



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE MAQUINARIA INDUSTRIAL

Del 26 al 28 de Junio de 2002

APUNTES GENERALES

CI-107

Instructor: Ing. Ricardo Boyzo Montes de Oca
CAPUFE – IRAPUATO CONEXO INDUSTRIAL
Junio del 2002

CONTENIDO

I MANTENIMIENTO

II LA EFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO

III LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

IV GESTIÓN DE LOS MATERIALES Y REPUESTOS

V CONTROL DE MANTENIMIENTO

EJEMPLO DE SISTEMA DE CONTROL

VI LA PRODUCTIVIDAD EN EL MANTENIMIENTO

DINAMICA HEINEMMAN

**ANEXO I COMO PROLONGAR LA VIDA DE UN
MONTACARGAS**

I MANTENIMIENTO

Durante el próximo mes de enero se disputará en la ciudad de Monterrey, una de las competencias correspondientes al campeonato mundial de Fórmula 1.

Comencemos por analizar el *mantenimiento*. En primer lugar debemos definir **qué** cosa vamos a mantener.

¿Serán los motores de los autos? ¿Serán los autos en toda su extensión? ¿Será la pista sobre la que correrán los vehículos? ¿O serán los boxes, los servicios sanitarios para el público, las graderías, etc. lo que será motivo del mantenimiento?

En segundo lugar, ¿cómo encararemos el mantenimiento? ¿lo haremos nosotros mismos? ¿Con qué sistema o metodología?

¿Si nos abocamos a los *servicios de planta*, a qué nos estamos refiriendo en el caso planteado de la competencia automovilística?

¿Será al sistema de iluminación dentro de las cabinas de transmisión, o a la instalación del aire comprimido en los boxes, o a la fuerza motriz necesaria para impulsar las bombas de carga de combustible?

¿Si hablamos de la *seguridad industrial*, a qué aspectos nos estamos refiriendo?

¿Será a la seguridad que deben contar los pilotos en la pista, o será la correspondiente al público, o será la que deben contar los auxiliares de pista?

Con relación al *abastecimiento*, ¿cuáles de sus diferentes sujetos y aspectos serán importantes?

¿Será importante contar con una adecuada provisión de combustibles, lubricantes, neumáticos y repuestos para los autos? ¿Quién los proveerá? ¿Cómo aseguraremos su llegada en condiciones de calidad y de cantidad necesarias?

Por último, con referencia a la *gestión ambiental*, la competencia en sí misma ¿ocasiona o no un impacto ambiental negativo?

Estos son algunos de los interrogantes que el organizador de la competencia se deberá plantear y resolver adecuadamente, si desea que su realización sea exitosa.

MANTENIMIENTO.

El sector **Mantenimiento** generalmente se incluye en las organizaciones, dentro de la función denominada **Ingeniería de Planta**, siendo en muchos casos, su actividad

excluyente. En algunas organizaciones, la función de Ingeniería de Planta se llama Intendencia.

En mantenimiento, se agrupan una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de **confiabilidad** en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones, etc.

Si bien Uds. pueden tener un concepto bastante claro de lo que quiere expresar confiabilidad, diremos que es la probabilidad de que un producto se desempeñe del modo que se había propuesto, durante un tiempo establecido, bajo condiciones especificadas de operación.

Si este criterio lo aplicamos a los productos que sólo se usan una vez puede darnos una idea relativamente falsa de su significado.

Un ejemplo típico es la confiabilidad de un clavo. Al usarlo, el mismo puede funcionar correctamente o, doblarse y en este último caso, no sería "confiable". Por ello, normalmente su significado se aplica a conjuntos de piezas o sistemas, formados por un ensamble serie/paralelo en el que individualmente, cada pieza, posee su propia confiabilidad y el ensamble, una diferente, según cómo se encuentre formado dicho ensamble.

Veremos que la confiabilidad de un sistema complejo, compuesto por una serie de piezas, puede llegar a ser muy mala a pesar de una no muy mala confiabilidad individual. Esto es tanto más cierto cuanto mayor sea la variabilidad del desempeño de cada uno de los componentes del sistema y su grado de dependencia o independencia... Es particularmente cierto cuando es la mano de obra uno de los componentes. En efecto, si no llevamos a cabo una actividad de mejora y de control será muy difícil obtener confiabilidades resultantes elevadas. También es cierto que es a través de esta actividad de mejora donde se puede lograr la diferencia entre un buen y un mal servicio como producto.

Las actividades de mantenimiento pueden ser realizadas según diferentes sistemas, que luego trataremos, y que se aplican según las características de los bienes y según diversos criterios de gestión.

¿Sobre qué se aplican las tareas de mantenimiento?

Las tareas de mantenimiento se aplican sobre las instalaciones fijas y móviles, sobre equipos y maquinarias, sobre edificios industriales, comerciales o de servicios específicos, sobre las mejoras introducidas al terreno y sobre cualquier otro tipo de bien productivo.

Alcanza a máquinas, herramientas, aparatos e instrumentos, a equipos de producción, a los edificios y todas sus instalaciones auxiliares como agua potable, desagües, agua para el proceso, agua para incendios, pozos de agua y sistemas de bombeo, agua caliente y vapor con sus correspondientes generadores como calderas, intercambiadores de calor, instalaciones eléctricas monofásica y de fuerza motriz, pararrayos, balizamiento, instalación de aire comprimido, de combustibles, sistemas de

aire acondicionado y de telefonía, equipos, aparatos y muebles de oficina, jardinería y rodados.

¿Qué se busca obtener con un buen mantenimiento?

Se busca:

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes precitados.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar
- Evitar detenciones inútiles o paros de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear el costo del mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

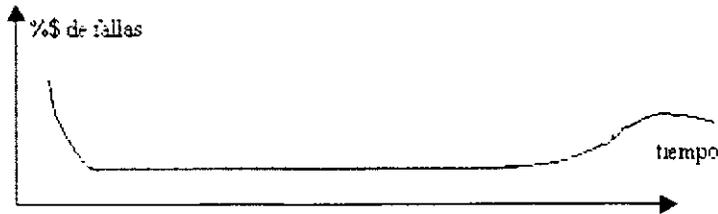
Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión. En el ejemplo del clavo, si el mismo se dobla o se rompe al tratar de hincarlo golpeando adecuadamente con el martillo, habrá fallado. Sin embargo aparecen situaciones diferentes a este ejemplo, como el caso de una heladera hogareña que deja de funcionar o el caso de un automóvil en el que si bien no deja de marchar su motor, no funciona el indicador de combustible, o funciona mal en forma intermitente su limpiaparabrisas. ¿Falló o no falló el producto en estos casos?

En general, todo lo que existe, especialmente si es móvil, se deteriora, rompe o falla con el correr del tiempo. Puede ser a corto plazo o a muy largo plazo.

El solo paso del tiempo provoca en algunos bienes, disminuciones evidentes de sus características, cualidades o prestaciones.

Por ejemplo, la pintura de un edificio va perdiendo su color, uniformidad o se resquebraja; el escurrimiento de agua por un canal pierde su eficiencia al existir fisuras o grietas en el revestimiento; el pasaje de agua por dentro de los tubos de una caldera o de un intercambiador de calor se ve obstaculizado por la presencia de incrustaciones en las cañerías; el aceite lubricante de un mecanismo cualquiera se va degradando por el uso o por el tiempo, etc.

En otro tipo de bienes, el deterioro se acentúa principalmente por su uso, como es el caso de todas las piezas móviles de una maquinaria o instalación.



No todos los sistemas presentan la etapa de mortalidad infantil, pero sí la mayoría. Entre los que presentan esta etapa existen aquellos en donde la tasa de falla es alta y otros en los que la tasa es pequeña.

Tal como observamos en el gráfico anterior, las fallas se presentan en mayor medida al principio de la **vida útil** para luego estabilizarse durante un tiempo relativamente largo, en un valor que depende del tipo y características del bien, para luego comenzar a ascender, lo cual marca en general, el límite de la vida útil de ese bien.

Este tipo de gráfico se conoce con el nombre de *curva bañera* por analogía con la forma del artefacto sanitario.

Según *el momento* de la vida útil en el que aparecen las fallas, podemos clasificarlas en:

- Fallas tempranas: correspondientes al período de mortalidad infantil, ocurren al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas. Pueden ser causadas por problemas de materiales, de diseño o de montaje. Se presentan normalmente en forma repentina y pueden causar graves daños (circuito electrónico con soldaduras frías, pieza de sección resistente menor a la necesaria para soportar un esfuerzo, rueda de un automóvil nuevo sin las tuercas correspondientes, etc.). Actualmente y gracias a los criterios de calidad total, este tipo de fallas se encuentra en franca regresión.
- fallas adultas: son las fallas que presentan mayor frecuencia durante la vida útil. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores (suciedad en un filtro de aire, cambios de rodamientos de una máquina, etc.).
- fallas tardías: representan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa final de la vida del bien (envejecimiento de la aislamiento de un pequeño motor eléctrico, pérdida de flujo luminoso de una lámpara incandescente, etc.).

Algunas fallas *no avisan*, o *avisan poco* antes de su producción, por ejemplo, al encender una lámpara incandescente ésta sufre la rotura del filamento y no se logra su encendido: una correa dentada de transmisión de un motor de automóvil, que no se encuentra a la vista, funciona correctamente hasta que arriba a su rotura.

Otros tipos de fallas dan indicios con bastante anticipación a su producción, como es el caso del filo de una herramienta de corte el cual se mantiene en buenas condiciones durante un tiempo, luego el mismo se va perdiendo paulatina y continuamente, hasta llegar a límites inaceptables para el producto, o como el caso de una correa de transmisión de una máquina de carpintería, la cual comienza a deshilacharse y a producir un golpeteo previo a su rotura.

II LA EFECTIVIDAD EN EL MANTENIMIENTO

Veamos algunas características del servicio de mantenimiento, que llevan a que el mismo sea considerado *efectivo*.

Hemos dicho que la confiabilidad o fiabilidad es la probabilidad de que un bien funcione adecuadamente durante un período determinado, bajo condiciones operativas específicas (por ejemplo, condiciones de presión, temperatura, velocidad, tensión o forma de una onda eléctrica, nivel de vibraciones).

En la práctica, la fiabilidad está medida como el tiempo medio entre ciclos de mantenimiento o el tiempo medio entre dos fallas consecutivas (TMEF).

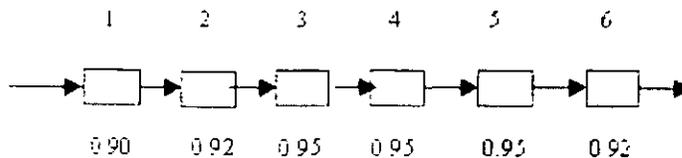
Un sistema, dispositivo, máquina o equipo, resulta entonces más confiable, a medida que dicho tiempo TMEF sea mayor.

La confiabilidad de un equipo, máquina o instalación, de concepción simple o que posee pocos componentes en serie, resulta mayor que la de una instalación compleja con muchos componentes en serie. Recordemos que en una sucesión de procesos en línea, cuando se detiene uno de ellos, se detiene toda la línea.

En caso de que una máquina posea dos componentes que actúan uno a continuación de otro, es decir sólo dos elementos en serie, y que la confiabilidad de cada uno sea del 90%, tendremos una confiabilidad conjunta de: $0.90 \times 0.90 = 0.81$ o expresado porcentualmente, del **81%**.

Observemos que **la confiabilidad del sistema, resulta menor que la confiabilidad de los componentes**

Si con igual confiabilidad individual, la máquina poseyera cuatro componentes en serie, la confiabilidad conjunta de la máquina, disminuiría al **65,61%**, producto de 0.90 elevado a la cuarta potencia, o bien, $0.90 \times 0.90 \times 0.90 \times 0.90$ (o 0.90^4)



Una máquina posee 6 secciones operativas en serie, siendo las confiabilidades individuales las siguientes:

SECCIONES

	1	2	3	4	5	6
CONFIABILIDAD	0,90	0,92	0,95	0,95	0,95	0,92

¿Cuál será la confiabilidad de la máquina?

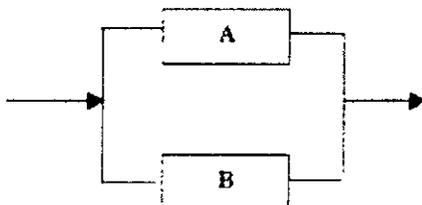
Una forma evidente de aumentar la confiabilidad del sistema, es aumentar la confiabilidad de cada uno de sus componentes.

Otras formas son: mejorar las condiciones de trabajo, proporcionar mantenimiento prevencionista (mantenimiento preventivo) a los elementos críticos, poseer equipos de reserva o en stand-by, etc.

También interesa disminuir la gravedad de las fallas, lo cual lleva a que el bien aumente en alguna medida su confiabilidad, dado que en muchos casos, al ser menos grave la falla, es menor en magnitud o extensión.

Asimismo, la confiabilidad se verá tanto más facilitada o mejorada, a medida que su diseño permita un mejor servicio de mantenimiento y/o que su diseño haya sido previsto con criterio **redundante**, es decir, con vías de funcionamiento alternativas, por ejemplo, un segundo circuito de frenos de un automóvil. También mejora la confiabilidad el **diseño libre de mantenimiento**, como por ejemplo, las baterías de los vehículos concebidas como sin mantenimiento o con bajo mantenimiento.

El criterio de redundancia se logra con elementos alternativos colocados en paralelo y que actúan en los casos en que los elementos básicos previstos, entran en falla y no pueden sostener un adecuado funcionamiento. Véase el siguiente croquis:



Suponga que el sistema funciona a través de la rama del componente A (el componente B, que es idéntico al A, no funciona) y que sus confiabilidades individuales son del 80%. ¿Cuál será la confiabilidad del sistema?

Cuando funciona sólo con A, (es como si B no existiera), la confiabilidad es del 80% y se corresponde con la probabilidad de que este primer componente funcione. Cuando consideramos la probabilidad conjunta sobre A + B, estamos considerando el conjunto formado por la **unión** de A y B, menos su intersección como en el álgebra Booleana.

Una forma sencilla de determinar esta confiabilidad es, restar de la confiabilidad absoluta (100%), la probabilidad de que A y B fallen al mismo tiempo. En nuestro ejemplo, tendríamos:

$$1 - (0.20 \times 0.20) = 0.96 \text{ o } 96\%$$

Observemos ahora que **la confiabilidad del sistema resulta mayor que las de los componentes individuales.**

La medida de la facilidad con que se puede realizar el mantenimiento de un bien, da origen al vocablo *mantenibilidad*, atributo que se expresa en términos de frecuencia, de duración o de costos de mantenimiento.

Con relación a los *costos*, debemos señalar que el caso del mantenimiento es semejante en muchos aspectos, al de la calidad y al de la seguridad. Normalmente se dispone de un presupuesto anual destinado a mantenimiento, sobre el que frecuentemente se echa mano para destinarlo a otros gastos considerados como prioritarios. Como consecuencia, las partidas destinadas al mantenimiento no alcanzan para alimentar un sistema de producción de una organización en marcha y que aspire a convertirse en un productor de clase mundial.

Cuando una empresa está operando normalmente, los desvíos de fondos destinados a mantenimiento suelen ser escasos. En cambio, en situaciones de crisis, las empresas dejan, entre otras cosas, de invertir en mantenimiento y/o de abonar seguros.

En esos casos, si la situación se prolonga un tiempo suficiente, los bienes llegan a un deterioro tal, que las posteriores inversiones en mantenimiento deberán ser exorbitantes y por ello, imposibles de realizar, amén de que muchos de los bienes pueden llegar a ser económicamente irrecuperables. Se entra así en un círculo vicioso que no hace otra cosa que profundizar el estado de crisis inicial.

Para operar un correcto servicio de mantenimiento, debemos tener en cuenta todos los costos asociados al servicio, esto es, por un lado, los costos que se evidencian a partir de la contabilidad como los correspondientes a los materiales o la mano de obra y, por otro lado, aquellos costos que no se registran en la contabilidad, tales como: el lucro cesante por paradas de máquinas o por disminución del ritmo de producción, el correspondiente a la pérdida de calidad de la producción, el que surge por la menor vida útil de los bienes, el del aumento del inventario en proceso y todos aquellos derivados de los accidentes.

Así, puede quedar ociosa la mano de obra directamente vinculada con el bien fuera de servicio: la producción de ese puesto se detiene y también puede ocurrir que se detenga la de los puestos sucesivos con posibilidad de falta de abastecimiento de productos; existe posibilidad de pérdida de la producción en proceso; el costo de la reparación propiamente dicha (mano de obra, materiales y servicios) incluido en la pieza fallada y a veces, el costo de otras piezas dañadas por arrastre; la sobreabsorción de costos fabriles por unidad de producto: los costos de un eventual accidente a los operarios, etc.

Por ello, un criterio sano para una empresa de clase mundial, es balancear adecuadamente los costos de mantenimiento y los correspondientes a las reales pérdidas de producción.

Otro de los parámetros que nos interesa conocer, es la *disponibilidad* que se tiene del equipo a mantener. Esta característica la podemos obtener como cociente entre el tiempo real que el bien se encuentra en condiciones de operación y el tiempo total en

que el mismo debería estar disponible (tiempo programado). Como resulta obvio deducir, la disponibilidad es función de la frecuencia de las fallas y de su duración, asimilado al tiempo de reparación.

Puede obtenerse con la siguiente relación:

$$\text{Disponibilidad} = (\text{TP} - \text{TI}) / \text{TP}$$

Donde **TP**: es el tiempo programado de funcionamiento y **TI**: es el tiempo de inactividad por falla.

También nos interesa conocer la *eficiencia* de un bien de producción. La eficiencia nos habla sobre el régimen de funcionamiento y la medimos como cociente entre el tiempo estándar para realizar una actividad y el tiempo real de la misma.

La *calidad* del servicio de mantenimiento es otra medida a tener en cuenta. La misma nos indica en qué medida el bien a mantener elabora los productos con la calidad especificada por el diseño.

Puede medirse por la siguiente relación:

$$\text{Tasa de calidad} = (\text{CP} - \text{D}) / \text{CP}$$

Donde: **CP** es la cantidad elaborada por el bien, y **D** es la cantidad que presenta defectos.

En definitiva, el mantenimiento debiera ser *efectivo*, denominando así al servicio que combina disponibilidad, eficiencia, calidad y costos.

Resulta común definir una medida del desempeño de los equipos, mediante el *índice o tasa de efectividad o tasa de efectividad*, obtenida como el producto de las tasas de disponibilidad, eficiencia y calidad:

$$\text{Tasa de efectividad} = \text{disponibilidad} \times \text{eficiencia} \times \text{tasa de calidad}$$

La prensa de mayor potencia de BALANCIN SRL, trabajó durante la semana pasada, 44 horas produciendo carcasas del motor M.A.S. 279. El ciclo de tiempo estándar para este producto, es de 12 minutos; el tiempo programado de trabajo era de 48 horas; la producción alcanzó a 216 carcasas, de las cuales 2 resultaron defectuosas por desgarró de la chapa en uno de sus ángulos.

Vamos a obtener la tasa de efectividad de la prensa, la cual, como podemos observar, está influenciada por el mantenimiento a través de la disponibilidad.

La disponibilidad la obtendremos como:

$$\text{Disponibilidad} = 44 \text{ horas} / 48 \text{ horas} = 0,9167$$

Para determinar la eficiencia, debemos obtener el tiempo real unitario. Como en 44 horas la prensa produjo 216 unidades, el mismo será:

44 x 60 minutos / 216 unidades = 12.22 min./u

En consecuencia, la eficiencia será:

$12\text{min/u} / 12.22\text{ min/u} = 0,982$

En cuanto a la tasa de calidad, tendremos:

Tasa de calidad = $216 - 2 / 216 = 0,9907$

En consecuencia, la tasa de efectividad la obtenemos como:

Tasa de efectividad = $0,9167 \times 0,982 \times 0,9907 = 0,8918$

Es decir, la efectividad de la prensa es del 89,18%, valor ciertamente muy bueno en comparación con los valores usuales obtenidos en la industria. Este resultado tan alto se debe principalmente a la alta tasa de calidad del ejemplo.

LA FORMA DE SOBREVENIR LA FALLA DE LOS BIENES.

Cuando adquirimos un automóvil 0 km, el manual del fabricante nos indica cambiar ciertos aceites y ciertas grasas, a intervalos variados, generalmente relacionados estos últimos con el kilometraje recorrido por el vehículo. En este caso, resulta evidente que las fallas que podrían sobrevenir por causa de una mala condición de los lubricantes, se encuentran directamente asociadas al recorrido o marcha del auto, aunque, en este caso, puede también ser importante, el tiempo que ha transcurrido desde el último cambio.

Si por ejemplo el aceite del cárter debe ser reemplazado cada 10000 km., podría considerarse que este aceite debe ser cambiado en forma periódica y próximo a un intervalo regular de tiempo como podría ser, cambiarlo cada 6 meses.

Esto equivale a decir, que el fabricante del aceite, estima que ese tipo de lubricante, empleado para el tipo de motor en cuestión, podría fallar en promedio en sus características, cada 10000 km.

Igual temperamento se podría aplicar a una lámpara de bajo consumo para la cual el fabricante establece una duración determinada, medida en horas de encendido.

Los bienes relativamente simples como los precitados, tenderán a fallar o a descomponerse, a intervalos casi constantes luego de la última reparación o cambio, es decir, el tiempo entre fallas posee escasa variabilidad.

Por ejemplo, un rodamiento a bolillas de un tipo determinado, alcanza una vida útil medida en millones de giros del rodamiento o en miles de horas en servicio.

Los rodamientos son un muy claro ejemplo en el que los fabricantes han estudiado las técnicas de reemplazo, definiendo términos sumamente específicos sobre diversas

acepciones de la vida de los mismos. Ello no impide que puedan efectuarse mediciones ad-hoc, con adecuado instrumental, para determinar la prestación real del rodamiento en operación y en su caso, establecer la necesidad anticipada de un cambio del mismo o el conservarlo en funcionamiento, aún después de la vida útil sugerida por el fabricante.

Los bienes más complejos, con muchos componentes, tendrán una distribución de tiempos de fallas que mostrarán desde una baja hasta una muy alta variabilidad, según sea la complejidad y la minuciosidad de los grados de ajuste en las tareas de mantenimiento.

Por ello, luego de una reparación por falla, este tipo de bienes pueden caer en falla en muy breve tiempo, o por lo contrario, funcionar un muy largo tiempo antes de volver a fallar.

Los tiempos de fallas se distribuyen según varios tipos de distribución estadística, como ser la normal, la exponencial negativa, la de Poisson, etc., predominando una de ellas según el tipo de bien y el momento de la vida total del bien que se trate.

IV LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

Los sistemas de mantenimiento han ido evolucionando con el tiempo y hoy no pueden dejarse de lado en ninguna de sus variadas formas y versiones, si pretendemos una manufactura de clase mundial.

Probablemente, en los primeros tiempos del desarrollo de las industrias, las tareas de mantenimiento se hayan limitado a efectuar reparaciones o cambios de piezas luego de que éstas fallaran o, en algunos casos, a realizarlas poco antes de arribar a las mismas.

Actualmente existen variados sistemas para encarar el servicio de mantenimiento de las instalaciones en operación, algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir las fallas, sino que también tratan de actuar antes de la aparición de las mismas haciéndolo tanto sobre los bienes, tal como fueron concebidos, como sobre los que se encuentran en etapa de diseño, introduciendo en estos últimos, las modalidades de **simplicidad en el diseño**, diseño robusto, análisis de su mantenibilidad, diseño sin mantenimiento, etc.

Los tipos de mantenimiento que trataremos son los siguientes:

1 – Mantenimiento correctivo

a- de emergencia

b- programado

2 - **Mantenimiento preventivo**

3 - **Mantenimiento predictivo (Mantenimiento proactivo ver anexo II)**

4 - **Mantenimiento productivo total (TPM).**

Normalmente coexisten varios de ellos en una misma empresa, pues tratamos de elegir el sistema que más convenga según el tipo de bien a mantener, la política empresarial en esta materia, la organización del mantenimiento y la capacidad del personal y de los talleres, la intensidad de empleo de los bienes, el costo del servicio o las posibilidades de aplicación.

Como le resultará evidente, no todos los bienes a mantener son del mismo tipo: Así podemos discriminar entre:

- **críticos**
- **importantes**
- **comunes o sin importancia**

Esta clasificación está basada principalmente en las *consecuencias* que pueden acarrear las fallas que se produzcan sobre cada uno de ellos.

1 - EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO

LA SANITARIA S.A. posee en su planta de Baradero, dos calderas a gas para generar vapor destinado a distintos servicios logísticos en la producción de artefactos sanitarios de porcelana.

La nave industrial que mide 50 metros de ancho por 150 metros de largo posee una cubierta de chapas en regular estado de conservación.

Ayer, martes, ocurrieron dos hechos que fueron inmediatamente reportados a J. A. Reglo, Gerente de Ingeniería de Planta: uno de ellos fue, que la tormenta con granizo que cayera sobre la ciudad durante la tarde, provocó un agujero en una de las chapas, cerca del patio interior. lo que permitía el ingreso de agua de lluvia.

El otro hecho fue que se detectó una fuga de gas dentro de la sala de calderas, probablemente proveniente de la cañería de alimentación que corre enterrada.

a. *Mantenimiento correctivo de emergencia.*

Tanto este tipo de servicio, cuanto el correctivo programado, actúan sobre hechos ciertos y el mantenimiento consistirá en reparar la falla.

El correctivo de emergencia deberá actuar lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores.

En el caso de LA SANITARIA, la detección de la fuga de gas compromete a la Gerencia a tomar la decisión de reparar la pérdida de gas, actuando ante una emergencia (generalmente la **detección** de un gas combustible, implica la existencia de una concentración peligrosa en el aire ambiente, la cual es explosiva).

Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir las fallas y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad. También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad.

Tiene como inconvenientes, que la falla puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete al bien a una mayor exigencia.

Asimismo, fallas no detectadas a tiempo, ocurridas en partes cuyo cambio hubiera resultado de escaso monto, pueden causar daños importantes en otros elementos o piezas conexos que se encontraban en buen estado de uso y conservación.

Otro inconveniente de este sistema, es que debería disponerse inmovilizado un capital importante invertido en piezas de repuesto visto que la adquisición de muchos elementos que pueden fallar, suele requerir una gestión de compra y entrega no compatible en tiempo con la necesidad de contar con el bien en operación (por ejemplo: caso de equipos discontinuados de fabricación, partes importadas, desaparición del fabricante).

Por último, con referencia al personal que ejecuta el servicio, no nos quedan dudas que debe ser altamente calificado y sobredimensionado en cantidad pues las fallas deben ser corregidas de inmediato. Generalmente se agrupa al personal en forma de cuadrillas.

b – *Mantenimiento correctivo programado.*

Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa muchas veces ante un hecho cierto. La diferencia con el de emergencia, es que no existe el grado de apremio del anterior, sino que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro normalmente próximo, sin interferir con las tareas de producción.

En general, programamos la detención del equipo, pero antes de hacerlo, vamos acumulando tareas a realizar sobre el mismo y programamos su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando a ejecutar toda tarea que no podríamos hacer con el equipo en funcionamiento. Lógicamente, aprovecharemos para las paradas, horas en contraturno, períodos de baja demanda, fines de semana, períodos de vacaciones, etc.

Si bien muchas de las paradas son programadas, otras, son obligadas por la aparición de las fallas. Por ello, este sistema comparte casi las mismas desventajas o inconvenientes que el método anterior.

Para el caso del ejemplo, podemos diferir hasta el fin de semana, en horas diurnas, la reparación de la chapa perforada si las condiciones del tiempo permiten realizarla. Mientras tanto, debido a la zona en que ocurrió el hecho, probablemente no se haga más que trasladar los elementos que pudieran encontrarse cerca del patio interior y/o cubrirlos adecuadamente.

Si la acción de reparación no exige la conveniencia de emplear luz natural, como en el caso de la chapa, podemos programar la reparación a contraturno de las horas de trabajo de producción, evitando de ese modo, toda interferencia con las tareas de producción.

2 - MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El Consorcio de la calle Acquaforte 6020, decidió que los servicios de desinfección a través de fumigación en los departamentos y pasillos y los de limpieza de tanques de agua, se realizaran el primero, cada tres meses y el segundo, cada seis meses. Ello fue motivado por un análisis de la situación sanitaria del edificio a lo largo de los últimos 5 años.

¿Qué trata de efectuar el mantenimiento preventivo?

Este tipo de mantenimiento trata de anticiparse a la aparición de las fallas.

Evidentemente, ningún sistema puede anticiparse a las fallas que no nos avisan *por algún medio*. Por ejemplo, una lámpara eléctrica debía durar 4000 horas de encendido y se quemó cuando sólo se la había empleado 200 horas. Ningún indicio o evidencia simple, nos informó sobre la proximidad de la falla.

¿Cuál es entonces la base de información para un mantenimiento preventivo?

La base de información surge de fuentes internas a la organización y de fuentes externas a ella.

Las *fuentes internas*: están constituidas por los registros o **historiales de reparaciones** existentes en la empresa, los cuales nos informan sobre todas las tareas de mantenimiento que el bien ha sufrido durante su permanencia en nuestro poder. Se debe tener en cuenta que los bienes existentes tanto pudieron ser adquiridos como nuevos (sin uso) como usados.

Forman parte de las mismas fuentes, los **archivos de los equipos e instalaciones** con sus listados de partes, especificaciones, planos generales, de detalle, de despiece, los **archivos de inventarios** de piezas y partes de repuesto (*spare parts*) y, por último, los **archivos del personal** disponible en mantenimiento con el detalle de su calificación, habilidades, horarios de trabajo, sueldos, etc.

Las *fuentes externas*: están constituidas por las recomendaciones sobre el mantenimiento, que efectúa el fabricante de cada bien.

Las *salidas del sistema*, están constituidas por los informes de:

- * compras e inventario
- * listado de partes de los equipos e instalaciones
- * historiales
- * de análisis de costos (costos reales contra los costos estándar)
- * órdenes de trabajo de mantenimiento y de recorridas en sus diversos tipos.

En el caso de compra de bienes de cierta importancia, junto con el mismo, se recibe un manual de operación y mantenimiento. En dicho manual, se recomienda la realización de determinados trabajos de mantenimiento y determinados reemplazos de piezas y/o de materiales de consumo, especificándose la oportunidad de su ejecución sobre una base de tiempo de uso, tiempo desde la última intervención, número de golpes (caso de los telares, de una prensa, etc.), número de vueltas, kilómetros recorridos, cantidad de materia prima procesada, etc.

¿Por qué el fabricante puede formular esas recomendaciones?

Porque se basa en su *experiencia*, es decir, en el conocimiento que obtiene sobre los productos de su fabricación, por la práctica y por la observación a través de un tiempo prolongado.

En ambas fuentes de información se encuentra implícito el conocimiento de la *vida útil* del bien.

Es justamente la definición de una vida útil para los bienes y sus componentes, lo que nos facilita encarar el mantenimiento del tipo preventivo.

Por otro lado, para los casos en que no disponemos de información sobre la historia o sobre la vida útil de un bien, la recorrida periódica de todos ellos y la confección de un programa de reparaciones anticipadas, nos permiten actuar antes que se produzcan muchas de las fallas.

En todos los casos, la prevención nos permite preparar el equipo de personal, los materiales a utilizar, las piezas a reponer y la metodología a seguir, lo cual constituye una enorme ventaja.

La mayor ventaja de este sistema es la de reducir la cantidad de fallas por horas de marcha.

Las desventajas que presenta este sistema son:

* **cambios innecesarios:** al alcanzarse la vida útil de un elemento, se procede a su cambio, encontrándose muchas veces, que el elemento que se cambia, permitiría ser utilizado durante un tiempo más prolongado. En otros casos, ya con el equipo desarmado, se observa la necesidad de "aprovechar" para realizar el reemplazo de piezas menores en buen estado, cuyo costo es escaso frente al correspondiente de desarme y armado, en vista de prolongar la vida del conjunto. Estamos ante el caso de una anticipación del reemplazo o cambio prematuro.

- **problemas iniciales de operación:** cuando se desarma, se montan piezas nuevas, se rearma y se efectúan las primeras pruebas de funcionamiento, pueden aparecer diferencias en la estabilidad, seguridad o regularidad de la marcha.

Muchas veces, esto es debido a que las piezas no *hermanan* como cuando se desgastaron en forma paulatina en una posición dada, otras veces, es debido a la aparición de fugas o pérdidas que antes de la reparación no existían, o a que no se advirtió que también se deberían haber cambiado piezas que se encontraban con pequeños desgastes, o a que durante el armado se modificaron posiciones de piezas que provocan vibraciones por desbalanceo de las partes rotantes.

- **costo en inventarios:** el costo en inventarios sigue siendo alto aunque previsible, lo cual permite una mejor gestión.
- **mano de obra:** se necesitará contar con mano de obra intensiva y especial para períodos cortos, a efectos de librar el equipo al servicio lo más rápidamente posible.
- **mantenimiento no efectuado:** si por alguna razón, no se realiza un servicio de mantenimiento previsto, se alteran los períodos de intervención y se produce un *degeneramiento* del servicio.

El planeamiento para la aplicación de este sistema consiste en:

- Definir qué partes o elementos serán objeto de este mantenimiento
- Establecer la vida útil de los mismos
- Determinar los trabajos a realizar en cada caso
- Agrupar los trabajos según época en que deberán efectuarse las intervenciones.

El agrupamiento aludido da origen a órdenes de trabajo, las que deben contener:

- los trabajos a realizar
- la secuencia de esos trabajos
- la mano de obra estimada
- los materiales y repuestos a emplear
- los tiempos previstos para cada tarea
- las reglas de seguridad para cada operario en cada tarea
- la autorización explícita para realizar los trabajos, especialmente aquellos denominados "en caliente" como la soldadura.
- la descripción de cada trabajo con referencia explícita a los planos que sea necesario emplear.

Si optamos por este tipo de mantenimiento, debemos tener en cuenta que:

- Un bajo porcentual de mantenimiento, ocasionará muchas fallas y reparaciones y por lo tanto, sufriremos un elevado lucro cesante.
- Un alto porcentual de mantenimiento, ocasionará pocas fallas y reparaciones pero generará demasiados períodos de interferencia de labor entre Mantenimiento y Producción.

CONTROL DE LUBRICACIÓN.

El control de la lubricación incrementa la eficacia del costo del equipo levantando la productividad y reduciendo los costos de mantenimiento. El control es generalmente dividido en control de los materiales lubricantes y control de las técnicas usadas.

Los lubricantes que se usan en la mayoría de los equipos pueden ser categorizados dependiendo de su uso en:

- Aceites lubricantes. Estos pueden ser aceites lubricantes en general (mineral, vegetal, animal) y aceites de corte (para reducir la fricción entre herramientas y equipo maquinado).
- Grasas. Son aceites lubricantes mezclados con jabón o agentes inorgánicos haciéndolos semisólidos o semilíquidos.
- Lubricantes sólidos. La mayoría son usados en conjunción con grasas. ejemplo, grafito, bisulfuro de molibdeno.

Métodos de lubricación. Estos pueden ser clasificados en desechables o de pérdida total, y auto contenido.

A. Métodos de pérdida total.

- Lubricación manual. El aceite se agrega a intervalos cortos. es para equipo con poco movimiento.
- Alimentador con mirilla. El aceite es alimentado de un recipiente transparente por una válvula.
- Sifón tipo mecha. Se usa para baja viscosidad y el suministro varía con el nivel de aceite.
- Lubricante forzado mecánicamente. El suministro es controlado por la acción de un émbolo con un tornillo de ajuste.
- Felpa. provee lubricante de la reserva suavemente y actúa como filtro.
- Atomizador. Inyecta gota a gota en una corriente de aire presurizada atomizándola.

B. Métodos auto contenidos.

- Mechero con alimentación desde el fondo. Protege el equipo del polvo, filtrando el aceite.
- Anillo. El aceite es usado por largos períodos de tiempo, algunas veces se usa cadena en lugar de anillo.
- Baño. se usa por largos períodos en engranes y mecanismos de transmisión.
- Circulante por presión. Suministra aceite a muchos puntos en equipos grandes.

Puntos clave para la inspección diaria.

- Control del nivel del lubricante. Seleccione el nivel apropiado que pueda ser mantenido.
- Cheque la temperatura del lubricante. Con el aumento de la temperatura se reduce la fricción y aumenta el deterioro. asegure que la temperatura no llegue más allá de lo especificado.
- Controle el rango de lubricación. Aplicar la cantidad correcta, mucho significa problema, menos es insuficiente.

Conocimientos básicos para los operadores de mantenimiento

Tornillos y tuercas.

Típicamente, las partes que forman el equipo de producción son separadamente maquinadas y ensambladas. La mayoría de esas partes se juntan por medio de tuercas y tornillos. Cada máquina usa un gran número de tuercas y tornillos como fijadores que requiere considerable tiempo para asegurarlas y fijarlas. A estos fijadores frecuentemente no se les da torque adecuado.

Cuñas y baleros.

Las cuñas son importantes al conectar flechas y partes como poleas, juntas, etc. Las cuñas vienen en varias formas y tamaños de acuerdo a las condiciones de carga y a la estructura del mecanismo. Los defectos en la forma en la que las flechas y el fresado se encuentran, o en la forma en que la cuña se ajusta, pueden causar daño o evitar la rotación o que las partes se roten. Es necesario que se conozcan varias técnicas para reemplazar cuñas y practicar con varios métodos de ajuste.

Trasmisiones de poder (engranes, bandas y cadenas).

Los elementos de transmisión de poder tienen una elevada importancia en el conocimiento de los elementos esenciales en un mantenimiento correctivo menor. Usan varios instrumentos para medir los defectos de ensamble y defectos de baleros durante la operación de prueba. Repetidamente ajustan la cantidad de lubricante aprendiendo como la cantidad afecta la temperatura de operación. Después reemplazan la banda-V por una cadena y repetidamente ajustan la tensión en la cadena para sentir la relación entre la tensión y las características de operación, como ruido y temperatura, entonces conectan una cuña ajustada a un engrane y practican corrigiendo la pérdida de carrera causada por el engrane así como por su alineación.

Hidráulica, neumática y sellado.

El poder hidráulico está basado en presión de aceite y el poder neumático en presión de aire, se usa esa fuerza en muchos tipos de equipo industrial. Para hacer el uso de las funciones de hidráulica y neumática más efectivo, se debe

entender las características y estructura del equipo que se maneja. Es necesario saber como prevenir las fugas de fluido y la introducción de materia extraña, con el apropiado uso de varios tipos de empaques.

3 - MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El nuevo encargado del consorcio de Acquaforce 6020, apoyó su mano sobre el motor de la bomba que alimenta a los tanques elevados de agua, y notó que estaba caliente: se preocupó. En stand by se encontraba la otra motobomba y entonces optó por parar la unidad que estaba en funcionamiento y hacer arrancar a la segunda unidad. Se quedó unos minutos cerca de las bombas y luego tocó la carcasa de este segundo motor: lo encontró frío. Entonces se retiró tranquilo, pensando en informar al administrador. Tenía el encargado los conocimientos necesarios como para detectar una anomalía?

¿Poseía los sensores o instrumentos adecuados para ello?

¿Sabía interpretar los resultados que podrían haber arrojado los instrumentos de medición?

Podemos contestar sólo parcialmente a estos interrogantes, visto que no poseemos toda la información necesaria.

¿En qué se basa el mantenimiento predictivo?

La mayoría de las fallas se producen lentamente y previamente, en algunos casos, arrojan indicios evidentes de una futura falla, indicios que pueden advertirse simplemente. En otros casos, es posible advertir *la tendencia a entrar en falla* de un bien, mediante el *monitoreo de condición*, es decir, mediante la elección, medición y seguimiento, de algunos parámetros relevantes que representan el buen funcionamiento del bien en análisis.

En otras palabras, con este método, tratamos de acompañar o seguir, la evolución de las futuras fallas.

¿Cómo?

A través de un diagnóstico que realizamos sobre la evolución o tendencia de una o varias características mensurables y su comparación con los valores establecidos como aceptables para dichas características.

¿Cuáles pueden ser esas características?

Por ejemplo, pueden ser: la temperatura, la presión, la velocidad lineal, la velocidad angular, la resistencia eléctrica, la aislación eléctrica, los ruidos y vibraciones, la rigidez dieléctrica, la viscosidad, el contenido de humedad, de impurezas y de cenizas en aceites aislantes, el espesor de chapas, el nivel de un fluido, etc.

¿Cuáles son los aparatos e instrumentos a utilizar?

Son de naturaleza variada y pueden encontrarse incorporados en los equipos de control de procesos (automáticos), a través de equipos de captura de datos o mediante la operación manual de instrumental específico. Actualmente existen aparatos de medición sumamente precisos, que permiten analizar ruidos y vibraciones, aceites aislantes o espesores de chapa, mediante las aplicaciones de la electrónica en equipos de ultrasonidos, cromatografía líquida y gaseosa, y otros métodos.

El seguimiento de estas características debe ser continuo y requiere un registro adecuado. Una de sus ventajas es que las mediciones se realizan con los equipos en marcha, por lo cual, en principio, el tiempo de paro de máquinas resulta menor.

¿Cómo nos damos cuenta que estamos próximos al desencadenamiento de una falla?

Si bien ésta es tarea para especialistas, podemos decir que, previo a la producción de una falla, la característica seguida se "*dispara*" de la evolución que venía llevando hasta ese momento.

Además de la ventaja recién citada, el seguimiento nos permite contar con un registro de la historia de la característica en análisis, sumamente útil ante fallas repetitivas: puede programarse la reparación en algunos casos, junto con la parada programada del equipo y existen menos intervenciones de la mano de obra en mantenimiento.

Como inconveniente, debemos citar que se necesita constancia, ingenio, capacitación y conocimientos, aparatos de medición y un adecuado registro de todos los antecedentes para formar un historial.

Técnicas de diagnóstico.

Las metodologías de mantenimiento conocidas como mantenimiento predictivo y mantenimiento basado en las condiciones, están ganando atención como reemplazos confiables del mantenimiento periódico y reexaminación.

Los métodos constituyen un nuevo tipo de mantenimiento preventivo que usa medición moderna y técnicas de señal de proceso para diagnosticar la condición del equipo durante operación y determinar cuando se requiere mantenimiento. Para permanecer competitivas las compañías deben cambiar del mantenimiento periódico al predictivo, en el equipo que es caro en reparación o que causa serias pérdidas si se descompone.

Técnicas de diagnóstico.

Los intervalos para el mantenimiento periódico convencional y reexaminación son usualmente decididos determinando el máximo tiempo de operación de las estadísticas de descomposturas y de la inspección visual y ha sido sujeto de largos errores experimentales. La reexaminación y los intervalos de mantenimiento deben ser derivados científicamente, basados en una exacta comprensión de las condiciones de la máquina. La tecnología de diagnóstico mide la tensión en el equipo y sus malfunciones, deterioro, fuerza, desempeño, y otras propiedades sin desmantelarlo. Es una tecnología para monitorear cambios continuos.

Los tipos de descomposturas a las cuales el mantenimiento predictivo es aplicable, está limitado a esos equipos a los cuales los cambios, en los parámetros seleccionados previamente son usados para proyectar descomposturas. No es apropiado cuando no hay medio de detectar malfunciones por adelantado, tampoco es apropiado cuando los costos del monitoreo sean más altos que los costos de reparación o que las pérdidas de producción.

El mantenimiento predictivo tiene como fines los siguientes:

- Reducir descomposturas y accidentes causados por el equipo.
- Incrementar los tiempos de producción y operación.
- Reducir los costos y tiempos de mantenimiento.
- Incrementar la calidad de los servicios y productos.

Las técnicas aplicadas para el diagnóstico de la máquina son siete y son las siguientes:

- Métodos térmicos. Incluyen el uso de pintura térmica para dar al equipo una termografía visible de los calentamientos.
- Monitoreo del lubricante. Monitorea color, oxidación, y partículas de metal contenidos en un análisis espectro químico.
- Detección de fugas. Fugas de vasos de presión se detectan con ultrasonido o gases halógenos.
- Detección de fisuras. Son detectados usando un flujo magnético, resistencia eléctrica, ondas ultrasónicas o radiación.
- Monitoreo de vibración. Choque y pulso son usados en maquinaria con partes movibles.
- Monitoreo del ruido. Varios tipos de detectores monitorean a través del ruido que genera.
- Monitoreo de la corrosión. Las emisiones acústicas y otros métodos son usados para monitorear la condición de los metales.

Los más usuales son el monitoreo térmico, monitoreo del lubricante y vibración, son extremadamente importantes, son una forma rápida en la detección de malfuncionamientos

4 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

Este sistema caracterizado por las siglas **TPM** (*total productive maintenance*), coloca a todos los integrantes de la organización, en la tarea de ejecutar un programa de mantenimiento preventivo, con el objetivo de maximizar la efectividad de los bienes.

Centra entonces el programa en el factor humano de toda la compañía, para lo cual se asignan tareas de mantenimiento a ser realizadas en pequeños grupos, mediante una conducción motivadora.

El TPM se explica por:

- Efectividad total a efectos de obtener la rentabilidad adecuada, teniendo en cuenta que ésta hace referencia a la producción, a la calidad, al costo, al tiempo de entrega, a la moral, a la seguridad, a la salubridad y al ambiente.
- Sistema de mantenimiento total consistente en la prevención del mantenimiento (diseño libre de mantenimiento al cual ya nos hemos referido) y en la mejora de la mantenibilidad.
- Intervención autónoma del personal en tareas de mantenimiento.
- Mejoramiento permanente de los procesos al mejorar el mantenimiento.

Una vez que los empleados se encuentran bien entrenados y capacitados, se espera que se ocupen de las reparaciones básicas, de la limpieza del equipo a su cargo, de la lubricación (cambios de aceites y engrases), ajustes de piezas mecánicas, de la inspección y detección diaria de hechos anormales en el funcionamiento del equipo. Para ello, es necesario que hayan comprendido la forma de funcionamiento del equipo y puedan detectar las señales que anuncian sobre la proximidad de llegada de las fallas.

El mantenimiento principal lo seguirán realizando los especialistas, quienes poseen formación e instrumental adecuado.

Debemos tener en cuenta que tradicionalmente los especialistas dicen, que los operarios de producción actúan incorrectamente sobre las máquinas y que por eso se rompen. Por su parte, la gente de producción expresa, que los de mantenimiento las reparan mal y que por ello las máquinas no aguantan. Para aumentar más esta antinomia, los operarios de mantenimiento ganan más que los de producción, razón por la cual estos últimos, al ocuparse de algunas tareas de los primeros, reivindican reclamos salariales.

Por estos motivos, la labor de motivación y adoctrinamiento de esta filosofía del trabajo resulta fundamental.

LA GESTION Y ORGANIZACION

Las actividades de mantenimiento pueden organizarse y administrarse de formas variadas. Para todas ellas son aplicables las características que señalamos a continuación, con excepción del TPM la cual constituye una filosofía especial de mantenimiento y que debe incluirse en los planes de producción.

En primer lugar, debemos decidir si el mantenimiento se realizará con personal propio o mediante tercerización, teniendo en cuenta que aún en este último caso, existirá por lo general, algún tipo de personal propio para atender urgencias.

La organización también depende de las modalidades de operación de la empresa, trabajo en uno, dos o tres turnos. Las tareas que pueden ser programadas se efectúan en las horas no dedicadas a producción a efectos de evitar las interferencias; los grupos nocturnos constituyen servicios de guardia cuando se labora en horas de la noche además de poder atender trabajos programados, etc.

Si se desea una buena efectividad de los equipos, será conveniente disponer de algún exceso en la dotación y capacitar operarios polivalentes de modo de que los mismos puedan ser empleados tanto en producción como en mantenimiento.

Asimismo, es bastante común que se estructure una división de la dotación según especialidades, por ejemplo, mecánica, electricidad, electrónica, instalaciones, civil, etc.

Por otra parte, dependiendo de la configuración física de la empresa, puede existir un único taller de mantenimiento o bien, un taller central en el cual reside la parte más importante del servicio, y talleres zonales que se encargan de tareas más sencillas o rutinarias.

En todos los casos, el apoyo administrativo es un requisito valioso de modo que la gran cantidad de datos del sistema permita una búsqueda e información eficientes.

La documentación técnica correspondiente a los distintos bienes, debe facilitar las tareas de mantenimiento y encontrarse perfectamente archivada y actualizada con las eventuales reformas o modificaciones que se le pudieran haber introducido. Estos bienes los identificamos a través de su código y los archivos deberán brindarnos datos como su denominación, fechas de compra e instalación, si es nacional o importado, marca, modelo, fabricante, distribuidor o representante, ubicación física, estado de conservación, grado de criticidad, características técnicas y expectativa de vida.

También se debe contar con archivos de las actividades de mantenimiento, con indicación del tipo de mantenimiento que les corresponde, su frecuencia, tiempo estándar o predeterminado para su ejecución, método de la actividad, normas, criterios y roles de prevención de la seguridad, repuestos y materiales a emplear, herramientas e instrumentos, especialidades y dotación necesarias.

Entre los documentos empleados, se cuentan las órdenes de trabajo (similares a las vistas anteriormente) y las órdenes de recorrida: estas últimas se aplican para "recorrer" un sector definido de la planta o cierta clase de equipo, y realizar secuencialmente una serie de tareas de pequeña dimensión. Por ejemplo, una recorrida semanal podría consistir en la revisión de los niveles de aceite de los transformadores de alimentación; una mensual, regulación de los registros de ajuste de las protecciones eléctricas.

EL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

Las tareas de mantenimiento pueden ocupar a personal de diversas áreas, según la organización empresarial y según el tipo de bienes a mantener.

El mismo puede ser propio o ser contratado total o parcialmente con empresas especializadas mediante tercerización.

La empresa debe decidir si todas las tareas las realizará el sector de mantenimiento o si, siguiendo la tendencia actual, se inclinará por el TPM en el que los operarios de producción realizan el mantenimiento liviano.

El personal interno puede tener su base de tareas en el único taller existente o bien en talleres zonales dependientes del primero, según tamaño, extensión, complejidad y localización de las áreas o bienes a mantener. En este último caso, intervendrá en las emergencias excepto imposibilidad técnico-operativa para ello.

Como ya se adelantara, en los casos de operación durante las 24 horas, debemos mantener una guardia nocturna para actuar ante emergencias.

Un buen servicio de mantenimiento debiera tener una parte de su tiempo ocioso o en tareas de planeamiento del mantenimiento, o en tareas de producción, con el objetivo de disminuir los costos de parada dado que el servicio debe prestarse de inmediato, especialmente sobre los equipos críticos e importantes.

Ello resulta evidente en la siguiente situación:

El taller de mecanizado LA MAQUINA S.A., posee varias máquinas que tienen igual distribución del tiempo medio de falla, es decir, tiempo medio entre fallas semejante. Cuando una de estas máquinas se descomponen, el personal la atiende en un tiempo determinado pero, si el mismo está atendiendo a otra máquina parada por falla con anterioridad, las sucesivas deberán integrar una cola de espera.

Si se aumenta la dotación, se reducirán las demoras hasta un punto en que existirá un adecuado balance entre recursos y lucro cesante, resultando un costo total mínimo o cercano al mínimo.

Las instalaciones productoras de bienes y servicios, son generalmente estudiadas, entre otros, con el objetivo de satisfacer de la mejor manera posible el flujo de los materiales y productos y poca atención se le presta o prestaba durante la fase de proyecto, a las tareas de mantenimiento, las que de por sí son muchas veces complejas y complicadas.

Con el paso del tiempo, las tareas se acomplejan y complican aún más a poco que tengamos en cuenta que un establecimiento con 15/20 años de explotación, rara vez es conservado en idénticas condiciones que las de diseño.

Así aparecen modificaciones por cambio de procesos, de tecnologías, de productos, de materias primas e insumos, de maquinarias, de metodología de trabajo, de distribución en planta, etc.

Como dichas modificaciones no son estudiadas en forma integral, sino que sólo son adecuaciones del sistema de producción, las condiciones iniciales de mantenimiento,

de por sí complejas, se agravan con los cambios que se van introduciendo y ya no aparece un lote compacto de unidades de producción que en su instalación inicial eran idénticas, por ejemplo: igual marca, modelo, tipo, diseño, potencia, velocidad, regulación, tamaño, lógica de operación, régimen de trabajo, accesorios, repuestos, proceso de armado y desarmado, etc., en definitiva, igual exigencia, secuencia, tipo y alcance de tarea de mantenimiento.

Comenzamos hace 26 años en una zona de desgravación impositiva; pudimos equipar la planta con 12 compresores a pistón marca IRC todos del mismo tamaño y modelo, para producir frío para las cámaras. Enviamos 2 técnicos al extranjero para que se capacitaran en el mantenimiento de los compresores. Desde hace 8 años atrás estamos reemplazando los IRC, que ya no se fabrican más, por los que en cada caso nos parecen mejores si tenemos en cuenta el rendimiento frigorífico y el costo de compra.

Ahora tenemos: 2 IRC de los viejos, 3 marca FRIAR modelo BRRR, 1 de igual marca pero más grande, modelo BR4, 2 marca YELO y otros 3 marca O-FRI que estamos instalando."

El personal no siempre puede desmontar de la planta en forma sencilla lo que debe reparar, llevarlo al taller y arreglarlo. En esas condiciones de trabajo, poseería sólo las complicaciones naturales que deben vencerse con el conocimiento que sobre la cosa a reparar disponga el equipo de trabajo.

En efecto, algunos arreglos deben ser hechos en el mismo lugar de producción, sobre la máquina o instalación a reparar – soportando las condiciones ambientales del lugar – y en otros casos, la tarea de desmontaje no resulta ni sencilla, ni cómoda, especialmente en los casos en que la disposición del lugar o la imposibilidad de aplicar ayudas mecánicas, no facilitan una solución menos penosa.

Tratándose de equipos críticos o importantes, o actuando frente a reparaciones de emergencia, *la presión del tiempo* se manifiesta claramente sobre el personal, debido a la necesidad de reponer en servicio las instalaciones en forma urgente.

Por último, el operario se debe posicionar muchas veces en forma incómoda, introducirse en espacios reducidos, realizar esfuerzos dinámicos importantes o estáticos de carga reducida o media pero que por su tipo, generan desfallecimiento muscular.

Debe trabajar a veces con piezas que se encuentran calientes, que contienen fluidos a presión o no, que pierden fluidos; emplea otras veces, equipos de protección que si bien protegen, dificultan su actividad manual, visual o auditiva; debe actuar normalmente sobre zonas que no se encuentran limpias sino todo lo contrario; trabajar en altura: en lugares poco ventilados o la intemperie, etc.

Todo lo expuesto nos da una idea de la complejidad de las tareas de mantenimiento y de la atención que se les debe a las mismas.

Conocimientos básicos para los operadores de mantenimiento

Tornillos y tuercas.

Típicamente, las partes que forman el equipo de producción son separadamente maquinadas y ensambladas. La mayoría de esas partes se juntan por medio de tuercas y tornillos. Cada máquina usa un gran número de tuercas y tornillos como fijadores que requiere considerable tiempo para asegurarlas y fijarlas. A estos fijadores frecuentemente no se les da torque adecuado.

Cuñas y baleros.

Las cuñas son importantes al conectar flechas y partes como poleas, juntas, etc. Las cuñas vienen en varias formas y tamaños de acuerdo a las condiciones de carga y a la estructura del mecanismo. Los defectos en la forma en la que las flechas y el fresado se encuentran, o en la forma en que la cuña se ajusta, pueden causar daño o evitar la rotación o que las partes se roten. Es necesario que se conozcan varias técnicas para reemplazar cuñas y practicar con varios métodos de ajuste.

Trasmisiones de poder (engranes, bandas y cadenas).

Los elementos de transmisión de poder tienen una elevada importancia en el conocimiento de los elementos esenciales en un mantenimiento correctivo menor. Usan varios instrumentos para medir los defectos de ensamble y defectos de baleros durante la operación de prueba. Repetidamente ajustan la cantidad de lubricante aprendiendo como la cantidad afecta la temperatura de operación. Después reemplazan la banda-V por una cadena y repetidamente ajustan la tensión en la cadena para sentir la relación entre la tensión y las características de operación, como ruido y temperatura, entonces conectan una cuña ajustada a un engrane y practican corrigiendo la pérdida de carrera causada por el engrane así como por su alineación.

Hidráulica, neumática y sellado.

El poder hidráulico está basado en presión de aceite y el poder neumático en presión de aire, se usa esa fuerza en muchos tipos de equipo industrial. Para hacer el uso de las funciones de hidráulica y neumática más efectivo, se debe entender las características y estructura del equipo que se maneja. Es necesario saber como prevenir las fugas de fluido y la introducción de materia extraña, con el apropiado uso de varios tipos de empaques.

Entrenamiento de mantenimiento para los operadores de equipo. Día tras día los operadores deben mantener el equipo operando normalmente, pero ellos raramente entienden el funcionamiento del equipo que usan. En TPM las funciones de mantenimiento que se enseñan a los operadores salvan esa situación. El programa de

entrenamiento de mantenimiento para operadores de equipo recomendado son la capacitación en la operación y mantenimiento básico de su equipo, cursos de acción en caso de fallas, etc. Esta capacitación debe ser reforzada y/o dada por personal calificado de mantenimiento. Los tópicos cubiertos en el entrenamiento incluye manejo y mantenimiento de:

- Tuercas y tornillos.
- Flechas y coples.
- Baleros.
- Engranés.
- Trasmisión de poder.
- Empaques.
- Lubricantes y lubricación.

IV LA GESTION DE LOS MATERIALES Y REPUESTOS

Si se trata del rubro repuestos, es conveniente tener en cuenta que cuando adquirimos un equipo nuevo, podemos solicitar al proveedor un listado de repuestos recomendados para emplear durante el primer o los dos primeros años de uso del equipo.

En general, los costos de los repuestos, suelen ser mucho más bajos adquiridos de este modo que cuando se solicita cotización sólo por ellos. Por otra parte, en esas condiciones, tenemos la seguridad de que los repuestos son piezas exactamente iguales a las que se encuentran montadas en el equipo.

Una pieza de repuesto para la máquina, Protovac próxima a adquirir por la sociedad INVAC para su planta de Misiones, fue cotizada por el fabricante en \$220 por unidad, si se la compra junto con la máquina, en un lote de tres unidades que cubrirían la vida útil de la misma.

En otra planta, ubicada en la provincia de Tucumán, existe una máquina similar para la cual esa pieza de repuesto se compra cuando se produce una rotura. El lucro cesante durante la parada de la máquina, es de \$1500 y el costo del repuesto es de \$500.

Si la probabilidad de sufrir 1, 2 o 3 fallas durante la vida útil, fue estimada en 1/3. ¿cuántas unidades del repuesto debieran ordenarse al comprar la máquina?

Este problema se resuelve sobre la base del denominado valor esperado. En este caso debemos hallar el valor esperado de los costos, afectados éstos por su respectiva probabilidad al comprar en un caso, una sola pieza, luego dos, luego tres, luego cuatro, etc. El menor costo esperado nos dará la solución al problema.

NÚMERO DE FALLAS

	1	2	3	COSTO ESPERADO
PROBABIL	1/3	1/3	1/3	
1 PIEZA	220	220+2000	220+4000	2220
2 PIEZAS	440	440	440+2000	1106.7
3 PIEZAS	660	660	660	660
4 PIEZAS	880	880	880	880

El procedimiento es el siguiente: Si adquirimos una sola pieza y ocurre una sola falla, habremos invertido los \$220 del costo de la pieza. Al ocurrir la segunda falla, ya no tenemos más repuestos y debemos adquirirlo a un precio de \$500 y soportar un lucro cesante de \$1500, o sea, \$2000 y, en total habremos gastado los \$220 del repuesto inicial, más los \$500 del segundo repuesto, más los \$1500 del lucro cesante.

Para hallar el costo esperado procedemos a multiplicar cada probabilidad por cada costo, sumando los tres guarismos:

$$1/3 \times 220 + 1/3 \times 2200 + 1/3 \times 4220 = \$2220$$

El procedimiento continúa del mismo modo para dos, tres y cuatro unidades de repuesto.

Para el caso del ejemplo, puede demostrarse que comprando tres piezas de repuesto junto con la máquina, minimizamos el costo esperado durante la vida útil de la misma.

En el caso de que los montos invertidos en repuestos resulten elevados, tanto para equipos nuevos como usados, convendrá analizar separadamente cada caso.

La aplicación de la gráfica ABC resulta útil para discriminar, en este caso, sólo entre los materiales y repuestos clases A y B (20% de los ítems suelen representar el 80% del valor económico del inventario para la clase A y a la inversa para la clase B). Podemos en consecuencia, adquirir los materiales de escaso valor, cubriendo períodos relativamente extensos de uso.

Para los casos en que los materiales y repuestos sean de consumo constante, podemos valerlos de las técnicas de gestión de inventarios que veremos más adelante.

Si en cambio su consumo muestra una alta aleatoriedad, es decir, momentos en que la demanda resulta muy baja o muy alta, debemos buscar ayuda en la estadística para gestionar adecuadamente los repuestos necesarios.

Más sencillamente se gestionan los materiales y repuestos que podemos contabilizar como necesarios para los trabajos que se ejecutan durante las paradas programadas. Podemos comprarlos con la debida anticipación (justo a tiempo) de modo de minimizar el costo total, resultante del costo de mantener inventario, más el costo de ordenar el mismo.

Lo que no debemos perder de vista, es el grado de criticidad o de importancia de los equipos a los cuales estarían destinados estos materiales y las consecuencias que genere una falla no reparada en tiempo.

EL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

Las tareas de mantenimiento pueden ocupar a personal de diversas áreas, según la organización empresarial y según el tipo de bienes a mantener.

El mismo puede ser propio o ser contratado total o parcialmente con empresas especializadas mediante tercerización.

La empresa debe decidir si todas las tareas las realizará el sector de mantenimiento o si, siguiendo la tendencia actual, se inclinará por el TPM en el que los operarios de producción realizan el mantenimiento liviano.

El personal interno puede tener su base de tareas en el único taller existente o bien en talleres zonales dependientes del primero, según tamaño, extensión, complejidad y localización de las áreas o bienes a mantener. En este último caso, intervendrá en las emergencias excepto imposibilidad técnico-operativa para ello.

Como ya se adelantara, en los casos de operación durante las 24 horas, debemos mantener una guardia nocturna para actuar ante emergencias.

Un buen servicio de mantenimiento debiera tener una parte de su tiempo ocioso o en tareas de planeamiento del mantenimiento, o en tareas de producción, con el objetivo de disminuir los costos de parada dado que el servicio debe prestarse de inmediato, especialmente sobre los equipos críticos e importantes.

Ello resulta evidente en la siguiente situación:

El taller de mecanizado LA MAQUINA S.A., posee varias máquinas que tienen igual distribución del tiempo medio de falla, es decir, tiempo medio entre fallas semejante. Cuando una de estas máquinas se descompone, el personal la atiende en un tiempo determinado pero, si el mismo está atendiendo a otra máquina parada por falla con anterioridad, las sucesivas deberán integrar una cola de espera.

Si se aumenta la dotación, se reducirán las demoras hasta un punto en que existirá un adecuado balance entre recursos y lucro cesante, resultando un costo total mínimo o cercano al mínimo.

Las instalaciones productoras de bienes y servicios, son generalmente estudiadas, entre otros, con el objetivo de satisfacer de la mejor manera posible el flujo de los materiales y productos y poca atención se le presta o prestaba durante la fase de proyecto, a las tareas de mantenimiento, las que de por sí son muchas veces complejas y complicadas.

Con el paso del tiempo, las tareas se acomplejan y complican aún más a poco que tengamos en cuenta que un establecimiento con 15/20 años de explotación, rara vez es conservado en idénticas condiciones que las de diseño.

Así aparecen modificaciones por cambio de procesos, de tecnologías, de productos, de materias primas e insumos, de maquinarias, de metodología de trabajo, de distribución en planta, etc.

Como dichas modificaciones no son estudiadas en forma integral, sino que sólo son adecuaciones del sistema de producción, las condiciones iniciales de mantenimiento, de por sí complejas, se agravan con los cambios que se van introduciendo y ya no aparece un lote compacto de unidades de producción que en su instalación inicial eran idénticas, por ejemplo: igual marca, modelo, tipo, diseño, potencia, velocidad, regulación, tamaño, lógica de operación, régimen de trabajo, accesorios, repuestos, proceso de armado y desarmado, etc., en definitiva, igual exigencia, secuencia, tipo y alcance de tarea de mantenimiento.

Comenzamos hace 26 años en una zona de desgravación impositiva; pudimos equipar la planta con 12 compresores a pistón marca IRC todos del mismo tamaño y modelo, para producir frío para las cámaras. Enviamos 2 técnicos al extranjero para que se capacitaran en el mantenimiento de los compresores. Desde hace 8 años atrás estamos reemplazando los IRC, que ya no se fabrican más, por los que en cada caso nos parecen mejores si tenemos en cuenta el rendimiento frigorífico y el costo de compra.

Ahora tenemos: 2 IRC de los viejos, 3 marca FRIAR modelo BRRR, 1 de igual marca pero más grande, modelo BR4, 2 marca YELO y otros 3 marca O-FRI que estamos instalando."

El personal no siempre puede desmontar de la planta en forma sencilla lo que debe reparar, llevarlo al taller y arreglarlo. En esas condiciones de trabajo, poseería sólo las complicaciones naturales que deben vencerse con el conocimiento que sobre la cosa a reparar disponga el equipo de trabajo.

En efecto, algunos arreglos deben ser hechos en el mismo lugar de producción, sobre la máquina o instalación a reparar – soportando las condiciones ambientales del lugar – y en otros casos, la tarea de desmontaje no resulta ni sencilla, ni cómoda, especialmente en los casos en que la disposición del lugar o la imposibilidad de aplicar ayudas mecánicas, no facilitan una solución menos penosa.

Tratándose de equipos críticos o importantes, o actuando frente a reparaciones de emergencia, *la presión del tiempo* se manifiesta claramente sobre el personal, debido a la necesidad de reponer en servicio las instalaciones en forma urgente.

Por último, el operario se debe posicionar muchas veces en forma incómoda, introducirse en espacios reducidos, realizar esfuerzos dinámicos importantes o

estáticos de carga reducida o media pero que por su tipo, generan desfallecimiento muscular.

Debe trabajar a veces con piezas que se encuentran calientes, que contienen fluidos a presión o no, que pierden fluidos; emplea otras veces, equipos de protección que si bien protegen, dificultan su actividad manual, visual o auditiva; debe actuar normalmente sobre zonas que no se encuentran limpias sino todo lo contrario; trabajar en altura; en lugares poco ventilados o la intemperie, etc.

Todo lo expuesto nos da una idea de la complejidad de las tareas de mantenimiento y de la atención que se les debe a las mismas.

Conocimientos básicos para los operadores de mantenimiento

Tornillos y tuercas.

Típicamente, las partes que forman el equipo de producción son separadamente maquinadas y ensambladas. La mayoría de esas partes se juntan por medio de tuercas y tornillos. Cada máquina usa un gran número de tuercas y tornillos como fijadores que requiere considerable tiempo para asegurarlas y fijarlas. A estos fijadores frecuentemente no se les da torque adecuado.

Cuñas y baleros.

Las cuñas son importantes al conectar flechas y partes como poleas, juntas, etc. Las cuñas vienen en varias formas y tamaños de acuerdo a las condiciones de carga y a la estructura del mecanismo. Los defectos en la forma en la que las flechas y el fresado se encuentran, o en la forma en que la cuña se ajusta, pueden causar daño o evitar la rotación o que las partes se roten. Es necesario que se conozcan varias técnicas para reemplazar cuñas y practicar con varios métodos de ajuste.

Trasmisiones de poder (engranes, bandas y cadenas).

Los elementos de transmisión de poder tienen una elevada importancia en el conocimiento de los elementos esenciales en un mantenimiento correctivo menor. Usan varios instrumentos para medir los defectos de ensamble y defectos de baleros durante la operación de prueba. Repetidamente ajustan la cantidad de lubricante aprendiendo como la cantidad afecta la temperatura de operación. Después reemplazan la banda-V por una cadena y repetidamente ajustan la tensión en la cadena para sentir la relación entre la tensión y las características de operación, como ruido y temperatura, entonces conectan una cuña ajustada a un engrane y practican corrigiendo la pérdida de carrera causada por el engrane así como por su alineación.

Hidráulica, neumática y sellado.

El poder hidráulico está basado en presión de aceite y el poder neumático en presión de aire, se usa esa fuerza en muchos tipos de equipo industrial. Para hacer el uso de las funciones de hidráulica y neumática más efectivo, se debe entender las características

y estructura del equipo que se maneja. Es necesario saber como prevenir las fugas de fluido y la introducción de materia extraña, con el apropiado uso de varios tipos de empaques.

Entrenamiento de mantenimiento para los operadores de equipo. Día tras día los operadores deben mantener el equipo operando normalmente, pero ellos raramente entienden el funcionamiento del equipo que usan. En TPM las funciones de mantenimiento que se enseñan a los operadores salvan esa situación. El programa de entrenamiento de mantenimiento para operadores de equipo recomendado son la capacitación en la operación y mantenimiento básico de su equipo, cursos de acción en caso de fallas, etc. Esta capacitación debe ser reforzada y/o dada por personal calificado de mantenimiento. Los tópicos cubiertos en el entrenamiento incluye manejo y mantenimiento de:

- Tuercas y tornillos.
- Flechas y coples.
- Baleros.
- Engranés.
- Trasmisión de poder.
- Empaques.
- Lubricantes y lubricación.

CONTROL DEL MANTENIMIENTO

Entre la información que debemos considerar a efectos de controlar la actuación de mantenimiento, se cuenta:

- Control del cumplimiento de los planes y de los programas, identificación y análisis de las causas que motivaron los desvíos.
- Control de la productividad y de la eficiencia de la mano de obra.
- Control de los gastos reales con relación a los planeados.
- Control sobre las horas de parada relacionadas con las horas de actividad de la planta.
- Control por comparación con indicadores mundiales de la misma actividad.

Varios gráficos pueden ser utilizados para visualizar rápidamente la actuación del mantenimiento:

- Horas de cuadrilla por quincena (gráfico 1). Nos permite determinar tamaño de la dotación, estabilidad, crecimiento o disminución de los problemas de mantenimiento.

- Horas planeadas/horas totales por quincena (gráfico 2) Nos sirve de guía para determinar cuánto trabajo de mantenimiento hemos planeado con relación a la actividad total.
- Gastos planeados/gastos reales (gráfico 3) En el mismo podemos observar la precisión con la cual están planeando los encargados de estimar los trabajos de mantenimiento, o lo mal que están cumpliendo sus funciones los operarios.
- Cantidad de órdenes de emergencia/órdenes totales (gráfico 4). Nos informa si tenemos dominada la situación o si la misma es de constante estado de alerta.

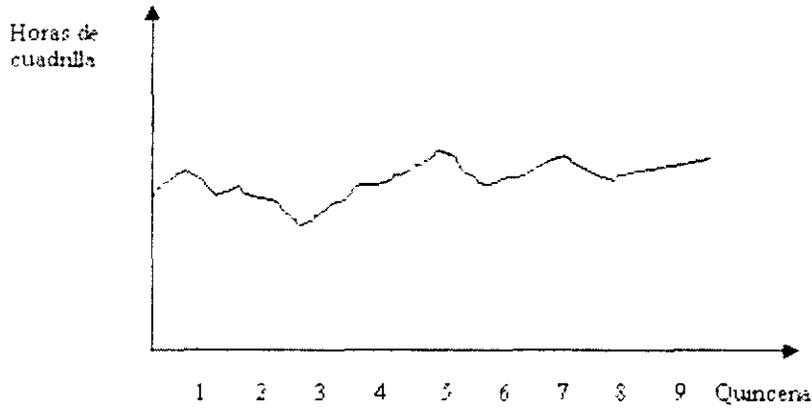


GRAFICO 1

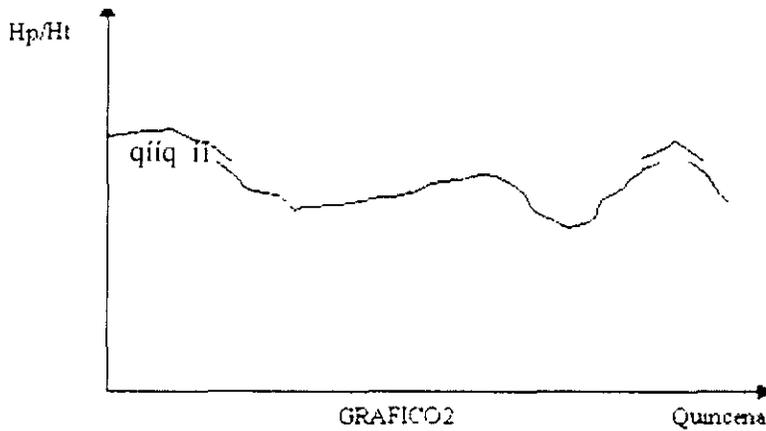


GRAFICO2

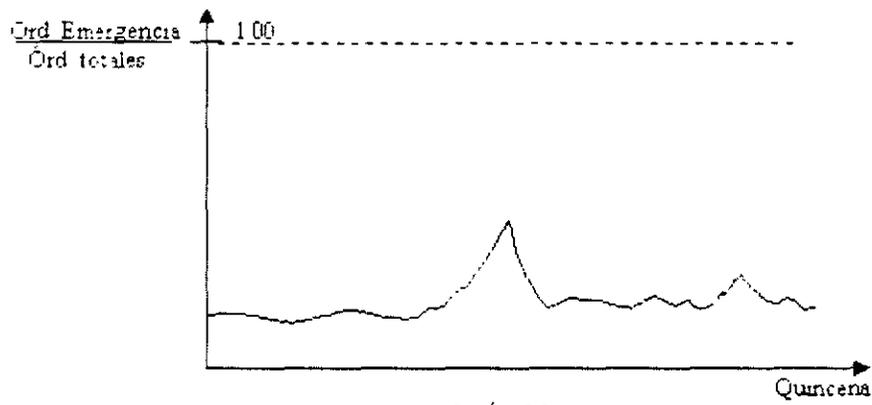
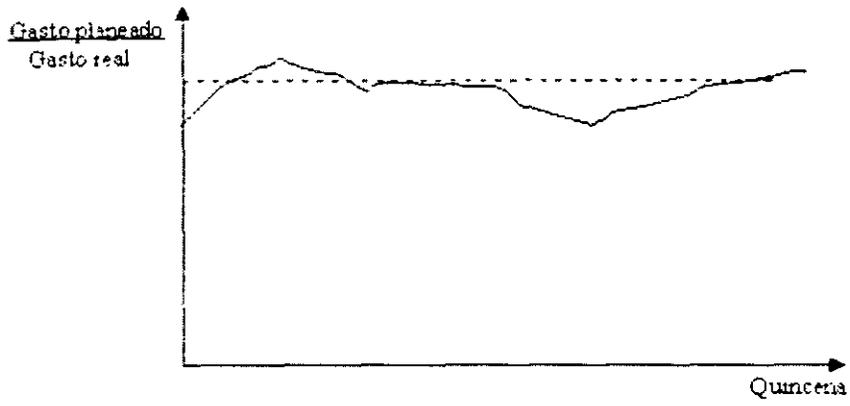


GRÁFICO 4

ANEXO I

COMO PROLONGAR LA VIDA DE UN MONTACARGAS

LO QUE PUEDE HACER EL CONDUCTOR

Una carretilla elevadora es dos cosas. Es un vehiculo, cuyos beneficios se obtienen del mismo tipo de cuidados que se prestan a cualquier otro vehiculo; cuidados a su fuente de energia, transmisi3n, direcci3n, sistema de frenado, etc.

Pero una carretilla elevadora es tambi3n una m3quina compleja y potente, con componentes y sistemas que no se encuentran en ning3n otro tipo de maquina. El sistema de elevaci3n y descenso de una carretilla se halla expuesto a todo tipo de situaciones. El cuidado de estas partes de la carretilla no es pesado, pero requiere un tipo de atenci3n diferente al que se daría a un vehiculo de carretera.

A continuaci3n relacionamos las comprobaciones claves que debe efectuar para asegurar que su carretilla no le fallar3.

CUALQUIER TIPO DE CARRETILLA QUE 3TILICE

¡Regístrelo!

Trate de llevar un cuaderno de trabajo de su carretilla. El contador horario del motor es excelente para registrar las horas del motor, pero no registrara el tipo de trabajo que est3 realizando, y d3nde ha estado trabajando. Un simple registro de este tipo de informaci3n le ayudar3 a identificar la causa de un problema inesperado y ayudar a su equipo de mantenimiento en sus comprobaciones de rutina.

Sepa cuando parar

Sobre todo familiarícese con los intervalos de servicio recomendados por el fabricante. Asegurese que siempre entrega la carretilla para su mantenimiento en los intervalos programados. No deje que sea cualquier otro el que lea el contador horario y no presuponga siempre que est3 trabajando adecuadamente.

¡Confíeselo!

Todas las carretillas sufren choques una y otra vez. Es ilusorio esperar otra cosa. No sea orgulloso. Si roza, choca, o accidentalmente avería cualquier parte de la carretilla -informe de ello- enseguida. Lo probable es que le tranquilicen, no se ha ocasionado un gran daño. Posiblemente, encontrara a tiempo una avería sin importancia que puede transformarse en un problema mayor.

En cada turno de trabajo

Con la carretilla horizontal y las horquillas totalmente bajadas, compruebe el nivel del aceite hidráulico, y llénelo hasta el nivel indicado, si es necesario.

Hágalo fácil

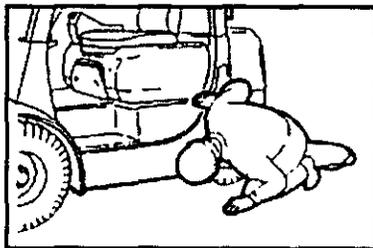
Vuelva a colocar siempre la palanca de control hidráulico en su posición neutra, tan pronto como la válvula de seguridad haya sido activada. Cuando se llega al final de carrera del cilindro oira la válvula que se abre, junto con un cambio en la velocidad del motor. Coloque la palanca en neutro y evitara recalentamientos e innecesarias cargas mecánicas e hidráulicas en los componentes.

Los movimientos suaves y lentos de las palancas de control, no solamente dan un control más preciso sino que prolongan mucho más la vida del sistema hidráulico.

Compruebe los frenos

Si el recorrido del pedal hacia el suelo es fácil o se nota más esponjoso que habitualmente, requiere mantenimiento, sangre el sistema antes de empezar a trabajar. Compruebe el freno de estacionamiento: trate de mover la carretilla con el freno puesto. Si la carretilla se mueve sin el motor forzado, ajuste el freno.

Mire el suelo



Cabinas confortables y asientos de conductor en particular, hacen que los suelos con baches sean más tolerables para el conductor. Pero su carretilla no tiene suspensión, y los suelos deteriorados pueden martillar las ruedas, rodamientos, ejes de transmisión y eje directriz. En vacío recorra el trayecto sobre suelos desiguales tal como lo haría con carga. Evite los baches y circule despacio, cuando sea posible, en diagonal sobre railes y rebordes.

Por seguridad asegúrese que se inclina con su carga siempre hacia arriba. Sin carga, es sensato mantener el eje directriz hacia arriba, evitar que la rueda gire, manteniendo la carretilla bajo control y preservando la banda de rodamiento del neumático.

Cargas anchas

No hay nada malo en que lleve cargas anchas en su carretilla (asumiendo que tiene suficiente anchura de pasillo). Pero asegúrese que la carga se transporta en la posición más baja posible, y que las horquillas están tan separadas como sea posible, con la carga apropiadamente centrada a través de ellas. Claramente, si la carga no está centrada puede caer. Incluso si permanece en la carretilla, una carga no centrada provocará deformaciones inusuales en las horquillas, desplazador, conjunto del mástil, desgastando soportes y rodamientos.

Transporte de cargas con accesorios

Recuerde siempre que la capacidad nominal de carga de una carretilla presupone que la carretilla trabaja únicamente con horquillas. Los accesorios frecuentemente modifican el centro de gravedad de la carga. Los accesorios para manipulación de maderas y pinzas por ejemplo, a menudo reducen la capacidad de la carretilla. Asegúrese que el accesorio y la carretilla son adecuados para trabajar juntos. Siempre que utilice un accesorio de manipulación, el peso del accesorio debe estar incluido como parte de la carga. Aunque la mayoría de las carretillas elevarán cargas mayores que su capacidad nominal sin problemas, los factores de estabilidad cambiarán. Aparte de ser insegura, una carretilla sobrecargada simplemente está efectuando un trabajo superior que para el que ha sido diseñada, y por lo tanto sufrirá un desgaste indebido en el proceso.

Siempre que acople accesorios, sangre su sistema hidráulico antes de trabajar con ellos.

Siempre que desmonte accesorios, cubra los acoplamientos hidráulicos con tapones.

Neumáticos

Los neumáticos desgastados o rotos son una frecuente causa de accidentes, pero también son caros de reemplazar. El conducir con cuidado puede ayudar mucho a mantener los neumáticos en buenas condiciones y prolongar su duración. Compruebe la presión regularmente y examine el desgaste del neumático. Si ha trabajado sobre suelos contaminados con aceite, combustible o sustancias químicas, limpie los neumáticos con un trapo (extraiga las piedras que se hayan incrustado). Sus neumáticos y su record de seguridad como conductor durarán mucho más.

Quién es el conductor

Un método sencillo para mantener sus carretillas en buenas condiciones? Saque la llave de arranque cuando deje la carretilla! Las normas de la EEC especifican que la carretilla ha de ser conducida por un conductor entrenado y con autorización para ello. Asegúrese que únicamente la conduce personal autorizado. No deje que los cowboys hagan un rodeo con su carretilla.



SI CONDUCE UNA CARRETILLA ELEVADORA TÉRMICA

Llave de arranque

En una carretilla LPG (gas), el motor no puede funcionar con la llave de arranque desconectada (posición of). Y aunque en las carretillas diesel el motor pueda funcionar con la llave de arranque desconectada (posición of) esta operación no se debe realizar nunca. La batería está aislada del alternador y no se podrá recargar, dañando al alternador.

Si su carretilla lleva luces de aviso (warning) se pueden encender cuando gira la llave de arranque. Si esto ocurre, y todo es correcto, se apagarán tan pronto como el motor empiece a funcionar. Si permanecen encendidas, recuerde que las luces de aviso significan algo serio.

Calentadores

La mayoría de motores Diesel tienen calentadores para ayudar el encendido en frío. Coloque la llave en la posición de calentamiento únicamente durante el tiempo recomendado (normalmente entre 20 y 30 segundos). Entonces ponga en marcha el motor. Si no se pone en marcha en 10 segundos; pare, descargará la batería. Espere medio minuto aproximadamente y pruebe otra vez.

Exceso de combustible en el encendido

Su carretilla puede tener un exceso de combustible en el sistema de arranque (el equivalente diesel al estrangulador en un motor de gasolina). Antes de hacer girar el motor, presione el pedal acelerador totalmente (o según el libro de instrucciones) y déjelo presionado hasta que el motor funcione. En el caso improbable de que no arranque después de un par de tentativas, espere y pruebe más tarde.

¡Vigile el combustible!

Es increíblemente fácil quedarse sin combustible en medio de una elevación, o en el camino. Compruebe el depósito y llenelo cada mañana. Así no se encontrará en esa situación. No haga funcionar la carretilla con el combustible sucio que queda en el fondo del depósito. No tendrá que sangrar el sistema después y evitará causar daños en la bomba de inyección del combustible.

Evite ambientes fríos

Evite dejar su carretilla durante la noche al aire libre. Cuando más calido sea el ambiente más larga será la vida de su batería (y el motor arrancará más fácilmente). Cada 1° C bajo 27° C reduce la capacidad de la batería en un 1%. Por lo tanto en una mañana de helada su batería puede estar a un 25% por debajo de su capacidad normal. Después de arrancar la carretilla, haga funcionar el sistema de elevación dos o tres veces, calentará el aceite hidráulico que trabajará mucho mejor.

Luces de aviso (Warning)

La mayoría de las carretillas actuales tienen luces en vez de manómetros. En vez de leer e interpretar un manómetro, Ud puede olvidarlo todo excepto el trabajo que está realizando, hasta que una luz llame su atención.

Los sensores de aviso (warning) están diseñados para hacer las cosas sencillas. Cuando se encienda una luz de aviso Ud. deberá actuar.

Si la luz de presión del motor se enciende mientras el motor está funcionando, ¡pare! Probablemente el problema es un filtro obstruido o bajo nivel de aceite. Los dos son fáciles de solucionar. Cuando un motor funciona sin aceite es más difícil solucionar el problema.

Si lleva montada una luz de combustible y se enciende, diríjase inmediatamente al lugar de suministro de combustible transportable. Evite hacer funcionar el motor con combustible sucio o que entre aire en el sistema de suministro de combustible.

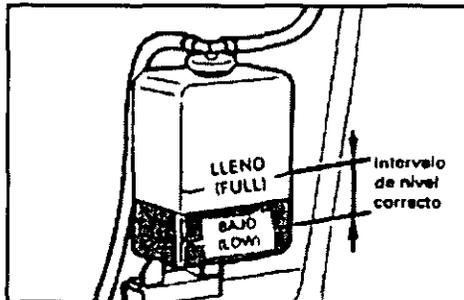
Si se enciende la luz de temperatura del motor, no pare el motor. Marche en vacío para hacer circular una mayor corriente de aire refrigerado en el motor a través del radiador, hasta que la luz se apague. Entonces pare el motor y que el servicio técnico arregle la avería (si la luz permanece encendida probablemente el nivel de refrigeración es bajo debido a los escapes).

Si se enciende la luz indicadora de carga de la batería mientras está trabajando, diríjase a mantenimiento sin parar el motor. La batería no ha estado cargando y si para el motor donde está, puede que no pueda volver a ponerlo en marcha. Algunas carretillas tienen una luz de aviso del filtro del aire, esta luz se enciende cuando el elemento filtrante está demasiado sucio para proporcionar la cantidad de aire adecuada al motor. En este momento diríjase inmediatamente al taller para reemplazarlo. Otras carretillas pueden tener un dispositivo de aviso cerca del filtro de admisión. Compruébelo cada día al comenzar la jornada de trabajo.

Calentamiento...

En tiempo frío haga funcionar el motor a poca velocidad durante unos minutos antes de empezar a trabajar con la carretilla. Esto permite que todas las piezas del motor alcancen una temperatura mínima de trabajo. En los siguientes 10 a 15 minutos, trabaje a tres cuartos de la velocidad del motor.

Refrigeración...



Cuando acabe el trabajo deje el motor en marcha en vacío durante tres minutos como mínimo antes de pararlo. La lubricación del aceite y la refrigeración del agua hacen que desaparezca el calor de las cámaras de combustión.

Siete comprobaciones de rutina para mantener su carretilla en buenas condiciones.

Si recuerda estos siete sencillos puntos de comprobación diariamente, estará cuidando bien de su carretilla.

1. Compruebe el combustible y llénelo
2. Compruebe el radiador y llénelo
3. Compruebe el aceite del motor
4. Compruebe el indicador depurador del aire y/o depósito de residuos
5. Compruebe el nivel del aceite hidráulico
6. Compruebe los neumáticos y las tuercas de las ruedas
7. Compruebe los tubos flexibles hidráulicos del mástil



SI CONDUCE UNA CARRETILLA ELECTRÓNICA

Tiene menos de que preocuparse que el conductor de una carretilla térmica. Pero los pocos puntos que necesitan atención son muy importantes.

Compruebe la carga de la batería

Antes de cada turno de trabajo, compruebe (o que alguien compruebe) la carga de la batería. Debería haber un libro de instrucciones de la batería en la zona de carga de baterías, que le indicase lo que desea saber. El nivel de los electrolitos debe ser normalmente de 6 mm aproximadamente por encima de los elementos. Si las comprobaciones no dan los resultados esperados vuelva a comprobarlo con alguien del servicio de mantenimiento antes de empezar a trabajar.

Batería descargada...

La descarga total de la batería de tracción no es bueno, además puede dañar los motores. Aunque estén diseñados para sufrir descargas importantes, no llegue a la descarga total. En el mejor de los casos acabaría con la carretilla bloqueando un pasillo. En el peor de los casos acabaría prematuramente con la vida de la batería.

Preste siempre atención al indicador de descarga de su batería y evite que se agote. Al 20% de capacidad debe empezar a pensar en recargarla o en cambiarla por otra.

Si tiene una carretilla nueva, puede tener incluso una parada automática en la elevación. Este sistema simplemente detiene cualquier intento de elevación de la carga (lo cual requiere mayor potencia que cualquier otra operación). Sin embargo podrá descender la carga, mover la carretilla, ya sea para quitar la carga o para volver a los postes de carga.

Cuando la operación se detenga, no piense que es una avería. Abandone la carga y diríjase hacia el cargador de baterías, todavía tiene la suficiente potencia.

Recuerde: la detención es un elemento de protección de emergencia.

El momento de una revisión

Puede tener la suerte de tener una carretilla que indique el desgaste de las escobillas del motor eléctrico, motor de tracción y motor de bomba hidráulica.

Estas luces le avisarán con una antelación de hasta tres turnos de trabajo. Pero es cuestión suya el avisar de esto. Llevará tiempo obtener y montar las nuevas escobillas. Y aunque sea posible manejar la carretilla con las escobillas desgastadas, esto causará daños importantes en el motor concerniente.

Siete simples comprobaciones para mantener su carretilla en buenas condiciones

En una carretilla electrónica, las comprobaciones diarias son simples (no tiene un motor del que preocuparse). Repase estas siete comprobaciones y estará realizando su parte para mantener su carretilla en condiciones.

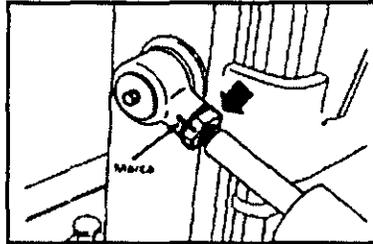
1. Compruebe la carga de la batería
2. Compruebe el estado de los electrolitos de la batería en un par de elementos como muestreo.
3. Compruebe el nivel del aceite hidráulico
4. Compruebe las tuercas de rueda y neumáticos
5. Compruebe todas las tuberías hidráulicas del mástil
6. Asegúrese de que los frenos funcionan correctamente y que el nivel de líquido de frenos es correcto
7. Siempre antes de dejar la carretilla ponga el freno de estacionamiento. Si deja la carretilla parada durante periodos largos o al final del turno de trabajo, conecte el punto hombre muerto.

LO QUE PUEDE HACER EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Piezas de recambio

Todos los componentes de una carretilla están relacionados en algún manual. Los probables de reemplazamiento estarán identificados en el catálogo de Piezas de Recambio que se suministra con la carretilla. Otros estarán en listados del fabricante o concesionario.

Frecuentemente se pueden montar recambios alternativos. Tienen la misma apariencia y en ocasiones pueden costar menos. Pero el hecho es que los fabricantes no arriesgan su reputación, suministrando recambios que no sean los mejores. Si los pudiesen vender más baratos lo harían. Los recambios alternativos más baratos o al mismo precio, pueden invalidar la garantía del fabricante. Puede resultar ser una falsa economía. Incluso pueden reducir los márgenes de seguridad de una carretilla.



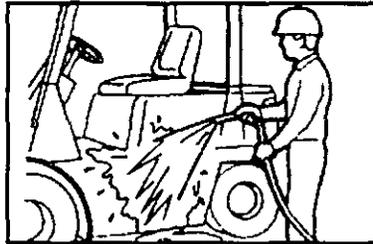
Siempre que pida piezas de recambio indique tipo de carretilla con todos los datos, número de serie. Escriba este número en la cubierta del catálogo de recambios. El tener el número de serie a mano le ahorrará tiempo y problemas, que en ocasiones se producen cuando llega una pieza que es casi pero no exactamente lo que Ud. quería.

EN TODO TIPO DE CARRETILLAS TÉRMICAS

Semanalmente

* Compruebe la presión y desgaste de los neumáticos. Compruebe las tuercas de rueda (apretado) y examine las llantas.

- * Limpie los bajos de la carretilla.
- * Compruebe el nivel del líquido de frenos.
- * Compruebe el nivel electrolítico de la batería.
- * Compruebe los pasadores de seguridad en mástil y soportes de cilindro.



Siempre que cambie el aceite

- * Cambie el filtro del aceite.
- * Algunos filtros poseen válvulas de descarga de polvo, vacíelas además de limpiar el filtro sacándolo y golpeándolo ligeramente en el suelo, o con el uso cuidadoso de aire.
- * Antes de reponer el filtro de aire póngalo a la luz y compruebe que no tenga poros o grietas. No utilice un filtro de aire si está dañado, ni si ha sido limpiado más de dos veces.
- * Compruebe también las juntas de estanqueidad del filtro de aire y las abrazaderas de los tubos flexibles.
- * Si el filtro de aire del motor tiene indicador de vacío, compruébelo y si es necesario cámbielo.

No haga funcionar el motor nunca sin el elemento del filtro del aire, o con la más pequeña fuga entre filtro y motor.

- * Limpie cuidadosamente el radiador. la presión de las mangueras de aire puede dañar las aletas y el núcleo
- * Compruebe y ajuste las correas
- * Carretillas LPG (gas) renueve el interruptor del filtro de válvula de cierre

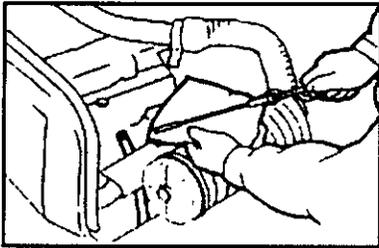
Cada 1.000 horas

- * Cambie los filtros de los sistemas de elevación y dirección hidráulica
- * Cambie el filtro de purga del depósito hidráulico

Cada 2.000 horas

- * Cambie el aceite hidráulico (mientras esté caliente) En carretillas alquiladas no.

Anualmente



La carretilla ha de ser revisada totalmente por el Servicio de Asistencia Técnica del fabricante.

Cada 6.000 horas

- * Cambie el líquido de frenos En carretillas alquiladas no



CARRETILLAS ELEVADORAS CON TRANSMISIÓN HIDROSTÁTICA

Cada 250 horas

- * Compruebe si hay fugas en los motores
- * Compruebe el nivel de aceite de los motores
- * Compruebe si hay fugas en la dirección hidrostática

Cada 1.000 horas

- * Cambie el filtro de aire en la dirección hidrostática
- * Cambie el aceite de los motores (mientras esté caliente)

No intente nunca remolcar una carretilla con dirección hidrostática, antes de desembragar el sistema de dirección -ver manual de instrucciones



CARRETILLAS ELEVADORAS CON CONVERTIDOR DE PAR

Cada 125 horas

- * Compruebe el nivel del aceite de la transmisión

Cada 250 horas

- * Compruebe el nivel de aceite en los conjuntos diferencial y cubo reductor, engrase los rodamientos del eje y juntas universales
- * Compruebe si hay fugas en el refrigerador del aceite de transmisión y limpie el respiradero

Cada 500 horas

- * Compruebe el desgaste de las juntas del eje y cambie el filtro del aceite de transmisión

Cada 1.000 horas

- * Cambie el aceite de la transmisión



EN CARRETILLAS ELEVADORAS ELECTRÓNICAS

Cada 200 horas, o como mínimo una vez al mes

- * Compruebe que la cadena de dirección (si lleva) está correctamente tensada. Límpiela, compruébela, así como los rodillos de guía

Cada 500 horas, o como mínimo cada seis meses

- * Compruebe todas las conexiones eléctricas. Limpie el control de pulsación (si lleva) con aire comprimido y una escobilla

Cada 2.500 horas, o como mínimo una vez al año

- * Limpie todos los motores, para eliminar la carbonilla y compruebe todas las escobillas. Cámbielas si es necesario.



EN TODO TIPO DE CARRETILLAS

Cada 125 horas

- * Afloje las cadenas de elevación y límpielas con parafina o disolvente. Posteriormente, lubríquelas cepillándolas en aceite motor 30 W. Algunos aceites en atomizador conteniendo molibdeno bisulfuro son aceptables para su uso en cadenas pequeñas. Las cadenas grandes únicamente deben ser lubricadas con aceite.

No permita nunca que una cadena se seque por limpieza al vapor sin la posterior relubricación.

Cada 250 horas

- * Lubricar los rodamientos del rodillo de guía de mástil
- * Lubricar los rodamientos pivote del mástil
- * Lubricar los rodamientos cilindro inclinación, todos los rodamientos del eje directriz, pedal y rodamientos de la palanca del freno de estacionamiento

- * Compruebe el ajuste de los frenos de pie y de estacionamiento, compruebe la holgura de cables y articulaciones
- * Compruebe la holgura de las guarniciones del freno, fugas, corrosión o señales de abrasión
- * Compruebe que las tuercas de rueda estén apretadas.
- * Compruebe si hay fugas en el sistema hidráulico y desgaste en los tubos flexibles
- * Examine si hay holgura en el sistema de dirección. Compruebe si hay fugas o señales de abrasión en el sistema hidráulico de la dirección
- * Examine todo el cableado eléctrico y asegúrese de que las conexiones están limpias y tensas.
- * Examine que no haya nada suelto o fuera de lugar

Cada 500 horas

- * Compruebe el ajuste de las cadenas de elevación. Asegúrese de que el mástil de elevación está limitado por el cilindro de elevación. Cuando el desplazador esté totalmente elevado, no debe haber contacto entre el desplazador y los topes limitadores y el armazón del mástil
- * Examine las guías del mástil y compruebe el arrastre



EL CONSEJO DE UN EXPERTO

Muchos de los aspectos del mantenimiento de una carretilla son iguales a los de un vehículo de carretera. Otros son exclusivamente para carretillas. A continuación relacionamos unos consejos, los cuales si Ud ya los conoce, añadirán un toque de experto a sus técnicas de mantenimiento

Como comprobar las cadenas de elevación.

Asegúrese de que el mástil de elevación está limitado por el cilindro de elevación. Con el desplazador totalmente elevado, no debe haber contacto entre el desplazador y topes limitadores y armazón del mástil.

Asegúrese que ambas cadenas de elevación están tensadas por igual. Con el desplazador totalmente bajado y el mástil vertical, debe haber 10 mm entre la superficie inferior de las horquillas y el suelo

Si la cadena de elevación se ha extendido más del 3%, deséchela y coloque una nueva

Cómo lubricar los rodamientos del mástil

Efectúe esta operación mientras la carretilla está descargada. Rebaje el peso del mástil de los rodamientos inclinando el mástil totalmente hacia atrás, insertando cuñas debajo de las secciones del mástil, después incline el mástil hacia adelante hasta que su peso descargue en las cuñas

Comprobación de los niveles hidráulicos

La varilla indicadora del depósito hidráulico muestra el nivel correcto de líquido cuando la carretilla está horizontal, con las horquillas totalmente bajadas. La capacidad del sistema varía dependiendo de la posición de las horquillas, sea precavido!

Regule la presión del sistema hidráulico mientras el aceite esté caliente (a unos 60° C) con el motor funcionando a velocidad en vacío

Cuando sangre el sistema hidráulico, sangre los dos cilindros de elevación (si tiene dos) y hágalo individualmente

La bomba hidráulica no debe funcionar nunca sin aceite

Remolcar

Únicamente remolque una carretilla con convertidor de par una distancia muy corta a muy lenta velocidad. Durante la operación de remolque la transmisión no se lubrica y por lo tanto se sobrecalienta. Para cualquier otra distancia desconecte el árbol de transmisión de cada brida del eje o quite el semi-árbol. Recuerde, una carretilla remolcada es un peso muerto enorme, probablemente sin frenos, la única forma segura de remolcarla es con una barra rígida.

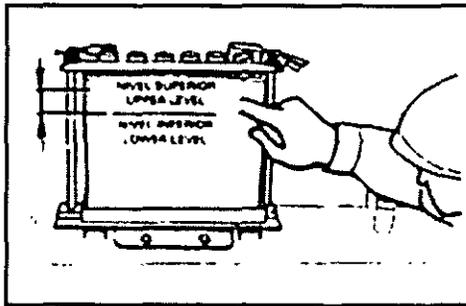
Cómo comprobar el pedal de aproximación lenta

Coloque un 75% de la capacidad de carga sobre las horquillas, conduzca la carretilla subiendo una ligera cuesta. Entonces, con el pie en el pedal del freno, seleccione marcha adelante y aumente la velocidad del motor al máximo. Suelte el freno gradualmente. La carretilla no debería rodar hacia atrás antes de que la tracción suba, los frenos no deberían ser utilizados de forma notoria al mismo tiempo que la tracción. Si la carretilla rueda hacia atrás el pedal de aproximación lenta requiere un ajuste.

Cómo comprobar el indicador del filtro de vacío

Con el motor cebado, abra el tubo de admisión de aire y aumente ligeramente las rpm del motor. Si la luz de aviso del filtro de aire se enciende, todo está en orden y la carretilla está lista para trabajar. Si la luz de aviso no se ilumina, limpie el filtro y localice la avería en el circuito indicador de vacío.

Cuándo comprobar una batería



A menos que su carretilla tenga una batería sin mantenimiento -sellada- utilice un hidrómetro para comprobar el estado de su batería. Pero si la ha llenado con agua destilada, espere como mínimo una hora antes de utilizar el hidrómetro.

Después de limpiar su carretilla con manguera

Vuelva a lubricar todos los puntos de la carretilla, después de un lavado a presión. Limpie siempre los engrasadores antes de aplicar la pistola engrasadora.

Cómo mantener la refrigeración

La capacidad total del sistema de refrigeración debería incluir generalmente un 1% de líquido anticorrosión.

A temperaturas entre 0° C y -20° C, el sistema de refrigeración debería incluir un 35% de anticongelante.

Cuando rellene, refrigerantes, aceite o lave la carretilla, asegúrese de que no entre líquido en los orificios de ventilación del alternador.



LO QUE SU EMPRESA PUEDE HACER

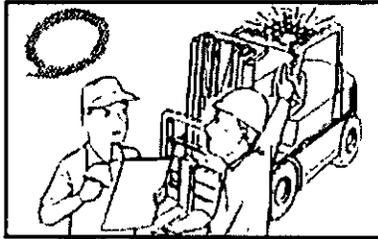
Elija la carretilla idónea para el trabajo, y elija la mejor.

Lo primero y más importante que su empresa puede hacer es especificar la carretilla correcta. A menudo se presupone que todas las carretillas son iguales. No es así.

Hay grandes diferencias entre carretillas térmicas con transmisión hidrostática y transmisión por convertidor de par. Hay diferencias importantes entre Diesel, LPG y carretillas electrónicas.

Sólo una de ellas cumplirá su cometido mejor que cualquier otra. Y esta es la carretilla que durará más y se amortizará rápidamente. Su proveedor le ayudará a elegir la carretilla correcta. Si no le puede ayudar o no tiene la carretilla idónea, deje que siga su camino antes de que le cueste tiempo y dinero.

Este tipo de pruebas son las que muestran si el precio de una carretilla será una inversión rentable o una mala apuesta. Todas las compañías de carretillas responsables verán bien este tipo de escrutinio, si no es así, ¡desconfíe!



Cuando haya identificado el tipo de carretilla idónea, necesitará encontrar al fabricante. Inspeccione Ud mismo cada carretilla. Lleve a una persona de su equipo de mantenimiento y al conductor. Solicite una demostración, en su zona de trabajo, con sus cargas (o si es una carretilla grande, en la zona de pruebas del fabricante).

Asegúrese de seleccionar una carretilla de capacidad correcta para el tipo de trabajo a realizar. Esto no es siempre un simple asunto de especificaciones, es decir, una carretilla de 3 Tm de capacidad para elevar 3 Tm de carga. Las carretillas son sensibles al Centro de gravedad de la carga (la distancia entre el centro de gravedad de la carga, a la parte trasera de la superficie de la horquilla) y a los efectos de los accesorios e inercia de las cargas. Si se han de incluir factores como los anteriormente relacionados, se debe calcular el centro de gravedad. Asegúrese de que el vendedor es competente para hacer los cálculos.

Sea justo con la carretilla y el conductor

Las carretillas son de construcción robusta. Han de ser robustas. Puede que tengan un manejo sorprendentemente brusco (el problema es cuanto tiempo podrán soportarlo). Pero cualquiera que sea la carretilla con la que trabaje, no espere que funcione sin mantenimiento. El mantenimiento preventivo rutinario no lleva mucho tiempo, por lo tanto no lo escatime. El resultado de escatimar puede ser una reparación más costosa. Tampoco escatime en el precio de recambios originales del fabricante. A la vez que preservan la garantía de la carretilla, a la larga ciertamente son la mejor compra. Conducir algunas carretillas es un placer genuino. Dan lo mejor al conductor, incluso en turnos de trabajo largos. Otras pueden ser muy difíciles de conducir. Y si Ud espera demasiado hará que sus conductores sean también bruscos, ocasionando accidentes y descensos de la productividad. Incluso si los accidentes no ocasionan lesiones, probablemente causarán daños y un innecesario desgaste en la carretilla.

Si el personal está poco dispuesto a conducir una carretilla o si la productividad es menor de la que necesita, son indicadores de que la carretilla no es apta para el trabajo. Es el momento de pensar en cambiarla.

Contratos de Asistencia Técnica

Todos los fabricantes y concesionarios de carretillas elevadoras ofrecen algún tipo de contrato de Asistencia Técnica. Tienen intereses creados en la reputación de sus productos, y ¿quién mejor para hacer el trabajo?

De la misma manera que comprar recambios originales del fabricante resulta ser la compra más acertada, también lo es un contrato de Asistencia Técnica apropiado, con los concesionarios nombrados por el fabricante.

Recuerde que las comprobaciones técnicas recomendadas presuponen que la persona que las lleva a cabo es un mecánico competente y alguien que efectúe comprobaciones visuales en busca de cualquier defecto mientras efectúa el mantenimiento programado.

Puede que le tiene hacerse totalmente responsable del mantenimiento de la carretilla, si tiene un gran departamento de mantenimiento, probablemente está equipado para tratar la mayoría de los problemas. Si no, corre el riesgo de que cuando algo no funcione su carretilla esté fuera de servicio demasiado tiempo.

Si elige hacer el mantenimiento por su cuenta, envíe a alguien de su empresa a un cursillo de entrenamiento. Regresará bien cualificado y motivado. La mayoría de fabricantes de carretillas realizan este tipo de cursillos. Encontrará que el coste del cursillo se recupera con creces.



COMO ELEGIR UNA CARRETILLA ELEVADORA PERDURABLE

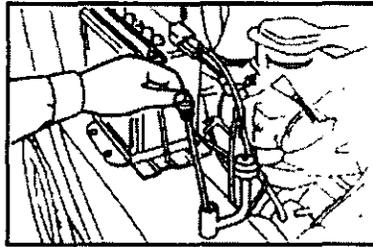
Fiabilidad

Todos los fabricantes afirmarán que la fiabilidad es una de las características principales del producto. En efecto, la mayoría de las carretillas elevadoras actuales son altamente fiables, en comparación a las de hace 10 o 15 años. Pero, compruebe que el precio de su fiabilidad no es un mantenimiento frecuente. Porque el tiempo invertido en el mantenimiento de rutina es tiempo muerto, con un coste. Fiabilidad valiosa es la que viene dada por una carretilla que pide muy poca atención regular. Sin decir que una carretilla que requiere mantenimientos no previstos, frecuentemente es una amenaza.

Accesibilidad

En este contexto accesibilidad se refiere al fácil y rápido acceso para servicio. Los infrecuentes intervalos de servicio son solo una parte de la historia. La accesibilidad marca la diferencia. Acceso fácil y rápido para el mantenimiento diario.

El tiempo muerto se reduce dramáticamente con cosas tan simples como situación de los puntos de comprobación del nivel de líquido, o acceso a batería y fusibles. Si las comprobaciones diarias de nivel son fáciles de llevar a cabo, es más probable que un conductor ocupado las realice, y remedie situaciones antes de que lleguen a ser un problema. Pequeños detalles como la ubicación de la varilla indicadora del aceite marcan una gran diferencia. Recuerde: conforme una carretilla se va haciendo vieja, la necesidad de revisión general puede determinar su vida productiva y su valor de reventa.



Durabilidad

La potencia y la resistencia tienen una relación en fiabilidad y mantenimiento. Si una carretilla tiene poca potencia -espacio, siempre trabaja a niveles máximos de potencia- significa que necesitará más atención y piezas de recambio más frecuentemente. Una carretilla con cargas máximas tiene un margen reducido de duración mecánica (así como niveles reducidos de seguridad operativa). Pero una carretilla con exceso de potencia es antieconómica. Aunque puede parecer que durará toda la vida, necesitará más tiempo para amortizarla. La solución es una carretilla que en cuanto a potencia de motor, transmisión, frenos, capacidad de elevación, reúna las características necesarias para el trabajo a realizar.

Dirección

El mejor sistema, actualmente, es la dirección hidrostática -un cilindro. Ningún otro sistema proporciona la necesaria sensibilidad de control y resistencia al desgaste y averías. Reduciendo la cantidad de conexiones, rodamientos, anillos y pivotes se reduce el desgaste potencial. Con componentes de alta calidad, la dirección hidrostática proporciona una dirección sensible y exacta durante toda la vida, con sólo un mantenimiento mínimo.

Transmisión

Para el trabajo de carretillas elevadoras térmicas, la elección está entre transmisión hidrostática y por convertidor de par. Una transmisión con convertidor de par asistida facilita las maniobras y el cambio de marchas. La transmisión hidrostática representa uno de los mayores avances en el diseño de carretillas elevadoras y se ha probado en carretillas de todas las capacidades. Con motores hidráulicos compactos conectados por tubos flexibles al motor y a la bomba, el sistema permite una gran flexibilidad de diseño. Además de proporcionar grandes ventajas operacionales, elimina la necesidad de muchos servicios de rutina, necesarios en carretillas con transmisión con convertidor de par. No hay convertidor de par, caja de cambios, eje directriz o diferencial de los que preocuparse.

Las transmisiones hidrostáticas llevan componentes muy sencillos, poco susceptibles de abuso y que requieren poco mantenimiento.

Si el trabajo de la carretilla implica muchas maniobras y aproximaciones lentas -todo lo demás igual- la transmisión hidrostática es con probabilidad la mejor elección.

Hidráulica

La hidráulica es la parte vital de una carretilla. Los sistemas bien diseñados no utilizan más que componentes de la mayor calidad, pistones cromados resistentes, juntas de estanqueidad para evitar la entrada de polvo, tuberías de acero que no se deterioran o queman.

Donde se deben utilizar tuberías flexibles, debe haber extremidades de estampar, que son más eficaces contra escapes y más difíciles de reparar temporalmente (e inseguras). El calor reduce la eficacia del líquido hidráulico. Tuberías flexibles y diseño de baja presión ayudan a mantener un sistema refrigerado. La suciedad es el peor enemigo de las bombas hidráulicas y juntas de estanqueidad. Únicamente la filtración múltiple evitará la entrada de suciedad. Un buen sistema, llevará un filtro en el depósito, otro en la bomba y un tapón magnético para captar las partículas metálicas, así como un eficaz filtro de respiradero del depósito.

Mantenimiento y reparaciones

Los motores y sistemas de transmisión modernos son muy fiables y duran bastantes años. Otros componentes, alternadores, servo-frenos, bombas de combustible en ocasiones son menos resistentes a operaciones intensivas. Una buena carretilla estará montada con componentes que hayan probado su duración. Y la carretilla se diseñará de forma que cuando los componentes requieran atención se pueda llevar a cabo rápida y fácilmente. Examine una carretilla que tenga fácil accesibilidad a todos sus componentes, desde los filtros y fusibles a motor y eje directriz. Cada uno de ellos debería ser movable con la mínima perturbación del resto de la carretilla. La mayor parte del tiempo improductivo de una carretilla no lo causa el fallo de un componente sino el tiempo que lleva llegar al problema y corregirlo.