



Facultad de **Ingeniería**
OBERA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES
FACULTAD DE INGENIERÍA



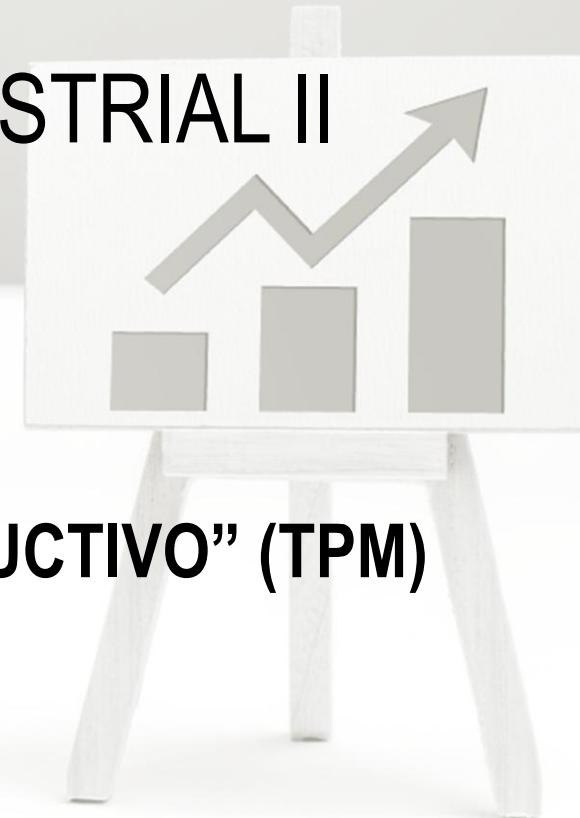
INGENIERÍA INDUSTRIAL II

UNIDAD IX

“MANTENIMIENTO PRODUCTIVO” (TPM)



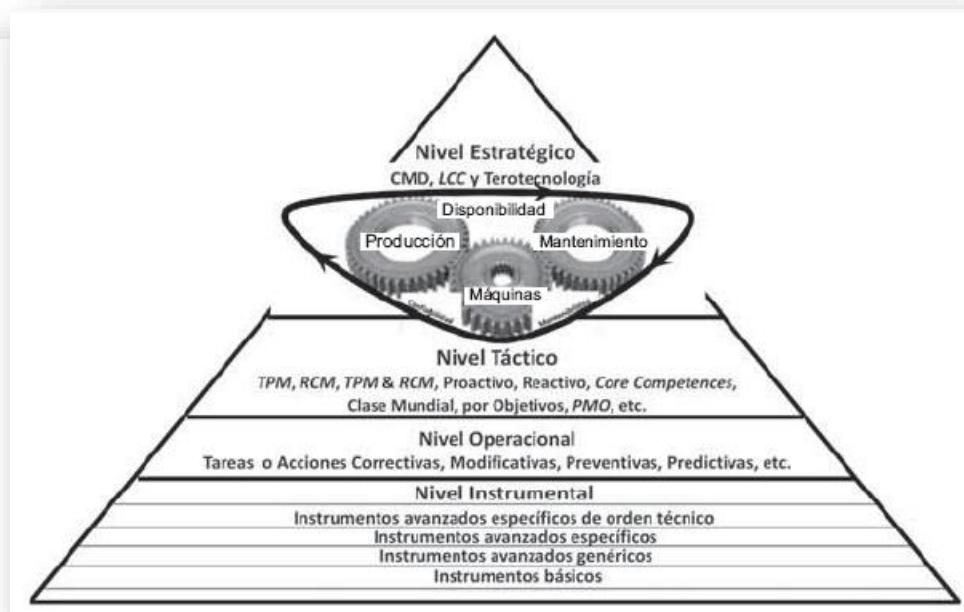
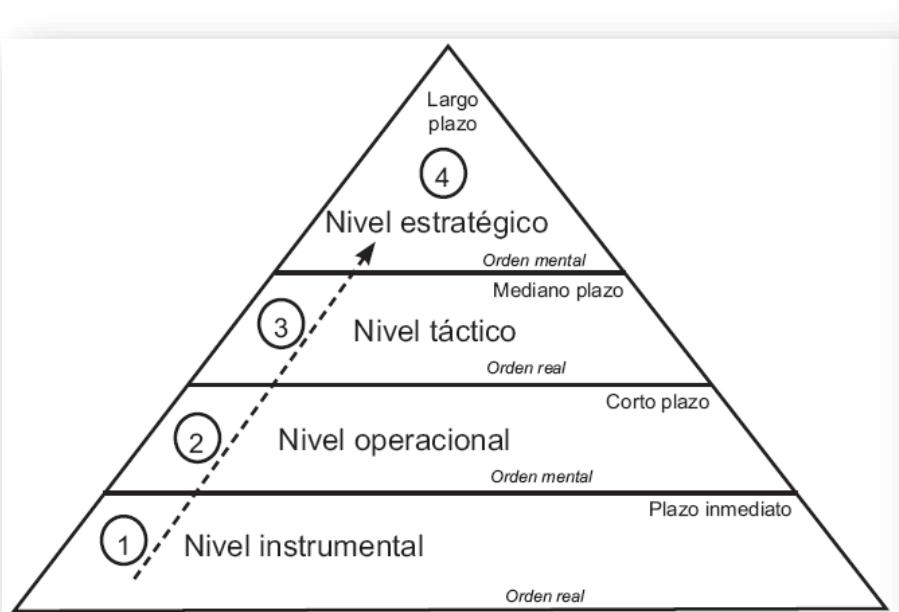
AÑO 2025



INTRODUCCIÓN DE MEJORAS EN LA PRODUCCIÓN

La táctica es la forma como las diferentes compañías organizan la ejecución y la administración del mantenimiento de una forma coherente, lógica y sistémica. La implementación de una táctica implica la existencia de normas, leyes, reglas que gobiernan la forma de actuar.

Existen diferentes alternativas internacionales de tácticas. Entre ellas sobresalen: **TPM, RCM, TPM y RCM combinados, PMO, proactiva, reactiva, clase mundial, por objetivos, etc.**, y en especial la propia táctica que cada organización construye a través del tiempo.



MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

Es un sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "mantenimiento preventivo" creado en la industria de los Estados Unidos.

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es un sistema de gestión que evita todo tipo de pérdidas durante la vida entera del sistema de producción, maximizando su eficacia e involucrando a todos los departamentos y a todo el personal desde operadores hasta la alta dirección, y orientando sus acciones apoyándose en las actividades en pequeños grupos.

También definido como **mantenimiento productivo implementado** por todos los empleados, basado en que la mejora del equipo debe involucrar a todos los funcionarios de la organización, desde los operadores hasta los empleados de la alta dirección (Nakajima y otros, 1991 y Rey, 2003).

La mejora continua que involucra el TPM desarrolla en las organizaciones: la innovación, la mejora continua propiamente dicha y el mantenimiento de estándares y su superación.

El 1971, Seiichi Nakajima, ideó el mantenimiento productivo total TPM basado en el Mantenimiento Productivo PM, integrando a todo el personal de la empresa (incluyendo a los proveedores) para ejecutar todo tipo de mantenimiento, y se apoya en los círculos de calidad QC. Implica un mejoramiento continuo en todos los aspectos.



Es una **estrategia** compuesta por una serie de **actividades ordenadas**, que una vez implantadas ayudan a mejorar la **competitividad** de una organización industrial o de servicios.

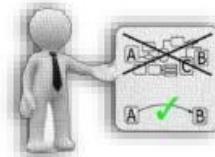
Seiichi Nakajima

"El sistema TPM se basa en el talento de las personas para descubrir el talento de los demás"

Para una empresa poder sobrevivir debe ser competitiva.

- Brindar un producto de optima conformidad.
- Tener costos competitivos.
- Realizar las entregas a tiempo.

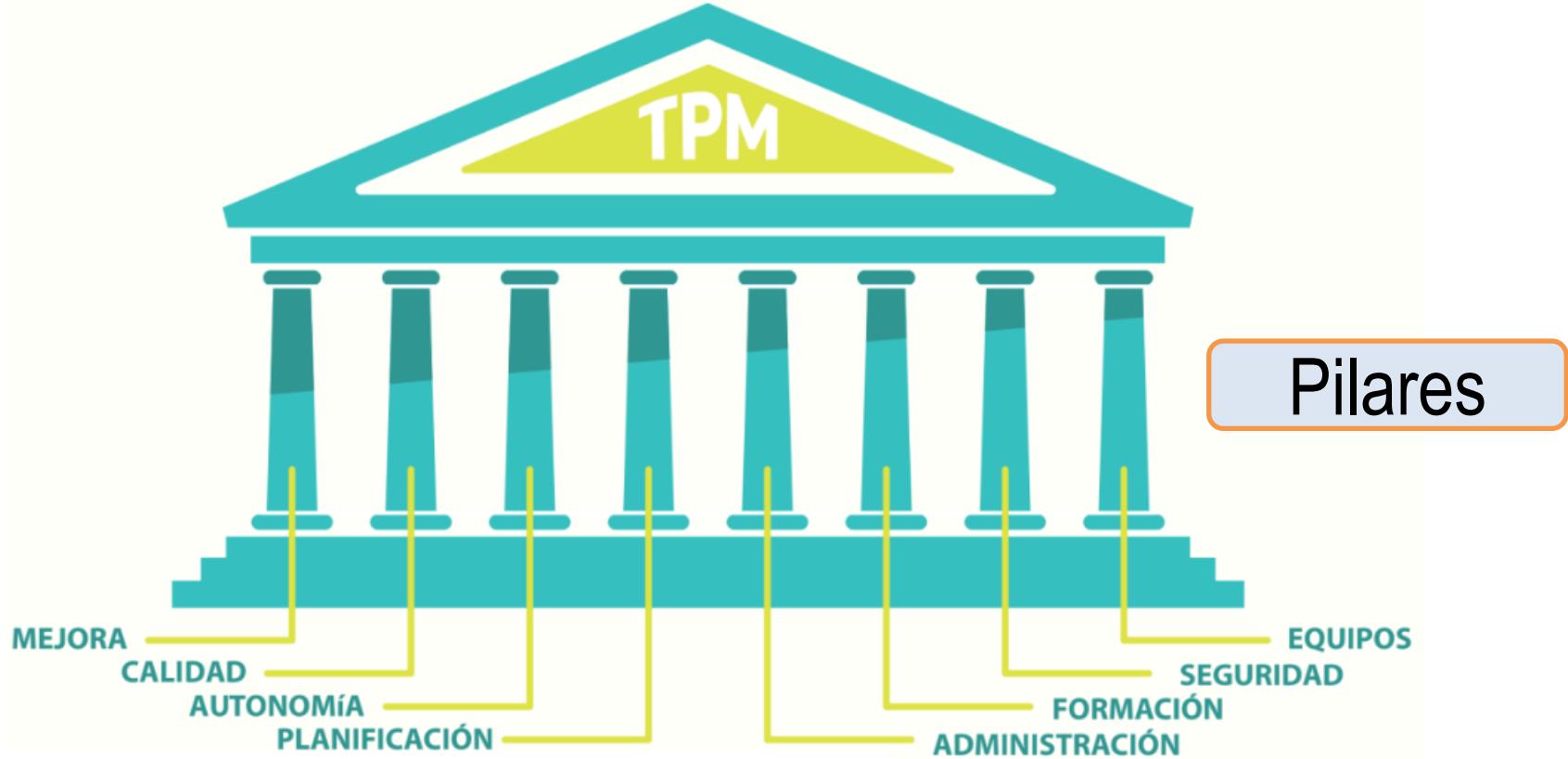
TPM



Seiichi Nakajima, alto funcionario del Instituto Japonés de Mantenimiento de la Planta, (JIPM).



Recibe el crédito de haber definido los conceptos de TPM y de ver por su implementación en cientos de plantas en Japón



Mantenimiento

- Actividad con el objetivo de mantener la eficiencia de las instalaciones y máquinas en el tiempo...

Productivo

- ... que persigue el objetivo de mejorar la productividad de las instalaciones y máquinas...

Total

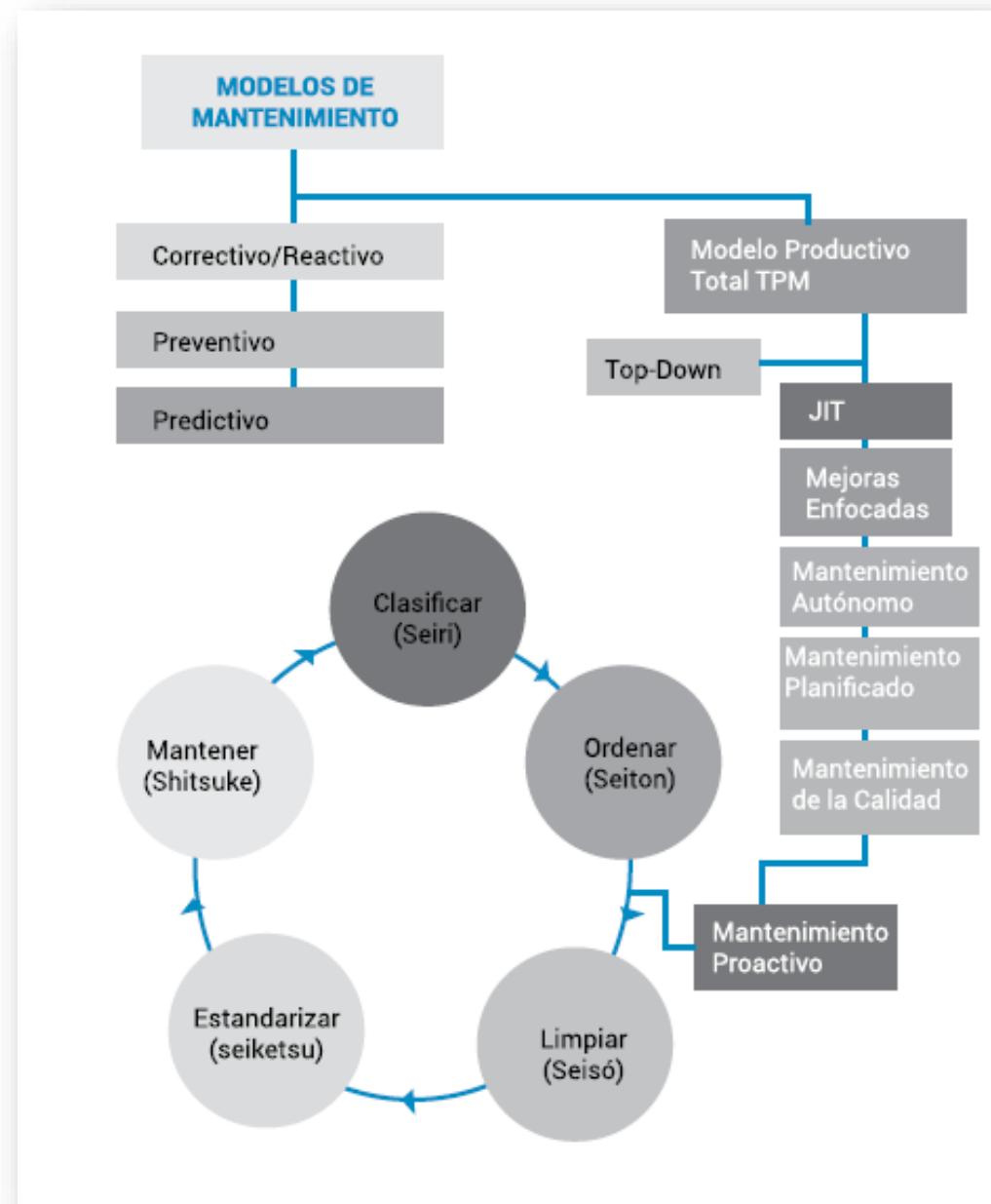
- ... a través del involucramiento activo de todo el personal.



También tiene como misión mejorar la cultura empresarial a través de la optimización de los recursos humanos y las máquinas.

Consiste en una evolución de las técnicas de mantenimiento y tiene como **objetivo final** aumentar la eficiencia de las máquinas de una empresa.

Su **objetivo** es **prohibir los tiempos de parada no planificados**, las pérdidas de tiempo cuando un técnico pone en marcha una máquina, o las reparaciones y los residuos generados por el rendimiento degradado de la máquina.



El principal objetivo del TPM es cuidar, y utilizar los sistemas productivos, manteniéndolos en su estado base (de origen o de referencia), y aplicando sobre ellos mejora continua.

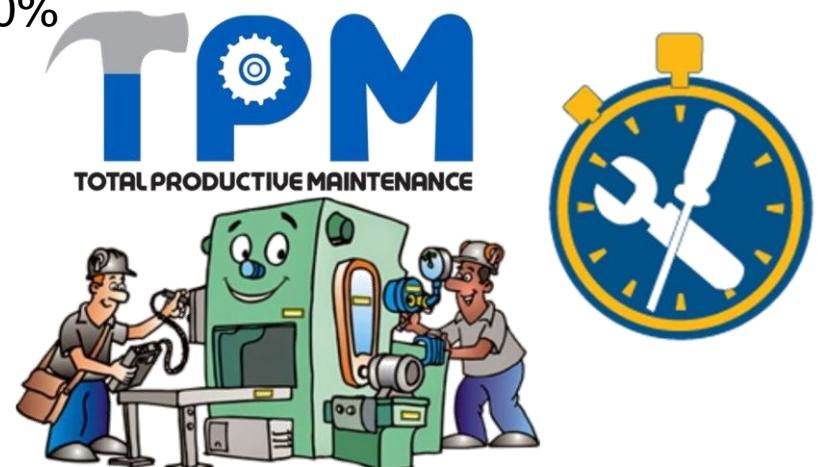
Esta metodología procura cuatro principios fundamentales: **satisfacción del cliente, dominio de los procesos y sistemas de producción, implicar a personas a través del mantenimiento autónomo y el aprendizaje y la mejora continua** (Rey, 1996, 2003).

Algunos consejos para tener en mente en el proceso continuo de TPM



¿Por qué implementar el TPM?

- Mejora la calidad.
- Mejora la productividad al aumentar la disponibilidad del equipo.
- Permite mejorar el servicio a los clientes.
- Da continuidad en las operaciones de planta.
- Mejora el uso y aprovechamiento de los equipos
- Involucra a los operadores en el cuidado y mantenimiento de sus equipos
- Reduce significativamente los gastos por mantenimiento correctivo.
- Reduce el Número de defectos y de productos rechazados que son generados por maquinas en mal estado.
- Reduce los costos operativos hasta 30%



Objetivos básicos del método TPM



CERO AVERÍAS

Búsqueda de la mejora y la confiabilidad de todos los equipos

CERO DEFECTOS

Búsqueda de la calidad total del producto

CERO ACCIDENTES

Búsqueda de la seguridad del personal y del medio ambiente

LOS CIMENTOS: Los cimientos del edificio que sustenta el TPM son las 5S. Esta base ha de ser lo suficientemente sólida para poder desarrollar un Mantenimiento Productivo Total de forma efectiva. Se denominan 5S, por el significado que tienen en japonés las cinco etapas de una metodología de mejora continua, extendida en todo el mundo. Estas 5 fases son las siguientes:

1. Clasificación
2. Orden
3. Limpieza
4. Estandarización
5. Disciplina y Mantenimiento

LOS 8 PILARES: Una vez implantada y bien asentada la metodología de las 5S, se erigen los 8 pilares del TPM.

EL TEJADO: En la cumbre se encuentran los valores **World Class Manufacturing** que simbolizan la **excelencia en la fabricación**. Para alcanzar estos valores **el OEE debe ser superior al 85%**.

➤1. Mejoras enfocadas “KOBETSU-KAIZEN”: Conjunto de diferentes tareas por realizar en grupos de personas, que permiten optimizar la efectividad de los equipos, plantas y procesos. Su esfuerzo radica en evitar cualquiera de las 16 pérdidas existentes en las empresas.

Este pilar tiene por objetivo eliminar criteriosamente las pérdidas (desde la mayor hasta la menor), a partir del árbol de pérdidas y de la eliminación de los cuellos de botella de procesos, y alcanzar los límites máximos de productividad, por medio de mejoras y uso de herramientas metodológicas conocidas, tales como: CAPDo, Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa, Análisis de los Porqué, FMEA, Análisis PM y otras, reunidas en un conjunto de etapas cíclicas que se repiten a cada nueva gran pérdida o cuello de botella identificado.

Las etapas del Pilar de **Mejora Específica** son:

1. Selección de los equipos / procesos como modelo;
2. Organización de los equipos de diseño;
3. Detección de las pérdidas actuales;
4. Definición de los temas, metas y plazos de las mejoras;
5. Despliegue del plan de mejora;
6. Identificación del fenómeno, evaluación y análisis de las causas de los problemas;
7. Implementación de la mejora;
8. Confirmación de los resultados;
9. Toma de acciones para evitar la recurrencia;
10. Replicación horizontal.



MÁQUINA

1. Pérdida por proceso
2. Pérdida por averías/falla
3. Pérdida por setup y ajustes
4. Pérdidas por herramientas de corte
5. Pérdidas por arranque
6. Pérdidas por pequeñas paradas
7. Pérdidas por velocidad
8. Pérdidas por defectos y retrabajos

MATERIALES

9. Pérdida por rendimiento de materiales
10. Pérdida por desperdicio de energía
11. Pérdida por matrices, plantillas y herramientas

MANO DE OBRA

12. Pérdidas por fallas administrativas
13. Pérdidas por fallas operacionales
14. Pérdidas por desorganización de la producción
15. Pérdidas por fallas logísticas
16. Pérdidas por mediciones y ajustes excesivos

16 pérdidas en las empresas



➤ **2. Mantenimiento autónomo:** Se basa en la activa participación de los operarios y del personal de producción en mantenimiento, y consiste en que éstos realizan algunas actividades menores de mantenimiento (de baja o mediana tecnología), a la vez que conservan el sitio de trabajo en estado impecable.

AUTÓNOMO: Capaz de actuar de manera independiente.

Puede ser necesaria la acción humana para responder a las condiciones anómalas detectadas de forma autónoma.



- 3. **Mantenimiento planificado “KEIKAKU-HOZEN”:** *El personal realiza acciones predictivas, preventivas y de mejoramiento continuo, que permiten evitar fallas en los equipos o sistemas de producción.*

Este pilar tiene por objeto organizar y disciplinar las actividades de mantenimiento, alcanzar la “cero averías” por medio del total dominio de los equipos, asegurar la máxima disponibilidad de los equipos, facilitar el trabajo de mantenimiento, utilizando las técnicas de análisis con menor coste, elevando la capacitación de las personas, y proveer a las áreas productivas los conocimientos y habilidades para ejecutar las actividades de mantenimiento autónomo.

Las etapas del Mantenimiento Planificado son:

- 1. Evaluación del equipo y comprensión de la situación actual;**
- 2. Restauración de los deterioros y mejora de los puntos débiles;**
- 3. Estructuración del sistema de gestión de las informaciones y datos;**
- 4. Estructuración del sistema de mantenimiento periódico;**
- 5. Estructuración del sistema de mantenimiento predictivo;**
- 6. Evaluación y perfeccionamiento continuos del mantenimiento planificado.**



Mantenimiento Planificado: Es el mantenimiento organizado y efectuado con previsión y control, según un programa preestablecido.

Actividades que ejecuta el área de mantenimiento para mantener y asegurar las condiciones operativas adecuadas de los equipos por medio de una planificación detenida, preparación y establecimiento de fechas con antelación. El mantenimiento planificado se divide en: Mantenimiento preventivo, Mantenimiento periódico o basado en el tiempo, mantenimiento predictivo o basado en la condición, mantenimiento correctivo planificado, Mantenimiento por mejora, etc.

La idea del mantenimiento planeado es que el **operario diagnostique la falla** y la indique con etiquetas con formas, números y colores específicos en la máquina, de forma que cuando el personal de mantenimiento llegue a reparar la máquina, pueda ir directo a la falla y la elimine. Por lo tanto, a este tipo de mantenimiento se lo puede definir como: “**Un conjunto de actividades sistemáticas y metódicas para construir y mejorar continuamente el proceso**”.



➤4. Mantenimiento de la calidad “HINJITSU-HOZEN”: Se trata de mantener las condiciones óptimas de funcionalidad de los equipos, con el fin de no desmejorar la calidad de los productos en esos momentos en que se inicia y se mantiene la no funcionalidad adecuada de las máquinas o equipos.

Objetivo: Insertar la calidad en el proceso productivo, alcanzando el nivel de calidad asegurada. Basado en el profundo conocimiento del proceso sus variables y puntos críticos vinculados a la calidad de los productos y al Mantenimiento de la Calidad, trata de librar el equipo de defectos de calidad, establecer condiciones de cero defectos, sostener el control de tendencia, pre-ver la posibilidad de defectos de calidad y desarrollar controles en el proceso productivo de manera a actuar de forma preventiva. La idea básica es mantener intacta la integridad del equipo, para producir el 100% de no productos defectuosos.

Las etapas de este pilar de son:

1. Preparar la matrizQA (“QualityAssurance”)
2. Preparar la tabla de análisis de las condiciones “INPUTS”- producción
3. Preparar el tablero del problema
4. Evaluar la gravedad de los problemas - FMEA 1
5. Usar el análisis PM para encontrar la causa de los problemas
6. Evaluar el efecto de las acciones propuestas - FMEA 2
7. Implantar las mejoras
8. Revisar las condiciones “INPUTS” - producción
9. Definir los puntos de verificación.



➤ **5. Prevención del mantenimiento (mantenimiento temprano):** Son todas las tareas de la fase de diseño, construcción, montaje y operación de los equipos, que permiten garantizar la calidad de la operación y de los productos o bienes que generan las máquinas. Pretende elevar y mantener al máximo posible la confiabilidad y la disponibilidad de los equipos.

Actividad	Apporte
Análisis de fallas en equipos actuales	Identifica debilidades del diseño
Mejora del diseño junto a proveedores	Se eliminan puntos críticos antes de fabricar
Estándares de mantenibilidad	Accesos fáciles, sistemas modulares
Validación en instalación y puesta en marcha	Pruebas tempranas = menos ajustes luego
Capacitación de operadores y mantenedores	Operación correcta desde el día 1



➤ **6. Mantenimiento área soporte:** Se trata de que las áreas de apoyo logístico a operación, producción y mantenimiento sean las más adecuadas para evitar pérdidas.

Se consideran técnicas en los procesos administrativos, eliminando también los desperdicios en el ámbito gerencial.

Se refiere a todas las actividades de conservación, inspección y mejora que se realizan **fuerza de la línea de producción principal**, pero que son indispensables para que la empresa opere de forma continua, segura y eficiente.

Estas áreas no transforman el producto directamente, pero **sostienen** la operación industrial.

Se basa en el mantenimiento de **Infraestructura edilicia**; Techos, pisos, paredes, servicios sanitarios, oficinas, accesos; **Servicios industriales** Compresores de aire, vapor, refrigeración, calderas, iluminación **Sistemas eléctricos**; Tableros de distribución, UPS, redes de energía **Sistemas de seguridad**; Rociadores, detectores de incendio, extintores, alarmas **Logística interna**; Autoelevadores, puentes grúa, montacargas, transportes auxiliares; **Tecnología y comunicación**; Redes, servidores, controladores, cámaras, software



➤ **7. Entrenamiento, educación, capacitación y crecimiento:** Se trata de establecer políticas que permitan que todos los empleados de producción y de otras áreas de la compañía, que inciden en la ingeniería de fábricas, se mantengan educados, entrenados, motivados, etc., con las mejores prácticas internacionales y que permanentemente estén creciendo en lo personal e institucional.

De esta forma se pueden evitar o solucionar problemas de una manera eficaz, pues se busca que todos los empleados conozcan el funcionamiento de cada máquina, que detecten la incidencia de la funcionalidad de las máquinas en la calidad de los productos y que posean en todo momento las mejores habilidades y competencias para su trabajo.

Las etapas del Pilar de Educación y Entrenamiento son:

- 1. Análisis del programa actual y establecimiento de políticas y directrices;**
- 2. Programa de desarrollo (base Matriz de Habilidades);**
- 3. Entrenamiento de las habilidades;**
- 4. Plan de desarrollo de habilidad;**
- 5. Programa de autodesarrollo;**
- 6. Evaluación y planificación del futuro.**



➤8. **Seguridad, higiene y medio ambiente:** Por medio de la aplicación de los instrumentos de mejoramiento continuo y 5S, se garantiza la inexistencia o la minimización de accidentes laborales o industriales. Se procura que todo el personal sea capaz de prevenir y evitar riesgos, de mantener unas condiciones adecuadas de higiene y seguridad en el puesto de trabajo y en las áreas productivas, y pretende proteger y conservar el medio ambiente.

Objetivo: Estar permanentemente actualizado con las mejores prácticas de seguridad, salud y medio ambiente, asegurar la reducción de las pérdidas accidentales, preservar la salud y la integridad física de los trabajadores y del medio ambiente y salvaguardar los equipos e instalaciones de la planta.

Las etapas que intervienen son:

1. Verificación de la situación actual de los potenciales de accidentes (anomalías-inconveniencias);
2. Eliminación de los potenciales de accidentes;
3. Elaboración de estándares provisionales de Seguridad y Medio Ambiente;
4. Investigación de las causas de accidentes y contaminación;
5. Establecimiento de las condiciones para accidentes y cero contaminaciones.

➤ **EFFECTOS INTANGIBLES EN TPM:** Son los efectos que no se pueden expresar en forma de valores numéricos (efectos cualitativos).

Tienen que ver con el desarrollo de nuevos comportamientos y cultura de trabajo.

Ejemplos: *nuevos hábitos de trabajo, capacidad de actuar en forma proactiva, aumento de la autoconfianza para desarrollar actividades de búsqueda de “cero averías”, “cero defectos” y “cero accidentes”; satisfacción en el trabajo, entornos limpios, organizados y seguros; capacidad de trabajo en equipo y consenso de ideas, motivación para el trabajo en equipo; orgullo al recibir visitantes que pueden convertir en futuros clientes; estímulo a la disciplina; fácil comunicación para exponer sus ideas, familiarización con el método de identificación de problemas y sus causas.*

➤ **EFFECTOS TANGIBLES EN EL TPM:** Son los efectos que se pueden expresar de forma cuantitativa.

Ejemplos: *aumento de productividad y eficiencia de los procesos industriales y administrativos, reducción de averías/fallas de los equipos, reducción de defectos y consecuente reducción de reclamos de clientes, reducción de los costes de producción y mantenimiento, reducción de inventarios, reducción del número de accidentes, e impacto al medio ambiente, etc.*

PUESTA EN MARCHA DEL TPM

La introducción del TPM en la fábrica debe contar con el apoyo de la alta dirección para incorporarlo en las políticas básicas de la compañía, y concretar metas, tales como incrementar el período de uso del equipo a más del 80%, reducir las fallas en al menos un 50%, entre otros.

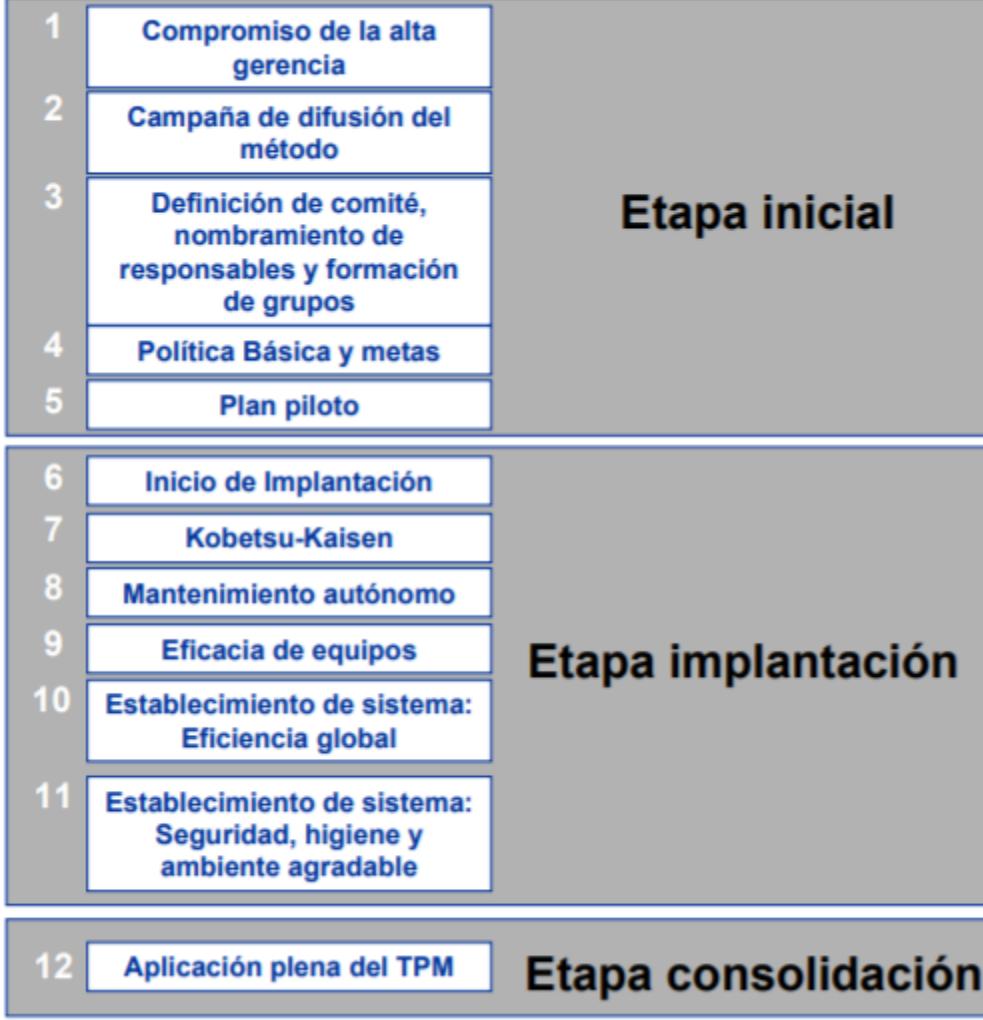
Una vez que se establecen las metas, cada empleado debe entender, identificar y desarrollar las actividades de pequeños grupos en el lugar de trabajo, que aseguren el cumplimiento de los objetivos de la empresa.

Los pasos específicos para desarrollar el programa de TPM deben ser desarrollados por cada compañía, es decir, ajustados a sus propios requerimientos.

Hay cinco metas interdependientes (Nakajima, y otros, 1991 y Nakajima, 2005) que representan los mínimos requerimientos para desarrollar el programa TPM:

- Mejora en la eficacia del equipo.
- Mantenimiento autónomo por los operadores.
- Un plan de mantenimiento administrado por el departamento de mantenimiento.
- Entrenamiento para mejorar las destrezas y operaciones de mantenimiento.
- Un programa de administración del equipo para prevenir problemas que ocurran durante nuevas instalaciones o arranque de máquinas.

Etapas de implantación del TPM



La implementación de un programa de TPM se puede lograr en intervalos de tiempo que van desde uno hasta tres años.

I. FASE: INTRODUCCIÓN PREPARACIÓN. (Etapa 1 a 5)

ETAPA 1. DECLARACIÓN DE INTRODUCCIÓN DE TPM

La alta dirección de la compañía proclama su decisión de iniciar el proceso de aplicación del TPM.

ETAPA 2. CAMPAÑA DE EDUCACIÓN EN TPM

Se le da entrenamiento al personal de apoyo logístico y se hacen acciones de divulgación para todos los empleados.

ETAPA 3. FORMACIÓN DE COMITÉS Y EQUIPOS TPM

Se forman comités de promoción de TPM y se establecen los vínculos con otros departamentos de la compañía.

ETAPA 4. FIJACIÓN DE PRINCIPIOS Y METAS

Se hacen comparaciones con otras empresas respecto a las metas y se muestran los logros que se deben alcanzar al final.

ETAPA 5. PREPARACIÓN DE UN PLAN MAESTRO

El plan contempla la preparación, la evaluación de metas intermedias y la evaluación de objetivos a lograr al final de la implantación de cada pilar.

para
ación

EMPEÑO

os

uijos

TRACIÓN PARA

ETAPA 6. INAUGURACIÓN DE TPM

Ceremonia donde participan todos los miembros filiales y otros.
La dirección de la compañía declara formalmente la implementación de TPM.

LA INCOPORACIÓN DE NUEVOS EQUIPOS, PRODUCTOS O ELEMENTOS AL SISTEMA TPM

ETAPA 9. ESTABLECER UN SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

ETAPA 10. ESTABLECER UN PROCESO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN LAS ÁREAS DE ADMINISTRACIÓN Y SUPERVISIÓN

ETAPA 11. ESTABLECER UN SISTEMA DE LA SEGURIDAD E HIGIENE (ISO 18000) Y DEL MEDIO AMBIENTE (ISO 14000)

IV. FASE: ESTABILIZACIÓN (Etapa 12)

ETAPA 12. IMPLEMENTACIÓN COMPLETA DE TPM EN EL LOGRO DE LAS METAS PROPUESTAS, BÚSQUEDA DEL PREMIO TPM Y REPLANTEAR NUEVOS OBJETIVOS - MONITOREO TOTAL DEL PLAN Y APLICACIÓN DEL TPM

II. FASE: INICIO DE INTRODUCCIÓN (Etapa 6)

ETAPA 6. INAUGURACIÓN DE TPM

Ceremonia donde participan todos los miembros de la compañía, proveedores, filiales y otros.

La dirección de la compañía declara formalmente el inicio de la implementación.

III. FASE: EJECUCIÓN (Etapa 7 A 11)

ETAPA 7. ESTABLECER UN SISTEMA DE ALTO DESEMPEÑO ENFOCADO A LA PRODUCCIÓN

Se inicia la realización de los cuatro pilares básicos:

- 1. Aumentar La Eficiencia En Los Procesos Y Equipos**
- 2. Mantenimiento Autónomo**
- 3. Mantenimiento Programado**
- 4. Capacitación en la operación y mantenimiento de equipos**

ETAPA 8. ESTABLECER UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN PARA LA INCOPORACIÓN DE NUEVOS EQUIPOS, PRODUCTOS O ELEMENTOS AL SISTEMA TPM

ETAPA 9. ESTABLECER UN SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

ETAPA 10. ESTABLECER UN PROCESO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN LAS ÁREAS DE ADMINISTRACIÓN Y SUPERVISIÓN

ETAPA 11. ESTABLECER UN SISTEMA DE LA SEGURIDAD E HIGIENE (ISO 18000) Y DEL MEDIO AMBIENTE (ISO 14000)

IV. FASE: ESTABILIZACIÓN (Etapa 12)

ETAPA 12. IMPLEMENTACIÓN COMPLETA DE TPM EN EL LOGRO DE LAS METAS PROPUESTAS, BÚSQUEDA DEL PREMIO TPM Y REPLANTEAR NUEVOS OBJETIVOS - MONITOREO TOTAL DEL PLAN Y APLICACIÓN DEL TPM

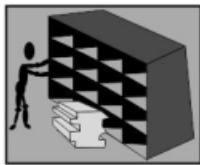
Fases	Etapas	Descripción
Iniciación	1	Decidir la implementación (la toma de decisión por parte de la dirección de la empresa).
	2	Informar y formar a todos los cuadros de la empresa.
	3	Poner en marcha una estructura de comando.
	4	Diagnosticar la situación de cada una de las áreas.
	5	Elaborar un programa.
Desarrollo	6	Poner en marcha el programa.
	7	Analizar y eliminar las pérdidas.
	8	Desarrollar el mantenimiento autónomo.
	9	Desarrollar el mantenimiento programado/optimizar.
Perpetuidad	10	Mejorar la técnica.
	11	Integrar experiencias en la concepción de nuevas máquinas.
	12	Validar el TPM.

Esquema representativo de la aplicación del TPM (Torres, 2015)

5 S

Un lugar para cada cosa

- Organización
- Orden
- Limpieza
- Pulcritud
- Rigor



SMED

Menor tiempo de preparación

- Reducir el tamaño de lote
- Reducir los stocks
- Aumento de la flexibilidad
- Mejora detección fallos
- Disminución costos



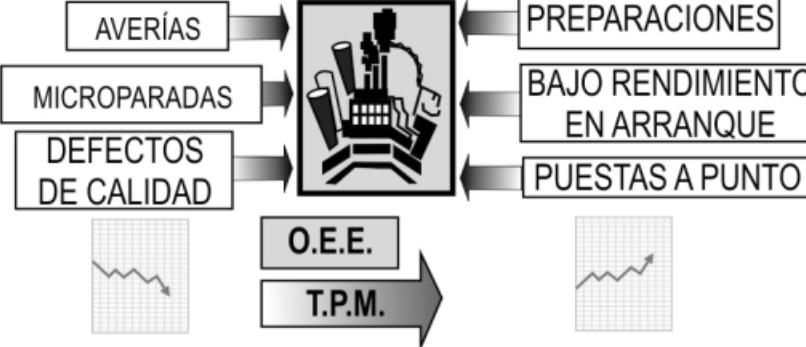
AUTOMANTENIMIENTO

Evitar el deterioro y la aparición de problemas

- Mayor participación y motivación del operario
- Lugar de trabajo más agradable y seguro
- Mayor disponibilidad de los especialistas de mantenimiento



PROBLEMAS



MEJORA CONTINUA

Capitalizar todas las mejoras en procesos y equipos

- Reuniones periódicas de análisis de resultado
- Técnicas para la resolución de problemas
- Incrementar la capacidad del personal



GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO ASISTIDO

Visión de conjunto y control

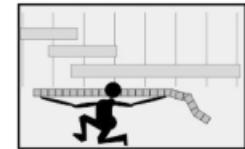
- Descripción de instalaciones
- Gamas de trabajo
- Indicadores de resultados
- Histórico de averías
- Evaluación costos



TOMA DE DATOS

Información en planta

- Análisis de defectos, número y frecuencia de aparición.
- Captación de incidencias.
- Presentación de resultados



El TPM desempeña una labor importante en la motivación para la implementación de la primera táctica (cuando se desea progresar del nivel dos operacional de mantenimiento e ingresar en el nivel táctico tres). Y es la base de otras tácticas, como el RCM o la proactiva. Puede presentar algunas limitaciones cuando se trata de equipos de alta tecnología, caso en el cual se recomienda combinarla con RCM (Rath, 1999 y Marks, 1997).

El TPM básicamente usa las acciones correctivas, modificativas, preventivas y esporádicamente las predictivas (el RCM es el que enfatiza más en ellas). Es una táctica netamente de perfil humanista muy útil para empresas con situaciones difíciles en el recurso humano en producción y mantenimiento. Y es una metodología ideal para empresas en proceso de crecimiento rápido y con deficiencias en el clima organizacional.

Dimensión	TPM	RCM	Relación
Enfoque principal	Participación total para evitar pérdidas	Asegurar funciones críticas reduciendo fallas	Ambos buscan máxima confiabilidad
Actores claves	Operarios + Mantenimiento + Ingeniería + Calidad	Ingeniería de mantenimiento	RCM brinda fundamentos técnicos al TPM
Herramientas	Mantenimiento autónomo, mejoras enfocadas, estandarización	Análisis funcional, modos de falla, criticidad	RCM profundiza el análisis técnico dentro de TPM
Selección de tareas	Enfoque general/Kaizen	Basadas en análisis de riesgo y falla	RCM optimiza planes preventivos del TPM
Objetivo final	Eliminar 6 grandes pérdidas del OEE	Proteger funciones críticas del equipo	Ambos sostienen alta disponibilidad y baja variabilidad del proceso

¿Cómo se complementan en la práctica?

-  **TPM** construye la base cultural y operativa
 - participación del operador
 - disciplina de inspección y limpieza
 - mejora continua

-  **RCM** aporta el análisis técnico profundo

- qué fallas tratar
- cómo prevenirlas con el menor costo
- cuándo vale la pena actuar y cuándo no
- TPM habilita la ejecución y sostenibilidad
- RCM define **qué mantenimiento es realmente necesario**

Ejemplo en una línea de envasado:

- TPM implementa **mantenimiento autónomo**: el operador limpia, lubrica y detecta condiciones anormales
- RCM identifica que el **motor del transportador** es crítico y exige mantenimiento predictivo, mientras que otra parte puede ser solo correctivo planificado

Mantenimiento combinado TPM y RCM

La combinación RCM y TPM tiene la ventaja de mejorar el proceso para facilitar el trabajo en equipo entre mantenimiento y las funciones de producción, mejorar la fiabilidad de las máquinas y reducir los costos de operación.

Ambas tácticas son complementarias, pues mientras el TPM mejora la productividad, el RCM aumenta la confiabilidad y la competitividad (Marks, 1997 y Moore@, 2008).

Los pilares básicos del TPM y algunas ideas sobre su relación con una estrategia RCM son:

- El TPM trata de restaurar el equipo a una condición parecida a la nueva, y ayuda a reducir al mínimo las fallas que ocurren en la etapa de mortalidad infantil, durante la instalación y puesta en marcha o a partir de ellas con la restauración del equipo y el cuidado básico por parte del operador, mientras el RCM erradica o controla las fallas.
- El TPM contribuye a la participación del operador en el mantenimiento del equipo. Sin embargo, el operador necesita el trabajo de especialistas cuando el problema en la maquinaria implica tecnologías más avanzadas. Dichos especialistas usan los principios del RCM para analizar los modos de fallas y sus efectos, y usan herramientas de monitoreo de condición como el análisis de vibraciones y otros instrumentos avanzados de mantenimiento que facilitan la identificación de la causa del problema.

- El TPM procura mejorar la eficacia y la eficiencia del mantenimiento, al igual que el RCM.
- El TPM exige que las personas se entrenen para mejorar sus habilidades de trabajo, mientras que el RCM ayuda a identificar las fallas del personal e indica las áreas que requieren entrenamiento.
- El TPM usa el control y la prevención del mantenimiento. Esto es inherente en el RCM que se encarga de identificar y evitar los modos de falla.
- El TPM intensifica el uso del mantenimiento preventivo, el RCM lo complementa al utilizar intensivamente el predictivo. El RCM ayuda a identificar cómo y cuándo usar el mantenimiento preventivo o predictivo mediante el análisis de los modos de falla.
- La combinación de ambas modalidades de mantenimiento es una costumbre que se incrementa día a día en las empresas modernas, para mejorar y conservar los equipos y sus funciones. Con la combinación de las dos tácticas complementarias se logra evitar crisis y fallas en el proceso productivo, se minimizan los costos y se mejoran constantemente los procesos de planta.
- La relación clave entre TPM y RCM estriba en que sus principios clave de organización y confiabilidad se combinan, para garantizar una excelente operación y gestión de mantenimiento. El RCM sirve para determinar los requerimientos de mantenimiento para operaciones físicas con su correspondiente contexto operativo tecnológico. Y con el TPM se logra que estos requerimientos se difundan como los más efectivos y económicos (Geraghty, 1996).

La utilización conjunta de ambas tácticas permite alcanzar un manejo intensivo y exitoso de los instrumentos básicos y avanzados de mantenimiento, en especial del recurso humano (TPM) y de la tecnología (RCM).

Los tres pasos para implementar la táctica proactiva, según *Tribology Data Handbook*, con el fin de lograr el éxito de la aplicación y lograr sus inmensos beneficios, son:

1. Fijar metas o estándares basados en el análisis de causa raíz de las fallas.
2. El segundo paso es mantener el control de la causa raíz y conservarla en el tiempo de una manera sostenible.
3. El tercer paso es la permanente vigilancia microscópica de los elementos de control de la causa raíz, para mantenerla dentro de las condiciones estándar y evitar de una manera disciplinada que ésta salga de ella.

Táctica de mantenimiento proactivo		
Filosofía o táctica de mantenimiento	Acciones preventivas	Correctivas
Categorías del mantenimiento		
Divisiones categóricas del mantenimiento, acciones o tareas	Planificado predictivo basado en condición	Averías Reparaciones
Organización	Planeado	No planeado
Plan presupuestal	Normal	Gastos extras



SKF enumera cuatro pasos en las aplicaciones de la táctica proactiva:

- **Establecimiento de un sistema planeado de mantenimiento basado en confiabilidad y en el recurso humano, con utilización intensiva de métodos predictivos y preventivos.**
- **Diagnósticos y análisis de la causa raíz.**
- **Mejora a través de indicadores clave de rendimiento (KPI).**
- **Proceso de medición, revisión y monitoreo integral de la gestión y la operación industrial.**

El principal objetivo del mantenimiento proactivo es identificar y eliminar las causas básicas, inmediatas y raíces de las fallas. Es una táctica que trata de frenar las causas inmediatas por fallas incipientes en los sistemas o máquinas.

El resultado que produce la implementación de una táctica proactiva consiste en que se crea en la empresa un cambio en la conducta, que es el generador de innumerables ahorros para las empresas.

The 8 pillars of TPM manufacturing



METODO 5S

Esta filosofía se enfoca en trabajo efectivo, organización del lugar y procesos estandarizados de trabajo. 5 S's simplifica el ambiente de trabajo, reduce los desperdicios y actividades que no agregan valor, al tiempo que incrementa la seguridad y eficiencia de calidad.



OBJETIVOS DE LAS 5S

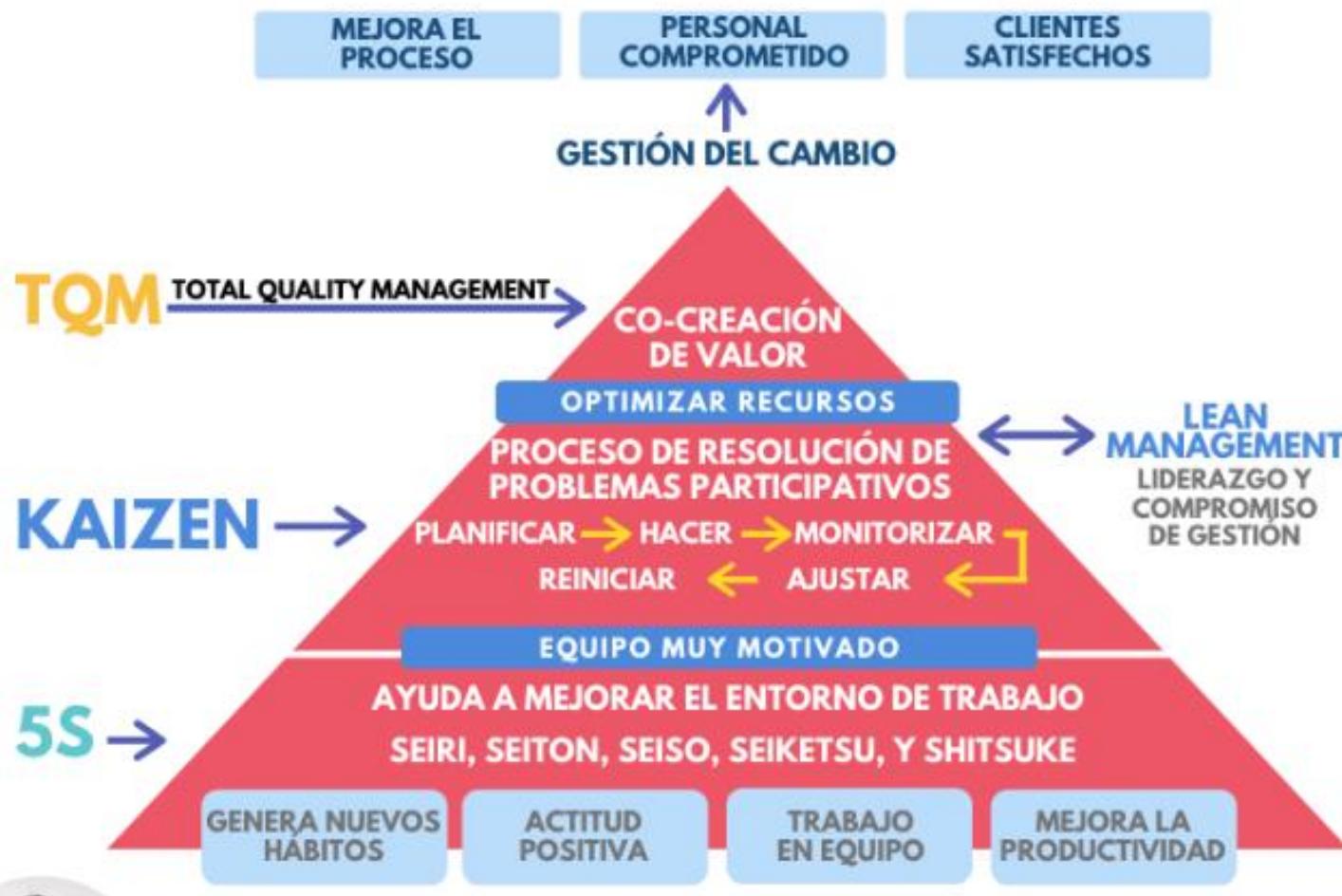
		
REDUCE LA CANTIDAD DE RESIDUOS Y COSTOS	MENOS ERRORES EN LAS ESTACIONES DE TRABAJO O LÍNEA DE PRODUCCIÓN, MEJORANDO LA CALIDAD.	DISMINUYEN LOS RETRASOS POR LA UBICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS O RECURSOS, MEJORANDO EL TIEMPO DE RESPUESTA Y ENTREGA.

BENEFICIOS DE LA 5S

	APOYA A LA PRODUCTIVIDAD PERSONAL		OPTIMIZA EL TIEMPO		ESTACIONES DE TRABAJO SON MÁS SEGUROS Y LIMPIOS
	ELIMINA TODAS LAS DISTRACCIONES		MEJORA LA CALIDAD DEL TRABAJO		IDENTIFICA LAS ANOMALIAS
	IDENTIFICA Y REDUCE LOS DESECHOS		REDUCE COSTOS		DISMINUYE EL ERROR HUMANO



5S - KAIZEN - TQM



➤1. **Seiri (ordenamiento o acomodo)**, la primera “S” se refiere a eliminar del área de trabajo todo aquello que no sea necesario.

Una forma efectiva de identificar estos elementos que habrán de ser eliminados es llamada "etiquetado en rojo". En efecto una tarjeta roja (de expulsión) es colocada a cada artículo que se considera no necesario para la operación. Enseguida, estos artículos son llevados a un área de almacenamiento transitorio. Más tarde, si se confirmó que eran innecesarios, estos se dividirán en dos clases, los que son utilizables para otra operación y los inútiles que serán descartados.

Este paso de ordenamiento es una manera excelente de liberar espacios de piso desechando cosas tales como: herramientas rotas, aditamentos o herramientas obsoletas, recortes y excesos de materia prima. Este paso también ayuda a eliminar la mentalidad de "Por Si Acaso".





➤2. **Seiton (Todo en Su Lugar)** es la segunda "S" y se enfoca a sistemas de guardado eficientes y efectivos.

- a) ¿Qué necesito para hacer mi trabajo?
- b) ¿Dónde lo necesito tener?
- c) ¿Cuántas piezas de ello necesito?

➤3. **Seiso (¡que brille!)** Una vez que ya hemos eliminado la cantidad de estorbos y hasta basura, y relocalizado lo que sí necesitamos, viene la limpieza del área.

Cuando se logre por primera vez, habrá que mantener una diaria limpieza a fin de conservar el buen aspecto y comodidad de esta mejora. Al mismo tiempo comienzan a aparecer evidentes problemas que antes eran ocultados por el desorden y suciedad. Así, se dan cuenta de fugas de aceite, aire, refrigerante, partes con excesiva vibración o temperatura, riesgos de contaminación, partes fatigadas, deformadas, rotas, desalineamiento, etc.

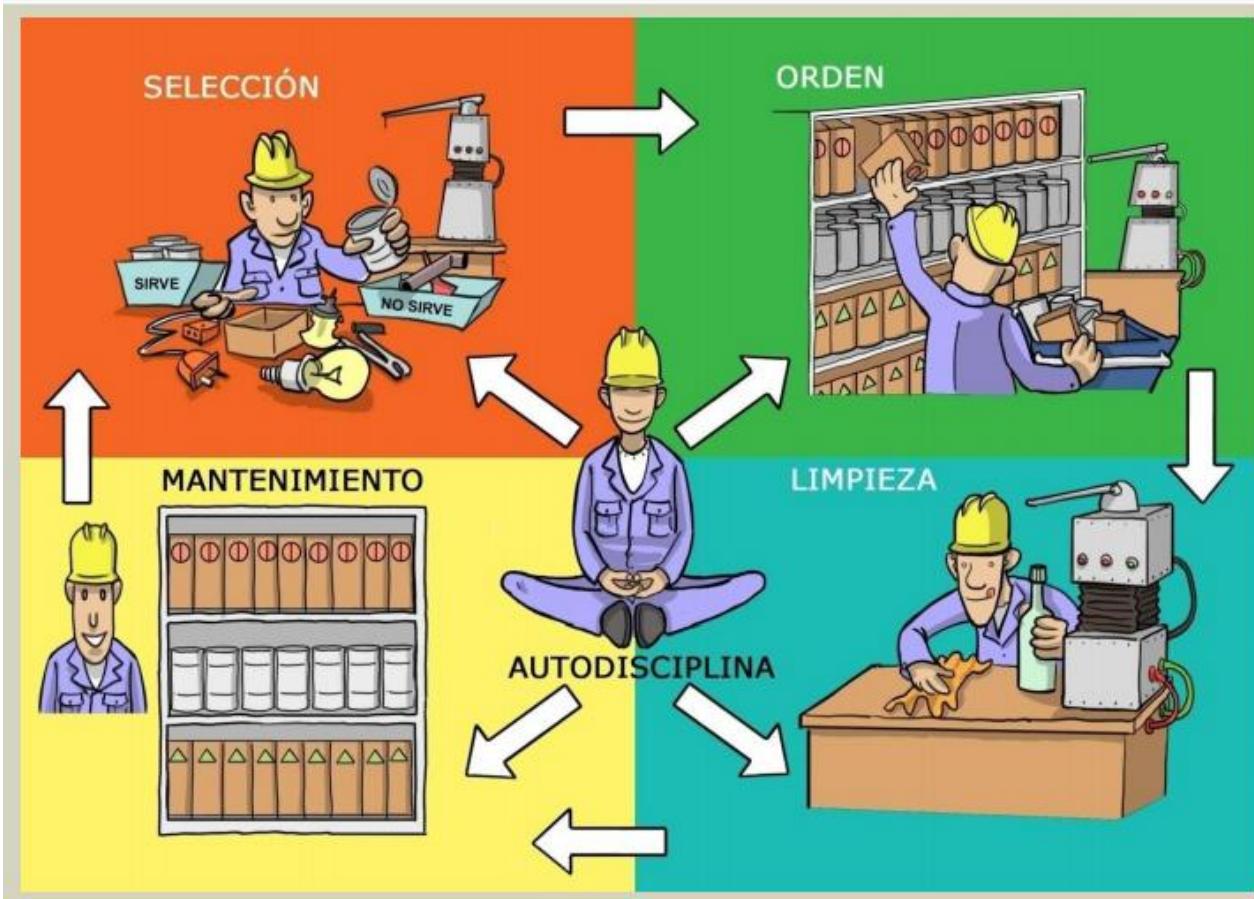


➤4. **Seiketsu (Estandarizar)** Al implementar las 5S's, nos debemos concentrar en estandarizar las mejores prácticas en nuestra área de trabajo. Dejemos que los trabajadores participen en el desarrollo de estos estándares o normas. Estas normas son fuentes de información muy valiosas en lo que se refiere a su trabajo, pero con frecuencia no se les toma en cuenta.



➤5. **Shitsuke (Sostener)** Esta "S" es la más difícil de alcanzar e implementar. La naturaleza humana es resistir el cambio y no pocas organizaciones se han encontrado dentro de un taller sucio y amontonado a solo unos meses de haber intentado la implementación de las "5S's". Existe la tendencia de volver a la tranquilidad del "Status Quo" y la "tradicional" forma de hacer las cosas.

Una vez bien implementado, el proceso de las 5S's eleva la moral, crea impresiones positivas en los clientes y aumenta la eficiencia la organización.

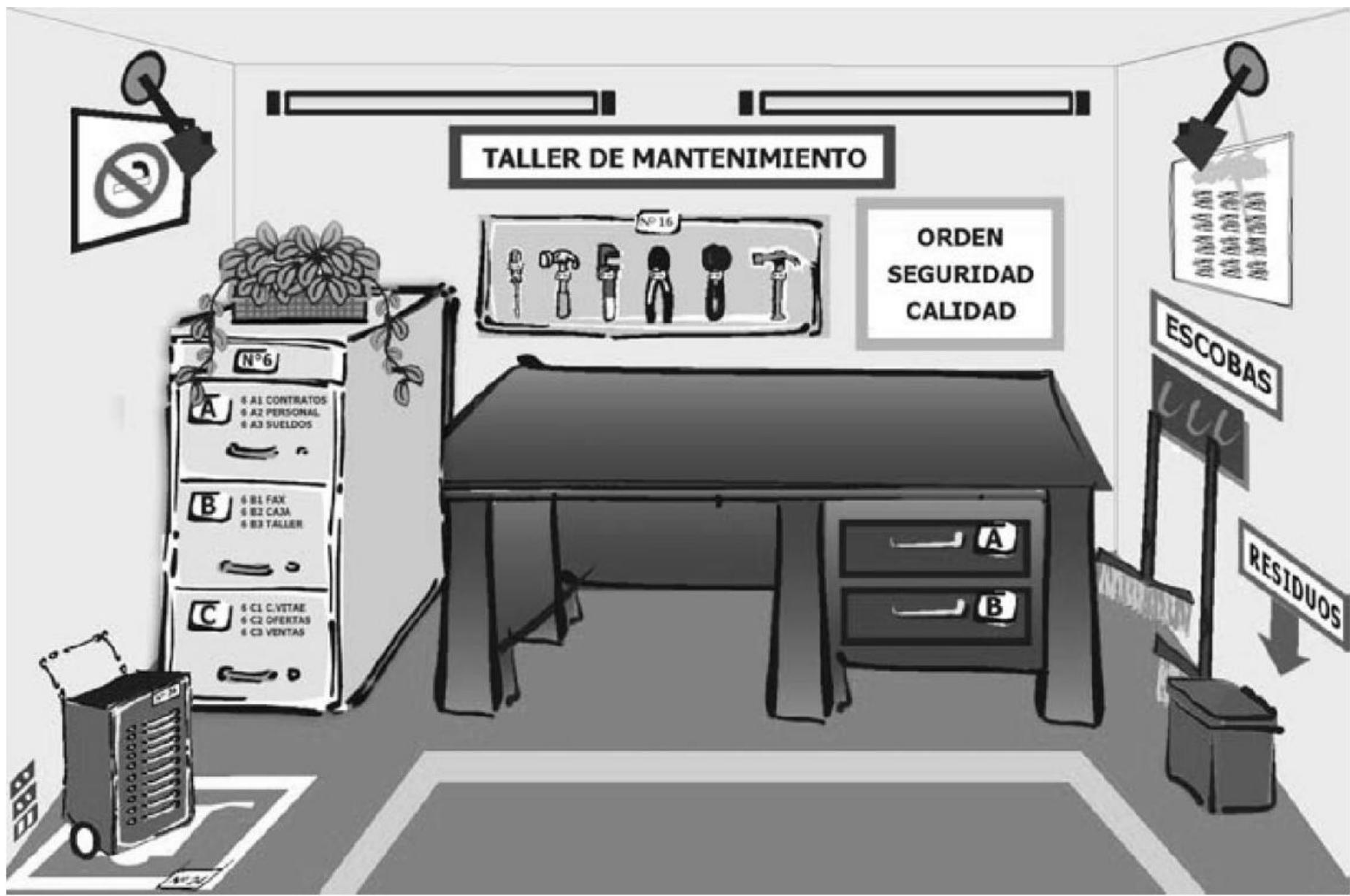


La aplicación de 5S representa la plataforma de lanzamiento de todo programa de MEJORA CONTINUA

ANTES



DESPUES



Kaizen

Kaizen es un método japonés que consiste en mejorar la eficiencia y la calidad de producción de una planta a través de pequeñas mejoras continuas. Para que este método funcione, cada empleado debe estar involucrado en este proceso de mejora continua y todos deben trabajar juntos para conseguir el objetivo establecido.

Para implementar este método, es necesario:

- organizar sesiones de sensibilización para animar a los empleados para que se impliquen y se sientan involucrados
- formar a los gerentes y técnicos en este método para que puedan medir su utilidad
- estandarizar todos los procesos e implementar herramientas como el PDCA, presentado anteriormente, o la gestión de la calidad, que permiten a cada uno expresarse libremente y dar su opinión.

[Qué es Kaizen en 120 segundos](#)



https://www.youtube.com/watch?v=REKuuJopQ_o

KAIZEN



Metodología de mejora continua

改 KAI : Cambiar

善 ZEN : Bien

PRINCIPIOS



LOS BUENOS PROCESOS GENERAN BUENOS RESULTADOS



LAS MEJORAS SE BASAN EN PEQUEÑOS CAMBIOS



LAS MEJORAS DEBEN SER MEDIDAS, ESTANDARIZADAS Y REPRODUCIBLES



EMPODERAR A LOS TRABAJADORES

[Kaizen: más allá de lo empresarial | Roxana Aveiga | TEDxGamboa](#)

En TPM, ¿dónde aparece Kaizen?

Especialmente en el pilar:

► Mejoras Enfocadas (Focused Improvement)

que utiliza Kaizen para:

- eliminar pérdidas de tiempo
- reducir microparos y defectos
- incrementar el OEE

También se aplica en:

•Mantenimiento autónomo

Cada paso incorpora pequeñas mejoras

•Seguridad y ergonomía

•Mantenimiento temprano

•Capacitación continua

BIBLIOGRAFÍA

- MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento, planeación, ejecución y control. Editorial Alfaomega, Bogotá, 2009.
- TORRES, Leandro Daniel. Gestión integral de activos físicos y mantenimiento. - 1a ed. Alfaomega Grupo Editor Argentino, Buenos Aires, 2015.

PÁGINAS WEB CONSULTADAS:

- https://www.fing.edu.uy/sites/default/files/2011/3161/M%C3%B3dulo%202%20-%20Programa%205S_0.pdf
- <http://gomez2010.weebly.com/uploads/5/8/0/2/5802271/tppm.pdf>