



## ¿POR QUÉ MANTENIMIENTO PREDICTIVO ANTES QUE PREVENTIVO?

© HENRY ELLMANN 2006

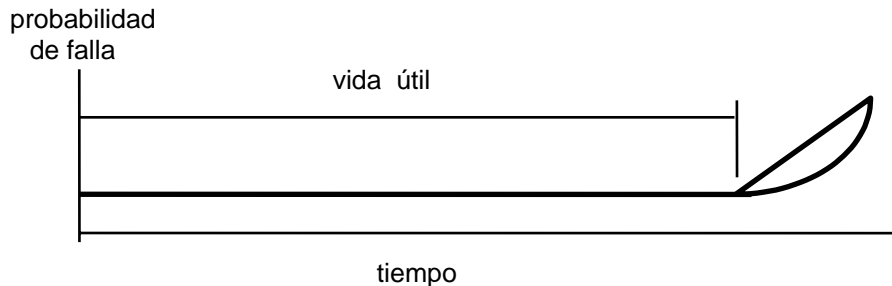
El RCM2, Reliability -Centred Maintenance, MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD de Aladon LLC. que rápidamente ha pasado a dominar los procedimientos para fijar estrategias de mantenimiento, nos enseña que el Mantenimiento Predictivo tiene precedencia sobre el tradicional Mantenimiento Preventivo.

En el Paradigma del Mantenimiento Moderno de John Moubray que se ha transformado ya en un “clásico” del mantenimiento moderno, una de las quince máximas (la Máxima 8) explica esta precedencia, por otra parte contenida en el “Diagrama de Decisión de RCM2 de Aladon” que nos lleva a investigar necesariamente para cada modo de fallo si un MANTENIMIENTO PREDICTIVO es “*técnicamente viable y merece la pena*” ser efectuado, **ANTES** de investigar si un MANTENIMIENTO PREVENTIVO es “*técnicamente viable y merece la pena*” ser efectuado..

Cuando enseñamos y aplicamos RCM2 aún surgen con cierta frecuencia algunas dudas y controversias sobre este punto. En el presente trabajo nos proponemos explicar y demostrar con algo más de detalle la validez e importancia de este enfoque.

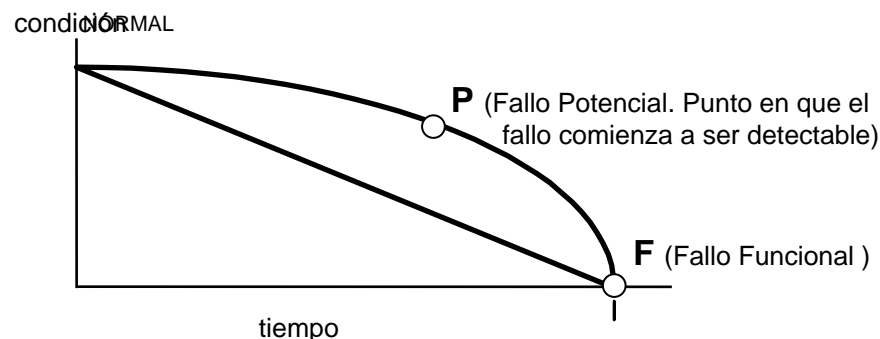
Ante todo repasemos claramente cuál es el concepto de “Predictivo” y “Preventivo”. El tradicional mantenimiento preventivo se basa en el concepto de PREVENIR el fallo antes de que ocurra. En efecto, tengo DOS formas clásicas de prevenir un fallo funcional. Ambos son “MANTENIMIENTO PRO-ACTIVO”: hago algo antes de que el fallo me haga algo.

- 1.- PREVENTIVO.** Lo realizamos en ciclos preestablecidos, INDEPENDIENTE de la condición en que se encuentre en el momento de la intervención.



**2.- PREDICTIVO ó “A CONDICIÓN”.**

Lo realizamos después de verificar “en qué condición está”, y sólo si dicha condición indica que la reparación ES necesaria.



En ambos casos, buscamos Restaurar ó Cambiar el elemento que produce el modo de fallo, ANTES de que ese modo de fallo produzca el fallo funcional.

Con esto EVITAMOS las *consecuencias* que el fallo funcional traería consigo si lo dejamos ocurrir, es decir **evitamos** “esperar el fallo para CORREGIRLO solo después de ocurrido”. Nótese que NO evitaremos la reparación ni el costo que ocasionará dicha reparación. Pero SÍ evitaremos las *consecuencias* que tendríamos si



dejamos que el fallo ocurra. Consecuencias que pueden afectar a la SEGURIDAD, al MEDIO AMBIENTE ó a la ECONOMÍA operativa.

## **MANTENIMIENTO PREVENTIVO O CÍCLICO INDEPENDIENTE DE LA CONDICIÓN EN QUE EL COMPONENTE A MANTENER SE ENCUENTRA EN EL MOMENTO DE LA ACCIÓN:**

Uno de los conceptos fundamentales de RCM2 es que *no todos los componentes (mecánicos, eléctricos, electrónicos, etc.) se comportan de acuerdo con el patrón de fallo de **vida útil***. No todos los componentes siguen esta ley, o sea que no siempre la probabilidad de fallo aumenta cuando el elemento envejece. Esto sólo se cumple sí y cuándo todas las unidades iguales a ese componente presentan una baja y uniforme probabilidad de fallo durante un cierto lapso de tiempo **conocido**, a partir del cual la probabilidad de fallo crece rápidamente.

En tales casos la posibilidad de *restaurar* o de *reemplazar* el componente justo *antes* de cumplirse esa *vida útil **conocida***, es *técnicamente factible*. Si además *merece la pena* ser realizado (lo cual deberá ser analizado de acuerdo con las normas de RCM2!) estaríamos ante un caso típico y tradicional de *mantenimiento preventivo*. Su característica **POR DEFINICIÓN** es que *restauraremos* ó *reemplazaremos* ese componente en plazos *programados*, **independientemente** de la **condición** en la cuál ese componente se encuentre en el momento de realizar la acción.

Habremos *prevenido* que el fallo ocurra, mediante una acción cíclica programada a intervalos fijos *independientes* de la *condición* del componente.



## MANTENIMIENTO PREDICTIVO ó “A CONDICIÓN”:

Casi todos los fallos funcionales dan “algún aviso” de que están ocurriendo o por ocurrir: “*el rodamiento hace **ruido audible** antes de fallar*” “*el neumático del automóvil muestra **visible desgaste** cuando comienza a perder su funcionalidad*” “*la **temperatura** del radiador **aumenta** cuando pierde agua*”. Esto nos permite EVITAR QUE LA FALLA OCURRA si encontramos la forma de “chequear” si esas “**condiciones**” están presentes, efectuando la reparación *antes* de que el fallo ocurra si la *condición* chequeada se presenta. No hacer nada, si la *condición* NO se presenta.

Es decir: existe un *fallo potencial* que advierte que un *fallo funcional* ha comenzado a ocurrir. Si **conozco** ese fallo potencial, si es **técnicamente factible** chequearlo y si **merece la pena** ser efectuado, encontré una tarea PREDICTIVA ó “A CONDICIÓN” que me permite realizar el mantenimiento nuevamente *antes* de que la falla funcional y sus consecuencias ocurran.

Con lo descripto, creemos que queda clara la DIFERENCIA entre la acción PREVENTIVA (Cíclica, independiente de la condición) y la PREDICTIVA (basada en la condición): Mientras el PREVENTIVO es INDEPENDIENTE de la CONDICIÓN, el PREDICTIVO SE BASA en la CONDICIÓN.



## **POR QUÉ ENTONCES PREDICTIVO ANTES QUE PREVENTIVO?**

En primer lugar, suele ser difícil determinar la vida útil de componentes. Para fijar una estrategia PREVENTIVA, es un requisito ineludible del Mantenimiento centrado en Confiabilidad, determinar que a) existe una vida útil y b) la conocemos. La historia nos ayuda poco, ya que cuánto más importantes sean las consecuencias de los fallos, menos información estadística válida tendremos sobre su ocurrencia, ya que ALGO estaremos haciendo históricamente para prevenirlo, con lo cual la estadística NO será de “grandes números” NI será representativa de la REALIDAD (Realidad = ¿cuál es la vida útil si lo dejamos fallar?).

Admitiendo los casos en que sí encontramos una “vida útil conocida” y demás requisitos que hacen que sea *técnicamente factible y merezca la pena* como nos impone la utilización correcta de RCM2, ocurre que en la práctica restauraremos o reemplazaremos componentes que eventualmente sobrevivirían “un tiempo más”. Este tiempo puede fluctuar entre un 10% y hasta un 30%: es decir que por DECISIÓN limitamos la vida útil de los componentes sujetos a mantenimiento preventivo. Es necesariamente así, puesto que de lo contrario nos encontraríamos con que a pesar del programa de mantenimiento preventivo ocurren fallos más o menos frecuentes por “haber llegado tarde” a la restauración o reemplazo por haber llegado a, o sobrepasado el límite probable de vida útil, es decir “sobrestimado” la vida útil del componente. Estamos “entre la espada y la pared”. Nótese que del 10 al 30% de “sobre-mantenimiento”, (digamos 20%), implica un costo inútil de 20% en repuestos y otro tanto en mano de obra y demás costos necesarios para instalarlos.

De encontrarse una acción PREDICTIVA, en cambio, sólo se procederá a la intervención “a condición de que es necesaria”, ahorrando el exceso de repuestos y mano de obra para su instalación y al mismo tiempo asegurando que “no llegaremos tarde” para la intervención.

Más aún, la experiencia en la aplicación del RCM 2 demuestra que los chequeos de fallas potenciales para la realización de mantenimiento predictivo generalmente es MUY ECONÓMICA. En efecto, muchos de ellos pueden ser realizados por los mismos operarios que están cerca de la máquina de todos modos. Muchas veces utilizando los sentidos humanos: oído, vista, olfato, tacto. ES ASOMBROSO



QUÉ POCO SE UTILIZA EL ESTETOSCOPIO INDUSTRIAL para escuchar ruidos extraños. Son contadísimos los mecánicos que llevan uno en su caja de herramientas. Cuando le regalamos uno (cuestan US\$ 10.-) SE MARAVILLAN DE LOS RESULTADOS!

Por supuesto existe toda la gama de elementos válidos y necesarios para el Mantenimiento Predictivo: Vibración, Termografía, Análisis de lubricante, etc. Hay libros sobre el tema. Lo IMPORTANTE que deseamos recalcar aquí, es que EN TODOS LOS CASOS, si queremos ser COSTO-EFICACES como tenemos obligación de serlo, es INELUDIBLE seguir una SISTEMÁTICA ESTRUCTURADA, y analizar CADA MODO DE FALLO para asegurarnos que la solución propuesta para ESE modo de fallo realmente es TÉCNICAMENTE FACTIBLE y que MERECE LA PENA, y que es la MEJOR ALTERNATIVA.

¿Sólo porque encuentro una vida útil válida, ya la aplico para un mantenimiento preventivo? ¿Sólo porque encuentro un fallo potencial que me permite predecir el fallo funcional, ya lo chequeo para hacer mantenimiento predictivo? CUIDADO. Hemos aprendido que puede ser una trampa. Debo analizar CADA MODO DE FALLO. En su contexto. Y con participación de quienes mejor conocen la máquina, equipo o instalación en cuestión!

Encontramos casos frecuentes en que el mantenimiento predictivo ES técnicamente viable, sin embargo NO merece la pena realizarlo. Es decir que el costo de efectuar la predicción, será mayor que el costo de dejar que la falla ocurra. Entonces NO debe ser realizado SALVO que traiga consigo otros fallos secundarios cuyas consecuencias sean inadmisibles (por seguridad, medio ambiente ó costos operativos).

Exactamente lo mismo puede ocurrir con un mantenimiento preventivo.



## Un ejemplo numérico:

Históricamente se realiza una intervención PREVENTIVA: el reemplazo de una leva que sufre considerable desgaste. La frecuencia preestablecida en función de (la supuesta) vida útil del elemento, es realizada tradicionalmente cada seis meses. Es decir se REEMPLAZA la leva por una nueva, cada seis meses, independientemente de la condición (estado de desgaste) en que se encuentra.

COSTO DE LA **TAREA PREVENTIVA** cada vez que se hace:

Costo de la pieza	us\$ 84.-	
Otros materiales auxiliares (grasa)	us\$ 2.-	
Dos horas de mano de obra:	us\$ 80.-	
Dos horas de máquina parada, pérdida de producción y ventas, afecta resultados en	us\$ 110.-	
Pérdida de materiales cada inicio de producción, por puesta a punto	us\$ 28.-	
	<hr/>	
TOTAL POR VEZ	us\$ 304.-	
x 2 veces/año x 10 unidades	<b>us\$ 6.080.-</b>	<b>/año</b>
	<b>PREVENTIVO</b>	



**COSTO DE LA FALLA** (si no se hiciese nada para prevenirla)

Todos los costos anteriores MÁS :

El tiempo de paro se multiplica por 2,5 por imposibilidad de programar la intervención de mantenimiento us\$ 165.-

En uno de cada cinco casos, el desgaste excesivo de la leva requiere cambio de una guía que cuesta us\$ 380.- ( x 0,2 = us\$ 76) us\$ 76.-

**COSTO ADICIONAL DEL CORRECTIVO**  
**CADA VEZ QUE OCURRE:** us\$ 241.-

**COSTO TOTAL POR OCURRENCIA** us\$ 545.-

En base a la experiencia se estima que ocurriría en promedio una vez cada nueve meses, es decir 1,33 veces/año

1,33 x 10 unidades x us\$ 545.- /vez **us\$ 7.248.- / año**  
**CORRECTIVO**

**PREDICTIVO:** chequear cada cuatro meses si el desgaste comienza a manifestarse (FALLO POTENCIAL), y programar el recambio de la leva SÓLO SI PRESENTA DESGASTE, dejarla en servicio si no lo presenta.

Costo del chequeo predictivo por cada vez: us\$ 10.- ANUAL  
por breve parada y mano de obra. us\$ 30.-

Costo del reemplazo cada vez que se hace necesario:  
idéntico al Preventivo: (promedio cada ocho meses) us\$ 304.- us\$456.-

**COSTO TOTAL ANUAL POR UNIDAD, PREDICTIVO** us\$486.-

**COSTO ANUAL TOTAL POR LAS DIEZ UNIDADES: us\$ 4.860.- / año**  
**PREDICTIVO**



El ejemplo anterior muestra claramente la ventaja del preventivo sobre el correctivo, pero también muestra que **el predictivo (a condición) es aún más económico que el preventivo.**

Ingeniero Enrique P. Ellmann  
**ELLMANN, SUEIRO Y ASOCIADOS**  
estudio@ellmann.net  
**www.ellmann.net**