

## **4. EL MÉTODO RCM**

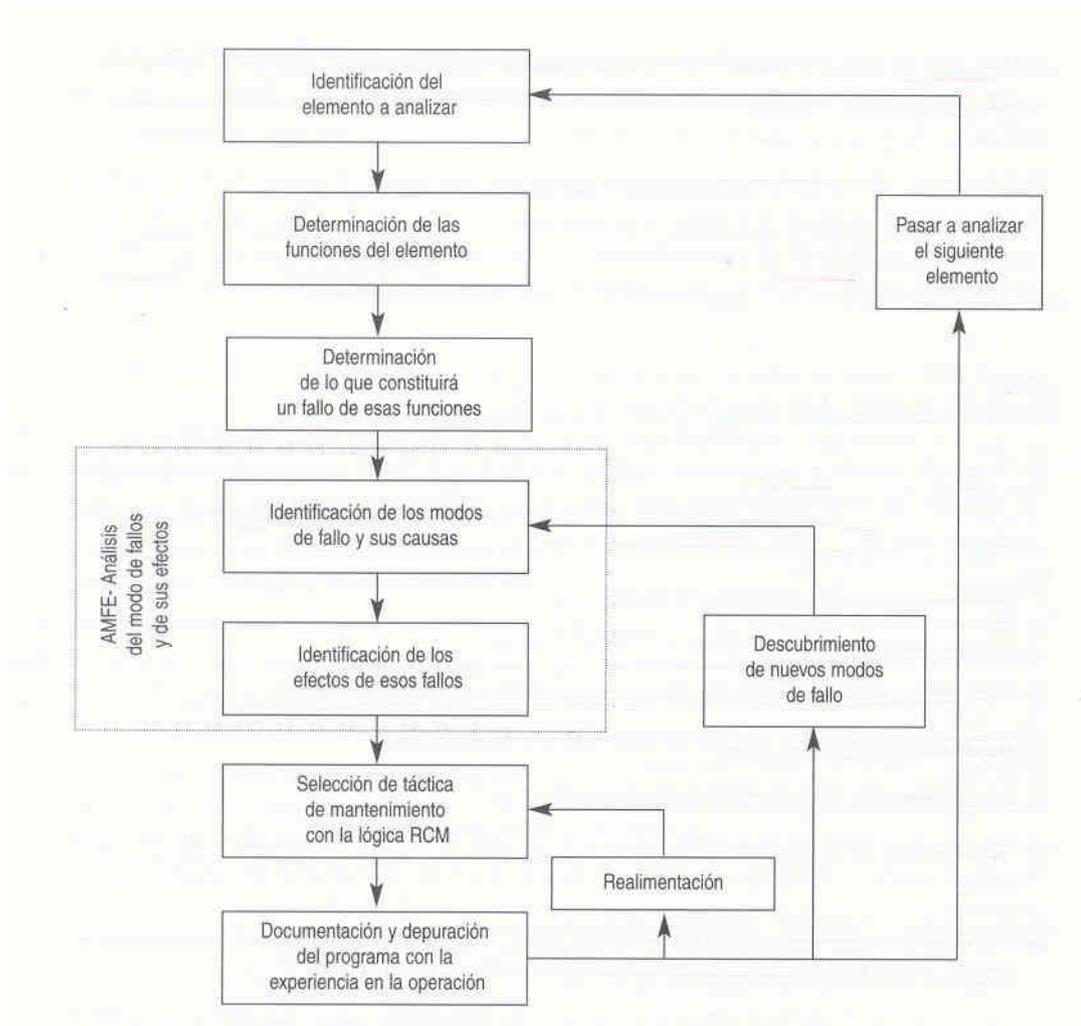
El método RCM (*Reliability Centered Maintenance*), mantenimiento centrado en la fiabilidad, es un método de amplia utilización que permite determinar convenientemente las necesidades de mantenimiento de cualquier tipo de activo físico en su entorno de operación. Es el método elegido para el diseño del mantenimiento en casos en los que la fiabilidad de los sistemas es importante para la seguridad de las personas o cosas. El coste de la aplicación del método de forma completa y detallada en una instalación puede ser muy elevado. Sin embargo, se puede aplicar de una manera limitada, consiguiendo unos resultados que permitirán hacer un uso muy eficiente de los recursos de mantenimiento a cambio de unos costos reducidos del uso del método.

El método RCM genera un programa de mantenimiento preventivo que permitirá:

- Detectar los fallos de forma suficientemente temprana, para que de esta forma puedan ser subsanados rápidamente y con las mínimas interrupciones del funcionamiento del sistema.
- Eliminar las causas de algunos fallos antes de que tengan lugar.
- Eliminar las causas de algunos fallos mediante cambios en el diseño.
- Identificar aquellos fallos que no llevan aparejadas mermas en la seguridad del sistema.

De acuerdo con la normativa SAE JA1011 (1999), el proceso debe seguir un método de mantenimiento para que pueda catalogarse como RCM, se describe mediante los siguientes siete pasos:

1. Identificación del elemento a analizar.
2. Determinación de las funciones del elemento.
3. Determinación de lo que constituirá un fallo de esas funciones.
4. Identificación de las causas de fallo de esos fallos funcionales.
5. Identificación de los efectos de esos fallos.
6. Utilización de la lógica RCM para seleccionar la táctica de mantenimiento adecuada.
7. Documentación del programa de mantenimiento y depuración del mismo conforme se adquiere experiencia en la operación del elemento.



A continuación, haremos una descripción de cada una de las etapas del método:

### 1. Identificación del elemento a analizar

En primer lugar, es necesario establecer el sistema o sistemas a los que se va a aplicar el método RMC, definiendo sus límites y estructura. En efecto, debemos determinar la parte de nuestras instalaciones a estudiar y la parte o elementos que quedarán excluidos de ese estudio. Una vez delimitado el sistema a estudiar, se deberá determinar su composición, los elementos de nivel inmediatamente inferior que lo constituyen y así sucesivamente, siguiendo con la estructura de árbol hasta el nivel al que ya se considere todo como un indivisible desde el punto de vista de su mantenimiento. Téngase en cuenta que esta estructura puede ser no jerárquica en sentido estricto, sino tener ramas que interrelacionan dentro del mismo nivel o que van entre niveles no contiguos. Los subsistemas que, a su vez, tienen bucles de control están en este caso. Si se da esta situación, deben tratar de estudiarse estos bucles como unidades indivisibles, desde el punto de vista del sistema principal, de tal forma que lo reduzcamos a una estructura jerárquica en árbol pura.

Es importante que se tenga trazabilidad de cualquier elemento que vaya a ser sometido al estudio. En este punto es fundamental la participación de los responsables

de la planta, debiendo, muchas veces, rediseñarse estos límites a medida que se van investigando, obteniendo datos y conociendo mejor la contribución al proceso de la planta, de los diferentes sistemas y su interrelación. Todo depende de la complejidad de los sistemas implicados.

Con objeto de ser prácticos y economizar de gestión e ingeniería de mantenimiento, sólo se aplicará el método a aquellos sistemas o elementos de la planta cuya responsabilidad así lo justifique. En efecto, en la operación de una determinada planta industrial, los elementos que la componen tienen un impacto en aspectos como la seguridad de las personas, la seguridad del medio ambiente, la incidencia en la eficacia del proceso de producción, la calidad de producto, el coste de producción, el coste de recursos de mantenimiento, la imagen pública de la compañía, etc. Para evaluar esta diferente responsabilidad de los equipos y poder seleccionar con ella los sistemas de a estudiar, establecemos el concepto de criticidad del elemento.

Para obtener la una clasificación de los equipos en función de su criticidad, debemos primero evaluar el peso relativo que concedemos a cada uno de los factores que miden la responsabilidad del elemento. Cada uno de estos factores se mide por un determinado parámetro. Se realizan los siguientes pasos:

- Preparar un conjunto de criterios de clasificación y selección de parámetros.
- Preparar las escalas y rangos de medida de los parámetros.
- Obtener la expresión matemática de la criticidad, con ponderación de los parámetros.
- Calcular la criticidad de los elementos, obteniendo una lista ordenada de los mismos.

La criticidad es por tanto una medida que pondera la incidencia de un elemento de la planta industrial en la operación de la misma y las repercusiones que pueden tener fallos de este elemento. Obtenida la lista ordenada de equipos en función de su criticidad, los elementos con mayor relevancia serán estudiados en primer lugar, continuando, una vez hecha la selección de esta manera, con la aplicación de los seis pasos de método RMC a estos elementos.

## **2. Determinación de las funciones del elemento**

Este segundo apartado está muy relacionado con el primero. En algunos casos, para hacer un estudio de la criticidad de los elementos, antes de proceder a su clasificación y selección, puede ser necesario el análisis de sus funciones, al menos desde el punto de vista general, en lo relativo a objetivos fundamentales y requisitos de seguridad, medioambientales, etc. Es posible que haya que profundizar tanto en estos puntos que el estudio de funciones prácticamente se haya concluido a la vez que se realizó la selección.

Sin embargo, aun en este caso, una vez hecha la selección, se deben volver a estudiar las funciones, ahora ya solo para los elementos seleccionados. Esto se hará

de forma más detallada orientando la definición de la funciones hacia la obtención de los posibles fallos y modos de fallo, que es el propósito aquí buscado.

### **3. Determinación de lo que constituirá un fallo de funciones**

El usuario espera de un determinado dispositivo o elemento, que desempeñe su función requerida con un nivel que él considera aceptable. Cuando, por cualquier razón, excluidas circunstancias externas como los suministros, el elemento considerado no puede realizar esa función adecuadamente, el usuario considerará que se ha averiado.

Por una parte, debe distinguirse entre el fallo (fallo funcional) y las causas del mismo o conjunto de eventos (modos de fallo) que lo terminan provocando. Además, cuando se habla de fallo, debe considerarse el fallo de una determinada función, y no solamente fallo en general, ya que sus causas y los efectos del mismo pueden ser completamente diferentes según sea la función afectada. Por otra parte, cada una de las funciones del dispositivo puede tener diversos niveles de prestación, algunos de los cuales se considerarán inaceptables.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se puede considerar fallo funcional como la no disposición de un dispositivo para llevar a cabo una función con un grado de prestación aceptable por el usuario.

Según esta definición, se entiende por fallo funcional tanto aquél en el que el dispositivo cesa su actitud para producir una función, como aquél en el que continúa funcionando, proporcionando la función requerida, pero sin alcanzar unos límites de prestación aceptables. Sin embargo, no debe confundirse este fallo parcial con aquella situación en la que el dispositivo puede haber sufrido un ligero deterioro, sin que ello le impida seguir proporcionando la función requerida, con un grado de prestación aceptable, por encima del límite de admisibilidad.

Estos fallos parciales son casi siempre causados por diferentes modos de fallo, siendo sus consecuencias también diferentes. Por ello, se deben registrar todos los fallos funcionales que pudiesen afectar a cada función. Análogamente, cuando el cumplimiento de una función deba estar acotado entre un límite superior y otro inferior, los fallos que provocan el incumplimiento de la función por el límite superior, así como los modos de fallo y consecuencias, suelen ser diferentes que los relativos al límite inferior, por lo que ambos tipos de fallos funcionales deben recogerse y estudiarse separadamente.

Los fallos funcionales dependen mucho del contexto de operación, por lo que no puede generalizarse, sino que deben ser considerados en ese contexto. Por otra parte, al definir fallos funcionales debe tenerse muy en consideración al usuario y no solo a los técnicos de mantenimiento, cuyas opiniones pueden ser completamente distintas a las de aquéllos. La consideración de que un dispositivo esté averiado puede ser distinta según el técnico que lo valore.

Por tanto, para definir fallos funcionales, deben establecerse previamente los límites niveles de prestación de las distintas prestaciones requeridas del dispositivo. Y estos límites deben de ser establecidos por el personal de operación conjuntamente con el de mantenimiento y con todo aquél cuyo trabajo se pueda ver afectado por el funcionamiento del dispositivo.

#### **4. Identificación de las causas de fallo funcionales.**

En este apartado se estudian todos los fallos que se pueden producir uno por uno. En el punto uno se han ordenado los elementos en estructura de árbol. Para cada fallo que se produce en un elemento de la estructura recorreremos este árbol para atrás hasta encontrar la causa de este fallo. Esta causa puede estar en este elemento o derivar de un elemento anterior. Cuando se han realizado este proceso a cada uno de los fallos ya podemos analizar cuáles son los elementos que producen más fallos.

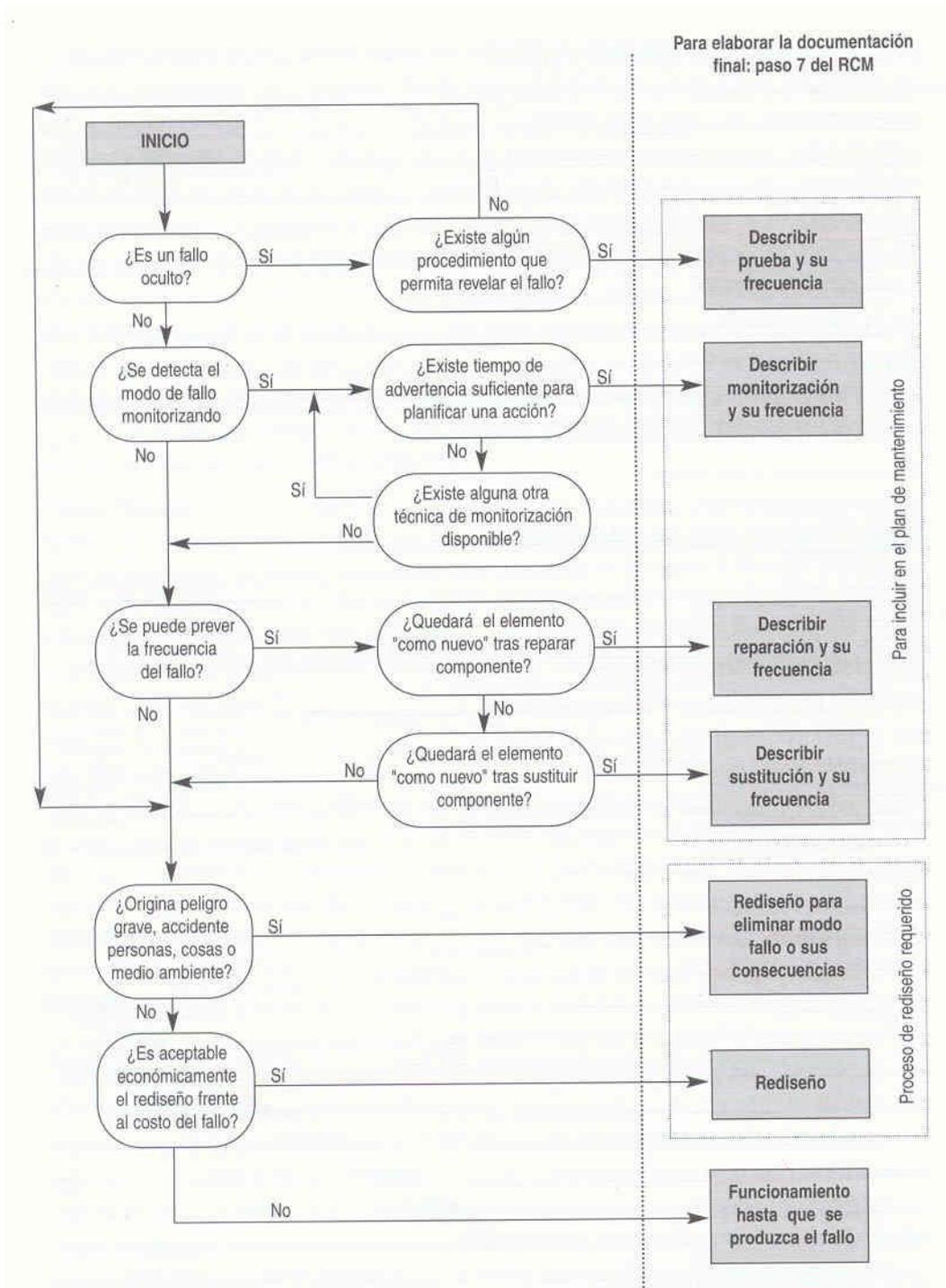
#### **5. Identificación de los efectos de esos fallos.**

Una vez que tenemos identificados cada uno de los fallos incluyendo los ocultos estudiamos las repercusiones de estos fallos en cada uno de los sistemas. Puede ser que un pequeño fallo en un elemento no tenga apenas repercusiones en éste, pero si afecte de manera muy importante al siguiente elemento de la estructura. Por tanto es muy importante ver la repercusión de cada uno de los fallos tanto en elemento en que se producen como en el resto de la instalación.

#### **6. Utilización de la lógica RMC para seleccionar la táctica de mantenimiento adecuada.**

Para la aplicación de la lógica RMC un concepto que es fundamental es saber distinguir entre fallos ocultos y el resto de fallos, ya que los primeros tienen una dificultad añadida para su tratamiento y unas condiciones de funcionamiento que los hacen, en la mayoría de los casos, esenciales para la seguridad del sistema al que pertenecen. En gran número de casos los sistemas a los que afectan son elementos del sistema de seguridad pasiva de un equipo o instalación. Cuando se trata de fallos ocultos no se puede monitorizar la condición, ya que el dispositivo no se encuentra normalmente en funcionamiento y cuando lo hace si no funciona puede tener consecuencias muy importantes. Por ejemplo una sirena contra incendios no funciona nunca pero si hay un incendio y no avisa puede tener importantes consecuencias.

Una vez marcadas las diferencias entre los distintos tipos de fallos se puede entender el funcionamiento de la lógica RMC en la siguiente figura:



**7. Documentación del programa de mantenimiento y depuración del mismo conforme se adquiere experiencia en la operación del elemento.**

Por último, se redacta un documento que recogerá el conjunto de tareas a realizar sobre cada uno de los elementos tratados, agrupadas por frecuencias, técnicas a emplear, localización etc. Esta fase final del RCM no es ni fácil ni rápida.

