

Modelo de certificación de sistemas de monitorizado de la condición según la norma ISO 17359-2011



José P. Rayo Peinado

Director Área de Fiabilidad en Preditec/IRM

[in](#) Contactar a través de LinkedIn

RESUMEN

La edición de 2011 de la norma ISO17359 incorpora aspectos positivos, algunos extraídos del **RCM**, a tener en cuenta a la hora no sólo de implementar sino también de ejecutar y medir los resultados de un programa de monitorizado de condición, dentro de una correcta distribución de tareas de mantenimiento.

Muchas de las recomendaciones que, aunque de forma breve, se dan en esta norma, están basadas en la experiencia de multitud de

personas y compañías que han dedicado años de trabajo al perfeccionamiento de esta herramienta básica del **mantenimiento predictivo**.

De la adecuada implantación del monitorizado de condición y de su correcta explotación depende el éxito de los departamentos de mantenimiento en el camino hacia el logro de la fiabilidad del activo, tal como se menciona en la normativa como **PAS-55** o ISO-55000.

Revisamos en este artículo un modelo de implantación, diagnóstico y certificación del monitorizado de condición revisando algunos de los aspectos más importantes a tener en cuenta, que no siempre se cumplen, y que sería necesario auditar periódicamente en el caso particular de cada empresa encaminándonos así hacia la certificación como empresa “excelente” en aplicación del **mantenimiento predictivo** y su herramienta el **monitorizado de condición**, según ISO 17359.



www.preconcerto.com

Más información

INTRODUCCIÓN

Todos nos hemos hecho alguna vez preguntas como:

- ✓ ¿Cuál es la mejor táctica de mantenimiento que podría utilizar?
- ✓ ¿Cuál es la edad ideal a la que debería reemplazar el activo?
- ✓ ¿Con qué debería sustituir ese activo?
- ✓ ¿Cómo sacar el mejor partido a las nuevas tecnologías?
- ✓ ¿Qué técnicas debería implementar?
- ✓ ¿Qué riesgos corremos cuando falla un activo?
- ✓ ¿Qué podemos hacer para detectar, gestionar y minimizar esos riesgos?

Estos son los retos a los que nos enfrentamos en el día a día y que haciendo uso de nuestro conocimiento y experiencia, con el apoyo de las NORMAS y/o con el de alguna compañía externa, encontraremos las respuestas. Debemos aprender o, de lo contrario, pagar las consecuencias de la ignorancia.

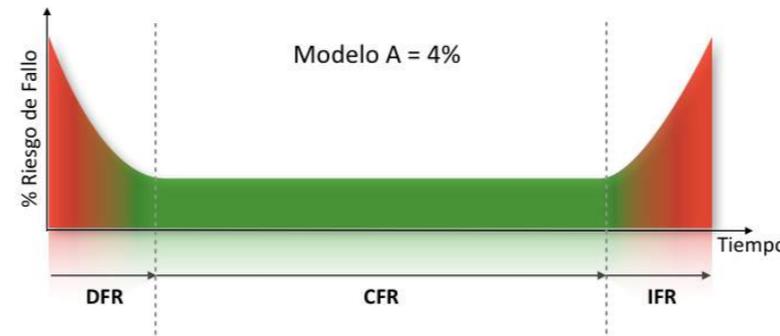
Las normas como **PAS 55** - ISO 55000, esta última de reciente aparición en Enero de 2014 hablan, como sabemos, de Gestión de Activos.

Ahora bien, dentro de la gestión de activos, y analizando el ciclo de vida de estos nos daremos cuenta de que una parte muy destacable del OPEX es la que corresponde al Mantenimiento y que junto con el consumo energético suman la mayor parte del costo de operación.

Si hablamos de mantenimiento tendremos que hablar de la mejor táctica que hoy en día debemos utilizar allí donde se pueda y esta es el **Mantenimiento Predictivo**. Y como herramienta fundamental del Predictivo tendremos que considerar la implantación de un sistema de **Monitorizado de**

Condición y esto deberíamos hacerlo siguiendo las pautas de la norma **ISO 17359-2011**.

Debemos por tanto olvidar viejos paradigmas como aquel de “cuanto más viejo es un equipo más probable es que falle” y que se resume en el conocido gráfico de la bañera, todavía hoy reconocido y utilizado por muchos.



Este modelo de evolución al fallo encierra muchos contrasentidos, particularmente en la zona de “desgaste” y conduce a que se gasten anualmente cientos de millones de euros haciendo trabajos innecesarios que además comprometen la fiabilidad del activo. Técnicamente nunca habrá una justificación para llevar a cabo una revisión total del equipo. Debemos por tanto cambiar de enfoque desde el equipo hacia los componentes críticos, siendo estos los que habrá que sustituir o reparar cuando lleguen a la zona de desgaste de la curva.

EL MANTENIMIENTO DEBE SER UNA FUENTE DE BENEFICIO

Así un ejemplo de éxito lo encontramos en el trabajo realizado por la compañía Aérea United Airlines en la década de los 70 del pasado siglo XX.

“Según las políticas tradicionales de mantenimiento, el programa inicial de mantenimiento para el Douglas DC-8 incluía la revisión programada de 339 items mientras que el programa

inicial para el DC-10, basado en MSG-2 sólo asignaba siete items a revisar. Uno de los items no sujetos a un límite para inspección según el último programa eran las turbinas. La eliminación de estas tareas programadas no sólo llevó a grandes reducciones en costos de mano de obra y materiales sino que también redujo en más de un 50% el inventario de repuestos de turbina necesario para cubrir las actividades de taller. Dado que el costo de las turbinas de grandes aviones es superior a un millón de dólares cada una, este es un ahorro más que respetable.

Otro ejemplo a contemplar es que según el programa inicial desarrollado para el Boeing 747, United Airlines empleaba sólo 66.000 horas/hombre en mayores inspecciones estructurales para cumplir un intervalo de inspección de 20.000 horas. En contraste, las políticas tradicionales de mantenimiento precisaban de un gasto superior a 4.000.000 de horas/hombre para mantener el mismo intervalo en inspecciones estructurales del más pequeño y menos complejo Douglas DC-8.”

Y estos logros se consiguieron sin comprometer en modo alguno la fiabilidad ni la seguridad de operación, aspectos fundamentales en un avión.

Al contrario, la mejor **comprensión del proceso de fallo** en equipos complejos, contribuyó a mejorar la fiabilidad ayudando a definir tareas preventivas basadas en la evidencia de fallos potenciales.

EL MANTENIMIENTO DEBE SER PLANIFICADO Y PREFERIBLEMENTE BASADO EN CONDICIÓN (PREDICTIVO)

Si analizamos las etapas anteriores veremos que la estrategia fundamental de hacer mantenimiento era revisar/ reparar a intervalos fijos, pero el tiempo demostró que con ese tipo de actividad, muchos fallos no podían ser prevenidos ni reducidos.

El análisis de miles de datos acumulados de la creciente flota de aviones comerciales demostró que los desmontajes programados tienen muy poco efecto en la fiabilidad total de un *item* complejo a menos que dicho *item* tenga un modo de fallo dominante como es la fatiga o el desgaste.

Dicho análisis demostró también que existen muchos *items* para los que no hay una forma adecuada de mantenimiento programado a intervalos fijos y que debería llevarse a cabo mantenimiento sólo en función de necesidad o lo que es igual **Mantenimiento según Condición (Predictivo)**.

El departamento de defensa de EEUU solicitó a United Airlines en 1974, un informe sobre el proceso que se había seguido para llegar a optimizar el plan de mantenimiento de los aviones de su flota.

Dicho informe fue elaborado por los Ingenieros Stanley Nowlan y Howard Heap y presentado en 1978 bajo el título de Mantenimiento Centrado en Fiabilidad o RCM.

Posteriormente, en 1990, aparece la primera edición del libro de John Moubray RCMII en el que el autor extrae de aquel documento original todo lo necesario y aplicable de forma práctica en el entorno de las plantas industriales y añadiendo, entre otras cosas, más de 60 páginas a las técnicas de monitorizado de condición.

El RCM aconseja aplicar Mantenimiento Predictivo a todos los modos de fallo críticos que se puedan predecir de una forma práctica y sencilla.

Se enfatiza así el mantenimiento predictivo que había hecho su aparición en 1952 de la mano de la compañía IRD Mechanalysis de Columbus (Ohio).

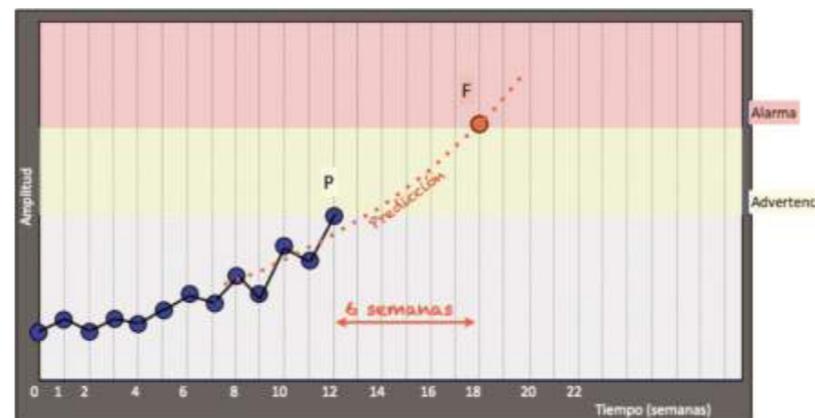
EL MONITORIZADO DE CONDICIÓN

Y si hablamos de **Mantenimiento Predictivo**, tenemos necesariamente que hablar de **Monitorizado de Condición**, es decir, del seguimiento en el tiempo de una variable que nos indique cual es el estado de salud del activo en estudio.

Las variables a seguir pueden ser todas aquellas que den alguna información sobre el estado del activo como: Vibración, Temperatura, Ultrasonidos emitidos, Contaminación, Voltaje, Corriente, Presión, Caudal, etc.

Hoy en día las **técnicas de monitorizado** más utilizadas son:

- ✓ **Medida y Análisis de Vibración**
- ✓ **Termografía**
- ✓ **Análisis de Aceites**
- ✓ **Captación de ultrasonidos**
- ✓ **Análisis del circuito de motores (MCA)**
- ✓ **Inspección sensorial**



Así, y como vemos en la figura, las medidas adquiridas en intervalos de tiempo determinados (p.ej.: semanalmente) nos permitirán hacer un seguimiento del estado de salud del activo y detectar el fallo potencial (P).

A partir de ahí y extrapolando del gráfico histórico, podremos **predecir** (la característica de **predictivo** que tiene este tipo de monitorizado, es la que le da nombre a la táctica de mantenimiento según condición) el tiempo que falta para que se llegue al fallo funcional (F) y, si lo hemos hecho bien, podremos intervenir antes de que el fallo, y sus consecuencias, lleguen a producirse.

En el caso de la figura vemos que disponemos de 6 semanas para actuar y eliminar la causa de fallo.

BENEFICIOS DEL MONITORIZADO DE CONDICIÓN

Hoy, tras más de 62 años transcurridos desde su aparición, están más que probados los beneficios que se pueden obtener del Mantenimiento Predictivo y su herramienta el Monitorizado de Condición y que, entre otros, son:

- ✓ Aumento de la disponibilidad de planta.

Supongamos a modo de ejemplo una central eléctrica de fuel, de 500 Mw. : *Estimando un precio de venta de la energía de 50€/Mw/h, y un costo del fuel oil de 25 €/Mw/h obtendríamos un beneficio bruto de otros 25 €/Mw/h.*

De esta forma el lucro cesante por tiempo improductivo y día, sería de:

$$500Mw \times 25€ \times 24 \text{ horas} = 300.000€/día$$

Un aumento de la disponibilidad de sólo un 2% supondría 7 días productivos lo cual equivaldría a 2.1 M€ de beneficio.

- ✓ Sostenimiento de la fiabilidad.
- ✓ Importante reducción en costes energéticos.
- ✓ Reducción del OPEX en el ciclo de vida.
- ✓ Aumento del MTBF.
- ✓ Reducción del MTTR.
- ✓ Reducción de los costes de Mantenimiento.

Ahora bien, para conseguir estos y otros posibles beneficios es necesario que el programa esté bien diseñado desde el inicio y bien gestionado a lo largo de los años siguiendo algún modelo de mantenimiento.

Y si somos conscientes de que no ha sido bien diseñado, deberíamos corregirlo lo antes posible detectando los fallos y actuando con las correspondientes medidas correctoras y, en cualquier caso, debemos revisar el sistema mediante auditorías semestrales o anuales, que nos ayuden a confirmar que seguimos en el camino correcto.

Tanto si se trata de revisar la situación del programa de Predictivo como si se trata de implementar adecuadamente un nuevo proyecto, podemos y deberíamos apoyarnos en la experiencia y el trabajo de muchos, que se ha plasmado en la norma **ISO 17359:2011**

ACERCA DE LA NORMA ISO 17359-2011

En primer lugar la norma incluye, y pide que se incluya el PdM y el monitorizado de condición, dentro de la estrategia global del negocio, recomendando que se lleve a cabo un análisis costo/beneficio pues nunca debemos olvidar que el mejor mantenimiento es aquel que es más rentable.

La norma ISO 17359 - 2011 establece los pasos a seguir para implantar adecuadamente una estrategia de monitorizado de condición.

Nuestra experiencia nos dice que son pocas las empresas que han seguido o siguen estas pautas de trabajo y así, si nos fijamos en los hitos que la norma demanda hemos detectado errores o prácticas incorrectas en aspectos como:

1. El proceso no está integrado dentro de la estrategia del negocio.

2. Se ha hecho una inadecuada selección de equipos a incluir en el programa, (ausencia de análisis de criticidad).

3. Existe un gran desconocimiento de las funciones y/o de los modos de fallo de los equipos.

4. El monitorizado está más centrado en el equipo que en sus componentes críticos.

5. Hay una incorrecta distribución de tareas entre Mantenimiento Preventivo a intervalo fijo y Mantenimiento Preventivo según condición (Predictivo) existiendo una mala selección de la táctica más adecuada para cada modo de fallo.

6. Se tiene una alta dependencia de una sola técnica de monitorizado (en muchos casos de la vibración) quizá por desconocimiento de otras hoy disponibles.

7. Los sistemas de adquisición de datos (hardware y/o software) son inadecuados, insuficientes o están obsoletos.

8. Las mediciones llevadas a cabo en el monitorizado de condición son insuficientes, incorrectas, de baja calidad y/o fiabilidad.

9. Los intervalos de chequeo no están bien establecidos.

10. Los niveles de alarma de las distintas variables medidas están mal configurados y/o no se revisan periódicamente.

11. Existe una **falta de formación** del personal, tanto en los conceptos y objetivos del predictivo y del monitorizado de condición, como en la utilización de la instrumentación, hardware y software utilizada.

12. Falta de fiabilidad en los diagnósticos quizá derivada de una deficiente formación.

13. Los problemas no se reportan adecuadamente o no existe una plataforma que facilite el flujo de información.

14. Los trabajos de corrección de fallos son efectuados sin seguir las buenas prácticas del mantenimiento de precisión.

15. Hay una falta de realimentación entre departamentos sobre los trabajos realizados.

16. Existe en general un bajo o muy bajo nivel de proactividad.

17. No se han establecido objetivos a medio y largo plazo.

18. Ausencia de KPI's o falta de seguimiento de los mismos.

19. No se audita periódicamente el sistema y por tanto, no se revisa ni se mide su eficacia ni la eficiencia de las personas involucradas en el mismo.

Resaltamos la importancia de los pasos 9 y 10 pues si los intervalos de chequeo no se adaptan al intervalo P-F y si no disponemos de alarmas capaces de destacar la presencia del fallo potencial (P) lo antes posible, entonces, más vale que no perdamos tiempo pues así nunca llegaremos a obtener los beneficios del monitorizado de condición.

UN MODELO DE DIAGNÓSTICO

Nuestra experiencia de la falta de cumplimiento de los pasos que pide la norma, y que resumimos en los 19 pasos analizados más arriba, nos ha llevado igual que a otros, a crear un **modelo de diagnóstico** del sistema que apoyado fundamentalmente, aunque no exclusivamente*, en la norma **ISO 17359-2011** y en los más de 25 años de experiencia de nuestra compañía **y más de 300 años de experiencia** acumulada por nuestros técnicos, nos permite **CERTIFICAR** a aquellas empresas que cumplan unos requisitos determinados como empresa modelo **en la implantación y seguimiento del PdM.**

¿ES UN PROCESO COMPLICADO?

No. En absoluto. No tratamos de hacer complejos análisis teóricos sin que se vean resultados. Huimos del “**Resource Consuming Monster**”

En una semana de trabajo en planta (variable en función de la dimensión de ésta) y siguiendo un procedimiento definido y basado fundamentalmente en un elaborado cuestionario, se realizarían las siguientes tareas:

En primer lugar una formación sobre el mantenimiento predictivo y el monitorizado de condición junto con sus objetivos fundamentales y la forma de implementarlo según ISO 17359.

A esto seguirá un recorrido con sus técnicos por sus instalaciones, para comprender su proceso y analizar aspectos que afecten al comportamiento de los equipos. De acuerdo con la planta, se hará una selección de varios equipos críticos llevándose a cabo un análisis básico de las gamas y tareas ejecutadas sobre ellos.

Se hará a continuación un análisis de las tareas de PdM que quizá estén definidas en la planta, comprobando aspectos como: Parámetros de seguimiento, niveles de alarma, intervalos de chequeo, sistemas de medida y tecnologías asociadas.

Se revisará el grado de formación y entrenamiento de sus técnicos.

Estudiaremos el grado de proactividad y otros posibles indicadores de proceso (KPI's) en uso por la planta.

Todo el proceso servirá también de formación para los técnicos que nos acompañen en el diagnóstico acogiéndonos así a la filosofía de “**Aprender haciendo**”.

Los datos recopilados en planta serán analizados en nuestras oficinas y en un plazo de no más de dos semanas, presentaremos un informe con las medidas correctoras sugeridas para adaptar el sistema a las “mejores prácticas” establecidas por las normas.

Se iniciará un período de tiempo durante el que la planta, con o sin nuestro apoyo, aplicará las medidas correctoras sugeridas y transcurrido ese tiempo, volveremos para comprobar que se han aplicado correctamente las mejoras propuestas.

Si todo es correcto su empresa sería certificada como modelo en la aplicación de la norma ISO 17359-2011 junto con los técnicos que hubiesen participado que serán certificados también en las técnicas en las que se hayan formado y pasado examen según la norma ISO 18436.

¿QUÉ BENEFICIOS SE PUEDEN CONSEGUIR?

Con una mínima inversión económica y en un tiempo no superior a un mes se puede estar en disposición de conseguir:

- ✓ Importantes mejoras en la “salud” de nuestro activo.
- ✓ Mejoras en disponibilidad.
- ✓ Mejoras en fiabilidad.
 - Influencia en los beneficios por la mejora de un 2% en la Disponibilidad en una Central de 500 Mw.: **2.100.000 € de incremento en beneficios.**
- ✓ Hacer menos mantenimiento.

- ✓ Eliminar tareas de preventivo a intervalo fijo (PM), que no aportan ningún valor.
- ✓ Optimizar las tareas de predictivo (PdM) para incrementar la eficacia y eficiencia del sistema.
- ✓ Reducir el consumo energético.
 - El equilibrado y alineación de precisión consigue una importante reducción del consumo específico en una Central Térmica de FUEL: **1.250.000 €/año**
- ✓ Conocer y aplicar técnicas actuales
 - Ahorros por aplicación de la técnica M.C.A. (análisis del circuito de motores) en una planta papelera: **780.000 € en un año**, dando como resultado un “Payback” inferior a un mes.
 - Ahorros por la aplicación de la técnica de captación de ultrasonidos.: **19.000 €** en una sola instalación de aire comprimido.

Muchas empresas, siguiendo las mejores prácticas de mantenimiento predictivo e integrando este como un componente más de la estrategia del negocio, han conseguido resultados que les han permitido demostrar que el mantenimiento puede y debe ser un centro de beneficio y que nunca más sea considerado como un centro de costes o como “el pariente pobre de la familia al que no queda más remedio que mantener”



Si está interesado en el artículo “*Modelo de certificación de sistemas de monitorizado de la condición según la norma ISO 17359-2011*”

Puede contactar con nosotros en: info@preditec.com

www.preditec.com
info@preditec.com
+34 976 200 969