

Mantenimiento de máquinas pesadas

Por Rubén Klimasauskas

Introducción.

Antes de entrar de lleno en el tema de mantener un equipo o activo, es menester dejar establecido que el mantenimiento lejos de ser una carga no deseada que solo genera costos e inconvenientes en una empresa o grupo de empresas, es en realidad un factor que contribuye en el aumento de rentabilidad, siempre que se lo aborde con las estrategias adecuadas.

El mantenimiento inadecuado genera costos varias veces superiores a los de mantenimiento que suelen, pueden y deben medirse con precisión. Como costos no mensurables, pueden citarse costos de accidentes, baja de la producción, reprocesos y devoluciones generados por la mala calidad del producto o servicio, etc. Esto puede verse con más detalle en el iceberg de mantenimiento, figura que representa esta situación y se ilustra en la figura 1.

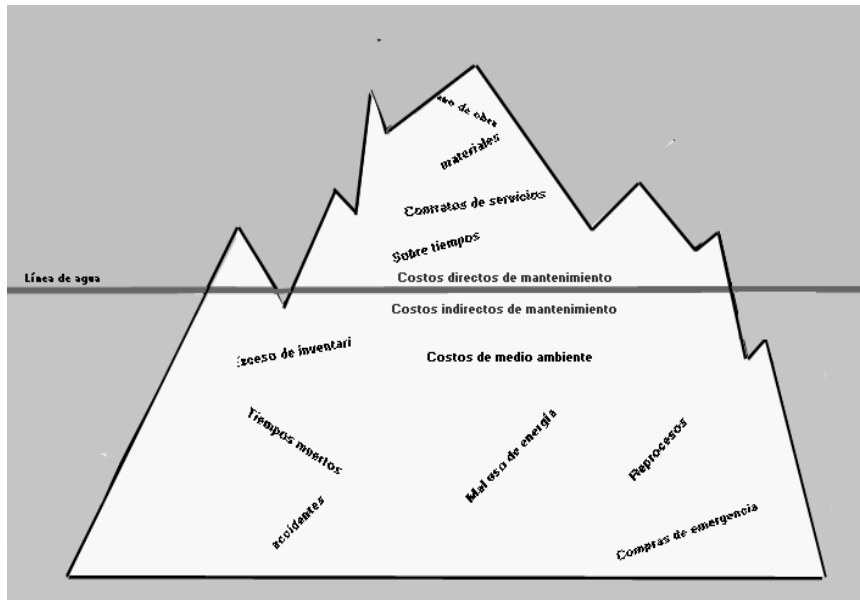


Figura 1

En lo que a este trabajo se refiere, se darán algunos puntos de vistas de manera tal que las actividades de mantenimiento que se recomiendan tendrán como principal objetivo mejorar los resultados de una organización.

En casi todas las actividades empresariales, especialmente la de mantenimiento es común observar que los jefes o gerentes de mantenimiento gastan la mayoría de sus tiempos en resolver urgencias o apagando fuegos, y raramente logran resultados correctos duraderos. Es decir, no se logra superar el pasado, ya que los problemas se originaron “ayer” y debemos solucionarlos “hoy” para que “mañana” no se repitan, lo que muy raramente ocurre. Para ello es menester disponer de un enfoque metodológico que permita analizar y comprender el pasado, entender adecuadamente el presente y abordar el futuro. Es la intención de este paper brindar al lector una herramienta de trabajo que le permita trabajar planificando en el mediano y largo plazo, ya que no debe perderse la idea de perdurabilidad de las medidas pues una de las causas de fracasos en la mayoría de los planes es el cortoplacismo, pues las mejoras del hoy como única finalidad, pueden significar verdaderos desastres en el futuro.

Para evitar estos problemas, es necesario dotar a la empresa de eficacia de manera que el futuro se encare con el presente bien claro, brindando soluciones reales y que perduren en el tiempo.

El futuro no se construirá mañana, se erige cada día, en el presente a través de las decisiones y acciones del quehacer diario. Si se decide no ejecutar una rutina de mantenimiento de una determinada complejidad, en el presente, se logrará una disminución importante en los costos de mantenimiento, pero podrá provocar paradas no deseadas en el futuro, con costos superiores. De la misma manera, lo que se hace con miradas al futuro tiene directa incidencia en el presente. Por ejemplo, si se tiene por objetivo ganar una licitación en el futuro y se decide overhauled una máquina de manera que en el mediano plazo cuando se necesite un excelente desempeño, los desembolsos se hacen en el presente con miras al futuro, por lo que los costos en el presente serán elevados con el objeto de proporcionar un alto desempeño, lo que permitirá una facturación menor a un costo aceptable y, con ello, mayor rentabilidad de la empresa. Es decir, presente y futuro y, por supuesto, sus estrategias se confunden y superponen.

Por otra parte, debe tenerse en claro que dentro de una empresa no existen recursos, resultados ni beneficios, solo se generan necesidades que originan erogaciones, gastos o los que se agrupan bajo los centros de costos u obras en curso si se tratara de inversiones. Es importante destacar que los resultados no dependen de ningún miembro de la organización sino de factores externos, sean estos el cliente si se trabaja en una economía de mercado, de las autoridades políticas en una economía con injerencia del estado. Quienes deciden los resultados de una organización están afuera. Lo único que la compañía está en condiciones de controlar son sus costos y algo muy importante: **El conocimiento, individual y colectivo sea éste técnico, administrativo, legal, etc. y el gerenciamiento del conocimiento marcará la diferencia y dará el tan nombrado valor agregado que diferenciará un organización de otra con correspondientes resultados.** Pero debe tenerse en cuenta que el conocimiento no es propiedad de la empresa, sino un recurso universal que no puede mantenerse en secreto en forma permanente. Por lo que el conocimiento, si bien está dentro de una organización no pertenecerá a ella por mucho tiempo. Puede concluirse con que, el conocimiento será en la práctica un recurso externo.

Los problemas.

En casi todas las actividades, en especial las de mantenimiento, la resolución de problemas, además de insumir y gastar grandes cantidades de tiempo, genera verdaderos especialistas y personas tan amigas a la resolución de problemas que hacen gala de esa condición. Lo único que se logra luego de una resolución es un retorno a la normalidad que reinaba antes de la ocurrencia del inconveniente, mientras que cuando tuvo lugar, generó una restricción con resultados económicos.

La mejor manera de evitar paradas o salidas en servicio de activos con elevado lucro cesante es evitar que éstas ocurran.

Según lo especificado anteriormente, **los buenos resultados no se logran asignando los recursos (escasos) de una empresa a resolver restricciones o problemas, sino a la explotación de oportunidades.**

En la figura 2 se puede apreciar que existe un punto o momento de quiebre: Cuando tiene lugar la falla. Aunque generalmente lo que se desea impedir, no es la ocurrencia del fallo, sino sus consecuencias. Cuando estas sean graves, debe evitarse que la falla tenga lugar. En caso contrario, si las secuelas de fallo no son peligrosas (entendiéndose por peligrosa a una situación que ponga en juego la producción, seguridad de las personas involucradas, cuidado del medio ambiente y, por supuestos altos costos absolutos y relativos), la aparición de un fallo será tolerada sin mayores inconvenientes. Es en este punto donde debe basarse la existencia del

mantenimiento en si misma: asignar los recursos adecuados a los casos o eventos adecuados. La resolución de problemas debe dedicarse a resolver los problemas y **el enfoque sistemático y general debe entregarse, no a resolver problemas importantes, sino a evitar que éstos tengan lugar y a los que no tienen relevancia, sencillamente solucionarlos cuando se presenten.**

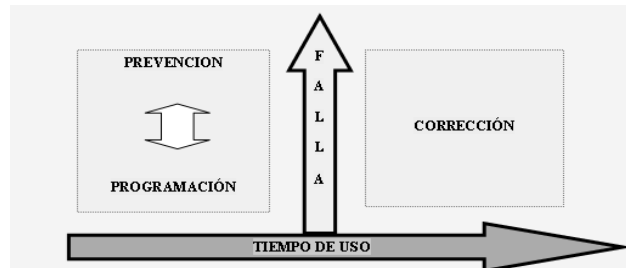


Figura 2

Mucho se ha hablado del historial de las máquinas y muchas teorías de mantenimiento se basan en distribuciones estadísticas tales como la exponencial, Weibull, etc. Pero si bien esas distribuciones pueden servir y, en efecto, son de gran ayuda en empresas de grandes dotaciones de activos similares o iguales, la efectividad de éstas en la mayoría de las PYMES son sencillamente no viables, pues tanto el universo como las muestras son muy pequeños y generalmente no son de utilidad para predecir ciertos comportamientos de los diferentes componentes que integran un activo a mantener. Aquí conviene hacer una distinción entre dos teorías de mantenimiento: la Clásica y la Moderna:

Teoría Clásica

Durante años, se ha asociado la probabilidad de falla con la edad de un equipo o de sus componentes, llamados ítems. Mientras los mismos no eran demasiado complejos, esta teoría tenía gran aproximación con la realidad, pues las probabilidades de falla, graficadas en función de la edad en servicio de los componentes, tenía tres zonas muy bien definidas:

- **Zona de mortalidad infantil.**
- **Zona de fallas ocasionales.**
- **Zona de desgaste.**

En consecuencia, la mejor manera de mantener un ítem o componente en condiciones operativas era restaurarlo en forma parcial o total en intervalos definidos. Ello sugería que la esperanza de vida de un determinado ítem o grupo de ellos, debían operar en forma confiable durante un período de tiempo y luego sobrevendría el desgaste, con lo que la probabilidad de falla tendría un importante aumento. Además con la aplicación del mantenimiento preventivo con restauraciones planeadas se conseguía un importante descenso en la probabilidad de falla. La curva obtenida tiene la forma de una tina de baño, comúnmente llamada “Curva de la bañera” véase la figura 3.

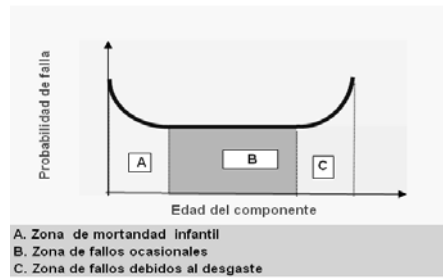


Figura 3

En realidad, debido al aumento constante y en algunos casos en forma exponencial de la complejidad de los sistemas, esta teoría cada día dista más de ser cierta, pues en muchos casos los sistemas son muy confiables en el tiempo y son sacados de servicio por su obsolescencia y no por aumentar su probabilidad de falla.

Teoría Moderna

Si se considerara que los sistemas tienen una probabilidad de falla como la descrita en el punto anterior, la probabilidad de falla de un determinado ítem o grupo de ellos, debía mantenerse en valores bajos, es decir operar en forma confiable durante un período de tiempo “X” y luego sobrevendría el desgaste, zona en la que lo que la probabilidad de falla tendría un importante aumento. Véase la figura 4

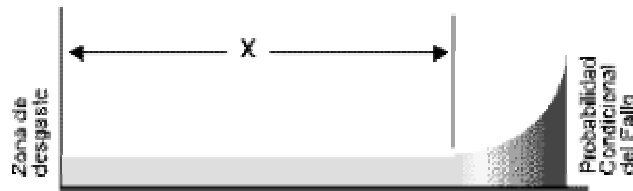


Figura4

El período de tiempo “X”, podía calcularse o estimarse a partir de registros históricos sobre fallos de equipos, permitiendo a los usuarios la toma de acciones preventivas poco antes de que el ítem estuviese por fallar en el futuro. Este tipo de comportamiento es aplicable sólo a algunos casos específicos, tales como: impulsores de bombas, refractarios de hornos, asientos de válvulas, recubrimiento de trituradoras, transportadores a tornillo, en general cuando el equipo está en contacto con el producto, esta situación no es exclusiva, pues puede aplicarse el mismo criterio, por ejemplo a neumáticos de camiones, cargadoras, trenes rodantes de topadoras, etc.. Los fallos relacionados con la edad muchas veces también se asocian con fatiga y corrosión.

La complejidad afectó en gran medida los patrones de fallo, tal como se muestra en la figura 5 en la que se ilustran la probabilidad de fallo en función de la edad en servicio de un gran variedad de ítems eléctricos y mecánicos.

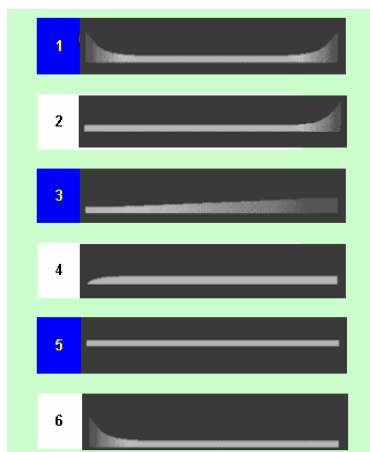


Figura 5

La curva 1 es la “curva de bañera”, la 2 es similar a la anterior con la diferencia que la zona de mortalidad infantil ha sido eliminada.. El patrón 3 señala una probabilidad lentamente creciente de fallo, sin una edad específica de desgaste. El patrón 4 muestra una baja probabilidad inicial y luego un rápido incremento a un nivel constante, mientras la curva 5 muestra una probabilidad constante a cualquier edad. El patrón 6 comienza con una alta probabilidad de mortalidad infantil para decaer a una probabilidad baja y constante o ligeramente creciente de fallo. Esta última suele deberse a las puestas en marcha donde en muchos casos se registran fallos correspondientes a armados defectuosos, tales como ocurre con las máquinas de gran porte que son ensambladas en los lugares de la faena, o sencillamente la familiarización del personal y la misma estructura de la empresa para asistir la máquina hace que es ese corto período de tiempos la ocurrencia de fallos sea mayor que a lo largo de la vida útil de la máquina..

Los estudios realizados en la aviación civil mostraron que 4% de los ítems se comportan de acuerdo con el patrón 1, 2% con el 2, 5% con el 3, 7% con el 4, 14% con el 5 y nada menos que 68 % con el 6. (La distribución de estos patrones en la aviación, no necesariamente es la misma que en la industria. Pero a medida que los equipos se tornan más complejos, más y más ítems se comportan de acuerdo con los patrones de 5 y 6).

La curva de la bañera, muy útil en tiempos en los que los activos a mantener eran simples, fue perdiendo vigencia a medida que estos fueron aumentando su complejidad. No obstante desarrolló una “generación de cultores” que sostiene la proporción inversa entre restauración y probabilidad de falla evidenciada en la curva de la bañera y condujo a los mantenedores y a buena parte de las direcciones de las empresas a la idea de que cuanto más frecuentemente se restaura un ítem, menor es la probabilidad de que falle. En la práctica esto raramente es cierto. Salvo que exista un modo de fallo dominante que está correlacionado con la edad, las restauraciones o reemplazos a intervalos fijos hacen poco o nada a favor de la confiabilidad de ítems complejos.

Debido a lo citado en el párrafo anterior, muchas organizaciones empresariales han visto que sus esfuerzos en aplicar planes de mantenimiento basados en la edad en servicio de los componentes no rinden los beneficios esperados. Esto puede observarse en empresas que poseen unidades móviles tales como transportadores de cargas, pasajeros, de servicios agropecuarios, etc. Es común que estas compañías en temporadas de bajo trabajo, sometan sus unidades a reparaciones generales y que luego de salidas del taller, sufran trastornos o fallas que no fueron detectados o que se activaron cuando se desmontó el componente para repararse. Por ejemplo, el desgaste de engranajes en una caja reductora, puede estar en concordancia con desgastes en el eje o de los cojinetes y el conjunto funcionaría en forma aceptable. Si se cambian los cojinetes y no los engranajes, se puede estar introduciendo un contribuyente a la inestabilidad del sistema y dar como resultado una falla que de no haber ocurrido la intervención, no hubiese sucedido o tal

vez tardado más en aparecer. Este tipo de acciones condujeron y, en la actualidad, conducen a los directores a conclusiones erróneas, como la de sostener que el mantenimiento programado no puede aplicarse en determinado segmento industrial. Lo que realmente está fallando es el conocimiento que en sistemas complejos la aleatoriedad cumple un rol importante y la probabilidad de falla, está relacionada con una función de distribución de la falla. La mayoría de los profesionales del mantenimiento son conscientes de estas situaciones y comienzan a preocuparse por la realidad de la aleatoriedad, después de décadas en la bañera. Sin embargo, el hecho de que la curva de la bañera todavía aparece en tantos textos de mantenimiento, es testimonio de la fe casi mística que algunas personas mantienen respecto de la correlación entre edad y fallo. En la práctica, esta fe tiene dos serios inconvenientes:

- En muchos casos, aunque no sea detectada una falla, considera que es en cierto modo prudente restaurar el ítem de tanto en tanto, “por las dudas” como si tal modo de fallo existiese. Esto no tiene en cuenta que las restauraciones son acciones extraordinariamente disruptivas, que interfieren masivamente en sistemas estables. En consecuencia, logran el efecto y consecuencias diametralmente opuestos a los que originariamente persiguen: Inducir mortandad infantil produciendo justamente los fallos que pretenden prevenir. Esto se ilustra en la Figura 6.

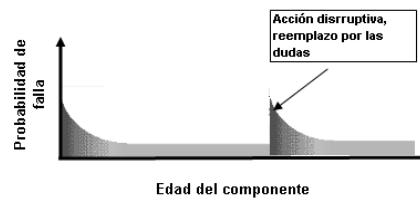


Figura 6

Puede verse que en un determinado momento, a pesar de disponerse de una baja probabilidad de falla, se produce la intervención en la máquina, introduciendo inestabilidad en un sistema estable, dando como resultado el aumento de probabilidad de falla.

Los defensores de la curva de la bañera sostienen que es más conservador (más seguro) suponer que todo tiene una vida útil y en consecuencia restaurar los equipos en base a una vida útil supuesta que aceptar que pueda fallar en forma aleatoria. Luego de implantar mantenimiento restaurativo basado en ese supuesto, sustentan que ningún fallo debería tener lugar entre restauraciones y que cualquiera que ocurriese no obstante, no puede ser atribuido a falta de mantenimiento “porque lo hemos restaurado la semana pasada / el mes pasado, etc.” **Muchas veces se habla del “exceso de mantenimiento”, algo que en ningún momento debería ocasionar paradas o fallos, sino perjuicios económicos por las excesivas detenciones de los activos de producción.** En realidad el argumento esgrimido es cierto, el ítem falla no por falta o exceso de mantenimiento, sino por prácticas de mantenimiento inadecuadas. La posibilidad de que el mantenimiento restaurativo por sí mismo pueda ser el causante del fallo, no es ni siquiera pensado por estos individuos.

Por lo expresado, puede concluirse que las intervenciones mayores deben ser aplicadas en caso de necesidad y si existe algún tipo de seguimiento que permita evitar una tarea de reparación superior, éste debe ser bienvenido. Es decir que ante igualdad de factibilidad entre una tarea de restauración o reemplazos a intervalos fijos o preventiva y otra predictiva, ésta última es generalmente más económica y efectiva a lo largo de la vida del activo.

Ejemplo:

Supóngase que en una flota de topadoras, se tiene como altura mínima de la garra del tren rodante en 25 mm medidos en forma perpendicular a la base de la zapata. . En la práctica,

neumáticos de camiones - especialmente en vehículos similares de una misma flotilla que opera recorriendo rutas parecidas - muestran una correlación buena entre edad y aparición de falla por desgaste normal. El luego se debe desmontar el tren rodante, soldarse y rellenarse las garras hasta la altura de 75 mm, donde se les devuelve la casi totalidad de propiedades que posee de nuevo el tren rodante. Por consiguiente los trenes rodantes serán desmontados y reacondicionados luego de 6500 horas de uso. lo requieran o no.

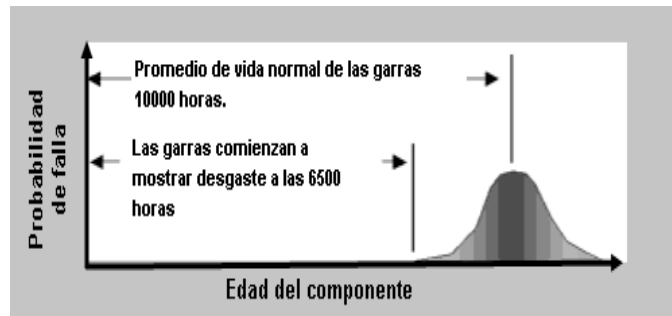


Figura 7

Admítase que la mayoría de los trenes rodantes duran entre 6500 y 10000 horas. En la figura 7 puede observarse la distribución de falla en función de las horas de trabajo. Si se adoptase una política de restaurar todos los trenes rodantes a intervalos prefijados en base a estos datos estadísticos, todos serían desmontados y reparados a las 6500 horas. Esta política significaría que muchos trenes rodantes sean reparados mucho antes de que fuese realmente necesario. En algunos casos, neumáticos trenes que podrían haber durado 1000 horas, hubieran sido restaurados a las 6500 horas.

Por otra parte, es posible definir una condición de fallo potencial de las garras, en función de la altura de ésta. Verificar la altura es sumamente sencillo y bastante rápido. Luego es sencillo chequear las alturas, cada 2.000 horas y programar las reparaciones cuando lo requieran. Este ejemplo demuestra que una tarea predictiva es mucho más costo-eficaz que una restauración programada (preventiva), siempre que la primera pueda aplicarse.

Ejemplo:

Supóngase el eje con tracción de un camión. Para el que se ha desarrollado un plan de mantenimiento que a las 3600 horas de funcionamiento o 2 veces al año, lo que ocurra primero, debe desarmarse e inspeccionarse sus componentes dentados y desechar cojinetes sellos y juntas. El costo de los materiales incluyendo sellos, retenes, cojinetes y juntas se estima en \$1250,00, El costo de los consumibles (aceite, grasa, aditivos) \$ 125,00. El trabajo completo, desde el desmontaje hasta el armado, instalación y puesta en marcha realiza en 6 horas. Siendo el costo de la mano de obra 60,00 \$ / hora y el lucro cesante de 315 \$ / hora. Los gastos varios ascienden a \$175. El camión trabaja a un ritmo de 20 horas diarias, es decir 600 horas mes o 7200 horas anuales. Si se trabajara a la rotura, cuando falla el elemento, lo hacen sus engranajes que deben cambiarse en su totalidad y al costo de materiales definido, se le debe sumar \$ 2500,00 en concepto de costo de elementos dentados. El tiempo de reparación se incrementa en un 200 % ya que no puede planificarse la intervención en tiempo y forma. la tercera posibilidad contempla la práctica predictiva (si cada 500 horas o 2 meses se debería hacer un análisis de aceite y programar el recambio de los elementos desgastados solo cuando realmente estén defectuosos, antes que la falla tenga lugar), cuyo costo asciende a \$ 150,00 por análisis de aceite. Analícense los costos asociados a las tareas preventiva, y correctiva, es decir luego de la falla.

En las tablas 1, 2 y 3 se dan las soluciones para cada caso.

Costo de los trabajos preventivos (según el programa de mantenimiento, independiente del estado)

Detalle	Montos	
	Cada vez	Anual
Costo de los sellos, retenes y juntas	\$ 1.250,00	\$ 2.500,00
Costo de aceite y grasa	\$ 125,00	\$ 250,00
Costo de mano de obra preventiva	\$ 360,00	\$ 720,00
Costo de lucro cesante	\$ 1.290,00	\$ 2.580,00
varios	\$ 175,00	\$ 350,00
Costo total preventivo	\$ 3.200,00	\$ 6.400,00

Tabla 1

Costo de los trabajos correctivos (trabajo a la rotura): Incluye todos los costos anteriores más el incremento de materiales, mano de obra y lucro cesante aumentado.

Detalle	Montos	
	Cada vez	Anual
Costo de los sellos, retenes y juntas	\$ 1.250,00	\$ 2.500,00
Costo de aceite y grasa	\$ 125,00	\$ 250,00
Costo de elementos dentados	\$ 2.500,00	\$ 5.000,00
Costo de mano de obra preventiva	\$ 720,00	\$ 1.440,00
Costo de lucro cesante	\$ 2.580,00	\$ 5.160,00
varios	\$ 175,00	\$ 350,00
Costo total preventivo	\$ 7.350,00	\$ 14.700,00

Tabla 2

Costo de los trabajos predictivos o monitoreo a condición: analiza el aceite cada 2 meses y de esta inspección se decidirá intervenir la máquina solo cuando acuse que algún componente está defectuoso, sin que la falla tenga lugar.

Detalle	Montos
Costo de Mantenimiento preventivo	\$ 3.200,00
Costo de inspecciones predictivas	\$ 900,00
Costo total preventivo	\$ 4.100,00

Tabla 3

Obsérvese que el menor costo corresponde a la aplicación de tareas predictivas. Por otra parte, la aplicación del mantenimiento correctivo (aunque la falla tuviera lugar una vez al año), es superior que los otros dos modos de mantener. De este ejemplo, podría deducirse que siempre es más barato y provechoso aplicar el mantenimiento predictivo. Lo que ocurre que no siempre es posible, o simplemente no vale la pena su práctica. La idea que debe quedar clara es que **cada elemento debe ser sometido a las más convenientes prácticas de mantenimiento. Merecer la pena, significa que sea técnicamente factible y económicamente viable su concreción.**

Conclusiones

- En mantenimiento preventivo, debe conocerse la vida útil, lo que no siempre es fácil, pues a medida que más severas sean las fallas, menos podrá disponerse de datos sobre la vida útil.
- El reemplazo a intervalos constantes, independientes del estado, puede provocar el derroche de la vida útil del componente, ya que puede ser removido antes que haya alcanzado su LVU.

- En el caso de acciones predictivas, el componente será removido solo si su condición así lo establece. Además puede detectarse la anomalía antes que haya ocurrido la falla Véase la figura 4

Existe una curva, denominada curva P-F Un tema que queda flotando es la frecuencia con que se deben practicar las tareas de mantenimiento predictivo. En el ejemplo anterior se estableció que cada 500 horas de trabajo o cada dos meses debía tomarse la muestra de lubricante, analizarla y, en base a estos resultados programar los reemplazos de componentes. la frecuencia de ejecución de este tipo de actividades se basa en la concepción de que la mayoría de las fallas no ocurren en forma repentina, sino que necesita un tiempo en el cual la falla va desarrollándose (sin síntomas externos que posibiliten su detección) se representa en la figura 8, y representa el momento en el que una falla comienza su existencia con el deterioro hasta un punto en el cual puede ser detectada (es el punto P de la figura). a partir de ese instante y si no se toman las medidas adecuadas, el deterioro continua generalmente en forma acelerada hasta alcanzar el punto F, donde tiene lugar la falla funcional.

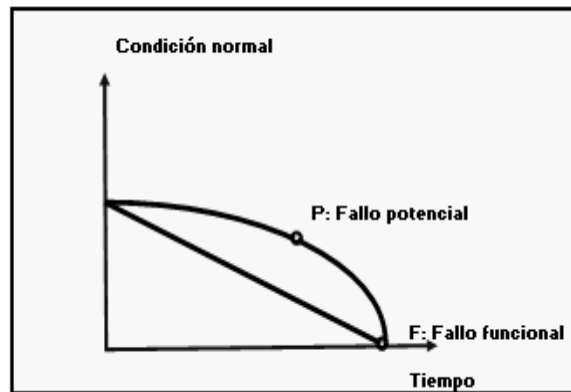


Figura 8.

Queda una cuarta clase de mantenimiento no siempre tenida en cuenta, **el mantenimiento detectivo**. Este tipo de mantenimiento es aplicable a fallos ocultos o no evidentes en dispositivos de protección. Lamentablemente muchas vidas y recursos materiales se perdieron por no haber tenido en cuenta la presencia de fallas en sistemas de protección. Por ejemplo, se dispone de un sistema de rociado violento para extinguir incendios. Al momento de ser usado, ¿estará en condiciones de poder actuar satisfactoriamente?, ¿En qué estado estarán los picos vertedores?, etc.

Al accionar una alarma, no se la está reparando, inspeccionando o verificando su condición, simplemente se está comprobando su funcionamiento. A este tipo de tareas se las denomina “tareas de verificación funcional” o “tareas de búsquedas de fallas” y al conjunto de estas labores aplicadas a los activos físicos de una empresa, se lo denomina Mantenimiento Detectivo o funcional.

Los inconvenientes generados por fallas en los sistemas de protección no son sucesos con poca probabilidad de ocurrencia. Si se aplican técnicas de formulación de estrategias de mantenimiento científicas a casi cualquier sistema industrial moderno y complejo, puede observarse que hasta el 40% de los modos de fallo caen en la categoría de fallos ocultos. Más aún, hasta el 80% de estos modos de fallo requieren “búsquedas de fallo”. Significa que un tercio de las tareas generadas por un programa de diseño de estrategias de mantenimiento completo y correctamente aplicado, serán tareas detectivas.

Por otra parte, las mismas técnicas analíticas demuestran que normalmente el “monitoreo a condición” solamente es técnicamente viable para no más del 20% de los modos de fallo, y que solamente “vale la pena” la inversión en la mitad de estos casos. (Esto de ninguna manera quiere decir que el “monitoreo a condición” no deba ser utilizado: donde es bueno, es muy bueno, pero no debe olvidarse desarrollar estrategias adecuadas para manejar el restante 90% de los modos de fallo)

Debe tenerse en cuenta que la mayoría de los planes de mantenimiento no contemplan la atención necesaria a los sistemas de protección. Sólo brindan alguna atención a la tercera parte de los dispositivos de protección con intervalos de inspección no siempre acertados. Esta situación es generalmente conocida por algunos operadores de planes de mantenimiento, mientras que otros ni siquiera saben que existen. Esta falta de atención y de conocimientos significa que los elementos de protección de las industrias, los que deberían actuar cuando todo lo demás falla, recibe poco o ningún mantenimiento.

Se deduce que estas tareas de mantenimiento tienen gran importancia en lo que a seguridad y medio ambiente se refiere, la práctica de mantenimiento detectivo debe recibir prioridad en términos de urgencia. A medida que más y más profesionales del mantenimiento toman conciencia de la importancia de esta área descuidada del mantenimiento, tiende a convertirse en un argumento estratégico de envergadura que en la próxima década podría superar a lo que el mantenimiento predictivo fue en los últimos diez años.

Según lo sostenido, las tareas de los ingenieros de mantenimiento son cada día más arduas y la función de mantenimiento más crítica. Puede imaginarse la sección como un cuello de botella de toda la operación productiva lo que antes pasaba desapercibido para muchos ejecutivos, hoy resulta obvio: **mal mantenimiento significa bajos ingresos, altos costos de mano de obra, altos niveles de inventario, clientes insatisfechos y mala calidad de los productos o servicios.** Estos costos pueden significar varios millones. **La estrategia de mantenimiento es una función de estrategia empresarial que debe ser formulada en primer lugar por quien más conoce el activo: El usuario, seguido por los operarios de mantenimiento, supervisores, jefes, gerentes y directores. Es decir. El plan debe gestarse en el seno mismo de la empresa y ser propuesto a la dirección. Luego, ésta deberá aprobarlo y decidir su implementación sobre la base del convencimiento propio y de los sectores involucrados.**

**Rubén
Klimasauskas**

FIN PARTE I. CONTINUARÁ

Referencias de Bibliografía en última parte.

info@mantenimientomundial.com

