

# Ma



MANTENIMIENTO

## Optimización del plan de mantenimiento

*“Es una locura seguir haciendo las cosas como siempre y esperar resultados diferentes”.*

Ana Abrantes

*El artículo comenta la evolución hasta nuestros días de la distribución de las diferentes tareas de mantenimiento (reactivo, preventivo y predictivo), para constatar que la situación no ha cambiado prácticamente nada con el tiempo: que el mantenimiento predominante sigue siendo el reactivo, y que el menos utilizado, el predictivo, sin embargo, es el más eficaz. La optimización del plan de mantenimiento de una planta consiste, por tanto, en invertir esa situación, es decir, que la mayor parte del mantenimiento sea de tipo predictivo. El artículo nos da algunas ideas sobre cómo debe implantarse y desarrollarse un adecuado plan de mantenimiento predictivo.*



**J.P. Rayo Peinado**  
Director del Área  
de Fiabilidad  
Preditec/IRM, S.A.

**EN EL AÑO 2010** una encuesta llevada a cabo por nuestra empresa sobre una muestra de 250 plantas de diferentes segmentos de nuestro tejido industrial mostraba que más del 55% del mantenimiento llevado a cabo es mantenimiento al fallo (reactivo), un 35% preventivo y un 10% predictivo. En 1988, un estudio de *benchmark* llevado a cabo en USA indicaba que no menos de un 55% del mantenimiento ejecutado en su industria era reactivo, 30% preventivo, 10% predictivo y sólo un 5% proactivo. En 1992, CSI publicaba un estudio en el que se concluía que sobre las diferentes plantas analizadas un 50% era reactivo, 25% preventivo, 15% predictivo y 10% proactivo. Otro estudio de *benchmark* en 1997 mostraba una vez más que el mantenimiento reactivo era más del 50%, el preventivo estaba entre un 25% y un 30%, mientras que el predictivo y proactivo juntos representaban menos de un 25%. El estudio más reciente del SMRP (*Society for Maintenance and Reliability Professionals*) indica unos porcentajes de 55% reactivo, 31% preventivo, 12% predictivo y 2% “otros”.

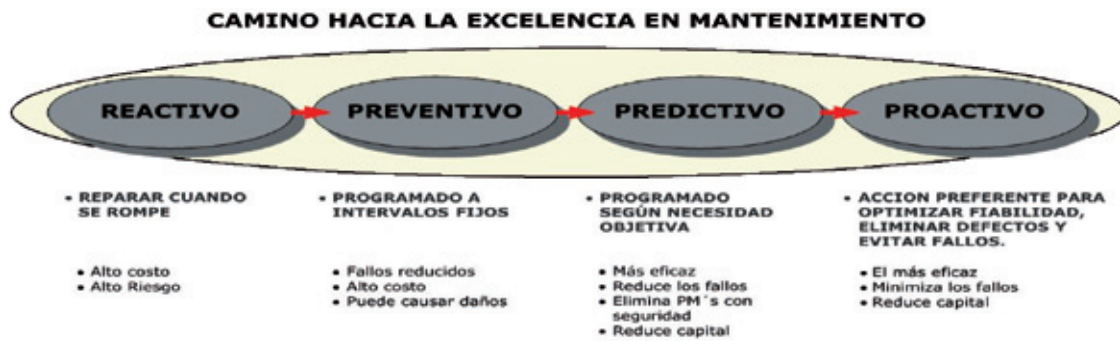
Estas cifras se desvían notablemente de las que se deben perseguir si se aplican las “mejores prácticas” y que se distribuyen de forma tal que un máximo de 10% debería dejarse a tareas reactivas, entre un 25% y un 35% debe ser preventivo, y 45% a 55% distribuido entre predictivo y proactivo.

Muchas empresas han invertido cientos de miles de euros en iniciativas de mejora y optimización de sus planes de mantenimiento, en implantación de tácticas de preventivo y predictivo (PM y PdM), en iniciativas de mejora de fiabilidad siguiendo metodología RCM,... y, después de un gran esfuerzo, continúan haciendo las cosas como siempre las habían hecho.

### 1. La implantación y/o la optimización de un plan de mantenimiento

Hablaremos de implantación en aquellos casos en que, se trate de una planta nueva que aun no ha entrado en operación y que, entre otros procesos, tendrá que implementar un nuevo plan de mantenimiento para sus activos productivos. También podremos hablar de implantación en el caso de aquellas plantas (pocas en la actualidad) que, incluso llevando

Figura 1  
Las diferentes tareas de mantenimiento y sus características



tiempo en operación, no tienen desarrollado un plan de mantenimiento y simplemente aplican un más o menos eficaz mantenimiento al fallo.

Hablaremos de optimización en aquellos otros casos, lógicamente más frecuentes, de empresas que llevan años en operación y se plantean un cambio en sus procedimientos y/o procesos con el fin último de ser más competitivos y obtener mejores resultados en sus cuentas de explotación.

En cualquiera de los casos, sabemos que para el correcto funcionamiento del departamento de mantenimiento, para que éste deje de verse como un centro de costes y se convierta en un centro de beneficio para el negocio, es imprescindible hacer una correcta distribución de tareas (reactivo - preventivo - predictivo) acorde con los valores de *benchmark* de los que se hablaba en la introducción a este artículo.

En el caso de una implantación, sabemos que uno de los mejores procedimientos que se puede seguir es aplicar la metodología desarrollada con el RCM, pero ¡atención! “*Reliability Centred Maintenance*” y no “*Resource Consuming Monster*” pues es en esto último en lo que el RCM se convierte en muchos casos.

En todo caso entendiendo que el objetivo fundamental del estudio RCM no es otro más que la distribución correcta de tareas entre reactivo (RTF) - preventivo (PM) y predictivo (PdM), y haciendo todo ello con un enfoque proactivo (Fig. 1).

De hecho, la definición de RCM según John Moubray es: “*Proceso a seguir para determinar las exigencias de mantenimiento de cada activo dentro de su contexto productivo*”, y, más adelante, se indica: “*Todo lo que se pueda predecir, se predice; lo que no se pueda predecir pero se pueda prevenir, se previene; lo que no se pueda predecir ni*

*prevenir, habrá que dejarlo al fallo siempre y cuando las consecuencias de éste sean aceptables para la planta; si no son aceptables, habrá que recurrir al rediseño o reingeniería para eliminar toda probabilidad de ocurrencia de fallo*”.

Si este objetivo fundamental no se tiene claro, el RCM fracasa y acaba convirtiéndose en un “monstruo consumidor de recursos”.

Así, conocemos empresas que iniciaron hace años uno de estos procesos (quizá porque era lo que se llevaba en ese momento) y después de gastar tiempo, dinero y recursos humanos, no saben dónde se encuentran.

Estas empresas, o aquellas que llevan tiempo funcionando con un sistema más o menos eficaz, puede que se encuentren en el momento de plantearse no ya una implantación, sino una optimización del proceso de mantenimiento.

En el caso de una optimización, el proceso de RCM teórico no es en nuestra opinión lo más recomendable. El RCM está planteado para iniciarlo desde cero. ¿Y por qué vamos a destruir lo que ya teníamos y que seguro que durante años nos ha servido para funcionar más o menos bien? No se trata de destruir, sino de mejorar lo existente y de forma que, con una muy escasa (a veces despreciable) inversión, y sin incrementar los recursos disponibles, podamos llevar a cabo los cambios justos que nos permitan una mejora importante en los resultados.

Si nos atenemos a los resultados de diferentes encuestas llevadas a cabo en el mundo, veremos que, tal como se refleja en la introducción, se hace demasiado mantenimiento al fallo (el más caro e ineficaz) y mucho mantenimiento preventivo (muchas veces innecesario), pero muy poco mantenimiento predictivo

(hasta hoy, el más eficaz).

En resumen, hacemos demasiado mantenimiento; y el mantenimiento cuesta dinero! ¡Y el mantenimiento al fallo o el preventivo son disruptivos; luego vamos a reducir la disponibilidad de planta! ¡Y cada vez que intervenimos en una máquina, comprometemos su fiabilidad!

Y si hacemos demasiado mantenimiento es porque quizá no lo implementamos adecuadamente desde un inicio y hoy estamos pagando las consecuencias.

### 1.1. Implantación y desarrollo del preventivo a intervalos fijos

¿Cómo nos lo planteamos en su día? Es evidente que una de las cuestiones a definir a la hora de iniciar cualquier proyecto es la inversión requerida para desarrollarlo.

El coste de desarrollo de un programa de preventivo depende en gran medida de la metodología utilizada.

La mayor parte de los programas de preventivo que hemos analizado se desarrollaron apoyándose en las recomendaciones de los fabricantes (OEM's) para establecer las gamas de los diferentes equipos junto con una rápida revisión del comportamiento histórico de estos, lo cual puede tener un costo asociado de alrededor de 300 € por gama, mientras que una implantación realizada con la aplicación de la adecuada ingeniería de fiabilidad y basada fundamentalmente en FMEA (análisis de modos y efectos de fallos) costará aproximadamente 1.500 € por gama.

Esta diferencia en costes hace que en ocasiones se decida aplicar la metodología básica.

Es importante indicar aquí, y así lo hemos constatado en bastantes casos, que muchas de las gamas de pre-



ventivo desarrolladas utilizando esta metodología básica pueden resultar más tarde en tareas que son inadecuadas o que no añaden valor alguno. Otras muchas podrían quizá ser sustituidas por tareas de predictivo.

Así, recuerdo el caso de una de nuestras compañías eléctricas en la que, hace unos años, el director de mantenimiento comentaba: “No quiero seguir interviniendo en los equipos de la central simplemente por el hecho de que ya han salido las amapolas en el campo”. “¿Es que no hay un método que me permita saber cuándo debo intervenir por evidencia de necesidad?”. Mi respuesta fue: “Sí, existe un método; se llama mantenimiento preventivo basado en condición (o predictivo) y, apoyándose en la vibración, se utiliza desde el año 1952”. A lo que él señaló lo siguiente: “Pues si es así quiero implementarlo ya, y dejar de hacer gamas de preventivo a intervalo fijo”.

Lo implementamos en todas las centrales de la compañía y recuerdo que en una de ellas, aplicando las mejores prácticas de proactivo, conseguimos, en el período de un año, reducir el nivel medio de vibración de la planta desde un nivel de 6 mm/s a otro de 2 mm/s. Este hecho, que puede no significar nada para el profano en análisis de vibración, se tradujo en una reducción de un 2% en el consumo específico de la planta, es decir, un ahorro de cientos de miles de euros al año, que sí entiendo todo el mundo y, sobre todo, los accionistas de la compañía.

Es curioso, pero lo que hicimos fue seguir una implantación de predictivo para determinar qué tareas de preventivo a intervalo fijo podrían ser sustituidas por tareas de preventivo según condición, es decir, aplicando la misma metodología que unos años después se seguiría según el proceso de RCM.

¿No será que lo más sencillo es seguir la lógica de aplicar el sentido común y olvidarnos un poco de tanta sigla que nos invade con nuevos métodos, filosofías, modas,... que si analizásemos en profundidad, veríamos que en muchos casos no aportan nada nuevo?

### 1.2. Implantación y desarrollo del preventivo según condición (predictivo)

La implantación del predictivo debe partir (como cualquier otra iniciativa) de un proyecto bien planteado:

- Que incluya un conocimiento de todas las técnicas disponibles.
- Que analice los activos a incluir.
- Que asigne tareas a realizar y técnicas a utilizar, según modos de fallo.
- Que establezca unos objetivos.
- Que implemente una métrica.

Insistiré una vez más en algo que siempre menciono al hablar de tácticas de mantenimiento, y es que el mantenimiento predictivo es una forma de hacer mantenimiento preventivo.

Recuerdo una ocasión en que comenté con el jefe de mantenimiento de una importante planta: “Deberíais implementar un buen programa de mantenimiento predictivo”, y me sorprendió su respuesta: “Lo tenemos en cartera, pero hemos adquirido un nuevo GMAO y estamos demasiado ocupados implementando el preventivo. Cuando terminemos esta fase, empezaremos a implementar el predictivo”.

Sencillamente no sabía de qué estábamos hablando.

La diferencia entre una gama de preventivo como hoy se entiende y otra de preventivo según condición (predictivo) es que aquella se hace a intervalos fijos (¿definidos en base a qué?) y la de predictivo se hace según como esté la máquina, es decir, cuando hay una evidencia de necesidad, y no porque “ya hayan salido las amapolas en el campo”.

Decíamos más arriba que el mantenimiento predictivo existe como tal desde el año 1952, en que una empresa de Columbus (Ohio), IRD

## LA DIFERENCIA ENTRE PREVENTIVO COMO HOY SE ENTIENDE Y PREVENTIVO SEGÚN CONDICIÓN (PREDICTIVO) ES QUE AQUÉL SE HACE A INTERVALOS FIJOS Y ÉSTE SEGÚN COMO ESTÉ LA MÁQUINA

Mechanalysis, sistematizó la aplicación utilizando como técnica la medida y análisis de vibración y aplicándolo fundamentalmente a máquinas rotativas.

Hasta los años 90, y con períodos cíclicos de mayor o menor “popularidad”, se ha venido aplicando en nuestras plantas sobre equipos rotativos y utilizando la vibración como herramienta.

En 1978 Stanley Nowlan y Howard Heap publican el informe “Reliability Centred Maintenance” (RCM) solicitado por el departamento de defensa de USA a United Airlines en 1974.

En 1991, John Moubray publica su libro RCM II, expandiendo el ámbito de aplicación desde el aeronáutico y militar en que se originó a la industria en general.

La entrada en escena del RCM reactiva e impulsa la utilización del mantenimiento predictivo, ya que hemos visto que enfatiza la utilización del PdM (“todo lo que se puede predecir se predice”), utilizando todas las herramientas necesarias para detectar cualquier modo de fallo posible, puesto que el 68% de éstos se presentarán de una forma totalmente aleatoria.

La conveniencia de utilizar todas las herramientas necesarias destruye el paradigma: “mantenimiento predictivo=> vibración”.

El hecho de que se deba y se pueda aplicar a cualquier tipo de activo: estático, dinámico, mecánico, eléctrico, instrumentación, destruye el paradigma: “mantenimiento predictivo => equipos rotativos”.



Hoy, el mantenimiento predictivo sólo se entiende en su correcta aplicación si se usan todas las técnicas necesarias, entre las que se encuentran:

- Medida de vibración.
- Termografía infrarroja.
- Análisis de aceites.
- Captación de ultrasonidos.
- Análisis del circuito de motores (MCA).

Todo lo expuesto implica que, una vez hecho el análisis FMEA o FMECA, sabremos qué fallos son predecibles (y aplicaremos predictivo en su detección) y con qué técnica se pueden detectar.

Hasta aquí habríamos llegado también como *output* aplicando un, muchas veces complicado, proceso RCM convencional.

A partir de aquí es donde a veces se para el proceso, es decir, en la no siempre fácil aplicación práctica e implementación de cada una de las técnicas necesarias y en la dificultad o desconocimiento a la hora de aplicar los puntos a, b,...,e, que se mencionan al principio de este epígrafe, y que son imprescindibles para un planteamiento correcto del proyecto.

Si pensamos en optimizar, debemos pensar en cambiar:

Recordemos la frase de Ana Abrantes que encabeza este artículo *“Es una locura seguir haciendo las cosas como siempre y esperar resultados diferentes”*.

Cuando hablamos de optimización, hablamos de mejorar nuestros resultados, luego hablamos de cambiar nuestra forma de hacer las cosas.

Y para cambiar la forma de hacer las cosas, tenemos que saber cómo las estamos haciendo hoy. Necesitamos saber qué es lo que estamos ha-

ciendo mal y también lo que estamos haciendo bien. Nuestros puntos débiles serán nuestras oportunidades de mejora.

## 2. El diagnóstico o auditoría de la función mantenimiento

El segundo principio de la termodinámica establece: “La cantidad de entropía del universo tiende a incrementarse con el tiempo”.

En paralelo, la conocida “ley de Murphy” sentencia: “Todo lo que pueda ir a peor, irá a peor”.

Basándonos en estas dos inexorables afirmaciones, podemos concluir que las cosas dejadas a su libre albedrío tienden al caos.

Así, en nuestro trabajo hemos constatado cómo en muchas plantas en que inicialmente se implementó un correcto modelo de mantenimiento, el tiempo ha ido deteriorando los procesos que, si han cambiado en un intento de mejorar o adaptarse a la evolución natural, lo han hecho

## PARA SABER CUÁL ES NUESTRA SITUACIÓN Y CUÁLES NUESTROS PUNTOS DÉBILES, DEBEREMOS SOMETER NUESTRO PROCESO A UNA AUDITORÍA ANUAL

en la mayor parte de los casos según el criterio de las diferentes personas que han ido pasando por el departamento de mantenimiento o tomando decisiones en la actividad de éste desde otras áreas de la planta.

Hoy sabemos, a través de los casos en que hemos trabajado, que es imprescindible y siempre rentable analizar periódicamente el estado de nuestro proceso.

La norma PAS55 (futura ISO 55000) de gestión de activos recomienda que los procesos se sometan a una auditoría periódica que diagnostique si se está siguiendo el camino correcto o hay desviaciones a corregir en nuestra trayectoria.

Para saber cuál es nuestra situación y cuáles nuestros puntos débiles (oportunidades de mejora), deberemos someter nuestro proceso



a una auditoría anual. Aunque ésta puede ser interna, es siempre preferible que unos ojos expertos ajenos a nuestra organización puedan analizar y detectar defectos que nosotros no veríamos, pues posiblemente no nos llamen la atención hechos cotidianos a los que ya estamos acostumbrados y vemos como algo normal.

Ya hemos aprendido que la excelencia en mantenimiento y fiabilidad empieza por una correcta distribución de tareas entre mantenimiento reactivo, preventivo y predictivo.

También sabemos a través de encuestas, y nuestra experiencia lo corrobora, que en promedio el 55% - 60% del mantenimiento que se hace en nuestras empresas es mantenimiento al fallo ¡En el siglo XXI!

Y deberíamos tener en cuenta la realidad demostrada de que un reducción del mantenimiento reactivo para llevarlo al entorno de un 15-20%, cómo máximo, supone reducir el coste de mantenimiento en un 56%.

Y sabemos también que el mantenimiento predictivo es sencillo de implementar y/o de optimizar. En la mayor parte de los casos será suficiente un mes de trabajo. Los resultados se verán a corto plazo.

A través de nuestro servicio de diagnóstico de la función mantenimiento, hemos comprobado que, en la mayoría de las empresas, desglosando en tareas una muestra de las gamas de mantenimiento preventivo a intervalo fijo resulta:

- Alrededor de un 30% de éstas no añaden ningún valor y podrían eliminarse.
- Un porcentaje próximo a otro 30% podrían sustituirse por predictivo.
- Otro alto porcentaje de tareas están mal especificadas y terminan por no hacerse.



Y la conclusión es que, en líneas generales, se hace demasiado mantenimiento, y esto: cuesta dinero, compromete la fiabilidad, disminuye la disponibilidad y, por tanto, la tasa de producción, y consume recursos.

### 3. La sostenibilidad del plan de mantenimiento y fiabilidad

¿Por qué sólo unas pocas empresas han conseguido el éxito y mantienen sus programas de mantenimiento en buen “estado de salud”, mientras que otras fracasan o abandonan al cabo del tiempo?

La respuesta está en que, por muy bien establecido que originalmente estuviera nuestro plan de mantenimiento, acabará viniéndose abajo si no se planteó para que fuese sostenible en el tiempo (no nos olvidemos del segundo principio de la termodinámica).

La sostenibilidad se apoya en ciertos elementos clave que realmente permiten alcanzar verdadera rentabilidad a largo plazo.

La sostenibilidad nos proporcionará la oportunidad de cosechar los beneficios financieros derivados de la iniciativa de optimización de mantenimiento y mejora de fiabilidad sólo cuando esta iniciativa esté arraigada en la cultura de la organización.

La fiabilidad necesita ser parte de la cultura de la planta tanto como lo es hoy el plan de seguridad. Los planes o programas de seguridad son consistentemente mejores y más robustos a medida que pasa el tiempo porque son parte de la cultura.

Si la implantación de un nuevo modelo de mantenimiento o fiabilidad o la iniciativa de optimización de los existentes se ven como un proyecto que en un momento dado se ha terminado y que ha permitido a la organización pasar a un nuevo estado estable, el fallo está asegurado (recordemos la entropía).

Para que los cambios sean eficaces se debe prestar especial atención a aquellos elementos que aumenten la probabilidad de permanencia. Ninguna iniciativa de mejora será eficaz si el proyecto es considerado como “la moda de la temporada”.

Como decíamos en la introducción, muchas empresas invierten en proyectos de optimización de mantenimiento y fiabilidad sólo para encontrar que seis meses después han vuelto a la misma situación que

## PARA QUE LOS CAMBIOS SEAN EFICACES SE DEBE PRESTAR ESPECIAL ATENCIÓN A AQUELLOS ELEMENTOS QUE AUMENTEN LA PROBABILIDAD DE PERMANENCIA

originalmente motivó la iniciativa de mejora.

Es imprescindible desde luego implementar un conjunto de indicadores que midan el grado de cumplimiento con los nuevos procedimientos. Como dijo T. Juran: “*Lo que no se mide no se puede controlar*”, o dando la vuelta a la oración: “*Lo que se mide, se ejecuta*”, lo cual es totalmente aplicable en el proceso de cambio de hábitos de una organización responsable de mantener y operar activos millones de euros en activos productivos necesarios para garantizar la calidad, cantidad y rentabilidad del producto fabricado por la compañía.

Los elementos en los que se apoya la sostenibilidad incluyen, entre otros:

1. Implicación de toda la organización y total compromiso de la dirección.
2. Gestión y transmisión del conocimiento. Formación.
3. Liderazgo.
4. Establecimiento de indicadores. Mediciones. Auditoría.

La experiencia y la historia nos ha hecho ver que, si no se tienen en cuenta estos elementos y no se establece un adecuado cuadro de mando, el comportamiento se degradará rápidamente hasta llegar a los niveles anteriores.

Muchas empresas confían hoy la implantación de estas iniciativas a alguna compañía externa que puede servir para garantizar la sostenibilidad al poder asumir, en colaboración con la organización, la responsabilidad de los puntos 2, 3 y 4 partiendo desde la definición inicial del modelo a seguir y continuando con su posterior implantación y con el seguimiento de resultados.

### 4. Resumen

En los años 90 se pensaba, y probablemente era cierto, que el mantenimiento era el único “gasto controlable” que realmente estaba pendiente de controlar.

Desde entonces, muchas empresas han gastado millones de euros tratando de implementar uno u otro sistema para optimizar el mantenimiento y la gestión de sus activos.

Lo cierto es que hoy, en la mayor parte de los casos, se siguen haciendo las cosas como siempre se han hecho. La distribución de tareas reactivo, preventivo, predictivo no ha variado.

De las muchas empresas que hace años implementaron algún tipo de iniciativa de mejora, no sé si un 10% siquiera reconocen haber alcanzado los beneficios que se anticipaban, mientras que, en estas mismas, los empleados piensan que la implantación ha tenido éxito sólo en un 20% de casos, y en el resto creen que no ha servido para nada.

¿Será que hemos puesto demasiadas expectativas en la contribución que los departamentos de mantenimiento pueden aportar al beneficio de la compañía?

De 34 años de dedicación al mantenimiento predictivo, he dedicado al menos los veinte últimos, y sigo dedicando parte de mi tiempo (porque creo en ello), a difundir la idea de que el 45-55% de nuestro flujo de trabajo debe estar basado en el mantenimiento predictivo y sus resultados, pero el promedio vemos que sigue estando en no más de un 10%.

Nadie dijo que el mantenimiento sea una tarea fácil, pero, si aplicamos las mejores prácticas; si nos dejamos guiar por los expertos y aplicamos aquellas tácticas que, como el mantenimiento predictivo, se están utilizando ¡desde el año 1952!, y continúan en vigor; si no nos dejamos influenciar por “cantos de sirena” que, con el anuncio de nuevos métodos, nos desvían de nuestro objetivo; si incorporamos nuestras iniciativas a la estrategia de nuestra empresa, entonces tendremos el éxito asegurado.

“El mantenimiento predictivo es un proceso que lleva hacia la excelencia en mantenimiento, a la mejora continua de la fiabilidad de los activos y que, en cualquier caso, merece la pena implementar”. 