



INGENIERÍA INDUSTRIAL II

UNIDAD VI

“MANTENIMIENTO INDUSTRIAL”

AÑO 2024

A black and white photograph of an industrial facility, likely a refinery or chemical plant. The image shows a complex network of large, dark pipes and metal structures. In the foreground, a large pipe with a riveted flange is prominent on the left. In the background, there are tall distillation columns and various pieces of machinery. The overall scene is industrial and somewhat dark, with a focus on the intricate piping and structural elements.

**¿PORQUÉ EXISTE EL
MANTENIMIENTO?**



MANTENIMIENTO

"Cuando todo va bien, nadie recuerda que existe"

"Cuando algo va mal, dicen que no existe"

"Cuando es para gastar, se dice que no es necesario"

"Pero cuando realmente no existe, todos concuerdan en que debería existir"

A.SUTER

CONCEPTO DE MANTENIMIENTO Y EVOLUCIÓN

"El conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento." (GARCÍA GARRIDO, Santiago; 2003)

"La principal función del mantenimiento es sostener la funcionalidad de los equipos y el buen estado de las máquinas a través del tiempo." (MORA GUTIERREZ, Alberto; 2009)

"El mantenimiento es el sustantivo correspondiente al verbo mantener. La función concreta de mantenimiento es sostener la funcionalidad y el cuerpo de un objeto o aparato productivo para que cumpla su función de producir bienes o servicios." (MORA GUTIERREZ, Alberto; 2009)

"El mantenimiento es un conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que éstos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados." (MANUAL DE MANTENIMIENTO; Divulgación Tecnológica; Santafe de Bogotá; 1991)

"El mantenimiento industrial se define como el conjunto de procedimientos realizados a fin de conservar en óptimas condiciones de servicio a los equipos, maquinaria, e instalaciones de una planta (fábrica), garantizando el correcto funcionamiento del proceso de producción industrial." (IntegraMarkets Escuela de Gestión Empresarial; 2018)

"La finalidad del mantenimiento es conservar la planta industrial con el equipo, los edificios, los servicios y las instalaciones en condiciones de cumplir con la función para la cual fueron proyectados con la capacidad y la calidad especificadas, pudiendo ser utilizados en condiciones de seguridad y economía de acuerdo a un nivel de ocupación y a un programa de uso definidos por los requerimientos de Producción." (ROS MORENO, Antonio; 2010)

Terminología básica del mantenimiento

Términos básicos del mantenimiento usados en la industria:

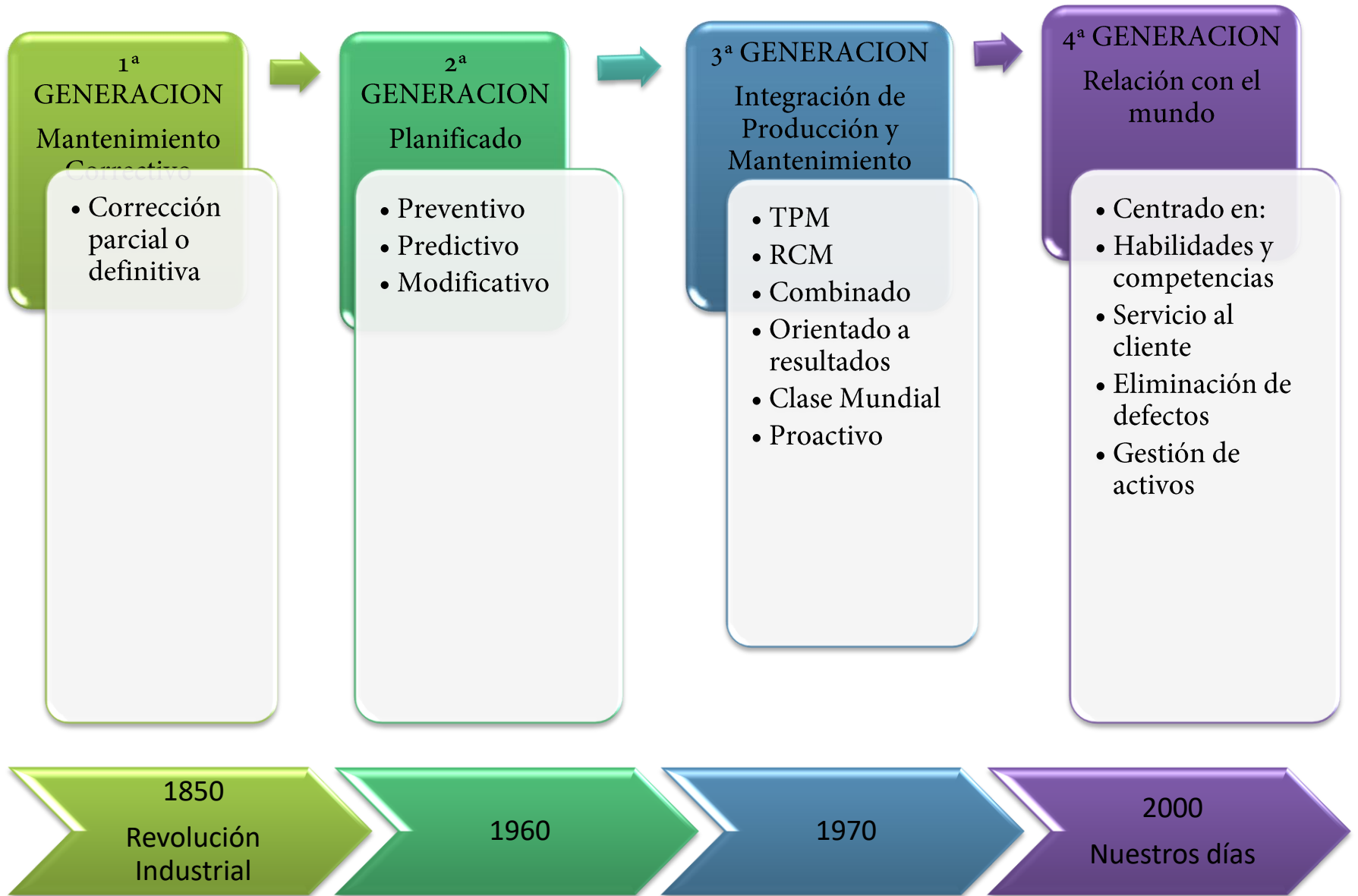
- **Accesorio:** Se puede decir que es todo elemento que forma parte de una máquina o sistema, y es un complemento de la máquina o sistema, y una vez definido es un producto o subproducto básico. Los accesorios pueden ser: arandelas, tuercas, tornillos, fusibles, resistencias, integrados, u otros.
- **Ciclo de vida:** tiempo durante el cual un bien o activo conserva su capacidad de operación, y se tiene en cuenta desde el inicio cuando se adquiere el activo, hasta el final al momento de sustituirlo.
- **Componente o pieza:** es un dispositivo que puede formar parte de un circuito eléctrico, electrónico, mecánico. Ejemplos de componentes o piezas: engranaje, polea, rodamiento, correa, rotor eléctrico, amplificador, acoplador electrónico, batería, cables, correas, bandas y otros.
- **Confiability:** se puede definir, como la capacidad de una máquina, equipo o sistema para cumplir funciones específicas o requeridas, bajo condiciones de operación dadas, en un tiempo o período determinado.

- **Disponibilidad:** es una función que permite calcular el porcentaje de tiempo en el cual una máquina o equipo está disponible para cumplir la función para la cual fue diseñado y construido. Esto no implica necesariamente que esté operando o funcionando, sino que se encuentra en óptimas condiciones de operar.
- **Equipo:** se puede definir como el conjunto total de máquinas que son necesarias para cumplir un objetivo. Ejemplo: equipo de transporte de cereal; está compuesto por elevadores de cangilones, roscas transportadoras y tuberías.
- **Evento de falla:** aquella situación que se puede presentar anómala de carácter técnico detectada en un equipo.
- **Falla:** situación dada, afectando la capacidad de un equipo, de cumplir su función.
- **Función:** Es todo aquello que la empresa, espera que el equipo cumpla con sus estándares de diseño y de desempeño.
- **Inspección:** actividades que se realizan en el mantenimiento preventivo, usando rutas definidas con cierta periodicidad y corta duración en el momento de revisar el equipo, máquina, donde normalmente se utilizan instrumentos de medición o los sentidos del ser humano, para verificar el buen funcionamiento del equipo, sin provocar que esto genere pararlo.

- **Mantenibilidad:** es la facilidad de realizar tareas de mantenimiento en un equipo o máquina, para así devolver a sus condiciones de operación en el menor tiempo posible, utilizando procedimientos definidos.
- **Mantenimiento en parada:** acciones que se realizan solamente cuando el equipo o máquina está detenido o está en reposo.
- **Máquina:** es una combinación de piezas de materiales resistentes que tienen movimientos definidos y son capaces de transmitir o transformar energía.
- **Mecanismos:** es una combinación de piezas de materiales resistentes, cuyas partes tienen movimientos relativos restringidos.
- **Parámetro:** se considera como la variable por medir o cuantificar.
- **Pronóstico:** es el análisis de los síntomas de daños, para predecir la condición futura del equipo y su vida útil restante.
- **Parada general:** situación en la que a un conjunto de activos, se les realiza periódicamente una serie de revisiones, reparaciones, mejoras, cambios, etc., y donde estas actividades están concertadas con los departamentos interesados y, por supuesto, están también programadas por un tiempo definido.

EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO

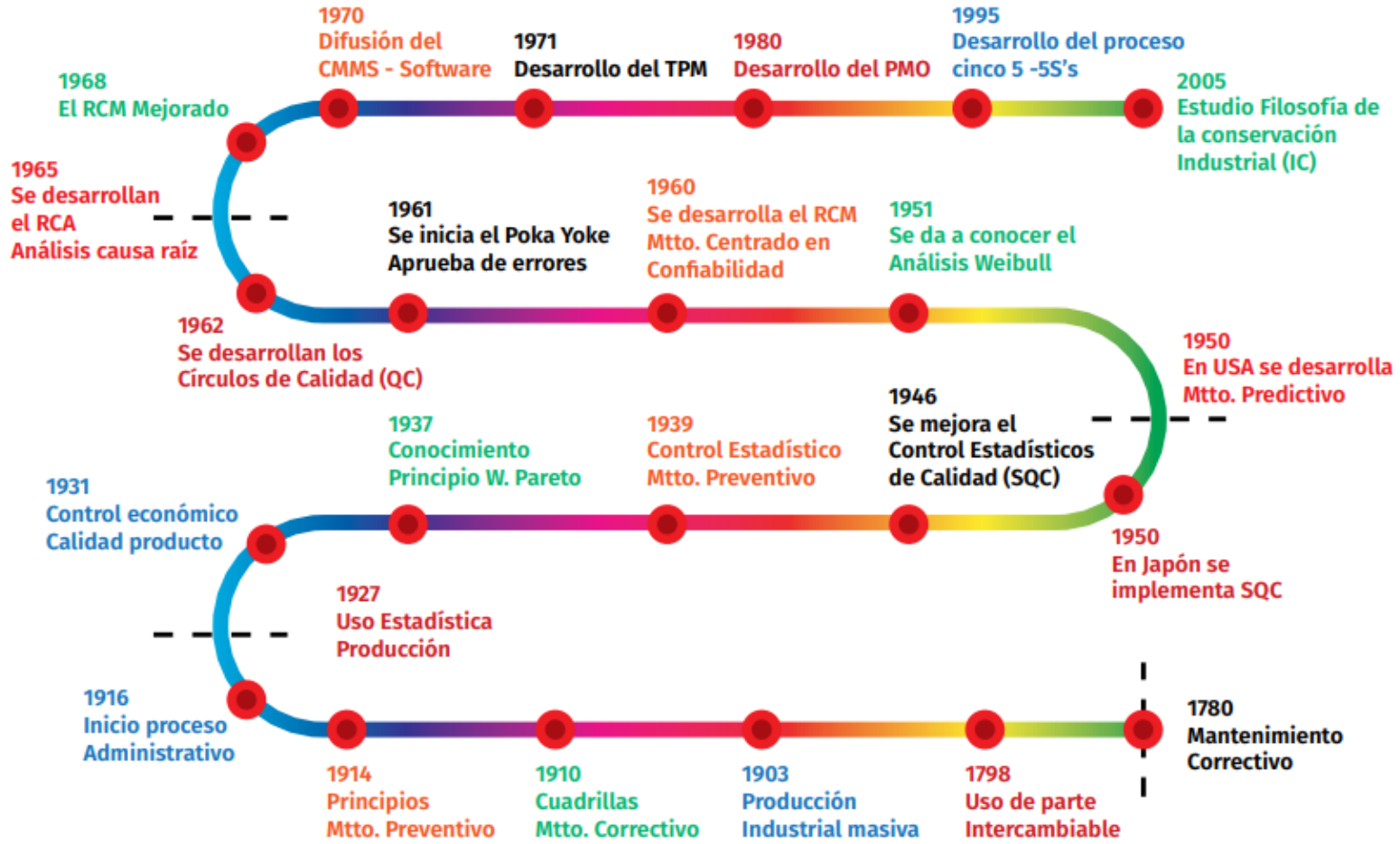


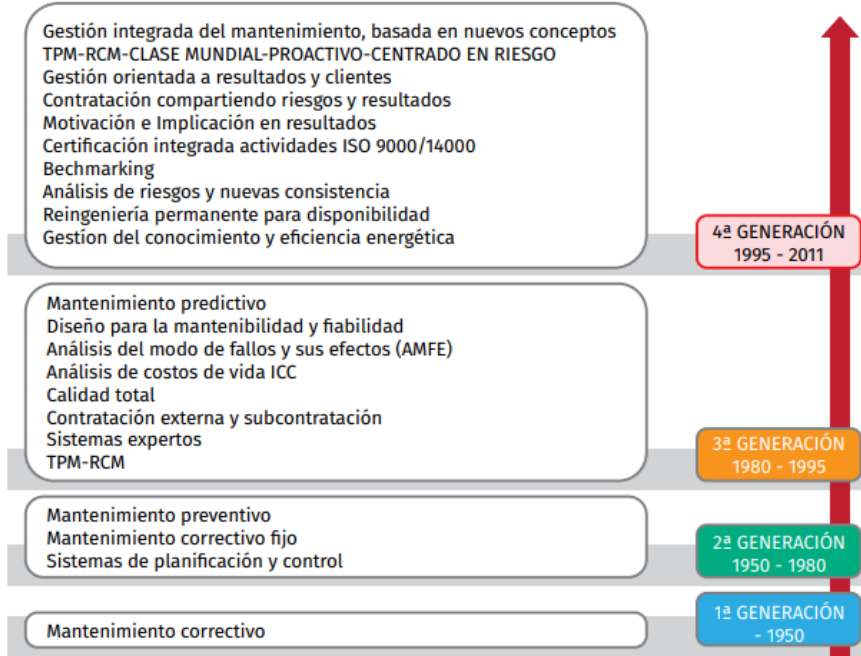


		Producción - Manufactura		Mantenimiento e ingeniería de fábricas	
Etapa	Sucede aproximadamente	Orientación hacia...	Necesidad específica	Orientación hacia...	Objetivo que pretende
I	antes de 1950	el producto	generar el producto	hacer acciones correctivas	reparar fallos imprevistos
II	entre 1950 y 1959	la producción	estructurar un sistema productivo	aplicar acciones planeadas	prevenir, predecir y reparar fallos
III	entre 1960 y 1980	la productividad	optimizar la producción	establecer tácticas de mantenimiento	gestar y operar bajo un sistema organizado
IV	entre 1981 y 1995	la competitividad	mejorar índices mundiales	implementar una estrategia	medir costos, CMD, compararse, predecir índices, etc.
V	entre 1996 y 2003	la innovación tecnológica			
VI	desde 2004	Gestión y operación integral de activos en forma coordinada entre ambas dependencias anticiparse a las necesidades de los equipos y de los clientes de mantenimientos - Predicciones - Pronósticos - Gestión de activos			

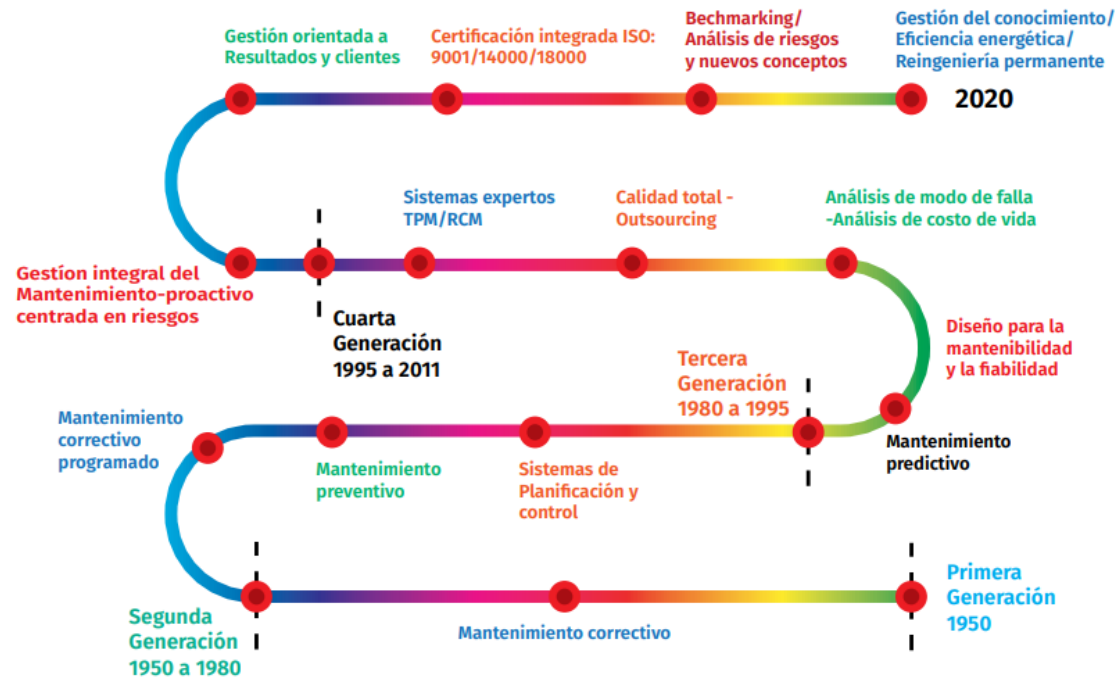
Evolución histórica del mantenimiento y la producción. Fuente: MORA GUTIERREZ, 2009.

EVOLUCION DEL MANTENIMEINTO A LO LARGO DEL TIEMPO





TENDENCIAS

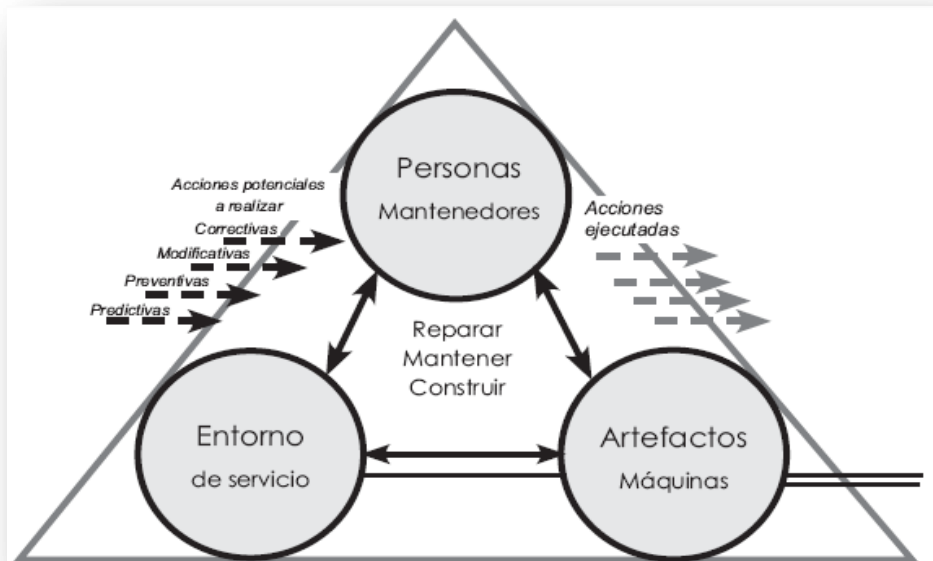


FUNCION DEL MANTENIMIENTO DENTRO DEL SISTEMA ORGANIZACIONAL

- **Mantenimiento como cliente interno de Producción:**

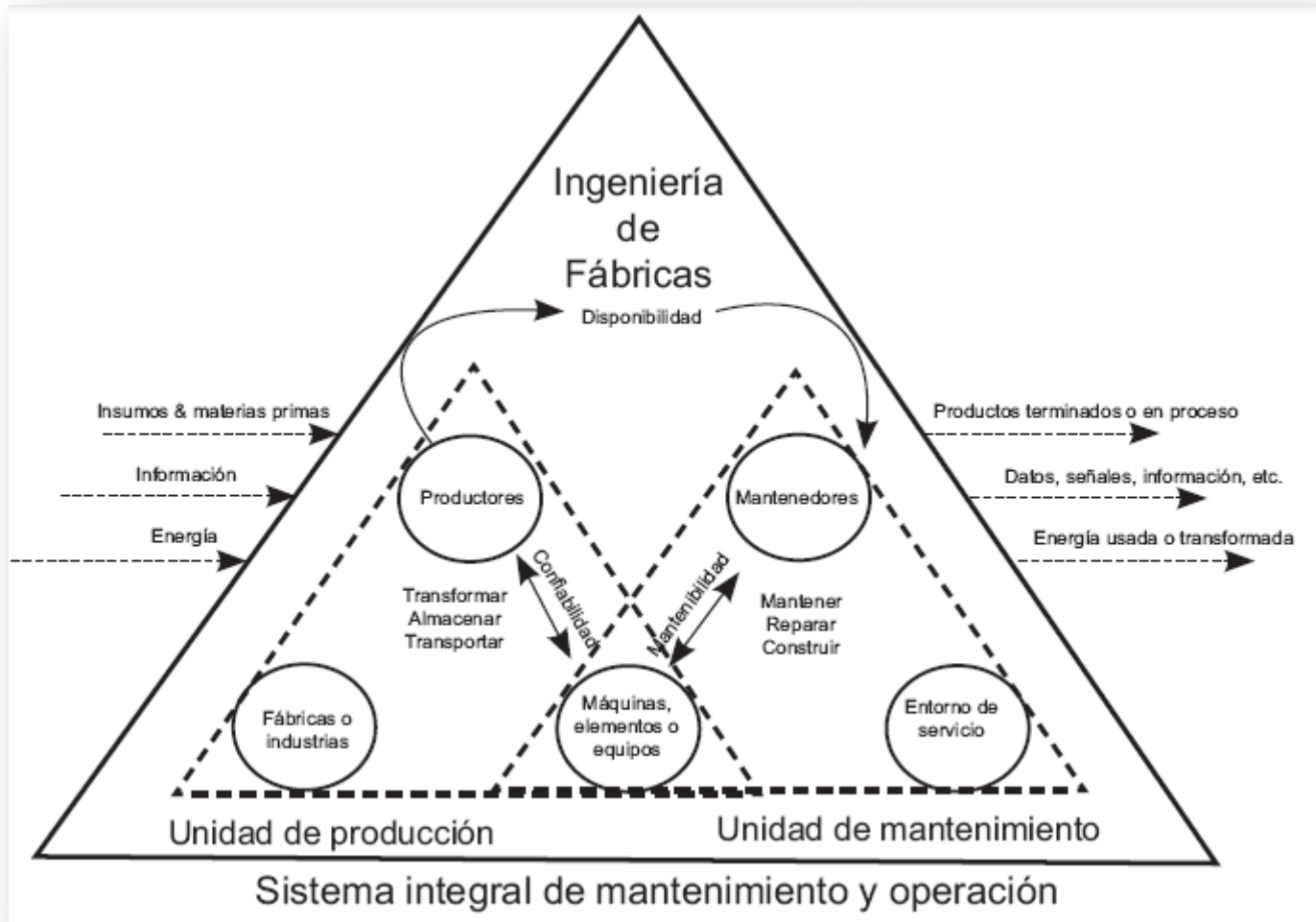
El departamento de mantenimiento tradicionalmente han estado subordinados a producción. En un principio se lo establecía al departamento de mantenimiento como proveedor de producción.

Esta manera de establecer la relación entre Mantenimiento y Producción se ha modificado a partir del concepto de “Gestión del mantenimiento” (*optimizar los recursos que se utilizan*), tanto Producción como Mantenimiento son elementos igualmente importantes del proceso productivo.



El enfoque sistémico puro en mantenimiento, reconoce tres elementos fundamentales: mantenedores, equipos industriales y sitios físicos donde se prestan los servicios de mantenimiento.

El enfoque sistémico kantiano establece que la relación entre los tres elementos es permanente o cerrada entre parque industrial y mantenimiento y operación, pero abierta entre estas dos, de modo que las mejores prácticas indican que la relación entre mantenimiento y producción debe hacerse con los equipos.



Sistema integrado de ingeniería de fábricas: mantenimiento-máquinas-producción. Fuente: MORA GUTIERREZ, 2009.

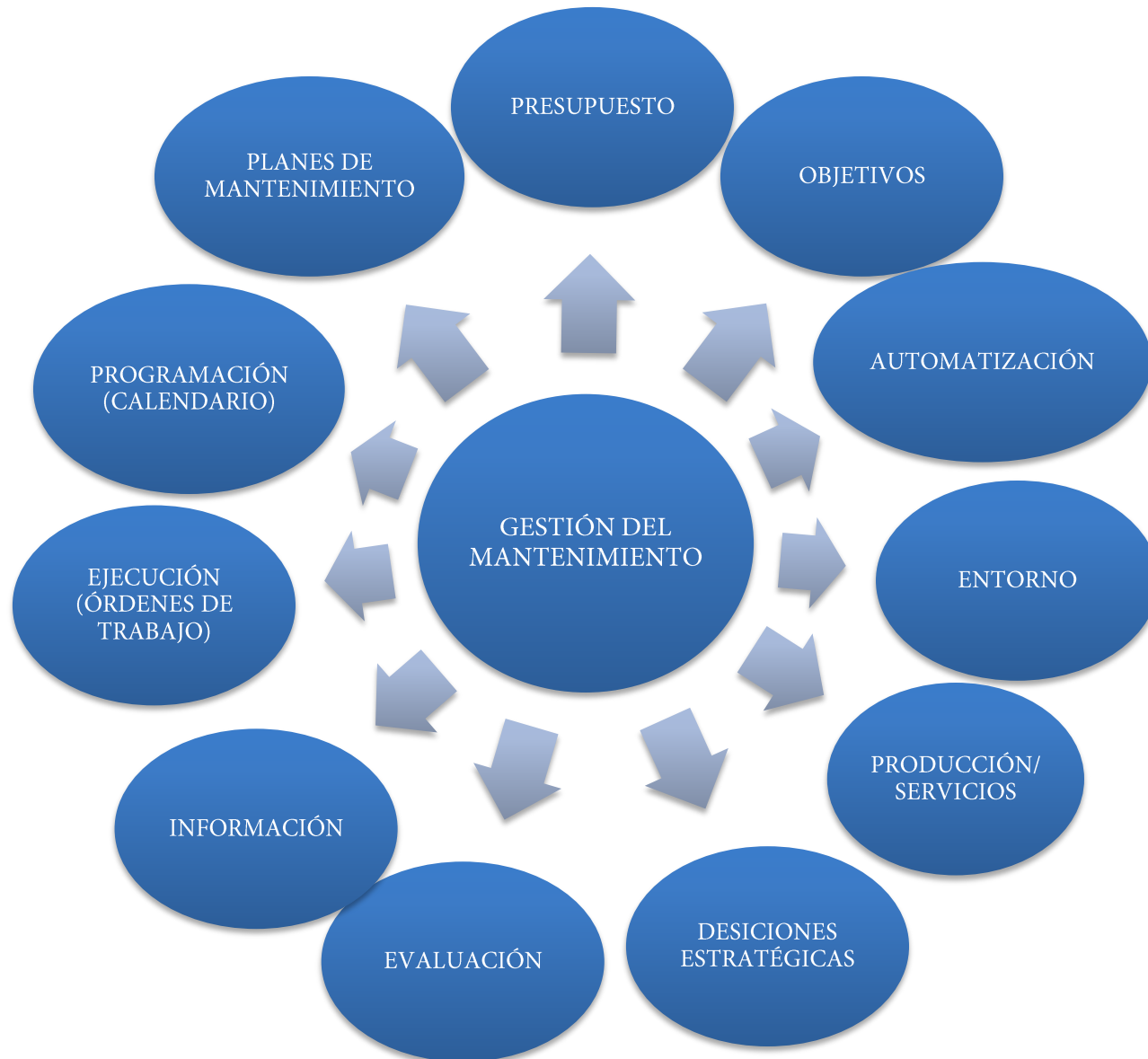
OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO



Estrategias de Mantenimiento



LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO



“En mantenimiento es necesario reconocer dos aspectos básicos: gestión y operación. La primera se refiere al manejo de los recursos, a su planeación y a su control, mientras que la segunda es la realización física del servicio de mantenimiento”. (MORA GUTIERREZ; 2009)

La gestión del mantenimiento se debe establecer en dos direcciones; la primera a través de la gestión de mantenimiento con los otros departamentos en forma sistémica y la segunda a través de la gestión propia (interna) del departamento.

El esquema moderno de mantenimiento incorpora el uso de herramientas propias de la gestión.

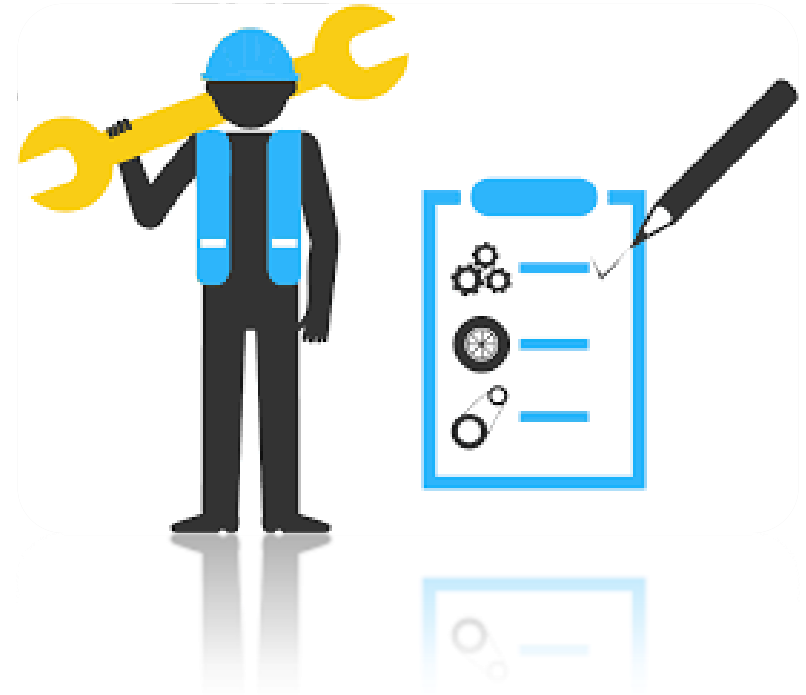
“La gestión de mantenimiento contempla la planeación, la organización, la coordinación, la dirección, la ejecución y el control de todas las actividades inherentes a mantenimiento, con el fin de cumplir su misión”. (MORA GUTIERREZ; 2009)

En cuanto al mantenimiento industrial, su composición e información hay que enfocarse en la constante búsqueda de los siguientes objetivos que son importantes:

- ▶ *Optimizar la disponibilidad de los equipos productivos.*
- ▶ *Disminuir los costos de mantenimiento.*
- ▶ *Optimizar los recursos humanos.*
- ▶ *Maximizar la vida útil de la maquinaria.*

GESTION DE LA INFORMACION (DOCUMENTOS)

Mantenimiento genera una gran cantidad de datos que se deben tratar y ordenar adecuadamente para poder convertirlos en información.



ORDENES DE TRABAJO (OT)

Es el documento que informa al operario y/o técnico de mantenimiento acerca de la tarea que debe realizar.

Que información contiene una OT:

- *Nº de orden correlativo (único)*
- *Tipo de orden*
- *Equipo o instalación a intervenir*
- *Trabajo que se debe realizar*
- *Herramientas y materiales a emplear*
- *Los riesgos del trabajo a realizar*
- *La prioridad del trabajo*
- *Fecha y hora de emisión de la orden*
- *Datos del emisor, ejecutante y jefe de aprobación*

1 Descripción detallada del trabajo

Incluye una descripción clara y completa de las tareas que deben realizarse. Cuanto más detallada sea la descripción, mejor comprenderá el personal lo que se espera.

2 Prioridad y fecha de vencimiento

Especifica la prioridad del trabajo y fecha límite asociada. Esto ayuda a la planificación y asignación adecuada de recursos.

3 Ubicación exacta

Indica la ubicación precisa donde se llevarán a cabo las tareas de mantenimiento. Proporciona detalles para que el personal sepa exactamente dónde dirigirse.

4 Lista de materiales y herramientas

Incluye una lista completa de los materiales, herramientas y equipos necesarios para completar el trabajo. Esto evita retrasos al garantizar que todo esté disponible.

5 Instrucciones de seguridad y procedimientos

Proporciona instrucciones claras sobre los procedimientos y equipo de seguridad asociados con el trabajo. La seguridad es fundamental en el mantenimiento.

6 Historial de mantenimiento previo

Si es relevante, incorpora información sobre el historial de mantenimiento anterior del equipo o activo. Esto ayuda al personal a comprender mejor el contexto y las necesidades específicas.

7 Firma de aprobación

Incluye un espacio para la firma de aprobación del supervisor o la persona autorizada. Esto confirma que la orden de trabajo ha sido revisada y autorizada. Y como antecedente del trabajo.

8 Tiempo para completar el trabajo

Establece un tiempo estimado para la finalización del trabajo. Esto ayuda en la programación y permite un seguimiento más preciso en caso de paros.

9 Registro de tiempo y costos

Incluye secciones para registrar el tiempo real dedicado y los costos asociados con el mantenimiento. Esto es valioso para el seguimiento del rendimiento y la gestión de costos.

10 Espacios para comentarios y observaciones

Permite que el personal incluya comentarios o notas sobre el trabajo realizado. Esto proporciona retroalimentación valiosa y puede ayudar en futuras planificaciones.



Responsable: KOROL, JUAN (963)

Duración estimada: 0 h 30 m

Fecha y hora de recepción de la OT: __/__/__ :__:

Fecha y hora de la devolución de la OT: __/__/__ :__:

Referencia

E133

LÍNEA DE LIJADO VIET - 214 KW - BIESSE -

Localización: \ PTA VIRASORO\ 1-COMPENSADO\ LINEA LIJADO

Equipo padre:

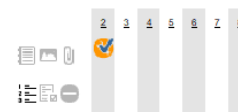
Prioridad: Alta

Plan ligado: 20 - PLAN LIJADORAS VIET

Actividades rutinarias

A1280

CONTROLAR Y TENSAR CORREAS



Prioridad: **Alta**
Duración aprox.: 0 h 30 m
Último manto. realizado fuera
del periodo: __/__/__
Tipo de trabajo: Preventivo

Anexo: Detalle de las actividades

hoja: 1 de 1



20 - PLAN LIJADORAS VIET

\ CONTROLAR Y TENSAR CORREAS

Frecuencia: 15 día(s)

Duración aproximada: 00 h 30 m

Días de paro:

Prioridad: Alta

Clasificación 1: TM- MECANICO

Clasificación 2:

Procedimiento:

Controlar y tensar correas de motores de ambas lijadoras

Reemplazar las que se encuentren en mal estado

DIAGRAMA DE FLUJO DE UNA OT

¿Cómo crear órdenes de trabajo?



1. Identificar el trabajo



2. Marcar prioridades



3. Analizar los recursos necesarios



4. Explicar al detalle las especificaciones



5. Asignar al técnico encargado



6. Hacer un documento explicativo final

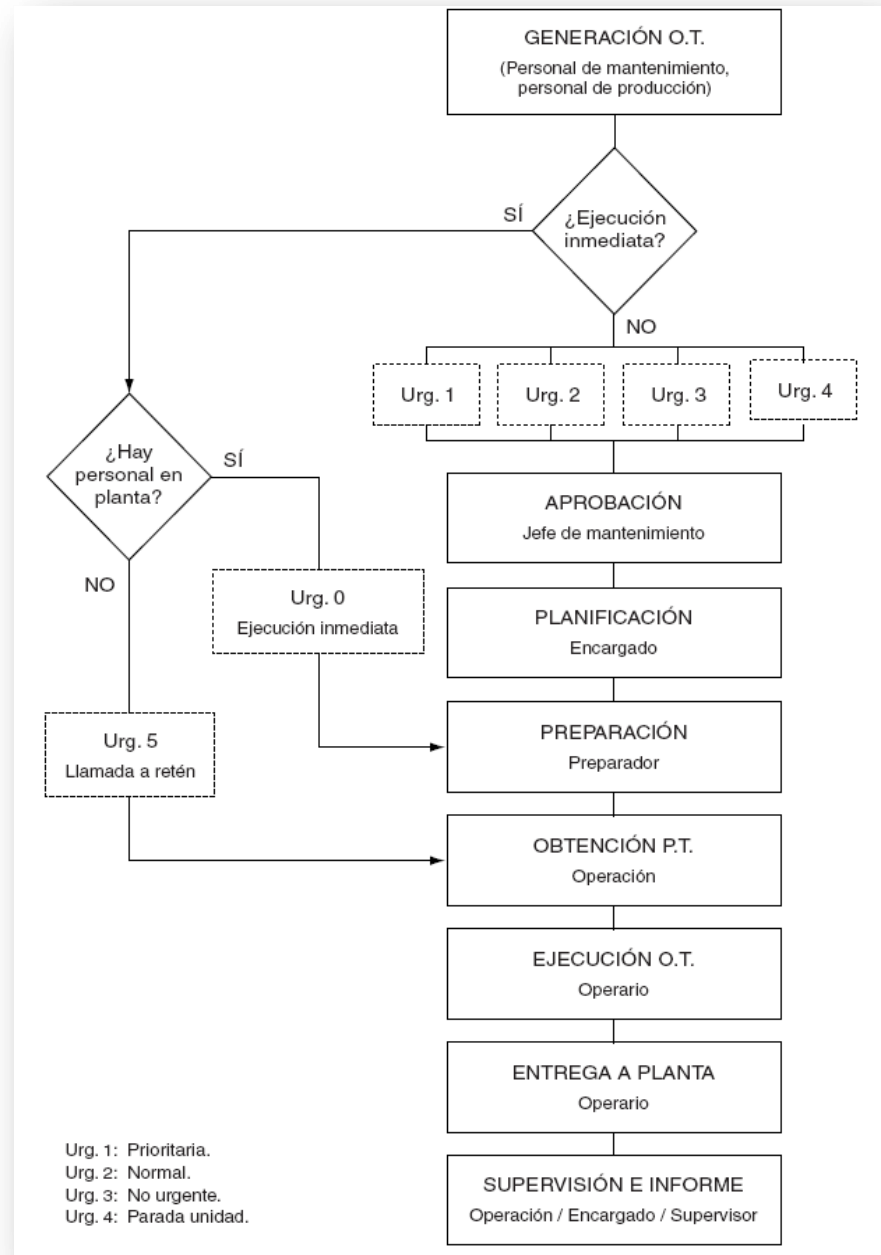
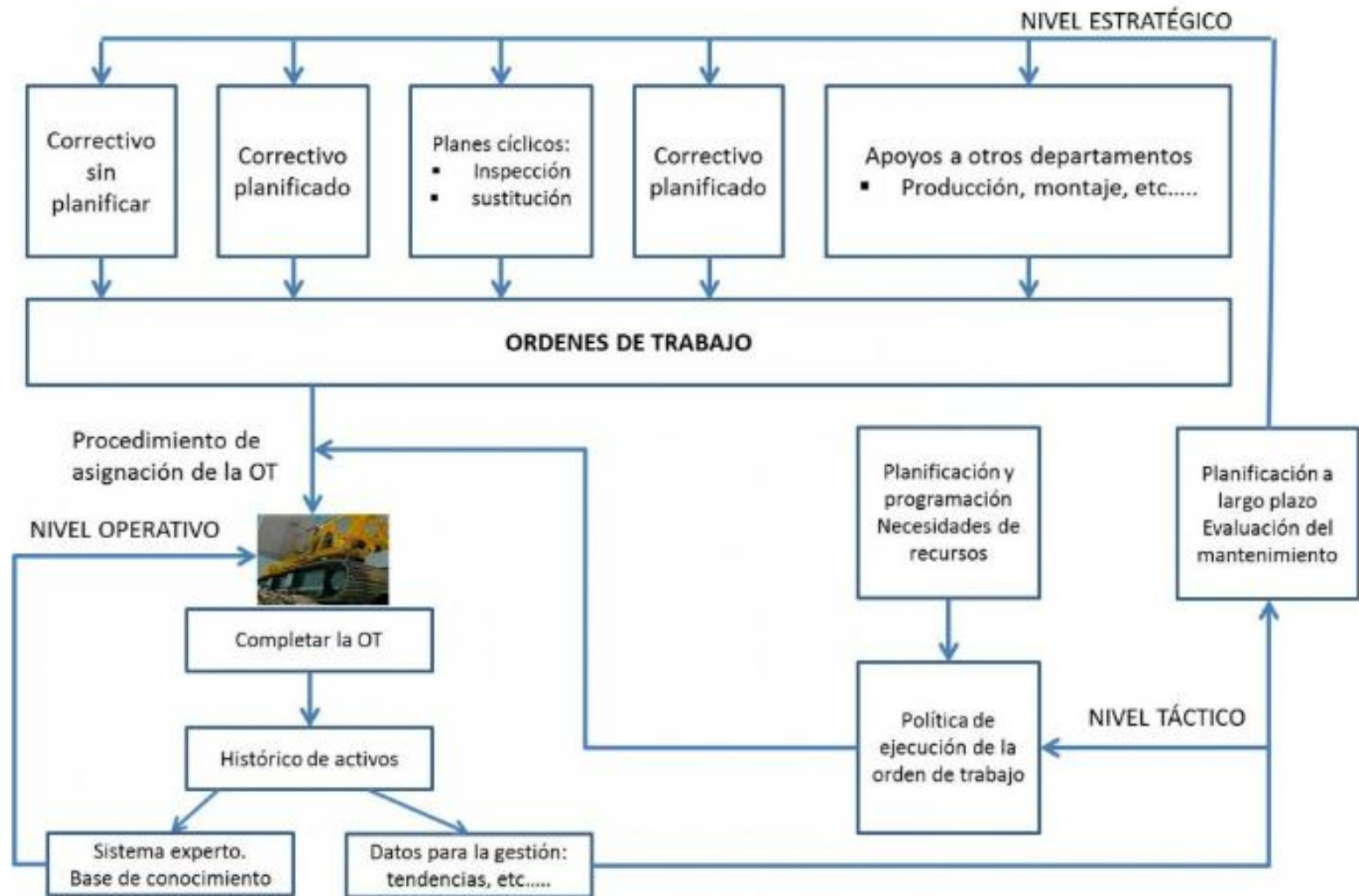
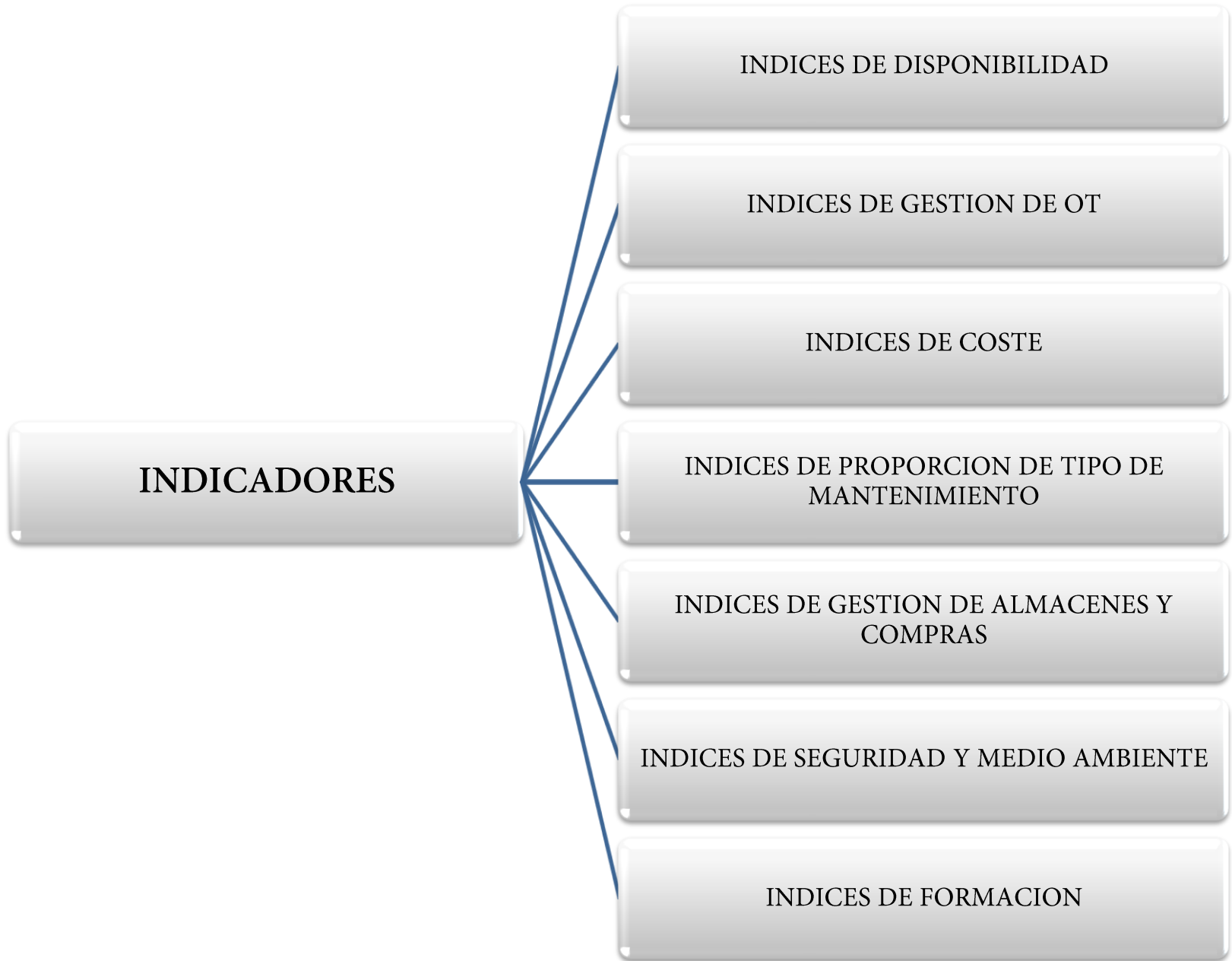


Diagrama de flujo de una OT. Fuente: GARCÍA GARRIDO, 2003.

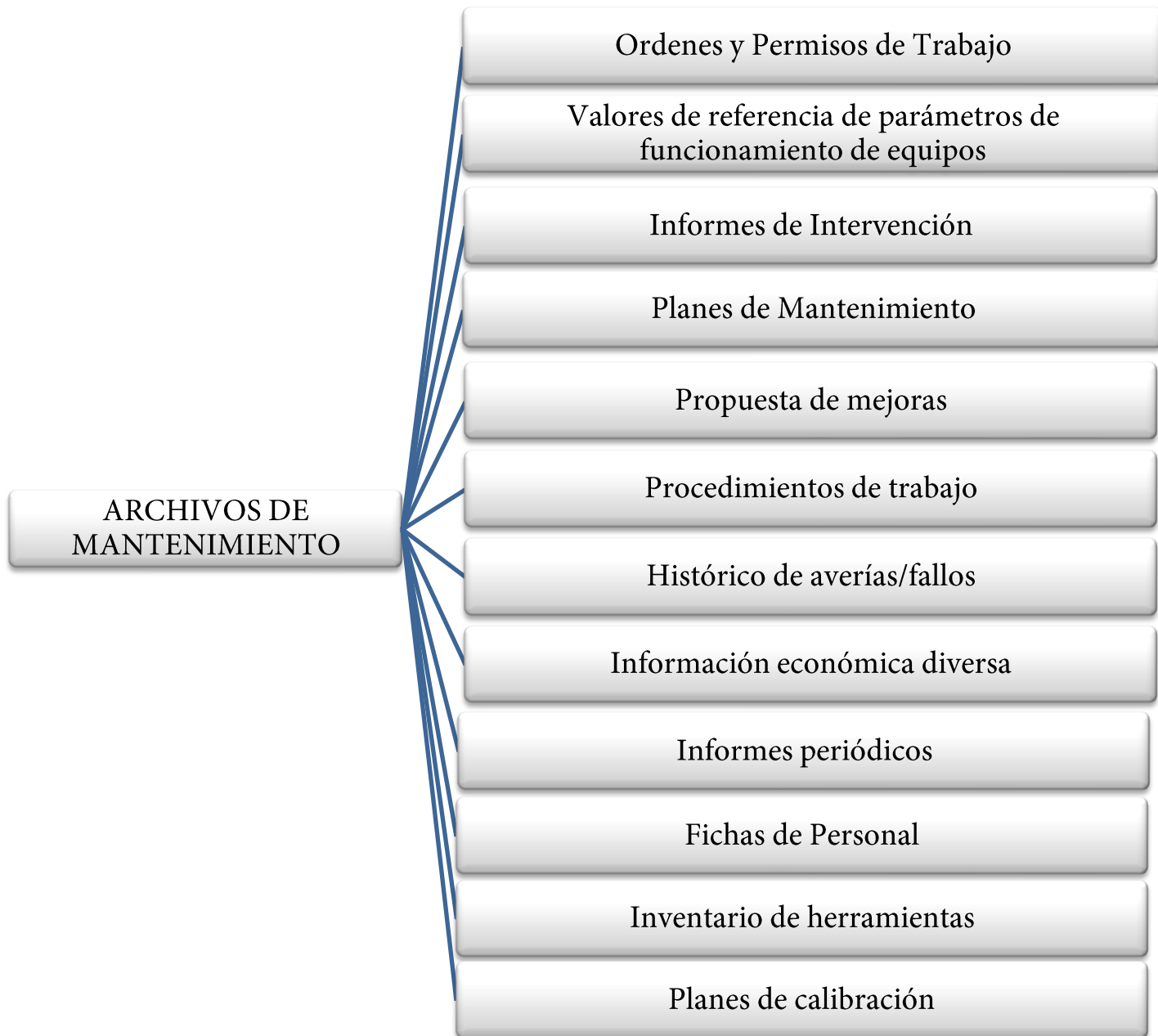
Esquema de Relaciones





INFORMES PERIODICOS DE MANTENIMIENTO

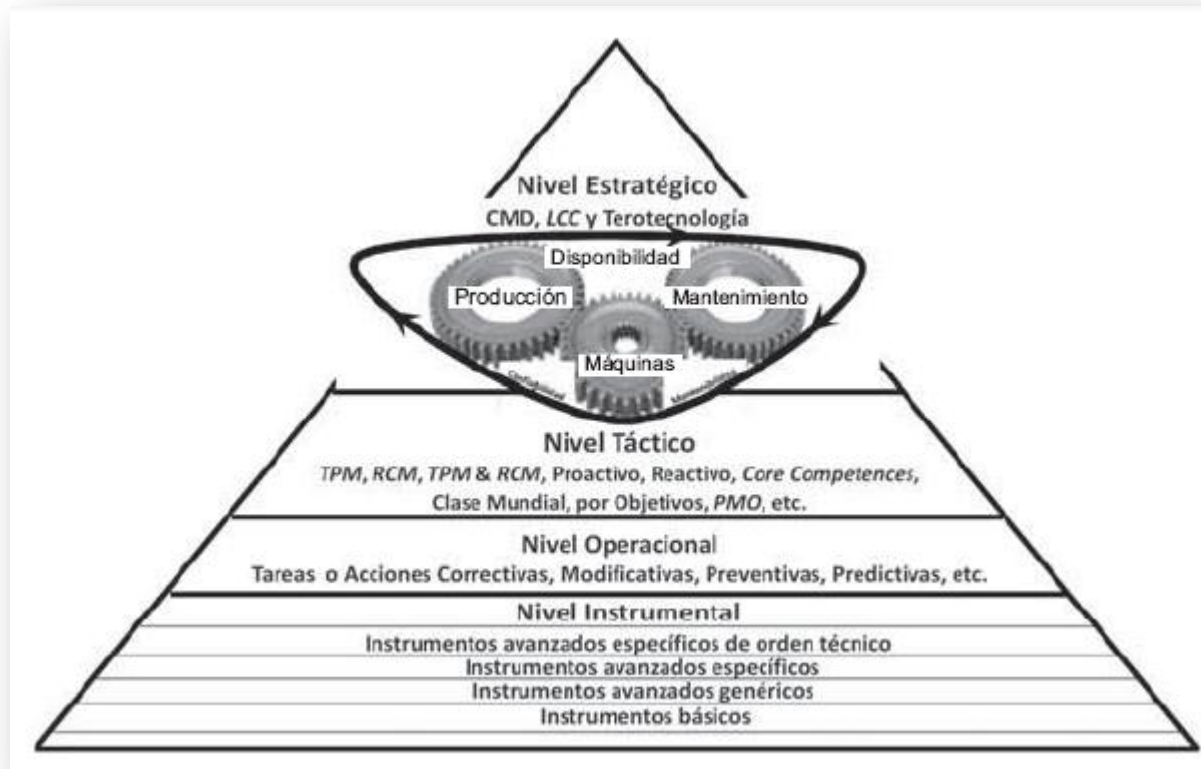
ASPECTOS GENERALES	<ul style="list-style-type: none">• Personal; Medios técnicos; Plan de formación; Seguridad
DISPONIBILIDAD DE LA PLANTA	<ul style="list-style-type: none">• Indicadores de disponibilidad
COSTES	<ul style="list-style-type: none">• Mano de obra; Materiales; Subcontratos; Medios auxiliares
OTROS INDICADORES	<ul style="list-style-type: none">• Relativos a: Gestión de OT; Gestión de almacenes y compras; Relativos a la seguridad; Relativos a la formación
PRINCIPALES INCIDENTES	<ul style="list-style-type: none">• Principales averías y problemas
MEJORAS PROPUESTAS Y REALIZADAS	<ul style="list-style-type: none">• Propuestas de mejoras y estado de las mismas
PROGRAMACION DE TRABAJOS PARA PERIODO SIGUIENTE	<ul style="list-style-type: none">• Trabajos importantes a realizar en el periodo siguiente



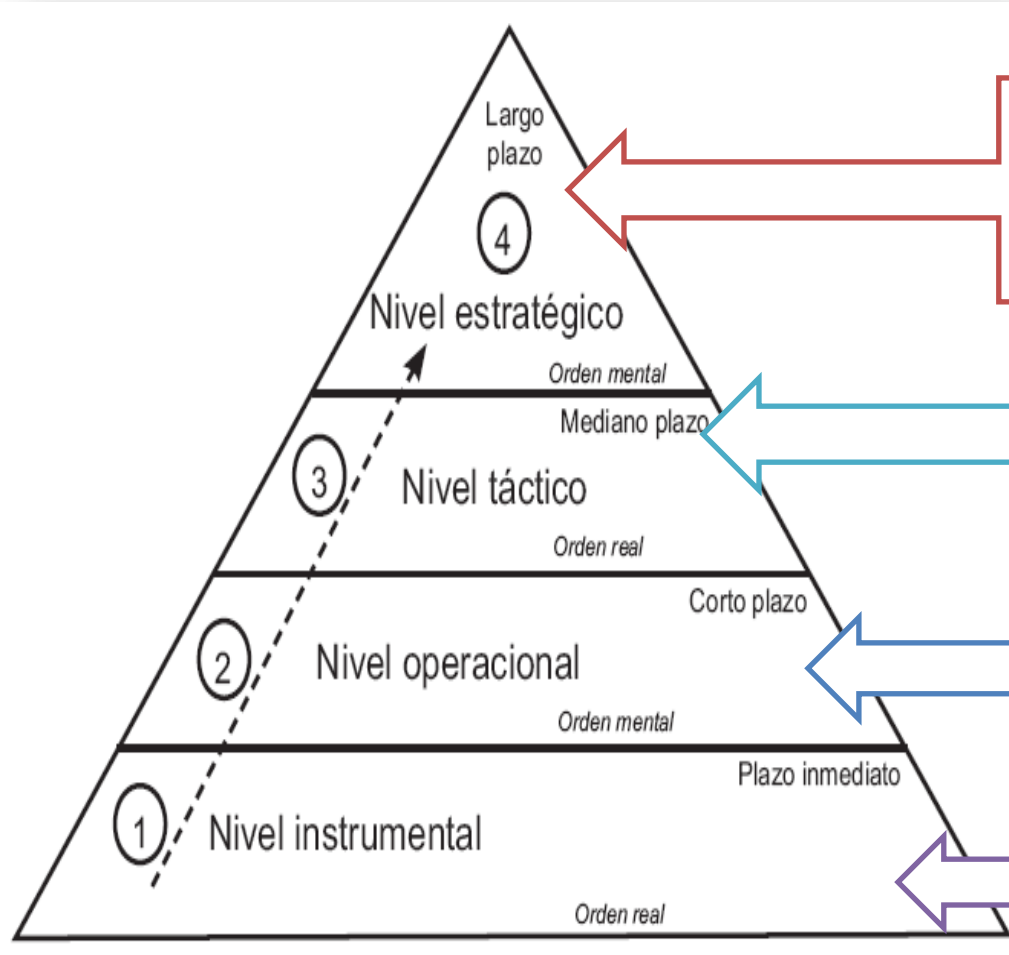


IMPACTO ESTRATEGICO Y VALOR AGREGADO DE PROCESOS

El departamento de mantenimiento desarrollado como una unidad estratégica de negocios, generadora de ingresos, se ha constituido en la meta durante las últimas décadas, en este sentido muchos autores buscan cambiar el enfoque cerrado de mantenimiento orientado a la producción.



Enfoque sistémico Kantiano de mantenimiento estratégico. Fuente: MORA GUTIERREZ, 2009)



Está compuesto por las metodologías que se desarrollan para evaluar el grado de éxito alcanzado con las tácticas desarrolladas (índices, rendimientos e indicadores). Es la guía que permite alcanzar los objetivos propuestos.

Contempla el conjunto de acciones de mantenimiento que se aplican a un caso específico (un equipo o conjunto de ellos). En este nivel aparecen el TPM; RCM; PMO, entre otros.

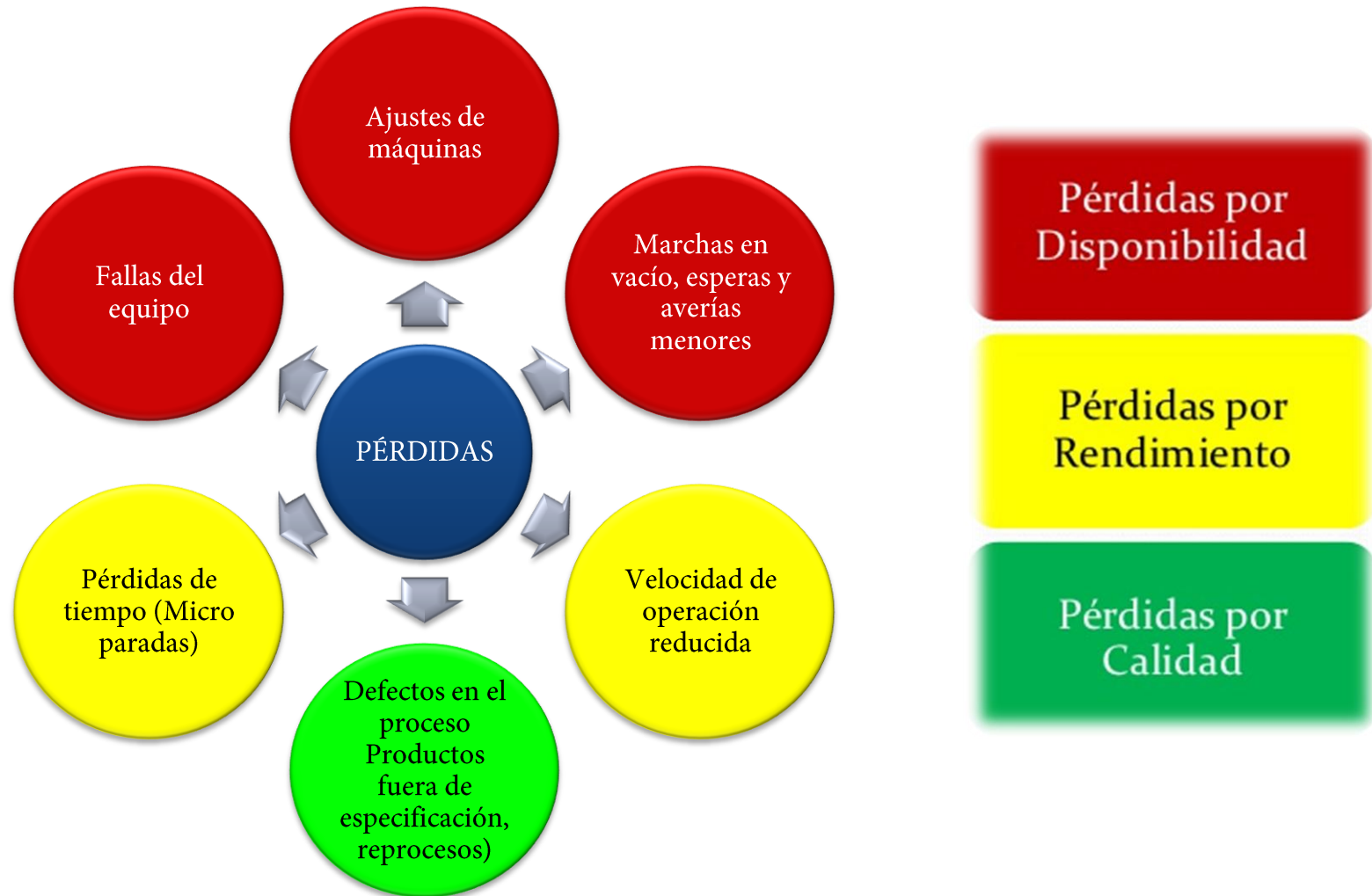
Comprende todas las posibles acciones por realizar en el mantenimiento de equipos (acciones correctivas, preventivas, predictivas y modificativas).

Comprende todos los elementos necesarios para que exista un sistema de gestión y operación de mantenimiento.

Niveles y categorías de mantenimiento bajo enfoque sistémico.

Fuente: MORA GUTIERREZ, 2009.

PRINCIPALES PERDIDAS Y EFICIENCIA DE EQUIPOS



Eficacia Global de Equipos Productivos (Overall Equipment Effectiveness)

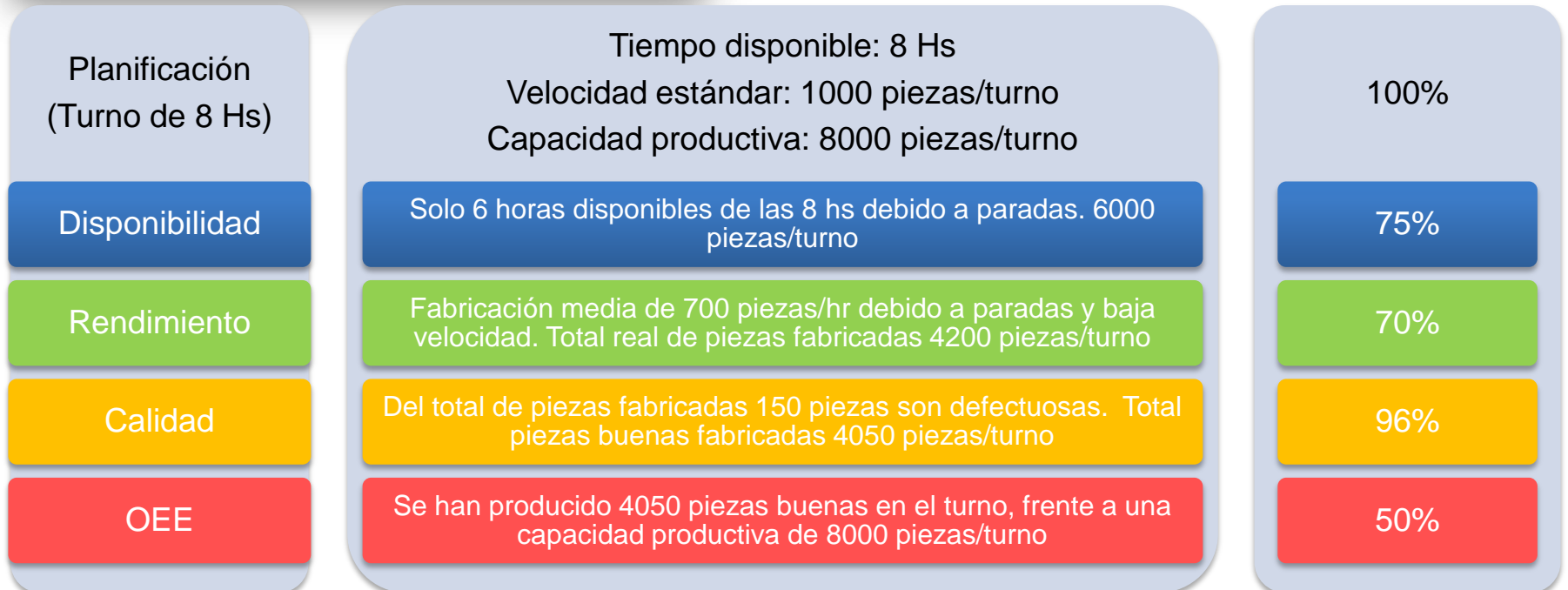
El OEE (Overall Equipment Effectiveness) o Eficiencia Global de los Equipos, es un indicador que permite medir la eficiencia con la que trabaja un equipo o un proceso.

El calculo de la O.E.E. permite visualizar de forma los factores que disminuyen la capacidad de nuestro sistema productivo.





Cálculo de la OEE



Concepto de OEE (Overall Equipment Effectiveness)

Tiempo máximo		Tiempo máximo de operación		
Planificación		Tiempo programado = 80 horas		Tiempo No Demandado
Disponibilidad= $B/A = 66h/80h = 0,825 = 82,5\%$	A	Tiempo programado = 80 horas		
	B	Tiempo productivo = 66 horas	pérdidas de disponibilidad = 14 horas	
Rendimiento= $68.300/79.200 = 0,8624 = 86,24\%$	C	Capacidad productiva = 66h x 1200 uds./h = 79.200 uds.		
	D	Producción real = 64.000 + 4.300 = 68.300 uds.	pérdidas de rendimiento = 10.900 uds.	
Calidad = F/E = $64.000/68.300 = 0,937 = 93,7\%$	E	Producción Real = 68.300 uds		
	F	Piezas buenas a la primera vez = 64.000 uds.	Defectuosos retrabajos = 4.300 uds.	
OEE = 0,825 X 0,8624 x 0,937 = 0,6666 = 66,66%		Tiempo que no se desperdició = 64000 uds./ 1200 uds./h = 53,33 horas	Tiempo desperdiciado por la operación = 26,67 horas	Tiempo No Demandado

OEE: NIVELES DE EXCELENCIA

0% < OEE < 65%

- INACEPTABLE (Muy baja competitividad)

65% < OEE < 75%

- REGULAR (Baja competitividad)

75% < OEE < 85%

- ACEPTABLE (Continuar con las mejoras)

85% < OEE < 95%

- BUENA COMPETITIVIDAD (entra en valores World Class)

95% < OEE < 100%

- EXCELENTE COMPETITIVIDAD (Valores World Class)

INDICADORES DE GESTION DEL MANTENIMIENTO (KPIs)

Los Indicadores de Gestión, también llamados KPIs (Key Performance Indicators) permiten medir el nivel del desempeño de un proceso, a fin de establecer el grado en que un objetivo fijado, se pueda alcanzar.

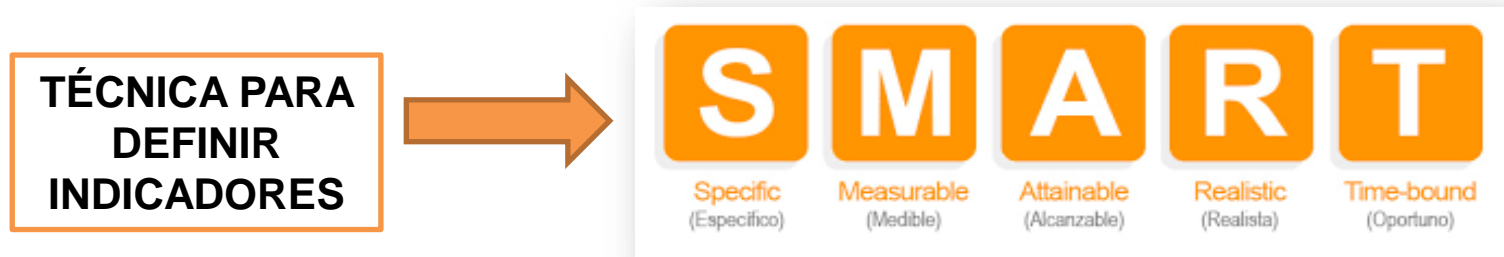
- El desafío consiste en saber qué medir, cómo, cuándo, donde, o con qué herramientas.

“Si defines malos indicadores, obtendrás malos resultados”



Características de los Indicadores de Gestión del Mantenimiento

- ✓ Deben permitir conocer el grado de cumplimiento de los objetivos.
- ✓ Deben ser fáciles de medir, entender y de interpretar.
- ✓ Deben ser representativos de las actividades realizadas.
- ✓ Deben permitir establecer una relación entre trabajo solicitado y trabajo entregado.
- ✓ Deben permitir la medición y evaluación de tiempos asociados a actividades.
- ✓ Deben replicar las buenas prácticas de gestión de otros procesos y/o empresas.
- ✓ Deben motivar la competitividad y el deseo de mejorar.
- ✓ Deben ser solo unos cuantos (los más significativos o representativos).
- ✓ Deben ser concebidos partiendo del punto de vista del parámetro a ser medido.
- ✓ Deben responder a la realidad actual, por cuanto deben ser adaptables al cambio.
- ✓ Deben permitir medir parámetros que sean dinámicos (no se puede medir algo que no cambia).
- ✓ Deben ser usados para permitir crear estrategias de trabajo orientado a la mejora continua.



INDICADORES DE MANTENIMIENTO

ÍNDICES DE DISPONIBILIDAD

Disponibilidad Total

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas totales}}$$

Disponibilidad por averías

$$\text{Disponibilidad por avería} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas de parada por avería}}{\text{Horas totales}}$$

Tiempo medio entre fallos

$$MTBF = \frac{\text{N.º de horas totales del periodo de tiempo analizado}}{\text{N.º de averías}}$$

Tiempo medio de
reparación

$$MTTR = \frac{\text{N.º de horas de paro por averías}}{\text{N.º de averías}}$$

TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Suma de horas de trabajo en buen estado}}{\text{Número de averías para el mantenimiento correctivo}}$$

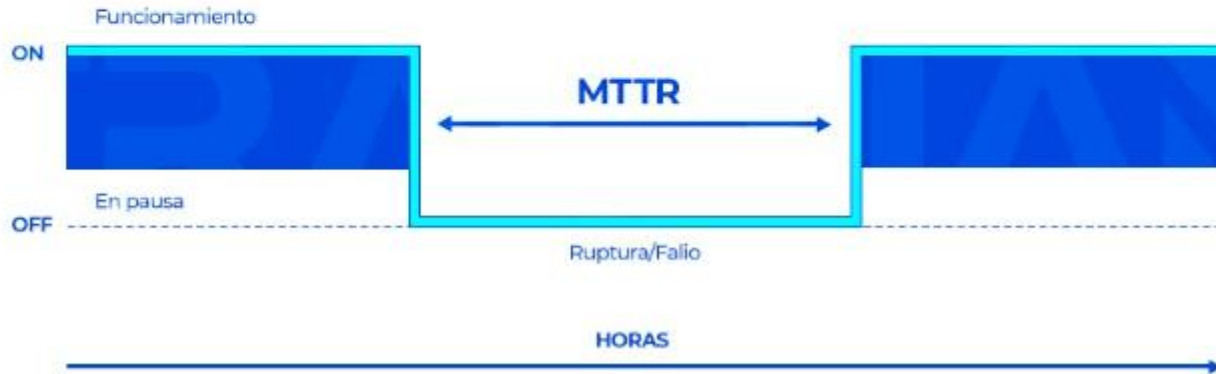


$$\text{MTBF} = \frac{140 + 190 + 215}{3} = 181,6 \text{ horas}$$

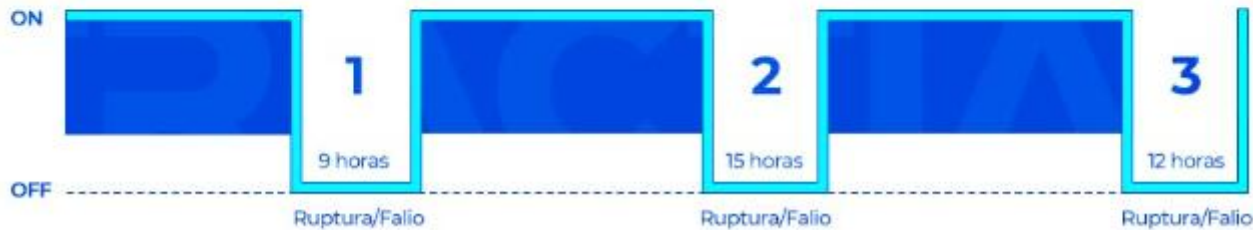


TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIONES

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Suma de los tiempos de reparación}}{\text{Número de intervenciones realizadas}}$$



$$\text{MTTR} = \frac{9 + 15 + 12}{3} = 12 \text{ horas}$$



$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100$$

$$D = \frac{181,6}{181,6 + 12} \times 100 \longrightarrow D = 93,8 \%$$

$$\text{CONFIABILIDAD} = R(t) = e^{-\lambda \cdot t}$$

λ = tasa de fracaso

$$\lambda(t) = \frac{1}{\text{MTBF}}$$

t = tiempo

Debe seguir la unidad
MTBF (horas, días...)

e = El Número de Euler

2,71

$$\text{BACKLOG} = \frac{\sum \text{HH registro de los trabajos}}{\sum \text{total HH X Factor de productividad (\%)}} \times 100$$

$$\sum \text{HH registro de los trabajos} = \left[\begin{array}{l} \sum \text{HH OS Planificado} \\ + \\ \sum \text{HH OS Pendiente} \\ + \\ \sum \text{HH OS Programado} \\ + \\ \sum \text{HH OS Ejecutado} \end{array} \right]$$

El backlog es el tiempo de mano de obra necesarios para realizar todos los trabajos actuales dentro de un programa de mantenimiento.

$$\text{CMF} = \frac{\text{Coste total de mantenimiento}}{\text{Facturación en bruto}} \times 100$$

$$\text{CMF} = \frac{200.000}{5.000.000} \times 100 \longrightarrow \text{CMF} = 4,00\%$$

El indicador CMF hace una comparación directa entre la facturación y el costo de mantenimiento

CPMV: Costo de mantenimiento sobre valor de reposición

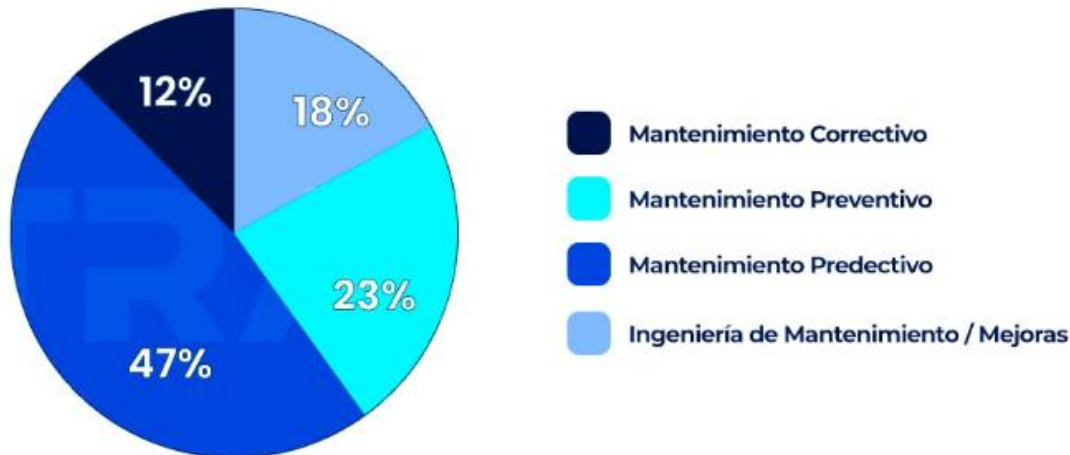
Este indicador analiza el costo de mantenimiento empleado en cada equipo e identificar si sería más ventajoso continuar manteniendo el activo o comprar uno nuevo.

$$\text{CPMV} = \frac{\text{Coste total de mantenimiento}}{\text{Precio de compra de los nuevos equipos}} \times 100$$

$$\text{CPMV} = \frac{750}{36.000} \times 100 \longrightarrow \text{CPMV} = 2.08\%$$

Distribución por tipos de mantenimiento

Este indicador revela Cuál es el porcentaje de la aplicación de cada tipo de mantenimiento que se está desarrollando.



2. ÍNDICES DE GESTIÓN DE ORDENES DE TRABAJO

Nº de O.T. generadas, Nº de O.T. generadas por secciones, Nº de O.T acabadas, Nº de O.T pendientes, Nº de O.T. de emergencia, Horas estimadas de trabajo pendiente.

Índice de cumplimiento de la planificación:

$$\text{Índice de cumplimiento de la planificación} = \frac{\text{N.º Órdenes acabadas en la fecha planificada}}{\text{N.º de Órdenes totales}}$$

3. ÍNDICES DE COSTE

Coste de la mano de obra por secciones, Proporción de coste de la mano de obra de mantenimiento, Coste de materiales, Coste de subcontratos (Fabricantes, especialistas, inspecciones de carácter legal, empresas de mantenimiento genéricas), Coste de medios auxiliares (alquiler o contratación de grúas, herramientas especiales, etc.).

4. ÍNDICES DE PROPORCIÓN DE TIPO DE MANTENIMIENTO

✓ Índice de Mantenimiento Programado:

$$IMP = \frac{\text{Horas dedicadas a mantenimiento programado}}{\text{Horas totales dedicadas a mantenimiento}}$$

✓ Índice de Mantenimiento Correctivo:

$$IMC = \frac{\text{Horas dedicadas a mantenimiento correctivo}}{\text{Horas totales dedicadas a mantenimiento}}$$

5. ÍNDICES DE GESTIÓN DE ALMACENES Y COMPRAS

✓ Consumo de materiales en mantenimiento:

$$\% \text{ consumo materiales en mantenimiento} = \frac{\text{Valor de materiales consumidos para mantenimiento}}{\text{Valor total del material consumido}}$$

✓ Rotación de almacén:

$$\text{Rotación} = \frac{\text{Valor repuesto consumido}}{\text{Valor del stock de repuestos}}$$

✓ Eficiencia en la cumplimentación de pedidos:

$$\text{Eficiencias de compras} = 100 - \frac{\text{Peticiónes de materiales no atendidos en un plazo determinado}}{\text{N.º de pedidos cursados}} \times 100$$

✓ Tiempo medio en la recepción de pedidos:

$$\text{Tiempo medio de demora} = \frac{\sum \text{Demora de cada pedido}}{\text{N.º de pedidos total}}$$

6. ÍNDICES DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

Índice de frecuencia de accidentes, Índice de jornadas perdidas, Índice de tiempo medio de permanencia de residuos, Índice de incidentes medioambientales:

7. ÍNDICES DE FORMACIÓN

✓ Proporción de horas dedicadas a formación, Proporción de desarrollo del programa de formación.

BIBLIOGRAFÍA

- GARCÍA GARRIDO, Santiago. Organización y gestión integral del mantenimiento. Editorial Díaz de Santos, SA, 2010.
- MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento, planeación, ejecución y control. Editorial Alfaomega, Bogotá, 2009.
- RODRIGUEZ RAMIREZ, José. Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora. Cujae; 2003.

<https://www.youtube.com/watch?v=-eLPF99fXPA>