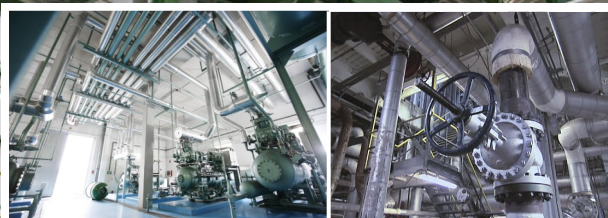


IRIM

Instituto Renovetec de Ingeniería del Mantenimiento



ESPECIAL RCM3

10 FASES DEL RCM3

TIEMPO ORIENTATIVO DE DURACIÓN DE UN PROCESO RCM3

FALLOS Y MODOS DE FALLOS

curso on line de rcm3 en instalaciones industriales

SOFTWARE RCM3

PRECIO: 495€



15% DESCUENTO

DESCUENTO ESPECIAL DEL 15% POR COMPRAS REALIZADAS ANTES DEL 25/01/2018 MÁS INFORMACIÓN EN INFO@RENOVETEC.COM

curso on line de rcm3 en instalaciones industriales

+

SOFTWARE RCM3

PRECIO: 495€



15%
DESCUENTO

DESCUENTO ESPECIAL DEL 15%
POR COMPRAS REALIZADAS ANTES DEL 25/01/2018
MÁS INFORMACIÓN EN INFO@RENOVETEC.COM



Santiago García Garrido
Director Técnico RENOVETEC



IRIM.

Revista digital sobre
mantenimiento editada
para socios IRIM.

Nº 9

www.renovetec.com/irim
[irim@renovetec.com]

Director:

Santiago García Garrido

Artículos:

Santiago García
Yolanda Sánchez
André Ortega
Felipe Carvajal

Maquetación y diseño:

Rebeca Martín

Comité editorial:

Rebeca Martín
Julio Iturriga
Marta Martín

Edita:

Instituto RENOVETEC de
Ingeniería del Mantenimiento

Los artículos y las colaboraciones
expresan únicamente las
opiniones de sus autores

ESPECIAL RCM3

Hemos dedicado este número a Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, o Reliability Centered Maintenance, debido al interés creciente que apreciamos en la comunidad dedicada al mantenimiento de instalaciones sobre una técnica que desde hace muchos años ofrece unos resultados espectaculares en los campos en los que se ha aplicado con todo rigor.

Es sorprendente que en el mundo industrial RCM haya tenido tan baja implantación. No es posible que una metodología que funciona excepcionalmente bien en el mundo aeronáutico, nuclear o militar aporte unos resultados tan pobres en otros campos industriales. Y probablemente no es porque la metodología sea deficiente, sino porque en muchos casos se ha aplicado de forma inadecuada. El resultado ha sido que, tras gastar mucho dinero y dedicar muchos esfuerzos, los beneficios obtenidos han sido pobres, no han llegado.

En este número trataremos de profundizar en algunos de los aspectos más importantes de RCM, en la seguridad de que una correcta aplicación de los conceptos de RCM, tal y como hace la metodología RCM desarrollada por IRIM (RCM3) puede conseguir que se obtengan unos resultados en línea con los obtenidos en otros campos. Es solo una cuestión de metodología y de rigor.

CURSO DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, P.E.M. Y O&M DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS CONECTADAS A RED

MADRID 23, 24 Y 25 DE ENERO
¡NO TE QUEDES SIN TU PLAZA!



Un curso pensado en profesionales que trabajan o van a trabajar en instalaciones fotovoltaicas que capacita a quienes lo realizan en la ejecución de proyectos fotovoltaicos, desde el estudio de viabilidad hasta la operación y el mantenimiento.

El curso aporta una excelente información a ingenieros y técnicos, incluyendo aspectos regulatorios y permite conocer aspectos claves de la radiación, componentes principales incluidos los del sistema de Alta Tensión, un estudio económico del proyecto (ingresos y gastos), el análisis práctico de un proyecto FV, para pasar a la construcción y puesta en marcha, con especial detenimiento a las pruebas de aceptación y verificación del cumplimiento de la normativa. El último módulo del curso se centra en la Operación y Mantenimiento de plantas FV, tratando todos los aspectos a tener en cuenta en la fase de explotación.

El curso asimismo incluye un capítulo dedicado a Prevención de Riesgos y Seguridad en este tipo de instalaciones.

El curso puede impartirse en varias modalidades de duración, incluyendo la posibilidad de realización de prácticas en las de mayor duración.

Más información en <http://www.renovetec.com/655-curso-de-dise%C3%B1o-construccion-pem-y-o&m-de-instalaciones-solares-fotovoltaicas-conectadas-a-red>

SUMARIO

IRIM
Instituto Renovetec de
Ingeniería del Mantenimiento

REVISTA IRIM
NÚMERO 9

ESPECIAL RCM3

6

10 FASES DEL RCM

8

TIEMPO ORIENTATIVO
DE DURACIÓN DE UN
PROCESO RCM3

12

FALLOS Y MODOS DE FALLO

14

LA EVALUACIÓN DE LA
CRITICIDAD

18

LA ADOPCIÓN DE MEDIDAS
PREVENTIVAS O PALIATIVAS

22

TIPOS DE TAREAS
DE MANTENIMIENTO

26

INDICADORES CLAVE DE
MANTENIMIENTO

PRÓXIMO NÚMERO
REVISTA 28

AGENDA 31

SOFTWARES 30

NOTICIAS

IRIM

Instituto Renovetec de
Ingeniería del Mantenimiento

10 fases del RCM3

El proceso de análisis de fallos e implantación de medidas preventivas y paliativas atraviesa una serie de fases, que son estudiadas en profundidad en la guía 4 IRIM.

Las 10 fases son las siguientes:

- Fase 1: Definición clara de lo que se pretende implantando RCM3. Determinación de indicadores, y valoración de éstos antes de iniciar el proceso.
- Fase 2: Codificación y listado de todos los sistemas, subsistemas y equipos que componen la planta. Para ello es necesario recopilar esquemas, diagramas funcionales, diagramas lógicos, etc.
El primer problema que se plantea al intentar realizar un análisis de fallos según la metodología de I RCM es elaborar una lista ordenada de los equipos que hay en ella. Realizar un inventario de los activos de la planta es algo más complejo de lo que pueda parecer en un primer momento.

Una simple lista de todos los motores, bombas, sensores, etc. de la planta no es útil ni práctica. Una lista de estas características no es más que una lista de datos, no es una información (hay una diferencia importante entre datos e información). Si queremos elaborar una lista de equipos realmente útil, debemos expresar esta lista en forma de estructura arbórea, en la que se indiquen las relaciones de dependencia de cada uno de los ítems con los restantes.

Una empresa puede tener una o varias plantas de producción, cada una de las cuales puede estar dividida en diferentes zonas o áreas funcionales. Estas áreas pueden tener en común la similitud de sus equipos, una línea de producto determinada o una función.

Cada una de estas áreas estará formada por un conjunto de equipos, iguales o diferentes, que tienen una entidad propia. Cada equipo, a su vez, está dividido en una serie de sistemas funcionales, que se ocupan de una misión dentro de él. Los sistemas a su vez se descomponen en elementos (el motor de una bomba de lubricación será un elemento). Los componentes son partes más pequeñas de los elementos, y son las partes que habitualmente se sustituyen en una reparación.

— Fase 3: Estudio detallado del funcionamiento del sistema. Determinación de las especificaciones del sistema Listado de funciones primarias y secundarias del sistema en su conjunto. Listado de funciones principales y secundarias de cada subsistema.

— Fase 4: Determinación de los fallos funcionales y fallos técnicos.

Un fallo es la incapacidad de un ítem para cumplir alguna de sus funciones. Por ello, si se realiza correctamente la fase anterior, la identificación de las funciones específicas y generales, es muy fácil determinar los fallos. Un fallo es pues la antifunción, la falta de cumplimiento de una especificación técnica o de una de sus funciones generales

— Fase 5: Determinación de los modos de fallo o causas de cada uno de los fallos encontrados en la fase anterior.

— Fase 6: Estudio de las consecuencias de cada modo de fallo. Clasificación de los fallos en críticos, significativos, tolerables o insignificantes en función de esas consecuencias.

— Fase 7: Determinación de medidas preventivas que eviten o atenúen los efectos de los fallos.

— Fase 8: Agrupación de las medidas preventivas en sus diferentes categorías: Elaboración del Plan de Mantenimiento, lista de mejoras, planes de formación, procedimientos de operación y de mantenimiento, lista de repuestos que debe permanecer en stock y medidas provisionales a adoptar en caso de fallo.

— Fase 9: Puesta en marcha de las medidas preventivas.

— Fase 10: Evaluación de las medidas adoptadas, mediante la valoración de los indicadores seleccionados en la fase 1.



Escanea este código QR para ver el video ¿Qué es RCM?

Tiempo orientativo de duración de un proceso RCM3



El tiempo de duración del análisis RCM3 dependerá al menos de los siguientes factores:

- El interés de la organización por la implementación. Si se trata de una moda, probablemente el proceso se diluya en sí mismo más o menos rápidamente.
- El número de personas que se asignen, teniendo en cuenta que un número mayor de profesionales no hace avanzar más un proceso RCM3.
- La preparación y la motivación de los profesionales. Especialmente importante es el responsable del proyecto, su motivación, su preparación y su capacidad de liderazgo y de motivación para el resto del equipo.
- El alcance del estudio a realizar. Obviamente no se tarda lo mismo en analizar un sistema que toda una planta, aunque hay que tener en cuenta que el primer sistema analizado siempre es mucho más lento, porque hay que tomar decisiones que, una vez tomadas, hacen que determinadas fases del estudio puedan completarse más rápidamente con menos debate y dudas entre los participantes.
- El nivel de profundidad con el que se aborde el estudio, teniendo en cuenta que si se profundiza mucho en el análisis determinando modos de fallo de segundo o tercer nivel prolongará el estudio y le dará mucha más coherencia pero arriesga que se llegue a algún resultado, y en cambio, hacerlo más superficial supone garantizar que se realiza y que se hace en un tiempo determinado pero sus conclusiones son menos valiosas.

unos días y el infinito. Pero como orientación, analizar un sistema formado por unos 20 equipos diferentes dura apenas un mes. Analizar un total de 10 sistemas de las mismas características, con equipos similares a los anteriores, supondrá entre dos y tres meses, y analizar una planta entera formada por varias áreas compuestas por varios sistemas cada uno puede suponer medio año de trabajo del equipo descrito.

En seis meses de trabajo puede analizarse toda una planta compuesta por cientos o miles de equipos similares, ya que lo que consume más tiempo es precisamente analizar tipos de equipos diferentes. Analizar sistemas o subsistemas compuestos por equipos supone un tiempo muy inferior al necesario para analizar equipos, ya que tan solo hay que analizar fallos y modos de fallo propios del subsistema o sistema en su conjunto obviando lo ya analizado en los equipos.

Seis meses de trabajo por conocer una valiosa información, qué puede fallar en la instalación y qué puede provocar paradas, accidentes o costes elevados, sabiendo que un RCM3 bien realizado puede aportar soluciones que reduzcan costes y aumenten la producción parece una tarea asumible por prácticamente cualquier instalación.

Teniendo en cuenta esos factores, la duración puede ser muy variable, entre apenas

Curso on line de RCM3 en instalaciones industriales

En Febrero comienza el curso que impartirá RENOVETEC de RCM3 en instalaciones industriales, en modalidad on line, con el manual en formato digital interactivo, y que además incluye el software RCM3.

Manual en formato digital

Acceso a la plataforma de formación, on line

Incluye software RCM3



Un curso que aporta una vía clara y práctica para la implementación de RCM3 en diversos tipos de instalaciones, identificando las funciones de los equipos analizados, los fallos, sus causas y las medidas preventivas a adoptar para que no se materialicen.

Fechas de realización:

Del 1 de Febrero al 5 de Abril

Material:

Manual en formato digital + software RMC3

Modalidad:

On line, con acceso a la plataforma de formación on line, con material adicional y videos explicativos.

Información adicional:

- Tutorías
- Diploma acreditativo
- Ejercicios prácticos

Precio:

Precio del curso: 495€ (impuestos incluidos)

Descuento del 15% para inscripciones recibidas antes del 25 de Enero

Más información en www.renovetec.com
por correo electrónico a info@renovetec.com o llamando al 91 126 37 66

<http://www.renovetec.com/1102-curso-rcm3-con-software-online>

Fallos y modos de fallos

Un fallo es la incapacidad de un ítem para cumplir alguna de sus funciones. Por ello, si se realiza correctamente la fase anterior, la identificación de las funciones específicas y generales, es muy fácil determinar los fallos. Una fallo es pues la antifunción, la falta de cumplimiento de una especificación técnica o de una de sus funciones generales.

Los fallos a su vez puede ser de varios tipos. Pueden ser fallos totales, en los que la función se pierde totalmente (el ítem no funciona en absoluto) o fallos parciales, en los que el ítem en estudio funciona pero no alcanza su especificación. La importancia de distinguir uno y otro caso reside en que al analizar los modos de fallo o causas, y al analizar la gravedad de estos fallos, puede haber diferencias entre que el fallo sea total o que sea parcial.

Los fallos son una consecuencia. Lo importante en RCM no es identificar la consecuencia, que es el fallo, sino sus causas, para analizar posteriormente la gravedad de esta consecuencia la probabilidad de que se produzca y la facilidad para su detección, y de acuerdo con ello, adoptar medidas preventivas que eviten las causas que provocan los fallos. Por desgracia, la metodología utilizó la palabra 'modo de fallo' para referir-

se las causas de los fallos, haciendo que el término, que sería perfectamente intuitivo si se hubiera utilizado la palabra 'causa', genere dudas sobre su significado.

Los modos de fallo no son otra cosa pues que las diversas causas que generan los fallos. Una especificación está asociada a una sola función, y una función está relacionada con uno, dos o a lo sumo tres fallos. Pero cada modo de fallo puede tener múltiples causas, incluso más de 200, lo que complica la aplicación de la metodología RCM.3 Pero esta complicación no tiene nada que ver con la metodología: es que las causas de los fallos pueden ser múltiples.

RCM3 parte de un concepto sencillo: solo identificando todas las posibles causas potenciales de un fallo y tomando las medidas preventivas adecuadas se evita éste.

La parte central de RCM3 consiste en identificar los modos de fallo, como paso previo para el objetivo final: adoptar medidas preventivas que eviten las causas aparezcan y se materialicen en forma de avería.

Un fallo puede tener múltiples causas, aunque éstas pueden clasificarse en los siguientes grandes grupos:

- Causas relacionadas con el diseño.
- Causas relacionadas con el montaje.
- Causas relacionadas con la forma de operar el equipo.
- Causas relacionadas con los mantenimientos que se efectúan en él.
- Causas relacionadas con los suministros que requiere.
- Causas relacionadas con sus componentes internos.
- Causas relacionadas con factores ambientales.
- Causas relacionadas con otros equipos, que provocan un fallo consecuencial.

Desglosadas las causas en todas las posibles, resulta que para un equipo muy complejo puede haber más de 250 causas distintas que pueden provocar un fallo. El trabajo laborioso consiste en, una vez identificados los fallos (lo que es fácil si se han descrito bien las especificaciones y se han definido bien las funciones generales del ítem) para cada fallo hay que comprobar cuáles de esas más de 250 causas pueden estar detrás del fallo producido, pueden causar precisamente ese fallo. Fallo por fallo hay que comprobar si esa lista tan amplia de más de 250 causas tienen relación con el fallo o no.

Aún se complica un poco más, Cada modo de fallo puede considerarse un fallo en sí mismo, que por tanto, puede estar provocado por diferentes causas. Para cada modo de fallo, hay que comprobar además cuales son las causas que lo provocan, determinando de esta manera lo que se conoce como modos de fallo de segundo nivel, es decir, modos de fallo que provocan modos de fallo. Y puede continuarse mucho más, hasta incluso llegar a los modos de fallo de quinto nivel. El problema es que cuando se baja un nivel en la determinación de los modos de fallo se multiplica el trabajo por mucho. Por eso, muchas organizaciones analizan tan solo los modos de fallo de primer nivel, y como mucho, los modos de fallo de segundo nivel. Intentar descender más es prácticamente imposible para casi cualquier organización, excepto para aquellas que cuentan con grandes recursos. Estas organizaciones pertenecen a sectores en los que la seguridad está en juego, y que además cuentan con grandes presupuestos: el mundo aeronáutico o el mundo nuclear son dos ejemplos claros de ello, que pueden permitirse bajar hasta el quinto nivel sin problemas.

Nadie ha dicho nunca que la aplicación de la metodología RCM3 sea sencilla o rápida. El principal obstáculo y lo que hace que su aplicación requiera cierto tiempo es precisamente la determinación de los modos de fallo, y siendo éste el principal inconveniente, es precisamente lo que le da la potencia a esta metodología: permite identificar todos los modos de fallo potenciales de una instalación.

IRIM

Instituto Renovelec
de Ingeniería del Mantenimiento

La evaluación de la criticidad



Con la lista de los posibles modos de fallo de cada una de los identificados anteriormente, se está en disposición de abordar el siguiente punto: el estudio de las consecuencias del cada modo de fallo, con el objetivo de determinar la criticidad de éstos. La pregunta que deben hacerse los técnicos encargados del estudio es la siguiente: ¿qué pasa si ocurre? Una sencilla explicación lo que sucederá será suficiente. A partir de la respuesta a esta pregunta, estarán en condiciones de valorar sus consecuencias para la seguridad y el medio ambiente, para la producción y para el mantenimiento. Tendrán que valorar también tanto la probabilidad de que ocurra como la facilidad para detectar el fallo durante su gestación.

No hay que perder de vista que el estudio RCM es un estudio de averías potenciales de la instalación, y lo que es más importante, la determinación de las medidas preventivas necesarias a adoptar para evitar que las averías se produzcan. Pero al tratar de evitar las averías hay que adoptar medidas cuyo coste y su implicación sea acorde con las consecuencias que pueda tener el fallo. Así, si el fallo tiene consecuencias menores no se deben adoptar medidas de alto coste; y si en cambio, el fallo tiene unas consecuencias absolutamente intolerables, podrá adoptarse cualquier medida que se plantee, sea cual sea su coste y sus implicaciones.

Hay tres aspectos que es necesario valorar a la hora a la hora de evaluar la importancia de un fallo:

- La evidencia del fallo, es decir, si se trata de un fallo oculto o un fallo visible, fácilmente detectable.
- Cuál es la consecuencia del fallo desde el punto de vista de la seguridad,

el impacto ambiental, la producción de energía y el coste de la reparación.

- La probabilidad de que el fallo ocurra.

La valoración combinada de estos tres aspectos permitirá clasificar los fallos en cuatro categorías: fallos insignificantes, fallos tolerables, fallos significativos y fallos críticos. Esta última clasificación es la clave para determinar más tarde las medidas preventivas acordes con la importancia del fallo.

LA EVIDENCIA DEL FALLO

Se consideran fallos ocultos todos aquellos fallos que, aún estando presentes de alguna manera en la instalación aparentemente no dan ningún síntoma que los evidencie. El concepto 'oculto' se refiere a la posibilidad de ser detectado por el personal de operación en condiciones normales, se refiere a que el fallo no da ningún síntoma para los operadores del equipo en condiciones normales. Es conveniente tener claro el concepto de fallo oculto, pues la criticidad de un fallo oculto es mayor que la criticidad de un fallo visible.

Así pues los fallos ocultos no tienen una consecuencia directa en la producción, pero su importancia se debe a que cuando se hacen evidentes normalmente tienen consecuencias graves y acrecientan la posibilidad de que ocurran fallos múltiples cuyas consecuencias generalmente son mucho más graves que el fallo oculto en sí mismo. Hay que tener muy presente un aspecto importante: cuando mas sofisticadas se vuelven las máquinas, más posibilidades hay de que presente fallos ocultos.

Hay mecanismos que tienen cierta propensión a tener fallos ocultos. Es el caso de los sistemas de protección, por ejemplo. Un pulsador de emergencia puede tener un fallo y no manifestarse de modo alguno hasta el momento en que haga falta su uso, por presentarse una situación de emergencia. El fallo estaba ahí, pero no era visible para los operadores de la máquina en condiciones normales.

Desde los primeros momentos del desarrollo de RCM ya se prestó una gran importancia a este tipo de fallos que aparentemente no están presentes y que permiten operar los equipos sin mayor problema. Es la gestación de un fallo mayor lo que alertó a los primeros desarrolladores de esta metodología sobre la importancia que había que prestar a este tipo de fallos. RCM3 considera que efectivamente estos fallos requieren de una consideración especial, que se tratará más adelante. De momento, lo importante es tener en cuenta que al analizar los modos de fallo hay que marcar aquellos que no dan síntomas evidentes, ya que habrá que considerarlos con una importancia especial, y por supuesto, habrá que adoptar medidas preventivas que los revelen.

Estudiando los modos de fallos de acuerdo a los síntomas que presenta, se pueden clasificar pues éstos en dos categorías: fallos ocultos y fallos visibles.

LA GRAVEDAD DEL FALLO

La gravedad del modo de fallo, es decir, la gravedad de las consecuencias del modo de fallo afecta por supuesto a la criticidad y es el segundo de los factores a analizar. Este análisis es algo más complejo que el análisis

de la visibilidad, ya que engloba al menos cinco factores:

- Las consecuencias para la seguridad de las personas.
- Las consecuencias para el medio ambiente.
- Las consecuencias en la pérdida de producción.
- Las consecuencias en la calidad de la producción.
- Las consecuencias relacionadas con los costes totales de reparación, tanto de las piezas afectadas como por los daños consecuenciales causados en otras partes de la instalación.

De acuerdo con la gravedad, las consecuencias pueden ser **muy graves**, si alguno de los parámetros indicados está en la peor de las situaciones; **leves**, si afecta muy poco a todos los parámetros indicados y no provocan pues una consecuencia suficientemente dañina, o **graves**, en cualquier otro caso.

LA PROBABILIDAD DEL FALLO

Además de evaluar la evidencia del fallo, las consecuencias para la seguridad, el medio ambiente, la producción o los costes de mantenimiento, hay que tener en cuenta un último factor: la probabilidad de que ese modo de fallo ocurra. Así, es posible que la planta se destruya completamente por la caída de una aeronave en el bloque de potencia, pero la probabilidad de que ocurra es tan extremadamente baja que debe asumirse este riesgo sin necesidad de adoptar ninguna medida preventiva. Al contrario, si un fallo tiene unas consecuencias moderadas pero la probabilidad de que ocurra son muy altas, es razonable pensar que habrá que adoptar una serie de medidas de coste medio.

Atendiendo a la probabilidad de que se produzca un fallo por la causa estudiada, es decir, atendiendo a la probabilidad de que se produzca un determinado modo de fallo, estos pueden clasificarse en tres tipos:

- **Modos de fallo altamente probables**, es decir, aquellos que se producirán antes de 2 años si no se adopta ningún tipo de medida para evitarlos, o aquellos que se tiene constancia de que se producen con cierta frecuencia (más de dos veces en los dos últimos años).
- **Modos de fallo probables**, es decir, que si no se adopta ninguna medida preventiva de acuerdo con la experiencia y conocimientos del equipo que lleva a cabo el proceso RCM3 es seguro que ocurrirá antes de 5 años.
- **Modos de fallo posibles**, aunque la probabilidad es muy baja. Se ha producido en alguna ocasión en instalaciones similares, pero es un hecho para el que se requiere una combinación de factores muy poco habitual. Esta calificación aparece a menudo cuando se han tomado medidas, especialmente cuando se ha modificado la instalación para que un modo de fallo no se materialice, y tras un tiempo se ha verificado que efectivamente no ha vuelto a ocurrir.
- **Altamente improbables**, calificando como tales aquellos en los que incluso si no se hace nada por evitarlos, la probabilidad de que ocurran es extraordinariamente baja. Un ejemplo de lo altamente improbable es la caída de una astronave en las instalaciones. Es posible, pero la posibilidad es tan remota que debe calificarse como de una probabilidad excepcionalmente baja.

Establecer criterios relacionados con la probabilidad de que un hecho se produzca es difícil. Hay organizaciones que evalúan la posibilidad de que un modo de fallo se produzca en función de la frecuencia con la que se produce dicho modo de fallo, pero esta forma de calificar los fallos no es acorde con RCM3 y con una instalación bien gestionada. Los fallos que se producen a menudo son fallos de carácter repetitivo, y mucho antes de tratar de implementar RCM3, que es complejo y laborioso, merece mucho más la pena reducir dichos modos de fallo de carácter repetitivo aplicando otras técnicas, como la investigación de averías.



Escanea este código QR para ver el vídeo " La evaluación de la criticidad "



IRIM

Instituto Renovetec de
Ingeniería del Mantenimiento

La adopción de medidas preventivas o paliativas

Es importante darse cuenta que RCM está orientado a evitar los modos de fallo, es decir, está orientado a actuar sobre las causas de los fallos (adopción de medidas preventivas), y solo en determinados casos, se actúa sobre los efectos de los fallos (adopción de medidas paliativas).

Es muy importante tener en cuenta un punto trascendental: las medidas que se adopten tienen que tener una relación económica y técnica con el modo de fallo que se pretende evitar, de manera que para un fallo tolerable será absurdo tomar una medida de alto coste, y en cambio, para un fallo crítico será absurdo limitarse a hacer inspecciones visuales cuando otras medidas de mayor calado económico pueden suponer que el fallo potencial se puede evitar.

TIPOS DE MEDIDAS PREVENTIVAS

Las medidas preventivas o paliativas que se pueden tomar son de seis tipos. Es importante darse cuenta el orden en que deben aplicarse dichas medidas:

- Implementación de mejoras y modificaciones de la instalación, que debe ser siempre y en cualquier caso la primera opción, siempre que esté económicamente justificado, para cualquier criticidad.
- Elaboración, puesta en marcha o modificación de instrucciones de operación.
- Elaboración, puesta en marcha o modificaciones de instrucciones de mantenimiento.
- Realización de tareas de mantenimiento programado, en el caso de que ninguna de las anteriores dé como resultado que la criticidad pasa a ser 'tolerable'.

- Adopción de medidas tendentes a atenuar los efectos de los fallos, en el caso de que las medidas adoptadas en los puntos anteriores no garanticen que el modo de fallo analizado no puede producirse.
- Adquisición de repuesto que debe permanecer en stock.

Todas las medidas provisionales en caso de fallo pueden agruparse de nuevo en tres categorías, igual que se vio anteriormente para las modificaciones:

MEDIDAS PALIATIVAS

No siempre es posible evitar el fallo, incluso para modos de fallo críticos o significativos. En estos casos es posible establecer una serie de acciones no ya para evitar la avería, sino para minimizar los efectos de éstas.

Estas medidas paliativas pueden ser de los siguientes tipos:

- Cambios en el sistema de control. Se trata de modificaciones puntuales efectuadas en el software de control, y que pueden incluir algunas de las siguientes actuaciones:
 - Anulación de seguridades.
 - Variación de límites de funcionamiento (alarmas y disparos).
 - Reconfiguración de lazos de control, variando por ejemplo sus parámetros PID.
 - Paso de control automático a control manual.
- Mensajes o comunicaciones a emitir.
- Protocolo de actuación del personal.
- Aumento provisional de personal.
- Puesta en marcha de equipos de reserva.
- Variación de la configuración existente.
- Reconducción de fluidos por caminos o tuberías que no son las habituales.
- Instalación de equipos provisionales.

- **Medidas provisionales de alto coste**, como la instalación provisional de equipos de precio elevado. Este tipo de medidas solo serán posibles para evitar fallos considerados críticos.

- **Modificaciones de coste medio**, como el alquiler de determinados equipos. Este tipo de medidas será posible plantearlas para evitar fallos críticos y significativos.

- **Modificaciones de bajo coste**, como la reconducción de fluidos o la elevación de los límites de alarma o disparo. Estas medidas provisionales pueden plantearse para evitar fallos de cualquier tipo, incluidos los fallos tolerables.

En cualquier caso, hay que partir siempre de la premisa ya expuesta anteriormente, según la cual el coste de la medida provisional debe ser menor que la suma de los costes de reparación más las pérdidas asociadas a la falta de producción (pérdida de ingreso y posibles penalizaciones por incumplimiento del programa de carga).

Para no perder el control de la planta al efectuar este tipo de medidas provisionales, es recomendable que en la sala de control exista un libro específico en el que se anoten este tipo de actuaciones. Se corre el riesgo de que estas modificaciones, realizadas para afrontar una situación muy concreta, no se repongan a su estado inicial una vez aca-

bado el incidente, convirtiéndose en definitivas sin que nadie haya estudiado detenidamente sus consecuencias a largo plazo. Como además estas medidas en ocasiones no quedan suficientemente reflejadas en planos, esquemas y documentación, pueden comentarse errores de graves consecuencias al considerar que una instalación tiene una configuración, cuando realmente esta configuración ha variado y en el momento presente tiene otra.

Este libro se denomina a veces Libro de Simulaciones y Puentes, y en él deben anotarse, para cada medida tomada, las siguientes informaciones:

- Fecha en la que se realiza la modificación provisional.
- Persona que la autoriza y persona que la lleva a cabo.
- Descripción de la medida provisional adoptada.
- Fecha de reposición a la situación original, cuando se produzca.

SEGUIMIENTO DE RESULTADOS

Hay que recordar que el objetivo fundamental que promueve el proyecto de implantación de RCM3 en una instalación industrial debe ser la mejora de resultados de explotación. Por ello, la primera fase detallada en este libro es la medición de una serie de indicadores ANTES de iniciarse la implantación, para poder identificar que se han producido avances significativos que compensen el esfuerzo realizado, o la implementación ha sido un fracaso.

Hay que recordar que los principales indicadores que deben fijarse con el objetivo de poder medir la evolución de los resultados son los siguientes:

- Disponibilidad
- Fiabilidad
- N° de averías repetitivas
- N° de averías de emergencia
- Coste de mantenimiento

Cada uno de estos indicadores debe ser medido mensualmente. Suele ser a partir del sexto mes de implantación de las conclusiones del estudio cuando se comienzan a percibir los primeros resultados. Si se ha implementado correctamente, debe observarse una notoria mejoría a partir de que se cumpla un año. La importancia de la mejoría estará en función de una serie de factores:

- **El estado de partida.** Cuanto peor sea la situación de inicio mayores y más rápidos serán los resultados obtenidos, y mayor la diferencia entre el estado inicial y el alcanzado después de un año.
- **El rigor con el que se haya realizado el estudio.** Por supuesto, a mayor rigor, mejores resultados se observan.
- **La implicación de la Dirección en el proyecto.** Cuanto mayor sea la implicación de los mandos de alto nivel de la planta y de la empresa mayor será la presión, la motivación y las expectativas que genere entre los técnicos que lo llevan a cabo.
- **El conocimiento técnico específico** que posean los integrantes del equipo encargado de realizarlo.

GUÁS IRIM PUBLICADAS

Guía 1: Los RRHH en mantenimiento

Guía 2: Elaboración de planes de mantenimiento

Guía 3: Guía para la implantación de mantenimiento 3.0

Guía 4: Guía para la implantación de RCM3 en instalaciones

Guía 5: Guía para la realización de auditorías de mantenimiento

Guía 6: Protocolos normalizados de mto. en instalaciones Industriales

Guía 7: Protocolos normalizados de mto. en edificación

Guía 8: Mantenimiento basado en condición

Guía 9: Metodología para la investigación de averías

Libro de normas IRIM



Información en

irim@renovetec.com

91 126 37 66—91 110 40 15



687 80 53 80

IRIM
Instituto Renovetec de
Ingeniería del Mantenimiento



Tipos de tareas de mantenimiento

La determinación de tareas de mantenimiento fue el objetivo inicial del desarrollo de RCM, pero como se ha visto, no es la única medida preventiva que se puede adoptar sino la última, en el caso de que no puedan adoptarse las anteriores.

Hay que recordar que históricamente RCM se desarrolló tratando de racionalizar la sustitución sistemática de piezas, para pasar a realizar básicamente tres tipos de estrategias con cada elemento que componía un determinado ítem: funcionar con el ítem hasta que se produzca el fallo (run to failure), realizar inspecciones básicas sencillas, realizar tareas de inspección condicionales (maintenance on condition), y por último, solo en los casos en los que realmente esté justificado, realizar revisiones sistemáticas con desmontaje de elementos, reacondicionamiento de piezas o sustitución de éstas.

Desde un punto de vista más amplio, las tareas de mantenimiento pueden clasificarse en las siguientes catorce categorías:

- **Inspecciones sensoriales:** son inspecciones que se realizan con los sentidos, sin necesidad de instrumentos de medida o medios técnicos adicionales. Consisten en inspecciones visuales para verificar aspectos como el estado del cableado, la ausencia de fugas, la integridad del equipo, la detección de elementos sueltos o mal fijados, detección de ruidos anormales, detección

de olores extraños, etc. Tienen la característica de su bajo coste, la rapidez al realizarlo y facilidad para entrenar a un técnico para llevarlas a cabo. Esto implica que son tareas que pueden llevarse a cabo muy menudo, incluso a diario, y preferentemente por personal de operación debidamente entrenado.

— **Lectura y anotación de parámetros de funcionamiento**, con instrumentos que están instalados en los equipos. Por la naturaleza de la tarea, únicamente implica que un técnico anote el valor de una determinada variable física o química medida por un instrumento de planta. Tiene un coste muy bajo, y para que pueda obtenerse todo el partido de este tipo de tareas es conveniente que el operador que toma nota de un parámetro disponga del valor de referencia y del rango aceptable, para que el mismo pueda detectar una anomalía detectable con una lectura. Normalmente no será capaz de detectar tendencias del valor, pero el hecho de que pueda juzgar de forma inmediata si está dentro o no del rango normal ya es una ayuda muy valiosa para determinar un funcionamiento anormal. Resulta muy conveniente poder anotar estos datos directamente en formato digital, para evitar tener que utilizar papel y después tener que teclear los datos en un sistema informático. Hoy en día, con los teléfonos inteligentes y las tablets, ese problema parece resuelto.

— **Tareas de lubricación**. Se trata de una tarea básica que, aunque más compleja que las anteriores, puede ser realizada con una formación relativamente baja y con una preparación

muy elemental del trabajo. Un aspecto interesante de la lubricación es que se trata de una tarea de muy bajo coste, y excepto en algún caso muy concreto, siempre resulta más rentable lubricar que dejar que el equipo llegue a rotura por no aplicar un lubricante.

— **Sustitución de consumibles de bajo coste**. Existen consumibles como juntas de estanqueidad, cojinetes, rodamientos, empaquetaduras, cierres mecánicos, cierres laberínticos, aros de desgaste, filtros, escobillas, fluidos refrigerantes, lubricantes, etc., cuya sustitución no supone un coste elevado, sumando tanto el coste de los elementos sustituidos como la mano de obra que se requiere para realizar la sustitución.

— **Análisis y mediciones de variables con instrumentos externos**, como analizadores de vibraciones, termografías, análisis de aceites. Se trata de tareas que se mueven en el ámbito del diagnóstico, y relaciona una variable física o química con el estado del equipo. En realidad se trata de una variante de la lectura y anotación de parámetros de funcionamiento, solo que en este caso los instrumentos utilizados son externos al equipo. El coste de los instrumentos de medida junto con los elevados conocimientos de los técnicos encargados de realizar este tipo de inspecciones hacen que se trate de una categoría distinta de tarea que las cuatro anteriores, ya que su coste es mucho mayor que en el caso de las lecturas de parámetros de funcionamiento.

— **Verificaciones**, como la verificación

del proceso de puesta en marcha y parada, verificación del correcto funcionamiento, medición de holguras, verificación de alineación, de espesor, de apriete de pernos, verificación del estado y funcionamiento de instrumentos de medida, de funcionamiento de lazos de control, etc. Pueden requerir de una intervención para ajustar los valores a unos preestablecidos.

— **Sustitución condicional de piezas de desgaste.** El cambio de la pieza por otra nueva o reacondicionada se realiza solo si ésta ha dado algún síntoma de encontrarse en mal estado.

— **Limpiezas condicionales.** Igual que en el caso anterior, se trata de limpiezas que se realizan solo si tras una verificación de algún tipo se comprueba que es necesario llevar a cabo una limpieza técnica de algún tipo.

— **Limpiezas sistemáticas,** con periodicidad fija. En este caso se procede a la limpieza de carácter técnico con una periodicidad prefijada de antemano, sin comprobar en qué estado se encuentra el equipo y si ésta es necesaria o no.

— **Configuración,** en equipos programables o que admitan diferentes modos de funcionamiento.

— **Calibración de instrumentos de medida.** No todos los equipos ni instrumentos de medida necesitan de una calibración sistemática. En muchas ocasiones, los instrumentos de medida solo requieren una verificación, y una actuación posterior si se observa algún síntoma de encontrarse en un estado deficiente. Pero existe un grupo de instrumentos que requieren necesariamente una calibración periódica, ya

que el tipo de fallo que puede provocar una lectura incorrecta puede resultar crítico.

— **Reacondicionamiento de piezas o conjuntos de elementos de una máquina.** En ocasiones, para asegurar que la máquina funciona correctamente a intervalos regulares es necesario realizar el reacondicionamiento de una pieza o un conjunto de elementos. Estos reacondicionamientos normalmente consisten en el desmontaje de la pieza o el conjunto, la realización de una serie de tareas, la sustitución de algunos elementos que la integran, y la verificación de su correcto estado para que pueda funcionar durante otro periodo de tiempo determinado.

— **Sustitución sistemática de piezas de desgaste.** A diferencia de la sustitución condicional, la sustitución sistemática se realiza a periodos prefijados, bien por horas de funcionamiento o bien por plazos de tiempo naturales fijos. Por supuesto, se trata de tareas que pueden implicar un coste importante, por lo que solo se deben llevar a cabo si se justifica económicamente.

— **Sustitución sistemática de todas las piezas de desgaste de forma periódica.** El último tipo de tareas es aplicable a equipos o conjuntos de equipos para los que resulta más ventajoso sustituir todas las piezas de desgaste en plazos prefijados que estar interviniendo de forma constante en los equipos.

RELACIÓN ENTRE LA CRITICIDAD Y LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO

Los catorce tipos de tareas detalladas en el punto anterior pueden agruparse en tres categorías, que permiten relacionarlas mucho mejor con la criticidad del fallo. Las tres categorías de tareas son las siguientes:

- **Tareas básicas.** Las tareas básicas tienen una característica común: tienen un coste muy bajo, y por tanto pueden realizarse en cualquier equipo para evitar cualquier modo de fallo.
- **Tareas condicionales.** Se trata de tareas de mayor complejidad, y por tanto, de mayor coste, que no se justifica económicamente realizarlos para evitar cualquier modo de fallo.
- **Tareas sistemáticas.** Son tareas que generalmente son de alto coste, y que por tanto solo deben ser aplicables cuando económicamente se justifique.

FRECUENCIA CON LA QUE REALIZAR LAS TAREAS

Una vez determinadas las tareas, es necesario determinar con qué frecuencia es necesario realizarlas. Existen dos posibilidades para determinar esta frecuencia: que se disponga de suficientes datos históricos para determinar la frecuencia mediante técnicas estadísticas, o que no se disponga de tales datos.

Así, en el caso de que se disponga de suficientes datos históricos que permitan conocer la frecuencia con la que se produce el fallo, se puede utilizar cualquier técnica estadística que permita determinar cada cuanto tiempo se produce el fallo si no se actúa sobre el equipo. Se debe contar con un número míni-

mo de valores (recomendable más de 10, aunque cuanto mayor sea la población más exactos serán los resultados). La frecuencia estará en función del coste del fallo y del coste de la tarea de mantenimiento (mano de obra + materiales + pérdida de producción durante la intervención).

También es posible que aunque no se disponga de datos históricos, si se disponga de una función matemática que permita predecir la vida útil de una pieza. Es el caso, por ejemplo, de las piezas sometidas a fuerzas cíclicas y por tanto, susceptibles de sufrir fatiga. Es posible estimar la vida útil de la pieza y por tanto la frecuencia de intervención a partir de dicha función. Suele ser aplicable para estimar la vida de determinados elementos, como los álabes de una turbina.

Si no se dispone de datos históricos ni de funciones matemáticas, la determinación de la frecuencia con la que deben realizarse las tareas de mantenimiento propuestas debe hacerse en base a la opinión de expertos. Es la más subjetiva, la menos precisa de las formas de determinar la frecuencia de intervención, y sin embargo, la más utilizada. No siempre es posible disponer de información histórica o de modelos matemáticos que permitan predecir el comportamiento de una pieza.

Escanea este código QR para ver el vídeo “Tipos de mantenimiento”





Indicadores clave de mantenimiento

Las empresas u organizaciones requieren de valores numéricos que indiquen si la gestión que se está realizando en mantenimiento es la adecuada, está evolucionando de forma conveniente o por el contrario son necesarios cambios para mejorar los resultados.

Dichos valores numéricos se convierten en trascendentales a la hora de tomar decisiones. El conjunto de valores numéricos que permiten evaluar la gestión del mantenimiento de una instalación se denominan *indicadores clave de mantenimiento*. La selección de los indicadores clave de mantenimiento que mejor reflejen dicha evolución y el establecimiento de fórmulas de cálculo objetivas que permitan analizar los resultados es una preocupación constante de muchas organizaciones, que ven por un lado que la adecuada selección de indicadores les ayuda a mejorar en los aspectos a los que se refieren dichos indicadores, y por otro, que todo aquello que no se mide y no se refleja en indicadores no mejora de la forma más adecuada.

El comité de normalización del Instituto RENOVETEC de Ingeniería del Mantenimiento se propuso en el año 2016 normalizar los indicadores clave de mantenimiento que se consideran necesarios para evaluar los resultados en mantenimiento, proponiendo la lista de indicadores que se detallan en esta norma.

Los indicadores clave de mantenimiento se han dividido en los siguientes grandes grupos:

- Indicadores relacionados con la seguridad en la actividad de mantenimiento, que lo forman el conjunto de indicadores que son de utilidad en la prevención de riesgos laborales en el área de mantenimiento.
- Indicadores relacionados con el impacto medioambiental en la actividad de

- mantenimiento, que lo forman el conjunto de indicadores que son de utilidad para minimizar el impacto ambiental que la actividad de mantenimiento puede producir.
- Indicadores de disponibilidad, que lo forman el conjunto de indicadores que muestran el estado y la evolución de la disposición de las instalaciones para ofrecer su capacidad productiva o su posibilidad de uso, respecto a la capacidad total, independientemente de que finalmente se use o no. La disponibilidad, con todas sus variantes, es sin duda uno de los objetivos principales de mantenimiento.
- Indicadores de coste de mantenimiento, que lo forman el conjunto de indicadores que analizan el coste de mantenimiento en los diferentes ítem que forman la instalación y el conjunto de ésta, desglosados incluso en diferentes partidas y conceptos.
- Indicadores de gestión de incidencias, que muestran como se gestionan las incidencias detectadas por los diferentes departamentos y usuarios de la instalación desde que se abren hasta que se genera la correspondiente orden de trabajo.
- Indicadores de gestión de órdenes de trabajo, que muestran como se gestionan las órdenes de trabajo en mantenimiento desde que se abren hasta que se cierran definitivamente.
- Indicadores de gestión de materiales, que muestran como es el uso y consumo de los diversos materiales (repuestos y consumibles) que se necesitan para compensar la degradación que el tiempo y el uso provocan en los componentes de las instalaciones.
- Indicadores de análisis e investigación de eventos no deseados, que muestran como es la gestión de las investigaciones que se llevan a cabo para esclarecer las causas que están detrás de los eventos no deseados considerados como investigables y determinar las medidas preventivas oportunas, desde que se inician hasta que se cierran, ya sean estos eventos no deseados accidentes, siniestros, averías o funcionamientos anormales.
- Indicadores de gestión del mantenimiento conductivo, que muestran como es la implicación del personal usuario de la instalación en el mantenimiento de ésta.
- Indicadores relacionados con la obsolescencia, que muestran como es la degradación de los equipos y el estado en que se encuentra la instalación.
- Indicadores globales de gestión, que analizan la conformidad con las mejores prácticas.

El lector puede saber más sobre los indicadores clave de mantenimiento escaneando el siguiente código Qr.



Próximo número revista IRIM

El próximo número de la revista IRIM irá dedicado al **mantenimiento basado en condición**.

La existencia y correcto funcionamiento de un subdepartamento de diagnóstico es una de las claves para que un departamento de mantenimiento pueda ofrecer unos resultados excelentes en términos de disponibilidad, fiabilidad, coste y vida útil. Disponer en el departamento de mantenimiento de una organización dedicada exclusivamente al diagnóstico de los equipos e instalaciones permite que las tareas de mantenimiento a llevar a cabo no se decidan en torno a las recomendaciones de los fabricantes ni en torno a tareas sistemáticas que suponen en muchos casos la sustitución de determinados elementos de forma periódica, sino de una manera mucho más eficaz centrada en compensar la degradación que el tiempo y el uso provocan en los equipos.

El diagnóstico de los equipos e instalaciones es la base de la estrategia de mantenimiento por condición según la cual los equipos se examinan por diferentes técnicas y a partir de este examen se decide si merece la pena intervenir o no en dicho equipo o instalación. El concepto de parada sistemática que se organiza en determinadas instalaciones de forma periódica para llevar a cabo multitud de sustituciones y trabajos sistemáticos, incluso el concepto de vida útil predecible de una pieza, dejan paso a un concepto más eficaz y económico: se interviene si merece la pena intervenir. "Si funciona no lo toques" es ahora un principio fundamental de mantenimiento, aunque este principio se complementa con un "...pero obsérvalo".



Agenda



Curso

Fecha

Curso de diseño,
Construcción, P&M y
O&M de instalaciones
solares fotovoltaicas
conectadas a red

23 al 25 de Enero

Curso de operación
y mantenimiento de
parque eólicos y
aerogeneradores

12 al 13 de Febrero

Curso de mantenimiento
predictivo

26 al 27 de Abril



IRIM ha desarrollado AUDITEC, un software pensado para responsables y profesionales que trabajan en departamentos de mantenimiento y que desean auditar la gestión que se realiza en el área de mantenimiento de una instalación. AUDITEC propone más de 13 cuestiones cuya situación debe ser analizada y valorada por los responsables de mantenimiento o por un auditor externo, a partir de dicho análisis, elabora un completo informe en el que se señalan las posibilidades de mejora.

AUDITEC se basa en el análisis de más de 130 puntos referidos a la gestión que se realiza en el departamento de mantenimiento analizado. La gestión del departamento se divide en 13 áreas (personal, plan de mantenimiento, mantenimiento legal, implantación de técnicas predictivas, gestión del correctivo, gestión de repuestos y consumibles, gestión de herramientas, software de gestión de mantenimiento, información e informes, etc). Para cada uno de ellos el programa plantea una serie de cuestiones que deben ser analizadas y valoradas por el auditor, que determina cual es la situación en comparación con el modelo de excelencia que el propio programa propone.

Pueden realizarse diferentes tipos de auditorías (básicas, detalladas y completas), con una profundidad y exhaustividad diferentes. El Auditor valora cada una de las cuestiones analizadas con valores que van entre 0 y 4. Para todos aquellos aspectos que obtienen las valoraciones más bajas (0 y 1) el auditor debe detallar la situación y proponer soluciones de mejora.

Finalmente, AUDITEC determina la valoración obtenida en cada unas de las áreas de gestión, como se ve afectada la disponibilidad, la fiabilidad, el coste, la seguridad, la vida útil o el riesgo de gran avería con el resultado obtenido, aporta una valoración global de la situación y genera con todo ello un completo informe que el usuario puede editar, si lo desea.

RCM3[®], SOFTWARE DESARROLLADO POR IRIM PARA LA IMPLANTACIÓN DE RCM



RCM3[®] es un software desarrollado por IRIM para llevar a cabo el proceso de implantación de RCM (Reliability Centred Maintenance, mantenimiento centrado en confiabilidad) de una forma eficaz y práctica. RCM3 permite aplicar de forma ordenada y metodológica cada una de las fases que componen un proceso RCM. RCM3 es acorde con la norma SAE JA 1011, que establece que tipos de metodologías pueden considerarse RCM a todos los efectos.



Escanea este código QR para ver el vídeo “ Principales características del software RCM3 “

IRIM ha desarrollado un nuevo software de mantenimiento destinado a facilitar la elaboración de planes de mantenimiento. Es posible adquirirlo de dos formas: sólo el programa o programa más la GUIA IRIM 2: ELABORACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO.

El software elabora un plan de mantenimiento a partir de la lista de equipos que compone la instalación e incorpora protocolos de mantenimiento para los tipos de equipo más habituales en una instalación industrial, lo que permite elaborar un plan de mantenimiento muy completo y avanzado de forma totalmente automática, en pocas horas y sin apenas conocimientos previos de los equipos o de mantenimiento.

La elaboración del plan de mantenimiento es una actividad que en muchos casos emplea muchos recursos y mucho tiempo, sobre todo porque a veces no se tiene una idea clara del contenido que debe tener un plan de mantenimiento o como elaborarlo. La herramienta PM HELPER pretende facilitar la elaboración del plan de mantenimiento de una instalación industrial o un edificio singular. Para ello, el software requiere tan solo dos informaciones:

- La lista de equipos, agrupada de forma jerárquica y clasificando los diversos equipos que componen la instalación en tipos y subtipos
- La lista de tareas preventivas a realizar en cada tipo de equipo

La primera información se consigue a partir de la documentación de planta o realizando un inventario de equipos de las instalaciones. La segunda, puede obtenerse a partir de los manuales de los fabricantes de

los diferentes equipos, a partir de la experiencia de los técnicos, o elaborando PROTOCOLOS GENÉRICOS DE MANTENIMIENTO.

