

## Mantenimiento en minería. Primera parte

### Introducción

En la actualidad, la minería argentina está sufriendo una expansión sin precedentes en los anales de esta actividad. Pero ese avance al ser tan abrupto y repentino, muchas veces no es acompañado por el de las actividades de apoyo como las constituyen mantenimiento, y sus ligadas, logística y abastecimiento. Es acá donde debe ponerse la mayor atención, pues el mantenimiento en minería (en especial la gran minería) es en muchos casos el primer presupuesto de la empresa y por lo tanto debe ser manejado de manera muy cuidadosa con una estrategia clara a través de un plan altamente estructurado que evite paradas, accidentes, problemas ecológicos, desviaciones en el presupuesto, etc.

Un producto o servicio colocado en el mercado, sin el valor agregado que significa la satisfacción al cliente, tendrá poca vida. Asimismo, debido a la competencia nacional e internacional, ese producto o servicio deberá ser monitoreado constantemente para evaluar su marcha en el mercado. En lo que a este paper se refiere, se va a analizar el mantenimiento como una contribución importante para mejorar la rentabilidad de una empresa. Una productora de bienes, como una compañía minera, un ingenio azucarero, etc. podrá cumplir con sus compromisos de entrega, siempre que su producción no se vea interrumpida; para ello es menester que sus activos posean un desempeño confiable y no se averíen durante el proceso. Por otra parte, la calidad del producto variará en proporción directa con el desempeño de los activos que hacen posible la fabricación. La seguridad del personal involucrado en el proceso podrá verse afectada por averías inesperadas que no puedan controlarse con un mantenimiento deficiente. El medio ambiente no se encuentra ajeno a estas consideraciones: Derrames, incendios, emisiones gaseosas, etc. muchas veces son generados por prácticas de mantenimiento inadecuado. A su vez, empresas tales como productoras de agro maquinaria, vial o automotrices deben poner mucho énfasis en el mantenimiento y calidad del producto que entregan al cliente. Un equipo que tenga un elevado costo de mantenimiento, provocará que el consumidor a la hora de renovarlo se incline probablemente por el de la competencia. Una máquina que posea un servicio de post venta deficiente o nulo, arrojará al usuario en los brazos de sus competidores. Debe tenerse en cuenta que en este nicho del mercado, el cliente muchas veces no se queja, simplemente no vuelve. Al proceso en el cual se analiza el mantenimiento que tendrá un equipo, se llama Prevención del Mantenimiento. No debe confundirse con Mantenimiento preventivo. Las empresas que brindan servicios como las transportadoras de carga y de pasajeros, deben darlo en tiempo y forma. Una prestación en tiempo significa que debe *“partir de”* y *“llegar a”* en el horario pactado, exceptuando, claro está, hechos aleatorios como pueden ser inundaciones, derrumbes, huelgas, etc. Un servicio en forma significa no sólo puntualidad, sino que debe hacerse de acuerdo con estándares establecidos por la legislación, competencia o internos de la organización. Supóngase un colectivo de pasajeros que debe hacer un trayecto en una zona tropical sin aire acondicionado. El vehículo puede *“partir de”* y *“llegar a”* en los plazos estipulados pero el confort de los pasajeros no será el que provoque reacciones de beneplácito. La situación más probable será una negación de los clientes a usar el servicio en otra oportunidad. Debe tenerse en cuenta que cuando un cliente no recibe un servicio adecuado, transmite su disconformidad a otras nueve personas, mientras que se encuentra satisfecho, la transmisión no pasa de una.

De lo expuesto puede deducirse que el mantenimiento es considerado como una fuente de ingresos de una empresa, estatus muy diferente al de la teoría clásica en la que se consideraba el mantenimiento como un mal necesario. Para que el mantenimiento sea como generador de ingresos debe ser encarado con estrategias correctas.

La teoría tradicional, consideraba al mantenimiento como un mal necesario, la principal preocupación de las direcciones industriales radicaba en disminuir los costos de mantenimiento, contribuyendo de esta manera a la deducción de costos general de la empresa. Pero puede verse que un mantenimiento inadecuado afecta a la totalidad del funcionamiento de la industria púes:

- Limita los volúmenes de producción.
- Afecta la calidad.
- Puede ocasionar accidentes.
- El medio ambiente, a su vez, puede resultar dañado.
- Genera costos indirectos que superan largamente el costo tradicional de mantenimiento, tales como alquileres de equipos, contratación de servicios de reparaciones, etc.

Cuando se registran los “**Costos de Mantenimiento**”, los mismos incluyen:

- Costos de mano de obra propia y contratada.
- Materiales.
- Servicios de terceros

Pero **no tienen en cuenta:**

- Lucro cesante por pérdidas de producción.
- Pérdidas debidas a calidad deficiente, tales como descartes, reprocesos, pérdidas de calidad, etc.
- Pérdidas por no cumplimiento de plazos de entrega, multas, cese de contratos, etc.
- Costos de accidentes y mayores primas de seguro.
- Costo de mano de obra ociosa ante paradas imprevistas.
- Costos de materiales por emergencia.
- Etc.

Los costos indirectos en mantenimiento son varias veces superiores a los directos. Gráficamente, se los representa en el llamado **Iceberg de mantenimiento**. Véase la figura 1.

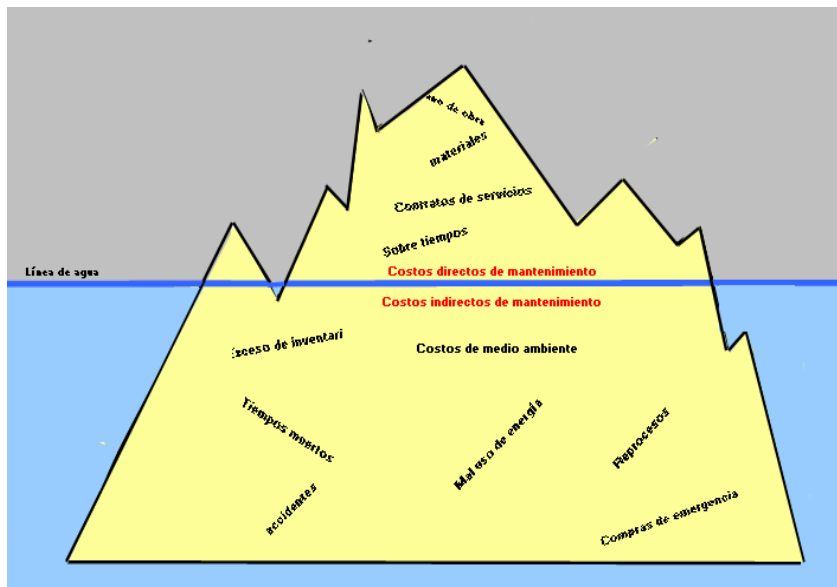


Figura 1

De acuerdo con lo expuesto, puede decirse que **el mantenimiento afecta los resultados de una empresa.**

Es en este punto donde se desea poner de manifiesto lo sostenido por Deming:

***“Estaríamos en mejor posición si las personas dejaran de hacer su mejor esfuerzo. Las personas que hacen las cosas lo mejor posible, nos han arruinado. No existe sustituto del conocimiento”***

**No basta con hacer las tareas de mantenimiento correctamente, sino que esas tareas de mantenimiento deben ser las correctas.**

A modo de ejemplo puede citarse una tarea rutinaria tal como la medición de la presión de carga del turbo alimentador de un motor de combustión interna: Si no se establece exactamente el rango de presiones para el motor sin carga y cargado, aunque las medidas se tomen según lo indicado por el procedimiento establecido, la interpretación de los datos obtenidos, no será la correcta, salvo por algún caso eventual o aleatorio. En este caso, el procedimiento se siguió correctamente, pero la interpretación no fue la correcta, debido a deficiencias en las especificaciones en lo que a interpretación de datos se refiere.

Cualquier tipo de trabajo destinado a que un equipo de producción se mantenga operativo es una acción de mantenimiento y por lo tanto representa este concepto. Además, los trabajos pueden ser programados o bien ejecutados luego de la rotura. Esto último relaciona las tareas con un plan o una programación, la que a su vez puede tener diferentes matices. En la figura 1 puede verse de manera clara como se relacionan las tareas de mantenimiento y restauración en función de la rotura o falla.

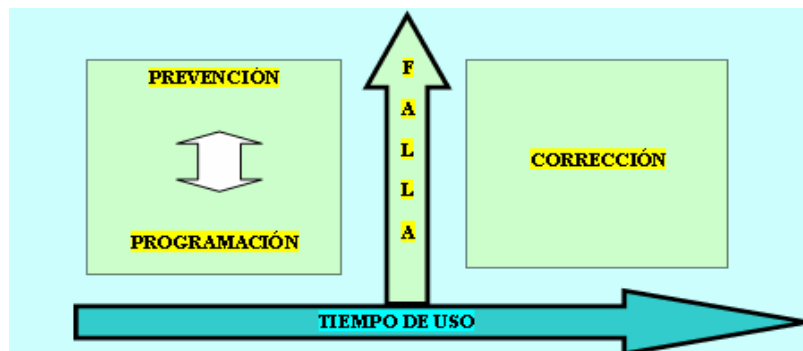


Figura 2

Si mediante técnicas de mantenimiento puede evitarse la falla de un equipo, ésta está **previniéndose** o **prediciéndose**, según las actividades desarrolladas **para evitar las consecuencias de una falla más que la falla misma**. Claro está que esta forma de trabajo, está muy ligada a la **programación de actividades y a una alta estructuración de las mismas materializadas en un programa**. Si en cambio se toman medidas luego que la rotura tuvo lugar, se está **corrigiendo** la anomalía. Estas observaciones dan lugar a tres conceptos de mantenimiento:

- **Mantenimiento correctivo o mantenimiento por avería.**

**Consiste en el conjunto de tareas destinadas a colocar el activo averiado en condiciones operativas luego que haya ocurrido una rotura, ocasionando paradas no programadas**

Este método consiste en dejar los equipos o máquinas en servicio hasta que surja la avería y en este momento el departamento de producción, llama a mantenimiento para reparar el defecto. Una vez reparado, el jefe de mantenimiento deja el equipo o máquina hasta que se produce otra falla.

Debe quedar claro que el MC es un conjunto de trabajos de reparaciones y sólo debería aplicarse a equipos auxiliares que no estén directamente relacionados con la producción, activos con equipos muleros (situación muy común en bombas, compresores, etc.). No obstante, con las salvedades hechas, esta categoría de mantenimiento posee **ventajas:**

- **Costo de implementación mínimo:** Al no requerir planificación, no se justifica infraestructura de aplicación, sea esta técnica, administrativa, etc. El equipo de mantenimiento debe acudir cuando la intervención le es solicitada.
- **No requiere planeamiento:** Es una cualidad inherente a la naturaleza del mantenimiento, pues si existiese planificación, el mantenimiento dejaría de ser correctivo para ser planeado. Por lo que todos los costos derivados de la planificación son nulos.
- **No requiere controles o inspecciones.**

Y, por supuesto, **desventajas:**

- **No ataca las causas de las fallas:** Al trabajar sobre una rotura o avería, ésta debe ser solucionada en forma urgente, no permite analizar el origen de la rotura. Una falla es un efecto producto de muchas condiciones y propiedades que posibilitan la ocurrencia del suceso de fallo, si la misma es subsanada, no significa que los factores generadores hayan sido detectados, por lo que no existe garantía que una vez eliminada, ésta no vuelva a ocurrir o generar fallas mayores. Es decir puede tener lugar una avería de igual o mayor naturaleza luego de efectuada la reparación. Con lo que la disponibilidad de las máquinas en muchos casos es casi siempre muy baja.
- **Tiempos de ejecuciones inciertos:** Al desarmar un determinado componente, puede estar abriéndose una “Caja de Pandora”. No es de poca probabilidad de ocurrencia no disponer el repuesto a sustituir, por lo que en muchos casos, el bien debe ser sacado de servicio hasta que se disponga la pieza que permita llevar a cabo la restauración.
- **Puede surgir una avería grande y costosa por no haber realizado una revisión a su tiempo.** La misma puede tener lugar cuando el equipo de mantenimiento esté saturado con otros trabajos.
- **costos de mantenimiento no controlables:** Debido a la ausencia de planificación y seguimiento de los trabajos, tanto los niveles de inventario, mano de obra y costo de repuestos no pueden obedecer a un patrón, pues no existe. Por lo que los niveles de costos de mantenimiento no tienen cota ni ley de variación.
- **Paradas imprevistas de producción:** Una máquina que deja de funcionar en forma inesperada, provoca una alteración en los planes productivos. En muchos casos no puede remontarse, dando como resultado pérdidas de producción, mientras que en otros debe recargarse el personal de producción u operación de horas extras o contratar equipos de terceros para llegar a los niveles de producción necesarios.
- **Niveles de seguridad bajos:** Al recargarse el personal de mantenimiento y operación para reparar y ganar el tiempo perdido por una avería respectivamente, provoca que las condiciones de trabajo no sean las óptimas, por lo que el personal queda expuesto a accidentes laborales.

**Mantenimiento preventivo o de inspecciones.**

<p><b>El Mantenimiento Preventivo se asienta en un conjunto de inspecciones periódicas que buscan detectar condiciones que pudieran causar descomposturas, paros de producción o pérdidas en detrimento de la función combinada con mantenimiento para controlar, eliminar o evitar tales condiciones en sus primeras etapas.</b></p>
---

En los años 30, debido a las necesidades de producción, acentuadas a finales de la década por la IIGM, la Alta gerencia comenzó a ocuparse, además de corregir las fallas, en prevenirlas. Por esta razón, el personal de mantenimiento comenzó a ocuparse de advertir fallas además de solucionarlas. El departamento de mantenimiento, que hasta esa época dependía y reportaba al sector de producción y / u operaciones, se “independizó” debido a la naturaleza específica de las tareas. Los organigramas empresariales se vieron modificados con la aparición de la nueva sección.

En otras palabras el mantenimiento preventivo es rápida detección y tratamiento de las anomalías del equipo antes de que causen defectos o pérdidas. Es medicina preventiva para el equipo.

El mantenimiento preventivo consta de dos actividades básicas; inspecciones periódicas y restauraciones planeadas basadas en los resultados de inspecciones y en las asignaciones de vida útil fijadas a cada componente del equipo sometido a mantenimiento preventivo.

Las inspecciones de mantenimiento preventivo van desde mediciones de niveles y controles diarios a reparaciones de gran complejidad, siempre que éstas hayan sido enunciadas en el plan correspondiente.

**Se incorporan así dos conceptos importantes** como son **las inspecciones** con sus características **y el programa en el cual figuran las inspecciones**. Éstas deben hacerse independientemente del estado de la máquina o equipo de producción. Claro está que esta independencia no toma el punto de inicio del plan, donde el estado del equipo de producción es muy importante y determinante para que el programa de mantenimiento se base en situaciones reales y tenga éxito. **Las inspecciones no pueden ser antojadizas**, sino estructuradas según algún criterio, las mismas deben ser ordenadas según su complejidad y por supuesto, cronológicamente. El primer interrogante a responder es relativo a cuáles son los puntos de vistas que debe o puede seguirse para estructurar las inspecciones. Existen dos criterios definidos:

- **Criterio de Vida Segura:** Se considera que un componente durará sin riesgo de falla una determinada edad. Esta edad puede medirse en términos cronológicos, o de unidades de medida de servicio, horas, kilómetros recorridos, golpes, vueltas, etc.
- **Criterio Falla Segura:** Generalmente lo proporciona el fabricante y se asegura que a partir de determinada edad el componente puede fallar. Tal es el caso de filtros y lubricantes.

Sea cual fuese el elegido, o una combinación de ambos, debe tenerse mucho cuidado pues tanto la insuficiencia o el exceso de Mantenimiento Preventivo aplicado a los equipos tendrán consecuencias negativas que afectarán tanto a Disponibilidad de los mismos como a la Confiabilidad en la operación, por lo que es de vital importancia determinar la frecuencia óptima de Mantenimiento a los equipos y evitar caer en un sub - mantenimiento o en un sobre-mantenimiento que en ambos casos reflejan altos costos y baja disponibilidad.

Una de las secciones de una empresa que más gastos representa es la de Mantenimiento y en el Mantenimiento si las frecuencias de los programas no se determinan

adecuadamente, fácilmente se caerá en exceso o falta de intervenciones que son recursos desperdiciados, de ahí que la mejora continua debiera ser parte de la Política de una empresa.

### **Unidad de medida de servicio (UMS)**

Es aquella a partir de la cual se mide el uso de un activo y sobre la cual se basarán la totalidad de las tareas de mantenimiento y reparaciones a efectuar durante toda su vida útil. Las UMS pueden ser de lo más variadas, van desde kilómetros recorridos u horas de trabajo hasta golpes, vueltas, etc. La adecuada elección de ésta, puede derivar en el éxito o fracaso de un determinado plan de mantenimiento.

### **Ejemplo**

Una empresa minera posee 25 camiones de carga, 15 están afectados al servicio de transporte de producto desde la concentradora hasta la fundidora del metal, distante 1000 Km. del establecimiento por caminos de carretera en buen estado. Los camiones son del tipo unidad tractiva de 3 ejes con un solo eje motor y acoplado. La velocidad media de los camiones es de 55 KM / h 60 Km. / h vacíos y llenos respectivamente. Los restantes deben transportar el mineral desde boca mina hasta la concentradora, distante 15 Km. por camino de canteras y no pueden sobrepasar los 15 Km. / h. Con carga y 20 Km. /h vacíos. Los camiones son de 3 ejes con los dos traseros motrices, El camino desde la trituradora hasta la cantera es ascendente con una pendiente constante y positiva de 8 °, sin pavimentar. Determinése la UMS para cada tipo de camión.

### **Solución:**

Para una correcta selección de la UMS, debe conocerse el ciclo de trabajo de cada máquina o grupo de máquinas sometidas a idénticas condiciones de trabajo, en este ejemplo, se tienen dos claramente identificables:

1. Los camiones que trasladan el mineral desde boca mina hasta la planta concentradora ( de ahora en más, camiones de mina) y
2. Los camiones que llevan el mineral desde la concentradora hasta la fundidora (camiones de carretera)

Se analizará caso por caso:

### **Camiones de mina**

Distancia mina concentradora	15,00	Km.
Distancia de cada viaje	30,00	Km.
Días de trabajo mensuales	30,00	
Velocidad media con carga (VMCC)	15,00	Km. / h
Velocidad media sin carga (VMSC)	20,00	Km. / h
	<b>Turno</b>	<b>Día</b>
Horas turno	8,00	24,00
Carguío de combustible	0,50	1,50
Carguío de materiales	1,50	4,50
refrigerio	0,50	1,50
Inspección fin de turno	0,17	0,50
Traspaso de novedades	0,17	0,50
Tiempo neto disponible (TND)	5,17	15,50
Tiempo de viaje con carga	1,00	horas
Tiempo de viaje sin carga	0,75	horas
Tiempo total de viaje	1,75	horas / viaje
Cantidad de viajes diarios	8,86	
Distancia diaria recorrida (DDR)	265,71	Km. / día
Distancia mensual recorrida (DMR)	7971,43	Km. / mes

#### Camiones de carretera

Distancia fabrica fundidora (DFF)	1000,00	Km.	
Días de trabajo mensuales	30,00		
Horas turno	12,00		
Carguío de combustible	0,50		
Carguío de materiales	0,25		
Comidas	2,00		
Varios	1,25		
<b>Tiempo neto disponible (TND)</b>	<b>8,00</b>		
Velocidad media con carga (VMCC)	55,00	Km. / h	
Velocidad media sin carga (VMSC)	60,00	Km. / h	



<b>Distancia diaria recorrida (DDR)</b>			
		<b>DDR = VPCCX TND</b>	
Con carga			
	DDRCC =	440,00	Km. /día
Sin carga			
	DDRSC =	480,00	Km. /día
y el valor promedio			
	<DDR> =	460,00	Km. / día
Tiempo de viaje (TV)			
		<b>TV = DFF / &lt; DDR &gt;</b>	
	TV =	2,17	Días
Tómese			
	<b>TV =</b>	<b>2,50</b>	<b>Días</b>
<b>Distancia mensual recorrida (DMR)</b>			
		DMR = DDR x 30	
	DMR =	13800,00	Km. / Mes
Sin mayor error puede tomarse			
	<b>DMR =</b>	<b>15000,00</b>	<b>Km. / Mes</b>

Nótese la diferencia de kilómetros recorridos por cada familia de camiones. Si se adoptara como UMS para ambas el kilómetro recorrido, y se fijaran inspecciones cada 15000 Km., los camiones de carretera serían examinados con mayor frecuencia que los de mina, por lo que el seguimiento del desgaste sería más exhaustivo. Si por ejemplo se tomara como base de las inspecciones el recorrido mensual de los camiones de mina, se tendrá que los camiones de carretera serían inspeccionados sin necesidad. Esto lleva a preguntarse si se está trabajando en lo cierto La respuesta es negativa y surge del siguiente análisis:

#### **Camiones de mina:**

- Camino sinuoso ascendente vacío y descendente lleno, no pavimentado y alisado.

- El motor trabaja a alto número de revoluciones a baja velocidad del vehículo, dando una temperatura de trabajo mayor que en el caso de camiones de carretera que trabajan a alto régimen de vueltas del motor y alta velocidad del rodado. El desgaste de los componentes será mayor. Constantemente debe usarse el freno motor para frenar la marcha del camión cargado.
- La transmisión tiene un papel importante en el control de la velocidad del rodado, pues debe usarse para frenar la velocidad del camión. Además los cambios de marchas durante la trayectoria son constantes. El funcionamiento de la transmisión no alcanza un régimen estable de trabajo, sino que está sometido a cambios continuos.
- Los componentes del sistema de eje no motriz tales como pernos de punta de eje, rótulas y bujes sufrirán un importante desgaste, deben inspeccionarse con alta frecuencia.
- Los esfuerzos a los que será sometido el sistema de suspensión al trabajar en caminos no regulares, dará como resultado un deterioro precoz de sus componentes.
- El chasis del camión soportará grandes esfuerzos de torsión, por lo que debe inspeccionarse por rajaduras, uniones desoldadas, etc.
- Camiones de carretera:
- En este caso, al tratarse de un sistema de trabajo convencional, los desgastes y averías bien pueden prevenirse usando la UMS kilómetro recorrido.
- Por lo analizado puede afirmarse que La UMS kilómetro recorrido es representativa de los trabajos que llevan a cabo los camiones de carretera pero no los de mina. Para estos últimos. Entonces, ¿Cuál es la UMS adecuada?
- Para responder a este interrogante puede razonarse diciendo que si bien los kilómetros no son representativos del trabajo, si lo será el tiempo de trabajo efectivo del camión, pues mientras trabaje sus componentes lo harán a pesar que su desplazamiento físico sea poco o nulo. Por lo que debe establecerse una equivalencia entre kilómetros recorridos y horas de trabajo.
- Cada camión de mina recorre una distancia mensual de 8000 Km.
- Cada día de trabajo posee 15,50 horas disponibles.
- Cada camión trabaja los 30 días del mes.
- Se asume un rendimiento de trabajo del 70 %.

Por lo que para el recorrido mensual de 8000 Km., se tendrá que cada camión trabaja

$$\langle H \rangle = 15,5 \times 30 \times 70\%$$

Es decir:

$$\langle H \rangle = 325 \text{ horas / mes}$$

Tómese

$$\langle H \rangle = \mathbf{350 \text{ horas / mes}}$$

Todas las inspecciones deberán basarse en la hora de trabajo de, tomando como base 350 horas mensuales.

### **Frecuencia de inspección**

En el ejemplo anterior, se introdujo un concepto en forma tácita, La variable temporal de control de mantenimiento. Un camión recorre 15000 Km.. al mes, trabaja 15,50 horas diarias, una bomba a pistones trabaja con 1500 emboladas diarias, etc.. Se asumió una escala temporal relacionándola en forma directa con la UMS, dicha variable se denomina frecuencia de inspección FI y sirve para un estandarizar un plan de mantenimiento en un grado temporal y en la práctica su uso es de mucha importancia pues facilita la planificación y cumplimiento de los planes.

Si un camión trabaja 350 horas al mes, significa que las inspecciones pueden planificarse siguiendo cualquiera de las dos variables citadas siempre que exista una equivalencia entre ellas. Así por ejemplo, pueden definirse inspecciones tales como:

- Inspección 12 horas o diaria
- Inspección 84 horas o semanal
- Inspección 175 horas o quincenal
- Inspección 350 horas o mensual
- Inspección 700 horas o bimestral, etc.

De lo analizado hasta ahora, surge que un plan de mantenimiento efectivo es aquel que logra adelantarse a las fallas, es decir prevenirlas. Este razonamiento es sencillo, pero sin embargo, no lo es su resolución, pues el objetivo lleva un intrincado sistema de revisiones, inspecciones y metodologías que justifican un análisis más detallado

Como se dijo, el mantenimiento preventivo se apoya en dos actividades básicas: Inspecciones periódicas y restauraciones planeadas basadas en los resultados de inspecciones y en las asignaciones de vida útil asignada a cada componente del equipo sometido a mantenimiento preventivo.

Las inspecciones de mantenimiento preventivo van desde mediciones de niveles y controles diarios a reparaciones de gran complejidad, siempre que éstas hayan sido enunciadas en el plan correspondiente, caso contrario, se tratará de mantenimiento correctivo.

### **Inspecciones**

Para su estudio, se clasificarán en Inspecciones diarias o de rutina, Inspecciones periódicas menores, Inspecciones periódicas medias e inspecciones mayores o de complejidad.

- **Inspecciones diarias o de rutina:** Son esencialmente servicios de alta frecuencia y poca duración, se basan en la percepción de los sentidos humanos. No requieren la detención de la máquina. Se reducen a verificaciones de niveles, presiones de

neumáticos, engrases, lectura de relojes indicadores, funcionamiento de los distintos sistemas que forman una máquina o equipo de producción, etc. No requieren la detención del equipo, sino que deben llevarse a cabo durante los cambios de turnos o al principio y final, según correspondan. Debe hacerlos el operador de la máquina. A pesar de ser simples de corta duración, el seguimiento de las novedades es muy importante pues son herramientas que ofrecen una contribución importante en el diagnóstico de equipos. Por ejemplo el consumo de aceite en un motor, permite estimar su estado con bastante precisión.

- **Inspecciones periódicas menores:** Las mismas son relativas a cambio de lubricantes, otros fluidos, engrases y, en general, cambio de consumibles. Requieren de la detención de la máquina por cortos períodos de tiempo. Se llevan a cabo según un programa establecido a partir de la experiencia, recomendaciones del fabricante o referencias externas. Un buen control de mantenimiento preventivo requiere del historial del equipo, el que se consigue luego de un tiempo de funcionamiento, contado a partir de su adquisición y puesta en marcha.
- **Inspecciones periódicas mayores:** Estas inspecciones son llamadas inspecciones generales, o recorridas internas a partes no visibles del equipo por sistemas de medición indirectos o bien aplicando el concepto del Límite de vida útil (LVU). Este tipo de inspecciones requiere la detención y / o salida de servicio del activo por plazos de tiempo más o menos extensos. En ellas interviene personal especializado. En esta categoría se encuentra incluida la recorrida general a “cero UMS” u overhaull. No obstante algunos autores la consideran como una categoría independiente. No obstante, se definirá separadamente.

### **Recorrida a cero UMS u Overhaull**

Se define la recorrida general como el conjunto de tareas de restauración y mantenimiento realizadas en una máquina o equipo de producción cuando el mismo alcanzó el 100% de su vida útil, quedando luego de esta con cualidades similares a las de una máquina, de las mismas características, nueva.

### **Ventajas del Mantenimiento preventivo**

- **Disminución de paradas no programadas:** Debido a la programación, las tareas de mantenimiento pueden programarse sin mayores problemas, evitando de esta manera sorpresas desagradables para el sector de producción.
- **Mejor conservación de los equipos:** Un equipo sometido a estas prácticas en forma habitual poseerá un estado de conservación mejor que aquel sobre el que no se hayan ejecutado tareas de mantenimiento, excepto las derivadas de las prácticas de mantenimiento correctivo.
- **Costos de mantenimiento menores que el correctivo:** La programación permite conocer el estado de partes visibles y no visibles de un equipo con una cierta

exactitud, por lo se pueden planificar reparaciones mayores y medias con anticipación que permiten prever los costos directos e indirectos asociados a éstas.

- **Estudio económico de reparaciones:** Continuando con lo expuesto en el punto anterior, cada tarea de mantenimiento, trae aparejados requisitos que deben cumplirse para poder llevar a cabo en forma exitosa, tales como mano de obra adecuada, herramental, etc., lo que con bastante aproximación, puede conocerse el costo general de una determinada intervención, de manera que pueda decidirse su ejecución o, por el contrario, desafectar el equipo de la operación.
- **Se reducen las horas extras:** Al permitir programar los trabajos, la mano de obra asociada también es previsible, por lo que antes de efectuar una determinada labor se pueden conocer los tiempos involucrados en su concreción.
- **Generación de información de programación y control:** permite conocer los estados de las máquinas, las intervenciones a las que fueron sometidas, las tendencias que evidencian de acuerdo con sus estados, etc.
- **Formación de especialistas de mantenimiento:** La mano de obra para cada tarea puede programarse, sea ésta propia o tercerizada, por lo que puede contratarse personal especializado, o bien capacitar los que trabajan en la planta. Esto permite disponer de talleres altamente especializados.
- **Reducción en el tiempo de reparaciones y stock de repuestos:** Si la programación de las tareas de mantenimiento fue hecha adecuadamente, las reparaciones no deberían tardar más tiempo que el que necesitasen para ejecutar la tarea y obviar el tiempo de parada por haber dispuesto de repuestos e insumos, pues los mismos debieron ser solicitados con la debida anticipación y los trabajos de mantenimiento no deberían comenzar sin haber comprobado que los mismos estuviesen en el almacén.
- **Buena relación entre producción y mantenimiento:** Este es un punto clave, las secciones de mantenimiento y producción (operación) suelen tener desavenencias cuando un equipo de producción debe ser sacado de servicio por mantenimiento. Si los trabajos se programan adecuadamente, el plan de mantenimiento debe adecuarse al de producción y viceversa, que por otra parte siempre ocurre, pues si una máquina no se encuentra en condiciones de trabar adecuadamente, se romperá y producción no podrá disponer de ella hasta que hayan terminado las tareas de restauración. Pero programando las tareas, se puede llegar a ejecutarlas en forma escalonada, cuando exista época de baja producción etc.

Con la programación se elimina la improvisación que siempre resulta costosa por:

- **Falta de materiales.-**
- **Falta de personal adecuado.-**
- **Falta de conocimiento de la avería y sus causas.**

Para llevar a cabo un plan de MP es necesario ejecutar correctamente un sistema de inspecciones programadas, periódicas, progresivas y cíclicas (PPPC)

- **Programadas:** Las inspecciones no deben obedecer a un orden aleatorio o fortuito, sino a un programa previamente acordado
- **Periódicas:** las Inspecciones deben llevarse a cabo a determinadas UMS, alcanzas las cuales, el equipo debe ser inspeccionado según el detalle de inspecciones.
- **Progresivas:** Las inspecciones deberán tener un orden de complejidad que irá creciendo a medida que avance la edad en servicio del equipo. Además una inspección deberá incluir la o las anteriores.
- **Cíclicas:** Un plan de MP debe ejecutarse mediante inspecciones que deben ser cumplir con las otras condiciones, pero ¿cuándo termina? La respuesta debe ser cuando el estado del equipo sea tal que tenga las mismas características que cuando fue puesto en servicio. Es decir, con la concreción de la inspección “cero UMS”. Lo cual no significa que esta inspección sea ejecutada, pues puede surgir de análisis financieros u operacionales que esa ejecución no sea viable.

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo tiene su origen en la elección de la UMS, luego debe establecerse un sistema de inspecciones, con sus correspondientes tareas. La concreción de cada inspección posee una misión importante: Detectar estados y condiciones no adecuados, sean estos relativos a las inspecciones o bien descubiertos por éstas, que generan servicios de mantenimiento previstos por el sistema de inspecciones y nuevos o detectados por las inspecciones, que detectan y corrigen, según corresponda, estados y condiciones inadecuados.

Hasta ahora parecería que el MP fuese un sistema de trabajo que vino a satisfacer las demandas insatisfechas de las industrias y empresas de servicios. No obstante, posee importantes desventajas:

- **No tiene en cuenta el real estado de los activos:** Como las tareas de mantenimiento, se basan en reemplazos y reparaciones de servicios preventivos definidas por unidades calendario (UC) o UMS, al ser desmontado un determinado sistema, sus componentes pueden ser removidos con vida útil remanente, o también inducir en un sistema estable algún tipo de inestabilidad.
- **Inspecciones basadas en UMS y no en condiciones de operación:** Éste es un punto muy importante, pues puede significar el fracaso de la implementación de un sistema de MP, pues al no disponer de mayores datos o parámetros, tiende a estandarizar procedimientos y sus períodos de inspecciones, lo que para un determinado equipo puede resultar adecuado, para otro idéntico pero que trabaja bajo otro régimen puede no resultar adecuado. Como ejemplo puede citarse.
- **Costo de implementación importante:** A diferencia del MC, el MP no puede aplicarse sin tener una infraestructura mínima que siempre es mucho más costosa. El costo de implementación abarca desde herramental, capacitación, software, hardware, etc.
- **Genera gran cantidad de información:** Un sistema de MP comienza a arrojar datos de estados y condiciones que deben ser correctamente procesados, pues caso contrario, la falla podría ocurrir y tomar desprevenido al personal de

mantenimiento y operación. Con lo que queda claro que la información no procesada no posee utilidad. Es decir debe tenerse la capacidad de procesar adecuadamente la información obtenida.

- **No es aplicable en forma rápida:** Todo sistema de mantenimiento que trata de adelantarse a las fallas, debe ser implementado como una filosofía empresarial, es decir desde la dirección. Por lo que se deduce que además de los costos de implementación, la misma no puede ejecutarse en el corto plazo, sino en mediano y largo plazos.

No obstante las desventajas detalladas, puede deducirse, en reglas generales, que un sistema de MP es más conveniente que uno basado en la rotura.

### **Mantenimiento predictivo o según condición**

**Consiste en el conjunto de tareas destinadas a determinar la condición operativa de los equipos o máquinas, midiendo las variables físicas y químicas más importantes con el objeto de predecir anomalías y corregirlas usando para tal fin instrumentos y sistemas de diagnóstico.**

Constituye la aplicación de la tecnología en el proceso de detección temprana para verificar y detectar cambios de condiciones lo que permite intervenciones más oportunas y precisas. A diferencia de las prácticas de mantenimiento preventivo, el estado de un activo puede conocerse sin necesidad de desmontajes y sin desarmar. Además permite monitorear y analizar la tendencia del equipo analizado, sin sacarlo de producción. Por ejemplo, mediante el análisis de aceite, puede determinarse con bastante exactitud el estado del motor, transmisión o sistema hidráulico analizado, extrapolar los datos y programar la remoción o reparación de manera que no interfiera en el proceso productivo.

### **Ventajas del mantenimiento predictivo**

- **Las del mantenimiento preventivo:** Al evitar paradas por roturas, impide paradas de equipos.
- **Mayor disponibilidad de activos:** Esta ventaja es por partida doble: En primer lugar, sorteas las correcciones (mantenimiento correctivo) pues analiza el comportamiento de un componente a lo largo del tiempo sin dejar que colapse. Por otra parte este mismo monitoreo evita que se desarme un componente para ver su estado, sino que éste ya se conoce sin desmontajes previos. Cuando se desarma el mecanismo, se conoce cuáles son las piezas susceptibles de cambio.
- **Menores costos de mano de obra y materiales:** la mano de obra extensiva es mucho menor. Véase el punto anterior. Además evita disponer de inventarios “por las dudas” haya un colapso.
- **Elimina el establecimiento de estándares para el reemplazo de componentes:** Esta es una verdad a medias, pues si bien un componente no se desecha porque haya cumplido su ciclo de vida, sino porque sus condiciones operativas lo dicen a través de los análisis predictivos, puede ocurrir que en activos que se encuentran trabajando en las mismas condiciones y con las mismas funciones, las edades de

fallas de algunos componentes pueden tender a un valor constante con una dispersión aceptable. Pero debe tenerse en cuenta que no deben hacerse políticas genéricas de mantenimiento, sino particulares para cada activo, pues como se verá luego, la mayoría de las políticas generales de mantenimiento no dan resultado, aunque los activos sean idénticos, sus funciones generalmente no lo son.

- **Reduce horas extras, paradas imprevistas y tiempos de mantenimiento.**
- **Elimina las inspecciones periódicas programadas que incluyen desmontajes o** desarmados de activos o partes de ellos.
- Mejoras en la seguridad industrial: Al eliminar trabajos de desarmado y desmontajes para inspeccionar el estado de un componente, se reduce en forma importante la exposición de operarios y supervisores a riesgos inherentes a estas tareas.
- **Elimina pérdidas de producción:** Si un activo disminuye sus paradas por mantenimiento, estará disponible para su uso. Por lo que si es operado adecuadamente, la producción y lo calidad deseada, se alcanzarán sin problemas.

### **Desventajas del Mantenimiento predictivo**

- **Altos costos de implementación:** Las herramientas que se usan para mantenimiento predictivo poseen un elevado costo. Aunque en muchos casos se contratan servicios de o predicción, tales como análisis de lubricantes, el precio de estos es elevado.
- **Altos niveles de capacitación y entrenamiento:** No cualquier operario está capacitado para ejecutar y / o implementar trabajos predictivos. Por lo que debe invertirse en capacitar y entrenar al personal que estará involucrado.
- **No es aplicable a todos los componentes ni a todos los activos:** No todos los activos ni todos sus componentes son plausibles de mantenimiento predictivo: Por ejemplo, una caja de engranajes de una cargadora, debido a su complejidad debería tener un sistema de monitoreo continuo de vibraciones, pero debido a que el activo está constantemente en movimiento, las perturbaciones que el traslado le imprime, hará que el lector de vibraciones podrá leerlas.
- **Largos períodos de implementación y puesta a punto:** Tanto la adquisición de las herramientas como la capacitación del personal lleva su tiempo. A éste último debe sumársele lo necesario para que el nuevo sistema de mantenimiento se afiance como práctica corriente. Generalmente los frutos se ven en el mediano y largo plazo.
- **Necesidad de grandes archivos de información, planificación y programación:** los datos que arroja un sistema de mantenimiento predictivo son demasiados para que sean procesarlos en forma manual. Se necesitan softwares de mantenimiento o de bases de datos de manera que la información recibida pueda procesarse y analizarse en forma adecuada: Recuérdese: “Los datos que no se procesan no sirven”

Lo analizado permite deducir que debe existir un criterio que determina la necesidad de ejecutar tareas o trabajos de mantenimiento, tales como síntomas de mal funcionamiento durante el período normal de producción de una máquina, novedades que surgen durante las inspecciones de manera tal que puedan reducirse las intervenciones



sobre los equipos, pues no debe olvidarse el lucro cesante de mantener una máquina fuera de servicio por tareas de mantenimiento. De esta manera se habrán alcanzado varios de los objetivos que persigue un sistema de MP, tales como reducir las horas de parada por mantenimiento, reparaciones de emergencia como así también aquellas de elevado costo sobre todo por causas que podrían evitarse en caso de mediar un plan.

Por otra parte, siempre que se habla de inspecciones, se asocian éstas con el mantenimiento preventivo, pero existen inspecciones netamente predictivas, por ejemplo la medición de vibraciones de un apoyo: por esta prueba se podrá conocer el estado del cojinete que soporta el eje; El estudio de temperatura en cabezas de cilindros de un motor de combustión interna. La diferencia radica en que no es necesario el desarmado o desmontaje de un componente.

Entonces, en un activo, ¿Qué tipo de mantenimiento debe aplicarse? La respuesta es una combinación de los diferentes tipos de mantenimientos que se detallaron. Pero esta mezcla debe ser tal que cada componente del activo sea sometido a las prácticas justas que hagan posible su disponibilidad en tiempo y forma en el proceso productivo. Por ejemplo, en un motor de combustión interna, pueden convivir los tres tipos de mantenimiento: el predictivo que monitoree la marcha y estado del motor, tales como medición del blow by o presión del cárter de aceite, medición de los componentes de los gases de escape, compresión de motor, análisis de aceite periódico, etc. El preventivo, como cambio de consumibles tales como lubricantes, filtros, correas según indicaciones del fabricante. Y el correctivo en elementos tales como sensores de temperatura, tornillos de fijaciones (no los de tapa de cilindro ni de partes vitales del motor), termostatos, etc. En otras palabras, para dar el mantenimiento adecuado es el mantenimiento justo a la medida del activo, teniendo en cuenta su función, por lo que se descartan políticas genéricas de mantenimiento y algo muy importante: no se necesitan de datos de fallas anteriores, sino que debe aceptarse el mantenimiento como una disciplina de trabajo que debe convivir y manejarse junto con la incertidumbre, la mayor aproximación a la realidad lo proveen las probabilidades de falla según una determinada distribución de probabilidades.

### **Mantenimiento detectivo o funcional**

En el apartado anterior, se dijo que el termostato de un motor de combustión interna puede ser removido cuando falla. Como se sabe, el termostato regula el paso del refrigerante por el radiador según la temperatura de éste. Esto significa que si quedó trabado no permitirá que el refrigerante caliente se enfríe en el radiador, lo cual provocará el sobrecalentamiento del motor. En la actualidad los motores poseen sistemas de protección que ante un aumento brusco de temperatura, detienen el funcionamiento de la unidad motriz. En otras palabras, existe un sistema de protección que evita el colapso. Ahora bien, ¿Qué tipo de mantenimiento se aplica a este tipo de componentes?

<p><b>Cuando se acciona un sistema de protección no se 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</b></p>
--

**los activos físicos de una empresa, se lo denomina Mantenimiento Detectivo o funcional.**

El mantenimiento detectivo o funcional se aplica a fallos ocultos. Que a su vez afectan a dispositivos de protección.

El mantenimiento predictivo se aplica también a activos muletos o de reserva. Si se dispone de una bomba de auxilio, su funcionamiento debe verificarse para que su entrada en servicio no se vea malograda.

Volviendo a los sistemas de protección, debe tenerse en cuenta que la mayoría de los planes de mantenimiento no contemplan la atención necesaria. 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.

Queda claro que en componentes críticos conviene adelantarse a que ocurra una falla, es decir debe **prevenirse** o **predecirse**. ¿Qué es lo más conveniente?

Debe tenerse en cuenta que la mayoría de los componentes no sigue la ley de falla clásica (curva de la bañera), Esto significa que la probabilidad de falla aumenta con la edad del equipo. Véase la figura 3

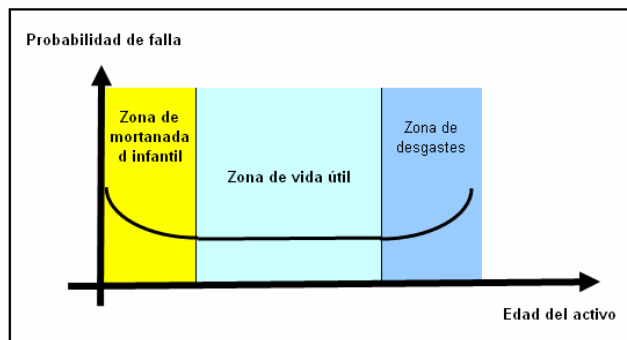


Figura 3

Este tipo de fallas se da en muy contados casos no más del 10% de los componentes de los activos y tienen lugar, generalmente en aquellos que están en contacto con el producto, tales como palas de hélices, rotores de bombas, cintas transportadoras, etc. Esto quiere decir que si se conoce la vida útil (LVU), existe la probabilidad de evitar que éste se cumpla mediante un reemplazo. Si esta operación puede llevarse desde el punto de vista técnico y, además, merece la pena ser ejecutada, representa un caso típico de Mantenimiento preventivo ya que el reemplazo se hará sin conocer exactamente el estado del activo o su componente.

En cambio en mantenimiento predictivo o a condición, se verifica mediante mediciones el estado en que se encuentra el componente y éste será reemplazado si y solo si

la condición del componente así lo establece, es decir si **es necesaria**. Al igual que en caso de preventivo, el predictivo debe ser técnicamente viable y debe valer la pena llevarlo a cabo.

En ambos casos se estará evitando la ocurrencia de la falla y con ella sus consecuencias, razón primordial del mantenimiento.

Si ambos (mantenimiento preventivo y correctivo) son técnicamente factibles valen la pena de aplicarse, siempre será más conveniente aplicar el predictivo. Por los siguientes motivos:

- 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

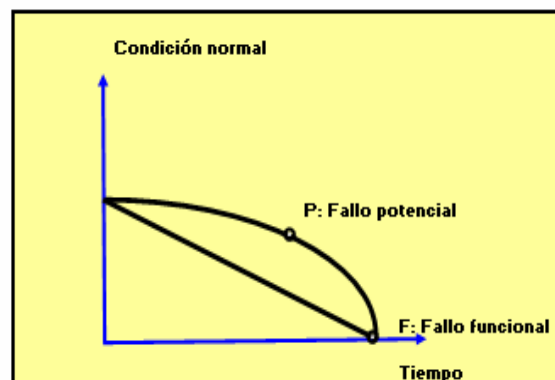


Figura 4

En minería, el manejo del mantenimiento tiene varias complicaciones, ya que existen factores que complican la no fácil ejecución de un plan de mantenimiento. Puede citarse:

- **Falta de insumos específicos:** Argentina no es un país minero, por lo que muchos materiales de directa aplicación minera, no son fáciles de encontrar en la plaza local.
- **Ubicación geográfica:** Los establecimientos mineros están ubicados, en líneas generales, a lo largo de la cordillera y puna. Las distancias a los centros importantes no son despreciables, además están fuertemente condicionadas por los factores climáticos, tales como nevadas, inundaciones, fuertes vientos, etc.

- **Falta de cultura minera:** A diferencia de países vecinos, tales como Chile, Perú y Bolivia, La minería en Argentina está en sus comienzos. Esto lleva a que empresas mineras contraten sus gerentes de mantenimiento en países con tradición minera. Lo que lleva a aumentos importantes en el costo de la mano de obra que muchas veces no conocen la idiosincrasia argentina, dando lugar a conflictos con el personal de trabajo.
- **Lucro cesante importante:** A pesar de no ser exclusivo de la minería, es importante destacarlo, ya que debe tenerse en cuenta al dimensionar un plan de mantenimiento, pues relativiza muchas veces los altos costos de adquisiciones, lo que no quiere decir que los niveles de inventario no deben tener límites, sino que obliga a estudiar muy detalladamente el comportamiento de estos niveles, mediante clasificaciones según el nivel de criticidad y costos.

Estos y otros agentes propios de la actividad específica hacen que los procedimientos de mantenimiento deban ser correctamente considerados. No obstante, existen otros factores que pueden llegar a simplificar algunas cuestiones:

- **Consumo de grandes volúmenes:** Las empresas mineras son grandes, y generalmente, muy buenos clientes. Esto da un pie para comprometer a los proveedores con niveles de inventarios importantes, además de contratos de consignación, compras abiertas, programadas, etc. la elección de un adecuado sistema de compras puede provocar disminuciones en los costos de adquisición de la empresa.
- **Situación impositiva:** La ley de promoción minera 24196 exceptúa de impuestos de importación a bienes de uso y sus repuestos. Esta situación proporciona una importante contribución a la reducción de costos. Si se dispone de un plan de mantenimiento lo suficientemente estructurado, pueden celebrarse contratos de provisión de materiales con proveedores externos a precios inferiores a los nacionalizados o bien contactarse con empresas de servicios mineros que también están amparadas por esta normativa legal.
- **Provisión integral de servicios:** Es de uso frecuente la celebración de contratos tipos MARC (maintenance and repairs contract o contrato de reparación y mantenimiento), que en muchos casos son una gran ayuda. No obstante la elaboración de estos contratos debe hacerse de manera muy cuidadosa involucrando a los sectores interesados, pues si se lo mira desde la óptica del cliente puede llegar a pagar precios excesivos y desde el proveedor, ante errores contractuales pueden llegar a pagar por trabajar en determinado emprendimiento. Debe tenerse sumo cuidado en lo que a multas e incumplimientos se refiere.

Existen muchas técnicas de mantenimiento aplicables a esta actividad. No forman parte del alcance de este trabajo emitir juicios acerca ellas, sino enfatizar en que la programación y una alta estructuración es importante en la implementación, puesta en marcha y control del mantenimiento minero. Pueden citarse algunas:

- OIM – Optimización Integral de Mantenimiento
- TQM – Gestión Total de la Calidad
- TPM – Mantenimiento Productivo Total

- Participación, Trabajo en Equipo y Flexibilidad
- Método KAIZEN
- RCM 2 – Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (Aladon Ltd.)
- LCC – Costo del Ciclo de Vida
- DSP 3 – Diseño Sistémico de Procesos
- Gestión y Evaluación de Riesgos
- FMEA – Análisis de Modos de Falla y sus Efectos
- Diseño para la Confiabilidad y la Mantenibilidad
- Análisis de Disponibilidad y Confiabilidad
- Monitoreo de la Condición y Análisis Predictivo
- RCS – Repuestos Centrados en la Confiabilidad
- Sistemas de Gestión de Mantenimiento por Computadora
- Gestión por Indicadores
- Sistemas Expertos.
- Tercerización.
- Medición y control de tareas.

Dependerá de cada usuario la elección que considere adecuada para ejecutar y controlar su plan de mantenimiento, es decir su plan de acción de acuerdo con una estrategia adecuada en la que el mantenimiento cumple una función primordial

### **Estructuración de un plan de mantenimiento**

Existe un principio de tomar el mantenimiento como una función estratégica de la empresa. Dicho principio es aumentar la rentabilidad de la organización. En la doctrina tradicional, el objetivo del mantenimiento era reducir sus costos. **Con la nueva concepción, la reducción de costos es un medio y no un fin.**

Las funciones existentes en la organización tienen su sentido y un objetivo que es aumentar la rentabilidad de la empresa. En este contexto, el mantenimiento debe integrarse, es decir ser orientado a los negocios. De esta manera, el objetivo a cumplir es la mantener la competitividad. Para lo cual debe tenerse en mente el objetivo a cumplir, que es la **Competitividad**. La calidad es un componente o factor clave para mantener la competitividad. Claro está que la calidad debe ser obtenida a un costo que justifique un precio de mercado competitivo, es decir el que los clientes están dispuestos a pagar por el producto o servicio. De esta manera, definimos el factor **productividad**. Dicha productividad no puede hacerse a costas de aspectos tales como la seguridad y cuidado del medio ambiente y sin aprovechamiento eficiente de la energía, Esta integración de tareas debe ser observada como una característica inherente al trabajo o forma de hacer las cosas y debe constituirse como parte del producto o servicio ofrecido. Si se desea que un grupo de activos provea una alta calidad al producto o servicio, de acuerdo con los niveles de producción deseados usando racionalmente la energía sin descuidar la seguridad y cuidado del medio ambiente, el activo debe funcionar adecuadamente, es decir, debe ser confiable. Esto significa añadir otro factor que concentra todos los anteriores, **la Confiabilidad, La confiabilidad se logra con un adecuado mantenimiento.** Véase la figura 5.

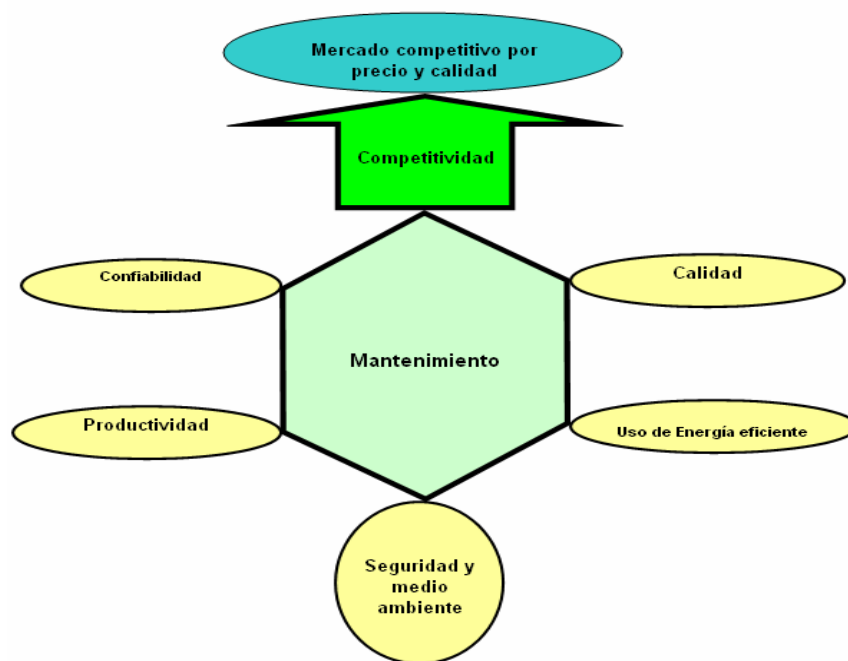


Figura 5

En las empresas mineras, suelen darse dos tipos de estructuras, independientes del tipo de organización, sea ésta piramidal o matricial:

- Mantenimiento y producción (planta concentradora o de proceso y mina propiamente dicha) dependen en forma directa de la gerencia general (véase la figura 6)

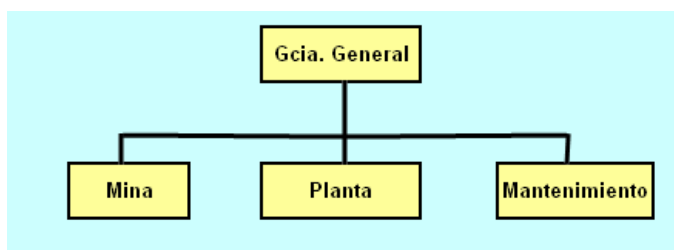


Figura 6

- Mantenimiento y producción dependen de la Gerencia y/o Dirección de operaciones, éstas a su vez del director o Gerente General. Figura 7

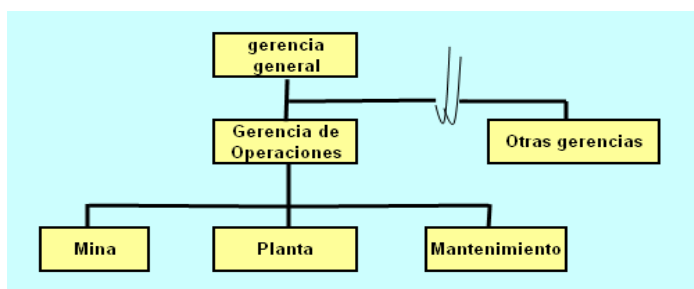


Figura 7

En ambos casos, existe un denominador común: **Mantenimiento y Producción se encuentran al mismo nivel jerárquico**. Es decir los niveles de decisiones de producción y mantenimiento son equivalentes. Esto da una clara idea del reposicionamiento del mantenimiento en el organigrama industrial. Lo expuesto es entendible si se tiene en cuenta que el presupuesto que maneja mantenimiento aumenta cada día y, en empresas mineras, muchas veces es el primer presupuesto o a lo sumo, el segundo. **Además en muchos casos específicos la operación de equipos mineros depende de la gerencia o Superintendencia de Mantenimiento**, que en muchos casos se denomina **Gerencia o superintendencia de Servicios**. Por lo tanto, si la operatoria extractiva depende de servicios, esta sección no sólo debe entregar los activos en condiciones de operación, sino diagramar su logística. Muchos establecimientos mineros deben producir su energía eléctrica, y la generación que antiguamente era una gerencia o superintendencia independiente, se transformó en una sección de Servicios. Lo mismo ocurre con la generación de aire comprimido, producción de vapor, etc. Por otra parte, los establecimientos mineros son pequeñas ciudades “en medio de la nada” por lo que tienen edificios, caminos, sistemas de provisión de agua potable, cloacas con tratamientos de residuos cloacales, mantenimiento de edificios, alumbrado público, etc. La tendencia es agrupar todas estas secciones bajo la gerencia o superintendencia de Servicios, lo que no significa que sea esta sección la ejecutora de todas las obras, sino que debe controlar la marcha y la confiabilidad de operación de cada uno de los ítems que están a su cargo. **Existe una importante herramienta que es la tercerización y, usada adecuadamente, es una medida eficaz para aumentar la efectividad de los trabajos y con ello, la rentabilidad de la empresa**. No obstante Servicios es responsable del buen funcionamiento del establecimiento minero en su conjunto, ya que deberá ejecutar o supervisar las tareas según corresponda. De esta manera, lo que en su momento era una sección sin demasiada importancia, considerada como un “mal necesario”, se transformó en una gerencia del más alto nivel con una complejidad y diversidad muy importantes en lo que hace a la producción en su conjunto. Esto explica y demuestra que la tendencia actual, en lo que hace a mantenimiento y servicios no es antojadiza, sino que esta sección es la guardiana de los activos de la estructura empresarial.

Existe una cuarta sección que debe ser la responsable de entregar los materiales solicitados en tiempo y forma, así como efectuar en forma correcta las adjudicaciones de trabajos de terceros, La sección considerada es la de Abastecimiento. Debe entenderse como abastecimiento aquella que abarca las operatorias desde la recepción de los pedidos del cliente (en este caso Mantenimiento y servicios), pasando por la generación de la orden de compra (luego de concursos de precios, licitaciones, etc.) con sus debidas adjudicaciones, El almacenaje en depósitos hasta el pago o retiro por parte del cliente o bien la aprobación de un determinado trabajo según sea la OC por materiales o servicios respectivamente.

Hasta ahora, se involucraron:

- Los sectores de producción a través de las Gerencias de Mina y Planta Concentradora, respectivamente.
- Mantenimiento a través de la Gerencia de Servicios y Mantenimiento.
- Abastecimiento con sus departamentos de Compras y Almacenes generales.

Puede notarse que debido a los montos que se manejan debe estar presente la sección de finanzas y administración, quien debe dar su visto bueno en lo que a disponibilidad de recursos ¿se refiere, pues es la sección que conoce a ciencia cierta el estado crediticio de la empresa. Esta es una contribución a modo de contralor o auditoria en la que fija las condiciones de contorno en las que las secciones involucradas en forma directa se moverán. Por ejemplo, debe dar el punto de equilibrio, costo total en función de las unidades producidas a partir de la cual la operación será rentable y para valores menores dará pérdidas. No es función de Administración y finanzas rechazar un programa, ya que es resorte de la gerencia general, quien a su vez debe presentarlo ante el directorio.

### **Implementación del plan de mantenimiento.**

Para desarrollar la implementación de un programa de mantenimiento, pueden usarse técnicas de administración por proyectos, para lo que deben hacerse supuestos en los cuales se basarán las premisas sobre las que se edificará un plan de mantenimiento adecuadamente sólido y confiable. La puesta en práctica del plan de mantenimiento en sí mismo será materia de la segunda entrega. No obstante para que un programa posea éxito, es menester que tenga en cuenta los siguientes factores que hacen al funcionamiento general de la empresa.

- Programa general de producción.
- Programa de ventas y cobranzas para que pueda conocerse el cash flow y la situación real de la compañía.

Un plan de mantenimiento que no posea conocimiento cabal de la forma de producción y los recursos materiales de la empresa tendrá pocas posibilidades de éxito. Todo esto independientemente de los componentes del programa en sí mismo, que serán analizados en la segunda parte.



## Bibliografía:

- **Lourival Augusto Tavares**, “**Administración moderna del mantenimiento**”., Novo Polo Publicacoes, 1999, Río de Janeiro, Brasil.
- **Ken Blanchard & Sheldon Bowles**, “**Raving fans. A Revolutionary Approach to Customer Service**”. William Morrow and Company, New York, USA. 1993.
- **Rupert Booth**: **Como controlar sus gastos generales**. Ediciones Folio SA, España, 1994.
- **Tizio Raúl**: “**Filosofía del Mantenimiento Preventivo**”. Sociedad Argentina de Organización Industrial; Buenos Aires 1970.
- **John Moubay**: “**Reliability Centered Maintenance**”, Butterworth Heinemann Ltd. Oxford, England, 1991.
- **Luís Améndola**: “**Modelos mixtos de confiabilidad**”, Valencia, España, 2002.
- **Universidad Austral**: Apuntes del módulo clase 4 Programa de ingeniería y gestión de mantenimiento. Buenos aires junio de 2004.
- **Mohamed Zairi**: “**Administración de la calidad total para ingenieros**” Primera edición en español, Editorial Panorama, México 1993.

## Sobre el autor:

### Rubén Eduardo Klimasauskas.

Ingeniero Aeronáutico. Universidad Nacional de la Plata. 1989

Maestría en Administración de Negocios: Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, en curso.

Gestión de Mantenimiento en empresas de producción y servicios: Universidad Nacional de Mar del Plata. En curso.

Project Management: Universidad de Belgrano. Finalizado y Aprobado. Diciembre de 2005.

Ingeniería y gestión del Mantenimiento. Universidad Austral May 04-Jun 05. Finalizado y aprobado.

Maestría en Administración de Negocios: Universidad de Belgrano / Universidad Católica de Salta. 1996.

