

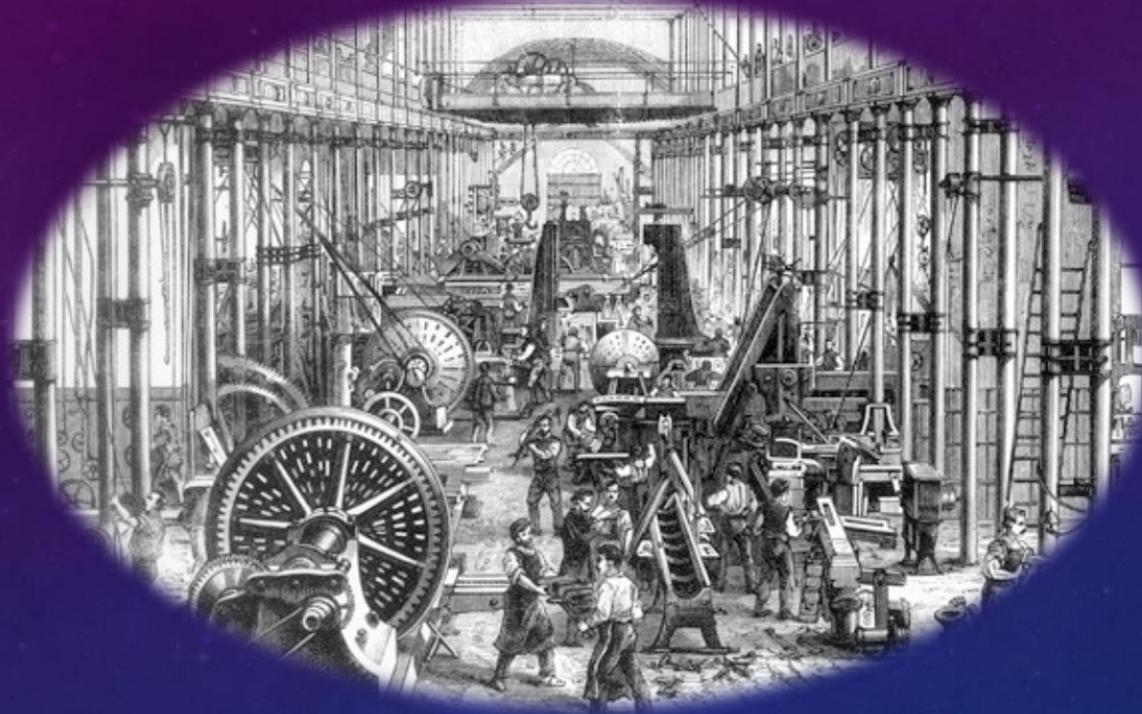
GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
ERNESTO ROMITO

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

- El mantenimiento incluye todas las actividades involucradas en **conservar el equipo** de un sistema **trabajando**.
- El objetivo del mantenimiento y la confiabilidad es mantener la capacidad del sistema al mismo tiempo que **controlar los costos**.
- **Confiabilidad** es la **probabilidad** de que un producto o las partes de una máquina **funcionen correctamente** durante el **tiempo** especificado y en las **condiciones** establecidas.
- Un buen sistema de mantenimiento evita la variabilidad del sistema.
- Los sistemas deben diseñarse y mantenerse para lograr el desempeño y los estándares de calidad esperados.

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL CLÁSICO - EVOLUCIÓN



A fines del siglo XIX, con la mecanización de las industrias, surgió la necesidad de las primeras reparaciones. Hasta 1914, el mantenimiento tenía importancia secundaria y era ejecutado por el mismo grupo de operación.

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL CLÁSICO - EVOLUCIÓN



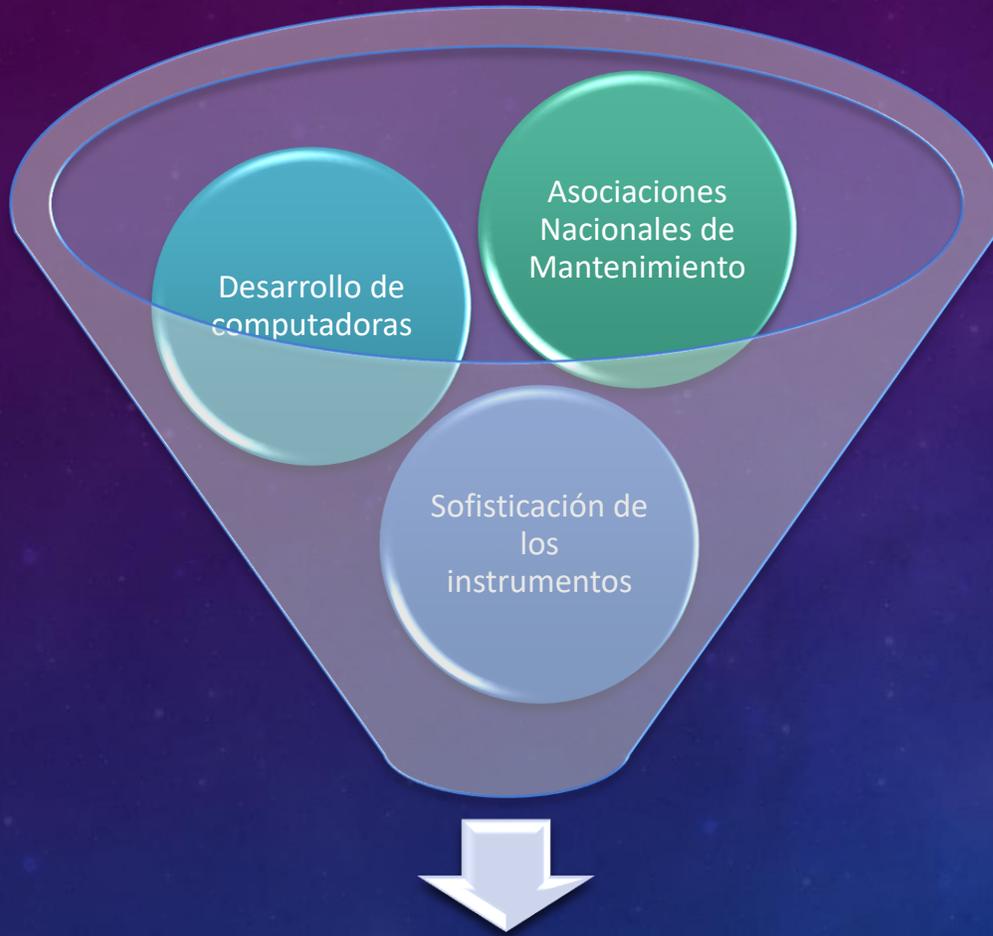
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL CLÁSICO - EVOLUCIÓN



MANTENIMIENTO INDUSTRIAL CLÁSICO - EVOLUCIÓN



MANTENIMIENTO INDUSTRIAL CLÁSICO - EVOLUCIÓN



Optimización del desempeño de los grupos de ejecución del mantenimiento



IMPORTANCIA ESTRATÉGICA DEL MANTENIMIENTO Y LA CONFIABILIDAD



Pérdida de producción

- Lucro cesante
- Pérdidas por reproceso
- Defectos por calidad



Seguridad y Medio Ambiente

- Riesgo de roturas – explosiones – golpes - atrapamientos
- Emisiones – vertido
- Pasivos ambientales



Imagen

- Entregas a tiempo
- Confiabilidad para el cliente
- Percepción pública

**COSTO DE
NO
MANTENER**



PÉRDIDAS

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Reparar una falla que se presenta en un momento determinado

El equipo que se daña es el que determina las paradas

Poner en servicio el equipo lo más pronto posible

Modelo más sencillo de mantenimiento



MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo implica realizar inspecciones y servicio rutinarios para mantener las instalaciones en buen estado. Estas actividades buscan construir un sistema que permita localizar las fallas posibles y realizar los cambios o reparaciones para **prevenirlas**.

Se basa en determinar la vida útil del equipo o sus partes y realizar su reparación o recambio antes que se produzca la falla.

Una vez que el equipo o máquina del proceso se “asienta”, es posible realizar un estudio de la distribución del **TMEF** (Tiempo Medio Entre Fallas).

Estas distribuciones suelen seguir una curva normal. Los equipos que exhiben desviaciones estándar pequeñas, son más adecuados para aplicarles mantenimiento preventivo.



MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Ciclo de vida de los equipos (Curva de la bañera)



MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Ciclo de vida de los equipos (Curva de la bañera)



Cantidad / Costo de fallas

Vida útil

Tiempo de los equipos

Fallos normales

Mala
operación

Accidentes

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Ciclo de vida de los equipos (Curva de la bañera)



Fallas por envejecimiento y desgaste

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Ciclo de vida de los equipos (Curva de la bañera)



MANTENIMIENTO PREVENTIVO

De rutina

Limpieza

Lubricación

Inspección

Pruebas

Ajustes

Reparaciones menores

Global

Desmantelamiento parcial del equipo

Empleo de varias herramientas

Reemplazo de numerosos componentes

Alto nivel del personal

Pruebas de funcionamiento

Overhaul (reconstrucción)

Retiro del equipo de la línea de producción

Desmantelamiento total del equipo

Reemplazo o reconstrucción de varias partes

Alto nivel de habilidades del personal

Participación de proveedores

Recalibración y pruebas de funcionamiento

Costo - Complejidad

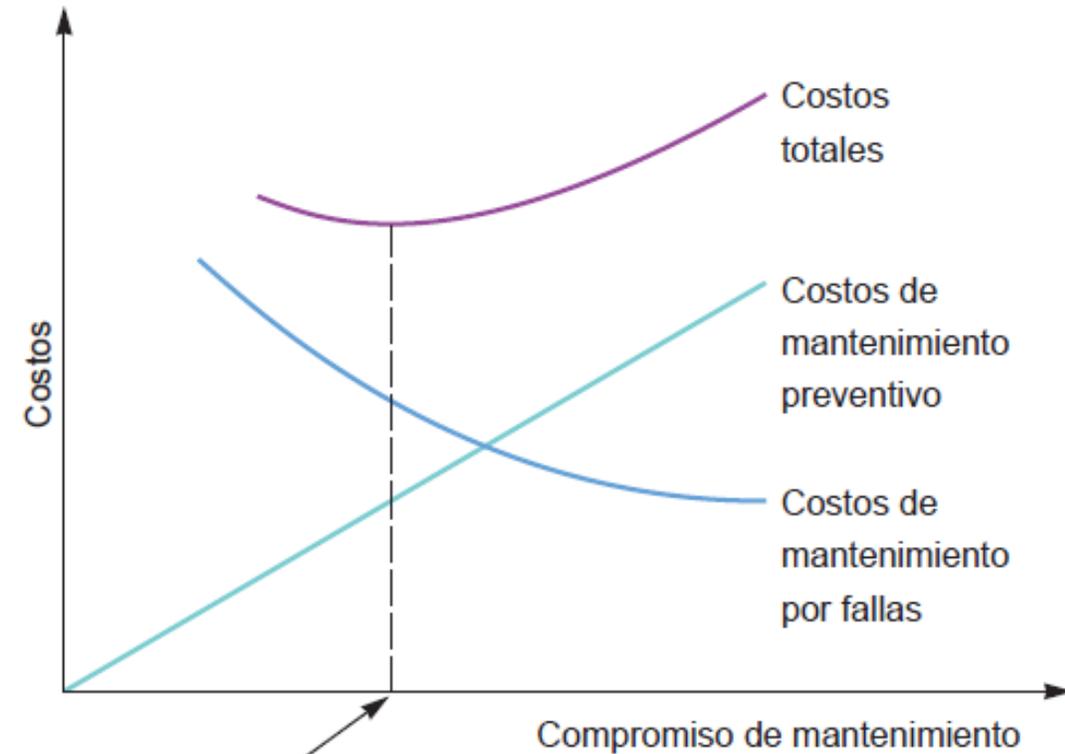


MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Ciclo de vida de los equipos (Curva de la bañera)

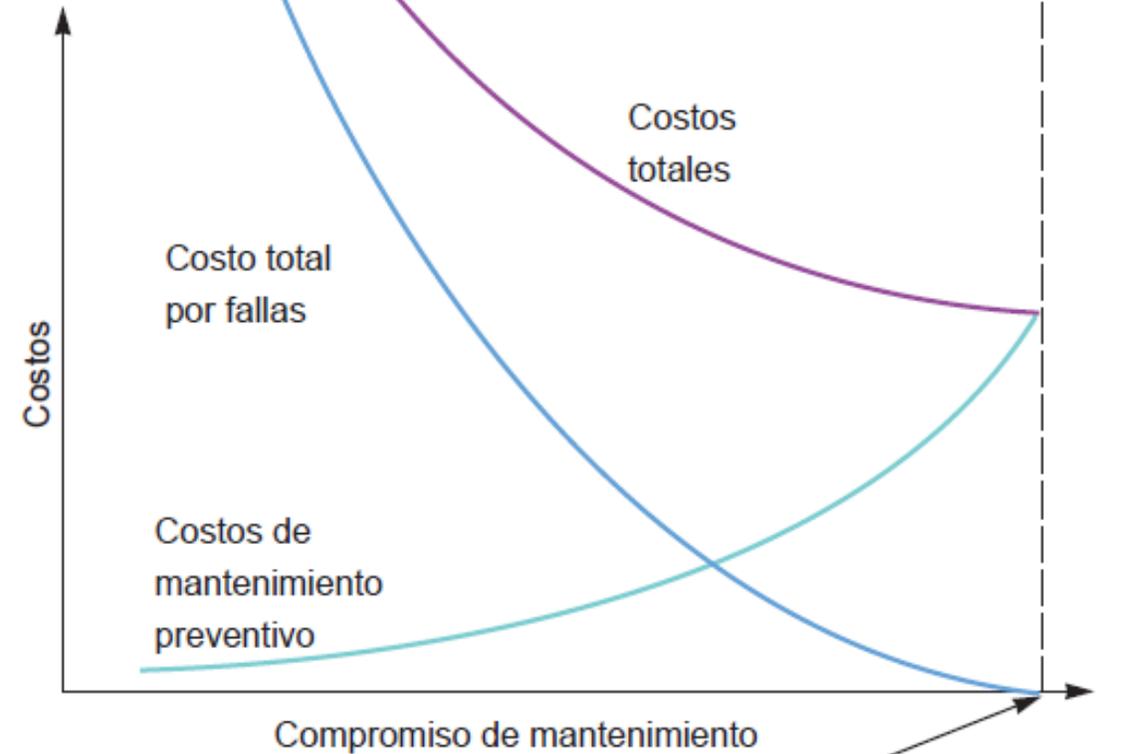


ANÁLISIS ECONÓMICO: MANTENIMIENTO CORRECTIVO VS. PREVENTIVO



Punto óptimo (política de mantenimiento de costo más bajo)

(a) Panorama tradicional de mantenimiento



Punto óptimo (política de mantenimiento de costo más bajo)

(b) Panorama del costo total de mantenimiento

CONFIABILIDAD



Los sistemas están compuestos por una serie de elementos individuales interrelacionados, cada uno de los cuales realiza un trabajo específico. Si algún componente falla, por la razón que sea, puede fallar el sistema en su totalidad

Las fallas son parte del mundo real, comprender su ocurrencia es un concepto importante de confiabilidad

Tácticas de confiabilidad

- Mejorar los componentes individuales
- Proporcionar redundancia

Tácticas de mantenimiento

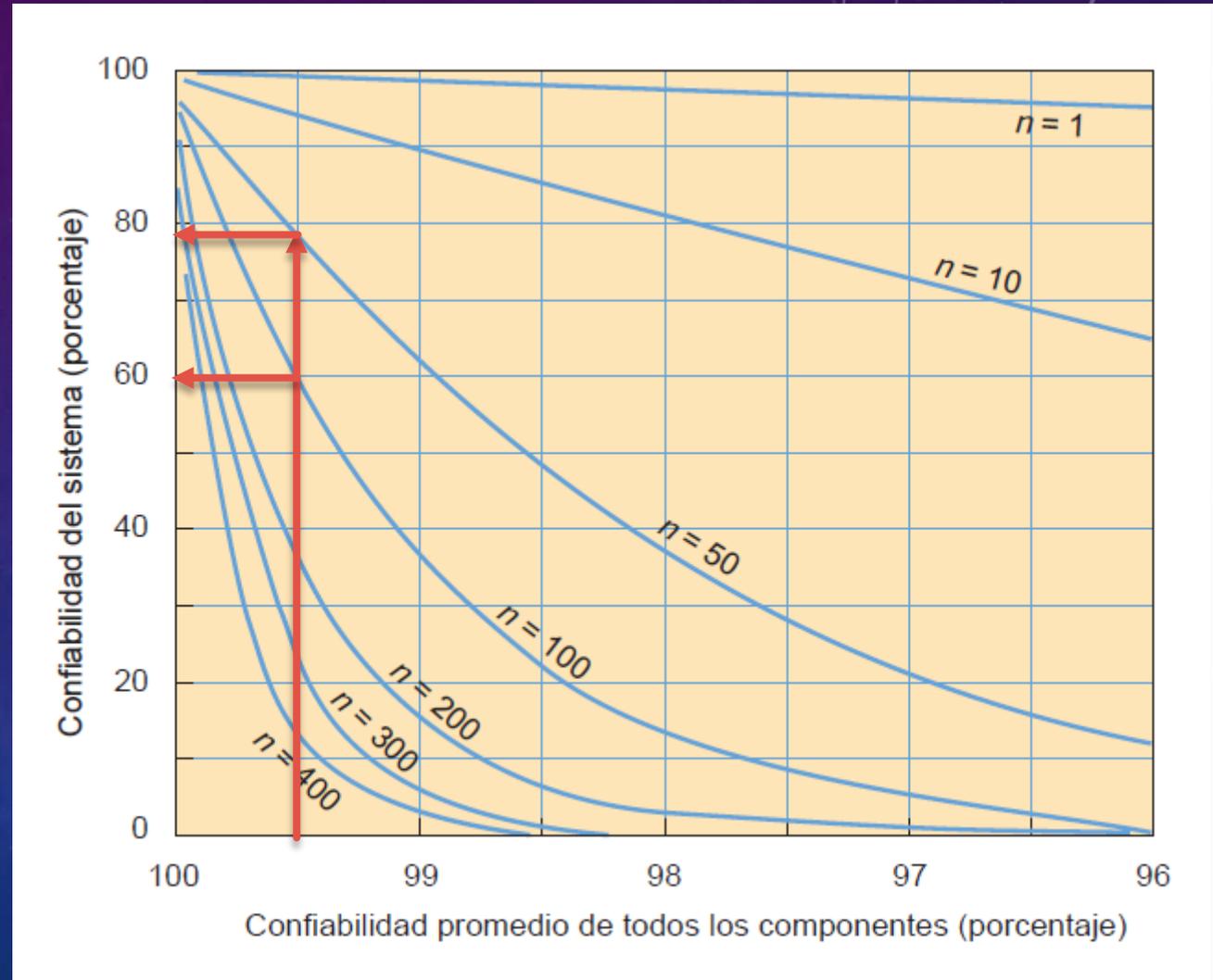
- Implantar o mejorar el mantenimiento preventivo
- Incrementar las capacidades o la velocidad de reparación

CONFIABILIDAD: MEJORA DE LOS COMPONENTES INDIVIDUALES

A medida que aumenta el número de elementos en *serie*, la confiabilidad de todo el sistema disminuye con rapidez

Un sistema de $n = 50$ partes que interactúan, cada una con una confiabilidad general de 99.5%, tiene una confiabilidad global de 78%.

Si el sistema tiene 100 partes interactivas, cada una con confiabilidad de 99.5%, la confiabilidad global será sólo 60 por ciento



CONFIABILIDAD: MEJORA DE LOS COMPONENTES INDIVIDUALES

Para medir la confiabilidad de un sistema en el que cada parte o componente individual tiene su propia tasa de confiabilidad se debe encontrar el producto de las confiabilidades individuales

$$R_s = R_1 \times R_2 \times R_3 \times \dots \times R_n$$

R_1 = confiabilidad del componente 1

R_2 = confiabilidad del componente 2

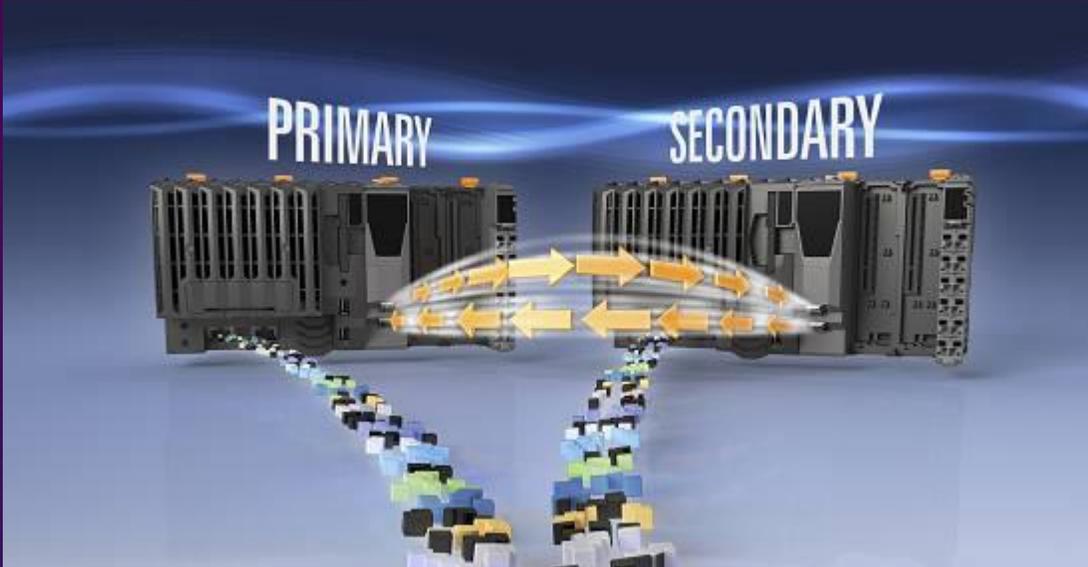
R_n = confiabilidad del componente n

$$\text{TF (\%)} \text{ Tasa de falla del producto} = \frac{\text{Número de fallas}}{\text{Número de unidades probadas}}$$

$$\text{TF(N)} \text{ Tasa de falla del producto} = \frac{\text{Número de fallas}}{\text{Tiempo de prueba}}$$

$$\text{TMEF} \text{ Tiempo medio entre fallas} = \frac{1}{\text{TF(N)}}$$

CONFIABILIDAD: ASIGNACIÓN DE REDUNDANCIA



$R1$ = Confiabilidad del componente titular

$R2$ = Confiabilidad del componente de respaldo

$TF(N)1$ = Tasa de fallo del componente titular

$TF(N)2$ = Tasa de fallo del componente de respaldo

R = Confiabilidad del sistema redundado

$$R = R1 + TF(N)1 \times R2$$

Ejemplo: Una bomba centrífuga tiene una confiabilidad del 80% en un año

La bomba tiene una tasa de fallo del 20%

Colocando dos bombas idénticas en paralelo

$$R = 0,8 + 0,2 \times 0,8 = 96\%$$



NOMENCLATURA

- Pieza - Todo y cualquier elemento físico no divisible de un mecanismo. Es la parte del equipo donde, de una manera general, serán desarrollados los cambios y eventualmente, en casos más específicos, las reparaciones.
- Componente - Ingenio esencial para el funcionamiento de una actividad mecánica, eléctrica o de otra naturaleza física, que, conjugado a otro (s) crea (n) el potencial de realizar un trabajo.
- Equipo - Conjunto de Componentes interconectados con que se realiza materialmente una actividad de una instalación.
- Sistema Operacional - Conjunto de equipos para ejecutar una función de una instalación.
- Unidad de Proceso o Servicio - Conjunto de Sistemas Operacionales para la generación de un producto o servicio.
- "Familia" de equipos - Equipos con iguales características de construcción (mismo fabricante, mismo tipo, mismo modelo).
- Item de Mantenimiento (o simplemente "Item") - Equipo, Obra o Instalación.
- Defecto - Ocurrencia en un ítem que no impide su funcionamiento, sin embargo, puede a corto o largo plazo, acarrear su indisponibilidad.
- Falla - Ocurrencia en un ítem que impide su funcionamiento.

NOMENCLATURA

- Mantenimiento - Todas las acciones necesarias para que un ítem sea conservado o restaurado de modo que permanezca de acuerdo con una condición especificada.
- Mantenimiento Preventivo - Todos los servicios de inspecciones sistemáticas, ajustes, conservación y eliminación de defectos, buscando evitar fallas.
- Mantenimiento Correctivo - Todos los servicios ejecutados en los equipos con falla.
- Clase - Importancia del equipo en el proceso (o servicio) dividiéndose en:
 - Clase A - Equipo cuya parada interrumpe el proceso (o servicio), llevando a la facturación cesante
 - Clase B - Equipo que participa del proceso (o servicio) pero que su parada por algún tiempo no interrumpe la producción
 - Clase C - Equipo que no participa del proceso (o servicio)
- Prioridad - Intervalo de tiempo que debe transcurrir entre la constatación de la necesidad de una intervención de mantenimiento y el inicio de la misma.
- Mantenibilidad - Facilidad de un ítem en ser mantenido.

NOMENCLATURA

- Servicios de Apoyo - Servicios ejecutados por el personal de mantenimiento con el objetivo de lograr la: mejora de las condiciones de seguridad en el trabajo; mejora de la mantenibilidad; capacitación; nuevas instalaciones y prestación de servicios a otros sectores no vinculados a la producción como por ejemplo, mantenimiento de la red de iluminación externa, confección de placas de señalización vial etc. En el trabajo de Nakagima (TPM - "Total Productive Maintenance") es presentada la sugestión de subdivisión del mantenimiento preventivo en dos grandes grupos:
- Mantenimiento Preventivo por tiempo y Mantenimiento Preventivo por estado. De esta manera, son indicadas a continuación, las subdivisiones del Mantenimiento Preventivo de uso más común y sus clasificaciones según esta propuesta:
- Mantenimiento Preventivo por Tiempo - Servicios preventivos preestablecidos a través de una programación (preventiva sistemática, lubricación, inspección o rutina), definidos en unidades calendario (día, semana) o en unidades no calendario (horas de funcionamiento, kilómetros recorridos etc.).
- Mantenimiento Preventivo por Estado - Servicios preventivos ejecutados en función de la condición operativa del equipo (reparación de defectos, predictivo, reforma o revisión general etc.).

NOMENCLATURA

- Inspección o Mantenimiento de Rutina - Servicio caracterizado por la alta frecuencia (baja periodicidad) y corta duración, normalmente efectuada utilizando los sentidos humanos y sin ocasionar la indisponibilidad del equipo, con el objetivo de acompañar el desempeño de sus componentes - mantenimiento preventivo por tiempo. Esta actividad puede ser desarrollada por el personal de operación, a partir de la programación desarrollada por el Departamento de Mantenimiento o por "inspectores" vinculados al área de Mantenimiento con esta función específica. Debido a su corta duración, exige control simplificado que debe, sin embargo ser procesado, pues ofrece una gran contribución al diagnóstico del estado de los equipos.
- Mantenimiento Periódico o Sistemático - Actividad en que cada equipo es puesto fuera de servicio, tras un período de funcionamiento, para que sean efectuadas mediciones, ajustes y si es necesario cambio de piezas, en función de un programa preestablecido a partir de la experiencia operativa, recomendaciones de los fabricantes o referencias externas - mantenimiento preventivo por tiempo. Un buen control del Mantenimiento Preventivo Sistemático requiere registros históricos, debiendo por lo tanto ser implantado después de algún tiempo de funcionamiento de los equipos, ya que formalmente los fabricantes omiten o desconocen los puntos de falla de sus líneas de producción. Como alternativa para la implantación inmediata puede ser atribuida una periodicidad a cada uno, en base a las experiencias profesionales de los ejecutantes del Mantenimiento, que irán siendo ajustadas a través del acompañamiento de la incidencia de correctivos entre preventivos o por la inexistencia de defectos constatados en las paradas programadas.

NOMENCLATURA

- Lubricación - Adiciones, cambios, llenado, exámenes y análisis de los lubricantes - mantenimiento preventivo por tiempo. Esta actividad puede ser ejecutada por el operador del equipo o por un "lubricador" y análogamente a la anterior, exige control simplificado donde deben ser indicados los puntos a ser lubricados o tipo de lubricante, la dosificación y la frecuencia de lubricación. En este caso es fundamental el seguimiento del proceso para evitar que su omisión o mala ejecución acarree serios daños a los equipos.
- Revisión de Garantía - Examen de los componentes de los equipos antes del término de sus garantías, con la intención de verificar sus condiciones con relación a las exigencias contractuales - mantenimiento preventivo por tiempo.
- Gran Reparación o Revisión General - Servicios en equipos de gran porte que interrumpen la producción - mantenimiento preventivo por estado. Es común para este tipo de actividad, la aplicación de la técnica del Método del Camino Crítico (CPM/PERT) y el análisis de costos específicos, lo que justifica una nomenclatura propia para facilitar la selección de los registros a esta concernientes.
- Mantenimiento Selectivo - Cambio de una o más piezas o componentes de equipos prioritarios, de acuerdo con entidades de investigación – mantenimiento preventivo por estado.

NOMENCLATURA

- Mantenimiento Predictivo o Previsivo - Servicios de seguimiento del desgaste de una o más piezas o componentes de equipos prioritarios, a través del análisis de síntomas o estimativa hecha por evaluación estadística, con el objetivo de predecir el comportamiento de esas piezas o componentes y determinar el punto exacto de cambio o reparación - mantenimiento preventivo por estado. Como en el caso
- anterior, se trata de un Control Predictivo o Previsivo, para ejecución de mantenimiento preventivo.
- Reparación de Defecto - Reparación de Equipos que presentan variaciones en su estado, como ya fue definido, para la condición de Defecto – mantenimiento preventivo por estado.