

57
2 ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**MANTENIMIENTO AUTONOMO APLICADO A UN
ALMACEN DE REFACCIONES**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
(AREA MECANICA)

P R E S E N T A :
GONZALO MARTINEZ MEDINA

DIRECTOR DE TESIS: ING. RICARDO AMOR MEDINA
CO DIRECTOR DE TESIS: ING. JESUS AVILA ESPINOSA



MEXICO, D. F.

1999

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Ricardo Amor y al Ing. Jesús Avila por acceder a ser parte de este trabajo.
A la Ing. Perla Fernández, Ing. Héctor Mejía, Ing. Jesús Rovirosa e Ing. Gustavo Valeriano por las
prisas.

A mi padre por estar siempre a mi lado.
A mi mamá por creermé y ayudarme cada vez que me dejé.
A Max por su apoyo electrónico.

Especialmente a Beatriz, mi esposa, que sin su ayuda, comprensión, paciencia, trabajo, apoyo y amor
este trabajo definitivamente no estaría terminado.

Gracias,
Gonzalo.

CONTENIDO

Introducción	1
Capítulo 1. Necesidades actuales de un ingeniero	
1.1 Crecimiento personal	3
1.2 Herramientas de ayuda	6
Capítulo 2. Mantenimiento Productivo Total (MPT o TPM)	
2.1 Introducción	9
2.2 Origen y desarrollo de TPM	10
2.3 Características especiales para la implantación de TPM	11
2.4 Definición de TPM	12
2.5 Manejo del equipo en las industrias de proceso	13
2.6 Desarrollo de TPM	13
2.7 Actividades fundamentales del desarrollo e implantación de TPM	18
Capítulo 3. Mantenimiento Autónomo (MA)	
3.1 Metas de MA	23
3.2 Clasificación y asignación de tareas de mantenimiento	24
3.3 Establecer condiciones básicas en los equipos	26
3.4 Implementación de MA paso a paso	32
3.5 Preparación de un plan maestro de MA	45
3.6 Auditorias de MA	48
Capítulo 4. MA aplicado a un almacén de refacciones	
4.1 Introducción	49
4.2 MA para procesos administrativos	49
4.3 MA aplicado a un almacén de refacciones	51
Conclusiones	105
Anexos	111
Bibliografía	133

INTRODUCCION

Con el Tratado de Libre Comercio de América del Norte en pleno, las industrias mexicanas se encuentran en una situación donde se ven obligadas a competir en el ámbito internacional. Esto provoca que deban estar mejor preparadas para poder competir exitosamente en mercados internacionales. En una industria, el ingeniero recién egresado tiene la oportunidad para desarrollarse profesionalmente en varias áreas. La razón y el objetivo de escribir sobre este tema es concientizar al futuro egresado de la carrera de ingeniería mecánica las necesidades y requisitos que hay que cumplir hoy en día para poder salir adelante en dichas áreas.

Requisitos como el conocimiento de ciertas reglas no escritas acerca del comportamiento en una industria y el conocimiento de una nueva herramienta de trabajo que al ser usada arroja grandes resultados. Es importante percatarse que las industrias mexicanas buscan ingenieros polivalentes, ingenieros que sepan tanto arreglar una máquina, como arreglar un proceso o tratar con problemas laborales. Es un hecho, que las oportunidades de meter las manos a las máquinas van a ser dejadas a personas expertas, a técnicos con experiencia. Pero es obligación del ingeniero conocer el problema y cómo arreglarlo para poder indicar la forma correcta en que se debe proceder.

Se revisarán las necesidades actuales del ingeniero, en donde nos daremos cuenta que para poder salir adelante hoy en día no son suficientes los conocimientos exclusivos de la ingeniería, sino también la necesidad de inter relacionarse con las demás áreas productivas y administrativas en el lugar de trabajo. Otro punto importante a ser considerado por los recién egresados, es la necesidad de siempre estar al día y siempre estar buscando herramientas que ayudarán a mejorar los procesos y la eficiencia de nuestro trabajo. Por lo anterior, este trabajo plantea ciertas reglas utilizables para los recién egresados y exponer una nueva metodología utilizada en plantas industriales.

El primer capítulo se enfoca a entender las necesidades actuales de las industrias. Se habla de pequeñas reglas no escritas que deben ser acatadas por los ingenieros de nuevo ingreso, reglas que les permitirán convertirse de manera más rápida en ingenieros productivos para sus industrias. También se habla de las nuevas herramientas que pueden ser utilizadas en dichas industrias con el objetivo de

Introducción

facilitar el trabajo de los ingenieros y de brindar mejores resultados, herramientas como Mantenimiento Preventivo (MP), Mantenimiento Predictivo (MPd o MF) y Mantenimiento Productivo Total (MPT o TPM).

En el segundo capítulo se enfoca una de las nuevas herramientas que ha probado ser de gran utilidad para industrias americanas y japonesas en el área de producción, eficiencia, mejoras generales e involucramiento total del personal, esta herramienta es Mantenimiento Productivo Total (TPM "Total Productive Maintenance"). Se habla de sus inicios, de sus beneficios tangibles e intangibles y de las características especiales de las industrias que hacen que TPM sea un éxito al ser aplicado. Se explica cómo implantar dicha metodología, sus cuatro fases y sus doce pasos necesarios para lograr los objetivos, así como la explicación de sus actividades o pilares fundamentales.

En el tercer capítulo se habla de uno de los pilares más importantes de TPM, el pilar de Mantenimiento Autónomo (MA); un pilar que, al ser aplicado, arroja grandes resultados en periodos cortos de tiempo. Se habla de sus metas y de los pasos necesarios para poder implantar dicho pilar en un lugar de trabajo.

El capítulo 4 habla de la implantación de MA a un almacén de refacciones en una planta industrial. Explica MA para procesos administrativos, procesos en donde además de máquinas y tecnología mecánica, se utiliza mucho manejo de información y procesos administrativos. En la segunda parte del capítulo cuatro se expone la implantación, paso a paso, de MA a un almacén de refacciones; junto con las gráficas, explicaciones, auditorías y resultados de la aplicación de este pilar.

Finalmente, las conclusiones de haber aplicado MA a un almacén de refacciones mecánicas, los aprendizajes, los errores y los pasos a seguir para poder llevar dicho almacén y dicha industria a la implantación total de TPM, Mantenimiento Productivo Total.

CAPITULO 1. NECESIDADES ACTUALES DE UN INGENIERO

Conforme el paso de los años, los requisitos que una empresa pide a sus empleados son cada vez mayores: estudios especializados, experiencia laboral, conocimiento de nuevas herramientas administrativas para facilitar y realizar el trabajo de manera más eficiente, etc. Actualmente, uno de los empleos en donde un ingeniero puede desarrollar sus habilidades al 100% es en una planta productiva como Ingeniero de Planta. Sin embargo, dichos empleos se reservan para ingenieros con experiencia, conocimiento de otras áreas y conocimiento de herramientas administrativas (metodologías). Surge la pregunta, ¿cómo puede llegar a ser un ingeniero recién egresado, Ingeniero de Planta? La respuesta es sencilla: satisfaciendo los requisitos de la empresa para ser Ingeniero de Planta. Y ¿cómo poder llenar esos requisitos sin tener experiencia laboral? Entendiendo las necesidades actuales de un ingeniero, en el área de crecimiento personal y en el conocimiento de las nuevas herramientas de ayuda. A lo largo del presente capítulo se explican estas dos necesidades y se detalla la importancia de conocerlas a tiempo. Necesidades que se han detectado por Ingenieros de Planta con experiencia y que no se incluyen en las enseñanzas universitarias.

1.1 CRECIMIENTO PERSONAL

El comenzar a trabajar después de acabar una carrera profesional puede no ser lo esperado si no se esta consciente de los retos que esto implica. Resulta sorprendente que hoy en día el principal obstáculo con el que se topa un ingeniero recién egresado, es de carácter personal o administrativo en lugar de técnico. Un ingeniero se puede meter en problemas rompiendo las leyes no escritas de conducta profesional que cometiendo un error en las leyes de la ciencia. Es muy claro que un recién egresado debe saber comportarse en su nueva empresa, debe saber tratar a toda la gente y debe saber tratar los problemas administrativos también o mejor que los problemas técnicos a los que se ve enfrentado. Al salir de la carrera, enfrenta situaciones desconocidas en donde su comportamiento y decisiones afectan su futuro, es por eso que resulta muy importante saber atacar esos problemas. A

continuación una serie de puntos que se deben tener en cuenta al egresar de la universidad e ingresar en un nuevo trabajo para poder sobresalir. Cabe mencionar que estos puntos resultan a veces obvios, sin embargo, en ocasiones no se cumplen y su falta de cumplimiento puede llevar a enfrentar problemas mucho mayores que el de una simple máquina descompuesta.

- *Por más insignificante que resulte la primera asignación en el trabajo, es necesario ejercer en ella todo el empeño y esfuerzo* (King, 1984: 2). Recién egresado de la universidad se piensa que se puede manejar una planta entera y que un trabajo pequeño no es digno. Pero cuidado; el empeño que se le asigne a dicho trabajo podrá ser un factor de mucho peso para futuras tareas. Los primeros trabajos en una empresa son las asignaciones más vigiladas por los superiores.
- *Siempre hay una recompensa cuando se tiene la habilidad de cumplir con los objetivos* (King, 1984: 3). Esta es una habilidad que se puede adquirir mediante tres factores principales: energía, ingenio y persistencia. La energía se nota en alguien que siempre quiere empezar los trabajos, alguien con iniciativa que cuenta con el empuje necesario para mover un proyecto. El ingenio se nota cuando una persona no se cierra a una sola opción, sino que siempre cuenta con alternativas para llegar al resultado final; y la persistencia, cuando pase lo que pase siempre cuenta con la tenacidad suficiente para terminar el trabajo. Esta última, es una gran falla de los nuevos ingenieros. Empiezan con gran ímpetu pero se desaniman o encuentran otro proyecto más interesante.
- *Un ingeniero sin experiencia, tiende a pensar que solo debe poner el pedido y las demás gentes realizarán el trabajo sin supervisión alguna* (King, 1984: 3). El hecho es que la mayoría de los trabajos avanzan proporcionalmente al seguimiento que se les dé. Es necesario planear, investigar, promover y hacer que cada paso del proceso sea lo más sencillo posible.
- *Es necesario plasmar todas las instrucciones y acuerdos por escrito* (King, 1984: 4). No hay que asumir que el trabajo se hará o el acuerdo se cumplirá solo por la palabra de alguien. Mucha gente tiene mala memoria o tienen muchas cosas en mente que lo hacen no darle importancia al trabajo. Un acuerdo por escrito siempre tendrá más peso e importancia que un acuerdo verbal.
- *Evitar cambiar de opinión constantemente* (King, 1984: 4). Esto es algo muy importante sobre todo cuando se tiene gente a cargo y se es nuevo en el ámbito de trabajo. Es mejor dar tiempo para poder analizar todos los hechos y tomar una decisión más tarde, que tomar una decisión inicial y después cambiarla.

Necesidades Actuales de un Ingeniero

- *Nunca hay que ser tímidos, siempre hay que exponer las ideas* (King, 1984: 4). Es muy común que por ser nuevo en el trabajo se piense que no se puede aportar nada sobresaliente. En muchas ocasiones la gente con años de experiencia necesita a alguien que no esté tan involucrado en el proceso, que no se encuentre tan abrumado con los resultados, para que le brinde su opinión de cómo se ven las cosas por afuera.
- *Antes de pedir la aprobación de un proyecto, es necesario contar con un plan y un programa de trabajo definido el cual apoye dicho proyecto* (King, 1984: 5). Todos los gerentes se niegan a aprobar un proyecto que no está ni bien planeado, ni bien pensado con respecto a los detalles prácticos. Es un error muy común en los recién egresados que se proponga un proyecto sin tener la información suficiente para respaldarlo.
- *Es necesario ser conciso y claro en los reportes orales o escritos* (King, 1984: 5). Esto resulta ser un grave problema, ya que por lo general al salir de la carrera no se está acostumbrado a escribir memorándums ni a realizar presentaciones ante el gerente de la planta. Es muy típico que se tome media hora para explicar lo que se pudo haber tomado diez minutos. También es muy típico de los ingenieros explicar las situaciones con tantas preliminares y circunstancias cuando la gente busca una respuesta directa. La tendencia es explicar la respuesta antes de darla, lo importante es dar la respuesta y después apoyarla con los hechos, juntar la máxima información pertinente en tiempo mínimo.
- *Hay que tener mucho cuidado con la veracidad de lo que se dice* (King, 1984: 7). En ocasiones, los gerentes pierden confianza en su gente cuando ésta comienza a inventar las respuestas. Es mucho más importante pedir tiempo para obtener los datos que suponer los resultados finales o aclarar el porcentaje de certeza con el que se suponen los resultados. Es muy importante contar con toda la información desde un principio y no verse obligado a postergar la solución, pero esto no siempre es posible.

Lo anterior puede ser interpretado como consejos o reglas que deben seguirse día a día por los ingenieros de nuevo ingreso. Son reglas que ayudarán al ingeniero a tener un mejor desempeño dentro de la empresa.

Es necesario darse cuenta que hoy en día hay dos tipos de ingenieros en una planta: los que sobreviven y los que empujan (Holzhauer, 1997: 1). Los sobrevivientes son gente que llevan mucho tiempo en su puesto, no sobresalen en cuanto a resultados y normalmente hacen las cosas que se les pide y lo hacen como se ha hecho por los últimos 20 años. La nueva tecnología no se encuentra dentro de su vocabulario y solamente piensan en el presente no se preocupan de lo que pasara mañana. Los que empujan, por otro lado, aportan energía, orgullo y nuevas ideas. Trabajan para convertirse en parte de la gerencia y resultan ser muy benéficos a la compañía. Es necesario que se sustituya a todos los sobrevivientes por ingenieros con buena instrucción, orientación tecnológica y con pensamientos hacia el futuro.

Nadie tiene un puesto de trabajo asegurado por toda su vida, y si se toma en cuenta los problemas económicos presentes y las reestructuraciones de las empresas, solo queda pensar en la forma de salir adelante en el trabajo (Holzhauer, 1997: 6). Cuando una compañía se ve forzada a reducir personal de trabajo, esta deja ir a las personas que se encuentran en nómina, pero que nunca han hecho cosas sobresalientes. Si desde el momento que se ingresa a una compañía se empujan las ideas y contribuciones con los intereses de la compañía, nunca habrá problemas cuando la empresa planea reducir personal.

1.2 HERRAMIENTAS DE AYUDA

Existen nuevas tecnologías o herramientas para mejorar el desempeño dentro de la empresa. Es necesario tomar en cuenta que en esta profesión no se puede quedar estancado (Dunn, 1995: 2). Es una línea de trabajo en donde los avances tecnológicos son muy grandes y hay que tomar la responsabilidad de mantenerse estudiando para ir avanzando en paralelo con la tecnología.

Actualmente, una carrera profesional no es suficiente preparación para poder entrar a una planta o fábrica y obtener resultados sobresalientes. Es necesario mantenerse informado de las herramientas de ayuda o metodologías que se han desarrollado en los últimos años. Como Ingenieros de Planta, el correcto funcionamiento de las máquinas se convierte en la prioridad número uno. Es por esto, que el Ingeniero de Planta preste particular atención al mantenimiento de dichas máquinas. En años recientes, han surgido herramientas de ayuda para poder realizar un mantenimiento adecuado y a tiempo a las

máquinas de producción. Si se quiere salir adelante como Ingenieros de Planta, hay que aprender de estas nuevas metodologías tales como Mantenimiento Preventivo (MP), Mantenimiento Predictivo (MPd) o Mantenimiento Productivo Total (TPM) (Katzel, 1995: 08).

Las compañías que hoy en día trabajan en grupo, con entrenamiento adecuado, organización adecuada, personal correcto y además entienden los requerimientos de la maquinaria, sus necesidades y sus limitaciones salen adelante. Aquellas compañías que basan su administración en gerencia reactiva se van a pique. Hay que planear y analizar, antes de actuar. Por esto, algo muy importante que deben hacer los ingenieros es trabajar en grupos. Participar en un equipo de trabajo no siempre es fácil. Cuando se trabaja en grupos, hay ocasiones en que se resuelven problemas de otra área. Lo importante en un equipo de trabajo, es tener en mente el resultado final, saber que lo importante es el beneficio global de la empresa y no del área en particular. El factor más importante es tener una visión clara y definida de dónde se quiere llevar a la organización. Por lo general la visión cambia con el tiempo y las circunstancias, pero la idea es que la visión siempre se mantenga adelante del desempeño.

Un ejemplo claro de trabajo en grupo es el que se realiza en mantenimiento. Siempre es importante que todas las áreas se vean involucradas en el mantenimiento de la maquinaria. Pero con las nuevas formas de hacer mantenimiento hoy en día, cuál es la forma adecuada de abordarlo. Si en la empresa la maquinaria debe funcionar todo el tiempo, no se puede parar la producción por una falla. Un paro de producción o tiempo muerto significa miles de dólares de pérdida para la compañía. En este tipo de compañías, mantenimiento preventivo o mantenimiento predictivo es la respuesta. Hoy en día, los costos de equipos para realizar mantenimiento predictivo han bajado, pero como en todas las cosas, una mezcla de las dos puede llegar a ser lo ideal. Esencialmente se trata de un mantenimiento confiable, el cual toma tiempo, dinero y esfuerzo para implantarlo. En realidad, mantenimiento preventivo o mantenimiento productivo solamente traerá beneficios a la compañía. Una de las herramientas de ayuda que ha sido desarrollada para el área de mantenimiento es la metodología Mantenimiento Productivo Total (TPM). Las empresas que han decidido utilizar dicha metodología han tenido grandes beneficios monetarios y laborales. En los siguientes capítulos se explica a fondo esta metodología, su origen y desarrollo y sus actividades fundamentales. Se habla de Mantenimiento Autónomo (una de las actividades fundamentales de TPM) y que se debe de hacer para implantarla. Se muestran los beneficios generales de aplicar Mantenimiento Autónomo y los beneficios particulares de aplicarlo a un almacén de

Necesidades Actuales de un Ingeniero

refacciones mecánicas, en donde se habla de los procesos administrativos y de cómo también se puede aplicar esta metodología en dichos procesos.

Con el conocimiento de las herramientas y siguiendo las pequeñas leyes no escritas en el comportamiento del ingeniero, se puede asegurar una carrera larga y productiva dentro de la empresa. El crecimiento se podrá dar de una manera más acelerada y en mejores condiciones.

CAPITULO 2. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

2.1 INTRODUCCION

Las industrias japonesas introdujeron el mantenimiento preventivo (MP o PM) porque los volúmenes y tasas de producción, calidad, seguridad y entorno dependen casi enteramente del estado de la planta y el equipo. Los sistemas de mantenimiento introducidos por las industrias japonesas han tenido un papel importante en la mejora de la calidad del producto y en la producción.

Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una estrategia que sigue al mantenimiento preventivo, es decir, va un paso adelante (Suzuki, 1994: 2). TPM surgió y se desarrolló inicialmente en la industria del automóvil y rápidamente pasó a formar parte de la cultura corporativa de empresas tales como Toyota, Nissan, Mazda y de sus suministradores y filiales. También se introdujo en otras industrias tales como electrodomésticos, microelectrónica, máquinas herramientas, plásticos, fotografía, etc.

Inicialmente, las actividades de TPM se limitaron a los departamentos directamente relacionados con las máquinas. Sin embargo, actualmente los departamentos administrativos y de apoyo, a la vez que apoyan activamente a TPM en la producción, lo aplican también para mejorar la eficacia de sus propias actividades. Los métodos de mejora TPM se están aplicando también en los departamentos de desarrollo y ventas.

Esta última tendencia muestra la creciente importancia de considerar desde la fase inicial del desarrollo no sólo los procesos y equipos de producción sino también los productos, con el objetivo de simplificar la producción, mejorar el aseguramiento de la calidad y la eficiencia y reducir el periodo de arranque de una nueva producción.

En años recientes, se ha extendido el interés por TPM fuera de Japón. Muchas industrias de Estados Unidos, Europa, Asia y Sudamérica están trabajando activamente o planean hacerlo, sobre TPM.

Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Hay tres razones principales por las que TPM se ha difundido tan rápido en la industria japonesa y ahora lo esté haciendo por todo el mundo: garantiza resultados rápidos, transforma visiblemente los lugares de trabajo y eleva el nivel de conocimiento y capacidad de los trabajadores de producción y mantenimiento (Suzuki, 1994: 2).

2.2 ORIGEN Y DESARROLLO DE TPM

La tendencia hacia la automatización, combinada con la producción "just-in-time", estimuló el interés en mejorar el manejo del mantenimiento en las industrias. Esto dio origen a un enfoque exclusivamente japonés denominado Mantenimiento Productivo Total (TPM), una forma de mantenimiento productivo que involucra a todos los empleados.

Las compañías que adoptan esta metodología logran grandes resultados. Disminución de fallas y paros menores en las máquinas, disminución en defectos de calidad, aumento de la producción, reducción de inventario y, además de todo esto, promueve la participación de todos los empleados. Mediante el uso de TPM las plantas sucias, llenas de grasa y con derrames se convierten en lugares placenteros y seguros para trabajar, las cuales motivan a los trabajadores a seguir adelante. Ya que los resultados son visibles a los operadores, éstos se motivan y aumentan su participación y sus sugerencias. La gente comienza a ver TPM como parte de su trabajo, también ayuda a los operadores a entender sus equipos y a aumentar las tareas específicas que pueden manejar. Permite que ellos obtengan mayores conocimientos y aumenta la motivación y preocupación por mantener el equipo en condiciones ideales.

Figura 1. Beneficios de TPM

Beneficios Tangibles	Beneficios Intangibles
Aumento de la productividad neta: entre 1.5 y 2 veces	Logro de auto manejo pleno: los operarios asumen la responsabilidad del equipo, se ocupan de él sin recurrir a los departamentos indirectos.
Descenso del número de fallas repentinas: 90%	
Eficacia global de la planta: de 1.5 a 2 veces de anterior	Se eliminan averías y defectos y se difunde confianza
Descenso de tasa de defectos del proceso: 90%	
Descenso de reclamaciones de clientes: 75%	Los lugares de trabajo antes sucios y grasientos, son ahora limpios, brillantes y vivos
Reducción de costos de producción: 30%	
Inventarios de producto y trabajos en curso: reducción a la mitad	Se ofrece una mejor imagen a los visitantes y clientes
Sugerencias de mejora: de 5 a 10 veces más que antes	

(Suzuki, 1994: 5)

Mantenimiento Productivo Total (TPM)

TPM ayuda a los operarios a entender su equipo y amplía la gama de tareas de mantenimiento que pueden practicar. Les da oportunidad de adquirir conocimientos. Refuerza la motivación, genera interés y preocupación por el equipo y alimenta el deseo de mantener el equipo en condiciones óptimas.

2.3 CARACTERISTICAS ESPECIALES PARA LA IMPLANTACION DE TPM

A continuación ciertas características que indican donde puede ser necesario la implantación de TPM. *Industrias que tengan:*

Diversidad de equipos. Los procesos de producción consisten en una combinación de operaciones unitarias tales como la pulverización, disolución, reacción, filtración, absorción, concentración, cristalización, separación, moldeo, secado, calentamiento y cribado; junto con el manejo y transporte de diversas sustancias. Las instalaciones incluyen unidades estáticas tales como columnas, tanques, intercambiadores de calor, calderas y hornos; maquinaria rotativa, bombas, compresores, motores y turbinas; y la tubería y sistemas eléctricos e instrumentación que conectan el conjunto.

Uso de equipo estático. La naturaleza especial de estos equipos requiere actividades que se centren en la relación entre las condiciones de proceso y la calidad del producto e incluyen técnicas para diagnosticar la corrosión, grietas, quemaduras, obstrucciones, fugas, etc.

Control centralizado y pocos operarios. Muchas industrias tienen una producción integrada y continua con control centralizado de grandes complejos de equipos. A menudo, una amplia gama de equipos está controlada por unos pocos operarios.

Uso común de unidades de reserva y conexiones de derivación. Para aliviar los efectos de las averías, es una práctica estándar instalar equipos de reserva, conexiones de derivación, etc.

Entorno de trabajo deficiente. Los productos intermedios y finales manejados en las industrias usualmente consisten en cargas de materiales en polvo, líquidos o sólidos. En este contexto, se considera inevitable que el entorno de trabajo se ensucie como resultado de la dispersión de partículas, derrames, fugas etc., condiciones que con frecuencia causan problemas en los equipos.

Mantenimiento con paro de máquinas. El mantenimiento a máquina parada es una característica distintiva de las industrias. Cuidadosamente planificado, y sistemáticamente ejecutado, el mantenimiento con paro general se considera el modo más eficaz de evitar las averías. Sin embargo, como este tipo de mantenimiento consume un tiempo considerable y es muy intensivo en mano de obra, es también costoso. Encontrar el modo más eficaz de realizar el mantenimiento con paro de instalaciones es siempre una preocupación.

2.4 DEFINICION DE TPM

Como las actividades de TPM fueron contempladas por primera vez en el entorno de los departamentos de producción, TPM se definió originalmente por el “Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM)” incluyendo las siguientes cinco estrategias:

1. Maximizar la eficacia global que cubra la vida entera del equipo.
2. Establecer un sistema de mantenimiento preventivo (PM o MP) global que cubra la vida entera del equipo.
3. Involucrar a todos los departamentos para que planifiquen, usen y mantengan los equipos.
4. Involucrar a todos los empleados desde la alta dirección a los operarios directos.
5. Promover el MP motivando a todo el personal.

Sin embargo, TPM se aplica por toda la empresa, abarcando los departamentos de desarrollo del producto, así como los administrativos y de ventas. Para reflejar esta tendencia, el JIPM introdujo en 1989 una nueva definición de TPM, con los siguientes componentes estratégicos:

1. Crear una organización corporativa que maximice la eficacia de los sistemas de producción.
2. Manejar la planta con una organización que evite todo tipo de pérdidas (asegurando los cero accidentes, defectos y averías) en la vida entera del sistema de producción.
3. Involucrar a todos los departamentos en la implantación de TPM, incluyendo desarrollo, ventas y administración.

4. Involucrar a todos, desde la alta dirección a los operarios de la planta, en un mismo proyecto.
5. Orientar las acciones hacia las “cero pérdidas” apoyándose en las actividades de los pequeños grupos.

(Nakajima, 1994: 10)

2.5 MANEJO DEL EQUIPO

El manejo de los equipos (maquinaria) tiene los siguientes tres aspectos. El primero involucra la planificación para el ciclo completo de la vida del equipo. El balance entre costos y tecnología debe realizarse contemplando la vida entera de la instalación, desde el momento en que una máquina o instalación se planifica y diseña hasta su reemplazo. El segundo aspecto se refiere al tipo de mantenimiento a realizar, esto es, el enfoque (preventivo, correctivo, predictivo, etc.) y su frecuencia (programado o no programado). Para eliminar averías, las empresas deben combinar inteligentemente estos diferentes conceptos de mantenimiento. El tercer aspecto involucra la asignación de responsabilidades para el mantenimiento, esto es, decidir qué tareas se realizarán autónomamente por los operarios de producción o por especialistas de mantenimiento. Hasta el momento, los departamentos de producción y mantenimiento atacan algunas tareas de mantenimiento independientemente y otras en colaboración. Sin embargo, la frontera es probable que esté cambiando conforme los equipos se automatizan y se requiere menos intervención de las personas. Deben considerarse también los tipos de equipos que se manejan.

2.6 DESARROLLO DE TPM

TPM se implanta normalmente en cuatro fases (preparación, introducción, implantación y consolidación), que pueden descomponerse en doce pasos (véase figura 2, pag. 14).

Figura 2- Los doce pasos de TPM

Paso	Puntos Clave
Preparación	
1. Anuncio formal de la decisión de introducir TPM	La alta dirección anuncia su decisión y el programa de introducción de TPM en una reunión interna, publicidad en revista de la empresa, etc.
2. Educación sobre TPM introductoria y campaña de publicidad	Dirección superior: grupos de formación para niveles específicos de dirección Empleados: cursos, diapositivas, ejemplos, etc.
3. Crear una organización para promoción interna de TPM	Comité de dirección y subcomités especializados Oficina de promoción de TPM
4. Establecer los objetivos y políticas básicas de TPM	Establecer líneas de acción estratégica y objetivos Prever defectos
5. Diseñar un plan maestro para implantar TPM	Desde la fase de preparación hasta la postulación para el Premio PM
Introducción	
6. Introducción y lanzamiento del proyecto	Invitar a clientes, filiales y subcontratistas
Implantación	
7. Crear una organización corporativa para maximizar la eficacia de la producción	Perseguir hasta el final la eficacia global de la producción
7-1 Realizar actividades centradas en la mejora	Actividades de equipos de proyectos y de pequeños grupos en puntos de trabajo
7-2 Establecer y desplegar programa de mantenimiento autónomo	Proceder paso a paso, con auditorias y certificando la superación de cada paso
7-3 Implantar un programa de mantenimiento planeado	Mantenimiento correctivo Mantenimiento con paro de máquina Mantenimiento predictivo
7-4 Formación sobre capacidades para mantenimiento y operación correctas	Educación de líderes de grupo que después forman a miembros de grupos
8. Crear un sistema para el manejo temprano de nuevos equipos y productos (nuevas iniciativas)	Desarrollar productos y equipos fáciles de usar y mantener
9. Crear un sistema de mantenimiento de calidad	Establecer, mantener y controlar las condiciones para obtener cero defectos
10. Crear un sistema administrativo y de apoyo eficaz	Incrementar la eficacia de los departamentos de apoyo a producción Mejorar y agilizar las funciones administrativas y el entorno de oficinas
11. Desarrollar un sistema para el manejo de la salud, la seguridad y el entorno	Asegurar un entorno de trabajo libre de accidentes y contaminación
Consolidación	
12. Consolidar la implantación de TPM y mejorar las metas	Postular para el Premio PM Contemplar objetivos más elevados

Fase de preparación (pasos 1 al 5)

Es vital elaborar cuidadosa y completamente los fundamentos para un programa de TPM. Si la planificación es descuidada, se necesitarán repetidas modificaciones y correcciones durante la

implantación. La fase de preparación inicia con el anuncio de la alta dirección de su decisión de introducir TPM y se completa cuando se ha formulado el plan maestro multianual de desarrollo de TPM.

Paso 1: La alta dirección anuncia su decisión de introducir TPM

Cuando la alta dirección formula este compromiso, debe dejar claro su intención de seguir el programa de TPM hasta su fin. Esto informa a todos los empleados y órganos empresariales que la dirección comprende el valor estratégico de TPM y que facilitará el apoyo físico y organizacional necesario para resolver los diversos problemas que inevitablemente surgirán durante la implantación.

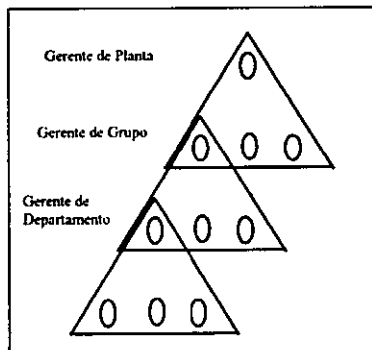
Paso 2: Educación introductoria para TPM

Antes de poner en práctica un programa de TPM debe entenderse. Para garantizar que todos comprenden las características de TPM y las razones estratégicas que han llevado a la dirección a aceptarlo, se planean seminarios externos y planes de entrenamiento internos adecuados para cada nivel.

Paso 3: Crear una organización de promoción de TPM

TPM se promueve a través de una estructura de pequeños grupos que se traslapan en toda la organización. Como se muestra en la figura 3, en este sistema, los líderes de pequeños grupos de cada nivel de la organización son miembros de pequeños grupos del siguiente nivel más elevado.

Figura 3 – Sistema de Promoción



Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Se debe establecer una oficina de promoción de TPM que se responsabilice de desarrollar y promover estrategias eficaces de promoción de TPM. Para ser eficaz, la oficina debe funcionar con personal permanente, de plena dedicación, ayudado por varios comités y subcomités. La oficina de promoción juega un papel especialmente importante en el manejo de la implantación de mantenimiento autónomo y en centrar las actividades de mejora.

Paso 4: Establecer políticas y objetivos básicos de TPM

La política de TPM debe ser parte integral de la política global de la empresa y debe indicar los objetivos y directrices de las actividades a realizar. Los objetivos de TPM deben relacionarse con la planificación estratégica de la empresa, es decir, con los objetivos de negocio a medio y largo plazo y deben decidirse solamente después de consultas prolongadas con todos los interesados, incluida la alta dirección.

Paso 5: Diseñar un plan maestro TPM

Para formular un plan maestro de implantación, hay que primero decidir las actividades a poner en práctica para lograr los objetivos de TPM. Cada empresa debe reflexionar y decidir sobre los modos más eficientes de cubrir los defasamientos entre la situación de partida y los objetivos; y entre éstos y las bases de referencia.

Las ocho actividades básicas de TPM (sus pilares tradicionales) son:

- Mejoras Orientadas
- Mantenimiento Autónomo
- Mantenimiento Planeado
- Formación y Entrenamiento
- Manejo Temprano de los Equipos (Nuevas Iniciativas)
- Mantenimiento de la Calidad
- Actividades de Departamentos Administrativos y de Apoyo

Mantenimiento Productivo Total (TPM)

- Manejo de Seguridad y Entorno

Otras actividades particularmente importantes a ciertas industrias son:

- Diagnósticos y mantenimiento predictivo
- Manejo del equipo
- Desarrollo de productos, diseño y construcción de equipos

Fase de introducción

Paso 6: Arranque del proyecto TPM

Una vez que se ha aprobado el plan maestro, puede tener lugar el arranque de TPM. Este comienzo debe perfilarse para cultivar una atmósfera que eleve la moral e inspire dedicación.

Fase de implantación (pasos 7 al 11)

Durante la fase de implantación, se realizan actividades seleccionadas para lograr los objetivos del plan maestro. Debe ajustarse el orden y plazo de las actividades de los pasos 7 al 11 para adaptarlos a las características particulares de la empresa, división, o planta. Algunas actividades pueden realizarse simultáneamente. Por ser considerados como actividades fundamentales de TPM, los pasos 7 al 11 se explicarán a detalle en el siguiente subtema.

Fase de consolidación

Paso 12: Afianzar los niveles logrados y mejorar las metas

Hay varias claves para mantener los niveles de TPM una vez logrados. Por ejemplo, crear fuertes grupos de TPM en cada nivel y dotar a una organización de promoción que ayude a integrar TPM en el trabajo diario. Es también útil un enfoque de mejora continua, revisando constantemente hacia arriba los objetivos y aceptando nuevos desafíos, como el Premio especial PM. Ninguna de estas acciones será eficaz sin el apoyo de mediciones continuas, cuidadosas y concretas.

Una empresa crece persiguiendo continuamente objetivos cada vez más elevados: objetivos que reflejen una visión de lo que la empresa quiere llegar a ser. Las empresas se están esforzando en realizar planes estratégicos que garanticen su rentabilidad en los próximos años.

2.7 ACTIVIDADES FUNDAMENTALES DEL DESARROLLO E IMPLANTACION DE TPM

Las empresas deben seleccionar y poner en práctica actividades que logren eficiente y eficazmente los objetivos estratégicos de TPM. Aunque diferentes empresas pueden seleccionar actividades ligeramente diferentes, las más comunes son las ocho descritas a continuación. Se ha podido comprobar que rinden resultados excelentes cuando se realizan apropiadamente y son el fundamento y soporte de cualquier programa de desarrollo de TPM.

Paso 7-1: Mejoras orientadas

Las mejoras orientadas son un tipo de actividad realizada por equipos de proyectos multi-funcionales compuestos por personas tales como ingenieros de producción, personal de mantenimiento y operarios. Estas actividades están pensadas para minimizar las pérdidas que se busca erradicar y que se han medido y evaluado cuidadosamente.

Las actividades de mejora orientada se enfocan a temas específicos tales como un proceso, un flujo del sistema, una unidad de la instalación o un procedimiento operativo. Por ejemplo, el diseño del proceso debe ser parte integral del desarrollo y mejora del producto.

Cuando la atención se centra estrictamente en el equipo, los equipos de proyecto documentan y analizan las pérdidas principales relacionadas con los equipos y entonces estudian cuidadosamente el equipo para identificar las condiciones que se requieren en el proceso para asegurar que se satisfacen esas condiciones.

Sin embargo, sea que la atención se centre en el proceso, el flujo del trabajo, el equipo o los procedimientos operativos, el equipo de mejora utiliza sistemáticamente los métodos de análisis de causa.

Paso 7-2: Mantenimiento autónomo

El mantenimiento autónomo, detallado extensamente en el siguiente capítulo, es una de las actividades más características de TPM. Después de que se introdujo en el Japón, procedente de Estados Unidos, el mantenimiento preventivo, se separaron formalmente las funciones de operación y las de mantenimiento. Como los operarios perdieron responsabilidades respecto al equipo, gradualmente perdieron sensibilidad respecto a su mantenimiento.

El mantenimiento autónomo practicado en TPM invierte esta tendencia. Los operarios se involucran en el mantenimiento de rutina y en actividades de mejora que evitan el deterioro acelerado, controlan la contaminación y ayudan a mejorar las condiciones del equipo.

Las actividades de mantenimiento autónomo se articulan e implantan en una sucesión de pasos y son eficaces solamente si se controla estrictamente la avance de un paso al siguiente.

Paso 7-3: Mantenimiento planeado

El mantenimiento planeado o programado abarca tres formas de mantenimiento: el de averías, el preventivo y el predictivo. Como con otras actividades de TPM, la creación de un sistema de mantenimiento planeado debe hacerse sistemáticamente, superando un paso cada vez.

La finalidad de realizar mantenimiento preventivo y predictivo es eliminar las averías, pero incluso cuando se realizan prácticas de mantenimiento sistemáticas, siguen ocurriendo fallas inesperadas. Tales fallas revelan elementos inapropiados en la planeación del tiempo y contenido de los planes de mantenimiento e indican que hay medidas ineficaces de prevención de fallas. En TPM, las actividades de mantenimiento planeado resaltan la importancia de controlar los tiempos medios entre fallos (TMEF o MTBF) y de usar ese análisis para especificar los intervalos de las tareas (calendarios de mantenimiento semanal, mensual, anual, etc.).

Paso 7-4: Formación y adiestramiento

La fuerza laboral de una empresa es un activo de gran valor y todas las empresas deben formar sistemáticamente a sus empleados. Hay que visualizar el tipo de personas que se desea formar y los

programas apropiados. En otras palabras, hay que identificar los conocimientos específicos, capacidades y habilidades de manejo que se desea tener y entonces programar la formación para lograr tal visión.

La formación debe también ajustarse para servir necesidades individuales. Hay que evaluar a cada persona para medir su grado de asimilación de los conocimientos y capacidades requeridos, e identificar sus debilidades y con todo ello programar más eficazmente la formación.

Paso 8: Manejo a tiempo de nuevos equipos y productos (nuevas iniciativas)

El manejo a tiempo de nuevos equipos incluye el manejo temprano o anticipado del equipo y del producto. La finalidad de estas actividades es lograr rápida y económicamente productos que sean fáciles de fabricar y equipos de fácil utilización. Normalmente se cubren las siguientes etapas:

- Planificación de la investigación de equipos
- Diseño de procesos
- Proyectos de equipos, fabricación e instalación
- Someter a prueba la operación
- Manejo del arranque

Los equipos de trabajo instalan las máquinas, realizan operaciones de prueba, e inician la fase de arranque. El manejo del arranque es una actividad perfilada para lograr, tan rápidamente como sea posible, las condiciones de producción estable de productos con calidad y cero defectos. En TPM, un procedimiento eficiente para el logro de una producción en gran escala y estable se conoce como "arranque vertical".

Paso 9: Mantenimiento de calidad

El mantenimiento de calidad (MC o QM) es un método para fabricar con calidad y evitar los defectos a través de los procesos y equipos. En el mantenimiento de calidad, la variabilidad de las

Mantenimiento Productivo Total (TPM)

características de calidad de un producto se controla así como la condición de los componentes del equipo que les afectan.

Las características de calidad están influenciadas principalmente por los cuatro resultados de producción: maquinaria, materiales, acciones de las personas (habilidad) y métodos. El primer paso en el mantenimiento de calidad es clarificar las relaciones entre estos cuatro factores y las características de calidad de un producto analizando los defectos de calidad.

Al aplicar un enfoque de calidad al diseño del equipo, se debe empezar identificando los componentes que afectarán a las características de calidad del producto. Estos elementos se denominan "componentes de calidad". El mantenimiento de calidad eficiente asegura la calidad muy al principio del proceso de producción.

Paso 10: TPM en departamentos administrativos y de apoyo

Los departamentos administrativos y de apoyo juegan un papel importante como soporte de la producción. La calidad y prontitud de la información que aportan estos departamentos tienen un gran efecto sobre las actividades de producción.

Las actividades de TPM realizadas por los departamentos administrativos y de apoyo no deben solamente apoyar a TPM en la planta, deben también reforzar sus propias funciones mejorando su organización y cultura. Sin embargo, en comparación con producción, no es fácil para los departamentos administrativos medir los efectos de sus actividades. Un programa de TPM en este entorno debe intentar crear una "fábrica de información" y aplicar el análisis de procesos para regular el flujo de información. Hay que pensar que los departamentos administrativos y de apoyo son plantas de proceso cuyas tareas principales son recoger, procesar y distribuir información.

Mantenimiento autónomo en los departamentos administrativos intenta que se ejecute un trabajo eficiente y libre de problemas, contemplando la acción desde dos ángulos: la función administrativa y su entorno. Puestas en práctica paso a paso, el primer conjunto de actividades reduce los costos y eleva la eficiencia mejorando los procesos administrativos. El segundo conjunto de actividades suprime los obstáculos para un trabajo eficaz ocultos en el entorno físico y psicológico.

Paso 11: Manejo de seguridad y del entorno

La seguridad y prevención de efectos adversos sobre el entorno son temas importantes en las plantas. Los estudios de capacidad de operación combinados con la formación para prevenir accidentes y el análisis de fallas son medios eficaces para tratar estos asuntos. La seguridad se promueve sistemáticamente como parte de las actividades de TPM.

Ciertos temas son particularmente importantes en el entorno de los procesos. Por ejemplo, incorporar mecanismos a prueba de errores, esto es, diseñar equipos que funcionarán con seguridad incluso aunque el personal no tome las precauciones apropiadas.

CAPITULO 3. MANTENIMIENTO AUTONOMO

Mantenimiento autónomo es una de las actividades fundamentales de TPM, por lo que a continuación se desarrolla y explica a fondo. Con MA se pueden conseguir grandes resultados en poco tiempo, consiguiendo a la vez la motivación y participación de todos los miembros de los equipos. A continuación se explica cómo implantar MA en un área de trabajo, las metas de MA, las condiciones básicas necesarias, los pasos que se deben seguir y los posibles logros y resultados.

3.1 METAS DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Todos los departamentos de producción tienen como objetivo producir artículos de calidad al menor costo y en menos tiempo. Mantenimiento autónomo incluye cualquier actividad realizada por producción que tenga como función principal el mantenimiento y el funcionamiento estable y eficiente de la planta. Las metas de mantenimiento autónomo son:

- Prevenir el deterioro de los equipos a través de un uso adecuado de éstos e inspecciones diarias.
- Restaurar el equipo a su estado óptimo.
- Establecer condiciones básicas necesarias para poder mantener el equipo en estado óptimo.

En el pasado era normal que los operarios de la planta mantuvieran su equipo revisándolo regularmente y realizando pequeños servicios. Sin embargo, durante la era del alto crecimiento industrial de los años 50 y 60, el equipo se tornó más sofisticado y complejo conforme avanzó la tecnología y las plantas se agrandaron. Con la introducción del mantenimiento preventivo, el mantenimiento del equipo se especializó considerablemente. Al mismo tiempo, se hacían considerables progresos en la automatización y centralización. Para hacer frente a las dos crisis sucesivas de los precios del petróleo, las empresas redujeron el número de operarios de planta con el fin de reducir

costos. Desde esa época hasta ahora, los departamentos de producción han jugado un papel sobre todo de supervisión, concentrándose en la producción y dejando el mantenimiento a los especialistas (Suzuki, 1994: 89).

También los avances en el campo de las computadoras han intensificado la tendencia hacia la automatización y la operación sin presencia de personal. Sin embargo, un gran obstáculo es la gran cantidad de trabajo manual que se requiere para mantener los numerosos sensores que requiere la automatización y tratar las fugas, derrames, obstrucciones y otros problemas característicos de las industrias. El personal más adecuado para resolver estos problemas es el que está en contacto con ellos en los lugares de trabajo (los operarios), por esto ha crecido la necesidad de realizar mantenimiento autónomo, en donde el operador de una máquina volverá a ser responsable de ésta.

Es muy frecuente que el área de mantenimiento y el área de producción tengan distintos objetivos que en ocasiones causan conflictos entre sí. El departamento de producción debe asumir la responsabilidad de mantener el equipo en buenas condiciones. Solo así podrá el departamento de mantenimiento realizar el mantenimiento especializado y darse cuenta que su trabajo no es hacer reparaciones simplemente, sino que debe medir y restaurar el desgaste de los equipos para que los operadores puedan usarlos.

3.2 CLASIFICACION Y ASIGNACION DE TAREAS DE MANTENIMIENTO

Las actividades de mantenimiento se dirigen a mantener la maquinaria en un estado deseado evitando y corrigiendo fallas. La figura 1 resume algunas actividades y técnicas que nos permitirán un uso adecuado y óptimo de nuestros equipos.

Figura 1- Actividades y técnicas de mantenimiento

Técnicas	Actividades
Operación normal	Operar correctamente, realizar ajustes, prevenir errores humanos
Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento día a día (condiciones de equipo básicas). Mantenimiento periódico (chequeos, inspecciones, servicios).
Mantenimiento Predictivo	Monitoreo de actividad, servicio a mediano y largo plazo.
Mantenimiento Correctivo	Reparaciones de emergencia, reparaciones repetidas.

Mantenimiento Autónomo

Por otro lado, las actividades de mejora aumentan el tiempo de vida de los equipos y disminuyen el tiempo de mantenimiento. Mantenimiento correctivo, por ejemplo, se enfoca en la mejora de la confiabilidad del equipo ya existente. Las actividades de mantenimiento preventivo promueven el diseño de nuevos equipos que serán menos costosos de operar y de mantener. Estas actividades de mejora o de mantenimiento se manejan en paralelo en tres áreas: prevenir, medir y restaurar el deterioro que sufre un equipo. El primer paso para crear un sistema de mantenimiento es dejar en claro las responsabilidades de producción y mantenimiento con el fin de evitar retrabajo u omisiones. Hay que enfatizar la importancia particular a la prevención del deterioro (la actividad de mantenimiento básica) para crear un fundamento sólido para el mantenimiento planificado y predictivo.

Actividades del Departamento de Producción

El departamento de producción se debe enfocar en prevenir el deterioro. Deberá realizar su programa de mantenimiento autónomo en las siguientes actividades (figura 2).

Figura 2. Programa de mantenimiento autónomo

Actividad	Puntos clave
1. Prevención del deterioro	<ul style="list-style-type: none">• Operación adecuada.- prevenir errores humanos• Modificaciones adecuadas.- prevenir defectos de procesos (defectos de calidad)• Establecer condiciones básicas de la maquinaria (limpieza, lubricación y ajuste)• Predecir y detectar anomalías• Registro de los mantenimientos hechos (información para el diseño de nuevos equipos)
2. Medición del deterioro	<ul style="list-style-type: none">• Inspección diaria durante la producción• Inspección periódica durante el paro de producción
3. Predicción del deterioro	<ul style="list-style-type: none">• Servicios menores.- medidas de emergencia cuando existan condiciones diferentes a lo normal y cambio de refacciones comunes• Reporte a tiempo y completo de fallas o problemas

Actividades del Departamento de Mantenimiento

Debe enfocarse en mantenimiento planeado, predictivo y correctivo; concentrándose básicamente en medir y restaurar el deterioro. Debido a que es un departamento altamente especializado su tarea no se reduce a reparar equipo dañado todo el tiempo, sino que debe aumentar el tiempo de operación de los equipos mecánicos mediante actividades diseñadas para detectar y lograr su funcionamiento óptimo.

Soporte a Mantenimiento Autónomo

Para que la maquinaria pueda trabajar sin problemas es indispensable establecer las actividades de mantenimiento autónomo y poderlas integrar dentro de los planes de mantenimiento. Los puntos o tareas más importantes son:

Figura 3. Tareas del departamento de mantenimiento

<ul style="list-style-type: none"> • Enseñar a los operadores a inspeccionar sus equipos y a preparar estándares de inspección (puntos e intervalos claves). 	<ul style="list-style-type: none"> • Dar entrenamiento en las técnicas de lubricación, estandarizar los tipos de lubricantes utilizados y preparar estándares de lubricación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Atender rápidamente los problemas de deterioro y fallas menores presentados en las condiciones básicas de los equipos.
<ul style="list-style-type: none"> • Proveer ayuda técnica en actividades de mejora, tales como la eliminación de fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Organizar monitoreos periódicos (juntas diarias, inspecciones en línea). 	<ul style="list-style-type: none"> • Preparar manuales de estándares de mantenimiento.
<ul style="list-style-type: none"> • Crear sistemas para poder guardar y medir la información de los mantenimientos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar y utilizar técnicas de análisis de fallas e implantar medidas para evitar problemas recurrentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar refacciones, herramientas e información técnica.

(Suzuki, 1994: 93)

3.3 ESTABLECER CONDICIONES BASICAS EN LOS EQUIPOS

Las actividades realizadas por producción se enfocan en la prevención del deterioro. El establecer y mantener las condiciones básicas de los equipos, a través de limpieza, lubricación y ajuste, es parte importante de la prevención.

Deterioro del Equipo

La causa principal de la mayoría de las fallas es el deterioro del equipo. Lo anterior consiste en un deterioro natural del equipo (tiempo de vida) y en un deterioro acelerado debido a la operación de equipo en un ambiente esforzado. La clave para reducir las fallas es la reducción del deterioro acelerado, para eliminar dicho deterioro es necesario establecer condiciones básicas del equipo.

Condiciones Básicas

Es necesario entender que los equipos no se descomponen por sí solos, sino que los operadores los descomponen por sus actos u omisiones, por lo que el primer paso será establecer las condiciones mínimas requeridas para que el equipo pueda correr. A partir de esto, empujamos para llevar al equipo a su estado ideal o a sus condiciones donde podrá operar correctamente.

Por ejemplo, si el foco de un proyector falla, lo reponemos inmediatamente ya que para que el proyector funcione necesita tener un foco. Sin embargo, supongamos que el foco si sirve pero da una luz muy tenue, funciona, pero solo a un nivel básico. Aún se puede utilizar el proyector cuando el foco da luz tenue, el enfoque no sirve muy bien, el lente está un poco borroso o las transparencias están sucias. En esos casos, aún cuando el proyector no cumple con sus condiciones óptimas de servicio, podemos dar una presentación. Todas las fallas se convierten en crónicas si se ignoran las condiciones óptimas de operación.

Importancia de la Limpieza

La limpieza inicial consiste en remover el polvo, mugre, grasa, aceite y otros contaminantes que se adhieren a los equipos y a sus accesorios para poder descubrir defectos ocultos. Los defectos en el deterioro de los equipos debido a problemas de limpieza son muchos, a continuación los más importantes (figura 4).

Figura 4- Defectos originados por mala limpieza

Defectos	Consecuencia
Falla	Polvo y partículas penetran en partes en movimiento, sistemas hidráulicos, neumáticos, equipos eléctricos y sensores causando falta de precisión, mal funcionamiento y fallas debido a desgaste, bloqueo, fricción y fallas eléctricas.
Defectos de Calidad	Los defectos de calidad se deben directamente a la contaminación del producto terminado o indirectamente como resultado de una falla en el equipo.
Deterioro Acelerado	Polvo y mugre acumulado hacen imposible la detección y compostura de fallas o grietas, lubricación insuficiente resulta en un deterioro acelerado.
Pérdidas de Velocidad	Polvo y mugre aumentan el desgaste y la fricción, causando disminución en la velocidad.

Puntos Claves para la Limpieza

La limpieza es un tipo de inspección, su propósito no es solamente limpiar sino que exponer defectos escondidos o condiciones anormales en los equipos.

Figura 5. Puntos clave para la limpieza

<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar a profundidad la primera vez (remover todas las capas acumuladas a través de los años) 	<ul style="list-style-type: none"> • También limpiar los accesorios de las unidades mayores (por dentro y por fuera) 	<ul style="list-style-type: none"> • No darse por vencido cuando la parte limpiada se vuelve a ensuciar, sino que tomar nota de cuanto tarda en volverse a ensuciar y de donde proviene la suciedad.
<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar el equipo regularmente como parte del trabajo diario 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar todos, absolutamente todos los huecos 	

Puntos clave para la inspección

La habilidad para reconocer e identificar deficiencias sólo puede desarrollarse a través de una extensa experiencia directa. La clave para detectar pequeñas deficiencias en las condiciones del equipo y otras anomalías es formarse un cuadro mental de la condición ideal del equipo y tenerlo presente mientras se realiza la limpieza.

Figura 6. Puntos clave para la inspección

<ul style="list-style-type: none"> • Buscar defectos visibles e invisibles, tales como holguras, pequeñas o sutiles vibraciones y ligeros sobrecalentamientos que solamente se descubren tocando. 	<ul style="list-style-type: none"> • Buscar cuidadosamente poleas y bandas desgastadas, cadenas sucias, filtros de succión bloqueados y otros problemas que probablemente conducirán a fallas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Observar si el equipo es fácil de limpiar, lubricar, inspeccionar, operar y ajustar.
<ul style="list-style-type: none"> • Asegurar que todos los aparatos de medición operan correctamente y están claramente marcados con los colores especificados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar también problemas ocultos tales como la corrosión interior en el material aislante de tuberías, columnas y tanques y las obstrucciones en el interior. 	

Limpieza diaria

Las inspecciones diarias que los operarios realizan en sus áreas son algo más que una formalidad. Aseguran que se detectan las anomalías y que se tratan tan pronto como es posible.

Mantenimiento Autónomo

La inspección diaria significa estar alerta lo suficiente como para identificar cualquier cosa fuera de lo ordinario mientras se opera el equipo o se patrulla la planta y ser capaz de tratar y de informar correctamente tales defectos. Se requiere un alto grado de capacidad y sensibilidad. La comprensión de los estándares y listas de inspección son sólo ayudas, no debe confiarse excesivamente en ellos como medios para evitar el deterioro.

La realización de inspecciones diarias verdaderamente útiles requiere estándares fáciles de entender y operarios altamente capacitados. En las siguientes figuras (7 a 13) podemos ver algunos ejemplos de puntos de inspección. Hay que recordar que solo son ejemplos y que es necesario basarse en ellos para poder sacar las listas de inspección pertinentes a cada situación.

Figura 7- Puntos de inspección para pernos y tuercas

Actividad	Revisar
Defectos menores	¿Hay tuercas o pernos flojos? ¿Falta alguna tuerca o perno?
Longitud de pernos	¿Sobresalen todos los pernos de las tuercas en 2 o 3 giros?
Arandelas	¿Se usan arandelas planas en orificios largos? ¿Se usan arandelas roscadas en ángulos y canales? ¿Se usan arandelas de resorte en piezas sujetas a vibración? ¿Se usan arandelas idénticas en piezas idénticas?
Ajuste de pernos y tuercas	¿Se insertan los pernos desde abajo y son visibles las tuercas desde afuera? ¿Mecanismos tales como sensores de límite están asegurados por al menos dos pernos? ¿Están las mariposas correctamente apretadas?

Figura 8- Puntos de inspección para lubricación

Actividad	Revisar
Almacenaje de lubricantes	¿Están los contenedores siempre limpios, ordenados y bien organizados? ¿Están siempre tapados los contenedores de lubricante? ¿Están claramente indicados los tipos de lubricante y se controla apropiadamente el inventario?
Entradas de lubricantes	¿Se mantienen siempre limpias las boquillas de grasa? ¿Están a prueba de polvo las mangueras de los lubricantes? ¿Están las mangueras correctamente etiquetadas con los tipos y cantidades de lubricantes?
Indicadores de nivel de aceite	¿Se mantienen limpios siempre los calibradores de nivel de aceite y es fácil ver los niveles de aceite? ¿Está claramente marcado el nivel de aceite? ¿Está el equipo libre de fugas de aceite y sin obstrucciones los tubos de aceite y válvulas de respiración?
Mecanismos de lubricación automática	¿Operan correctamente los mecanismos automáticos de lubricación y suministran la cantidad correcta de lubricante? ¿Hay algún tubo de aceite o grasa obstruido, doblado o roto?
Condiciones de lubricación	¿Están siempre limpias y bien lubricadas las piezas deslizantes y transmisiones? ¿Están los alrededores libres de contaminación por exceso de lubricante?

Figura 9- Puntos de inspección de sistemas de transmisión

Actividad	Revisar
Bandas y poleas	¿Hay bandas desgastadas, rasgadas, con abultamientos o contaminadas por aceite o grasa? ¿Hay bandas torcidas o que falten? ¿Hay bandas flojas o estiradas excesivamente? ¿Hay bandas múltiples bajo tensión uniforme y todas del mismo tipo? ¿Sobresalen las superficies superiores de las bandas por encima de las coronas de las poleas?
Cadena de rodillos	¿Hay alguna cadena estirada (indicando desgaste de dientes o cojinetes)? ¿Hay dientes desgastados, dañados o faltantes? ¿Existe suficiente lubricación entre dientes y cojinetes?
Ejes, cojinetes y acoplamientos	¿Hay algún sobrecalentamiento, vibración, o ruido anormal debido a una holgura excesiva o lubricación deficiente? ¿Hay algunas llaves o pernos flojos o faltantes? ¿Hay algún acoplamiento mal alineado u oscilante? ¿Están desgastadas las juntas de algún acoplamiento? ¿Falta algún perno?
Engranajes	¿Están los engranes apropiadamente lubricados con la cantidad correcta de lubricante? ¿Están limpios los alrededores? ¿Hay algún diente desgastado, roto o dañado? ¿Hay algún ruido o vibración anormales?

Figura 10- Puntos de inspección del sistema hidráulico

Actividad	Revisar
Unidades hidráulicas	¿Está en la reserva hidráulica la cantidad correcta de fluido y se indica el nivel correcto? ¿Está el fluido a la temperatura correcta? ¿Se indican las temperaturas máximas y mínimas permisibles? ¿Está el fluido turbio (entrada de aire)? ¿Están todas las entradas de aire y filtros limpios? ¿Está bloqueado algún filtro de succión? ¿Operan normalmente todas las bombas de fluido sin ruido o vibración inusuales? ¿Son correctas las presiones hidráulicas y se muestran claramente los rangos de operación?
Intercambiadores de calor	¿Hay fugas de agua o fluido en los tubos o refrigeradores de fluido? ¿Son correctas las diferencias de temperatura entre las entradas y salidas de agua y fluido? ¿Está bloqueado algún tubo?
Equipo hidráulico	¿Hay alguna fuga de fluido? ¿Están correctamente asegurados los mecanismos hidráulicos sin alguna fijación improvisada? ¿Operan correctamente los mecanismos hidráulicos sin pérdidas de velocidad o alimentación? ¿Son correctas las presiones hidráulicas y funcionan correctamente todos los calibres de presión?
Tubería y cableado	¿Están todos los tubos y mangueras debidamente fijados? ¿Hay alguna fuga de fluidos? ¿Hay alguna manguera rasgada o rota? ¿Funcionan correctamente todas las válvulas? ¿Es fácil ver si las válvulas están abiertas o cerradas? ¿Hay tubos, cables o válvulas innecesarios?

Mantenimiento Autónomo

Figura 11- Puntos de inspección de sistemas neumáticos

Actividad	Revisar
FRL'S (Filtros – Reguladores – Lubricadores)	<p>¿Se mantienen siempre limpios los FRL's?</p> <p>¿Es fácil ver su interior?</p> <p>¿Están montados suficientemente cerca?</p> <p>¿Tienen suficiente aceite y están limpios los drenajes?</p> <p>¿Es correcta la velocidad de goteo del aceite (aproximadamente 1 gota cada diez carreras)?</p> <p>¿Están los FRL's instalados a no más de 3 m del equipo neumático?</p> <p>¿Están las presiones ajustadas al valor correcto y se indican claramente los rangos de operación?</p>
Equipo Neumático	<p>¿Hay alguna fuga de aire comprimido de los cilindros neumáticos o válvulas solenoides? ¿Están firmemente montados todos los cilindros neumáticos y válvulas solenoides?</p> <p>¿Existen arreglos improvisados (cable, cinta adhesiva, etc.)?</p> <p>¿Hay algunos pistones sucios, desgastados o dañados?</p> <p>¿Están instalados los controladores de velocidad cerca?</p> <p>¿Hay algún ruido anormal o sobrecalentamiento en las válvulas solenoides o algunos cables conductores rasgados o estirados en exceso?</p>
Tubería y Cableado	<p>¿Hay puntos en los tubos o mangueras neumáticos propensos a acumular fluido?</p> <p>¿Están todos los tubos y mangueras firmemente sujetos?</p> <p>¿Hay alguna fuga de aire comprimido? ¿Está alguna manguera rasgada o dañada?</p> <p>¿Operan correctamente todas las válvulas? ¿Es fácil ver si las válvulas están abiertas o cerradas?</p> <p>Hay tubos, cables o válvulas innecesarios</p>

Figura 12- Puntos de inspección del sistema eléctrico

Actividad	Revisar
Paneles de control	<p>¿Se mantienen los interiores de los tableros de distribución, tableros de conmutadores y paneles de control limpios, pulidos y bien organizados?</p> <p>¿Se han dejado en el interior algunos objetos extraños o materiales flamables?</p> <p>¿Están en buenas condiciones los cables del interior de los paneles de control? ¿Hay cables enroscados o estirados?</p> <p>¿Funcionan correctamente todos los amperímetros y voltímetros y están claramente marcados?</p> <p>¿Está roto algún instrumento o lámpara de aviso? ¿Funciona mal alguna lámpara?</p> <p>¿Están en buenas condiciones las puertas de los paneles de control? ¿Abren y cierran correctamente?</p> <p>¿Hay posiciones u orificios no usados? ¿Son los paneles de control a prueba de agua y polvo?</p>
Equipo eléctrico	<p>¿Están todos los motores libres de sobre calentamiento, vibraciones, ruidos y olores inusuales?</p> <p>¿Están limpios todos los ventiladores y las paletas de enfriamiento de los motores?</p> <p>¿Hay algún perno de unión flojo? ¿Están libres de fisuras o daños los pedestales?</p>
Sensores	<p>¿Están limpios y libres de holguras excesivas todos los sensores de límite?</p> <p>¿Están limpios los interiores de los sensores de límite? ¿Está estirado algún cable?</p> <p>¿Están todas las cubiertas en buenas condiciones?</p> <p>¿Está mal instalado algún sensor de límite?</p> <p>¿Tienen los sensores de límite algunas pinzas desgastadas, deformadas, o de forma incorrecta?</p> <p>¿Están los sensores fotoeléctricos y los de proximidad limpios y libres de holguras excesivas?</p> <p>¿Hay algún sensor mal ubicado? ¿Están claramente indicadas las posiciones correctas?</p> <p>¿Están libres de desgastes o rozaduras todos los cables conductores y el aislamiento intacto en los puntos de entrada?</p>
Tubería y cableado	<p>¿Hay tubos o cables de energía flojos o no asegurados?</p> <p>¿Hay alguna toma de tierra dañada o desconectada?</p> <p>¿Hay tubos corroidos o dañados? ¿Hay cables que tengan dañado el aislamiento?</p>

Figura 13- Puntos de inspección para el equipo general

Actividad	Revisar
Bombas	¿Están las bombas y sus soportes libres de ruidos inusuales, vibración y holguras? ¿Están los pernos de anclaje asegurados, libres de corrosión y sin daños? ¿Están los soportes y pedestales libres de corrosión, fisuras y otros daños? ¿Hay alguna fuga de líquidos o dispersión desde tubos o válvulas? ¿Están obstruidos algunos tubos o válvulas? ¿Funcionan correctamente y están marcados con los rangos apropiados de operación todos los indicadores de presión, vacío y de flujo, termómetros y otros instrumentos de medición? ¿Son correctos los valores de la corriente de arranque y de operación estable? ¿Están claramente indicados? ¿Funcionan correctamente todas las válvulas ¿Es fácil ver si las válvulas están abiertas o cerradas?
Ventiladores	¿Están todos los ventiladores y sus soportes libres de ruidos inusuales, vibración y holgura? ¿Están todos los pernos de soporte debidamente seguros, libres de corrosión y sin daños? ¿Están todos los soportes y pedestales libres de corrosión, fisuras y otros daños? ¿Hay fugas de aire o gas en algunos conductos o amortiguadores? ¿Hay algunos conductos bloqueados u obstruidos? ¿Están todos los indicadores de presión, de vacío y de flujo, termómetros y otros instrumentos de medición funcionando apropiadamente y marcados con los rangos de operación correctos? ¿Son correctos los valores de la corriente de arranque y de operación estable? ¿Se indican claramente? ¿Están funcionando correctamente todos los amortiguadores? ¿Es fácil ver si están abiertos o cerrados?

3.4 IMPLANTACION DEL MANTENIMIENTO AUTONOMO PASO A PASO

Los objetivos de la limpieza, entendida como medio de inspección, son restablecer las condiciones básicas del equipo, llevar el equipo hasta su estado ideal y crear lugares de trabajo libres de anomalías en el equipo, averías, paros y defectos de calidad.

La adopción de un procedimiento de implantación paso a paso permite que las actividades evolucionen lenta pero profundamente. Este enfoque delimita claramente las actividades de cada fase, facilitando la ejecución de auditorías regulares que dan fe de los avances hechos en cada paso y da a los operarios un sentimiento de logro conforme avanza el programa. Hay que explicar claramente las intenciones y objetivos de cada paso respecto a los equipos y a las personas, dar a conocer la finalidad de las actividades y aportar las directrices de la dirección que sean necesarias.

La figura 14 (pag. 33 y 34) describe los pasos del mantenimiento autónomo adaptados a las plantas. Esta tabla incorpora la experiencia de muchas industrias que han implantado programas de

Mantenimiento Autónomo

mantenimiento autónomo, incluyendo Ajinomoto Foods, Onoda Cement, Nishi Nippon Seito, Nissan Petrochemical, etc.

Figura 14- Los siete pasos del mantenimiento autónomo

Pasos	Actividades	Objetivos	Objetivos humanos	Funciones de los directivos
1. Realizar limpieza inicial	Eliminar el polvo y la suciedad del equipo. Descubrir las irregularidades tales como los ligeros defectos, fuentes de contaminación, áreas de difícil acceso y fuentes de defectos de calidad. Eliminar los elementos innecesarios y raramente usados y simplificar el equipo.	Evitar el deterioro acelerado eliminando el entorno nocivo de polvo y suciedad. Eleva la calidad de trabajo de inspección y reparación y reducir los tiempos de inspección eliminando el polvo y la suciedad. Establecer las condiciones básicas del equipo. Descubrir y reparar los defectos ocultos.	Estimular a los operarios a que toquen su equipo y que se familiaricen con él, desarrollando un sentimiento de posesión y compromiso con el equipo y estimulando su curiosidad. Facilitar a los líderes de grupo que aprendan sobre liderazgo practicando este paso en pequeños grupos. Enseñar a las personas a reconocer los ligeros defectos y otras irregularidades.	Explicar la relación entre la contaminación y el deterioro acelerado (mantenibilidad), esto es, explicar el significado de condiciones óptimas. Señalar las partes más importantes a mantener limpias y explicar la importancia de las condiciones básicas del equipo (limpieza, lubricación, apretado de pernos). Enseñar usando manuales de lubricación, pernos y tuercas Explicar el significado de que "la limpieza" es inspección.
2. Eliminar las fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso	Reducir el tiempo dedicado a dejar en orden el equipo, eliminando las fuentes de polvo y suciedad evitando la dispersión y mejorando las partes que sean de limpieza, inspección, lubricación, apretado o manipulación difíciles.	Incrementar la fiabilidad intrínseca del equipo impidiendo la adhesión de polvo y suciedad y controlando esto en su fuente. Incrementar el mantenimiento mejorando la limpieza, inspección y lubricación. Crear equipos que no requieran trabajo manual.	Enseñar la filosofía y práctica de la mejora del equipo, empezando con proyectos en pequeña escala, fáciles de completar. Crear un ambiente y provocar ideas de mejora a través de las actividades de los pequeños grupos.	Estimular ideas de mejora y hacer sugerencias prácticas, proporcionar guía técnica y apoyo. Enseñar técnicas de resolución de problemas tales como el análisis "porqué - porqué". Asegurar que otros departamentos respondan rápidamente a las peticiones de trabajo.
3. Establecer estándares de limpieza, lubricación y apretado de pernos	Formular estándares de trabajo que ayuden a mantener la limpieza, lubricación y apretado de pernos a niveles adecuados con tiempos y esfuerzos mínimos. Mejorar la eficiencia del trabajo de inspección introduciendo controles visuales.	Sostener las tres condiciones básicas para mantener adecuadamente el equipo y prevenir su deterioro (limpieza, lubricación y apretado de pernos). Realizar inspecciones precisas por medio de controles visuales tales como placas de identificación y especificaciones y de rangos de operación correcta (colocadas sobre equipos e indicadores).	Asegurar que los operarios obedecen los estándares y aprender su importancia (comprender qué es manejarse en el lugar de trabajo) haciendo que los elaboren ellos mismos. Hacer que las personas aprendan la importancia del trabajo en equipo estimulando sus aportaciones individuales.	Facilitar sugerencias para la correcta redacción y presentación de estándares de limpieza e inspección. Dar asistencia técnica en la preparación de estándares de lubricación. Explicar cómo los controles visuales pueden simplificar la inspección y dar consejos prácticos.
4. Realizar la inspección general del equipo	Facilitar información sobre técnicas de inspección con base en manuales. Poner en condiciones óptimas los elementos individuales del equipo mediante la inspección general. Modificar el equipo para facilitar la inspección. Hacer un uso extenso de los controles visuales.	Mejorar la fiabilidad realizando inspecciones generales y revertir el deterioro en cada parte del equipo. Adiestrar a todos los operarios para inspeccionar fiablemente, introduciendo controles visuales tales como placas de máquinas, placas de especificaciones de bandas, placas de tipos y cantidades de lubricantes, placas sobre indicadores con los rangos correctos de operación, indicadores (on-off) sobre válvulas, indicadores de dirección de giro, Cinta termocrómica, etc.	Aprender la estructura básica, funciones y criterios de evaluación del equipo y adquirir maestría en inspección mediante formación e inspección directa con las propias manos. Aprender a reparar las anomalías del equipo a través de la práctica directa. Los jefes de grupo aprenden a ejercer el liderazgo entrenando a los miembros de su grupo lo aprendido anteriormente por ellos. Además, a los miembros del grupo se les enseña qué es espíritu de equipo en la práctica.	Preparar manuales de inspección general y elaborar casos concretos de dificultades y formar líderes de grupo en técnicas de inspección. Preparar programas de inspección. Enseñar en los propios lugares de trabajo sobre métodos simples de rectificación de anomalías. Reparar inmediatamente las anomalías descubiertas. Dar orientación en la mejora de los controles visuales. Instruir sobre la captura y análisis de datos. Involucrar a los líderes de grupo en la planificación del mantenimiento.

Mantenimiento Autónomo

Pasos	Actividades	Objetivos	Objetivos humanos	Funciones de los directivos
5. Realizar inspecciones generales de los procesos	Facilitar instrucción sobre los rendimientos de procesos, operaciones y ajustes, adiestrar sobre el manejo de anomalías con el fin de mejorar la fiabilidad operacional y tener operarios competentes. Impedir las duplicidades u omisiones en la inspección, incorporando a la inspección periódica de cada equipo estándares provisionales de inspección, limpieza y reposición del proceso entero o del área.	Mejorar la fiabilidad y seguridad globales de los procesos mediante una operación correcta. Afinar la precisión de la inspección de los procesos extendiendo y mejorando los controles visuales. Modificar el equipo para facilitar su funcionamiento.	Capacitar a los operarios para operar los procesos y tratar correctamente las anomalías. Capacitar a los operarios para comprender las relaciones entre el equipo y las propiedades de los materiales procesados y dominar las técnicas de montajes correctos. Concientizar a los operarios sobre su papel en el mantenimiento planificado y estimular el manejo a través de las inspecciones y reemplazos periódicos de piezas. Ayudar a los operarios a percibir la necesidad de registrar datos a lo largo del tiempo.	Preparar manuales de inspección general de los procesos y de sus problemas y adiestrar a los líderes de grupo en técnicas de inspección. Facilitar formación en los propios lugares de trabajo sobre procedimientos de montaje y ajuste. Dar orientaciones sobre la inspección periódica y reemplazo de piezas, técnicas y documentación, e instruir sobre la determinación de los intervalos apropiados basados en datos firmes. Evitar duplicidades u omisiones en mantenimiento planificado delineando claramente las responsabilidades de los departamentos de producción y mantenimiento.
6. Mantenimiento autónomo sistemático	Instaurar el mantenimiento de calidad y de seguridad estableciendo claros procedimientos y estándares. Mejorar los procedimientos de preparación y reducir el trabajo en proceso. Establecer un sistema de auto manejo para mejorar el flujo en el lugar de trabajo de las piezas de repuesto, herramientas, trabajo en curso, productos finales, datos etc.	Precisar las relaciones entre los equipos y la calidad del producto y establecer un sistema de mantenimiento de calidad. Estandarizar el mantenimiento y control del equipo de transporte, piezas de repuesto, herramientas, trabajos en proceso, productos finales, datos, rutas de paso, equipos de limpieza y otros, e introducir controles visuales para todo en los lugares de trabajo.	Ampliar la esfera del manejo sistematizando y estandarizando los elementos de control. Ayudar a las personas a comprender la relación entre el equipo y la calidad y a apreciar la importancia del mantenimiento de calidad. Estandarizar el manejo de los lugares de trabajo y la toma de datos, ayudando a las personas a comprender la necesidad de mejoras encaminadas a elevar los estándares.	Preparar diagramas de flujo del sistema de procesos e instruir sobre su estandarización. Preparar manuales de mantenimiento de calidad que sistematicen la relación entre equipo y calidad y usarlos para instruir. Facilitar apoyo técnico para tareas tales como estandarizar el flujo de trabajo y ayudar en la perfección de los controles visuales. Dar educación y guía en análisis y técnicas de mejora.
7. Práctica del automanejo	Desarrollar actividades de mejora y estandarizarlas de acuerdo con los objetivos y políticas y reducir costos eliminando el desperdicio en los lugares de trabajo. Mejorar continuamente los equipos llevando registros precisos del mantenimiento y analizando los datos sistemáticamente.	Analizar sistemáticamente los datos para mejorar los equipos y elevar la fiabilidad, seguridad, mantenibilidad, calidad y operabilidad de los procesos. Priorizar las mejoras del equipo: ampliar su periodo de vida y los intervalos de inspección, usando datos firmes para identificar debilidades.	Aumentar la conciencia y preocupación por la dirección por objetivos y hacer a cada uno consciente de los costos (incluidos los costos de mantenimiento). Capacitar a los operarios para realizar reparaciones simples y restaurar el equipo formándoles en técnicas de reparación. Aumentar la habilidad de los operarios para recolectar y analizar datos y que adquieran maestría en técnicas de mejora.	Explicar la importancia de la dirección por objetivos. Adiestrar en los propios lugares de trabajo sobre técnicas de reparación. Facilitar soporte técnico para mejoras del equipo y elevar la capacidad de mejora de los operarios incluyéndoles en proyectos de mejora. Dar orientaciones prácticas sobre estandarización de las mejoras y participación en actividades de mantenimiento preventivo.

Como se muestra en la figura anterior, mantenimiento autónomo se implanta en siete pasos, empezando por la limpieza inicial y procediendo regularmente hasta el pleno automanejo. Con ello se pretenden establecer unas condiciones de proceso óptimas aplicando repetidas interacciones del ciclo de dirección para la mejora continua (figura 15).

Figura 15- El ciclo RAPH en el mantenimiento autónomo

Paso	Actividad
Paso 1: Realizar limpieza inicial	<i>Revisar</i> el equipo y descubrir irregularidades R
Paso 2: Eliminar las fuentes de contaminación y mejorar las áreas de difícil acceso	<i>Actuar</i> contra las fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso A

Mantenimiento Autónomo

Paso	Actividad
Paso 3: Establecer estándares de limpieza e inspección	Planificar y hacer inspecciones basadas en estándares P, H
Paso 4: Realizar inspecciones generales periódicas del equipo	Repetir para cada categoría R » A » P » H
Paso 5: Inspecciones generales del proceso	Repetir para cada categoría R » A » P » H
Paso 6: Sistematizar el mantenimiento autónomo	R » A » P » H » R » A » P » H
Paso 7: Practicar el manejo autónomo	R » A » P » H » R » A » P » H

Los pasos 1 al 3 dan prioridad a eliminar los elementos que causan el deterioro acelerado, prevenir y revertir el deterioro y establecer y mantener las condiciones básicas en el equipo. Paralelamente, los objetivos de estos pasos son conseguir que los operarios se interesen y responsabilicen por sus equipos. En los pasos 4 y 5, los líderes de grupos enseñan procedimientos de inspección a sus miembros y la inspección general se amplía desde las unidades de equipos individuales a procesos enteros.

Los pasos 6 y 7 están pensados para reforzar y elevar el nivel del mantenimiento autónomo y actividades de mejora, estandarizando sistemas y métodos y ampliando la esfera de acción desde los equipos a otras áreas tales como los almacenes, distribución, etc.

Por otro lado, estos pasos hay que ajustarlos a las condiciones particulares de cada industria y planta. A continuación se detallarán aspectos específicos de cada paso para poder lograr una correcta implantación de MA

Paso 1: Realizar limpieza inicial

Eliminar polvo, suciedad y hollín. Una limpieza profunda fuerza a los operarios a tocar cada parte del equipo. Esto incrementa su interés en él y su empeño para no permitir que el equipo se ensucie de nuevo. Al comienzo, son normales las pruebas y errores. Es importante que los directivos y técnicos de mantenimiento faciliten de forma paciente y prolongada directrices prácticas

A través de la práctica, los operarios van comprendiendo gradualmente los problemas que origina la contaminación y cómo lo hace. Empiezan a reconocer la importancia de la limpieza como inspección y deciden mantener limpio su equipo. Esto, a su vez, les estimula a pensar en modos de mejorar su equipo para poder limpiarlo más fácilmente.

Descubrir todas las anomalías. Una anomalía es una deficiencia, desorden, ligera irregularidad, defecto, falla o fisura: cualquier condición que pueda derivar en otros problemas. En la figura 16 se clasifica las anomalías en siete tipos, con ejemplos de cada uno. Sin embargo, no puede esperarse que los operarios que practican por primera vez el mantenimiento autónomo, comprendan lo que es o no es una anomalía. Necesitan ser instruidos en el mismo equipo.

Figura 16- Muestra sobre el descubrimiento de siete tipos de anomalía

Anormalidad	Ejemplos
1. Pequeñas deficiencias a) Contaminación b) Daños c) Holguras d) Piezas flojas e) Fenómenos anormales f) Adhesión	a) Polvo, suciedad, partículas, aceite, grasa, óxido, pintura b) Fisuras, aplastamiento, deformaciones, curvados, picaduras c) Sacudidas, ladeos, exceso de recorrido, excentricidad, desgaste, distorsión, corrosión d) Cintas, cadenas e) Ruido inusual, sobrecalentamiento, vibración, olores extraños, decoloraciones presión o corriente incorrecta f) Bloqueos, acumulación de partículas
2. Incumplimiento de las condiciones básicas a) Lubricación b) Suministro de lubricante c) Indicadores de nivel de aceite d) Apretado	a) Insuficiente, suciedad no identificada, fugas de lubricante b) Suciedad, daños, puertas de lubricación, tubos de lubricación defectuosos c) Suciedad, daños, fugas Tuercas y pernos: holguras, omisiones, pasados de rosca, demasiado largos, corroidos, arandela inapropiada
3. Puntos inaccesibles a) Limpieza b) Chequeo – inspección c) Lubricación d) Apretado de pernos e) Operación f) Ajustes	a) Construcción de la máquina, cubiertas, disposición, apoyos, espacio b) Cubiertas, construcción, disposición, posición y orientación de instrumentos c) Posición de la entrada de lubricante, construcción, altura, apoyos, salida de lubricante d) Cubiertas, construcción, tamaño, apoyos, espacio e) Disposición de máquina, posición de válvulas, conmutadores y palancas f) Posición de indicadores de presión, termómetros, indicadores de flujo, de humedad, de vacío
4. Fuentes de contaminación a) Producto b) Materias primas c) Lubricantes d) Gases e) Líquidos f) Desechos g) Otros	a) Fugas, derrames, chorros, exceso de flujo b) Fugas, derrames, chorros, exceso de flujo c) Fugas, derrames, infiltraciones, fluidos hidráulicos d) Fugas de aire comprimido, gases, vapor, humos e) Fugas y chorros de agua fría, agua caliente, productos semiacabados, agua de refrigeración f) Chispas, recortes, materiales para empaquetar g) Contaminantes traídos por personas, infiltración por grietas
5. Fuentes de defectos de calidad a) Materias extrañas b) Golpes c) Humedad d) Tamaño de grano e) Concentración	a) Inclusión, infiltración y arrastre de óxido b) Caídas, sacudidas, colisiones c) Demasiada, poca, infiltración d) Separadores centrifugos, separadores de aire comprimido e) Calentamiento inadecuado, calentamiento, composición, mezcla, evaporación

Mantenimiento Autónomo

Anormalidad	Ejemplos
6. Elementos innecesarios y no urgentes a) Maquinaria b) Tuberías c) Instrumentos de medición d) Equipo eléctrico e) Plantillas y herramientas f) Piezas de repuesto g) Reparaciones provisionales	a) Bombas, agitadores, compresores, columnas, tanques b) Tubos, mangueras, conductos, válvulas, amortiguadores c) Temperaturas, indicadores de presión, de vacío, amperímetros d) Cableado, tubería, conmutadores, tomas de corriente e) Herramientas generales, de corte, plantillas, moldes, troqueles, bastidores f) Equipo de reserva, repuestos, materiales auxiliares g) Cintas, fibras, cable
7. Lugares inseguros a) Suelos b) Pasos c) Luces d) Maquinaria rotativa e) Dispositivo de levantamiento f) Otros	a) Desequilibrados, rampas, elementos que sobresalen, fisuras, escamas, desgaste b) Demasiado inclinados, irregulares, corrosión c) Oscuras, mala posición, sucias o pantallas rotas d) Desplazadas, cubiertas, rotas o caídas, sin mecanismos de seguridad o parada de emergencia e) Cables, ganchos, frenos y otras partes de grúas o elevadores f) Sustancias especiales, disolventes, gases tóxicos, materiales de aislamiento, señales de peligro

Desarrollar lecciones de un punto. Son también útiles las lecciones de un punto (OPL). Los operarios pueden aprender a reconocer anomalías usando hojas especialmente preparadas con diagramas simples que ilustran un solo punto, por ejemplo el uso correcto o incorrecto de tuercas y pernos. Estas hojas se emplean sistemáticamente en la enseñanza de los grupos de mantenimiento autónomo.

Señalar las anomalías donde ocurren. Otra técnica es señalar el punto en el que se ha producido una anomalía, utilizando una tarjeta que indica lo que se ha encontrado, quién lo encontró y la naturaleza del problema. Esto permite a cada uno ver lo que sucede y participar en las actividades.

Corrección de pequeñas deficiencias. Es esencial elevar la fiabilidad del equipo estableciendo sus condiciones básicas. Hay que empezar por corregir las deficiencias pequeñas tales como daños, juego excesivo, deformaciones y desgastes tan pronto como se detectan. Cuando se descubre un daño serio - tal como piezas severamente fisuradas o rotas que solamente pueden repararse por un especialista o fabricante - hay que pedir al departamento de mantenimiento que las trate inmediatamente.

Lubricación. La lubricación es una de las condiciones básicas más importantes para preservar la fiabilidad del equipo. Es un medio para asegurar tanto un funcionamiento eficiente mediante la prevención del desgaste o quemaduras, como el mantenimiento de la precisión operacional de mecanismos neumáticos y la reducción de la fricción.

Figura 17. Acciones en caso de haber anomalías con la lubricación

<ul style="list-style-type: none"> • Enseñar la importancia de la lubricación usando lecciones de un punto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar y lubricar todas las piezas que giran o se deslizan, las cadenas de mando y otras piezas móviles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lubricar inmediatamente siempre que se encuentre un equipo inadecuadamente lubricado.
<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar y reparar todas las entradas de lubricante e indicadores de nivel sucios o dañados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar si todos los mecanismos de lubricación automática funcionan correctamente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar todos los lubricantes contaminados.

Apretado. Todas las máquinas contienen tuercas, pernos y tornillos como elementos esenciales de su construcción. Los equipos funcionan apropiadamente sólo si estos elementos de unión están debidamente apretados.

El análisis de las fallas realizado en una planta reveló que el apretado inadecuado de pernos contribuía, de un modo u otro, directa o indirectamente, a aproximadamente la mitad de las fallas. En muchos entornos, es plenamente adecuado reevaluar la importancia del apretado de pernos y tuercas.

Mientras se pone en práctica el paso 1 del programa de mantenimiento autónomo, hay que emprender las acciones que se relacionan a continuación conforme se investigan y descubren deficiencias y anomalías relacionadas con pernos y tuercas.

Figura 18. Acciones durante paso 1

<ul style="list-style-type: none"> • Apretar y asegurar los pernos y tuercas flojos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar los pernos y tuercas que faltan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar las arandelas y tuercas inapropiadas.
<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar los pernos y tuercas dañados o con desgaste severo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar los pernos y tuercas pasados de rosca o demasiado largos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar mecanismos de bloqueo en tuercas importantes que se aflojan persistentemente.

Descubrir las áreas peligrosas y practicar entrenamientos de prevención de accidentes. Aunque la seguridad debe ser siempre superlativa, los accidentes continuarán ocurriendo. Descubrir y neutralizar todas las fuentes de peligro en el equipo y el entorno de trabajo evita accidentes y crea lugares de trabajo seguros, limpios y agradables.

Las actividades de limpieza inicial y mejora que realizan los operarios como parte de un programa de mantenimiento autónomo no son tareas de rutina. Los operarios no están acostumbrados a

ellas como lo están a sus operaciones regulares. Por lo tanto, hay que considerar y asegurar cuidadosamente la seguridad de las actividades de mantenimiento autónomo.

Paso 2: Eliminar las fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso

Durante el paso 1, los operarios usan las manos y los cinco sentidos para realizar la limpieza inicial y detectar anomalías. Durante el paso 2, usan su cabeza para crear mejoras.

Cuando el equipo se ensucia de nuevo o no se puede mantener el nivel de limpieza obtenido inicialmente, los operarios sienten el impulso de hacer algo para resolverlo. En otras palabras, se vuelven conscientes de la necesidad de hacer mejoras. Empiezan a pensar sobre los modos de controlar las fugas, derrames y otras fuentes de contaminación. Intentan también mantener las condiciones básicas de la maquinaria establecidas en el paso 1. Se sienten incómodos con los lugares difíciles de alcanzar y se sienten obligados a pensar sobre mejorar su acceso. El objetivo del paso 2 es reducir el tiempo de limpieza, inspección y lubricación introduciendo dos tipos de mejora (véase figura 19).

Figura 19- Tipos de Mejora

Fuentes de contaminación	Áreas de difícil acceso
Prevenir fugas, derrames o dispersión de:	Mejorar la accesibilidad de lugares que son difíciles de:
Productos Lubricantes Fluidos hidráulicos Polvo Vapor Otros materiales	Limpiar Revisar Lubricar Apretar Operar Ajustar

Identificar y eliminar las fuentes de fugas y derrames. Los lugares de producción suelen tener una amplia variedad de fuentes de contaminación, lo que a menudo deteriora el equipo.

Aunque son numerosos los efectos peligrosos de la contaminación, por diversas razones se ataca muy poco en muchas plantas. Sin embargo, desde el punto de vista del mantenimiento del equipo, la calidad y el entorno; es necesario controlar las fugas, derrames, dispersión de polvo, vapores y líquidos corrosivos. Para remediar las fuentes de contaminación los siguientes puntos (figura 20, pag. 40) son claves:

Figura 20. Puntos clave para la eliminación de fuentes de contaminación

<ul style="list-style-type: none"> • Estimular a los operarios a rastrear la contaminación hasta su fuente original - por ejemplo, las obstrucciones en los conductos y canales de recolección de polvo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reunir datos cuantitativos sobre el volumen de fugas, derrames y otras contaminaciones (esto ayuda a los operarios a comprender la importancia de la medición).
<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar con precisión la naturaleza de la contaminación y cómo y dónde se genera. 	<ul style="list-style-type: none"> • Localizar la contaminación y reducirla persistentemente mediante mejoras sucesivas.

Mejorar la accesibilidad para reducir el tiempo de trabajo. Incluso cuando se hayan establecido las condiciones básicas del equipo y se hayan logrado grandes mejoras en ello, puede que su mantenimiento exija demasiado tiempo y esfuerzo y que parte del trabajo sea excesivamente peligroso. En tales casos, la inspección y la lubricación no perdurarán mucho tiempo. Las condiciones óptimas no se logran verdaderamente hasta que la limpieza, inspección y lubricación sean tan fáciles que cualquiera pueda hacerlo con seguridad, rapidez y de manera correcta. Esto incluye las siguientes actividades de mejora (figura 21).

Figura 21. Actividades de mejora

Actividad	Puntos clave
Reducir los tiempos de limpieza	Preparar resúmenes de actividades de limpieza y hacer más accesibles los lugares de limpieza difícil o diseñar herramientas de limpieza más eficientes.
Reducir los tiempos de inspección	Preparar un resumen de actividades de revisión con fotos o esquemas y cuadros de inspección. Diseñar herramientas de inspección mejoradas
Identificar los lugares de difícil lubricación	Usar gráficas de lubricación para revisar mecanismos tales como los indicadores de nivel de aceite y FRL's y reponer o cambiar lubricantes.
Simplificar las tareas de lubricación	Reponer los indicadores de nivel de aceite, FRL's, entradas de lubricante, etc. Estandarizar los tipos de lubricante.

Paso 3: Establecer estándares de limpieza e inspección

El objetivo de este paso es garantizar el mantenimiento de los logros obtenidos en los pasos 1 y 2, esto es, asegurar el mantenimiento de las condiciones básicas y de la situación óptima del equipo. Para lograr esto, los grupos de operarios deben estandarizar los procedimientos de limpieza e inspección y asumir la responsabilidad de mantener su propio equipo.

Los estándares impuestos desde arriba nunca se cumplen. Muchas instalaciones de producción tienen excelentes estándares y listas de inspección, aunque realmente los operarios no los

usan. Los estándares que el personal no cumple, probablemente se han establecido sin considerar quién tiene que seguirlos o cómo y dónde hay que realizar las revisiones.

Los estándares auto-establecidos siempre se cumplen. Como resultado de paso 1 y 2, los operarios se vuelven conscientes de la necesidad e importancia de mantener su equipo en este nuevo estado, considerablemente mejorado. Durante paso 3, con una guía apropiada para preparar estándares y establecer puntos de inspección, el personal tendrá la motivación, habilidad y oportunidad de formular estándares realistas para prevenir el deterioro ejecutando revisiones diarias.

Guía para preparar estándares. Los estándares provisionales facilitan a los operarios realizar fácil, correctamente y sin omisiones las inspecciones diarias. Por tanto, los estándares deben responder a las cuestiones tipo "5W y 1H (where, what, when, why, who, how)" ¿Dónde?, ¿Qué?, ¿Cuándo?, ¿Por qué?, ¿Quién?, ¿Cómo? E incorporar los siguientes puntos:

Figura 22. Puntos clave para la preparación de estándares

<ul style="list-style-type: none"> • Introducir extensivamente controles visuales. La clave para una realización consistente de las tareas de limpieza, revisión y lubricación es que sean fáciles de ejecutar correctamente por cualquiera. Un modo eficaz de lograr esto es usar controles visuales. Estos medios visuales se colocan directamente sobre el equipo a controlar e indican claramente las condiciones de operación, direcciones de rotación y otras informaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Puntos clave. Cada uno debe examinar qué es lo que probablemente ocurrirá si una parte en particular se contamina, afloja o se lubrica insuficientemente. El propósito de esto es comprender y recordar el problema que puede crearse si no se mantienen las condiciones básicas u óptimas del equipo. Aquí es importante la guía y consejo de los supervisores.
<ul style="list-style-type: none"> • Métodos. Hay que decidir el método más simple y apropiado para revisar y diseñar controles visuales claros que permitan a todos realizar las revisiones correctamente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Intervalos. Decidir sobre la frecuencia de las inspecciones y supervisar el logro de los objetivos. Se proyectan y acumulan mejoras para prolongar los intervalos de inspección.
<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos. Decidir cuánto tiempo puede asignarse a cada tarea y establecer objetivos alcanzables. 	<ul style="list-style-type: none"> • Herramientas. Hay que decidir qué herramientas usar para limpiar, revisar, lubricar y etiquetarlas claramente.
<ul style="list-style-type: none"> • Responsabilidad. Hay que asignar a alguien cada tarea para asegurar que no se olvida nada: especificar claramente las funciones de cada persona para clevar su sentido de responsabilidad respecto al equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elementos de inspección. Los miembros del equipo deben reunirse para decidir lo que hay que limpiar, revisar y lubricar con el fin de mantener las condiciones básicas del equipo.

Paso 4: Realizar inspección general del equipo

Desarrollar operarios competentes en equipos. Los operarios adiestrados en sus equipos son capaces de reparar las pequeñas deficiencias, pero es aún más importante su habilidad para detectar anomalías.

Tales anomalías no son defectos como una avería del equipo, un paro o la producción de productos defectuosos. Más bien, la clase de anomalías que los operarios deben detectar son fenómenos causales que presagian averías antes de que sucedan o que señalan la posibilidad de producir artículos defectuosos en algún momento futuro.

La formación de operarios es costosa y consume tiempo. Deben aprender sobre todos los aspectos de sus equipos, empezando por lo básico tal como funciones, construcción y principios de operación del equipo. Deben también entrenarse en procedimientos de inspección del equipo. Muchas empresas han demostrado que este es el único modo de establecer un sistema apropiado y lograr excelentes resultados.

Figura 23. Actividades para la inspección del equipo

Actividades	Puntos clave
<ul style="list-style-type: none"> • Selección de elementos de inspección general 	<p>Hay que empezar por determinar con precisión lo que se ha de enseñar a los operarios con el fin de que hagan funcionar e inspeccionar correctamente su equipo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Preparar los materiales para el entrenamiento de inspección general 	<p>Hay que decidir lo que los operarios deben aprender para ser capaces de revisar esos elementos y preparar un manual de inspección general para los líderes de grupos. Este manual debe relacionar y describir las funciones básicas y la estructura del equipo a inspeccionar, sus componentes, criterios de funcionamiento normal, procedimientos de inspección y acciones a tomar cuando se descubran anomalías.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Redactar el programa de entrenamiento 	<p>El departamento de mantenimiento debe redactar un programa de entrenamiento. Se asigna un tiempo estándar de un mes para cada unidad del programa de estudios, incluyendo la inspección general a realizar por los operarios al final de cada unidad.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El equipo de mantenimiento instruye a los líderes de equipos. 2. Los líderes de equipos enseñan a los miembros de sus equipos. 3. Los operarios realizan inspecciones generales. 4. Se realiza una auditoría y el equipo consolida o estandariza los procedimientos de inspección.
<ul style="list-style-type: none"> • Entrenamiento de los líderes de grupo 	<p>El equipo de mantenimiento debe ayudar a los líderes a desarrollar su capacidad de liderazgo y aconsejarles sobre modos eficaces de transmitir sus conocimientos a los miembros de los equipos.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Preparación de los líderes de grupo. 	<p>Tendrán que preparar material adicional de enseñanza que traten temas específicos del equipo propio de cada lugar de trabajo. Además, los líderes deben definir el nivel apropiado de enseñanza que deben adquirir los miembros del equipo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Consolidación después de la inspección general 	<p>Al terminar cada inspección general, los trabajadores deben asegurar el nivel de eficiencia conseguido.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hay que volver a plantearse y mejorar los estándares provisionales de limpieza e inspección preparados en el paso 3 • Evaluar las capacidades individuales de los operarios en relación con la inspección general terminada y facilitar instrucción adicional. • Realizar una auditoría de cada tema o elemento de la inspección general que se acaba de terminar para verificar si se han aportado resultados tangibles en la fiabilidad del equipo.

Paso 5: Realizar la inspección general del proceso

Los objetivos de los cuatro primeros pasos de mantenimiento autónomo son desarrollar operarios competentes en equipos y mejorar la fiabilidad de los mismos.

Desarrollo de operarios competentes en los procesos. Los operarios deben operar y supervisar una gama extremadamente amplia de unidades de proceso y equipo asociado. Durante el proceso, los materiales que se manejan cambian frecuentemente de estado y propiedades tales como la concentración y la pureza a menudo varían considerablemente conforme se somete a los materiales a temperaturas y presiones extremas. Un solo error de ajuste del proceso, o falla en rectificar apropiadamente una anomalía, puede causar un serio accidente o una gran cantidad de producto defectuoso.

Por estas razones, los operarios deben comprender el rendimiento y las funciones de sus procesos. Deben ser capaces de realizar ajustes y montajes precisos con base en un profundo conocimiento de los materiales que se manejan; deben ser capaces de reconocer las señales de anomalías y tomar acción apropiada.

El propósito del paso 5 del programa de mantenimiento autónomo es romper este círculo vicioso y crear plantas seguras y libres de pérdidas y desperdicio. La fiabilidad operacional y la seguridad del equipo se elevan formando a los operarios para volverlos competentes en procesos y operaciones y en técnicas de inspección general.

Figura 24. Procedimiento para desarrollar el programa de entrenamiento en inspección de procesos

Paso	Puntos clave
5-1: Operación y manejo correctos	Hay que evitar la enseñanza autoritaria. En lugar, hay que realizar una enseñanza "por relevos" escalonada usando lecciones de un punto cuidadosamente preparadas.
5-2: Ajustes y montajes correctos	Se enseña ingeniería química básica para ayudar a los operarios a adquirir maestría en los procedimientos correctos de ajuste y montaje basados en la comprensión de cómo afectan al equipo y calidad del producto las propiedades de los materiales que se procesan y los cambios que les suceden.
5-3: Manejo correcto de anomalías	Identificar las partes del proceso que puedan "avisar" futuros o previsibles accidentes. Compilar estándares provisionales de limpieza y revisión desarrollados durante los pasos 1 al 4 para las unidades de equipo individuales.

Preparación para la inspección general del proceso

Preparar listas de revisión de inspección general. La inspección general del proceso realizada durante los pasos 5-1 al 5-3 requiere listas de revisión. Al preparar éstas, hay que distinguir claramente entre los elementos que los operarios deben identificar y registrar y los que deben registrar los directivos e incorporar esto en los manuales.

Preparar materiales de enseñanza para entrenamiento en inspección general del proceso. Mientras el equipo de mantenimiento ayuda a desarrollar operarios competentes en procesos durante el paso 4, los directivos de los departamentos de producción e ingeniería deben cooperar preparando materiales de enseñanza para inspección general de procesos y realizar el programa de entrenamiento.

Práctica del entrenamiento en inspección general del proceso. Usando el método de enseñanza por relevos, el equipo de producción puede enseñar a los líderes de grupos, quienes a su vez transmiten el conocimiento a los miembros de sus grupos, de modo que las personas puedan aprender enseñando a otros.

Consolidación del entrenamiento en inspección general.

Evaluación de capacidades: Hay que evaluar los niveles de capacidad de los operarios mediante exámenes individuales y haciéndoles practicar la corrección de anomalías. Esto incluye un seguimiento persistente de la formación.

Establecer criterios de acción: Se mejora la calidad del mantenimiento estableciendo inspecciones periódicas y criterios de reemplazo basados en los estándares provisionales de limpieza e inspección.

Preparar planes de mantenimiento: El departamento de producción debe crear un sistema eficaz de mantenimiento autónomo preparando calendarios de mantenimiento anual y listas de inspección. Debe cooperar estrechamente con el departamento de mantenimiento para evitar omisiones o duplicaciones.

Construir un sistema de prevención de repeticiones: Para evitar la repetición de accidentes, los operarios preparan impresos de informe de anomalías y de planes de acción y reúnen y analizan cuidadosamente la información.

La práctica del paso 5 del programa de mantenimiento autónomo, (1) desarrolla operarios competentes en procesos, (2) logra objetivos de cero fallas o defectos a través de operaciones y ajustes correctos, (3) elimina accidentes a través de un manejo correcto de las anomalías y (4) acerca a la planta a un estado ideal.

Paso 6: Sistematizar el mantenimiento autónomo

La planta que completa los cinco primeros pasos del programa de mantenimiento autónomo, logra condiciones óptimas en el equipo y establece un sistema de estándares que apoya esas condiciones. Los operarios competentes en equipos y procesos son capaces de detectar y prevenir las anomalías por anticipado a través de inspecciones y operaciones apropiadas.

Uno de los objetivos del paso 6 es facilitar a los operarios que realicen un mantenimiento autónomo profundo y amplio del proceso entero y que amplíen sus actividades al campo del mantenimiento de calidad. Las actividades que promueven esto incluyen la estandarización de los diversos elementos del control, la preparación de diagramas de flujo del proceso y manuales de mantenimiento de calidad. Los operarios descubren las fuentes de los defectos de calidad realizando inspecciones generales del mantenimiento de calidad, anotando observaciones en los diagramas de flujo del proceso y en diagramas estructurales simples de los equipos y gradualmente, crean un sistema que les permite detectar y rectificar pronto las anomalías que afectan a la calidad.

3.5 PREPARACION DE UN PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO AUTONOMO

Para maximizar la eficacia y eliminar las fallas, un programa de mantenimiento autónomo debe ser profundo y continuo. Sin embargo, una característica en las industrias es que los operarios manejan una amplia gama de equipos. Bajo estas circunstancias, intentar completar el programa de mantenimiento autónomo para cada unidad del equipo dentro de un período especificado redundará en mejoras incompletas. Si el programa omite también algunas de las auditorías y formación necesarias, el programa puede fallar.

Para asegurar que el programa de mantenimiento autónomo sea al mismo tiempo profundo y sostenido en plantas con grandes cantidades de equipo, los planificadores deben priorizar las actividades con base en una cuidadosa evaluación de los equipos. Deben también determinar los modos de introducir y desplegar las actividades de mantenimiento autónomo de forma que se asegure la comprensión y el nivel de capacitación deseado.

Seleccionar el equipo prioritario a través de evaluaciones. Para seleccionar el equipo prioritario, se determinan precisamente los elementos sobre los que se basará la evaluación y se formulan criterios para cada elemento. Por ejemplo, la figura 25 ofrece seis elementos de evaluación: seguridad y polvo, calidad y rendimiento, estatus operativo, costos de oportunidad, frecuencia de fallas y mantenimiento. Sin embargo, cada empresa individualmente debe establecer los criterios que se ajusten a las características de sus plantas y procesos.

Figura 25- Elementos de evaluación

Elem. de Evaluación	Grado A	Grado B	Grado C
S Seguridad y polvo	Una falla podría causar serios problemas de seguridad	Una falla podría causar algunos problemas de seguridad	Una falla no causará problemas de seguridad
C Calidad y rendimiento	Una falla podría causar productos defectuosos	Una falla podría causar variaciones de calidad	Una falla no podrá afectar la calidad del producto
O Estatus de operación	24 horas de operación	De 7 a 14 horas de operación	Operación intermitente
R Factor de retraso	Una falla parará la planta entera	Una falla parará solo el sistema afectado	Existe unidad de reserva
F Intervalo de falla	Paradas frecuentes (6 meses o más)	Paradas ocasionales (una vez al año)	No se produce un paro
M Mantenimiento	Tiempo de reparación: 4 horas o más	Tiempo de reparación: 1 a 4 horas	Tiempo de reparación: menos de 1 hora

Medición de la carga de mantenimiento autónomo

Cuando se introduce por primera vez mantenimiento autónomo, se suele seleccionar una unidad particular del equipo para usarla como modelo (lo que en TPM se denomina "equipo modelo"). Como primer objetivo, el equipo modelo se propone superar los tres primeros pasos de mantenimiento autónomo. Una vez superada la fase modelo, para determinar el mejor modo de proceder al despliegue horizontal a otras áreas se calcula la "carga de mantenimiento autónomo" potencial: el número medio de unidades de equipo que un operario puede asumir en mantenimiento autónomo. Esta media debe calcularse pensando en cada uno de los pequeños grupos de operarios que realizarán inmediatamente

mantenimiento autónomo, no para las grandes unidades de la organización tales como la planta entera, departamento, o sección.

Clarificación de las responsabilidades de mantenimiento

Responsabilidad para el mantenimiento periódico. Conforme progresa la actividad de mantenimiento autónomo, aumenta gradualmente la gama de equipos que mantienen los operarios. Hay que tener cuidado en no sobrecargar a los operarios con muchas unidades de equipo o tareas. En particular hay que distinguir claramente entre las responsabilidades del departamento de producción y las del departamento de mantenimiento en lo que se refiere a las actividades de mantenimiento periódico distintas a la inspección.

Sistema y política de mantenimiento de equipos. Conforme avanzan los operarios en los pasos de mantenimiento autónomo, limpiando su equipo y eliminando el deterioro acelerado, los directores de producción deben prever el tipo de sistema de mantenimiento que necesitarán cuando la planta haya alcanzado su estado ideal. El propósito del mantenimiento autónomo no es meramente eliminar el polvo, la suciedad y el deterioro acelerado. Con el tiempo, contribuye significativamente a maximizar la eficacia global de la planta y a reducir sus costos. Hay que tener presente que conforme una empresa minimiza el número de operarios y avanza hacia una operación sin presencia humana, se limita el volumen de mantenimiento periódico y trabajo de reparación que los operarios pueden hacer por sí mismos.

Por supuesto, el plan maestro de TPM debe incluir la creación de un sistema global de mantenimiento de los equipos. Por tanto, es esencial incorporar planes de personal (número de personas y su certificación) basados en los planes estratégicos de la empresa a medio y largo plazo.

3.6 AUDITORIAS DE MANTENIMIENTO AUTONOMO

El desarrollo en pasos de un programa de mantenimiento autónomo tiene dos ventajas que hacen esencialmente eficaz el programa:

- Las actividades producen resultados concretos conforme se van implantando
- Se evalúan y confirman los resultados como parte del programa

El factor singular más importante para el éxito de un programa de mantenimiento autónomo es realizar una cuidadosa auditoria al completar cada paso para confirmar los resultados logrados y apuntar la dirección para el trabajo adicional. La auditoria facilita guía donde se necesita y fortalece en las personas el sentimiento de logro. Mientras el enfoque de trabajo paso a paso hace que los grupos de operarios comprendan más fácilmente el progreso. Las auditorias sirven como marcas en la ruta y ayudan a consolidar los beneficios logrados con cada paso.

Las auditorias actúan como postes que indican hasta dónde debe llegar cada fase de las actividades. Al incluir presentaciones en las que participan los miembros de los equipos, pueden ayudar a desarrollar personas disciplinadas que se ven en cierto modo obligadas a organizar lógicamente sus experiencias.

Las auditorias pueden ser de distintos niveles (normales complementarios): auto-auditorias, auditorias al nivel de sección y auditorias de la alta dirección. Las auto-auditorias promueven una supervisión y evaluación del progreso eficaces; las auditorias en el ámbito de sección mantienen vivas las actividades facilitando guía y ayuda; las auditorias de la alta dirección alimentan la motivación mediante el reconocimiento.

CAPITULO 4. MANTENIMIENTO AUTONOMO APLICADO A UN ALMACEN DE REFACCIONES

4.1 INTRODUCCION

En este capítulo, se aplicara la metodología de MA a un lugar de trabajo, tal como lo es un almacén de refacciones mecánicas dentro de una industria. TPM se enfoca en el área de producción, sin embargo, en las empresas existen áreas relacionadas al mantenimiento que no consisten en maquinaria solamente, si no que abarcan procesos administrativos. Procesos que también pueden ser más eficientes y que con la ayuda de Mantenimiento Autónomo lo serán. En este caso, solo se trata la implantación de MA como se describió en el capítulo anterior. De cualquier forma es importante mencionar MA para procesos administrativos y cómo se moldea esta metodología para dichos procesos administrativos, para después mostrar los resultados de aplicar MA a un almacén de refacciones.

4.2 MANTENIMIENTO AUTONOMO PARA PROCESOS ADMINISTRATIVOS

Los procesos administrativos en general son diseñados y modificados conforme surgen necesidades de negocio. Al no existir un proceso formal de diseño que documente los procesos y estándares básicos de operación, estos se distorsionan con el tiempo. Esta forma de trabajo, causa la aparición de anomalías y defectos. Los cuales provocan que los procesos se tornen poco eficientes y complejos, causando pérdidas y falta de transparencia.

El sistema de Mantenimiento Autónomo para procesos administrativos garantiza:

1. El uso correcto de los procesos, eliminando problemas de ejecución.
2. La construcción sistemática en los usuarios de las habilidades necesarias para desarrollar su trabajo diario.

3. El entendimiento por parte de los usuarios del verdadero propósito del proceso, permitiéndoles redefinirlo y administrarlo de acuerdo al objetivo general de la compañía.

Además, promueve el acercamiento de los gerentes a sus equipos de trabajo. Esto mediante la participación activa de todo el equipo en las actividades de mejora. La colocación y la revisión periódica de los tableros de actividades, ayudan a tener alineación directa en las prioridades. El equipo es responsable de lograr objetivos y no sólo de realizar tareas. Además, es responsable de mantener y mejorar las medidas claves por medio del seguimiento. De esta forma, los equipos son dueños de sus resultados, sistemas de medición y de asignar responsabilidades a cada miembro para realizar mejoras en sus procesos y habilidades.

El sistema de Mantenimiento Autónomo para procesos administrativos consta de siete pasos secuenciales y uno más de preparación, éstos pasos se pueden agrupar en cuatro fases y se muestran en la figura 1

Figura 1. Los siete pasos de MA para procesos administrativos

Paso	Puntos clave
Fase 0 Preparación	Asegurar que los equipos entiendan los conceptos básicos.
Fase 1 Mejora de la Eficiencia de Trabajo	Asegurar que a través del análisis y documentación se encuentren los defectos.
1. Diagrama del flujo del proceso	
2. Análisis de causas de recurrencia	Distinguir las causas de los defectos. Definir estándares de inspección.
3. Eliminar fuentes de contaminación y causas de los defectos complejos	Desarrollar mejoras enfocadas a simplificar el proceso de trabajo.
Fase 2 Estandarización	Garantizar la sustentabilidad de los resultados.
4. Formular estándares de trabajo	Mantener los niveles de eficiencia y evitar recurrencias.
5. Definición de la matriz de habilidades	Identificar nuevas necesidades y renovar habilidades necesarias para realizar el trabajo.
Fase 3 Auto administración del Equipo	Asegurar que los equipos entren en un ciclo de mejora continua.
6. Revisiones generales del proceso	Identificar las deficiencias en el proceso general.
7. Incrementar desempeño y eficiencia	Involucrar otras áreas funcionales. Desarrollo del equipo para la disminución de gerentes.

4.3 MANTENIMIENTO AUTONOMO APLICADO A UN ALMACEN DE REFACCIONES

A continuación se presenta la implantación de MA a un almacén de refacciones mecánicas. Se sigue paso a paso la metodología descrita en el capítulo anterior y se da una breve explicación del estado inicial del almacén de refacciones. Se muestran las gráficas de avances, los mapas de desempeño, las auditorías y los resultados generales de la aplicación. La explicación se enfoca a los pasos y resultados de MA particularmente, sin embargo, se mencionan los pasos y antecedentes de TPM que deben estar presentes para poder implantar mantenimiento autónomo exitosamente. En el siguiente capítulo se hacen las conclusiones pertinentes a la implantación, junto con las ventajas y desventajas de la metodología y los pasos a seguir para que el lugar de trabajo brinde cada vez mejores resultados.

Almacén de refacciones mecánicas “Año 2000”

Este lugar de trabajo se encuentra en una industria, la cual produce productos de papel en 9 líneas de producción y sirve para almacenar todas las refacciones mecánicas que pueden ser utilizadas por dichas líneas. La industria trabaja 24 horas al día los 365 días del año, por lo que es muy importante tener a la mano refacciones de cambio para evitar paros prolongados y poder cumplir con los objetivos de producción. El almacén de refacciones cuenta con 10 integrantes los cuales trabajan en cuatro cuadrillas de 2 personas, un líder de todo el equipo y un encargado de los procesos administrativos. Debido al alto costo y tecnología de las refacciones mecánicas, el almacén de refacciones se encuentra dentro del departamento de manejo de materiales para controlar sus inventarios y controlar el sistema computarizado que almacena la información de entradas y salidas, sin embargo, el almacén solamente provee las refacciones, es producción el departamento que las necesita y en ocasiones es mantenimiento el departamento que las instala; por lo que el almacén le reporta directamente al gerente de manejo de materiales e indirectamente al gerente de mantenimiento y al gerente de producción.

Los principales medidores y objetivos del almacén de refacciones son:

- *Índice de Servicio.* El cual indica la relación entre las piezas que el almacén entrega a sus usuarios, sobre el número de piezas que éste le solicita.

- *Tarjetas de Faltantes.* Cada vez que se solicita una refacción al almacén y éste no la tiene, es obligación del solicitante llenar una de estas. Las tarjetas indican que hay una refacción que se necesitó en la línea y que el almacén no la tuvo. Las tarjetas se pueden levantar por dos causas, ya sea que el almacenista dueño de esa refacción no pidió la refacción o que ésta no existía previamente en el almacén y es necesario darla de alta.
- *Tiempo Muerto.* Son los minutos que para una máquina de producción por falta de una refacción. El tiempo muerto se puede expresar en los minutos que estuvo parada la máquina o en los dólares que se perdieron por ese paro. Este dato lo proporciona el departamento de producción.
- *Exactitud de Inventarios.* Es el índice entre la existencia física de una refacción y su ubicación, contra la existencia y ubicación en el sistema computacional de control. Todas las refacciones deben estar dentro del sistema con el fin de controlar el inventario, las salidas y las entradas.
- *Inventario.* Medido en miles de dólares (MUSD) indica la cantidad de dinero invertido en el almacén de refacciones. El dato lo da el sistema y puede ser obtenido en base diaria.
- *Refacciones Obsoletas.* Son aquellas refacciones que ya no tienen uso en las líneas, pero que siguen en el inventario del almacén. Se puede representar su impacto en número de piezas o en la cantidad de dinero que éstas representan.
- *Puntos de Reorden.* Significa el punto en el cual debe de ser ordenada nuevamente una refacción. Se calcula basándose en el tiempo de vida, tiempo de entrega y cantidad usada por las líneas. Normalmente alguno de los parámetros anteriores sufre modificaciones a lo largo del tiempo, por lo que resulta importante verificar periódicamente que estén correctos.
- *Seguridad.* Como en todos los lugares de trabajo, la seguridad de los empleados se toma con mucha seriedad. En este caso se reportan los accidentes de trabajo que se dan dentro del almacén, así como los incidentes que no llegan a ser accidentes pero que indican una anomalía y un posible accidente.

Entrada de TPM a la planta

Antes de que se pudiera implantar mantenimiento autónomo en el almacén de refacciones fue necesario seguir los primeros pasos de la implantación de TPM, con el anuncio formal de la decisión de

introducir TPM a la planta. En la **figura 2 (pag. 67)** se observan los pasos y secuencia que se tomaron para la implantación. Por un lado se siguieron los pasos introductorios de la metodología, como lo es el anuncio formal a la planta y la educación introductoria; y por otro lado se llevaron a cabo los análisis de pérdidas y análisis de costos de acuerdo a los objetivos fijados por la planta. Juntando ambos caminos y preparando un plan maestro de la planta se realizó el arranque del proyecto, el arranque “kick-off” de la implantación. En la **figura 3 (pag.68)** se muestra un ejemplo de lo que puede ser un plan maestro de una industria, con todas los pilares de TPM y con las fechas en que se planean ejecutar cada uno de los pasos de los distintos pilares. Además, el plan maestro incluye los resultados y mejoras esperadas cada año con la ayuda de TPM.

Entrada de TPM al departamento

Después de hacer el plan maestro de la planta, es necesario que cada departamento realice su propio plan maestro, basándose en los análisis de pérdidas y análisis de costos de cada área dentro de cada departamento; y posteriormente que cada área tenga a su vez su plan maestro para poder darle seguimiento a los tiempos establecidos por el departamento y por la planta. La alta dirección espera la implantación de TPM en cada departamento, los análisis de pérdidas y de costos, junto con los planes maestros y espera ver los resultados y pizarrones en todas las áreas (**figura 4, pag. 69**). El resultado inmediato del plan maestro son las medidas y planes de acción particulares que surgen para cada área en la planta y que deberán ser acatados rigurosamente para el buen funcionamiento del proyecto, un ejemplo de estas medidas se encuentra en la **figura 5 (pag. 70)**, en donde se puede observar las medidas que se espera rindan los distintos participantes así como sus actividades principales.

Debido al gran tamaño del almacén de refacciones mecánicas, a su constante movimiento (24 horas al día, 365 días al año) y a la poca experiencia de las personas trabajando, dos de los aprendizajes obtenidos durante el análisis de pérdidas y costos; junto con la recomendación del Departamento de TPM fueron atacar el almacén de refacciones con Mantenimiento Autónomo y atacarlo mediante modelos. Es decir, usar una pequeña parte del almacén para implantar todos los pasos de mantenimiento autónomo para que el equipo aprenda la metodología sin descuidar el servicio a las líneas de producción; para después aplicar la metodología al resto del almacén y finalmente aplicar todos los pasos del pilar de administración y soporte.

Con lo anterior en mente, se realizó una junta con los departamentos de producción y mantenimiento, para que en conjunto se decidiera el modelo a atacar. Tomando en cuenta qué refacciones o falta de ellas afectaba más el trabajo de mantenimiento y la producción de producto en esos momentos, se decidió atacar las refacciones de bandas. En este modelo se decidió incluir todas las bandas (transmisión, negras, sanitarias, en "V") que se encuentran en el almacén.

A sugerencia del departamento de mantenimiento se realizó una consultoría con los expertos en la implantación de TPM en Japón, con el fin de justificar la implantación por modelos. Los resultados de dicha auditoría fueron que debido a la cultura de México y la complejidad que ésta representa, es conveniente que la implantación de MA se lleve a cabo hasta paso tres tanto en el modelo como en el resto del almacén y posteriormente terminar el proceso con la implantación del pilar de administración y soporte. Lo anterior se debe a que es necesario crear un cambio cultural de todo el personal, el cual tiene que acostumbrarse a utilizar una metodología establecida.

Por la experiencia del consultor en otras plantas se sabe que el 80% de los beneficios de esta metodología se dan durante los pasos 1, 2 y 3 de MA, por lo que resulta contraproducente aplicar los pasos subsecuentes debido a que la relación beneficio/esfuerzo es muy baja y se puede perder la energía de los equipos así como los cambios culturales obtenidos. Por lo tanto, la estrategia fue llevar este modelo hasta paso tres, con la participación de los 10 elementos del almacén dividiendo la cantidad de refacciones equitativamente entre ellos, para después atacar el resto del almacén con mantenimiento autónomo y seguir con el pilar de Administración y Soporte en todo el almacén.

Una vez tomada la decisión se desplegó el plan maestro del departamento de manejo de materiales (figura 6, pag. 71), en donde se puede ver la participación de cada área del departamento en sus distintas actividades de TPM con tiempos específicos y metas a cumplir. Es conveniente que el plan maestro del departamento incluya todos los planes de la implantación de TPM y que por lo menos incluya 18 meses.

Posteriormente cada área despliega su propio plan maestro (figura 7, pag. 72). Es importante recalcar que el plan maestro diseñado para el almacén se convierte inmediatamente en una herramienta de trabajo y se debe considerar como objetivo y no algo que se puede ir modificando al no ir logrando los avances comprometidos, es responsabilidad del supervisor del proyecto encargarse de dar un estricto seguimiento al equipo para no incurrir en estas faltas. Se observa que solo se marca un plan trimestral,

esto con el objetivo de no saturar de información a la gente, ya que es una herramienta de trabajo pero es necesario que se den cuenta de su posición en el tiempo y sus actividades futuras. También se incluye las semanas en donde se deben solicitar las auditorias para certificar el paso, para aseguramos el flujo de la metodología a través del tiempo.

El plan maestro del almacén tiene marcados los distintos pasos en diferentes colores para un mejor entendimiento. Se marcó el inicio de las actividades para la primer semana de mayo de 1998 y se marcó la finalización de los tres pasos en el modelo de bandas para la última semana de septiembre de ese mismo año.

Mantenimiento Autónomo en el almacén

Una vez expuesto el plan maestro al equipo fue necesario crear unos formatos especiales, adicionales al plan maestro, para poder dar seguimiento a los avances individuales de los integrantes del equipo y así poder avanzar con mayor facilidad a través de los pasos de MA. Se crearon formatos individuales “score cards” con los resultados mensuales de cada integrante del almacén (figura 8, pag. 73). Se llenan mensualmente con los resultados individuales de cada integrante del equipo y se incluyen los resultados acumulados por trimestre y los objetivos de cada medida. En este caso se muestra un ejemplo de un formato individual de uno de los integrantes del almacén de refacciones. Estos son la base para llenar los resultados de todo el equipo (figura 9, pag. 74), que consisten en el agrupamiento de cada uno de los datos individuales de los integrantes del equipo. En la figura 10 (pag. 75) se observa un ejemplo de dicho formato llenado para el almacén de refacciones durante el mes de noviembre. El uso de controles visuales hace que la interpretación sea mucho más fácil. Los formatos anteriores resultaron ser una herramienta muy valiosa, ya que promueven la competencia ente los integrantes del equipo, ya que contienen los resultados individuales, hablan del rendimiento particular de cada integrante y son expuestos ante todo el equipo de trabajo. Gracias estos se le prestó especial atención a los elementos del equipo con bajos resultados y se les apoyó para salir adelante en sus actividades y así empujar al resto del equipo para implantar la metodología.

La información recabada anteriormente se utilizó para llenar los resultados mensuales (figura 11, pag. 76) de todo el equipo para presentarlos a la gerencia cada vez que necesite ver los avances del

departamento. Al finalizar la explicación de toda la implantación de MA al almacén de refacciones se mostrara los resultados globales.

Otra de las opciones para un seguimiento enfocado pero un poco más genérico es el seguimiento a una cuadrilla en particular (figura 12, pag. 77). En este formato cada cuadrilla que sale de su turno llena la información con colores de acuerdo a los objetivos marcados y nos ayuda para dar una perspectiva e cada cuadrilla a través de los meses. El llenado y el uso de los formatos se convierten en una excelente herramienta para dar seguimiento a los pasos y avances de MA y poder reaccionar a tiempo en caso de retrasos, imprevistos o empuje adicional que se requiera en una persona o cuadrilla. Los controles visuales (rojo = fuera de objetivo, amarillo = fuera de objetivo pero cerca de la meta y verde = en objetivo) resultan ser muy útiles y ágiles ya que sin meterse a profundidad en cada uno de los formatos, se puede ver globalmente los resultados de los equipos.

Posteriormente al establecimiento y explicación por parte de la gerencia de los formatos, se le da el *entrenamiento global de MA a todo el equipo, para después proveerles el entrenamiento detallado de cada paso, junto con los puntos a revisar y los criterios de éxito o de falla para poder acreditar el paso en el que estén trabajando y se pueda pasar al siguiente.* Conforme se avanza en los pasos es recomendable hacer del conocimiento de la planta dichos avances, esto con el propósito de alentar a los equipos a seguir adelante y promover la competencia entre los distintos equipos formados a través de la planta.

Otra actividad importante anterior a la implantación de MA a fondo, es que los equipos asienten por escrito la misión y la visión de su lugar de trabajo. Esto tiene como objetivo el que se sientan su trabajo como algo que realmente sea suyo, que tengan pertenencia; por otro lado la redacción de la misión y visión provee dirección a los equipos y facilitan el avance en las actividades propuestas. En este caso, la misión y visión se muestran como fueron redactadas por el equipo en la **figura 13 (pag. 57)**.

Figura 13. Misión y Visión del almacén de refacciones

MISION	VISION
<p>Proveer a las líneas de producción, con refacciones con calidad y rapidez. Evitar tiempo muerto por falta de refacciones y reducir el inventario.</p> <p><u>Como se logra la Misión:</u> Realizando Mantenimiento Autónomo: a) Para mantener las piezas en condiciones básicas de almacenamiento b) Para incrementar la fiabilidad de las refacciones almacenadas c) Estandarizando el almacenamiento y limpieza de todas las refacciones</p> <p>Realizando Mantenimiento Administrativo: Haciendo inventarios cíclicos, pedidos a tiempo y registrando entradas y salidas de forma correcta y a tiempo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Somos el mejor almacén en la industria a nivel mundial. Somos reconocidos en México como modelo de desempeño. La gente viene a aprender de nosotros; buscamos la excelencia re-aplicando conceptos de otras organizaciones exitosas. Trabajamos con pasión y calidad para satisfacer las necesidades de la organización. Nuestro inventario es confiable y exacto ya que tenemos solo lo necesario y seguimos trabajando con los departamentos de mantenimiento y producción eliminando partes OBSOLETAS. Somos ganadores. Los técnicos del almacén asumimos altos niveles de responsabilidad y liderazgo en la organización. Disfrutamos venir a trabajar, nuestro ambiente es seguro, sano y agradable. Estamos energizados, motivados y comprometidos a contribuir y a crecer.

Se puede ver que tanto la misión como la visión tienen un sentido de pertenencia y de orgullo por parte de los integrantes del almacén.

Con todo lo anterior completado se comenzó con la implantación de paso 1, 2 y 3. A continuación se describe brevemente las actividades realizadas en cada paso para posteriormente mostrar los resultados obtenidos luego de la implantación de los 3 pasos. En la figura 14 se muestran las condiciones iniciales con las que se comenzó la implantación de MA.

Figura 14. Condiciones iniciales

MEDIDA	OBJETIVO
INVENTARIO	34 MUSD/mes
EXACTITUD DE INVENTARIOS	75 % mensual
INDICE DE SERVICIO	70 % mensual
TIEMPO MUERTO	1500 min/mes
SEGURIDAD	1 accidente, 25 incidentes mensuales

A través de los pasos se mostrarán los objetivos para aprobar cada caso y finaliza con los resultados globales de la implantación junto con las mejoras en cada una de las medidas críticas del almacén de refacciones mecánicas.

Paso 1

La implantación de paso 1 comenzó a tiempo de acuerdo al plan maestro (5 de mayo, 1998), junto con el entrenamiento particular para este paso. Los 10 integrantes del almacén comenzaron eliminando el polvo y la suciedad de las refacciones a su cargo, se formaron calendarios de limpieza para todos los integrantes, lo que promovió a que los equipos aprendieran a descubrir los pequeños defectos en las refacciones y en la manera de almacenarlas. Se comenzó con la detección de refacciones obsoletas y con las refacciones limpias se comenzaron a establecer las condiciones básicas, eliminando así el deterioro acelerado de las piezas. El equipo de trabajo comenzó a familiarizarse con sus refacciones y con sus áreas, desarrollando un sentimiento de posesión y compromiso con el resto de los trabajadores. Los objetivos para poder acreditar dicho paso se muestran en la *figura 15*, en donde aparte de las medidas críticas para el buen funcionamiento del almacén se incluyen medidas de paso 1 y medidas que sin ser atacadas directamente se darán como resultado del proceso (obsoletos y espacios).

Figura 15. Objetivos para paso 1

MEDIDA	OBJETIVO
INVENTARIO	< 25 MUSD/mes
EXACTITUD DE INVENTARIOS	90 % mensual
INDICE DE SERVICIO	> 80 % mensual
TIEMPO MUERTO	< 1000 min/mes
SEGURIDAD	0 accidentes . < 20 incidentes mensuales
DEFECTOS CORREGIDOS	> 60%
OPL'S POR PERSONA	> 2
MEJORAS POR PERSONA	> 5
REFACCIONES OBSOLETAS	> 20%
REDUCCION DE ESPACIOS	> 20%

Las medidas se calculan basándose en la experiencia de las implementaciones de MA en otras plantas. Para paso 1 las reducciones no se esperan tan drásticas, pero si se espera la cooperación del equipo para cumplir con las necesidades del paso.

Al ir realizando la limpieza inicial en el área de trabajo se encuentran defectos, ya sea de almacenaje, de inventarios de seguridad, etc. Es necesario documentar cada defecto encontrado y comenzar a corregir los defectos. Esto se hace en los tres pasos y el objetivo es resolver un porcentaje

de los defectos en cada paso. Otro elemento importante en todos los pasos son las lecciones de un punto o OPL's en donde se muestra información del proceso o del equipo y se enseña al resto de los integrantes. De igual forma se dan las mejoras, no importa que tan pequeñas sean o que tan insignificantes puedan parecer, mientras que brinden una ayuda al proceso, a la limpieza o a la inspección.

Uno de los puntos importantes que se debe seguir para el éxito de MA son las juntas de TPM y los acuerdos que se llegan en ellas. Para poder dar un buen seguimiento, es necesario documentar dichas juntas en forma de minuta (**figura 16, pag. 78**) y así poder cumplir con las tareas asignadas en el tiempo pautado. Con la limpieza inicial en su apogeo y todos los objetivos cumplidos para la segunda semana de junio se pidió la auditoria de departamento. Esta auditoria la realizan los jefes del departamento y no incluye a nadie del departamento de TPM. Consta de una visita al lugar de trabajo, la exposición en un pizarrón de los objetivos y resultados del paso y preguntas y respuestas por parte de los auditores. La auditoria se pidió para el día Martes 16 de junio y los resultados fueron alentadores; hubo recomendaciones en la forma de presentar ya que no todos los integrantes del equipo hablaron y unos consejos en cuanto a la presentación de los formatos. Con lo anterior, se pidió la auditoria de la planta para el Martes 23 de junio a las 6:00am para que todos los integrantes del almacén se presentaran. En la auditoria de planta participa el gerente de la planta, el gerente del departamento de TPM, el gerente del departamento a auditar y el gerente invitado de otro departamento.

La auditoria pasó sin ningún contratiempo y se acreditó el paso ese mismo día. Los auditores comentaron acerca de cómo abordar paso 2 y lo que esperaban ver para esa auditoria.

Paso 2

Paso 2 es un poco más complicado, ya que maneja más formatos por la necesidad de eliminar las fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso y documentar cada intento. El primer paso fue dar el entrenamiento de paso 2 (**anexo 1, pag. 111 a 125**) a todo el equipo mientras que la gerencia modificaba, de la misma forma que en paso 1, los objetivos o criterios de éxito para este paso (**figura 17, pag 60**) en donde se incluyen nuevas medidas para este paso y medidas para mantener lo logrado en paso 1.

Figura 17. Objetivos para paso 2

MEDIDA	OBJETIVO
INVENTARIO	< 20 MUSD/mes
EXACTITUD DE INVENTARIOS	95 % mensual
INDICE DE SERVICIO	> 90 % mensual
TIEMPO MUERTO	< 500 min/mes
SEGURIDAD	0 accidentes , < 15 incidentes mensuales
MANTENER CONDICIONES DE	PASO 1
DEFECTOS CORREGIDOS	> 75%
AREAS DE DIFICIL ACCESO Y FUENTES DE CONTAMINACION IDENTIFICADAS Y RESUELTAS	100%
OPL'S POR PERSONA	> 2
MEJORAS POR PERSONA	> 9
REFACCIONES OBSOLETAS	> 30%
REDUCCION DE ESPACIOS	> 30%

El entrenamiento consiste en explicar el propósito de paso 2, cómo trabajar las fuentes de contaminación y cómo atacar las áreas de difícil acceso, así como las metas del equipo y personales y dar paso a paso la metodología a seguir para implantar correctamente paso 2.

La aplicación de paso 2 consistió no solo en eliminar las fuentes de contaminación físicas, tal como el polvo y la suciedad en general, sino que se considero como fuente de contaminación cada vez que se almacenaba incorrectamente una banda. También como área de difícil acceso cuando la situación actual del almacén o las condiciones actuales no permitían un correcto desempeño por parte de los equipos. Es decir, si la toma de inventarios era detenida o atrasada por alguna situación actual o algún proceso existente, era considerada como un área de difícil acceso. Siguiendo los pasos marcados por el entrenamiento a continuación se presentan las mejoras a las fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso.

En el caso de fuentes de contaminación surgieron tres grandes mejoras que permitieron mejorar los tiempos de limpieza y de inspección hasta en un 79%. El almacén de refacciones se encuentra a un lado de la compactadora de polvo y a un lado del taller mecánico, por lo que las fuentes de contaminación están perfectamente identificadas. Sin embargo, la eliminación de dichas fuentes no es posible, ya que la re ubicación del almacén no es posible. Debido a lo anterior la primer mejora fue aislar todo el equipo de bandas del resto del almacén. Se re ubicaron los anaqueles y se creó un pequeño cuarto aislado, cubierto de plástico el cual no permite la entrada de polvo al modelo de bandas.

Una vez aisladas las bandas, se notó que el almacenamiento de las bandas no seguía ningún orden en particular, es decir, se acomodaban juntas las bandas sin importar su función. De ahí surgió la segunda mejora, la cual indica que las bandas deben separarse de acuerdo a sus funciones en las líneas, ya sean de transmisión, bandas negras, bandas sanitarias o bandas en “v”, así que de esa manera se almacenaron en su nueva ubicación. Finalmente se aplicó la tercer mejora sustancial, poner controles visuales en cada código de las distintas bandas. Si la banda se puede suministrar por el proveedor en menos de 24 horas se convierte en bandera verde, en menos de una semana es bandera amarilla o de una semana a menos de un mes, bandera roja. Esta última mejora causó un mayor enfoque de los equipos a las refacciones que pueden resultar críticas ya que es muy fácil pasar por los anaqueles y darse cuenta que refacciones son críticas porque su tiempo de entrega es muy grande.

En la **figura 18 (pag. 79)** se propusieron las tres mejoras y las calificaciones que obtuvieron de acuerdo a los criterios de evaluación expuestos desde el entrenamiento. En la **figura 19 (pag. 80)** se muestra la toma de medidas antes y después de cada mejora, que sirve para graficar los resultados y verificar que las mejoras en realidad fueron mejoras. Se observa que las tres mejoras arrojaron resultados muy alentadores. En la mejora 1 (**figura 20, pag. 81**) hubo una reducción de un 63% en el tiempo de limpieza diario. Con la mejora 2 (**figura 21, pag. 82**) y la mejora 3 (**figura 22, pag. 83**) se redujo el tiempo de inspección desde 72 minutos por día hasta 24 minutos diarios. Finalmente dichos resultados se plasmaron en el registro final de mejoras (**figura 23, pag. 84**), en donde se aceptaron las tres propuestas.

Las mejoras aplicadas a las áreas de difícil acceso también fueron tres y fueron para mejorar el proceso de toma de inventarios. Con la decisión de re ubicar las bandas a un lugar confinado se decidió cambiar la manera de almacenarlas. En lugar de guardar las bandas dobladas en cada anaquel, se mandaron a hacer unos anaqueles en donde las bandas pudieran estar colgadas y así no recibir daño por estar almacenadas incorrectamente durante mucho tiempo, aunado a una toma de inventarios más ágil. La segunda mejora fue incluir en los anaqueles divisiones en los puntos de reorden para poder visualmente darse cuenta de cuándo es necesario ordenar nuevamente la refacción sin tener que contar todas las bandas. Con los nuevos anaqueles y las etiquetas surgió inmediata y casi automáticamente la tercer mejora, la cual consistió en marcar los anaqueles por coordenadas y tener listados de las refacciones de acuerdo a coordenada, descripción o código. De esta manera si se busca una banda en

particular y se sabe su descripción se puede buscar en los listados ordenados alfabéticamente y dirigirse inmediatamente al anaquel y coordenada especificada.

Con esta última mejora los tiempos de búsqueda se redujeron radicalmente. En la **figura 24 (pag. 85)**, de igual forma que para las fuentes de contaminación, se muestra la manera de priorizar las mejoras, solamente que basándose en los criterios para áreas de difícil acceso. También fue necesario la toma de tiempos antes y después de cada mejora (**figura 25, pag. 86**), y al igual que para las fuentes de contaminación se pueden ver los resultados obtenidos. Con las tres mejoras implementadas (**figuras 26 a 28, pag. 87 a 89**) se redujo el tiempo de inspección desde 386 minutos diarios hasta 188 minutos, lo que *significa una reducción de un 50%*. En la **figura 29 (pag. 90)** se observan los resultados de las mejoras tanto en números como un pequeño dibujo de la nueva forma de almacenar las bandas.

Con estos grandes resultados se redujo el tiempo que tomaba dejar listo el equipo, se incrementó la fiabilidad del equipo de trabajo y del modelo y se consiguió enseñar la filosofía y práctica de la mejora con proyectos en pequeña escala; además de cumplir con todos los criterios de éxito, por lo que se procedió a las auditorías pertinentes, Martes 18 de agosto la auditoría de departamento y Miércoles 26 de agosto la auditoría de planta. Al igual que paso 1, las auditorías no resultaron un problema y se acreditaron cada una en su día correspondiente.

Paso 3

Con la implantación a tiempo y los ánimos del equipo por los cielos se comenzó a paso 3. Paso tres para procesos administrativos consiste en el establecimiento de estándares de limpieza, inspección y toma de inventarios, en otras palabras inspección a través de la limpieza y toma de inventarios. El primer paso fue dar el entrenamiento de paso 3 (**anexo 2, pag 126 a 131**) y modificar nuevamente los objetivos o criterios de éxito para este paso (**figura 30, pag. 63**), en donde se incluyen medidas de este paso, los objetivos generales del almacén y el mantenimiento de los dos pasos anteriores.

Figura 30. Objetivos para paso 3

MEDIDA	OBJETIVO
INVENTARIO	< 12 MUSD/mes
EXACTITUD DE INVENTARIOS	98 % mensual
INDICE DE SERVICIO	> 95 % mensual
TIEMPO MUERTO	< 10 min/mes
SEGURIDAD	0 accidentes , < 10 incidentes mensuales
MANTENER CONDICIONES DE	PASO 1 Y 2
DEFECTOS CORREGIDOS	> 80%
ESTANDARES TENTATIVOS	100% procedimientos y desarrollo de sistemas de seguimiento
CUMPLIMIENTO DE ESTANDARES	100%
OPL'S POR PERSONA	> 2
MEJORAS POR PERSONA	> 7
REFACCIONES OBSOLETAS	>40%
REDUCCION DE ESPACIOS	>40%

Los formatos básicos para este paso son: un formato en donde se va siguiendo paso a paso el estándar propuesto, una ruta de inspección que se hace siguiendo los pasos del estándar y un calendario de inspección para ser seguido por el equipo de acuerdo a la frecuencia de inspección marcada en el estándar inicial.

El equipo empezó a documentar en estándares lo que normalmente hacía desde paso 1 y 2. Paso 3 consiste básicamente en documentar en forma de estándar la forma en que se realizan las inspecciones de las piezas, la limpieza y la toma de inventarios, estándares que pueden ser seguidos por un extraño y que mantienen los avances de los pasos anteriores. Con la introducción de los estándares también se introducen nuevos controles visuales con los que asegura inspecciones precisas. Gracias a este paso, se asegura que todos los integrantes del equipo aprendan a seguir estándares establecidos y aprendan su importancia. Algo muy importante de este paso es la importancia del trabajo en equipo y la importancia de cada una de las aportaciones individuales.

Los estándares de un lugar de trabajo como lo es el almacén varían a los estándares y los formatos que pueden ser utilizados por las líneas de producción, por lo tanto el equipo ideó sus propios formatos para los estándares (figura 31, pag. 91), rutas de inspección (figura 32, pag. 92) y mapas de inspección (figura 33, pag. 93). Los estándares para el almacén consisten en varias características que tiene que tener una banda dentro de su posición, varias normas que debe de cumplir así que resultó un único estándar para todas las bandas en el almacén, ya que todas deben de seguir el mismo lineamiento.

La figura 34 (pag. 94) muestra el estándar aplicado a una sola banda como ejemplo y lo único que varía con las demás son las características de cada una de las bandas. Cabe mencionar que los estándares de inspección a través de limpieza y toma de inventarios se dan gracias a las mejoras realizadas en paso 2 y las tareas que se deben de realizar en paso 1. Junto con la elaboración de los estándares para el almacén se despliega la ruta de inspección (figura 35, pag. 95), en donde se señala paso a paso mediante la inspección a través de la limpieza y toma de inventarios para poder cumplir correctamente con el estándar propuesto. Una vez conformado la ruta de inspección se crea el calendario de inspección o “checklist” (figura 36, pag. 96). En este calendario se anota cuando debe de realizarse cada uno de los pasos establecidos como estándares de inspección a través de la limpieza y a través de la toma de inventarios, de acuerdo a la frecuencia establecida. Se marca cada vez que se realiza el estándar anotando si se encuentra todo en orden o existe un defecto en la inspección. Se puede ver que siguiendo estos estándares al pie de la letra fácilmente se pueden conservar los resultados obtenidos durante los pasos anteriores.

Con los estándares establecidos para todas las refacciones del almacén, las rutas de inspección, los calendarios de inspección listos y las medidas principales en objetivo se procedió a pedir la auditoria de departamento para el Sábado 19 de septiembre y posteriormente la auditoria de planta para el Lunes 28 de ese mismo mes. Ambas auditorias tuvieron resultados positivos y se certificaron los tres pasos de acuerdo a lo planeado. Finalizando la auditoria se le dio un reconocimiento al equipo del almacén por haber acreditado todos los pasos en el tiempo marcado en el plan maestro y por los grandes resultados que obtuvo el equipo.

Resultados Globales

Los resultados globales de toda la implantación resultan impactantes de cualquier forma que se vean, a continuación se presentan dichos resultados en el formato presentado mensualmente a los gerentes en las gráficas presentadas en el pizarrón del almacén (figuras 37 a 43 y 44, pag. 97 a 103 y 104). Como las gráficas lo explican, los resultados son realmente sorprendentes y la metodología es realmente sencilla. Se obtuvieron mejoras en todos los departamentos y en todos los objetivos principales del almacén de refacciones mecánicas. Aumento el índice de servicio junto con la exactitud de inventarios, mientras que los tiempos de limpieza y de inventarios se vieron disminuidos radicalmente;

Mantenimiento Autónomo Aplicado a un Almacén de Refacciones

así como los espacios y las refacciones utilizadas. La implantación de Mantenimiento Autónomo resultó todo un éxito. Las conclusiones finales y los pasos a seguir en este lugar de trabajo se presentan en el siguiente capítulo.

Implantación de TPM

Estrategia de Implantación

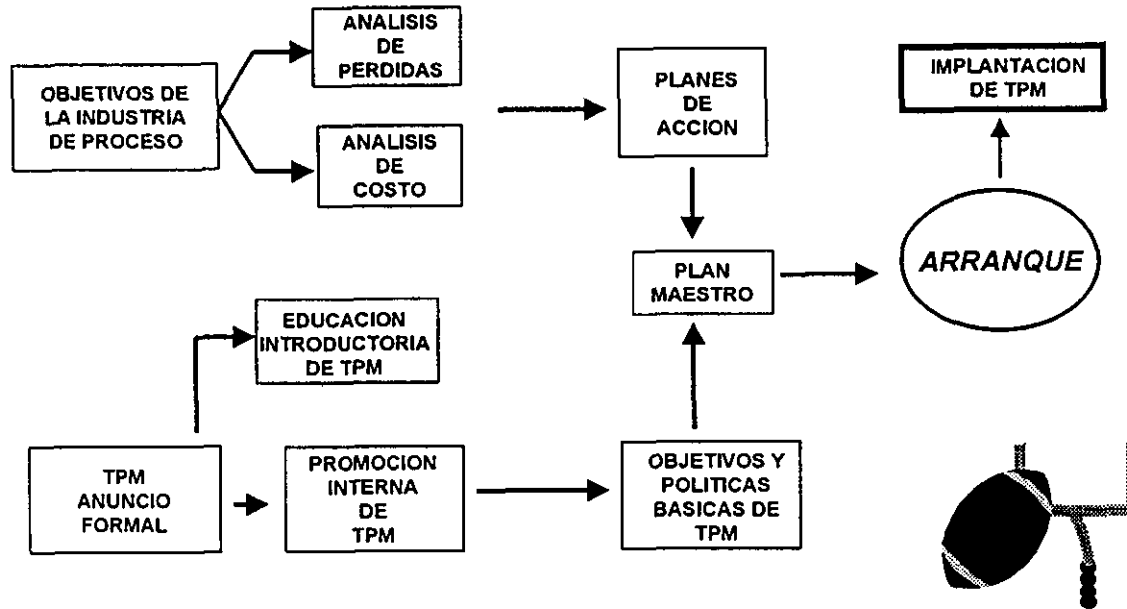


Figura 2

Plan Maestro General

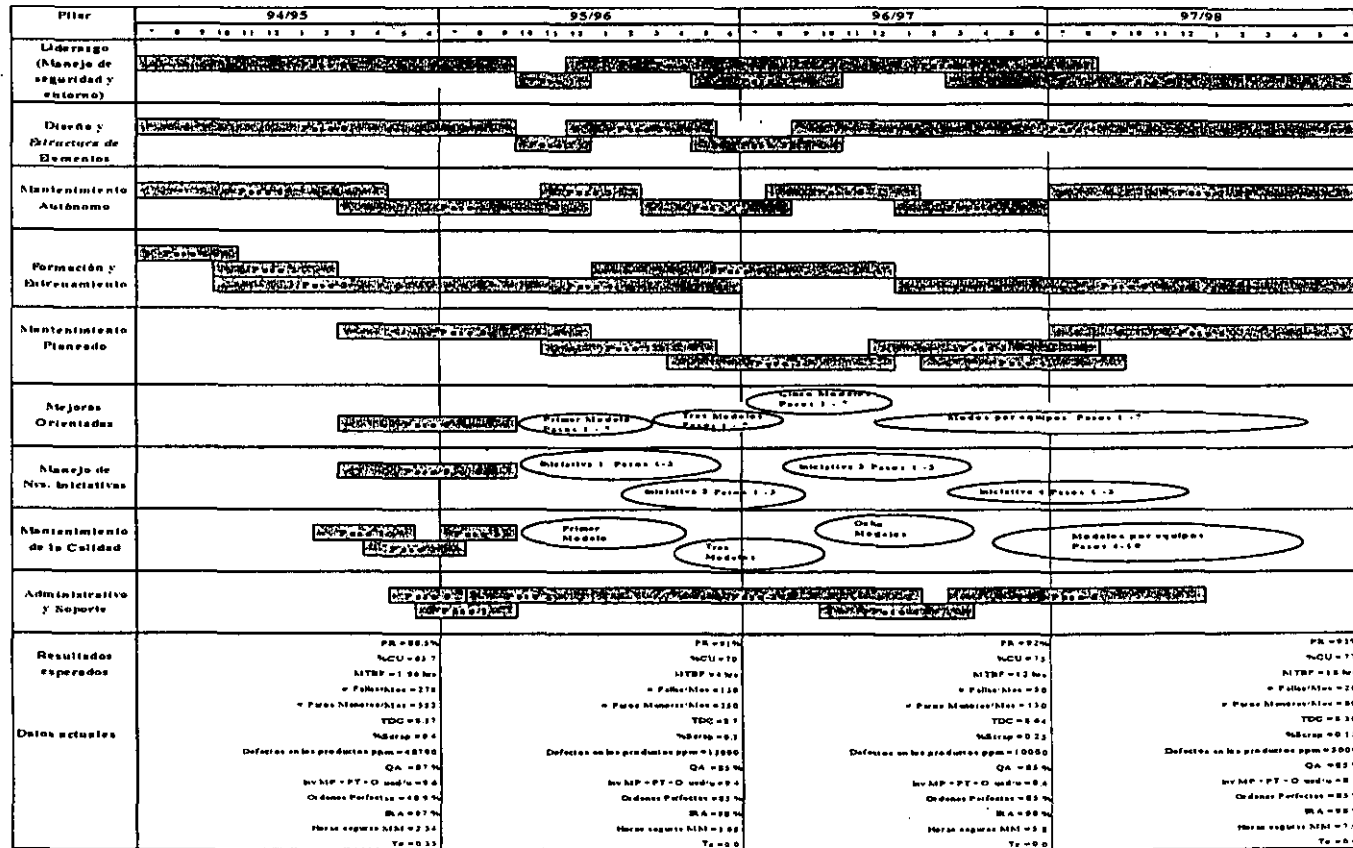


Figura 3

Implantación de TPM en Cada Departamento

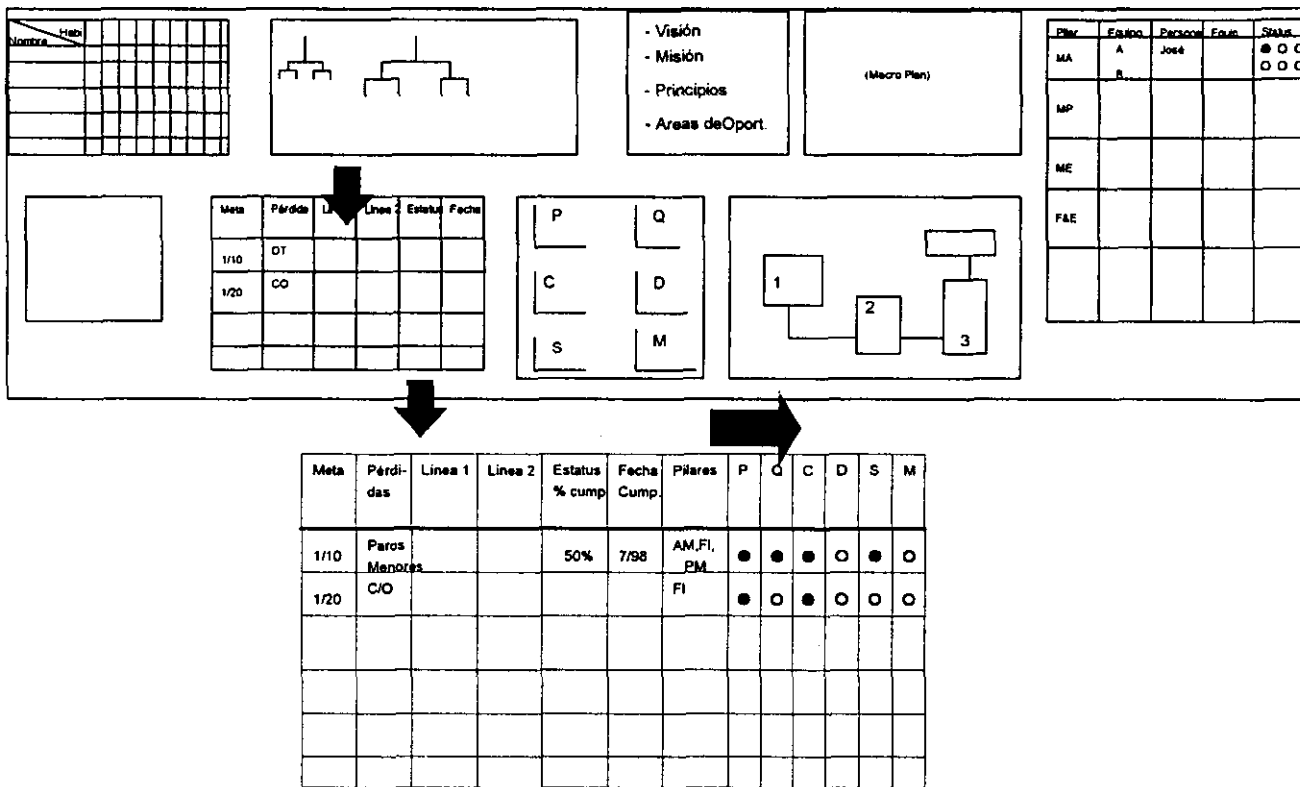
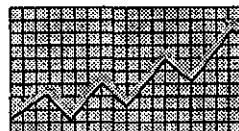
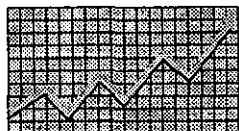
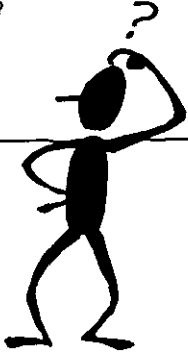


Figura 4

Medidas y Planes de Acción de los Equipos



MEDIDAS	PLANES DE ACCION
<p><u>Gerente de Departamento</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cambios en paros de máquinas 2. No. De fallas 3. Mejoras en cambios de tamaños 4. Tiempos de cambio de cuchillas 5. Tiempo de arranque 6. No. de mejoras en paros menores 7. No. de mejoras en aumentos de velocidad 8. No. de defectos 9. Tiempo neto invertido 10. Uso de la capacidad 11. Índice de productos usables pero con defectos 12. Efectos acumulativos de mejoras 13. Problemas resueltos a través de Mejoras enfocadas 14. Reducción de horas hombre 15. No. de propuestas de mejora 	<p><u>Gerente de Departamento</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Se consiguieron los resultados? 2. ¿Dónde se pueden aplicar las mejoras? 3. ¿Se cambio la estructura de pérdida? 4. ¿Cuáles son los pasos a seguir? 5. ¿Cuáles son las prioridades? 6. En cuanto a los problemas que pueden ser resueltos por el Gerente del Departamento <ul style="list-style-type: none"> • ¿Pueden ser resueltos solo por el? • ¿Cuáles necesitan ayuda? • ¿Cuáles son problemas por falta de tecnología?
<p><u>Equipo</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reducción en tiempos de limpieza 2. Reducción en tiempos de inspección 3. Reducción en volúmenes de lubricantes 4. No. de casos detectados a tiempo 5. No. análisis de falla 6. No. de mejoras en paros menores 7. Mejoras en cambios de tamaño al día 8. Mejoras en el tiempo de cambio de las cuchillas 	

Plan Maestro de TPM en Manejo de Materiales

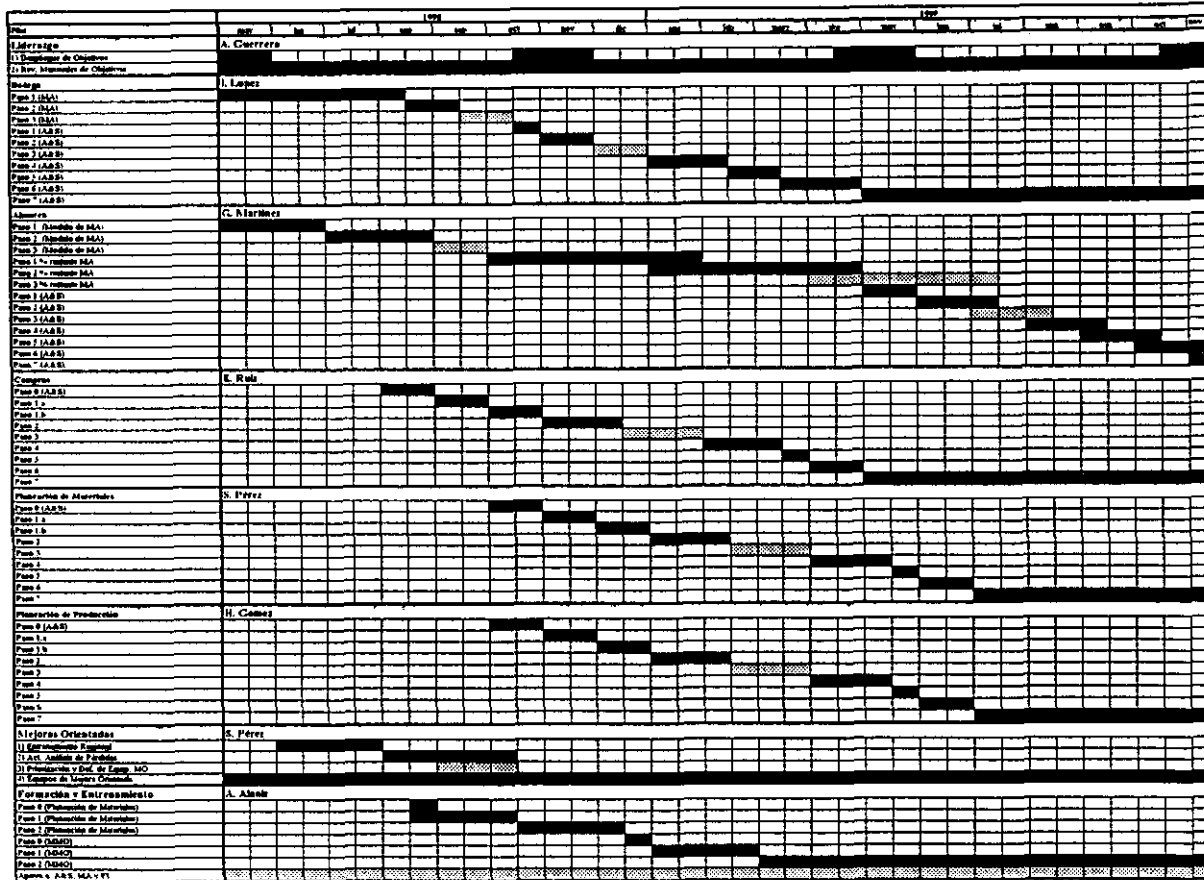


Figura 6

Plan Maestro de MA en el Almacén

	mayo				junio				julio				agosto				septiembre				O	N	D	E	F	M	A	M	J																	
	4 al 9	11 al 16	18 al 23	25 al 30	1 al 6	8 al 13	15 al 20	22 al 27	29 al 4	6 al 11	13 al 18	20 al 25	27 al 1	3 al 8	10 al 15	17 al 22	24 al 29	31 al 5	7 al 12	14 al 19	21 al 26																									
Paso 1	Objetivo																																													
Modelo de Bandas																																														
Paso 2	Objetivo																																													
Modelo de Bandas																																														
Paso 3	Objetivo																																													
Modelo de Bandas																																														
Paso 1	Objetivo																																													
Modelo de Bandas																																														
Paso 2	Objetivo																																													
Modelo de Bandas																																														
Paso 3	Objetivo																																													
Modelo de Bandas																																														
Paso 1	Objetivo																																													
Modelo de Bandas																																														
Paso 2	Objetivo																																													
Modelo de Bandas																																														
Paso 3	Objetivo																																													
Modelo de Bandas																																														
Plan trimestral																																														
Revisión de Resultados	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas	Bandas																		
Autoauditoria Paso 1		Bandas				Bandas					Bandas				Bandas						Bandas																									
Paso 2																																														
Paso 3																																														
Auditoria Paso 1						Bandas															Bandas																									
Departamento Paso 2																																														
Paso 3																																														
Auditoria Paso 1																																														
Planta Paso 2																																														
Paso 3																																														

Figura 7

Resultados Personales

Almacén de Refacciones
ELIAS LOPEZ

Seguimiento Mensual

	Objetivo	PRIMER TRIMESTRE			TOTAL ACUM	SEGUNDO TRIMESTRE			TOTAL ACUM	TERCER TRIMESTRE			TOTAL ACUM	ACCION
		May-99	Jun-99	Jul-99		Aug-99	Sep-99	Oct-99		Nov-99	Dic-99	Jan-00		
1	Incidencias Mes	<15			1				13				13	
2	Tarjetas de Fallas	0	1		1	1			2				2	
3	Salidas Porque Pagar	100%			0				0				0	
4	Arreglos con costo cobrados	240	112	111	114	337	119	110	119	685			760	
5	Adherencia a Emisiones TPV	100%	75%	75%	75%	2		75%	100%	5			6	
6	% de fallas por falladas	>50%			0				2				2	
7	OLA	>90%		83%	1			86%	4				6	
8	Reclamos no atendidos	0			0				0				0	
9	Accidentes	0			0				0				0	
10	OPL's Puestos Mes	4			11				24				28	
11	Prescripciones Implementadas	4			0				0				0	
12	Prescripciones Capitalizadas	4			0				0				0	
13	Adhesión Puestos al mes	3	2		4	2	2		9				12	
14	1º OPL Puestos Mes	3			9		2	2	16	2			18	
15	Horas Extra con	<8			27				50				56	
16	Horas TPV Puestos Mes	28			90				176				207	
	Efectividad	75												

Figura 8

Resultados Globales del Equipo

Almacén de Refacciones

Seguimiento Mensual

	Objetivo P. INCREMENTE	Objetivo											OBSERVACION	
		Zachar J.R.	Ernesto J.	Vicente C.	Alfonso A.	Séverin A.	Quintín J.	Lépez E.	Braun A.	Guerra C.	Manuel L.	TOTAL		
1	Incidentes Más Total	<15												
2	Tarjetas de Fallas	0												
3	Avance Porcentaje	100%												
4	Artículos con este y asociado	<140												
5	Artículos a Reemplazar TPM	100 %												
6	% Refacciones Revisadas	>50%												
7	IRA	>90%												
8	Obsolescencia en Accesorios	0												
9	Accesorios	0												
10	OPL's Propuestas	4												
11	Procedimientos Implementados	4												
12	Procedimientos Cuestionados	4												
13	Costos TPM en Mes	3												
14	Nº OPL's Propuestas Mes	3												
15	Metas Extra Mes	<8												
16	Metas TPM Propuestas Mes	20												
	Efectividad	75												

Resultados Globales del Equipo (Ejemplo)

Almacén de Refacciones

Seguimiento Mensual

Índice	Objetivo	Mensual										TOTAL	OBSERVACIONES			
		Salinas M.	Bello T.	Figueroa C.	Alfonso A.	María A.	Quintero E.	López B.	Sanjay A.	Quintero C.	Alfonso L.					
1	Indicador SIM Total	<15														
2	Índice de Fallos	0				1	1		1		1		1	4		
3	Índice Puntos Puntos	100%														
4	Atendidos con tasa máxima	<240	119	119						112			114			
5	Adherencia a Emisiones TPH	100 %	75 %	75%	100%	75%			75%			70%				
6	% Edificios Entregados	>50%	85%	50%	50%	50%										
7	IRA	>90%	85%	85%		89%	80%			80%	89%	89%				
8	Incidentes no documentados	0														
9	Accidentes	0														
10	IPD % Promedio	4														
11	Presidencias Implementadas	4														
12	Presidencias Capacitadas	4														
13	Edificios Puntos al mes	3		2								2				
14	IP OPL Promedio	3						2	2	2						
15	Horas Extra mes	<8														
16	Horas TPH Promedio	20				15										
	Efektividad	75	67	67	73	70				73	66	73				

75

Figura 10

Resultado Mensual

TPM

RESULTADO MENSUAL DEL MODELO DE BANDAS

<i>MEDIDA</i>	<i>BASE</i>	<i>MAYO</i>	<i>JUNIO</i>	<i>JULIO</i>	<i>AGOSTO</i>	<i>SEPTIEMBRE</i>	<i>OCTUBRE</i>	<i>OBJETIVO</i>
INDICE DE SERVICIO (%)	70.00%							100%
TARJETAS DE FALTANTES	4							0
TIEMPO MUERTO (MIN)	1500							0
EXACTITUD DE INVENTARIOS	75%							100%
INVENTARIO (USD)	\$ 33,886.00							\$ 12,000.00
OBSOLETOS (PARTES)	700							0
REFACCIONES REVISADAS	30%							>50%
SEGURIDAD INCIDENTES	25							<10
ACCIDENTES	0							0

Figura 11

Resultados por Cuadrilla

RESULTADOS DEL MES DE:

EQUIPO:

MEDIDORES		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	31	
Indice de servicio	Cuad. A																																
	Cuad. B																																
	Cuad. C																																
	Cuad. D																																
Tarjetas de faltantes	Cuad. A																																
	Cuad. B																																
	Cuad. C																																
	Cuad. D																																
Tiempo muerto	Cuad. A																																
	Cuad. B																																
	Cuad. C																																
	Cuad. D																																
Exactitud de Inventarios	Cuad. A																																
	Cuad. B																																
	Cuad. C																																
	Cuad. D																																
Vales pendientes	Cuad. A																																
	Cuad. B																																
	Cuad. C																																
	Cuad. D																																
Inventarios	Cuad. A																																
	Cuad. B																																
	Cuad. C																																
	Cuad. D																																

77

MEDIDORES	CRITERIOS	
	100%	100%
Indice de servicio	100%	<100%
Tarjetas de faltantes	0	>0
Tiempo muerto	0	>0
Exc. de Inventarios	98%	<98%
Vales pendientes	0	>0
Inventarios	sem.	

Figura 12

Matriz de Fuentes de Contaminación

MATRIZ DE PRIORIDADES PARA LA ELIMINACION DE FUENTES DE CONTAMINACION

LÍNEA : Almacén EQUIPO : Bandas

No.	FUENTES DE CONTAMINACION	¿QUE CLASE DE CONTAMINANTES?	CALIFICACION						TOTAL DE PUNTAJE	PRIORIDAD	STATUS DE SOLUCION
			SEGURIDAD	CALIDAD	FALLAS	PAROS MENORES	AJUSTES	LIMPIEZA			
1	área general	polvo	6	6	1	1	1	6	21	1	
2	falta de orden	bandas mezcladas	1	3	2	1	3	6	16	2	
3	falta de información	bandas mezcladas	1	3	2	1	3	6	16	2	

Figura 18

ESTA TESIS NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

Monitoreo de Tiempos

MONITOREO DE TIEMPO DE LIMPIEZA - INSPECCION

LINEA: Almacén

EQUIPO: Bandas

FUENTE DE CONTAMINACION

MEJORA # 1

ANTES

FECHA	TIEMPO DE LIMPIEZA (min/día)
6-Jul	404
7-Jul	327
8-Jul	349
9-Jul	360
10-Jul	338
11-Jul	388
12-Jul	346
PROMEDIOS	358.86

DESPUES

FECHA	TIEMPO DE LIMPIEZA (min/día)
20-Jul	150
21-Jul	130
22-Jul	122
23-Jul	127
24-Jul	121
25-Jul	127
26-Jul	142
PROMEDIOS	131.29

MEJORA # 2

ANTES

FECHA	TIEMPO DE INSPECCION (min/día)
3-Aug	80
4-Aug	65
5-Aug	73
6-Aug	70
7-Aug	75
8-Aug	73
9-Aug	69
PROMEDIOS	72.14

DESPUES

FECHA	TIEMPO DE INSPECCION (min/día)
13-Aug	40
14-Aug	30
15-Aug	35
16-Aug	32
17-Aug	32
18-Aug	31
19-Aug	31
PROMEDIOS	33.00

MEJORA # 3

ANTES

FECHA	TIEMPO DE INSPECCION (min/día)
13-Aug	40
14-Aug	30
15-Aug	35
16-Aug	32
17-Aug	32
18-Aug	31
19-Aug	31
PROMEDIOS	33.00

DESPUES

FECHA	TIEMPO DE INSPECCION (min/día)
24-Aug	25
25-Aug	22
26-Aug	23
27-Aug	28
28-Aug	24
29-Aug	23
30-Aug	26
PROMEDIOS	24.43

Figura 19

TIEMPO DE LIMPIEZA (min/día) MEJORA 1

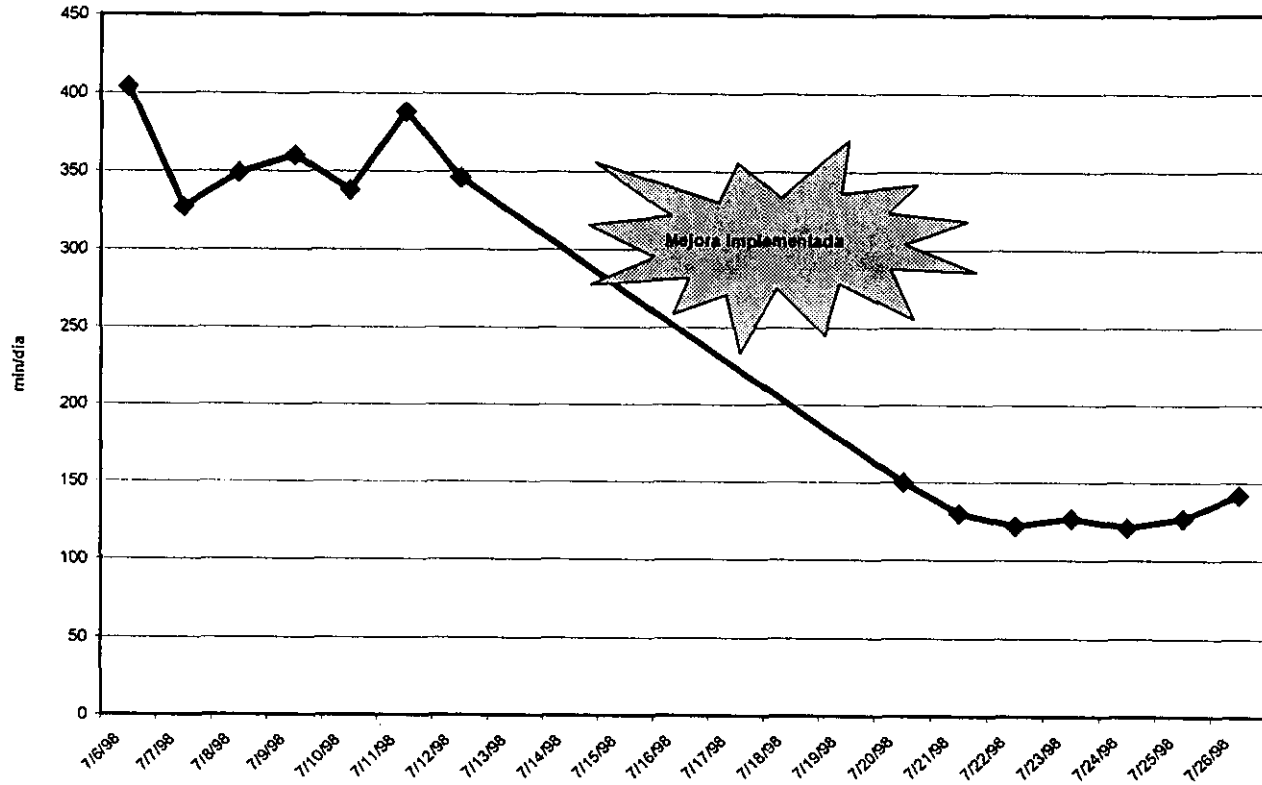


Figura 20

TIEMPO DE INSPECCION (min/día)
MEJORA 2

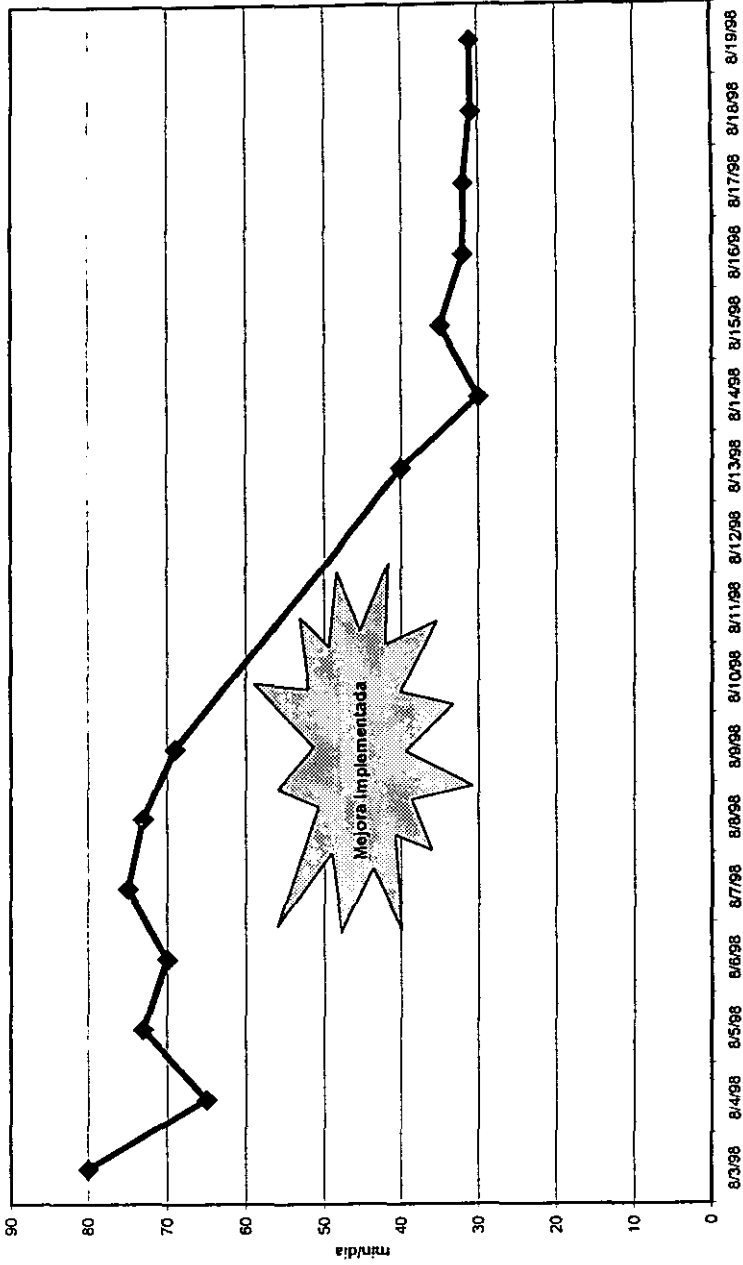


Figura 21

TIEMPO DE INSPECCION (min/dia)
Mejora 3

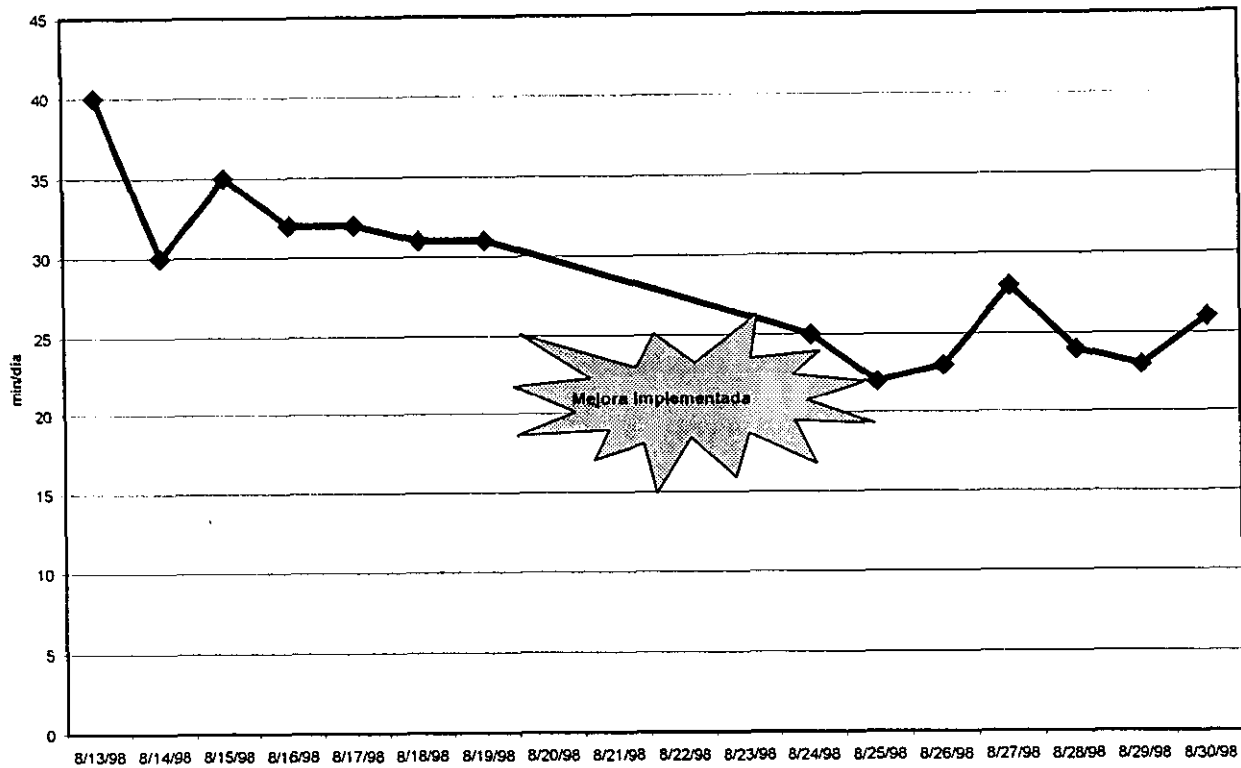


Figura 22

Registro de Mejoras

LINEA: Almacén

EQUIPO: Bandas

FUENTE DE CONTAMINACION :

MEJORAS	ANTES	DESPUES	MEJORA ACEPTADA/ RECHAZADA	¿PORQUE?	OBSERVACIONES
	TIEMPO DE LIMPIEZA- INSPECCION (min/sem)	TIEMPO DE LIMPIEZA- INSPECCION (min/sem)			
MEJORA 1 Cubrir el área de bandas con plástico, para crear un área confinada	2512	919	ACEPTADA	60% de mejora	recomendar aislamiento total para el resto del almacén
MEJORA 2 Almacenar las bandas por tipo de bandas	505	231	ACEPTADA	Disminución en búsqueda	
MEJORA 3 Incluir etiqueta de tiempos de entrega (verde, amarilla, roja)	231	171	ACEPTADA	Mayor enfoque a piezas críticas	

Figura 23

Matriz de Areas de Difícil Acceso

MATRIZ DE PRIORIDADES PARA LA ELIMINACION DE AREAS DE DIFICIL ACCESO

LINEA : Almacén

EQUIPO : Bandas

No.	AREAS DE DIFICIL ACCESO	¿QUE TRABAJO ES EJECUTADO?	CALIFICACION					TOTAL DE PUNTAJE	PRIORIDAD	STATUS DE SOLUCION
			SEGURIDAD	LUBRICACION	LIMPIEZA E INSPECCION	AJUSTES	APRIETE			
1	Anaque l normal del almacén	Toma de inventarios	3	N/A	6	3	N/A	12	1	
2	Anaque l nuevo del almacén	Toma de inventarios	1	N/A	6	3	N/A	10	2	
3	Anaque l nuevo del almacén	Toma de inventarios	1	N/A	3	3	N/A	7	2	

Figura 24

Monitoreo de Tiempos

MONITOREO DE TIEMPO DE EJECUCION

LINEA: Almacén

EQUIPO: Bandas

AREA DE DIFICIL ACCESO

MEJORA # 1

ANTES

FECHA	TIEMPO DE INSPECCION (min/día)
6-Jul	400
7-Jul	400
8-Jul	387
9-Jul	375
10-Jul	372
11-Jul	376
12-Jul	390
PROMEDIOS	385.71

DESPUES

FECHA	TIEMPO DE INSPECCION (min/día)
20-Jul	300
21-Jul	315
22-Jul	320
23-Jul	330
24-Jul	313
25-Jul	314
26-Jul	318
PROMEDIOS	315.71

MEJORA # 2

ANTES

FECHA	TIEMPO DE INSPECCION (min/día)
20-Jul	300
21-Jul	315
22-Jul	320
23-Jul	330
24-Jul	313
25-Jul	314
26-Jul	318
PROMEDIOS	315.71

DESPUES

FECHA	TIEMPO DE INSPECCION (min/día)
29-Jul	220
30-Jul	218
31-Jul	210
1-Aug	209
2-Aug	215
3-Aug	213
4-Aug	214
PROMEDIOS	214.14

MEJORA # 3

ANTES

FECHA	TIEMPO DE INSPECCION (min/día)
29-Jul	220
30-Jul	218
31-Jul	210
1-Aug	209
2-Aug	215
3-Aug	213
4-Aug	214
PROMEDIOS	214.14

DESPUES

FECHA	TIEMPO DE INSPECCION (min/día)
10-Aug	189
11-Aug	190
12-Aug	184
13-Aug	190
14-Aug	187
15-Aug	189
16-Aug	188
PROMEDIOS	188.14

Figura 25

TIEMPO DE INSPECCION (min/dia)
Mejora 1

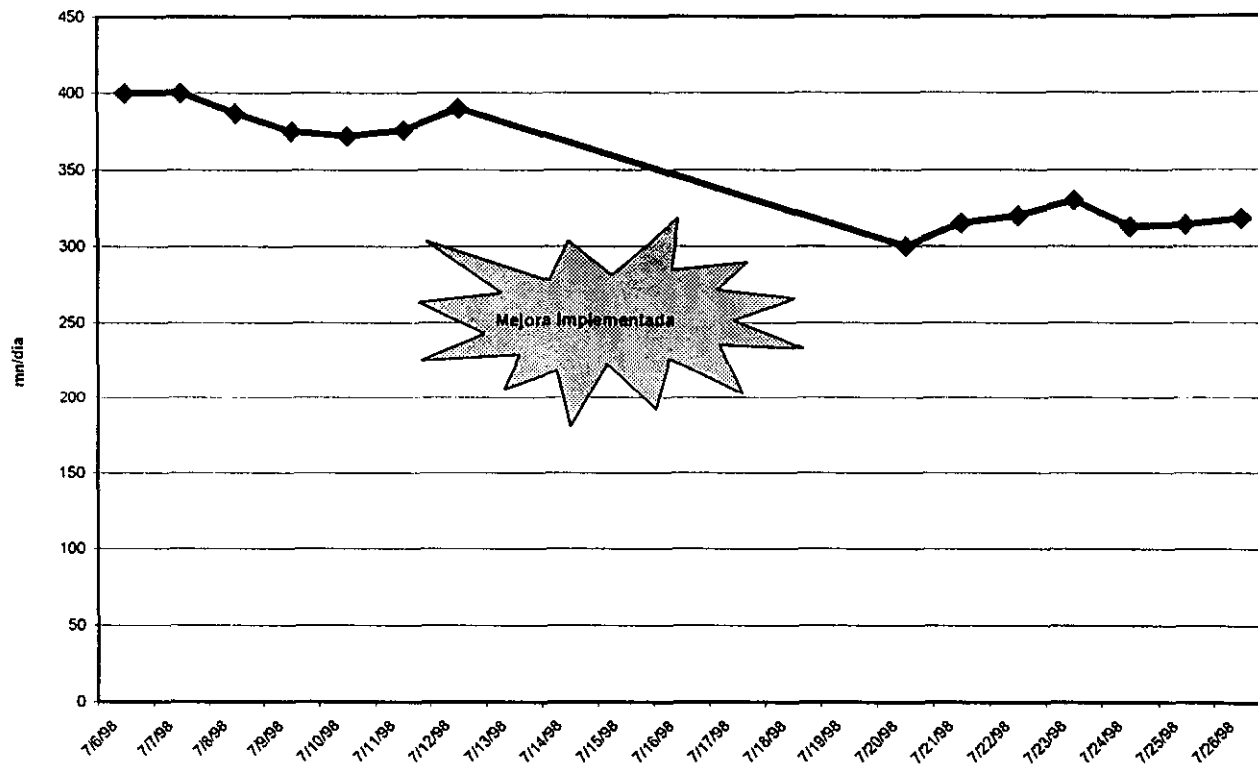
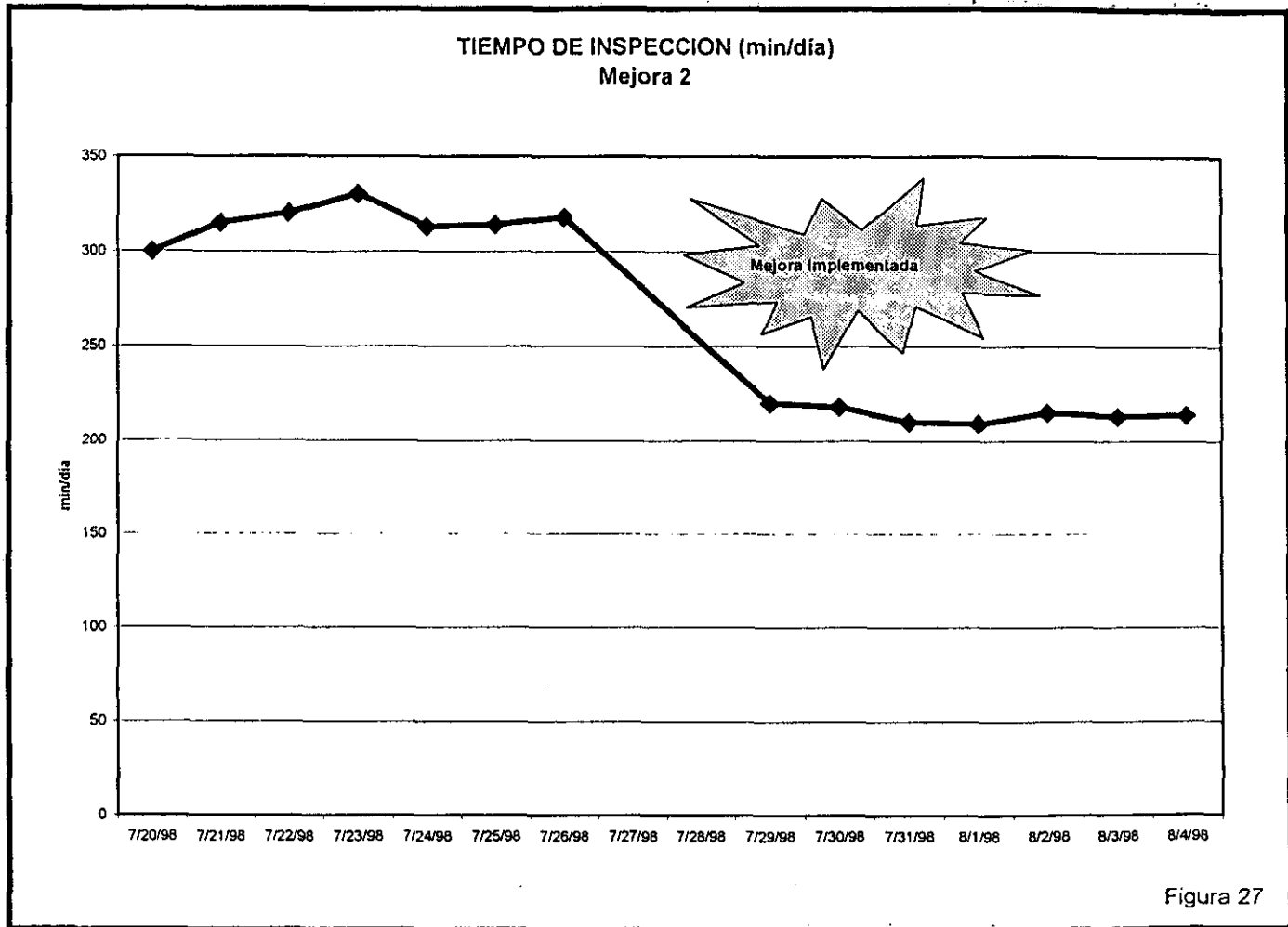


Figura 26



TIEMPO DE INSPECCION (min/día) Mejora 3

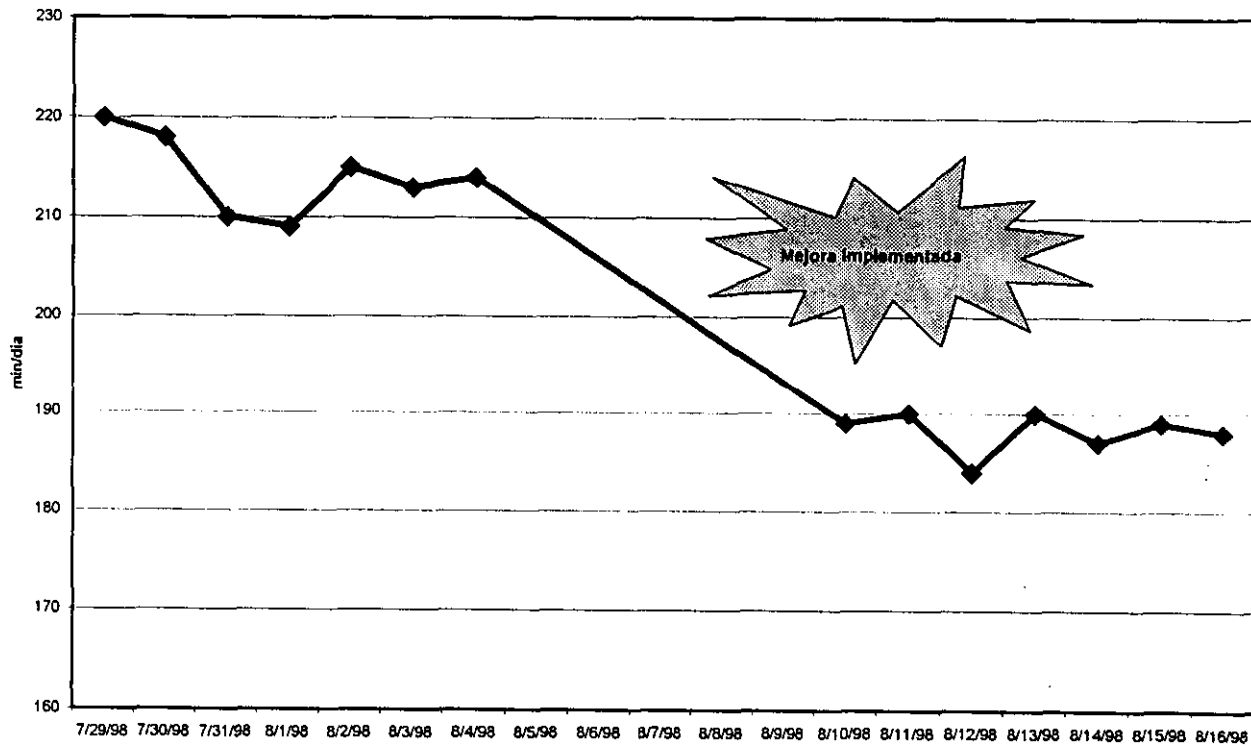


Figura 28

Registro de Mejoras

LINEA: Almacén

EQUIPO: Bandas

AREA DE DIFICIL ACCESO:

MEJORAS	ANTES	DESPUES	MEJORA ACEPTADA/ RECHAZADA	¿PORQUE?	OBSERVACIONES
	TIEMPO DE INSPECCION (min/sem)	TIEMPO DE INSPECCION (min/sem)			
MEJORA 1 Almacenar bandas colgadas en estantes nuevos	2700	2210	ACEPTADA	Reducción de tiempos y mejor conservación de las bandas	
MEJORA 2 Incluir división de puntos de reorden	2210	1500	ACEPTADA	Agilización en toma de inventarios, reducción en falta de éstos	
MEJORA 3 Listado de bandas por matriz (ubicación/ descripción/ código)	1500	1317	ACEPTADA	Agilización en toma de inventarios y búsqueda de piezas	

06

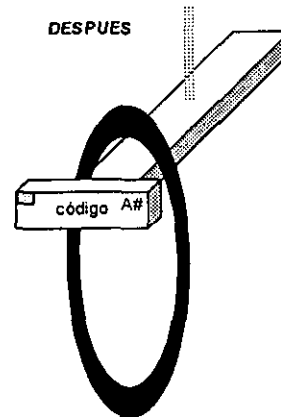
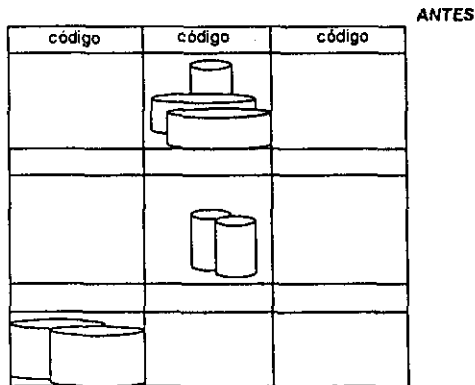


Figura 29

MA

Estándar de Mantenimiento Autónomo (general)

Paso 3	Responsable: L. Martínez
Equipo: Bandas	Fecha: 5 de septiembre, 1998

Código	Coord.	Bandera	Refacción
50-48962	A1	Roja	Banda de Uretano c/vacfo 480 H800

Inspección a través de la Limpieza

Pto Insp	Estándar	Método	Herramienta	Acción en caso de falla	Tpo (min)	Frec
1	Sin polvo, basura o grietas	M/V	pañó	limpiar/eliminar	1	M
2	Con las medidas correspondientes	M/V	flexómetro	eliminar	2	2M
3	Solamente bandas iguales en esa ubicación	V	manual	eliminar bandas incorrectas	0.25	S
4	Con divisiones de PR y CO	V	marcas	agregar las divisiones	0.25	S
5	Con etiquetas de código completas	V	etiquetadora	agregar etiqueta	0.25	S
6	Con control visual de tiempos de entrega	V	banderas	agregar bandera	0.25	M
7	Con coordenada en su lugar	V	pegamento	pegar coordenada	0.25	S

Inspección a través de Inventarios

8	Sin inventario máximo vs. etiqueta	M/V	n/a	eliminar	1	2S
9	Sin estar por debajo del inventario mínimo vs. etiqueta	M/V	n/a	buscar pedido/hacer	0.5	D
10	Sin diferencias entre el sistema y el anaquel en inventario actual	M/V	computadora	revisar vales pendientes y ajustar	0.5	D
11	Sin diferencias entre el sistema y el anaquel en puntos de reorden	M/V	computadora	revisar modificaciones de mantenimiento y ajustar	0.5	2S

Método
 M= manual
 V= visual
 A= auditivo
 O= olfato

Frecuencia
 D= diario
 3D= cada tercer día
 S= semanal
 2S= cada dos semanas
 M= mensual
 2M= bimestral

Figura 31

RUTA DE INSPECCION :

TPM

Paso 3 Estándar de Mantenimiento Autónomo

Grupo:
Fecha :

--	--

Figura 32

MA

Estándar de Mantenimiento Autónomo (ejemplo)

Paso 3 Responsable: L. Martínez

Equipo: Bandas Fecha: 5 de septiembre, 1998

Código	Coord.	Bandera	Refacción
50-48962	A1	Roja	Banda de Uretano c/vacio 480 H800

Inspección a través de la Limpieza

Pto Insp	Estándar	Método	Herramienta	Acción en caso de falla	Tpo (min)	Frec
1	Sin polvo, basura o grietas	M/V	pañó	limpiar/eliminar	1	M
2	Con las medidas correspondientes	M/V	flexómetro	eliminar	2	2M
3	Solamente bandas iguales en esa ubicación	V	manual	eliminar bandas incorrectas	0.25	S
4	Con divisiones de PR y CO	V	marcas	agregar las divisiones	0.25	S
5	Con etiquetas de código completas	V	etiquetadora	agregar etiqueta	0.25	S
6	Con control visual de tiempos de entrega	V	banderas	agregar bandera	0.25	M
7	Con coordenada en su lugar	V	pegamento	pegar coordenada	0.25	S

Inspección a través de Inventarios

8	Sin inventario máximo vs. etiqueta	M/V	n/a	eliminar	1	2S
9	Sin estar por debajo del inventario mínimo vs. etiqueta	M/V	n/a	buscar pedido/hacer	0.5	D
10	Sin diferencias entre el sistema y el anaquel en inventario actual	M/V	computadora	revisar vales pendientes y ajustar	0.5	D
11	Sin diferencias entre el sistema y el anaquel en puntos de reorden	M/V	computadora	revisar modificaciones de mantenimiento y ajustar	0.5	2S

Método

M= manual

V= visual

A= auditivo

O= olfato

Frecuencia

D= diario

3D= cada tercer día

S= semanal

2S= cada dos semanas

M= mensual

2M= bimestral

Figura 34

RUTA DE INSPECCION :

TPM

Paso 3 Estándar de Mantenimiento Autónomo

Grupo: BANDAS

Fecha : 5/09/98

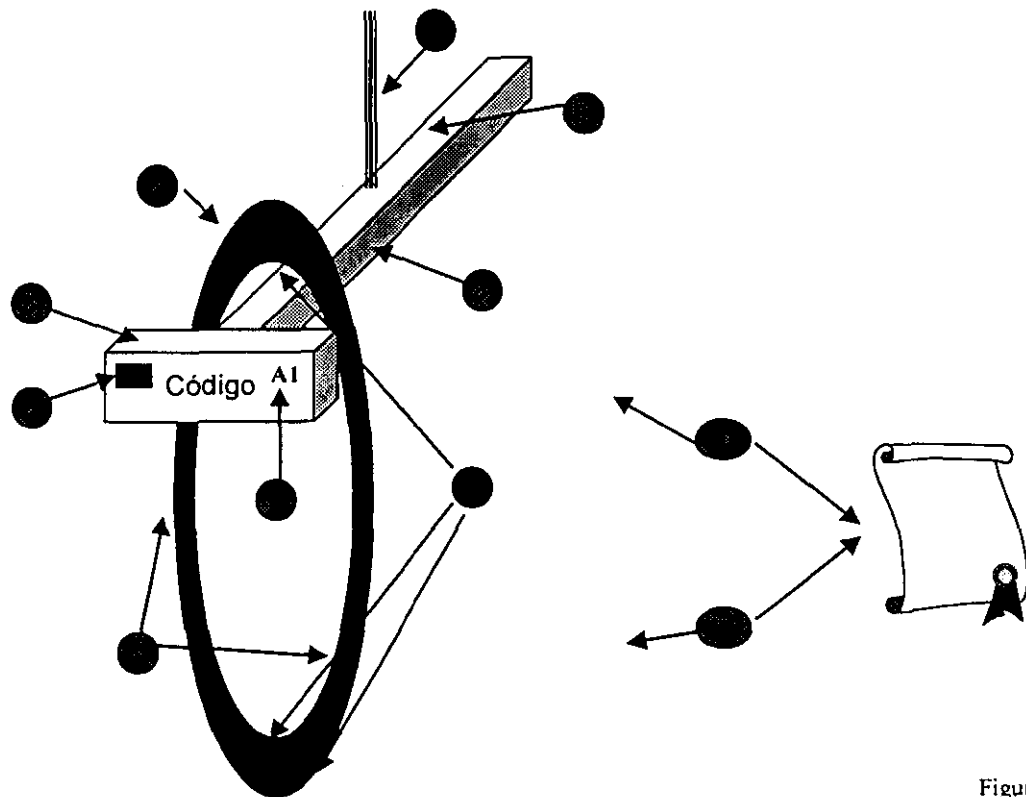


Figura 35

MA CALENDARIO DE INSPECCION (ejemplo)
Paso 3 Responsable: T. Bravo

Equipo: Bandas Fecha: septiembre, 1988

Inspección a través de la Limpieza

Pto Insp	Estándar	Frec	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		
1	Sin polvo, basura o grietas	M	■																																
2	Con las medidas correspondientes	2M																																	
3	Solamente bandas iguales en esa ubicación	S	■																																
4	Con divisiones de PR y CO	S	■																																
5	Con etiquetas de código completas	S	■																																
6	Con control visual de tiempos de entrega	M	■																																
7	Con coordenada en su lugar	S	■																																

Inspección a través de Inventarios

8	Sin inventario máximo vs. etiqueta	2S	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
9	Sin estar por debajo del inventario mínimo vs. etiqueta	D	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
10	Sin diferencias entre el sistema y el anaquel en inventario actual	D	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
11	Sin diferencias entre el sistema y el anaquel en puntos de reorden	2S	■																																	

Frecuencia

D= diario

3D= cada tercer día

S= semanal


2S= cada dos semanas

M= mensual

2M= bimestral

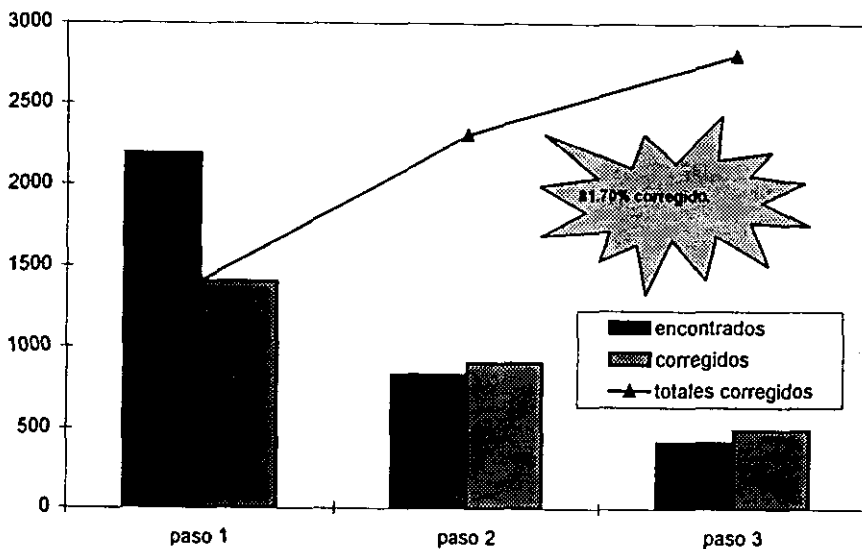
Código
 programado

 sin defecto en inspección

 defecto durante inspección

 defecto fuera de inspección

Defectos encontrados/corregidos



Tiempos de limpieza

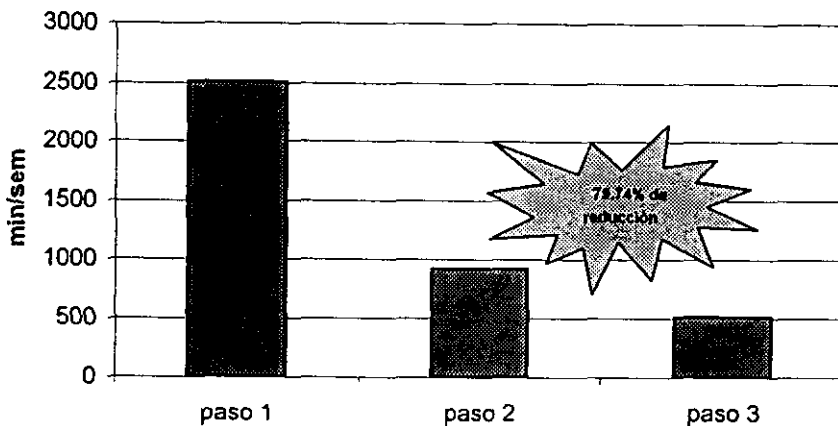


Figura 37

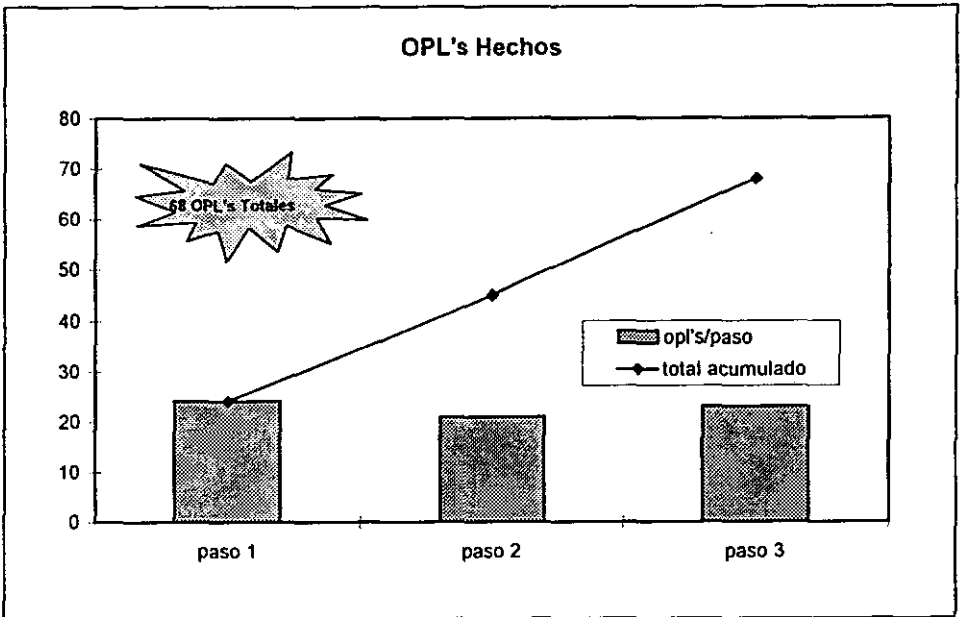
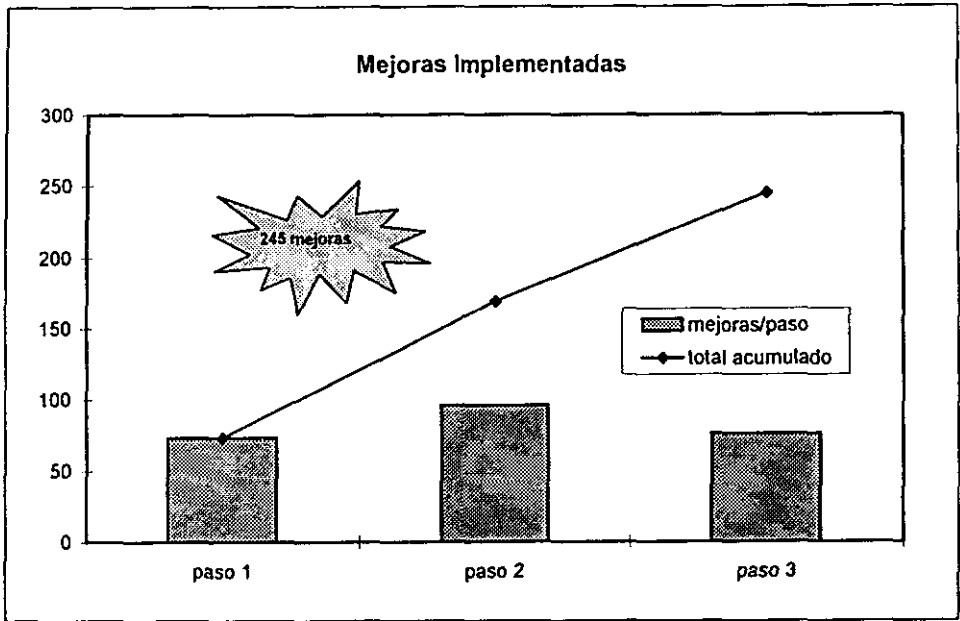
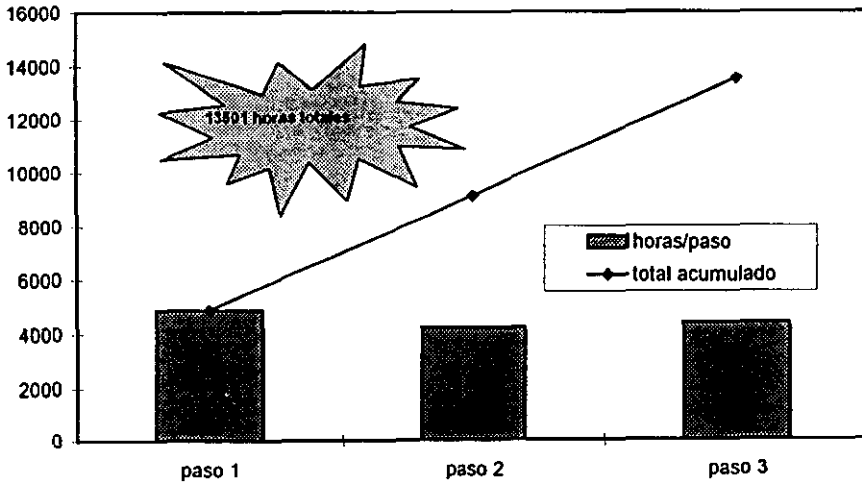


Figura 38

Horas Invertidas en TPM



Inventario

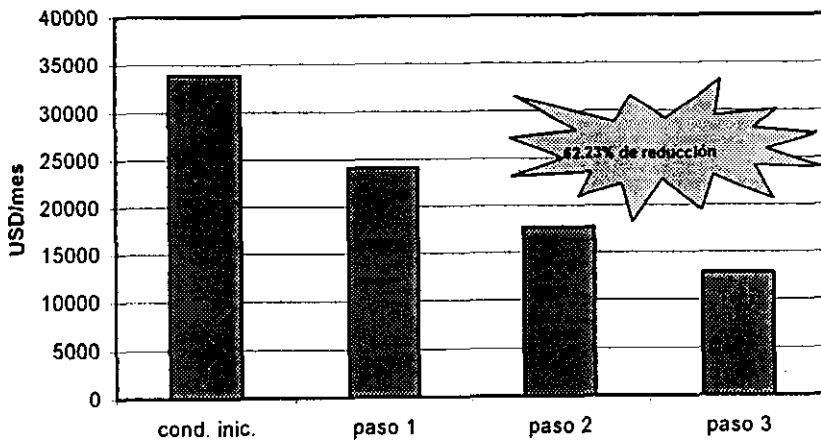


Figura 39

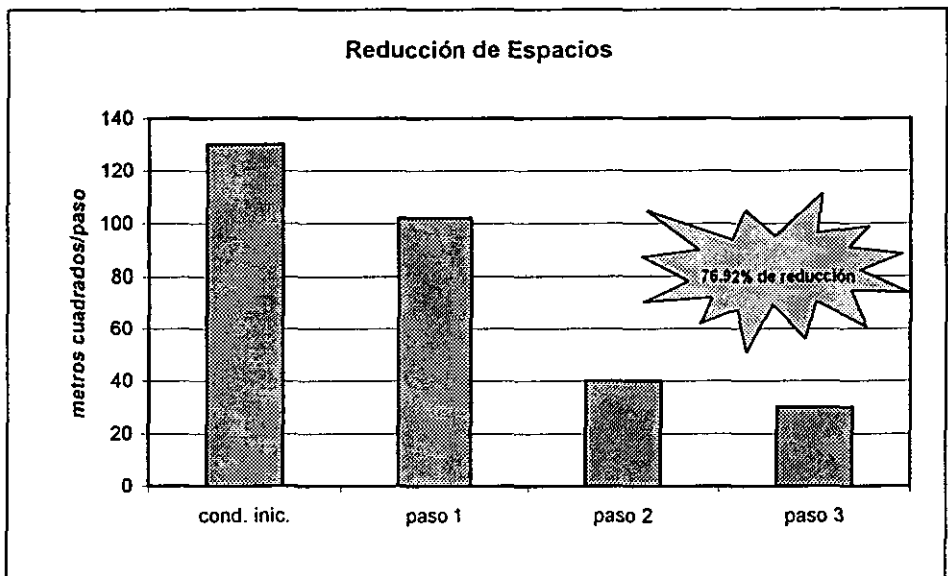
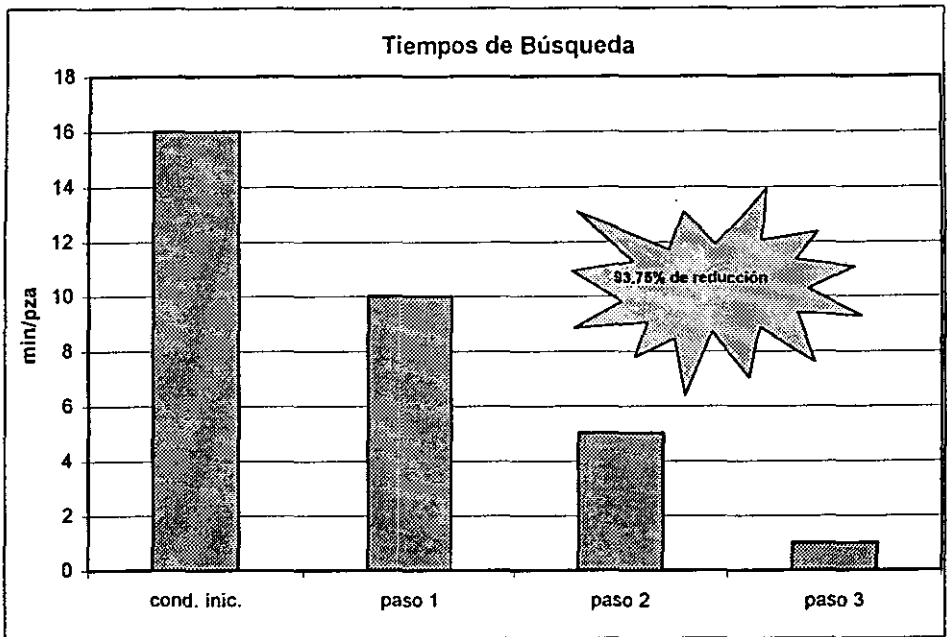


Figura 40

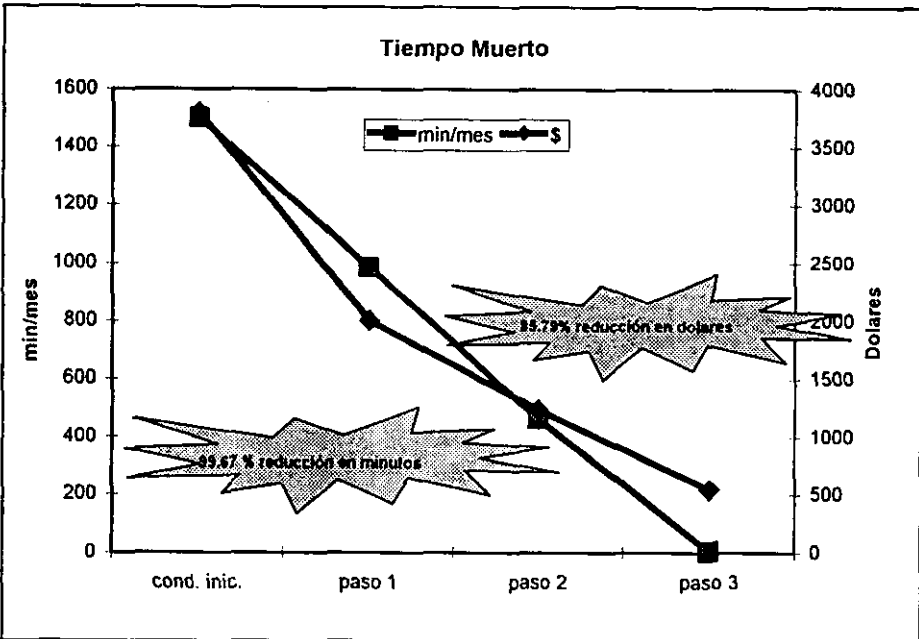
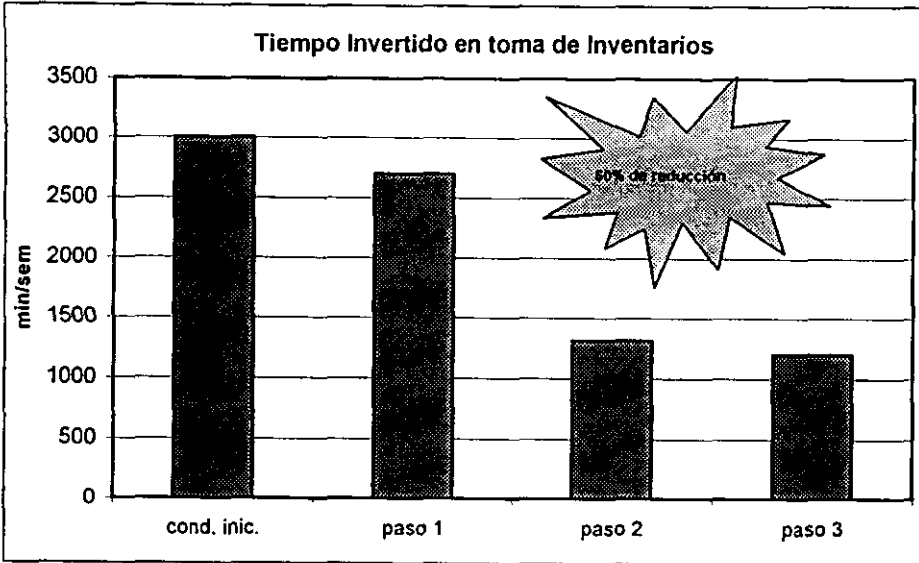


Figura 41

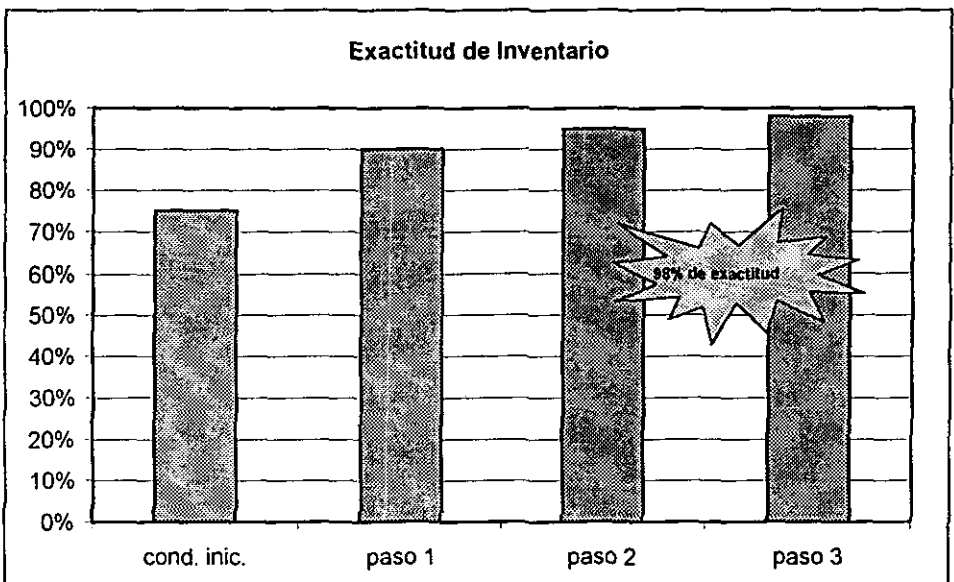
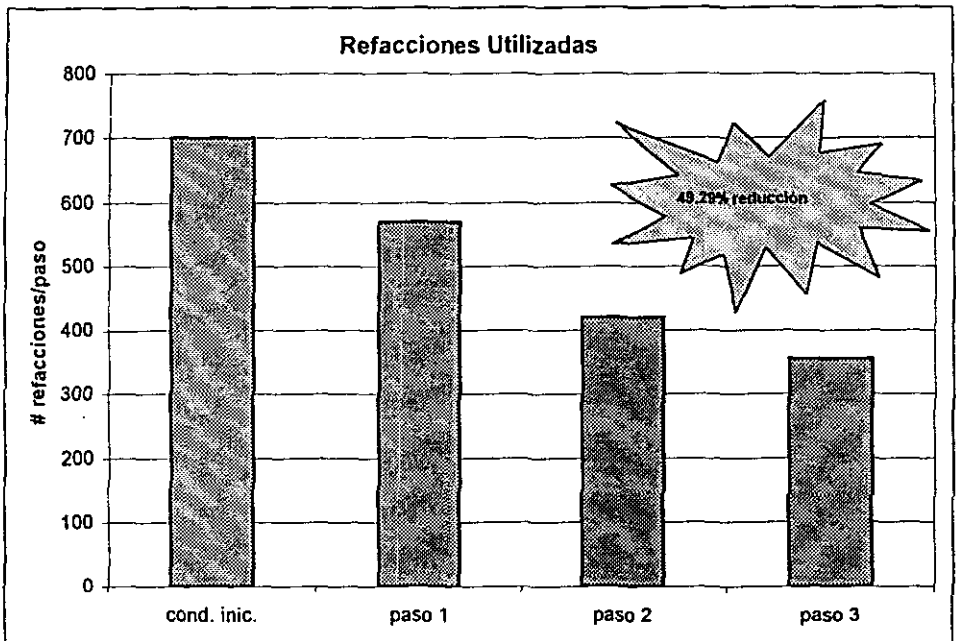


Figura 42

Indice de Servicio

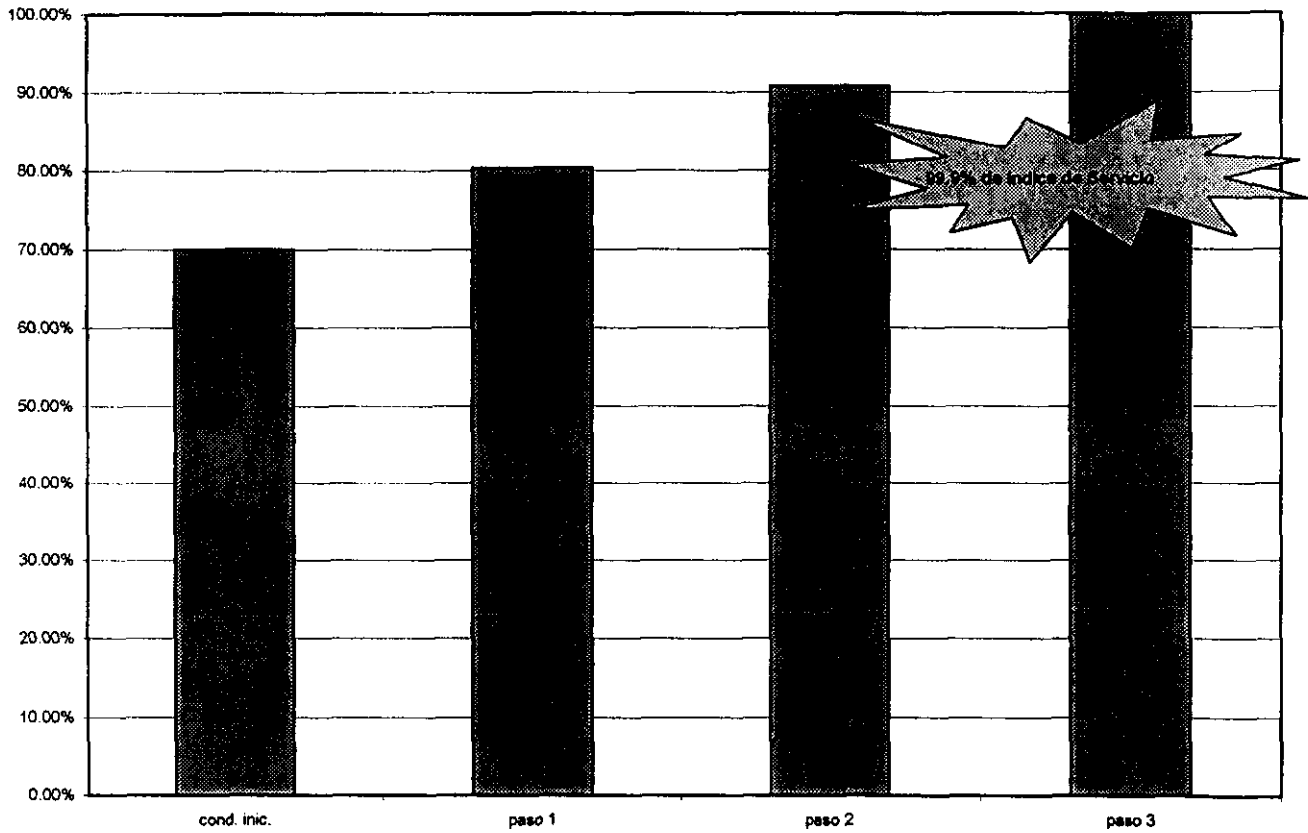


Figura 43

Resultado Mensual

TPM

RESULTADO MENSUAL DEL MODELO DE BANDAS

MEDIDA	BASE	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	OBJETIVO
INDICE DE SERVICIO (%)	70.00%	75.00%	80.30%	87.20%	90.75%	99.90%	99.00%	100%
TARJETAS DE FALTANTES	4		2	2	1	0	0	0
TIEMPO MUERTO (MIN)	1500	1323	985	639	462	5	3	0
EXACTITUD DE INVENTARIOS	75%		90%	91%	95%	98%	98%	100%
INVENTARIO (USD)	\$ 33,886.00	\$ 29,203.00	\$ 24,068.00	\$ 21,314.00	\$ 17,648.00	\$ 12,800.00	\$ 10,875.00	\$ 12,000.00
OBSOLETOS (PARTES)	700		570		420	355	322	0
REFACCIONES REVISADAS	30%		35%	48%	50%	53%	56%	>50%
SEGURIDAD INCIDENTES	25	28	20	20	15	12	14	<10
ACCIDENTES	0	0	0	0	0	0	0	0

FOI

Figura 44

CONCLUSIONES

Las conclusiones de este trabajo son fáciles de asentar, ya que en el tiempo establecido y con el equipo establecido se lograron los objetivos globales de la metodología así como los objetivos particulares de cada paso. Con el conocimiento de esta metodología, el conocimiento de los resultados que ésta puede arrojar y el conocimiento de cómo desarrollarse en una industria se concluye que se han satisfecho las necesidades actuales de un ingeniero y que su desarrollo profesional como recién egresado fluirá sin contratiempos iniciales.

Retomando los resultados de la implantación, es muy claro que la metodología atacó directamente los problemas fundamentales del almacén de refacciones aumentando su productividad global. Es una metodología que causa mejoras en todos los aspectos, tanto técnicos como laborales. En cuanto a las medidas que se tomaron para los pasos se logró corregir más del 80% de los defectos encontrados (figura 37, pag. 97), los tiempos de limpieza en minutos por semana sufrieron una reducción de casi 80% (figura 37, pag. 97). Se implantaron 245 mejoras (figura 38, pag. 98) y 68 OPL's (figura 38, pag. 98).

Todo esto gracias al gran esfuerzo de la gente que invirtió más de 13,000 horas a lo largo de la implantación (figura 39, pag. 99). Gracias a MA el inventario mensual del almacén de refacciones se redujo más de 60% (figura 39, pag. 99). Gracias a las mejoras implantadas durante paso 2 los tiempos de búsqueda se redujeron en un 93% (figura 40, pag. 100), así como la reducción de espacios en más de 75% (figura 40, pag. 100). Hoy en día el tiempo que se toma en la toma de inventarios es 60% menor (figura 41, pag. 101) al que tomaba cuando no existía TPM. Estos beneficios no solo son para el almacén, gracias a MA se redujo el tiempo muerto (figura 41, pag. 101) en un 85% en dólares y un 99.6% en minutos mensuales, también se redujo el de refacciones usadas en el modelo (figura 42, pag. 102). Además de todo lo anterior MA aumentó las medidas básicas del almacén de refacciones como IRA hasta 98% (figura 42, pag. 102) y el Índice de servicio a 99.9% (figura 43, pag. 103).

El equipo que trabaja ahora en almacén, está orgulloso de su trabajo y de su área de trabajo. Se encuentran convencidos de poder lograr cualquier cosa que se propongan. Los resultados finales de la

implantación se pueden ver en la **figura 44 (pag. 104)** donde a partir del mes de agosto todas las medidas se encuentran en objetivo. Es muy importante hacer énfasis en que los resultados expuestos son exclusivamente resultados del modelo, pero que las mismas tendencias se esperan en la implantación total.

Es muy importante mencionar nuevamente la posición tan clave que juega la gerencia en este tipo de metodologías. No es una metodología para imponer en la gente, es necesario que toda la planta o industria de proceso la adopte si se quieren los resultados que la metodología asegura. También es importante vigilar todos los avances y mejoras realizadas cuidadosamente ya que la experiencia de un técnico a través del trabajo no se puede comparar con las mejoras de diseño que puede aportar un ingeniero.

De acuerdo a lo recomendado por los expertos en TPM, los pasos a seguir en este almacén de refacciones son: seguir con la implantación de mantenimiento autónomo pasos 1, 2 y 3 al resto del almacén para después implantar todos los pasos del pilar de administración y soporte. Sin embargo, los pasos 1, 2 y 3 restantes del almacén deben ser implantados por el equipo de trabajo, el líder del equipo se convertirá en el líder del proyecto y no será necesaria la supervisión continua por parte de la gerencia. Con la implementación de MA basándose en modelos, la gerencia se aseguró que el equipo aprendió la metodología y que la aplicará a fondo durante el trabajo restante en el almacén.

Junto con los grandes resultados de aplicar esta metodología al almacén de refacciones surgieron grandes aprendizajes por parte de la gente que me gustaría compartir. Durante paso 0, es decir la introducción de TPM a la planta y el aviso de hacer uso de esta metodología, la gente dentro de la planta *aumentó su participación en todas las actividades, entendieron a TPM como una mejor manera de realizar sus actividades diarias, lo entendieron como una herramienta de trabajo.*

Una vez trabajando en paso 1 la gente comenzó a darse cuenta de la importancia de realizar limpieza a su equipo, comenzaron a utilizar sus sentidos y a identificar defectos que antes no hubieran identificado y a clasificarlos. Comprendieron la importancia de que las refacciones regresen a sus condiciones básicas de operación y de cómo poder eliminar los defectos menores.

Durante paso 2 la gente aprendió a detectar fuentes de contaminación y a darse cuenta de que las áreas de difícil acceso pueden ser eliminadas. Aprendieron a resolver los defectos desde la raíz y no

Conclusiones

desde una rama. La gente se motivó, ya que se dieron cuenta que con esta metodología se redujeron sus tiempos de limpieza e inspección y aprendieron a mantener los resultados obtenidos en pasos anteriores.

Para paso 3 todos aprendimos a crear estándares de limpieza, inspección y toma de inventarios. Se creó una mentalidad de seguimiento cercano a los resultados y a los objetivos a alcanzar y se comprendió la utilidad de usar controles visuales. Al final de la implantación varios integrantes del equipo comentaron que ya estaban aplicando esta herramienta en sus propias casas, en sus closets, en sus carros hasta en sus alacenas. Ahora ven defectos que antes dejaban pasar y piensan constantemente en maneras para mejorar las fuentes de contaminación y eliminar las áreas de difícil acceso.

Se puede observar que esta metodología no solo ayuda físicamente a la planta o industria sino que ayuda internamente al crecimiento de la gente laborando en ella. Provee de un gran empuje para llevar todos los procesos y lugares de trabajo a ser auto manejados mientras que la gente puede dedicarse a mejorar y rediseñar dichos procesos.

Es fácil notar lo útil que resulta el conocimiento de esta herramienta. Ese conocimiento, junto al conocimiento de las pequeñas leyes no escritas del comportamiento de un Ingeniero de Planta, da pie a la conclusión que el ingeniero recién egresado podrá salir adelante en cualquier industria que busque a alguien con grandes conocimientos en el área mecánica pero que sepa desenvolverse y relacionarse con todos los departamentos, así como que también cuente con el conocimiento de metodologías de vanguardia que al ser implantadas aseguran grandes resultados.

Mantenimiento Autónomo Paso 2

- **Entrenamiento**

Paso 2 Propósitos

- Eliminar las fuentes que generan suciedad, polvo y manchas, prevenir explosiones y vuelos y mejorar los lugares que son de difícil acceso, lubricado e inspección para acortar el tiempo necesitado para limpiar, lubricar e inspeccionar.

Paso 2

- ¿Como trabajar las fuentes?
 - Analizar las fuentes de generación. ¿Porque se generan?
 - **¿Son generadas por defectos del equipo?**
 - **¿Se generan en procesos anteriores?**
 - **¿Se generan en el proceso y lugar mismo?**
 - **¿Son generadas por maquinación?**
 - **¿Vienen de afuera de la máquina?**
 - Tomar datos cuantitativos. Medir tiempos y cantidad.
 - Hacer esquemas del fenómeno de contaminación.
 - Establecer las metas de mejoramiento.
 - Invente contramedidas.
 - **Eliminar las fuentes generadoras.**
 - **Prevenir explosiones y vuelos.**
 - **Contener la contaminación.**

Paso 2

- ¿Que son las áreas de difícil acceso?
 - **Lugares que consumen tiempo.**
 - **Lugares difíciles para hacer.**
 - Para mejorarlos preguntarse:
 - **¿Qué trabajo es ejecutado inspección, limpieza o lubricación?**
 - **¿Qué herramientas son usadas?**
 - **¿Cómo debe ser ejecutado el trabajo?**
 - **¿Cómo son revisados los lugares?**
 - **¿La examinación es visual, manual, etc.?**
 - Establezca el tiempo de meta.
 - Invente contramedidas.
 - Revise los resultados obtenidos.

Paso 2 Metas

Equipo

- Eliminar las fuentes de contaminación que generan suciedad.
- Mejorar la accesibilidad en los lugares donde es necesario limpiar, inspeccionar y lubricar.
- Disminuir los tiempos para limpiar e inspeccionar.
- Lograr resultados aplicando mejoras.

Personal

- Los operadores desarrollan la habilidad para mejorar su equipo.
- Darle confianza para intentar mejoras a un nivel más alto.
- Cultivar el sentido de logro por las mejoras y por lo experimentado.

Paso 2

PREVENIR FUGAS Y DERRAMES

DE:

- Productos
- Lubricantes
- Fluidos Hidráulicos y Neumáticos
- Polvo
- Vapor
- Otros Materiales de Proceso

MEJORAR LA INACCESIBILIDAD:

DE LUGARES DIFÍCIL DE :

- Limpieza
- Inspeccionar
- Lubricar
- Apretar
- Operar
- Ajustar

OBJETIVO :- Reducir el tiempo que toma limpiar, inspeccionar y lubricar

PORQUE:

- 1- El polvo y los contaminantes hacen difícil mantener los niveles de limpieza inicial
- 2- La suciedad y contaminación estorban para la inspección
- 3- La suciedad y contaminación causan deterioro acelerado y desgaste excesivo.
- 4- La suciedad y contaminación causan defectos y paros menores.
- 5- La suciedad y contaminación hacen que el proceso no sea fiable.
- 6- La suciedad y Contaminación deterioran el entorno de trabajo y la calidad de los productos

Desarrollo de Mejoras

EQUIPO	TRABAJO	REFERENCIA	MEJORA 1	MEJORA 2	MEJORA 3	MEJORA 4	OBSERVACIONES
MOLINO	LIMPIAR	2 / DIA 10 MINUTOS	MEJORA DE SELLOS 7 MINUTOS	ELIMINACION CUBIERTA 5 MINUTOS	➔ 5 MINUTOS	➔ 5 MINUTOS	
FORMADOR	LIMPIAR	6 / DIA 15 MINUTOS	MEJORA DE REGULACION 12 MINUTOS	COLOCACION TOLVA INFERIOR 10 MINUTOS	➔	➔	
TAMBOR TRANSFERENCIA	LIMPIAR	6 / DIA 15 MINUTOS	INSTALACION BOQUETA ASPIRACION 8 MINUTOS	INSTALACION CAMPANA 6 MINUTOS	INSTALACION RASCADOR 5 MINUTOS	➔	
CINTA SALIDA	LIMPIAR	6 / DIA 10 MINUTOS	ELIMINACION PRE-COMPACTADOR 8 MINUTOS	INSTALACION LATERALES 7 MINUTOS	INSTALACION BOQUETA 5 MINUTOS	➔	
TOTAL		280 MINUTOS	180 MINUTOS	152 MINUTOS	130 MINUTOS		

Criterios de Evaluación para Fuentes de Contaminación

	CRITERIO DE EVALUACION	NIVEL PUNTAJE
SEGURIDAD	La fuente de contaminación afecta evidentemente a la salud	6
	Riesgo medio a la salud o total al equipo	3
	Bajo riesgo	1
CALIDAD	La fuente contamina directamente al producto.	6
	La fuente puede provocar un defecto de calidad.	3
	probabilidad menor de defecto.	1
FALLAS	Provoca fallas mayores (+ de 1.5 hrs.) ó frecuentes (al menos una vez a la semana)	3
	Provoca falla mediana (+ de 30 minutos) con frecuencia de mas de una semana.	2
	Provoca fallas pequeñas (+ de 10 minutos) ó muy esporádicas.	1
PAROS MENORES	Es de las 3 principales causas de paros menores de la línea que afecta directamente la productividad	3
	Afecta la productividad sin ser de las 3 causas principales de la línea.	2
	Contribuye a pocos paros menores de la línea	1
AJUSTES	El contaminante provoca hacer ajustes muy frecuentemente (al menos 1 a la semana).	3
	ajustes medios (1 cada 2 semanas)	2
	pocos ajustes (1 cada mes)	1
LIMPIEZA	Es de las fuentes que no permiten bajar el tiempo del área a menos de 30 min.	6
	Es de las fuentes que no permiten bajar el tiempo del área a menos de 20 min.	3
	Es de las fuentes que no permiten bajar el tiempo del área a menos de 15 min.	1

Criterios de Evaluación para Areas de Difícil Acceso

	CRITERIO DE EVALUACION	NIVEL PUNTAJE
SEGURIDAD	El acceso a la área pone en riesgo a la persona	6
	El difícil acceso provoca daños al equipo	3
	Bajo riesgo	1
LUBRICACION	El área de difícil acceso provoca tiempo de lubricación mayor a 10 minutos	6
	El área de difícil acceso provoca tiempo de lubricación mayor a 5 minutos	3
	El área de difícil acceso provoca tiempo de lubricación mayor a 2 minutos	1
LIMPIEZA E INSPECCION	Provoca tiempo de limpieza mayor (a + de 40 min.) con una frecuencia de una semana, y afecta en alta prioridad la productividad	6
	Provoca tiempo de limpieza (de 20 minutos) con frecuencia mayor de una semana.	3
	provoca tiempos de limpieza (de 10 minutos) ó muy esporadicas.	1
AJUSTES	Provoca parar para hacer ajustes muy frecuentemente (al menos 1 a la semana).	3
	parar para hacer ajustes medios (1 cada 2 semanas)	2
	parar para hacer pocos ajustes (1 cada mes)	1
APRIETE	El acceso para apriete de tornillos o equipo nos provoca tiempo mayor de 5 minutos	3
	El acceso para apriete nos provoca mas tiempo mayor de 3 minutos	2
	El acceso para apriete nos provoca mas tiempo mayor a 2 minutos	1

Monitoreo de Tiempos de Limpieza - Inspección

LINEA:

EQUIPO:

FUENTE DE CONTAMINACION

MEJORA # 1

ANTES

FECHA	TIEMPO DE LIMPIEZA (min/día)
PROMEDIOS	

MEJORA # 2

ANTES

FECHA	TIEMPO DE INSPECCION (min/día)
PROMEDIOS	

MEJORA # 3

ANTES

FECHA	TIEMPO DE INSPECCION (min/día)
PROMEDIOS	

DESPUES

FECHA	TIEMPO DE LIMPIEZA (min/día)
PROMEDIOS	

DESPUES

FECHA	TIEMPO DE INSPECCION (min/día)
PROMEDIOS	

DESPUES

FECHA	TIEMPO DE INSPECCION (min/día)
PROMEDIOS	

Monitoreo de Tiempos de Ejecución

LÍNEA:

EQUIPO:

AREA DE DIFÍCIL ACCESO

MEJORA # 1

ANTES

FECHA	TIEMPO DE INSPECCION (min/día)
PROMEDIOS	

MEJORA # 2

ANTES

FECHA	TIEMPO DE INSPECCION (min/día)
PROMEDIOS	

MEJORA # 3

ANTES

FECHA	TIEMPO DE INSPECCION (min/día)
PROMEDIOS	

DESPUES

FECHA	TIEMPO DE INSPECCION (min/día)
PROMEDIOS	

DESPUES

FECHA	TIEMPO DE INSPECCION (min/día)
PROMEDIOS	

DESPUES

FECHA	TIEMPO DE INSPECCION (min/día)
PROMEDIOS	

Registro de Mejoras

LINEA: EQUIPO:

FUENTE DE CONTAMINACION :

MEJORAS	ANTES DE IMPLANTAR		DESPUES DE IMPLANTAR		MEJORA ACEPTADA- RECHAZADA	¿PORQUE?	OBSERVACIONES
	TIEMPO DE LIMPIEZA	CANTIDAD DE CONTAMINANTE	TIEMPO DE LIMPIEZA	CANTIDAD DE CONTAMINANTE			
MEJORA 1							
MEJORA 2							
MEJORA 3							
MEJORA 4							
MEJORA 5							
MEJORA 6							
MEJORA 7							
MEJORA 8							
MEJORA 9							
MEJORA 10							

Registro de Mejoras

LINEA: EQUIPO:

AREA DE DIFICIL ACCESO:

MEJORAS	TIEMPO DE EJECUCION ANTES DE LA MEJORA	TIEMPO DE EJECUCION DESPUES DE LA MEJORA	MEJORA ACEPTADA-RECHAZADA	¿PORQUE?	COMENTARIOS
MEJORA 1					
MEJORA 2					
MEJORA 3					
MEJORA 4					
MEJORA 5					
MEJORA 6					
MEJORA 7					
MEJORA 8					
MEJORA 9					
MEJORA 10					

Mantenimiento Autónomo Paso 3

- **Entrenamiento**

MA

Paso 3

Estándar de Mantenimiento Autónomo (Lubricación)

Subgrupo :

Equipo - Unidad :

Depto. _____

Línea: _____

Grupo: _____

Responsable : _____

Líder : _____

Fecha : _____

Mapa : _____

LUBRICACION

Pto Lub.	Lugar de Lubricación	Clor Visual	Tipo de Lubricante	Cant. Lub	Método	Herramienta	Tiempo (Mn.)	Frec.

Método



=Manual



=Auditivo



=Visual



=Olfato



=Grasera



=Aceltera

Herramienta



MOBILGREASE 25



MOBILITH 460



ISOFLEX TOPAZ NBS2



MOBIL GEAR 62F



MOBIL SHC 68



MOBIL DTE OIL LIGHT 150 32

Control Visual



Acido Mineral



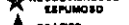
FESTO



AEON 8000



RODOL AEROSOL ESPUMOSO



GRAPITO



Programa de Inspección



Ejecutado

Frecuencia

D=Diario

3D = C/3 días

S=Semanal

2S = Quincenal

M=Mensual

3M=Trimestral

A=Anual

6M = Semestral

RUTA DE INSPECCION :

TPM

Paso 3 Estándar de Mantenimiento Autónomo
(Limpieza, Inspección)

Departamento: _____

Línea: _____

Grupo: _____

Responsable: _____

Lider: _____

Fecha: _____

Subgrupo: _____

Equipo - Unidad: _____

Mapa: _____

CALENDARIO DE LUBRICACION :

TPM

Paso 3 Estándar de Mantenimiento Autónomo
(Lubricación)

Departamento: _____

Línea: _____

Grupo: _____

Responsable: _____

Lider: _____

Fecha: _____

Subgrupo: _____

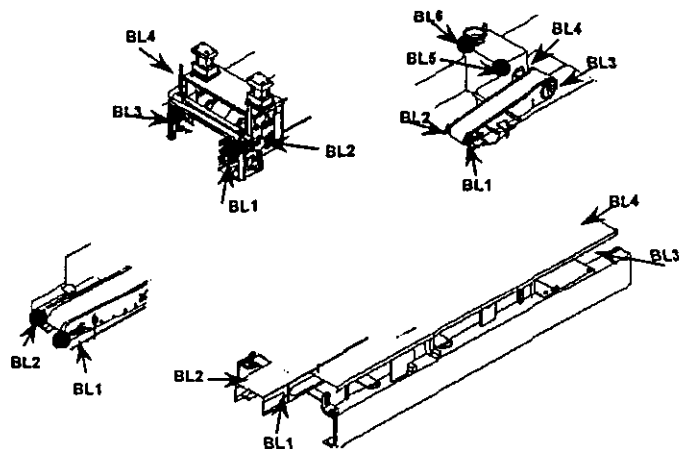
Equipo: Unidad: _____














Mapa: _____

EJEMPLO SIMPLIFICADO

El presente caso tiene por objetivo explicar el procedimiento de llenado de checklist de lubricación. No intenta explicar el tipo de lubricante que debe llevar un elemento en específico.

DIBUJO



-  MOBILGREASE 28
-  MOBILITH 460
-  ISOFLEX TOPAZ NB52
-  MOBIL GEAR 629
-  MOBIL SHC 634
-  MOBIL DTE OIL LIGHT ISO 32
-  Aceite Mineral
-  FESTO
-  AEON 9000
-  ROCOL AEROSOL ESPUMOSO
-  GRAFITO
-  Programado
Código de color de lubricante a usar
-  Ejecutado

1997 1998

NOVIEMBRE						
DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIÉ	SÁB
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						

DICIEMBRE						
DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIÉ	SÁB
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	31			

ENERO						
DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIÉ	SÁB
						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	31

FEBRERO						
DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIÉ	SÁB
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

MARZO						
DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIÉ	SÁB
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

ABRIL						
DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIÉ	SÁB
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		

1998

MAYO						
DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIÉ	SÁB
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
31						

JUNIO						
DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIÉ	SÁB
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				

JULIO						
DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIÉ	SÁB
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	31	

AGOSTO						
DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIÉ	SÁB
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	31					

SEPTIEMBRE						
DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIÉ	SÁB
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			

OCTUBRE						
DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIÉ	SÁB
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	31

BIBLIOGRAFIA

- Gehl, Pat. Attitude and Technology. Woodland Hills, Cal.: JB Systems, 1997.
- Ginder, Andrew. Implementing TPM: The North American Experience. New York, NY.: Mc-Graw Hill, 1997.
- Heyel, Carl. Human Relations Manual for Executives. New York, NY.: Mc-Graw Hill, 1989.
- Holzhuer, Ron. Where Are We? Where Are We Going? How Do We Get There?. Plant Engineering Magazine, Diciembre, 1997.
- Katzel, Jeanine. Management Side of Engineering. Rocky Hill, CT., 1997.
- King, W.J. The unwritten Laws of Engineering. New York, NY.: The American Society of Mechanical Engineers, 1984.
- Moore, Ron. Combining TPM and Reliability-Focused Maintenance. Knoxville, TN.: The RM Group, 1997.
- Nakajima, Seiichi. Introduction to TPM: Total Productive Maintenance. Portland, OR.: Productivity Press, 1994.
- Productivity Press. TPM for Supervisors. Portland, OR.: Productivity Press, 1996.
- Steinbacher, Herbert. TPM for America: What It Is and Why You Need It. New York, NY.: Mc-Graw Hill, 1998.
- Stoneham, Derek. Managing Factory Maintenance. New York, NY.: Industrial Press, 1996.

Bibliografia

Suzuki, Tokutaro. TPM in Process Industries. Portland, OR.: Productivity Press, 1994.

Watkins, Jeffrey. Going Beyond CMMS: Blending Preventive and Predictive Techniques to Optimize Maintenance Operations. Milford, OH.: Entek/IRD, 1997.