11.1	0,16	1,33			
7	14	Inyector DE6.1	0,5	1,06			1,13
8	11	Inyector DE14	0,75	0,33			
9	3	Inyector DE9.1					
10	12	Inyector TK02	3,33				
11	13	Inyector DE10.1		3,1		0,5	
12	13	Inyector OB2	0,42	2,66			
13	14	Inyector DE7.1	1,5		2,33	0,16	
14	3	Inyector TK01	0,5			0,25	
		Total general	11,39	10,98	11,4	1,91	1,62

Item	turnos	código de pérdida	13	14	15	19
		Máquina	Falta de Cortes	Falta Materia Prima	Fallas energía eléctrica	Problemas de MO
1	14	Inyector OB3	1,49		0,5	
2	12	Inyector OB4.1	0,3	0,25	0,5	
3	7	Inyector OB1	8,63		0,5	
4	8	Inyector DE1	0,5			
5	14	Inyector DE4.1	2,16		0,5	



6	14	Inyector DE 11.1			0,5	
7	14	Inyector DE 6.1	1,56		0,5	
8	11	Inyector DE 14	1,15		0,5	
9	3	Inyector DE 9.1			0,5	
10	12	Inyector TK 02	1,85		0,5	
11	13	Inyector DE 10.1	5,14		0,5	0,25
12	13	Inyector OB 2	4,24		0,5	0,5
13	14	Inyector DE 7.1	2,89		0,5	
14	3	Inyector TK 01				
Total general			29,91	0,25	6	0,75

item	turnos	código de pérdida	19	20	21	alist-ajuste	alist-ajuste
		Máquina	Falta personal	Inyector tapado	Cortes forzados	Cambios de moldes	Recalibración Moldes
1	14	Inyector OB 3				1,75	1
2	12	Inyector OB 4.1		1,33		1,5	2,15
3	7	Inyector OB 1	1			3,25	6,08
4	8	Inyector DE 1	4			3,25	0,5
5	14	Inyector DE 4.1	5	2,75		3,5	0,32
6	14	Inyector DE 11.1					0,66
7	14	Inyector DE 6.1	6			2,16	2,02
8	11	Inyector DE 14				0,5	0,75
9	3	Inyector DE 9.1	5				
10	12	Inyector TK 02				2	1,75
11	13	Inyector DE 10.1				4,08	1,8
12	13	Inyector OB 2				1,5	0,57
13	14	Inyector DE 7.1				3,07	0,98
14	3	Inyector TK 01				1	1
Total general			21	4,08	0	27,56	19,58

item	turnos	código de pérdida	alist-ajuste	alist-ajuste	alist-ajuste	alist-ajuste	total-general
		Máquina	Cambio Parámetros	Calibración maquinaria	Rectificación de moldes	Cambio Color de PVC	
1	14	Inyector OB 3			0,75		10,7
2	12	Inyector OB 4.1				0,75	9,61
3	7	Inyector OB 1					23,78
4	8	Inyector DE 1			0,14	0,5	10,55
5	14	Inyector DE 4.1		4			33,64
6	14	Inyector DE 11.1	0,58				3,56

7	14	Inyector DE 6.1					18,08
8	11	Inyector DE 14	1,8			0,25	6,52
9	3	Inyector DE 9.1					5,5
10	12	Inyector TK 02			2		16,05
11	13	Inyector DE 10.1	0,25			1	16,62
12	13	Inyector OB 2					10,64
13	14	Inyector DE 7.1					12,09
14	3	Inyector TK 01					3,75
Total general			2,63	4	2,89	2,5	181,09

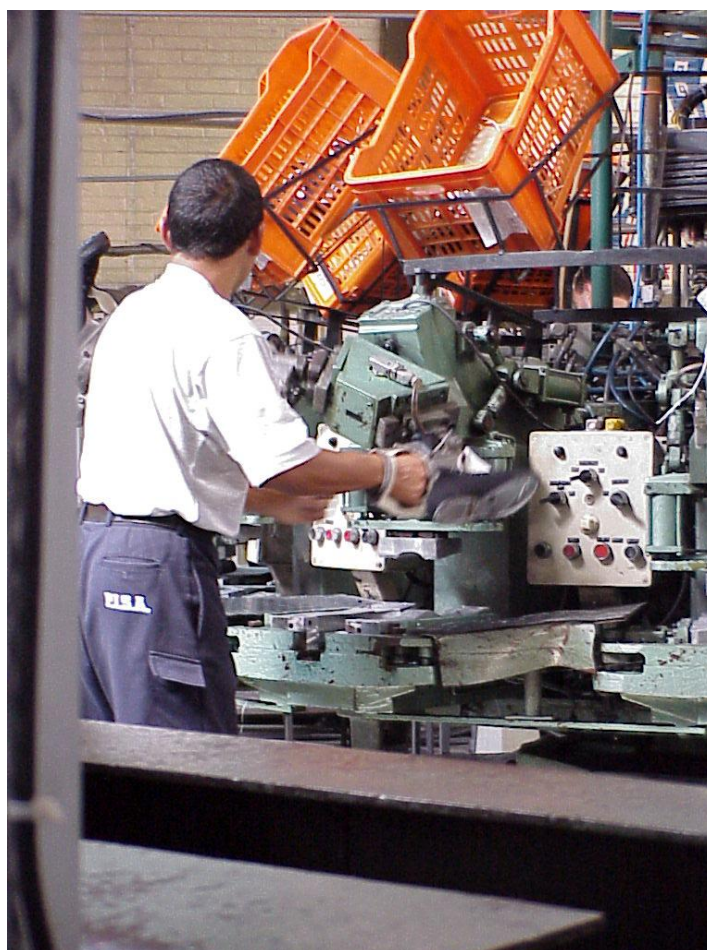


Fig.16 inyectora

**ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL -TPM**  
**REPORTE DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS PARA CALCULO DE OEE**

PLANTA : \_\_\_\_\_ LINEA : INYECCION PRODUCTO CALZADO VELOCIDAD 2 PARES: minut  
 FECHA : 15/12/2008 OPERARIO : \_\_\_\_\_ OEE= T1 : 89,33% T2 : 87,86% T3 : 99,10% PROMEDIO : 77,78%

TURBIOS MAQUINA	TIEMPO PLANEADO	DISPONIBILIDAD : 99 %													ALIST					EFICIEN DE RENDIM : 95%					VELO RED	DEFFECT 99%	P R O D		
		SOLO DAÑOS, AVERIAS, FALLAS,													TRANCIONES, ESPERAS, TIEMPOS OCIOSOS, PROBLEMAS ADMINISTRATIVOS U OPERATIVOS.					TRANCIONES, ESPERAS, TIEMPOS OCIOSOS, PROBLEMAS ADMINISTRATIVOS U OPERATIVOS.									
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25					
14 Inyector OB3	11		0,8					0,73	0,3	3,4			3,5	1,49	0,5									7	62	6.501			
12 Inyector OB4.1	12						2	0,5	0,33				4,4	0,3	0,5		1,33							6	210	21493			
7 Inyector OB1	1,1		1,2										9,33	8,63	0,5									3	200	27060			
8 Inyector DE1	4,2						1,5		0,16				4,39	0,5										4	98	10066			
14 Inyector DE4.1	11		9,2					0,16	1,3				1,24	0,5			2,75							7	99	12278			
14 Inyector DE11.1	5,4		0,3					0,5	1,1			1,13	4,18	1,56	0,5									7	95	11951			
14 Inyector DE6.1	7,6		3,2					0,75	0,3				3,3	1,15	0,5									6	8	575			
11 Inyector DE14	6,4		0,5										0	0,5										1	45	4695			
3 Inyector DE9.1	13												5,75	1,85	0,5									6	111	11436			
12 Inyector TKD2	7		1,1	3,5				3,33	3,1			0,5	7,13	5,14	0,5		0,25							7	115	11924			
13 Inyector DE10.1	4,5												3,6	0,25			2,07	4,24	0,5					7	98	11514			
13 Inyector OB2	3,6		0,25					0,42	2,7				4,05	2,89	0,5									7	80	8040			
14 Inyector DE7.1	7,4		0,7					1,5	2,3	0,16			2	0,5										2	15	1235			
3 Inyector TKD1	2,3							0,5	0,25				0	0,5										0	0	0			
TOTAL	0	0	95,3	2,33	19,3	0	0	11,4	11	11,4	3,53	0	59,16	29,9	6	0	0	4,83	0	0	0	0	0	0	77	1356	157089		

<b>Disponibilidad</b>	Tot horas.	Turno 8 horas	TP	Tf Horas.	Perdida Alist.	Topr. min.	Perdida Prevent.
89,33%	1184	3	98,63	1085,37	94,55%	1026,21	94,48%

<b>Eficiencia Rendim</b>	Topr. Iteo	Topr. Util	ProdBruta/Turno	PARES ciclo
87,86%	969,6	851,86	151089	0,005638134

<b>Tasa-Calidad</b>	T defect
99,10%	1356

**Disponibilidad % (A) =>** (Tiempo Calendario 24/7/365 - Tiempo Planeado) = Tr min  
**Tf** = Tiempo funcionamiento en minutos turno  
**Perdidas Alistamientos** = (Tr - Talist)/Tr \* 100  
**Topr** = Tiempo Operacion en minutos turno = Tr - Talist  
**Perdidas** = (Preventivo + Fallas) = (Topr - Tfallas)/Topr \* 100

**Disponibilidad % (A) =** (Perdidas \* alistamiento) \* 100 / (Perdidas + Fallas)

**Eficiencia del Rendimiento % (P) =>** (Tiempo neto operacion - Tiempo Perdido Trancones-Velocidad)/Tiempo neto operacion

**Topr-Iteo** = Tiempo neto operacion en minutos turno = Topr - Tfallas  
**Topr-Util** = Tiempo neto operacion - Tiempo Perdido Trancones-Velocidad

**Tasa Calidad % (O) =** (ProdBruta - Rechazos-Defectos)/ProdBruta

ProdBruta turno = Ito. Bruto de piezas producidas

A. LDE EQUIPO

CALCULO PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPO			
variable	datos en minutos	formulas	calculos
Cifras obtenidas del sistema sap de novedades de maquinas			
tiempo total disponible	1440	aprovechamiento = (tiempo total disp-tiempo muerto planificado)*100/tiempo total dispon	80,4
funcionamiento no programado	480		
tiempo muerto planificado(incluido averias)	90	disponibil planif=(tiempo de func-tiempo de preparacion)*100/tiempo de func.	91,95
tiempo de funcionamiento	870		
preparacion y ajustes	70	tiempo de func=(tiempo operativo-tiempo de parada)*100/tiempo operativo	93,75
tiempo operativo	800		
tiempo muerto no planificado(rallas)	50	eficiencia de rendimiento=(tiempo de ciclo teorico x nro de piezas)x100/tiempo neto operativo	59,00
tiempo neto operativo	750		
inactividad y paradas menores	240		
reduccion de velocidad	75		
tiempo operativo utilizable	435	otra. formula Efic de rendimiento= Tiempo neto operativo-tiempo perdido*100/tiempo neto operativo	59,00
defectos en el proceso	0	Indice de Calidad = (Nro de Piezas Producidas-rechazadas)*100/Nro de piezas producidas	97,93
piezas espores a 1,5 min.c/u	3		
tiempo neto productivo	432	NRO DE PIEZAS PRODUCIDAS = 290	97,93
		Indice de Calidad=(Tiempo ope utilizable-Perdida de tiempo por defectos)*100/tiempo Operativo Utilizable	97,93
aprovechamiento = (tiempo total disp-tiempo muerto planificado)*100/tiempo total dispon			
disponibil planif=(tiempo de func-tiempo de preparacion)*100/tiempo de func.			
tiempo de func=(tiempo operativo-tiempo de parada)*100/tiempo operativo			
eficiencia de rendimiento=(tiempo de ciclo teorico x nro de piezas)x100/tiempo neto operativo			
otra. formula			
Indice de Calidad = (Nro de Piezas Producidas-rechazadas)*100/Nro de piezas producidas			
NRO DE PIEZAS PRODUCIDAS	290		
Indice de Calidad=(Tiempo ope utilizable-Perdida de tiempo por defectos)*100/tiempo Operativo Utilizable			
OTRA FORMULA	58		
Efic de rendimiento= Tiempo neto operativo-tiempo perdido*100/tiempo neto operativo			
Indice de Calidad = (Nro de Piezas Producidas-rechazadas)*100/Nro de piezas producidas			
U			
Indice de Calidad=(Tiempo ope utilizable-Perdida de tiempo por defectos)*100/tiempo Operativo Utilizable			
CICLO TEORICO=	1.5		
Las mediciones se obtubieron de forma computarizada, aunque es recomendable, no siendo muy practico por cuanto es muy dificil distinguir las perdidas con exactitud, las observaciones deben ser en campo y concentrarse en perdidas como: preparaciones y ajustes, fallas de equipo, inactividad y ajustes menores: apartir de estos datos se desarrolla un punto de referencia respecto de la efectividad actual de los equipos y otros datos. Este analisis tambien sealalara las areas donde estan los principales problemas y,y por ende las mayores oportunidades: esto permitira poner empeño en actividades de mejoramiento que reporten mayores beneficios.			
EGE = INDICE DE DISPONIBILIDAD*EFICIENCIA DE RENDIMIENTO*INDICE DE CALIDAD = 49%			

### 3.1.2 DETERMINACIÓN DE PAROS DE MÁQUINA

- **Fallas de máquinas:** toda interrupción en el funcionamiento por problemas inherentes a la propia máquina. Ej.: fallos eléctricos, mecánicos, se rompió una correa, no funciona una botonera de arranque, hidráulicos, final de carrera, etc.
- **Defectos del proceso:** toda interrupción en el funcionamiento por problemas que no son propios de la máquina.
- **Preparación:** recambio de moldes, herramientas, calibraciones, cambios de configuración, pruebas, etc.
- **Productos defectuosos/retrabajos(o reprocesos):** tiempo perdido utilizado para fabricar productos defectuosos, desechos, operaciones con trabajos posteriores.
- **Pérdidas de velocidad:** es la suma de tiempo en que las máquinas están funcionando por debajo de la velocidad requerida o aconsejable por los fabricantes. Ejemplo una mesa rotativa tiene 6 estaciones y esta funcionando con 4 estaciones.
- **Otros:** toda interrupción en el funcionamiento por algún problema que no se puede encuadrar en el anterior: ejemplo, corte de luz.

### 3.1.3 DATOS DE CÁLCULO .

**Productividad Total Efectiva de los Equipos** viene dado por:

Aprovechamiento= 60.4

Disponibilidad= 86.2

Eficiencia de rendimiento= 58

Índice de calidad= 97.9

$PTEE = 60.4 \times 86.2 \times 58 \times 97.9 \times 100 = 29.6 \%$

**Efectividad global de los equipos;** viene dado por:

Disponibilidad= 86.2

Eficiencia de rendimiento= 58

Índice de calidad = 97.9

$E G E = 86.2 \times 58 \times 97.9 = 49 \%$

**Efectividad neta de los equipos**; viene dado por:

Tiempo de funcionamiento = 93.7

Eficiencia de funcionamiento = 58

Índice de calidad = 97.9 %

$E N E = 96.7 \times 58 \times 97.9 = 53.2 \%$

O también  $426 * 100 / 800 = 53.2 \%$

El porcentaje de tiempo de funcionamiento (93.7 %) lamentablemente es la única cifra más conocida por la gerencia de planta, por lo que se crea una impresión errónea de la situación real del equipo, por cuanto solo abarca una sola pérdida.

Si se trabajaría como es la habitual en nuestro caso 3 turnos se incrementa la producción. Eso como es lógico incrementa el aprovechamiento en la fórmula de un 60 a 90 % pero puede existir otra opción, concentrarse en incrementar la efectividad de los equipos (EGE) de 49 a 75 % en dos turnos para obtener los mismos resultados (un incremento del 50% en la producción) a un costo mucho menor.

### **3.1.4 OBJETIVOS DE LA EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO (EGE)**

El programa de TPM, debe estar en un índice superior del 85 %, para lo cual el índice de disponibilidad debe ser siempre superior al 90%, el índice de calidad debe estar en el 99 %; la eficiencia del rendimiento debe estar sobre el 95 %, evidentemente en este punto esta la gran oportunidad de mejora. Las causas latentes son; paradas menores, pérdidas de velocidad, (llamadas pérdidas ocultas por cuanto no se están tomando en cuenta en las mediciones).

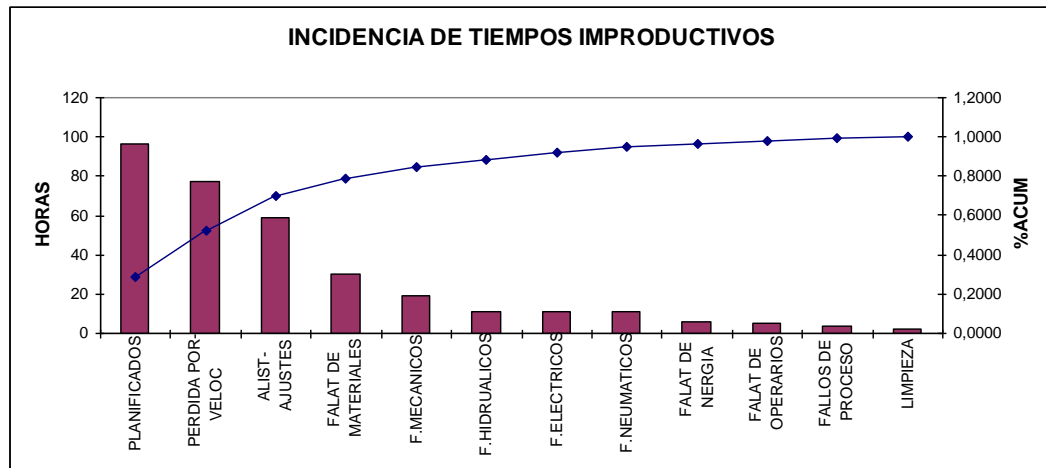


Fig.17 Gráfico de Pareto de pérdidas presentes

Las cifras obtenidas ayudaran a fijar prioridades para el TPM , y será la pauta para realizar mejoras que incrementen en este caso la eficiencia en el rendimiento .

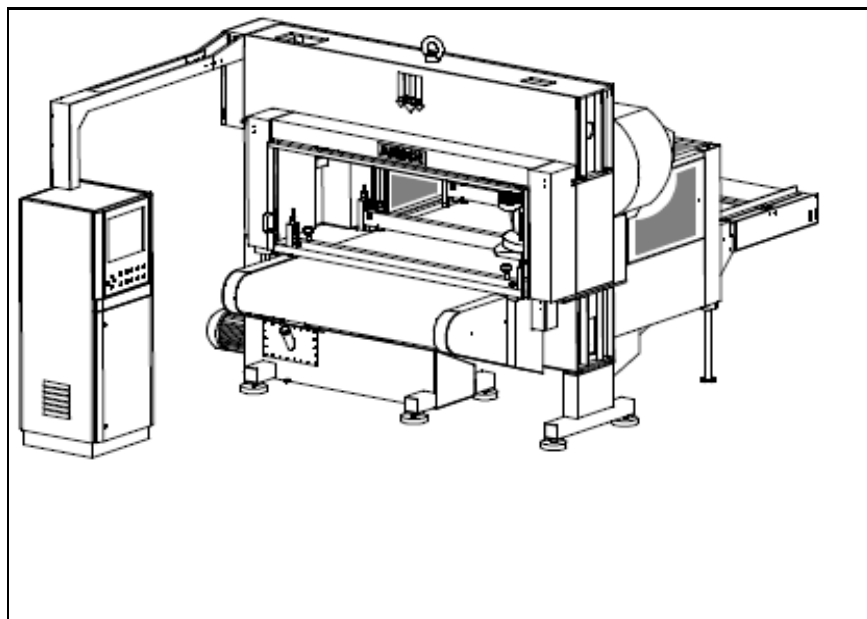


Fig.18 Esquema de máquina troqueladora

### 3.2 FASE DE INTRODUCCIÓN

TABLA XVII FASE DE INTRODUCCIÓN

<u>FASE</u>	<u>PASO</u>	<u>ACTIVIDAD-DETALLES</u>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	6.-Organizar un acto de iniciación del TPM	Se presenta datos de partida/presentación plan tipo

### 3.3 FASE DE IMPLANTACIÓN

La etapa de implantación contiene los siguientes pasos:

TABLA XVIII. FASE DE IMPLANTACIÓN

<u>FASE</u>	<u>PASO</u>	<u>ACTIVIDAD-DETALLES</u>
<b>IMPLANTACIÓN</b>	7.-Implementación de mejora continua en los sistemas-procesos	Seleccionamos un equipo que presente pérdidas crónicas y analizamos causas y efectos para poder actuar
	8.-desarrollar un programa de mantenimiento autónomo	Incluimos en el mantenimiento diario a los operarios que utilizan el equipo, con un programa básico y la formación adecuada
	9.-desarrollar un programa de mantenimiento planificado	Incluye mantenimiento periódico y predictivo, gestión de repuestos, herramientas, dibujos, y programas.
	10.-Dirigir entrenamiento para mejorar operación y capacidades de mantenimiento	Entrenamos a los líderes de cada grupo, que después enseñaran a los miembros del grupo correspondiente.
	11.- Gestión temprana de equipos	Diseñar y fabricar equipos de alta fiabilidad y mantenibilidad.



### 3.4 FASE DE ESTABILIZACIÓN

Durante el periodo final de estabilización, la compañía debe medir los resultados actuales logrados frente a las metas TPM, y fijar entonces metas más ambiciosas.

TABLA XIX FASE DE ESTABILIZACIÓN.

<u>FASE</u>	<u>PASO</u>	<u>ACTIVIDAD-DETALLES</u>
<b>ESTABILIZACIÓN</b>	12. Consolidación del TPM y elevación de metas.	Mantener y mejorar los niveles obtenidos mediante un programa de mejora continua, que se basa en la aplicación del ciclo, P, H, V, A; (Planificar, hacer, verificar, actuar).



Fig.19 Toma de datos

## CAPÍTULO IV

### IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO Y DEL MANTENIMIENTO PROGRAMADO EN LA SECCIÓN LONA.

En la promoción del TPM todos los miembros de la compañía deben considerar que es factible que los operarios realicen el mantenimiento autónomo y que los trabajadores deben ser responsables de su propio equipo. Adicionalmente:

- Cada operario debe estar entrenado y capacitado en las herramientas necesarias para realizar el mantenimiento autónomo.
- No es fácil su implantación (se recomienda realizar trabajos previos con los operadores que tienen que aceptar la idea)

El objetivo del mantenimiento autónomo es prestar el contingente para contrarrestar las pérdidas presentes.

Para el mantenimiento autónomo se consideró los siguientes pasos básicos:

TABLA XX. PASOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

PASOS	ACTIVIDADES
1.-Limpieza inicial	Limpiar para eliminar polvo y suciedad principalmente en el bastidor del equipo; lubricar y apretar pernos; descubrir problemas y corregirlos
2.-Contra medidas en la fuente de los problemas	Prevenir la causa del polvo, suciedad, y difusión de esquirlas; mejorar partes que son difíciles de limpiar y lubricar; reducir el tiempo requerido para

	limpiar y lubricar.
3.-Estándares de limpieza y lubricación	Establecer estándares que reduzcan el tiempo gastado limpiando, lubricando, y apretando (específicamente tareas diarias y periódicas)
4.- Inspección general	Con la inspección manual se genera instrucción; los miembros de círculos cubren y corrigen defectos menores del equipo.
5.-Inspección autónoma	Desarrollar y emplear listas de chequeo para inspección autónoma.
6.-Organización y orden	<p>Estandarizar categorías de control de lugares de trabajo individuales; sistematizar a fondo el control del mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-estándares de inspección para limpieza y lubricación</li> <li>- estándares de limpieza y lubricación</li> <li>-estándares para registrar datos</li> <li>-estándares para mantenimiento piezas y herramientas.</li> </ul>
7.-Mantenimiento autónomo pleno	<p>Desarrollos adicionales de políticas y metas; incrementar regularidad de actividades de mejora.</p> <p>Registrar resultados análisis de TMEF y diseñar de forma adecuada contramedidas.</p>

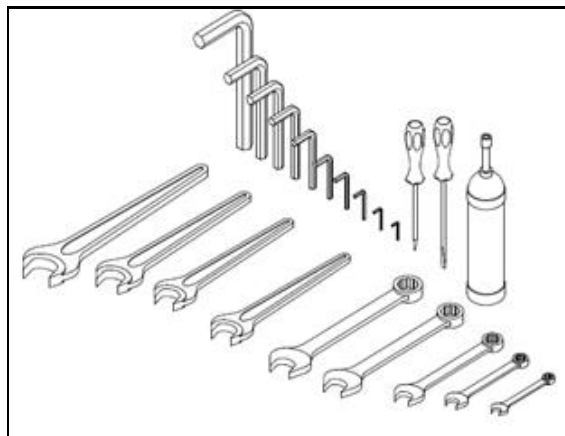


Fig.20 Herramientas básicas

#### 4.1. DISEÑO DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA .

Para el desarrollo del mantenimiento autónomo se ha considerado la siguiente documentación necesaria .

##### 4.1.1 HOJA DE INSTRUCCIONES GENERALES :

Consta de encabezado, croquis de la maquina, y las instrucciones que debe considerarse. Esta hoja debe estar disponible en el lugar mismo de trabajo de todo operario de las operaciones afectadas del proceso productivo .

TABLA XXI. INSTRUCCIÓN GENERAL

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
Código máquina: UB1	Descripción: Máquina pegadora	
Centro de costo: prefabricados lona		Turno:
Realizado : LV	Revisado/aprobado: JA	Tarea a realizar por:
Instrucciones Generales		
<p><b>1.-ANTES DE ENCENDER LA MÁQUINA</b></p> <p>Evitar obstáculos que impidan el funcionamiento del equipo .</p> <p>Disponibilidad de materiales necesarios</p> <p>Verificar herramientas</p> <p><b>2.-PUESTA EN MARCHA</b></p> <p>Verificar la presión de trabajo este correcta (42+-2 psi)</p> <p>Dosificar la pega de forma adecuada</p> <p>Revisar las tensiones de tela sean adecuadas</p> <p><b>3.-A LO LARGO DE LA JORNADA</b></p> <p>Revisar el buen funcionamiento del equipo</p> <p>En caso de presentar ruido anormal comunicar al responsable del área .</p> <p>Evitar acumulaciones de retazos por el propio proceso .</p>		

**4.- FINAL DE JORNADA**

Realizar la limpieza sistemática del equipo, dejarlo todo en óptimas condiciones de trabajo para el siguiente turno.

Ordenar y dejar a punto todos los materiales, herramientas e implementos de verificación.

Responsabilidad del encargado del área de cada turno de supervisar el estado correcto de los equipos a su custodia.

**4.1.2 HOJA DE REGISTRO DE DATOS (CHEK LIST)**


El objetivo de este documento es tener a la vista y de forma accesible el seguimiento de las tareas de mantenimiento a controlar. De manera que, una vez que realizadas el operario, pueda anotar rápidamente como se han llevado a cabo, al tener estos datos registrados será más fácil consultar las operaciones realizadas, cual ha sido el operario y en que turno.

La disposición más común de estos registros es en forma de matriz; se distribuye por ejemplo, en filas la serie de operaciones a realizar y en función de la frecuencia temporal se distribuyen en columnas los días de la semana, del mes, las semanas, etc. marcando en el día respectivo la tarea si se cumple o no.

El formato recomendado es el mismo del registro de instrucciones generales. Pues de esta forma el operador le resulta más cómodo familiarizarse con la documentación de su fase productiva, así como identificar su máquina que está controlando y el seguimiento que tanto el como el resto de compañeros hacen de las tareas que están bajo su responsabilidad.

Se debe insistir en la gran importancia de la estandarización de las operaciones a realizar, incluyendo el cumplimiento de la documentación.

TABLA XXII HOJA DE REGISTRO DE DATOS

<b>MANTENIMIENTO AUTÓNOMO-CHEK-LIST INICIO DE TURNO</b>																															
CÓDIGO MÁQUINA	DESCRIPCIÓN : MÁQUINA PEGADORA DE LONA																														
CENTRO DE COSTO: PREFABABRICADOS LONA																															
REALIZADO POR: LV	REVISADO POR: JA	TAREA A REALIZAR POR:	FECHA	TURNO	YO CUIDO MI MAQUINA																										
I T E M	PUNTOS A VERIFICAR	Día del mes																													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	EL ÁREA DE TRABAJO SE ENCUENTRA LIMPIO Y ORDENADO																														
2	LOS TENSORES DE LA MAQUINA SE ENCUENTRAN AJUSTADOS																														
3	EL NIVEL DE ACEITE DEL CARTER ES EL IDEAL																														
4	EL ENGRESE ES EL ADECUADO EN LAS RUEDAS DENTADAS																														
5	NO PRESENTA FUGAS DE VAPOR EN LAS TUBERIAS Y VALVULAS																														
6	LAS BOTONERAS DE ACCIONAMIENTO ESTAN FUNCIONANDO CORRECTAMENTE																														
7	LA PRESION DE VAPOR PARA OPERAR ES LA ADECUADA (42--2PSI)																														
8	LA CUCHILLA DE DOSIFICACION ESTA BIEN CALIBRADA																														

Esquema del área	Día	Novedad encontrada	Responsable	Fecha fin	Resuelto

**Observaciones**

Esta estandarización que se exige a las actividades del operario también debe exigirse al responsable del área de producción facilitando la accesibilidad a la consulta y llenado de los registros del puesto de trabajo, así como simplificando al máximo la información existente, en estas hojas o registros, y estandarizando la disposición de la información en las mismas.

#### 4.1.3 PLAN DE LUBRICACIÓN

En este documento debe ayudar a describir las tareas de lubricación a realizar, tipo de lubricante, frecuencias, responsable, hora en la que se debe ejecutar esta importante actividad.

TABLA XXIII PLAN DE LUBRICACIÓN-TROQUELADORA CNC

Ptos	TAREAS	LUBRICANTES	FRECUENCIA	REALIZA	HORA
1	Reemplazo de aceite	Shell tellus 46	5000 hrs.	mantenimiento	10 am
2	engrase	S k f 3	200 hrs.	producción	10 am
3	Verificar nivel de aceite	AGIP O so 46	semanalmente	producción	10 am



Fig .21 Ajustes ligeros

## 4.2. DETERMINACIÓN DE TAREAS DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO.

Es necesario realizar una división de tareas, que debe ejecutar personal operativo y personal de mantenimiento, las actividades de mantenimiento autónomo deben guardar ciertos límites según la complejidad de la misma.

Entre las actividades básicas a desarrollar por los propios operadores tenemos las siguientes tareas:

- Limpieza de la máquina
- Lubricación
- Inspección
- Ajustes
- Reparaciones menores
- Mantenimiento básico-sencillo

Estas actividades elementales son necesarias por:

Seguridad

Orden

Descubrir fallas

Mejorar condiciones de trabajo

Mejorar la calidad

Evitar pérdidas de tiempo

Mejorar el mantenimiento



TABLA XXIV TAREAS A REALIZARSE CON MANTENIMIENTO  
AUTÓNOMO

<b>TAREAS A REALIZARSE EN MÁQUINA PEGADORA DE LONA</b>			
<b>Máquina pegadora código :BU1</b>			
Descripción actividades	T:est.	M A	M E
Revisión, limpie y lubricación de ruedas dentadas	40	x	
Revisión, limpie y lubricación de cadena de transmisión	40	x	
Revisión, limpie y lubric de juntas rota	45	x	x
Revisión, limpie y lubric de chumaceras	45	x	
Revisión y alineación de tensores	15	x	
Verificar funcionamiento válvula seguridad	10		x
Revisión y limpieza de la cuchilla	15	x	
Nivelación de la cuchilla dosificadora	30	x	
Revisión y/o cambio sellos válvula venteo	20		x
Revisión, reajuste y/o cambio elementos vapor	30		x
Revisión y/o cambio válvulas esféricas	30		x
Revisión y reajuste terminales tablero	60		x
Revisión limpieza contactos contactares	60		x
Revisión y/o cambio rodamientos motor	40		x
Revisión y barnizado bobinas motor	40		x
Revisión y cambio aceite caja reductor	30		x
Revisión y limpieza elementos caja red	30		x

M A = mantenimiento autónomo,

M E = mantenimiento especializado



#### 4.2.1 IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS VISUALES QUE AYUDAN A LA OPERATIVIDAD EFICIENTE DE EQUIPOS.

Los sistemas visuales” o “señales visuales” comunican información específica rápidamente y en el punto de uso o cerca del equipo. La efectividad del equipo puede ser mejorada significativamente mediante:

- Determinando qué clases de información crítica harán al equipo más fácil de operar, mantener e inspeccionar.
- Determinando la información correcta y un método confiable de aplicación.
- Aplicando la información crítica.

En el Equipo

- Marcando los rangos apropiados en indicadores de temperatura, presión, flujo y velocidad (Fig.22), (Fig.23)

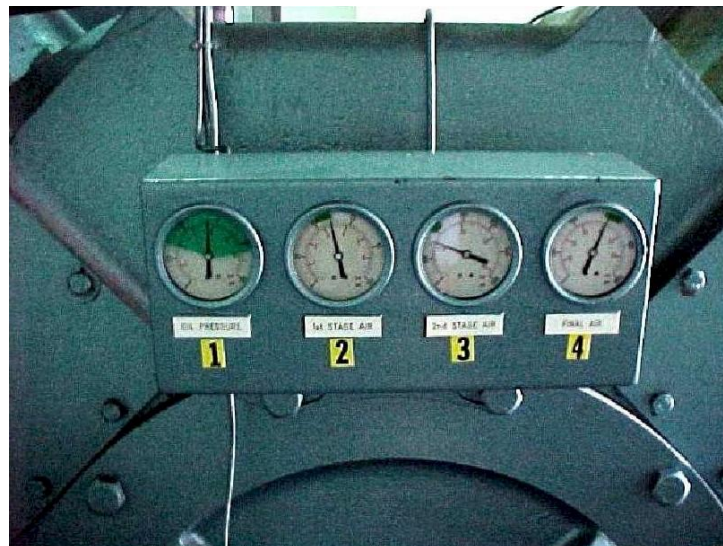


Fig.22 Indicadores de presión, temperatura

Para el control de laminado lona se marco la presión de vapor necesaria para la operación eficiente del proceso. Con lo cual el

operador se mantiene informado de forma continua sobre el valor exacto que debe controlar durante las 24 horas de funcionamiento de la máquina. Garantizando así un proceso eficiente en este proceso crítico.



Fig.23 Indicador de presión de vapor

- Rotulando los componentes del equipo a fin de eliminar el misterio y mantener un historial exacto de reparaciones
- Rotulando puntos de lubricación y de llenado de líquidos
- Marcando la dirección de flujo, alimentación o rotación para evitar errores de instalación y conexión.
- Aplicando etiquetas sensitivas de temperatura en puntos críticos de las máquinas lo que permite el monitoreo visual 24 horas al día de componentes hidráulicos, eléctricos, rodamientos, motores, etc.
- Usando tapas de graseras con códigos de colores indicando tipo de grasa y frecuencia.

- Instalando discos de lectura y etiquetas indicadoras de los puntos de lectura para análisis de vibraciones a fin de lograr repetitividad.
- Rotulando # de banda, filtro, medidas de cadena y números de parte **sobre el equipo** para ahorrar tiempo en el mantenimiento.




 PLASTICRUCHO INDUSTRIAL S.A.
<b>BANDA-TIPO-A58 (2UND)</b>
 PLASTICRUCHO INDUSTRIAL S.A.
<b>BANDA(17X1475-B58) 1UND</b>
 PLASTICRUCHO INDUSTRIAL S.A.
<b>BANDA(17X1425-B56) 1UND</b>



Fig.24 Rotulando tipo de banda

- Estableciendo código de color para herramientas y partes que se deben cambiar al cambiar de producto.

- Usando tarjetas de problema para marcar con claridad los requerimientos y mantener un recordatorio visual en el “tablero de acción” (Figura 25)



Fig.25 Manómetro con defecto

- Rotulando líneas neumáticas y dispositivos para agilizar la localización de fallas.
- Rotulando cables en tableros y dispositivos para agilizar la localización de fallas.
- Marcando tuercas y tornillos para indicar visualmente que están manteniendo su posición y ajuste adecuados originales.

Rotulando los puntos de inspección y números secuenciales para la lectura de indicadores.

En el área de trenzado de pasador se ejecuto un tablero con luces (fig.26) que indican cuando la maquina se ha parado. Evitando de esta forma tiempos muertos.

Anteriormente el operador debía recorrer el área de 250 m<sup>2</sup> buscando la maquina que se encontraba detenida para proceder a alimentar de carretos, con este sistema de visualización, el trabajo a resultado ser más dinámico, por cuanto está laborando desde un sitio de bobinado, y puede visualizar fácilmente a que maquina debe atender.



Fig. 26 Tablero de luces indicador de paros de máquina  
(Área de trenzado cordones)

#### 4.2.2 Rotulación de lubricación

Siendo la actividad de lubricación muy importante en las tareas de mantenimiento autónomo, es necesario que la información correspondientes esta actividad este lo más cerca posible para el operador, por lo que se procedió a implementar un sistema de rotulación de lubricación.

Se ubica el rotulo, en un lugar visible, los mecanismos lubricados de los equipos, con el fin de identificar de manera precisa el tipo de lubricante que se le debe aplicar, y la frecuencia con la cual se debe llevar acabo.

La metodología para rotular, los mecanismos lubricados de las máquinas es la siguiente:

- Especificar el número total de mecanismos de los equipos a los cuales se les va a colocar el Rótulo.

- Contar con la información de lubricación de cada uno de los componentes de las máquinas en la cual se incluya el nombre y la marca del lubricante utilizado (aceite ó grasa) y la frecuencia de lubricación.
- Fabricar el Rótulo, según el color establecido y de diferentes formas geométricas de acuerdo con la frecuencia de lubricación.
- Pegar en cada uno de los mecanismos lubricados de las máquinas el Rótulo respectivo.

#### **4.3 DETERMINACIÓN DE TAREAS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO .**

Esta claro que el mantenimiento programado (planificado) es una de las actividades clave para la implantación con existo del TPM ; sus objetivos son:

- Priorizar las actividades de mantenimiento de tipo preventivo, en comparación al mantenimiento basado en reparar los equipos con averías u otras pérdidas.
- Establecer un programa de mantenimiento efectivo para equipos y procesos.

La determinación de las tareas se basa en actividades más especializadas que se realizara por el departamento de mantenimiento para la reducción de averías y defectos.

Comprende las siguientes actividades:

- Tareas que requieren capacidades especiales
- Revisión general en la cual el deterioro no es visible desde el exterior.



- Reparaciones de equipo difíciles de desarmar y reemplazar.
- Tareas que requieren mediciones especiales.
- Tareas que padezcan riesgos sustanciales, como trabajar en lugares elevados.

#### 4.3.1 TIPOS DE TAREAS QUE DEBEN INCLUIRSE EN UN PLAN DE MANTENIMIENTO

Es posible agrupar las tareas o trabajos de mantenimiento que pueden llevarse a cabo a la hora de elaborar un plan de mantenimiento. Su agrupamiento y clasificación puede ayudarnos a decidir qué tipos de tareas son aplicables a determinados equipos para prevenir o minimizar los efectos de determinadas fallas.

**Tipo 1: Inspecciones visuales.** Las inspecciones visuales siempre son rentables. Sea cual sea el modelo de mantenimiento aplicable, las inspecciones visuales suponen un coste muy bajo, por lo que parece interesante echar un vistazo a todos los equipos de la planta en alguna ocasión.

**Tipo 2: Lubricación.** Igual que en el caso anterior, las tareas de lubricación, por su bajo coste, siempre son rentables.

**Tipo 3: Verificaciones** del correcto funcionamiento realizados **con instrumentos propios** del equipo (verificaciones on - line). Este tipo de tareas consiste en la toma de datos de una serie de parámetros de funcionamiento utilizando los propios medios de los que dispone el equipo. Son, por ejemplo, la verificación de alarmas, la toma de datos de presión, temperatura, vibraciones, etc. Si en esta verificación se detecta alguna anomalía, se debe proceder en consecuencia. Por ello es necesario, en primer lugar, fijar con exactitud los rangos que entenderemos como normales para cada una de las puntos que se trata de verificar, fuera de los cuales se precisará una intervención en el

equipo. También será necesario detallar como se debe actuar en caso de que la medida en cuestión esté fuera del rango normal.

**Tipo 4: Verificaciones** del correcto funcionamiento realizado **con instrumentos externos** del equipo. Se pretende, con este tipo de tareas, determinar si el equipo cumple con unas especificaciones prefijadas, pero para cuya determinación es necesario desplazar determinados instrumentos o herramientas especiales, que pueden ser usadas por varios equipos simultáneamente, y que por tanto, no están permanentemente conectadas a un equipo, como en el caso anterior. Podemos dividir estas verificaciones en dos categorías:

- Las realizadas con instrumentos sencillos, como pinzas amperimétricas, termómetros por infrarrojos, tacómetros, vibrómetros, etc. Las realizadas con instrumentos complejos, como analizadores de vibraciones, detección de fugas por ultrasonidos, termografías, análisis de la curva de arranque de motores, etc.

**Tipo 5: Tareas condicionales.** Se realizan dependiendo del estado en que se encuentre el equipo. No es necesario realizarlas si el equipo no da síntomas de encontrarse en mal estado.

Estas tareas pueden ser:

- Limpieza condicionales, si el equipo da muestras de encontrarse sucio.

- Ajustes condicionales, si el comportamiento del equipo refleja un desajuste en algunos de sus parámetros.

- Cambio de piezas, si tras una inspección o verificación se observa que es necesario realizar la sustitución de algún elemento.

**Tipo 6: Tareas sistemáticas,** realizadas cada cierta hora de funcionamiento, o cada cierto tiempo, sin importar como se encuentre el equipo. Estas tareas pueden ser:

- Limpiezas
- Ajustes
- Sustitución de piezas

**Tipo 7: Grandes revisiones, también llamados *Mantenimiento Cero Horas, Overhaul o Hard Time***, que tienen como objetivo dejar el equipo como si tuviera cero horas de funcionamiento.

#### **4.4 DETERMINACIÓN DE FRECUENCIAS .**

La elaboración de un plan de mantenimiento puede hacerse de tres formas:

- Modo 1: Realizando un plan basado en las instrucciones de los fabricantes de los diferentes equipos que componen la planta.
- Modo 2: Realizando un Plan de mantenimiento basado en instrucciones genéricas y en la experiencia de los técnicos que habitualmente trabajan en la planta.
- Modo 3: Realizando un plan basado en un análisis de fallos que pretenden evitarse.

Las frecuencias por tanto deben ser realizadas considerando aspectos claves que ayuden a evitar fallos. Las frecuencias pueden estar categorizadas:

- Por horas
- Días
- Semanas
- Mensual
- Trimestral

- Semestral
- Anual.

#### 4.5 DETERMINACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

Los procedimientos de trabajo son los pasos a seguir para una buena ejecución de actividades específicas de mantenimiento.

Para su correcta interpretación debe constar en un lenguaje claro, comprensible como ejemplo se adjunto en anexos.

#### 4.6 FORMACIÓN DE PERSONAL

El objetivo es formar al operario para que entiendan el equipo, es decir desarrollar la habilidad de mirar la calidad de los productos y el funcionamiento del equipo y darse cuenta cuando ocurre algo anormal.

El personal de mantenimiento es le encargado de capacitar a los operarios, por cuanto es el quien genera los planes de mantenimiento autónomo.

Se recomienda aproximadamente 1 hora por semana en charlas de 30 minutos por cada operario.



Fig.27 Charla de capacitación

TABLA XXVI. PLAN DE CAPACITACIÓN PARA OPERARIOS

<b>Paso</b>	<b>Capacidad a desarrollar</b>	<b>Resultados esperados</b>
1	Habilidad para reconocer anomalías en los equipos	Desarrollar intuición para identificar anomalías
2	Habilidad para hacer mejoras	Desarrollar habilidad para hacer mejoras que eliminen anomalías
3	Comprender las funciones y mecanismos del equipo	Los operarios experimentados enseñan a los menos expertos las condiciones apropiadas de los equipos, y otros conocimientos relacionados con el equipo.
4	Filosofía del TPM, conceptos, objetivos	Mejorar su actitud, aceptar el nuevo reto.

(ver anexo 9 y 10)

#### 4.7 PROGRAMA DE MEJORAMIENTO CONTINUO

Para el mejoramiento continuo es necesario haber conformado y mantener equipos de trabajo, compuesta por 4 a 7 personas aproximadamente. Sus integrantes son aquellas personas que tienen involucramiento directo con los equipos de producción y conocen sus problemas.

La meta fundamental del equipo de mejora es la de identificar y analizar los problemas de la maquinaria y luego idear soluciones y propuestas

para su mejoramiento. Por lo cual estos equipos deben tener capacitación suficiente en técnicas de análisis y resolución de problemas, por ejemplo: análisis de pareto, diagrama causa efecto, torbellino de ideas, etc.

TABLA XXVII. PROGRAMA PARA MEJORAMIENTO CONTINUO

<u>Actividad</u>	<u>Recursos</u>
Formación de equipos de mejoramiento	Líder TPM
Revisar los datos EGE, más datos históricos e información de fallos	Registros
Analizar estado de pérdidas	Análisis de pareto, diagrama, causa efecto
Realizar propuestas de mejora	Equipo de mejoramiento

#### 4.7.1 MEJORAMIENTOS REALIZADOS

##### 4.7.1.1 Mejora de proceso elaboración pega.

###### Antecedente

El proceso de elaboración pega es crítico dentro de la línea de prefabricados lona, por lo que se ha analizado esta problemática con la intención que ayude a ser más eficiente el proceso hombre-maquina.

**Situación observada.-** El método de realzar la pega es muy rustico. La forma de pesaje de látex es muy casera.

(7 baldes de 20kg cada uno) el tanque con producto se desplaza manualmente con riesgo de lesión para el operador, o viraje del mismo.

Tiempo excesivo de batido 45 minutos, desperdicio de material

Mala imagen del área de trabajo, causando contaminación

**Solución implementada.**- En el área de elaboración pega se ejecuto un camino de rodillos para transportar tanques en el proceso de elaboración pega, y se mejoro la aleta de batido, con lo cuál se optimizo tiempos de operación.

El método es el siguiente:

- Se coloca el tanque sobre el camino de rodillos y se inicia el proceso de llenado de látex.
- El tanque es pesado por la balanza que se encuentra bajo el camino de rodillos y cuando se alcanza el peso, previamente estipulado, el tanque avanza hasta la posición siguiente, avanzando posiciones hasta al mezclador.
- La aleta de batido del mezclador mediante un sistema de tectee, cadena, bajan y se introducen en el bidón.
- Comienza la acción de mezclado el proceso de mezclado dura entre 20-25 minutos más el tiempo de preparación.
- Es decir se prepararía 4 tanques por/hora, incrementando su productividad en 150 % , dando un beneficio representativo.

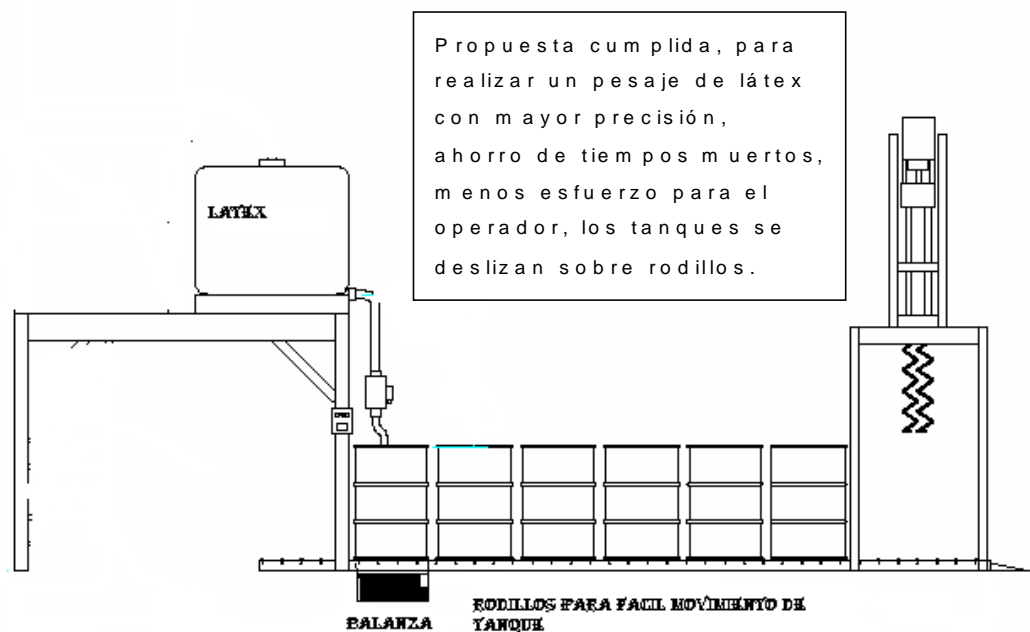
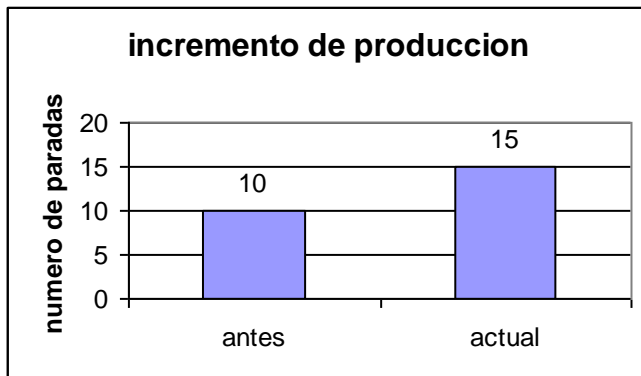


Fig.28 Implementación de camino de rodillos

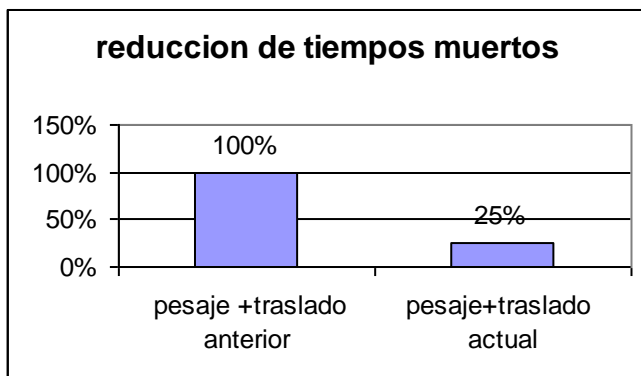
## Resultados

### BENEFICIOS TANGIBLES

Incremento en productividad



Reducción de tiempos muertos



### BENEFICIOS INTANGIBLES

- Personal más motivado por cuanto su desgaste físico es menor
- Efectos ergonómicos menores.
- Área de trabajo más ordenada y limpia.



#### **4.7.1.2 Mejora de proceso elaboración de cordón.**

##### **Antecedente.**

En este proceso de elaboración cordón es muy crítico por cuanto una falta del producto afectaría gravemente a las líneas de empaque lona y cuero.

##### **Situación observada:**

En esta área se labora con 93 maquinas de trenzado, cuya operación por tanto resulta difícil controlar, Se detecto que existe tiempos muertos, por paros de maquina, por cuanto el operador recorría toda la área de maquinas (250m<sup>2</sup>), para poder detectar que maquina debe abastecer, de carga de hilo para que continúe funcionando. Ocasionando falta de material en algunos casos por bajo rendimiento de producción.

##### **Solución implementada.**

Frente a la situación que presentaba, se creo un sistema de luces (tablero) que permita solo desde el puesto de bobinado, visualizar que maquina se encuentra detenida por falta de carga de hilo. De esta forma el operador puede responder con mayor rapidez a la alimentación de hilo. Siendo por tanto su producción más rentable.

##### **Resultados.**

###### **BENEFICIOS TANGIBLES**

Los resultados alcanzados fueron muy alegadores una reducción de tiempo improductivo de 25%, y por tanto un incremento de producción.

###### **BENEFICIOS INTANGIBLES**

Personal más motivado al ser tomado encuesta por cuanto en esta área labora personas con deficiencia auditiva, por el nivel de ruido que presenta esta área superando el estándar de 85 decibeles.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES:

- La filosofía del TPM, integra la función del área de producción de manera global, no como un fin en sí mismo, sino como un medio de reducción de costos de producción, maximizando la eficiencia de la dupla hombre-proceso productivo.
- La metodología TPM, constituye una herramienta importante que ayuda a la evaluación de pérdidas existentes en una planta, y plantea soluciones para su eliminación o reducción de las mismas. A mucho menor costo que cualquier otro programa de mejoramiento existente. Es así como se logro optimizar en el proceso de elaboración pega, mediante la detección de oportunidades de mejora, con resultados significativos.
- De igual forma con el sistema de visualización aplicado en la unidad de elaboración pasador, reduciendo en ambos casos tiempos muertos. Y un incremento en producción.
- En el TPM el pilar fundamental lo constituye el mantenimiento autónomo, por cuanto el personal operativo bien capacitado es el protagonista principal, ya que con su aporte minimiza las pérdidas.
- En el TPM las tareas de mantenimiento preventivo y predictivo, bien planificadas, identificadas y clasificadas para mantenimiento autónomo y especializado, son prioridad para mantener las condiciones óptimas de los equipos. Por lo que con la

reestructuración de estas tareas será más efectivo el cumplimiento de las mismas.

- Con la aplicación de la filosofía del TPM en la sección Iona, se a determinado como una falencia a resaltar es, en la toma de datos, para la correcta medición de pérdidas (Tiempos improductivos).
- La pérdida presente de mayor incidencia, en este análisis, bajo la metodología del TPM refiere a rendimiento que se encuentra en 87% , del total de las pérdidas encontradas.

## 5.2 RECOMENDACIONES :

### A LOS EMPRESARIOS Y GERENTES :

- Algunos empresarios aseguran que el capital es el recurso esencial para el desarrollo industrial, y otros mencionan a la tecnología como el factor que incrementa la misma. Si bien estos recursos son importantes, el capital puede ser desperdiciado por las personas y la tecnología no sirve de nada sin personas que se comprometan y aprendan a utilizarla bien. Por lo que se recomienda una inversión en capacitación del nivel operativo en temas de mantenimiento autónomo, como herramienta de mejoramiento continuo.

### AL PERSONAL DE PRODUCCIÓN :

- Los operadores por su parte, tienen la oportunidad de hacerse cargo de su nuevo papel y por tanto estar mejor preparados en un mercado laboral que ha comenzado ya a requerir esa clase de experiencia. Al mismo tiempo están contribuyendo a asegurar su fuente de trabajo. Y no hay duda de que a medida que aprendan más acerca de su equipo, mejores posibilidades hay de que

puedan detectar una condición anormal en cuanto ésta se presenta.

#### AL PERSONAL DE MANTENIMIENTO ;

- Dejar de lado el egoísmo, y transferir tareas elementales de mantenimiento preventivo a personal de producción, con lo que se pueden dedicar más tiempo a realizar mejoras en equipos. Mediante también una capacitación más especializada.

#### A LOS PROFESIONALES DE MANTENIMIENTO :

- Investigar sobre las últimas tendencias en el campo de mantenimiento para una aplicación acorde a las realidades presentes en cada empresa, con el propósito de convertir los departamentos de mantenimiento no en gasto sino en ahorros claves al reducir pérdidas.

#### A LA UNIVERSIDAD :

- Incrementar en sus pensums académicos la materia de TPM, por cuanto refleja un importante contenido para su aplicación, dentro del mantenimiento industrial.

#### A LA EMPRESA PISA :

- De las experiencias adquiridas en las empresas que han implantado exitosamente el TPM, las ventajas son muy halagadoras, por lo que se recomienda su implantación total en la empresa.

- La capacitación en esta nueva forma de gestionar el mantenimiento es importante, por lo que una inversión para su buena interpretación y aplicación es importante.
  
- Con el propósito de evitar malos entendidos entre personal de mantenimiento y de producción, es necesario realizar reuniones previas para una correcta implantación, explicando sobre la importancia de este nuevo proyecto de mejoramiento.
  
- Retomar los grupos de mejoramiento para actuar en la utilización de esta importante herramienta de mejoramiento como lo es el TPM.
  
- El anhelo como empresa, debe ser alcanzar el premio internacional TPM.

**BIBLIOGRAFÍA :**

- TAVARES, L. Administración Moderna de Mantenimiento. Río de Janeiro: Publicaciones Novo Polo, 1999.
- HARTMANN, E. TPM Para Empresas No Japonesas. 2da ed. Pittsburgh: Tpm Press, Inc., 1999.
- KOBAYASHI, I. 20 Claves Para Mejorar La Fábrica. Madrid: TGP-Hoshin, 1993.
- NAKAJIMA, S. Introducción Al TPM. 3ra ed. Madrid: Tecnologías de Gerencia y producción, 1993.
- NACHI, F. Despliegue del TPM. Madrid: TGP, Hoshin, 2000.
- KUNIO, S. TPM Para Mandos Intermedios de Fábrica, Madrid: TGP, Hoshin, 1994.
- CUATRECASAS, L. Hacia la Competitividad a Través de la Eficiencia de Los Equipos de Producción TPM. Barcelona: Ediciones Gestión 2000 SA, 2003
- GOLDRATT, E. LA META. 2da ed. Monterrey: Ediciones Regiomontanas, 2004

**LINKOGRAFÍA:**

-EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS

W W W . c e r o a v e r i a s . c o m .

2008-11-20

-COSTOS Y BENEFICIOS DEL TPM

W W W . k l a r o n . n e t

2009-01-15

# A N E X O S



## ANEXO -1

DATOS Y CARACTERÍSTICAS DE MÁQUINA TROQUELADORA  
AUTOMÁTICA

FICHA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS					
MARCA:	ATOM	MODELO:	530BPCE	REF:NAOA132B	
PROVEEDOR	ATOM	SERIE	S5CN	AÑO FABRICACIÓN:2007	
MATRÍCULA:	10041195			PAÍS:	ITALIA
CARACTERÍSTICAS GENERALES					
POTENCIA :	T/Kw . 25				
BAR :	205				
PRESIÓN DE AIRE :	7 bar				
MOTOR					
MARCA:	MWM	RPM	2000		
VOLTAJE	240-220	FACTOR P	0,86		
AMPERIOS	18,7	AÑO	2005		

## ANEXO . 2

PROCEDIMIENTO DE REEMPLAZO DE BANDA DE ALIMENTACIÓN DE  
MATERIAL

<b>REEMPLAZO DE BANDA DE TRANSPORTE DE MATERIAL</b>	
<b>FRECUENCIA: CADA 4 MESES</b>	
<b>ítem</b>	<b>procedimiento</b>
1	Verificar que el cabezal este ubicado al lado izquierdo de la máquina.
2	Apagar la máquina sistema eléctrico (off)
3	Cerrar la válvula de control de paso de aire.
4	Desmontar el protector superior y lateral
5	Actuar en el gato mecánico existente en el punto medio de la máquina para equilibrar el peso de la máquina.
6	Retirar la mesa posterior de soporte de material.
7	Desmontar el micro interruptor de seguridad, lado derecho de la máquina.
8	Desmontar el extremo de las pinzas (pistón neumático)
9	Retirar desmontar el soporte derecho de la máquina (retirar los 2 separadores)
10	Retirar el grupo de centrado de la banda. (lado derecho)
11	Aflojar la tensión de la banda (actuar en los tensores existente en los rodillos)
12	Retirar la banda deteriorada.

## ANEXO 3. HERRAMIENTAS REQUERIDAS.

HERRAMIENTAS REQUERIDAS
▪ juego de hexagonales
▪ destornillador grande
▪ martillo de goma
▪ llaves de boca
▪ llave de corona
▪ martillo

## ANEXO .4

## PLAN DE LUBRICACIÓN MÁQUINA AUTOMÁTICA CNC

Ptos	TAREAS	LUBRICANTES	FRECUENCIA	REALIZA	HORA
1	Reemplazo de aceite de carter	(ISO 46,3.5 gr.- 4 gr Engler a 50 gr) Shell tellus 46	5000 hrs.	mantenimiento	10 am sábado
2	Engrase de engranajes	S k f 3	200 hrs.	producción	10 am sábado
3	Engrase de puntos de engrasadores	S kf3	200 horas	producción	10 am sábado
4	Verificar nivel de aceite	AGIP O so 46	semanalmente	producción	10 am

## ANEXO 5.

## BANCO DE TAREAS MÁQUINA TROQUELADORA AUTOMÁTICA

## BANCO DE TAREAS

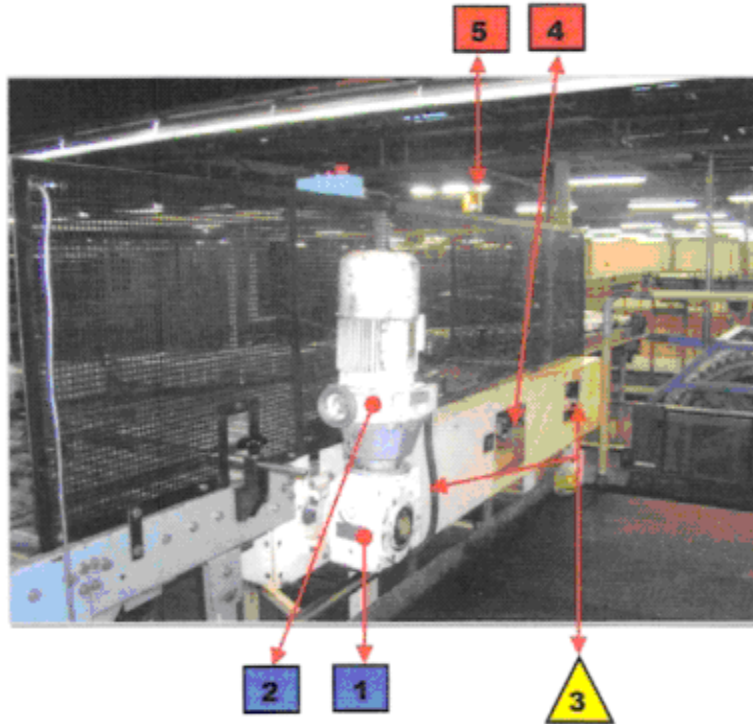
Descripción operación	tiempo minutos
Revisar y limpiar tablero eléctrico	20
Revisar conexiones eléctricas	15
Revisar ajuste de pernos	20
Revisar finales de carrera	10
Revisar sensores: posición, no-Of.	20
Revisar nivel aceite hidráulico depósito	10
Revisar bomba sistema hidráulico	120
Revisar motor sistema Hidráulico	120
Cambiar aceite hidráulico del depósito	60
Revisar interior de contactores	100
Cambiar filtro de aceite aspiración/retorno	60
Revisar cilindro de la mesa	120
Revisar válvulas de distribución	30
Revisar lapas de la base, ajuste	20
Revisar matrimonio: caucho, chaveta	60
Controlar y limpiar los filtros de aire del interior del armario	30

## ANEXO 6 LISTA DE REPUESTOS CRÍTICOS

ITEM	DESCRIPCIÓN DE REPUESTO
1	Banda de transporte de material
2	Interruptor de proximidad
3	Fotocélula
4	Interruptor de proximidad f.c. troquelado
5	Serie de fusibles
6	Interruptor de seguridad
7	Pareja de bobinas por electro válvula elevada de presión
8	Serie de tarjetas electrónicas
9	Accionamientos 11/15/15
10	Alimentador por accionamiento



ANEXO 8. PUNTOS DE LUBRICACIÓN



PUNTO	DESCRIPCION	LUBRICANTE	PERIODO DE LUBRICACION				
			Dia	Sema.	Mes	Seme.	Anual
1	REDUCTOR	ACEITE MI 01			C		Ca
2	VARIADOR	ACEITE MI 01			C		Ca
3	4 ENGRASADORES DE RODAMIENTOS	GRASA MI 01		Lg			
4	VASO LUBRICADOR NEUMATICO	ACEITE MI 09	C				
5	VASO DE GOTEO DE CADENAS	ACEITE MI 09	C				

Observaciones: REDUCTOR Y VARIADOR REALIZAR CONTROL NIVEL CADA 2 MESES  
VASO LUBRICADOR NEUMATICO Y VASO GOTEO DE CADENAS REALIZAR CONTROL NIVEL CADA 48 Hs.

Operaciones:		
Ca- Cambio de aceite	Lg- Lubricación con aceite	C- Control aceite/grasa
Cg- Cambio grasa	Lg- Lubricación con grasa	A - Análisis



## ANEXO 9. PLAN DE CAPACITACIÓN PARA OPERARIOS

## DATOS GENERALES

**ÁREA DE FORMACIÓN:** MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

**DIRIGIDO A:** OPERADORES DE SECCIÓN LONA

**OBJETIVO GENERAL:**

ENSEÑAR A LOS OPERARIOS COMO MANTENER SUS EQUIPOS POR MEDIO DE LA REALIZACIÓN DE CHEQUEOS DIARIOS, LUBRICACIÓN, REPOSICIÓN DE ELEMENTOS, REPARACIONES PEQUEÑAS, CHEQUEOS DE PRECISIÓN Y LIMPIEZA

CONTENIDO	TIEMPO/HORAS
ESTRUCTURA DEL EQUIPO -MÁQUINA SUS FUNCIONES, AJUSTES CORRECTOS Y SU USO, PUNTOS CON PROBLEMAS ESTRUCTURALES, Y PUNTOS DE INSPECCIÓN DIARIA	8
LA IMPLEMENTACIÓN DE AYUDAS O CONTROLES VISUALES EN: -LUBRICACIÓN -APRIETE DE TUERCAS Y PERNOS EN SISTEMAS: -NEUMÁTICOS, -HIDRÁULICOS PARÁMETROS CRÍTICOS DE CONTROL DE PROCESO -SISTEMAS DE TRANSMISIÓN; CORREAS (BANDAS); CADENAS	16
CONFECCIÓN DE ESTÁNDARES DE LIMPIEZA (INSPECCIÓN) Y LUBRICACIÓN	24
LUBRICACIÓN APLICADA, BÁSICA. TIPOS DE LUBRICANTES SELECCIÓN DE LUBRICANTES.	8
INSTRUCCIÓN BÁSICA SOBRE: - NEUMÁTICA - HIDRÁULICA - CIRCUITOS ELÉCTRICOS - LA UNIDAD BÁSICA DE MANTENIMIENTO (FRL), FILTRO, REGULADOR, LUBRICADOR.	24
<b>TOTAL</b>	<b>80 HORAS</b>

ELABORADO POR: LV

ANEXO 10. PLAN DE CAPACITACIÓN PARA PERSONAL DE  
MANTENIMIENTO

**DATOS GENERALES**

**ÁREA DE FORMACIÓN:** MANTENIMIENTO TÉCNICO

**DIRIGIDO A:** TÉCNICOS SECCIÓN LONA

**OBJETIVO GENERAL:**

MEJORAR DESTREZAS PARA UNA CORRECTA EJECUCIÓN DE TAREAS DE  
MANTENIMIENTO.

CONTENIDO	TIEMPO/HORAS
<p>PERNOS Y TUERCAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ELEMENTOS BÁSICOS SOBRE CONEXIONES CON PERNOS Y TUERCAS.</li> <li>2. COMO EVITAR AFLOJAMIENTOS</li> <li>3. MANEJO DE HERRAMIENTAS Y EQUIPO DE MANTENIMIENTO</li> </ol>	24
<p>LLAVES DE AJUSTE:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. TIPOS Y USO APROPIADO DE LLAVES Y CLAVIJAS</li> <li>2. ORDENAR Y ENCAJAR LLAVES Y CLAVIJAS</li> <li>3. TÉCNICAS PARA RETIRAR LLAVES Y CLAVIJAS</li> </ol>	24
<p>MANTENIMIENTO DE EJES Y COJINETES:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ENCAJE DE EJES Y CUBOS</li> <li>2. MONTAJE DE RODAMIENTOS Y OPERACIONES DE PRUEBA</li> <li>3. LUBRICACIÓN CAJAS DE EJES Y PROBLEMAS RELACIONADOS.</li> </ol>	24
<p>EQUIPO DE TRANSPORTE:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. BÁSICO SOBRE UNIDAD PIÑÓN ARRASTRE</li> <li>2. BÁSICO SOBRE UNIDAD DE TRANSMISIÓN POR CADENA</li> <li>3. BÁSICO SOBRE SISTEMA DE FRENO.</li> </ol>	24
<p>MÉTODO DE ESTANQUEIDAD:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. IMPORTANCIA Y TÉCNICAS BÁSICAS DE ESTANQUEIDAD.</li> <li>2. TIPOS Y JUNTAS</li> <li>3. MONTAJE DE ANILLOS EN TUBOS CON FILETEADO CÓNICO Y REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE PRESIÓN.</li> </ol>	24
<b>TOTAL</b>	<b>120 HORAS</b>



## ANEXO .12 INDICADORES DE EFICACIA DE PLANTA

Indicador	Fórmula	Meta	Intervalo
Disponibilidad	$\frac{(\text{Tiempo de operación}-\text{Tiempo perdidos})}{\text{tiempo de operación}} \times 100$	90% o más	Semanal
Tasa de rendimiento	$\frac{\text{Tasa media actual de producción}}{\text{tasa de producción estándar}} \times 100$	95% o más	Semestral
Tasa de calidad	$\frac{\text{Volumen de producción} - (\text{defectos} + \text{reprocesos})}{\text{volumen de producción}} \times 100$	99% o más	Mensual
Eficacia global de planta	$\text{Disponibilidad} \times \text{tasa de rendimientos} \times \text{tasa de calidad}$	80-90 %	Semestral

## DATOS BIOGRÁFICOS

### DATOS PERSONALES

**Nombres y apellidos.:** Luís Fernando Villacreses Gamboa

**Fecha de nacimiento:** 29 Mayo 1966

**Lugar de nacimiento:** Ciudad de Ambato-Parroquia la Matriz

**Cédula de identidad:** 180209955-4

**Estado Civil:** Casado

**Teléfono:** 02452011/094491234

**E-mail:** [lvillacreses007@yahoo.es](mailto:lvillacreses007@yahoo.es)

### FORMACIÓN ACADÉMICA

**Primaria:** Escuela Fiscal Nicolás Martínez

**Secundaria:** Instituto Superior Técnico Docente Guayaquil

Bachiller Técnico en Mecánica Industrial

**Superior:** Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Tecnólogo en Mantenimiento Industrial

Egresado de Ingeniería de Mantenimiento

### FORMACIÓN COMPLEMENTARIA

- Segundo Congreso Internacional de Ingeniería de Mantenimiento
- Seminario de Mantenimiento Productivo Total
- Curso Internacional de Calderos
- Optimización y Control de Procesos Industriales

- Formación de auditores internos ISO 9001-2000
- Planificación y control de la Producción
- Control Estadístico de procesos
- Desarrollo de Habilidades de Supervisión

#### EXPERIENCIA PROFESIONAL

- Compañía De Montajes Industriales CMI Santos  
Coca Payamino  
Asistente Técnico
- Industria Acero De Los Andes.  
Quito  
Asistente De Mantenimiento
- Insotec  
Riobamba  
Asesor Técnico, Supervisor De Servicios Tecnológicos
- Secap  
Ambato  
Instructor Técnico
- Plasticaucho Industrial  
Ambato  
Supervisor De Producción

