

Estrategias de mantenimiento basadas en la confiabilidad

Por Federico Caldora, Pan American Energy

Hoy, las industrias están sometidas a una competencia cada vez más intensa, lo que ha generado importantes cambios operativos. En este sentido, y específicamente en el mantenimiento las industrias han reestructurado sus prácticas: desde un departamento orientado a reparar máquinas descompuestas a una unidad de negocio de alta eficiencia que asegure capacidades productivas basadas en la confiabilidad y con una significativa reducción de sus costos.



Federico Caldora

Intensas presiones competitivas apremian a las organizaciones de mantenimiento industrial para realizar la transición de un departamento de reparaciones para componer máquinas descompuestas, a una unidad de negocio de alta eficiencia para asegurar las capacidades productivas. Típicamente los costos de mantenimiento contribuyen con una importante fracción al total de los costos de producción, el *down time* es extraordinariamente costoso, frecuentemente mayor que los costos de mantenimiento. El primer paso en controlar el costo del mantenimiento de una planta es realizar el mantenimiento que produce un buen producto; este producto es **capacidad de producción**. Las consecuencias de una capacidad no confiable es el *down time*, paradas no planeadas, degradación en la calidad, aumento de los costos y, lo más importante, minimización de los beneficios. Con una capacidad de producción confiable en mente, las industrias han reestructurado sus prácticas de mantenimiento desde una reacción a las fallas a una organización focalizada en la eliminación de fallas, haciendo que el mantenimiento sea una parte integral del proce-

so productivo, con la cual controlar los costos de mantenimiento y el *down time*.

Para esta aproximación sucesiva entre un estado y el siguiente, se utiliza una estrategia basada en la confiabilidad.

Hasta comienzos de los años '70 las plantas industriales desarrollaban programas de mantenimiento reactivos. Estas prácticas son costosas, debido a los tiempos de paro no planeados y en general a daños secundarios sobre las máquinas.

Con la disponibilidad de las computadoras, muchas compañías implementaron estrategias de mantenimiento preventivas periódicas (PM). Esta aproximación del mantenimiento utiliza en general un *soft* para programar un plan calendario de mantenimiento y disparar automáticamente los requerimientos de trabajo u órdenes de trabajo.

Estos trabajos están basados en un principio: "Componentes iguales, bajo similares solicitudes, sufren desgastes iguales en tiempos iguales."

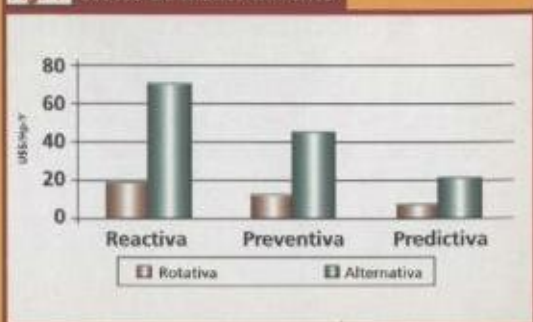
Las metas del mantenimiento preventivo o basado en intervalos es la de proveer un control sobre las actividades de mantenimiento planeadas, previniendo las paradas no planeadas de equipos y previniendo gastos no previstos. Un programa de 52 semanas administradas por un sistema de gestión

computadorizado refleja el *business plan* del departamento de mantenimiento, su presupuesto y la base para las acciones diarias.

Las posibilidades administrativas de los sistemas computarizados de gestión de mantenimiento son tales que no sólo establecen las rutinas de actividades normales de mantenimiento, sino también un seguimiento de los costos, de los inventarios, historiales de las máquinas, etc.

El mantenimiento preventivo es la práctica más ampliamente utilizada, principalmente porque esta metodología es la que ha existido por más cantidad de tiempo y segundo porque ha demostrado que provee un primer nivel de control de costos. Diversos estudios muestran que el mantenimiento preventivo provee una reducción de los costos del orden del 30% respecto de una estrategia reactiva. (Figura 1).

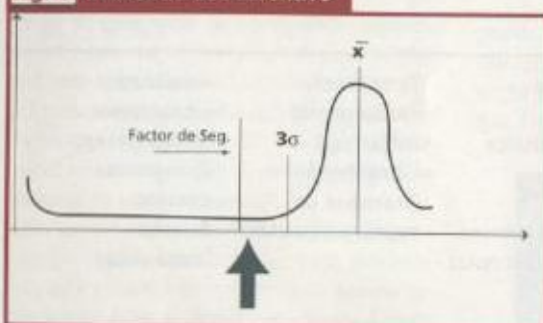
Fig. 1 Costos de mantenimiento



Sin embargo, un estricto plan de mantenimiento basado en intervalos tiene un alto riesgo asociado; recordemos que está basado en una probabilidad de vida de un componente determinado y que la probabilidad de falla es dependiente o está asociada a la edad del mismo y aumenta progresivamente con ella.

Lo anteriormente descrito conlleva en general a realizar sobre-mantenimientos costosos, aumentando a su vez la probabilidad de fallas tempranas en los arranques. (ver Figura 2)

Fig. 2 Frecuencia de Preventivo



Sin embargo, se ha ido comprobando que en muchos de los casos la vida remanente de los componentes cambiados era aún considerable, sumado al desarrollo de componentes cuyo patrón de vida era considerablemente distinto al tan conocido "diagrama de bañera" (ver Figura 3).

Finalmente y debido al desarrollo tecnoló-

cir los requerimientos de mantenimiento. Esta tecnología es comúnmente llamada mantenimiento predictivo (PDM).

El mantenimiento predictivo basado en la condición ha demostrado que la posibilidad de medir síntomas que indiquen el real estado de los equipos permite modificar significativamente las rutinas preventivas. Acompañando esta meta, el sistema computarizado de gestión es seteado de tal forma de requerir una inspección no intrusiva (en la mayoría de los casos) entre 8 a 12 semanas antes de una parada planeada.

Si el resultado de dicha inspección indica que el equipamiento está en buena condición, y sus componentes se encuentran estables, esta parada mayor puede ser retrasada por varias semanas generalmente. Cuando llegue nuevamente la frecuencia de intervención, se repite el ciclo hasta que exista evidencia de deterioro que requiera su restauración.

Varios estudios indican que las reducciones de costos que pueden esperarse con estas técnicas

son superiores al 30%, respecto de las prácticas preventivas.

El objetivo del mantenimiento predictivo es la eliminación de las fallas imprevistas de equipos, mediante la aplicación de tecnologías para medir la condición de los mismos, identificando fallas existentes o inminentes y prediciendo cuándo deberán tomarse las

acciones correctivas para remediar el mismo. El principio en el que se basa lo anteriormente expresado es que las máquinas generalmente dan ciertas alertas tempranas de que ha comenzado un proceso de falla. Estas alertas pueden ser tan variadas como: vibra-

za en la reducción total de los requerimientos de mantenimiento, maximizando la vida de las máquinas, a través de la eliminación sistemática de las causas de las fallas.

Las estrategias de mantenimiento basadas en la confiabilidad emplean tecnologías correctivas, preventivas, predictivas y proactivas de manera integrada y de forma tal de incrementar la confianza en que la máquina operará de manera segura en un ciclo de vida extendido.

Esta aproximación integrada ofrece la mejor estrategia para obtener la máxima confiabilidad de los equipamientos.

Resumen de las prácticas de mantenimiento

Efectos de las prácticas de mantenimiento en los procesos productivos y los ciclos de reparación de las máquinas.

Mantenimiento Correctivo

- Significativos tiempos de parada no planeados.

Mantenimiento Preventivo

- Excesivo mantenimiento para prevenir paradas.

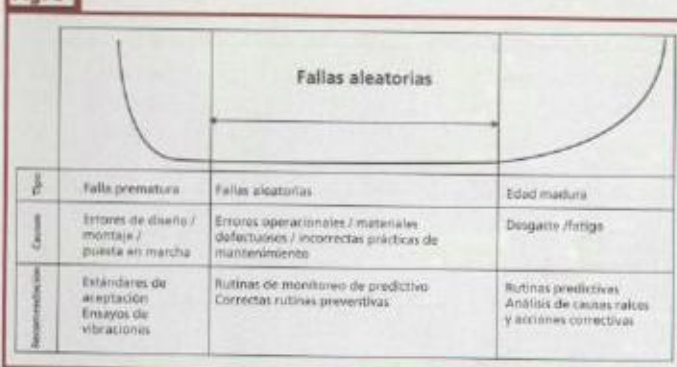
Mantenimiento Predictivo (basado en la condición)

- Los mantenimientos son anticipados y las paradas imprevistas eliminadas.

Mantenimiento Proactivo (basado en causas raíces)

- Extensión de vida entre overhauls, sistema de mejora continua.

Fig. 3



gico, contrariamente al pensamiento popular, no hay ya una estrecha relación -en la mayoría de los componentes- entre la edad y su probabilidad de falla, lo cual motivó la investigación de nuevas técnicas de mantenimiento.

En los fines de los '80, los avances en la tecnología proveyeron instrumentos a costos razonables y técnicas capaces de identificar problemas en las máquinas mediante la medición de su condición, a fin de prede-

terminar los requerimientos de mantenimiento. Esta tecnología es comúnmente llamada mantenimiento predictivo (PDM).

El mantenimiento predictivo basado en la condición ha demostrado que la posibilidad de medir síntomas que indiquen el real estado de los equipos permite modificar significativamente las rutinas preventivas. Acompañando esta meta, el sistema computarizado de gestión es seteado de tal forma de requerir una inspección no intrusiva (en la mayoría de los casos) entre 8 a 12 semanas antes de una parada planeada.

Si el resultado de dicha inspección indica que el equipamiento está en buena condición, y sus componentes se encuentran estables, esta parada mayor puede ser retrasada por varias semanas generalmente. Cuando llegue nuevamente la frecuencia de intervención, se repite el ciclo hasta que exista evidencia de deterioro que requiera su restauración.

Varias compañías progresivas fueron pioneras y adoptaron estrategias basadas en la confiabilidad, sirviendo hoy como excelentes modelos de lo que puede alcanzarse. Estas plantas son hoy utilizadas para benchmark y representan las mejores y más avanzadas prácticas del mantenimiento industrial.

En la Figura 4 puede verse la comparación en la utilización de cada aproximación del mantenimiento entre una empresa catalogada como World Class y la media de la industria.

Fig. 4 Benchmark - prácticas de mantenimiento

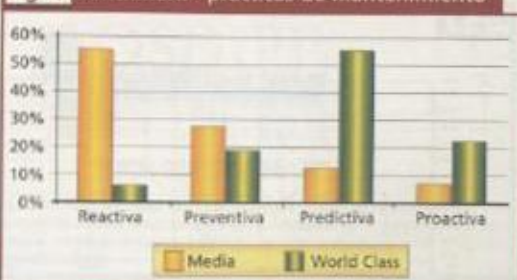


Tabla 1

Mecánica

Rotativos

Motores, generadores, bombas, compresores, turbomaquinaria, fanes, etc.

Estacionarios

Trampas de vapor, aislaciones, estructuras, cañerías, recipientes, intercambiadores, válvulas, etc.

Lubricación

Control dieléctrico
Análisis espectrográfico
Ferrografía
Cromatografía

Fuerza

Vibración
Tensión

Espeor & Condición

Corrosión
Erosión
Abrasión
Fisuras
Patrones de desgaste
Pitting

Calor

Temperatura
Conducción
Caída térmica

Fuerza

Emisión acústica
Tensión
Impacto
Stress

Calidad de aceite
Espectrógrafo de aceite
Ferrografía de lectura directa
Viscosímetro
Cromatógrafo

Analizador de vibraciones
FFT
Lámpara estroboscópica
Strain gauge
Tensiómetro de correas
Alineador de ejes
Analizador para balanceo
Estetoscopio

Ultrasonido
Sono-ray
Emisión acústica
Rayos X
Magnaflux
Tintas penetrantes
Ocular (boroscopia)

Termómetro
Termografía
infrarroja
Ultrasonido
(trampas de vapor y válvulas)

Analizador de vibraciones
Strain gauge
Ensayos de presión
Pruebas hidráulicas

Eléctrica

Distribución

Transformadores, generadores, capacitores, motores, barras, etc.

Control

Relay, arrancadores, switchgear, seccionadores

Calor

Temperatura

Energía

Voltaje
Corriente
Resistencia
Capacitancia

Fuerza

Electromagnetismo
Vibración
Energía de impulso
(rodamientos)

Calor

Temperatura

Energía

Voltaje
Corriente
Resistencia
Capacitancia

Condición

Condición
Corrosión
Pitting

Escáner infrarr.
Pirómetro
Termómetro

Megger test
Cromatógrafo
Amp/Vol. reg.
Diéctrico

Analizador FFT

Escáner infrarr.
Pirómetro

Megger test
Calibrador
medidor Ohm/
micro Ohm

Inspección visual
Limpieza
Reemplazo

Veamos ahora algunos ejemplos de detecciones predictivas.

Caso 1 : Falla rodamiento bomba centrífuga

Este caso corresponde a una falla en la pista exterior de un rodamiento SKF 7409BG,

correspondiente a una bomba centrífuga multietapa, para inyección de agua de producción, en un proyecto de recuperación secundaria.

Fig. 5

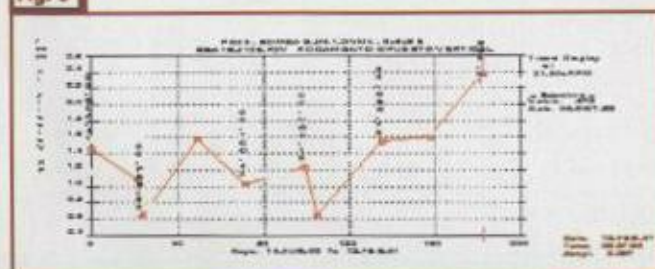
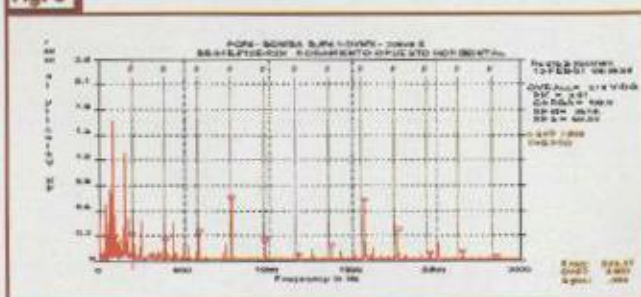


Fig. 6



El programa de inspección establece una medición mensual del nivel de vibraciones de la unidad. Como puede

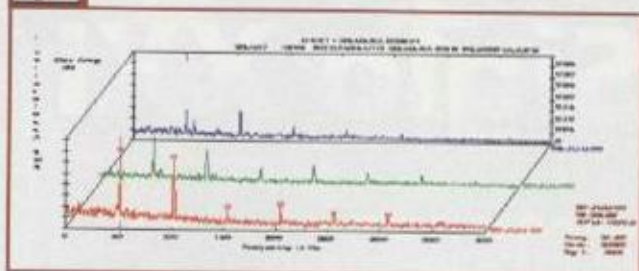
verse en la Figura 5 la tendencia de vibraciones experimentó un incremento a partir de la inspección del 21/11/00. Analizando el espectro correspondiente se comienza a observar una indicación correspondiente a un defecto en la pista exterior

MB#41
PC#4

Caso 2

Este caso corresponde al rodamiento de co-
la de un generador, como puede verse en la
Figura 7, con el transcurrir del tiempo se

Fig. 7



puede observar la aparición de la frecuen-
cia característica de una falla en la pista ex-
terna y el aumento en la amplitud de la mis-
ma. Una vez cambiado el rodamiento y co-



regida una desalineación del mismo, los
valores de vibración resultantes fueron aun
menores a los históricos que presentaba.

En este caso, se pudo prevenir una salida
intempestiva de la usi-
na de generación, con
la pérdida de produc-
ción asociada, reem-
plazándose el mismo
en una parada.

Federico Caldora
egresó en 1986 de la
Universidad Nacional
del Comahue, con el tí-
tulo de Ingeniero Industrial Mecánico. Ese
mismo año comenzó a trabajar en Bidas
SAPIC, en las operaciones de Neuquén, ocu-
pando diversas posiciones, tanto en operacio-
nes como en mantenimiento. En el año 1995
fue trasladado a Tierra del Fuego, donde
permaneció hasta principios de 2000. Ac-
tualmente se desempeña como Jefe de Manteni-
miento de Pan American Energy en Como-
doro Rivadavia, para las operaciones de
Golfo San Jorge (Cerro Dragón, Koluel Kai-
ke y Piedra Clavada) y como referente de
Mantenimiento para las demás Operaciones
de Pan American Energy.

El interior de un afiliado de OSDIPP



- Cobertura nacional en los mejores Centros de Atención.
- Emergencias, Urgencias y Atención Domiciliaria en todo el país.
- Amplia cobertura en óptica y prótesis odontológicas.
- Medicamentos hasta el 80% en ambulatorio; 100% en internación, en plan materno infantil y en oncológicos.
- Cirugía de Alta Complejidad en Centros Especializados.

En Servicios de Salud, Su Mejor Opción.

OSDIPP
Círculo Social del Personal de Dirección
de la Industria Privada del Páramo
www.osdipp.com.ar

La Superintendencia de Servicios de Salud tiene habilitado un servicio telefónico gratuito para recibir desde cualquier punto del país consultas, reclamos o denuncias sobre irregularidades de la operadora de traslados. El mismo se encuentra habilitado de lunes a viernes de 10:00 a 17:00 hs., llamando al 0800-222-SALUD (72583).

Sede Central: (011) 4315-3993 Mendoza: (0261) 429-4460 Neuquén: (0299) 442-5501
Campaña: (03489) 42-1129 Comodoro Rivadavia: (0297) 447-5545 Tartagal (Delegación Virtual): (03875) 48-2377
Bahía Blanca: (0291) 452-5690