



BIENVENIDOS AL CURSO DE CAPACITACIÓN ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR,
CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

El curso de capacitación continua dotará a los participantes con los conocimientos teóricos necesarios relacionados con la organización y gestión del mantenimiento con la finalidad de disminuir las necesidades correctivas en las instalaciones y de esta manera aportar al desarrollo industrial de la zona.

CONTENIDOS DEL CURSO

ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES

La función de
mantenimiento

El plan de mantenimiento
basado en RCM

Gestión del Mantenimiento

Mantenimiento total
productivo

Mantenimiento Correctivo

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Mantenimiento basado en RCM

Determinación de fallos, modos y medidas preventivas.

Planificación de mantenimiento

ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

RCM

RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE



**Mantenimiento centrado
en fiabilidad**

(Reliability-centered
maintenance)

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Elaboración de Planes de MANTENIMIENTO

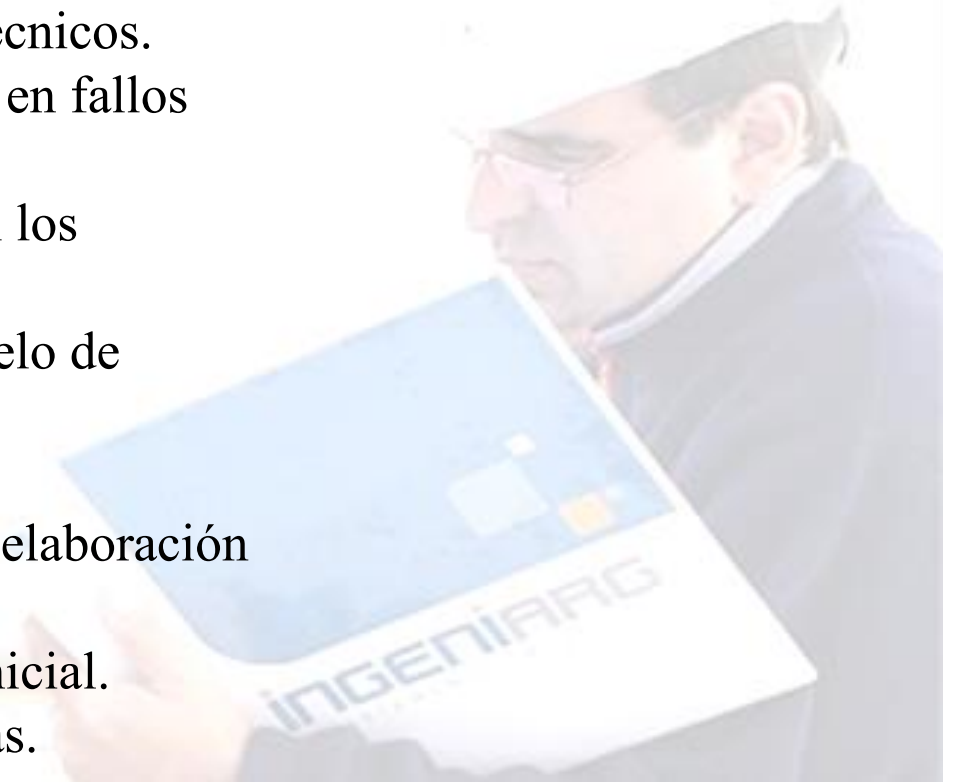
Procedimientos operativos

Modificaciones o mejoras posibles

Determinación del stock de repuesto que es deseable.

ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

- Determinación de los fallos funcionales y técnicos de los sistemas que componen cada uno de los equipos.
- Determinación de los modos de fallo, tanto funcionales como técnicos.
- Estudio de las consecuencias de un fallo: clasificación de fallos en fallos a evitar y fallos a amortiguar.
- Determinación de medidas preventivas que eviten o amortigüen los efectos de los fallos.
- Selección de las tareas de mantenimiento que se ajustan al modelo de mantenimiento determinado para cada sistema.
- Determinación de las frecuencias óptimas para cada tarea.
- Agrupación de las tareas en rutas y gamas de mantenimiento, y elaboración del plan inicial de mantenimiento.
- Puesta en marcha de las rutas y gamas, y correcciones al plan inicial.
- Redacción de procedimientos de realización de las rutas y gamas.



ORGANIZACIÓN Y GESTION DEL MANTENIMIENTO

El Plan de Mantenimiento debe ser, entre otras cosas, realizable. Si elaboramos una lista de tareas enorme y exhaustiva, las agrupamos de forma poco práctica, o intentamos documentar cada aspecto relacionado con su realización, por pequeño que sea, conseguiremos un Plan de Mantenimiento que será más teórico que práctico, y que, probablemente, no se lleve a cabo,



Da mejores resultados un Plan de Mantenimiento incompleto que se lleva a la práctica que un Plan de Mantenimiento exhaustivo y perfecto que no se realiza.

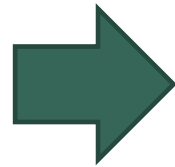
ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

DETERMINACIÓN DE FALLOS

fallo funcional aquel fallo que impide al equipo o al sistema analizado cumplir su función

Un fallo técnico es aquel que, no impidiendo al equipo que cumpla su función, supone un funcionamiento anormal de éste

El sistema no
lubrica



- Fuga de aceite.
- Temperatura de aceite muy alta.
- Presencia de agua en el aceite.

ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

Fuentes de información para determinar los fallos y los modos de fallo.

Histórico de averías

Estudio de partes

Facturas de repuestos

Diarios de incidencias

Personal de mantenimiento

Personal de producción

Documentación del Equipo

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

CLASIFICACIÓN DE LOS FALLOS

Fallos a evitar

Fallos a amortiguar



CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

FORMAS DE ACTUAR ANTE UN FALLO

Equipos con modelo
de mantenimiento de
alta disponibilidad

F. Funcional



F. Técnico

Fallos a evitar

Fallos a
amortiguar

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

FORMAS DE ACTUAR ANTE UN FALLO

Equipos con modelo
de mantenimiento
sistemático

F. Funcional



F. Técnico

Fallos a evitar

Fallos a
amortiguar

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

FORMAS DE ACTUAR ANTE UN FALLO

Equipos con modelo
de mantenimiento
condicional

F. Funcional



F. Técnico

Fallos a
amortiguar

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

FORMAS DE ACTUAR ANTE UN FALLO

Equipos con modelo
de mantenimiento
Correctivo



No se estudian

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Determinación de fallos funcionales y fallos técnicos

Un fallo es la incapacidad de un ítem para cumplir alguna de sus funciones. Por ello decíamos en el apartado anterior que si realizamos correctamente el listado de funciones, es muy fácil determinar los fallos: tendremos un posible fallo por cada función que tenga el ítem (sistema, subsistema o equipo) y no se cumpla



Histórico de averías

Personal de mantenimiento

Personal de producción

Diagramas lógicos y diagramas funcionales

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Determinación de los modos de fallos

Una vez determinados todos los fallos que pueden presentar un sistema, un subsistema o uno de los equipos significativos que lo componen, deben estudiarse los modos de fallo. Podríamos definir “modo de fallo” como la causa primaria de un fallo, o como las circunstancias que acompañan un fallo concreto.

El sistema no lubrica



por no tener aceite en el depósito.
por obstrucción en un algún conducto.
la bomba de lubricación no funciona.
los filtros están obstruidos.

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Estudio de las consecuencias de los fallos. Criticidad

El siguiente paso es determinar los efectos de cada modo de fallo y, una vez determinados, clasificarlos según la gravedad de las consecuencias.

La primera pregunta a responder en cada modo de fallo es, pues: ¿qué pasa si ocurre? Una sencilla explicación lo que sucederá será suficiente.



- Que pueda ocasionar un accidente que afecte a la seguridad o al medioambiente, y que existan ciertas posibilidades de que ocurra
- Que suponga una parada de planta o afecte al rendimiento o a la capacidad de producción
- Que la reparación del fallo más los fallos que provoque este (fallos secundarios) sea superior a cierta cantidad

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Determinación de las medidas preventivas

Determinados los modos de fallo del sistema que se analiza y clasificados estos modos de fallo según su criticidad, el siguiente paso es determinar las medidas preventivas que permiten bien evitar el fallo bien minimizar sus efectos. Desde luego, este es el punto fundamental de un estudio RCM.



TAREAS DE MANTENIMIENTO

Son los trabajos que podemos realizar para cumplir el objetivo de evitar el fallo o minimizar sus efectos.

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Determinación de las medidas preventivas

TAREAS DE MANTENIMIENTO

Son los trabajos que podemos realizar para cumplir el objetivo de evitar el fallo o minimizar sus efectos.

Tipo 1: Inspecciones visuales.

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

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Determinación de las medidas preventivas

TAREAS DE MANTENIMIENTO

Son los trabajos que podemos realizar para cumplir el objetivo de evitar el fallo o minimizar sus efectos.

Tipo 2: Lubricación.

Igual que en el caso anterior, las tareas de lubricación, por su bajo coste, siempre son rentables

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Determinación de las medidas preventivas

TAREAS DE MANTENIMIENTO

Son los trabajos que podemos realizar para cumplir el objetivo de evitar el fallo o minimizar sus efectos.

Tipo 3: Verificaciones

del correcto funcionamiento realizados **con instrumentos propios** del equipo (verificaciones on-line). Este tipo de tareas consiste en la toma de datos de una serie de parámetros de funcionamiento utilizando los propios medios de los que dispone el equipo.

Tipo 4: Verificaciones

del correcto funcionamiento realizado **con instrumentos externos** del equipo. Se pretende, con este tipo de tareas, determinar si el equipo cumple con unas especificaciones prefijadas, pero para cuya determinación es necesario desplazar determinados instrumentos o herramientas especiales

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Determinación de las medidas preventivas

Tipo 5: Tareas condicionales.

Se realizan dependiendo del estado en que se encuentre el equipo.

No es necesario realizarlas si el equipo no da síntomas de encontrarse en mal estado

TAREAS DE MANTENIMIENTO

Son los trabajos que podemos realizar para cumplir el objetivo de evitar el fallo o minimizar sus efectos.

- Limpiezas condicionales, si el equipo da muestras de encontrarse sucio
- Ajustes condicionales, si el comportamiento del equipo refleja un desajuste en alguno de sus parámetros
- Cambio de piezas, si tras una inspección o verificación se observa que es necesario realizar la sustitución de algún elemento

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Determinación de las medidas preventivas

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

TAREAS DE MANTENIMIENTO

Son los trabajos que podemos realizar para cumplir el objetivo de evitar el fallo o minimizar sus efectos.



- Limpiezas
- Ajustes
- Sustitución de piezas

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Determinación de las medidas preventivas

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

Una vez determinado los modos de fallo posibles en un ítem, es necesario determinar qué tareas de mantenimiento podrían evitar o minimizar los efectos de un fallo. Pero lógicamente, no es posible realizar cualquier tarea que se nos ocurra que pueda evitar un fallo. Cuanto mayor sea la gravedad de un fallo, mayores recursos podremos destinar a su mantenimiento, y por ello, más complejas y costosas podrán ser las tareas de mantenimiento que tratan de evitarlo

TAREAS DE MANTENIMIENTO

Son los trabajos que podemos realizar para cumplir el objetivo de evitar el fallo o minimizar sus efectos.



Tipos de tareas de mantenimiento	Modelos de mantenimiento a los que se puede aplicar ese tipo de tarea			
1. Inspecciones visuales	Correctivo	Condicional	Sistemático	Alta Dispon.
2. Tareas de lubricación	Correctivo	Condicional	Sistemático	Alta Dispon.
3. Verificaciones <i>on-line</i>	Correctivo	Condicional	Sistemático	Alta Dispon.
4. Verificaciones <i>off-line</i> : — Verificaciones sencillas <ul style="list-style-type: none"> • Mediciones de temperatura • Mediciones de vibración (con vibrómetro) • Mediciones de consumo de corriente • Etc. — Verificaciones con instrumentos complejos <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de vibraciones (con analizador) • Termografías • Detección de fugas por ultrasonidos • Análisis de la curva de arranque de motores • Comprobaciones de alineación por láser • Etc. 		Condicional	Sistemático	Alta Dispon.

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Tipos de tareas de mantenimiento	Modelos de mantenimiento a los que se puede aplicar ese tipo de tarea			
5. Limpiezas según condición		Condicional	Sistemático	Alta Dispon.
6. Ajustes condicionales		Condicional	Sistemático	Alta Dispon.
7. Limpiezas sistemáticas			Sistemático	Alta Dispon.
8. Ajustes sistemáticos			Sistemático	Alta Dispon.
9. Sustitución sistemática de piezas			Sistemático	Alta Dispon.
10. Grandes revisiones (sustitución de todos los elementos sometidos a desgaste)				Alta Dispon.

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

MEJORAS Y MODIFICACIONES DE LA INSTALACIÓN

Determinados fallos pueden prevenirse más fácilmente modificando la instalación, o introduciendo mejoras. Las mejoras pueden ser, entre otras, de los siguientes tipos:

- Cambios en los materiales.
- Cambios en el diseño de una pieza.
- Instalación de sistemas de detección
- Cambios en el diseño de una instalación
- Cambios en las condiciones de trabajo del ítem



CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

CAMBIOS EN LOS PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN

El personal que opera suele tener una alta incidencia en los problemas que presenta un equipo.

Podemos decir, sin lugar a dudas, que esta es la medida más barata y más eficaz en la lucha contra las averías.

En general, las tareas de mantenimiento tienen un coste, tanto en mano de obra como en materiales.

CAMBIOS EN PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO

Algunas averías se producen porque determinadas intervenciones del personal de mantenimiento no se hacen correctamente

FORMACIÓN

Bien para evitar que determinados fallos ocurran, o bien para resolverlos rápidamente en caso de que sucedan, en ocasiones es necesario prever acciones formativas, tanto para el personal de operación como para el de mantenimiento.

DIFERENCIAS ENTRE UN PLAN DE MANTENIMIENTO INICIAL Y UNO OBTENIDO MEDIANTE RCM



CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

CONSULTA AL MANUAL DEL EQUIPO.

No está interesado en la desaparición total de los problemas.

No es un especialista en Mantenimiento, sino en diseño y montaje

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA CALDERA DE UNA PLANTA DE SERVICIOS GENERALES

PASO I

Elaboración de la lista de equipos
y sistemas funcionales del área
de ciclo combinado

Código Equipo	Equipo	Código Sistema Funcional	Sistema funcional
12ERM	Estación Reguladora de Gas ¹⁰	12ERM-FIL	Sistema de filtrado
		12ERM-REG	Sistema de regulación de presión
		12ERM-PRC	Sistema de precalentamiento
		12ERM-INS	Sistema de medida
12ETG	Turbina de Gas	12ETG-GAS	Sistema de entrada de gas
		12ETG-ADM	Sistema de aire de admisión
		12ETG-COM	Compresor
		12ETG-COB	Cámara de combustión
		12ETG-TUR	Turbina
		12ETG-REF	Sistema de refrigeración
		12ETG-LUB	Sistema de lubricación
		12ETG-INS	Instrumentación
		12ETG-CON	Control

Código Equipo	Equipo	Código Sistema Funcional	Sistema funcional
12EK1	Caldera de Recuperación	12EK1-AAL	Sistema de agua de alimentación
		12EK1-ADM	Sistema de aire de combustión
		12EK1-VAP	Sistema de producción de vapor saturado
		12EK1-SOB	Sistema de producción de vapor sobrecalentado
		12EK1-HOG	Hogar
		12EK1-GAS	Sistema de Postcombustión
		12EK1-INS	Instrumentación
		12EK1-CON	Control
12ETV	Turbina de Vapor	12ETV-ADM	Sistema de admisión de vapor
		12ETV-LUB	Sistema de lubricación
		12ETV-ROT	Rotor
		12ETV-INS	Instrumentación
		12ETV-CON	Control

12ECN	Condensador	12ECN-TUB	Haces tubulares
		12ECN-EST	Carcasa
		12ECN-INS	Instrumentación
12E00	Instalación de vapor alta presión	12E00-BYP	Sistema de By-pass
		12E00-TUB	Tubería de conducción
		12E00-INS	Instrumentación
		12E00-VAL	Valvulería
12E01	Instalación de vapor media presión	12E01-TUB	Tuberías de conducción
		12E01-INS	Instrumentación
		12E01-VAL	Valvulería
12E02	Instalación de agua sobre-calentada	12E02-IMP	Sistema de impulsión
		12E02-TUB	Sistema de tuberías
		12E02-INS	Instrumentación
		12E02-VAL	Valvulería

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA
CALDERA DE UNA PLANTA DE SERVICIOS
GENERALES

PASO II

Análisis de equipos: criticidad y
modelo de mantenimiento

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	La posibilidad de originar un accidente grave es alta.		Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas muy frecuentes (mensuales) por razones de seguridad.		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado, en esta planta o en plantas similares			Consume una parte importante de los recursos de mantenimiento.

Código	Descripción	Crit.	Modelo de mant.
12ERM-FIL	Sistema de filtrado	<i>B</i>	<i>Condicional</i>
12ERM-REG	Sistema de reg. de presión	<i>B</i>	<i>Condicional</i>
12ERM-PRC	Sistema de precalentamiento	<i>B</i>	<i>Condicional</i>
12ERM-INS	Sistema de medida	<i>B</i>	<i>Condicional</i>
12ETG-GAS	Sistema de entrada de gas	<i>A</i>	<i>Alta Disponibilidad</i>
12ETG-ADM	Sistema de aire de admisión	<i>A</i>	<i>Condicional</i>
12ETG-COM	Compresor	<i>A</i>	<i>Alta Disponibilidad</i>
12ETG-COB	Cámara de combustión	<i>A</i>	<i>Alta Disponibilidad</i>
12ETG-TUR	Turbina	<i>A</i>	<i>Alta Disponibilidad</i>
12ETG-REF	Sistema de refrigeración	<i>A</i>	<i>Alta Disponibilidad</i>
12ETG-LUB	Sistema de lubricación	<i>A</i>	<i>Alta Disponibilidad</i>
12ETG-INS	Instrumentación	<i>A</i>	<i>Alta Disponibilidad</i>
12ETG-CON	Control	<i>A</i>	<i>Alta Disponibilidad</i>
12ER1-ROT	Sistema de engranajes	<i>A</i>	<i>Alta Disponibilidad</i>

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA
CALDERA DE UNA PLANTA DE SERVICIOS
GENERALES

PASO III

Fallos funcionales, técnicos y
modos de fallo

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Equipo	Sistema	Tipo de fallo	Descripción del fallo	Descripción modo de fallo	Clasificación
Caldera Postcomb:	Agua Alimentación.	Funcional.	La caldera no recibe agua.	Disparo de la protección térmica del motor.	A evitar.
				Cierre de las válvulas de admisión o impulsión de las bombas.	A evitar.
		Técnico.	Fugas de agua.	Rotura de juntas o bridas.	A amortiguar.
				Poros en tuberías.	A amortiguar.

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA
CALDERA DE UNA PLANTA DE SERVICIOS
GENERALES

PASO IV

Estudios de medidas a adoptar

Modo de fallo	Medidas preventivas			
	Tareas de mantenimiento	Mejoras	Procedimientos de producción	Procedimientos de mantenimiento
Disparo de la protección térmica del motor de la bomba del circuito de agua de alimentación.	<p>Comprobar ausencia de vibraciones y ruidos extraños (diario).</p> <p>Comprobación de la alineación de motor y bomba (anual).</p> <p>Comprobar la limpieza del ventilador trasero del motor. Limpiar si es necesario (mensual).</p> <p>Ajuste del relé térmico de disparo del motor (anual).</p>	Instalar medidores de intensidad del motor, para poder hacer la medición de consumo más fácilmente.	Indicar en el procedimiento de arranque de las bombas que no se debe pulsar el botón de marcha y paro en menos de 3 segundos.	Indicar en el procedimiento de realización de gamas de mantenimiento en calderas el tipo de grasa a utilizar para lubricar motor y bomba.

Modo de fallo	Medidas preventivas			
	Tareas de mantenimiento	Mejoras	Procedimientos de producción	Procedimientos de mantenimiento
Parada de la caldera por borrado accidental del programa.	Realizar un chequeo del sistema (anual). Comprobar que se posee una copia de seguridad del programa (anual).	Instalar fuente de alimentación ininterrumpida para el autómata de la caldera.		
Parada por falta de suministro de corriente.		Instalar fuente de alimentación ininterrumpida para el autómata de la caldera.		
Rotura de un detector de llama.	Comprobar el funcionamiento de los detectores (diario).			Formar al personal de mantenimiento para realizar cambios de detectores de llama.

CONTENIDOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA
CALDERA DE UNA PLANTA DE SERVICIOS
GENERALES

PASO V
Plan de Mantenimiento

Diariamente

Mensualmente

Anualmente