

CAPÍTULO 2

TIPOS DE MANTENIMIENTO

Clasificación

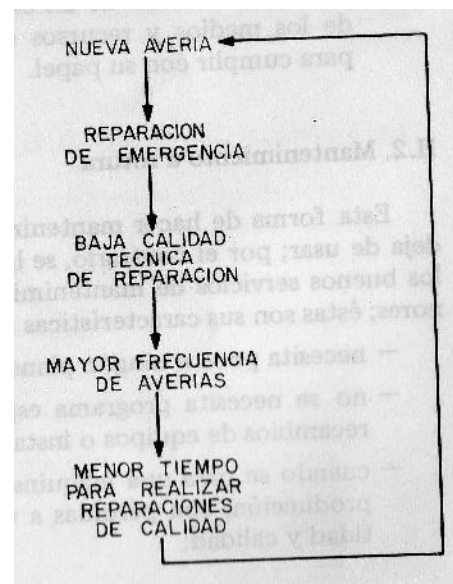
Es frecuente encontrarse con una extensa clasificación de tipos diferentes de mantenimiento y todos podrían ser válidos. Pero la práctica indica que sólo existen dos formas:

- 1 *Mantenimiento a rotura*: que es la forma desordenada de aplicar los medios y recursos de todo tipo a los de reparaciones, ajustes y recambios.
- 2 *Mantenimiento programado*: que es la forma inversa del anterior; es decir, la aplicación ordenada en el tiempo, sobre la base de un cierto criterio de prioridades, de los medios y recursos que tiene el Mantenimiento para cumplir con su papel.

Mantenimiento a rotura (correctivo)

Esta forma de hacer mantenimiento no por elemental se deja de usar; por el contrario, se la usa con frecuencia aun en los buenos servicios de mantenimiento, pero en trabajos menores; éstas son sus características más importantes:

- necesita poco o ningún planeamiento;
- no se necesita programa especial para reparaciones o recambios de equipos o instalaciones;
- cuando se para una máquina por averías, se detiene la producción, con pérdidas a veces considerables en cantidad y calidad;
- este mantenimiento es aceptable en talleres o fábricas simples o de poca producción;
- a medida que se va reparando el equipo, va alejándose del nivel de operatividad original, siendo a la postre, muy oneroso y difícil ponerlo en condiciones operativas normales;
- las roturas se van sucediendo cada vez con más frecuencia, aumentando las emergencias y disminuyendo la producción, consecuentemente en calidad y cantidad;
- la mano de obra no es necesariamente de calidad y tampoco los resultados de los trabajos;
- es muy difícil llevar costos de mantenimiento, trabajando sin presupuestos y a costo resultante;
- la información técnica original pierde vigencia inmediatamente, dado que el tipo de reparaciones que se hacen desvirtúan las condiciones y formas originales del equipo o instalación:



La figura siguiente representa gráficamente esta forma de mantenimiento a rotura.

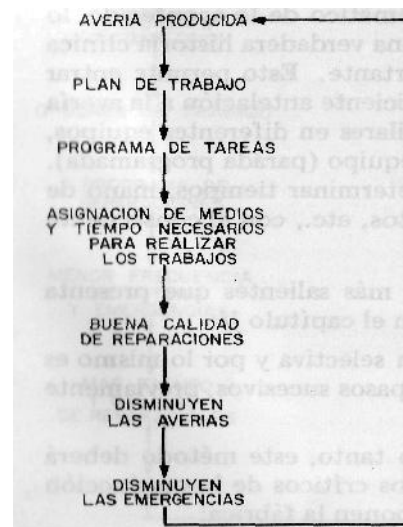
Mantenimiento Programado

Este tipo de mantenimiento, supera en muchos aspectos a la forma descrita en el párrafo anterior; por consiguiente estas son algunas de sus ventajas:

- permite el uso racional de los medios y la mano de obra;

- hay un mejor aprovechamiento del tiempo;
- permite llevar costeo de mantenimiento;
- exige mantener al día la información técnica;
- la máquina se mantiene en niveles aceptables de operatividad;
- es posible trabajar sobre la base de presupuestos de servicios.

La figura siguiente representa gráficamente, este tipo de mantenimiento:



Mantenimiento Preventivo (Predictivo)

Constituye una herramienta valiosa que contribuye a ser más eficaz la función del mantenimiento programado. Por lo tanto no es un tipo más de Mantenimiento, sino es un estilo de realizar mantenimiento, en forma sistematizada, que se basa en la técnica y necesita que, previamente, funcione el mantenimiento programado.

La principal virtud de este sistema es la de determinar a priori las reparaciones o ajustes por realizar en los puntos críticos de equipos e instalaciones, a fin de evitar todos los inconvenientes que provocarían las paradas de emergencia.

Esta forma de mantenimiento se basa en las inspecciones periódicas de cada equipo, a los efectos de detectar síntomas de averías o fallas. Por diferentes medios se puede llegar a conocer con alguna certeza el momento en que se podría llegar a producir la falla. En todo caso se trata de evitar que se produzca una rotura que provoque una parada de emergencia o cualquier situación incontrolable.

Otro factor característico de esta modalidad de mantenimiento es el uso del registro sistemático de lo acontecido, lo cual permite llegar a establecer una verdadera historia clínica de cada equipo o máquina importante. Esto permite entrar a realizar tareas en ellos, con suficiente antelación a la avería y, además, programar tareas similares en diferentes equipos, o tareas diferentes en un mismo equipo (parada programada). En ambos casos se pueden predeterminedar tiempos, mano de obra y elementos necesarios, costos, etc., con el consecuente aprovechamiento del tiempo.

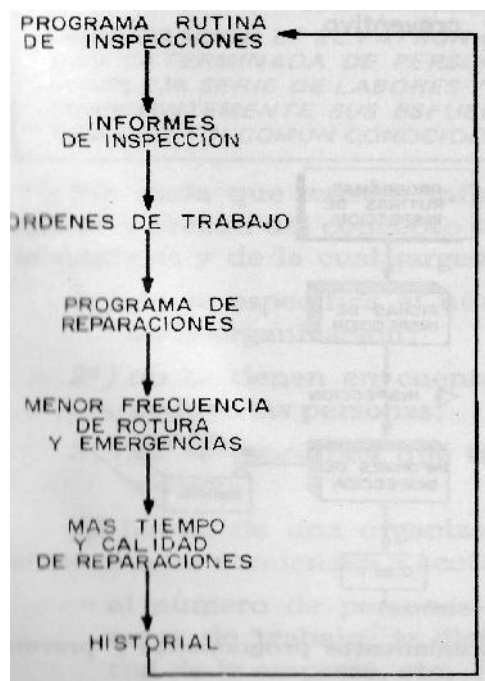
Éstas son las características más salientes que presenta este sistema:

- ⇒ es un sistema de aplicación selectiva y por lo mismo es necesario implantarlo por pasos sucesivos, previamente muy bien planeados;
- ⇒ es un sistema caro, por lo tanto, este método deberá aplicarse sólo en los equipos críticos de la producción y no en todos los que componen la fábrica;
- ⇒ exige una estructura de personal de cierta calidad y bien entrenado;
- ⇒ exige constancia y disciplina de toda la empresa, lo cual hace presumir que:



- a) la Dirección de la empresa acepta el sistema, y lo hace cumplir, siendo esto fundamental;
 - b) la supervisión de mantenimiento esté sensibilizada en este sentido y hace cumplir las premisas del sistema;
 - c) la supervisión de todos los organismos de la empresa aceptan y respetan el sistema.
- ⇒ para ver el éxito de este sistema, todas sus partes constitutivas deben estar bien organizadas, ordenadas y controladas.

La siguiente figura representa este sistema:



El mantenimiento preventivo consiste en elaborar un plan funcional de inspecciones para los distintos equipos de una planta industrial a través de una planificación, programación, ejecución y control.

Es necesaria una *planificación* porque ella importa un análisis y/o estudio previo para cumplir un objetivo perfectamente determinado y definido, a través de lo cual se fijará cuál es el camino óptimo a seguir en el plan de trabajo.

Es necesaria una *programación* para determinar cómo, cuándo y por qué, con los materiales, mano de obra y demás posibilidades económicas, se concretará ese camino óptimo que se ha planificado y que se ejecutará con los elementos disponibles.

Es necesario un *control* porque de muy poco servirá que se haya planificado, programado y puesto en marcha un plan de mantenimiento preventivo, si después no se realiza la suficiente y necesaria supervisión técnica para avalar los resultados del programa de trabajo trazado.

Se hace mantenimiento preventivo para mantener el equipo y sus accesorios en buenas condiciones de funcionamiento, y prevenir así accidentes, daños, averías y paros que alteren el normal desarrollo de la producción de la planta industrial.

El mantenimiento preventivo a través de un plan de inspecciones, limpiezas, ajustes y reparaciones tiene como meta descubrir y corregir deficiencias en los equipos, tales como pérdidas, aflojamientos, desgastes y partes sin protección que pueden ser la causa de daños e inconvenientes de seriedad, y que, como ya se ha dicho, se han de evitar, descubriéndolas y subsanándolas en forma preventiva.

La finalidad del mantenimiento preventivo es, entonces, conseguir que los equipos de una planta industrial den su máximo rendimiento en las mejores condiciones de funcionamiento. El jefe de mantenimiento debe tener como lema y principal preocupación prevenir cualquier interrupción que detenga la producción de la planta. El cese de producción significa pérdida de tiempo, de dinero, de mano de obra y materiales, factores éstos que tienen una incidencia de enorme importancia en los costos de elaboración.



Es muy importante, entonces, no confundir mantenimiento con arreglos por rotura, pues éste, aunque parezca increíble, es un error muy generalizado entre mucha gente del mundo técnico.

La gerencia paga un servicio de mantenimiento preventivo precisamente para que se reduzcan a un mínimo los arreglos por roturas. Para ello, el jefe de mantenimiento aplica sus conocimientos y criterios técnicos en la confección de un plan racional de inspecciones que permitan, a través de datos seleccionados, poder establecer un diagnóstico precoz del estado de la máquina.

Esta será, a no dudarlo, la mejor forma de decidir sobre el estado mediato o inmediato de la instalación.

El responsable de mantenimiento preventivo está entonces para proteger el capital invertido destinado a la producción de la planta.

El departamento de producción es el principalísimo cliente que tiene el jefe de mantenimiento, al cual le debe un servicio eficiente, continuado y responsable por la incidencia que tienen estas atenciones en el costo de elaboración del producto.

Se indicará en forma general algunas de las principales obligaciones del jefe de mantenimiento. Lo que sigue se ha de tomar como una orientación, pues cada, gerencia puede tener al respecto su modalidad de exigencias.

En términos generales, lo que una planta industrial espera del ingeniero o técnico responsable del mantenimiento es lo que sigue:

- 1) Mantener los edificios en buen estado de conservación.
- 2) Mantener en buen estado de conservación las instalaciones de servicios generales.
- 3) Elaborar un plan de inspecciones preventivas para los distintos equipos de la planta, fijando intervalos de inspecciones (frecuencias) razonablemente económicos y objetivos.
- 4) Seleccionar, capacitar y supervisar al personal de mantenimiento.
- 5) Proyectar y ejecutar pequeños trabajos de ampliación y/o instalaciones de poca importancia. Para trabajos de mucha importancia conviene recurrir a contratistas, pues no siempre la planta cuenta con el elemento humano y las disponibilidades de equipos y herramientas necesarios para llevar a cabo trabajos que pueden abarcar satisfactoriamente y en forma más económica empresas especializadas. El criterio del jefe de mantenimiento determinará en cada caso la economicidad y factibilidad de concretar los proyectos que lleguen a sus manos.
- 6) Fijar un criterio racional para establecer la cantidad de repuestos que debe haber en el almacén de la fábrica.
- 7) Asesorar al responsable de prevención contra incendios.
- 8) Analizar y asesorar a la gerencia sobre presupuestos de contratistas para trabajos que por su envergadura no conviene que sean absorbidos por la gente de mantenimiento, por necesitarse excesiva mano de obra y/o equipos e instalaciones muy especiales.
- 9) Mantener actualizado un fichero con planos, esquemas, croquis, catálogos e información técnica sobre las distintas máquinas y equipos de la planta.
- 10) Supervisar la cantidad, calidad y estado de las herramientas que usa el personal a su cargo.
- 11) Producir periódicamente, y cuando las circunstancias lo requieran, informes técnico-económicos para la gerencia, en donde se reflejen el empleo de las horas-hombre en función de las órdenes cumplidas, economías obtenidas, necesidades de mano de obra plenamente justificadas con un análisis de las horas-hombre disponibles y de las horas-hombre que exigen las órdenes de reparación producidas, etc.

Metodología para la diferenciación y categorización de las máquinas e instalaciones

Modernamente, la acción del mantenimiento sobre las máquinas tiene que poseer un nivel de intensidad racional. Por intensidad se puede entender la cantidad de operaciones que se planifican y la periodicidad con que se ejecutan. No es tarea fácil de determinar la intensidad que debe tener el mantenimiento programado sobre la máquina dada. Han existido tres líneas de trabajo para solucionar este asunto:

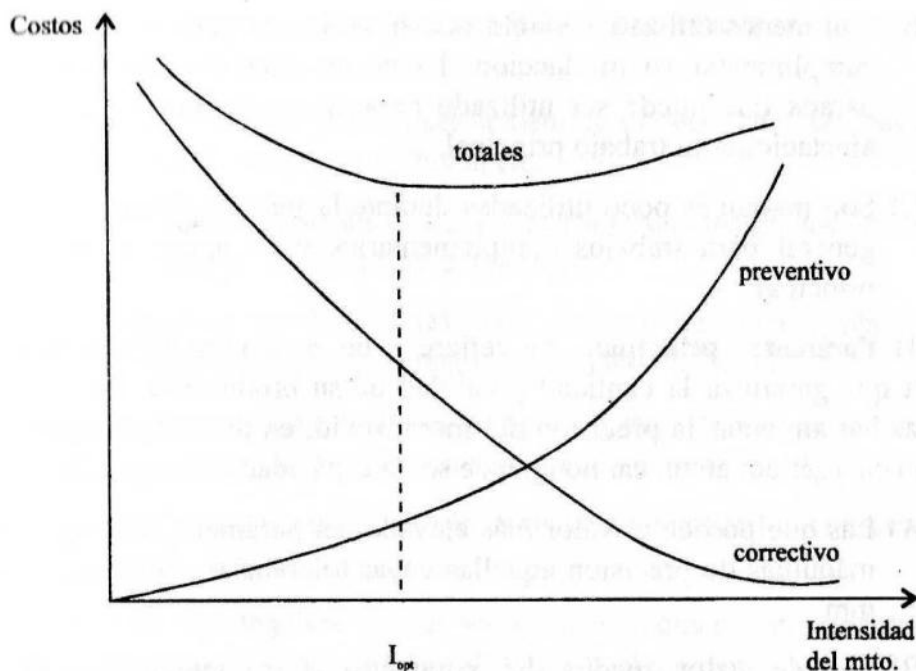
- I. La aceptación de las recomendaciones del fabricante para establecer las operaciones y sus periodicidades. Esta es la fórmula más fácil pero puede ser la más alejada de lo racional, toda vez que el fabricante no puede conocer las posibles condiciones de explotación de sus equipos y tiene que limitarse a recomendaciones para condiciones medias. En general estas sugerencias están en exceso con el objetivo de evitar problemas y conservar el prestigio, todo a costa de los costos del explotador.

Otro inconveniente consiste en que el fabricante en ocasiones no ofrece todas las gamas que pueden resultar necesarias para sistemas o partes de la máquina que son de su interés particular.

Algunas recomendaciones del fabricante son de obligatorio cumplimiento durante los períodos de garantía.

- II. Otra línea de trabajo es la búsqueda de puntos óptimos que detectan el nivel adecuado de la intensidad del mantenimiento. En la figura siguiente se presenta el comportamiento de los costos del accionar preventivo y correctivo para diferentes niveles de intensidad del mantenimiento preventivo.

Resulta evidente que ante incrementos del accionar preventivo, se elevan sus costos pero disminuyen los causados por acciones correctivas. Existe cierto valor de la abscisa para el cual los costos totales son mínimos. Esta intensidad óptima (I_{opt}) es la que debe ser utilizada en este caso según esta línea de pensamiento.



Una dificultad de este método radica en lo difícil de obtener la información necesaria. La deficiencia que posee es que trata por igual a todas las máquinas, no considerando sus particularidades en el proceso de producción.

Relación entre los costos preventivos y correctivos al variar la intensidad del mantenimiento preventivo



- III. Una línea de trabajo que se ha utilizado en los Estados Unidos y Europa desde hace algunos años consiste en la diferenciación y categorización de las máquinas para asignarle la atención necesaria de mantenimiento acorde con sus características. Para caracterizar a las máquinas se pueden emplear diversos parámetros, los cuales se señalan a continuación:
- 1) **Intercambiabilidad:** Consiste en la posibilidad de ser sustituida la máquina por otros equipos.
 - A. Una máquina se denomina "A" si es irremplazable, o sea, su labor no puede realizarse por ningún otro equipo en el Taller.
 - B. Se caracterizaría como "B" si es reemplazable su producción por una o dos máquinas de la Sección.
 - C. Toma categoría "C" si su producción puede ser ejecutada por cualquier otra máquina del lugar.
 - 2) **Régimen de Operación:** Se refiere a la forma en que la máquina toma parte en el proceso productivo.
 - A. Son aquellas máquinas que participan en una línea de producción continua.
 - B. Asumen esta categoría las que ejecutan producciones seriadas, entre las cuales se pueden requerir modificaciones y ajustes a la máquina.
 - C. Las que participan poco en los procesos productivos trabajando en días alternos, etc.
 - 3) **Nivel de utilización:** Este parámetro tiene en cuenta la capacidad con que son utilizadas las máquinas durante las jornadas laborales. Está reconocido como el parámetro de categorización más importante a la hora de tomar decisiones pues refleja la importancia productiva.
 - A. Son categoría "A" las máquinas muy utilizadas, aquellas que necesitan del 90-100% de la jornada para realizar la producción exigida y realizarle el mantenimiento preventivo mínimo para que logre producir. Cualquier necesidad de mantenimiento correctivo afectaría la producción pues no hay huelgo libre.
 - B. Son menos utilizados y sólo necesitan de una parte de la jornada para cumplimentar su producción. Existe en ellas un tiempo de libre de parada que puede ser utilizado para el mantenimiento correctivo sin afectaciones al trabajo principal.
 - C. Son máquinas poco utilizadas durante la jornada diaria. Se utilizan en general para trabajos complementarios y de apoyo a la producción principal.
 - 4) **Parámetro principal:** Se refiere a un parámetro característico de la máquina que garantiza la cantidad y calidad de su producción. Por ejemplo, en máquinas herramientas la precisión del mecanizado; en un motor la potencia o el consumo energético; en un camión puede ser la capacidad de carga; etc.
 - A. Las que poseen el valor más elevado del parámetro. Por ejemplo, para máquinas de precisión aquellas cuyas tolerancias están entre 0,01-0,05 mm.
 - B. Las de valor medio del parámetro. Por ejemplo, precisión con tolerancias entre 0,05-0,1 mm.
 - C. Las de bajo valor del parámetro. Por ejemplo, precisión con tolerancias mayores a 0,1 mm.
 - 5) **Mantenibilidad:** Es una de las propiedades de la fiabilidad de la máquina y corresponde con la facilidad para ejecutarle el mantenimiento, la accesibilidad a sus sistemas y elementos, etc., según sus características constructivas.
 - A. Se categorizan en este grupo a máquinas de poca Mantenibilidad, de difícil acceso a sus partes, es decir, equipos de alta complejidad.
 - B. Son de complejidad media, donde el acceso no es tan difícil el acceso a todos los sistemas.
 - C. Máquinas de poca complejidad y elevada mantenibilidad, donde el acceso es fácil a casi todos los sistemas.



6) **Conservabilidad:** Es otra propiedad de la fiabilidad de la máquina que refleja la sensibilidad de su resistencia al medio ambiente que la rodea pero en este caso incluye los periodos de trabajo.

- A. Son categoría "A" aquellas máquinas que necesitan condiciones especiales de conservación y de trabajo, tales como acondicionamiento de aire, local cerrado, determinada iluminación, etc.
- B. Son las máquinas que necesitan protección normal tales como techo, paredes, etc.
- C. Se refiere a las que pueden ser sometidas a condiciones severas como alta humedad, temperatura, lluvia, etc.

7) **Grado de automatización:** Este parámetro evalúa los grados de libertad de la máquina para trabajar sin la acción del hombre.

- A. Las máquinas automatizadas, con control numérico, robotizadas, computarizadas, las cuales prácticamente laboran "sin el hombre".
- B. Son equipos semiautomáticos porque algunas de sus funciones son automatizadas y en otras tiene que intervenir el hombre.
- C. Son máquinas que operan mecánicamente en intercambio constante con el hombre.

8) **Valor de la máquina:** Es el valor en el momento de ejecutar este análisis y tiene en cuenta la depreciación sufrida hasta el momento.

- A) Las máquinas de más alto valor se hallan en esta categoría.
- B) Las de valor moderado.
- C) Máquinas baratas.

9) **Factibilidad de aprovisionamiento:** Se refiere a la facilidad que exista para garantizar los suministros de piezas de repuesto y materiales para el mantenimiento y trabajo de la máquina.

- A) Se categorizan como "A" aquellas con dificultades serias en su aprovisionamiento.
- B) Las que tienen asegurado el abastecimiento de algunos renglones.
- C) Las que poseen grandes posibilidades con los suministros de repuestos y materiales.

10) **Seguridad operacional:** Consiste en evaluar la medida en que la máquina puede afectar al hombre.

- A) Son máquinas muy peligrosas es este sentido.
- B) Serán aquellas que su peligrosidad se reduce a una menor cantidad de hombres o a lesiones menos graves en caso de accidente.
- C) Son poco peligrosas y no ofrecen inseguridad salvo al propio operario ante su incumplimiento de alguna reglamentación de la protección personal.

11) **Condiciones de explotación:** Tiene en cuenta las condiciones que caracterizan el trabajo de la máquina, tales como ambientales, geográficas, sobrecargas, calidad de los operarios, regímenes intermitentes y variables de trabajo, etc.

- A) Son máquinas sometidas a severas condiciones de trabajo y que manipulan productos muy agresivos.
- B) Máquinas sometidas a condiciones normales para las cuales han sido concebidas.
- C) Serán las que operan en condiciones más bien favorables en todos los órdenes.

12) **Protección del medio ambiente:** Se refiere a la posible afectación al medio que produce tanto el trabajo de la máquina como sus posibles fallos.

- A) Son las máquinas que crean afectaciones severas al medio ambiente.
- B) Los que lo afectan en alguna medida cuando ocurren fallos,
- C) Las que no afectan al medio en ningún momento.



Otros parámetros pueden ser incorporados al análisis siempre que sean efectivos para diferenciar alguna característica de interés en la máquina.

La evaluación de estos parámetros se realiza a cada máquina, pudiendo resultar categorizadas de forma diferente máquinas de igual nomenclatura repetidas. Ese es precisamente el objetivo central de este método.

Para concluir sobre la categoría de una máquina, se tabulan los resultados del análisis de cada parámetro como se muestra en la tabla siguiente.

Resultados del análisis para categorizar una máquina dada

Nº	Parámetro	Categoría A	Categoría B	Categoría C
1	Intercambiabilidad		X	
2	Régimen de operación	X		
3	Nivel de utilización	X		
4	Parámetro principal		X	
5	Mantenibilidad			X
6	Conservabilidad		X	
7	Grado de automatización		X	
8	Valor de la máquina	X		
9	Factibilidad de aprovisionamiento	X		
10	Seguridad operacional			X
11	Condiciones de explotación		X	
12	Protección del medio ambiente		X	
	Totales	4	6	2

En este ejemplo se observa un predominio de los parámetros en la categoría "B". No obstante, la conclusión sobre una categorización debe hacerse teniendo en cuenta dos aspectos:

- La importancia relativa que el especialista le asigna a cada parámetro evaluando según el tipo de máquina, el trabajo que ejecuta y el tipo de Empresa que se trata. En general se le da mayor importancia a los tres primeros.
- Deben analizarse todas las máquinas para tener idea sobre cómo han sido los resultados en cada una y así lograr un balance en la diferenciación, a la hora de dar las conclusiones en cada máquina.

En un mismo tipo de máquina puede haber diferentes categorías y cada una necesitará de un mantenimiento diferenciado. Esta línea de trabajo es la que mejores resultados ha tenido y tiene la ventaja de que no requiere de una información exhaustiva sobre el comportamiento de la máquina, la cual a veces no existe.

Política de mantenimiento según la categoría de la máquina

Para **máquinas de categoría "A"** el objetivo del mantenimiento es lograr la mayor disponibilidad al costo que sea necesario al caso. Debe darse preferencia a la utilización del mantenimiento preventivo con todas las técnicas de diagnóstico posibles de aplicar racionalmente y profundizar en aquellas de avanzada, tales como análisis de vibraciones, análisis de lubricantes, endoscopia, ferrografía, etc.

Con lo anterior, el mantenimiento correctivo debe ser mínimo pero de ocurrir, se le dará la máxima prioridad a su cumplimiento.



Para **máquinas categoría "B"** la política es diferente y el objetivo consiste en lograr reducir los costos de mantenimiento a expensas de una menor disponibilidad que las máquinas "A".

El mantenimiento preventivo se descarta, aunque pueden ejecutarse acciones baratas que por experiencia tengan buena efectividad en la detección de averías.

Se ejecuta una menor cantidad de operaciones programadas, en este caso más justificadas y con una frecuencia más baja, calculada esta vez por el método técnico-económico.

El mantenimiento correctivo existirá y es admitido en mayor medida pero en fallos que requieran correcciones que quepan en la holgura de la máquina (tiempo que no tiene que laborar en la jornada). La prioridad que se le da a la acción correctiva es variable pues dependerá de la criticidad de la máquina en ese momento según el plan de producción pero en general es menor que en las máquinas "A". Las reformas y modificaciones a la máquina deben ser con el objetivo de que se reduzcan sus costos de mantenimiento.

Para **máquinas de categoría "C"** el objetivo del mantenimiento es reducir al mínimo sus costos. No se utiliza el mantenimiento preventivo, excepto algún control visual barato. El programado se limita a actividades de lubricación, bien obligadas por recomendación del fabricante en períodos de garantía o por conocimiento de su imperiosa necesidad. La frecuencia con estas actividades debe ser la más baja posible.

La actividad del mantenimiento correctivo abunda pero hay gran holgura o condiciones para ejecutarla sin afectar la producción. Se le da la menor prioridad posible.

Además de las tres categorías expuestas, existe otra para caracterizar a la maquinaria que por alguna razón está fuera del proceso productivo y deben garantizársele condiciones de conservación. Aquí el objetivo del mantenimiento es conservar e incluso si es posible elevar el valor residual de la máquina. Pueden realizarse actividades de pintura, engrase, limpieza y puestas en marcha por cortos períodos una o dos veces al año.

Con la política expuesta, Mantenimiento desagrega su presupuesto y lo dedica de forma diferenciada a cada equipo, de manera que se logre la mayor eficiencia en el trabajo, utilizándose los recursos humanos y materiales justos según el caso.