

MANUAL DE MANTENIMIENTO

Parte V: Mantenimiento preventivo

Por: Ingeniero Camilo Botero

DEFINICION Y PROGRAMACION

Como se mencionó anteriormente, el mantenimiento preventivo es aquel que se realiza mediante una programación previa de actividades, con el fin de evitar en lo posible la mayor cantidad de daños imprevistos, disminuir los costos de la misma.

El mantenimiento preventivo no es una panacea, no es un remedio para todos los problemas que se presentan durante un proceso productivo; es simplemente una organización sistemática de lo que tradicionalmente se ha venido haciendo.

Los altos niveles de productividad que se requieren hoy en día, exigen la implantación de un sistema de mantenimiento preventivo que permita aumentar la eficiencia de la producción, la cual es directamente proporcional a la calidad de la información con que se cuenta para llevarla a cabo.

Cuando se vaya a implantar un programa de mantenimiento preventivo, deberá hacerse una primera programación y contar en

este momento con las siguientes fuentes de información:

- Catálogos de fabricantes.
- Manuales de fabricantes.
- Planos levantados a la maquinaria (si no existen).
- Memorias de cálculo si se han realizado mejoras o reparaciones.
- Experiencia de los peritos y técnicos en lubricación, electricidad y mecánica, que ayuden a responder las preguntas propias de una programación.
- Listados que contengan la disponibilidad de personal y equipos de mantenimiento.
- Información de los supervisores de producción acerca de tiempos picos, flojos y paradas obligadas de producción, que permitan distribuir de tal manera las tareas de mantenimiento buscando minimizar los tiempos muertos de producción por mantenimiento.

Hay que tener muy en cuenta durante la programación de vacaciones y autorización de licencias al personal de mantenimiento, los requerimientos que se tienen de estos empleados en su departamento, para no dejarlos desprovistos de determinado personal en un momento dado.

Se puede llevar a cabo ahora, con esta información, una primera programación, respondiendo siempre, tanto para esta como para las futuras programaciones, las siguientes preguntas:

- Qué hay que mantener?
- Qué hay que hacer para mantenerlo en funcionamiento?
- Cuándo y cada cuánto hay que hacerlo?
- Cómo hay que hacerlo?
- Qué personal se requiere para hacerlo?
- Cuánto tiempo requiere hacerlo?

Se tendrán ahora programadas por semana, las actividades de mantenimiento. Cuando llegue la semana

en la cual haya que realizar una tarea, se expedirá por parte del programador de mantenimiento (o por el computador si se tiene sistematizado el mantenimiento), una orden de mantenimiento que indique la ejecución de las actividades para la misma máquina. Esta deberá contener: nombre, código, localización, elemento que se va a mantener, actividad por realizar, quien debe realizarla, tiempo estimado de duración y un lugar en blanco donde la gente de producción colocará el día específico de la semana y la hora en la cual se adelantará dicho mantenimiento.

Una vez concluidas las tareas, sobre el respaldo de la misma orden, o bien en un formato aparte, se colocarán observaciones acerca del tiempo real de duración, posibles correcciones a la frecuencia, métodos, herramientas, etc.. A su vez, se informa acerca del estado del equipo, solicitando reparaciones o reposiciones inmediatas o posteriores.

La orden ahora ejecutada y corregida vuelve a las manos del programador de mantenimiento, quien la tomará como una fuente más de información para la próxima programación, que tendrá que ser cada vez más real y acertada debido a la constante corrección y a la continua realimentación del programa.

Con el fin de simplificar en lo posible el contenido de la orden de mantenimiento, así como el de dar un mejor manejo a los costos, buscará codificar los datos que esta contenga; por ejemplo:

- Nombre de la máquina: asignar un código a todas y cada una de las máquinas a las cuales se efectúa mantenimiento.
- Todo tipo de actividades y cómo desarrollarlas: reducir en

puede dividir al personal de mantenimiento en diversos grupos según su categoría y especialidad.

Los datos en la orden de mantenimiento quedan consignados ahora de la siguiente manera:

SEMANA 48	
Máquina: Prensa dos colores	Código: 0482
Localización: Litografía	Elemento: Motor eléctrico
Operación: E-08	Periodicidad: A
Técnico: Eléctrico-2	Tiempo Estimado: 2,5 Horas
Fecha: Nov. 30 - 86	

lo posible las diversas actividades propias del mantenimiento, especificando de una manera muy clara los procedimientos, elementos, herramientas y precauciones, para realizarla; reunir las en grupos similares y codificarlas. Esta información a su vez puede ser consignada en un libro o especie de Guía de Mantenimiento (Manual de Mantenimiento), que será consultado por los técnicos, con el fin de encontrar todos los datos concernientes a una operación ahora codificada, (este tema será tratado más adelante).

- Cada cuánto hay que hacerlo: para esto se pueden establecer letras a cada una de las periodicidades; diario (D), semanales (S), mensuales (M), etc.
- Quien debe realizar la operación: para este efecto, se

Se nota aquí la importancia del manual de mantenimiento, ya que si no estuviera codificada la operación E-08, se hubiera requerido de mucho más espacio para dar todas sus especificaciones.

Las actividades que hemos venido mencionando se dividen en tres grupos: uno es el de operaciones de lubricación y limpieza, otro es el de revisiones preventivas y por último el grupo de correcciones programadas, que son en la mayoría de los casos una consecuencia de las revisiones.

Las actividades de lubricación serán tratadas más a fondo en un tema posterior.

REVISIONES PREVENTIVAS: esta es una labor sistemática en la cual se fundamenta el éxito del mantenimiento preventivo y consiste en recoger información sobre el estado de las partes de instalaciones y equipos con el fin de detectar posibles puntos de falla

o partes descompuestas. Dicha formación será utilizada bien para programar una parada de corrección (reposición o reparación) o para generar una orden de mantenimiento correctivo, en cuyo caso se debe ser flexible y si el personal que está haciendo las revisiones está capacitado, se podrá realizar seguidamente la tarea de mantenimiento correctivo, así como los ajustes que permitan un mejor funcionamiento del equipo.

CORRECCIONES PROGRAMADAS: también se les llama correctivo programado y en la mayoría de los casos es una consecuencia de haber realizado una revisión preventiva en la cual se determinó la necesidad de reparar o reponer algún elemento del equipo. Como ya lo habíamos mencionado, en el reverso de la orden de mantenimiento o bien en un formato especial, se puede dar esta información al programador para que junto con el supervisor de producción, programen la parada, generando una orden de trabajo.

Otras fuentes de información para realizar una corrección programada son, como se muestra en la figura 1, el mantenimiento predictivo o los mismos operarios de producción que por experiencia acerca de niveles de ruido, vibraciones, temperatura, anomalías en el funcionamiento, etc., sepan cuándo se debe corregir algo; en cuyo caso y por intermedio del supervisor de producción se solicitará a mantenimiento la labor



Figura 1. Fuentes de información para realizar una corrección programada

correctiva correspondiente, mediante una orden de trabajo, que será programada como ya se mencionó. Lo anterior no exonera al jefe de mantenimiento de esta responsabilidad.

La retroalimentación de la información y los controles que se hagan con esta, son una base importante para sacar adelante el programa de mantenimiento preventivo.

A continuación se mostrará un esquema que puede ayudar a entender el camino seguido por la información para hacer una programación inicial, así como el rumbo de la retroalimentación (figura 2).

CONCEPTOS IMPORTANTES PARA TENER EN CUENTA DURANTE LA IMPLANTACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es necesario que una vez se hagan los programas de revisiones y reparaciones del mantenimiento preventivo, dichos programas se revisen periódicamente puesto que

el mismo desarrollo de estos va dando las pautas para determinar si esa programación inicial fue la correcta y está de acuerdo con la situación real de producción y por lo tanto con el departamento de mantenimiento, quien atiende dichas necesidades.

La importancia en la veracidad de la información es indispensable para programar eficientemente el mantenimiento preventivo, ya que, aunque una tarea se haya programado y no se realiza, es menos perjudicial para el programa consignar «no, fue realizada», que dar información incorrecta.

Es importante anotar que el programa de mantenimiento preventivo debe ser flexible respecto del momento en el cual debe hacerse una revisión, adelantándola si se presenta una parada en producción o retrasándola si coincide con un instante crítico en ésta; lo anterior no afectará los resultados siempre y cuando la tarea programada se ejecute.

FLUJO DE INFORMACION Y RETROALIMENTACION

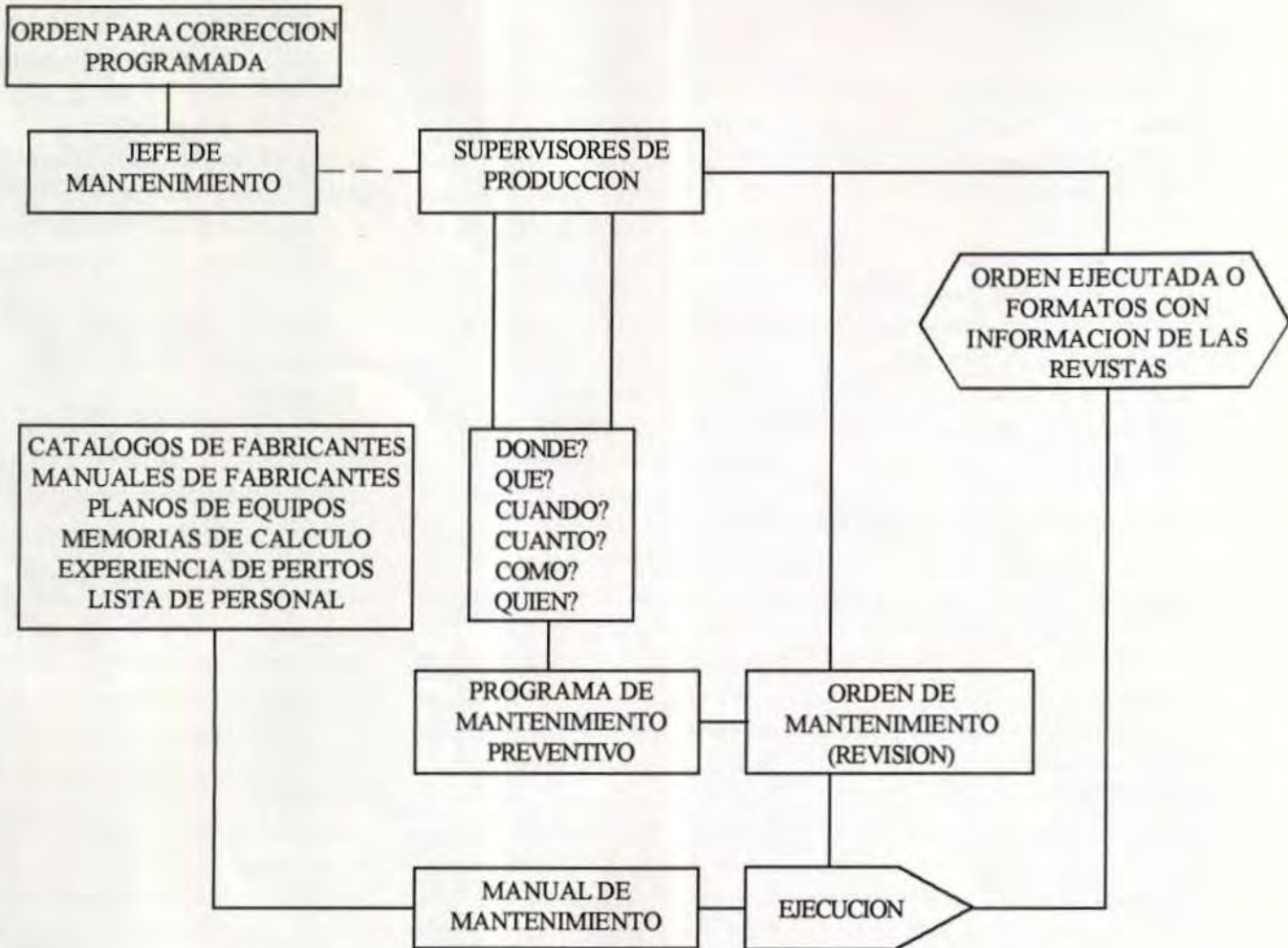


Figura 2. Flujo de Información y Retroalimentación

Para la implantación de un sistema de mantenimiento preventivo son necesarias ciertas condiciones; quizá la más importante es la referente a la participación ideológica (convencimiento participativo), de todos los sectores involucrados en la marcha del programa. Es necesario un pleno convencimiento a nivel superior de la necesidad de

su implantación. Además se necesita un profundo conocimiento del programa, de su metodología y de su administración para que rinda unos verdaderos frutos, buscando que todos los niveles involucrados tomen como PROPIO el programa, convencidos de sus virtudes.

La impaciencia puede destruir el

sistema, los niveles directivos pueden estar esperando resultados concretos de disminución de costos y de reducción en el número de paradas en un lapso muy corto, pero se requiere de un periodo razonable para dejarlo en perfecto funcionamiento. Por lo tanto, es importante que los niveles y departamentos que se verán

afectados, se enteren de las dificultades que se presentarán para que colaboren en la mejor forma posible a que el programa sea todo un éxito.

En el mantenimiento es donde se tiene mayor incidencia y efectividad en la aplicación de los principios de la Administración por Objetivos (APO).

La motivación, el trabajo en equipo con un claro sentido participativo y el control por excepción, son herramientas fundamentales para el éxito de la gestión en mantenimiento.

Es obvio que todo cambio implica traumas, dificultades, concientización de todo el personal; por lo tanto, la implantación de un programa de mantenimiento preventivo debe ser progresiva, (por etapas) y principalmente, debe hacerse en una sección piloto, en la cual se irán corrigiendo los errores, mejorando los métodos y adaptando un sistema conveniente a las necesidades reales de la sección de producción en la cual se está. La sección o máquina escogida como piloto, en la cual se irán corrigiendo los errores, mejorando los métodos y adaptando un sistema conveniente a las necesidades reales de la sección de producción en la cual se está. La sección o máquina escogida como piloto debe ser en lo posible aquella que históricamente haya causado más problemas.

El tiempo prudencial para la implantación del programa es de dos a tres años.

Es necesaria una aplicación selectiva del programa.

No puede hacerse un mantenimiento preventivo a todos los equipos de producción ni a todas las partes, puesto que esto sería sumamente engorroso y difícil de llevar a cabo. Por lo tanto, se hace una selección del equipo que por sus condiciones de producción sea más crítico y necesita una mejor atención por parte del sector o departamento de mantenimiento.

Se deberá también, una vez escogido el equipo y las partes por mantener, establecer una ruta de revisiones a éstas.

También es importante observar que cada industria posee características diferentes y que no es posible copiar los programas de mantenimiento. Las recetas genéricas pueden conducir a un fracaso en el desarrollo del sistema.

Es conveniente, durante la implantación del mantenimiento preventivo, tener presente la siguiente frase: «implantar el mantenimiento preventivo exige un cambio de mentalidad, un férrea voluntad de hacerlo y un sólido convencimiento de las bondades del sistema».

No todas las empresas están preparadas para el cambio. Si un análisis muy objetivo del programa lleva a la íntima convicción de que no es el momento oportuno, es preferible posponer la decisión».

Es obvio, como decíamos, que todo cambio de sistema produce traumas, problemas que deben ser

enfrentados y resueltos en la primera fase.

El principal problema que se presenta cuando se introduce un sistema de mantenimiento preventivo es el hecho de un aumento en los costos del mantenimiento general puesto que en las primeras revisiones se encuentran fallas que deben ser corregidas, el consumo de repuestos se eleva, al igual que los tiempos de parada. Entonces se sumarán simultáneamente los costos de mantenimiento correctivo y preventivo.

Por otra parte, si el equipo ha sido manejado tradicionalmente con base en mantenimiento correctivo lo más probable es que se encuentre un estado de deterioro bastante lamentable y por consiguiente la introducción del mantenimiento preventivo será más difícil. Por lo tanto se recomienda, mientras se pueda, implantar el mantenimiento preventivo después de reparaciones generales; es decir, cuando el equipo esté en óptimas condiciones de operación. Esto es más fácil de hacer en las plantas de procesos tales como refinerías, productoras de cemento, ingenios azucareros, papeleras, por donde normalmente se hacen paradas periódicas largas y se realizan reparaciones mayores de equipos quedando la planta en condiciones óptimas de operación (mantenimiento periódico).

En una planta que no sea de proceso sino donde las tareas de producción se realizan individualmente, por secciones o por máquinas muy concretas, la introducción del programa de mantenimiento

preventivo puede causar mayores dificultades y tener muchos tropiezos.

La información desde un comienzo debe tener una doble intención: la de crear un programa y la de retroalimentar el mismo, en especial lo referente a tiempos de duración y periodicidad en las actividades.

El programa de mantenimiento debe ser flexible ya que en cada momento se encuentran cambios continuos que se deben realizar durante la ejecución del programa, puesto que una vez se lleva la información a la máquina, ésta puede resultar errada (es demasiado corto el tiempo para la realización de la tarea, la frecuencia con que se debe realizar el trabajo debe ser mayor o menor, etc.) esta información debe venir a través de la orden de mantenimiento, o en un formato especial al programador, para que sea corregida en el programa general y dejar que el sistema vaya informándose hasta obtener una situación más acorde con las necesidades reales.

Aunque no existen parámetros matemáticos y tangibles para saber si conviene o no implantar un programa de mantenimiento preventivo, su puesta en funcionamiento muestra muy buenos resultados en nuestro medio.

VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- Con un adecuado mantenimiento preventivo, el equipo se conservará en óptimas

condiciones de trabajo, permitiendo que la producción continúe su flujo normal sin interrupciones. Los niveles de productividad subirán considerablemente.

- Las personas que laboran con estos equipos se sentirán más satisfechas y trabajarán con un alto grado de motivación.

- Los equipos no sufrirán un deterioro mayor cuando han sido sometidos continuamente a un mantenimiento preventivo.

- Habrá menos desperdicio de materia prima, al no ocurrir daños inesperados.

- Se cumplirá con las fechas de entrega ofrecidas a los clientes, los cuales estarán satisfechos con el cumplimiento y la calidad.

- La fuerza de ventas estará más contenta y motivada para realizar más ventas.

- Al reducirse la improductividad de los equipos, los costos por máquina se reducirán también, pudiéndose fijar precios más competitivos.

- Por otro lado se podrán hacer los presupuestos y proyecciones con más exactitud.

- En cuanto al inventario se refiere, se podrá establecer fácilmente la cantidad máxima y mínima de repuestos, lo cual es más racional. Se podrán adquirir los repuestos con la

debida anticipación.

- Se dispondrán de las herramientas necesarias.

- Se podrá programar el trabajo de personal de mantenimiento; esto facilita el que se tenga el necesario para cumplir con las labores previstas.

- Se evitarán en lo posible que fallas pequeñas, que no se manifiesten, ocasionen daños mayores. Se podrán planear las reposiciones o reparaciones generales del equipo de acuerdo con la producción.

- Se podrán establecer índices para los costos de mantenimiento.

- En conjunto, se disminuirán los costos por una adecuada distribución de los recursos humanos, físicos y financieros.

REQUISITOS INDISPENSABLES PARA IMPLANTAR UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Si una vez hecho el estudio de factibilidad para la implantación del Mantenimiento Preventivo, se concluye que si va a ejecutarse, es necesario contar con lo siguiente:

- Personal directivo capacitado para administrarlo.

- Personal técnico capaz de hacerlo funcionar.

- Convencimiento pleno por parte de todas las personas

involucradas, de la eficiencia y bondades del programa.

- Recursos financieros para iniciarlo.
- Sistema adecuado de acopio y manejo de información.
- Areas productivas, administrativas dispuestas a colaborar.
- Sistemas de control para costos, presupuestos y actividades.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR SISTEMA L.E.M.

Investigaciones realizadas por el ingeniero inglés John Castles, demostraron que para tener éxito en cualquier sistema de mantenimiento preventivo en la industria latinoamericana, éste debería cumplir los siguientes requisitos:

- Que sea fácil de organizar.
- Que sea fácil de entender.
- Que sea fácil de administrar.

Basándose en estos tres principios, se creó el sistema de mantenimiento preventivo L.E.M.

Este sistema se aplicó por primera vez en la empresa Cerro de Pasco Corporation en su planta de refinación de plomo y cobre en la Oroya, Perú, en el año de 1959 por el ingeniero John Castles. En Colombia se ha aplicado en algunas empresas, una de ellas es Carvajal S.A., donde intervino el mismo ingeniero y hasta la fecha se han

obtenido muy buenos resultados.

En esencia un sistema L.E.M. no es más que un programa de mantenimiento preventivo idéntico al que se mencionó en el capítulo anterior, sólo que en este las actividades propias del mantenimiento están agrupadas en tres especialidades, tienen un tratamiento específico y se prestan más para la sistematización. Los tres grupos son:

- L: Actividades de lubricación.
- E: Actividades eléctricas y electrónicas.
- M: Actividades mecánicas.

Debido a que la mayoría de los mecanismos que componen un equipo necesitan lubricación, estas actividades son las más numerosas y por consiguiente es necesario codificarlas y estandarizarlas para mejorar su manejo como lo veremos más adelante.

Las actividades eléctricas propiamente dichas son pocas, debido a que en estos elementos no hay desgaste por no haber fricción y esta constituye la mayor fuente de falla. Lo mismo sucede si nos referimos a los elementos electrónicos tales como computadores e instrumentos de control y medición, en los cuales la mayoría de las actividades son correctivas, por ser paradójicamente, casi nada lo que se les puede hacer para prevenir daños imprevistos, limitándose sólo a labores tales como:

- Limpieza.
- Mantener limpio el ambiente de trabajo.
- Controlar la temperatura por debajo de 26 C.
- Controlar la humedad relativa, ya que tener valores por debajo del 40% hace que estos elementos se carguen electrostáticamente y al descargarse, trastornan su funcionamiento y alteran la información.
- Prevenir o eliminar vibraciones en equipos electrónicos.
- Controlar las variaciones de voltaje.
- Realizar conexiones directas para evitar cortes en el flujo o inestabilidades por variaciones en la carga de la línea.

La cantidad de actividades mecánicas es menor que la de lubricación pero mucho más que la de electricidad, ya que sus elementos sí sufren desgaste por fricción, por muy buena que sea la lubricación. Dentro de estas actividades se incluyen también las de tipo neumático e hidráulico.

Como se mencionó en el capítulo anterior, las actividades programadas para realizar en cada equipo, son el resultado de una minuciosa investigación del mismo, de sus componentes y operación. Lo anterior se complementa con las recomendaciones de fabricantes, presentes en los manuales de operación y mantenimiento, en cuanto a lubricación y frecuencia

de los servicios, así como con las consultas a los expertos en el manejo de los equipos y a los especialistas en lubricación, electricidad y mecánica.

La ejecución de las actividades del sistema L.E.M., en cuanto al momento de realizarlas tienen el mismo tratamiento que se enunció en el tema anterior, buscando una continua información entre los sectores de mantenimiento y producción.

Para el buen funcionamiento de un sistema de mantenimiento preventivo L.E.M., tiene gran importancia la existencia de un manual de mantenimiento y de una tarjeta maestra con toda la información, que permita al programador hacer un listado de las actividades de lubricación, eléctricas y mecánicas que el equipo requiera, para realizar la programación anual de estas y (si no tiene un computador, vital para el éxito de este sistema), expedir las órdenes semanales de mantenimiento.

A continuación describiremos (por considerarlo de suma importancia para establecer la función de cada persona en el mantenimiento preventivo L.E.M.), el rumbo seguido por una orden semanal de mantenimiento en una de las empresas donde se encuentra implantado este sistema, con muy buenos resultados.

- El programador de mantenimiento entrega a mitad de semana (día miércoles), a los supervisores de producción, las órdenes de mantenimiento

correspondientes a la semana siguiente.

- Cada supervisor de producción anota en cada orden, el día y la hora en que puede efectuarse dicha actividad y las devuelve al programador de mantenimiento, a más tardar el último día hábil de la misma semana.

- El programador de mantenimiento adjudica las órdenes, ahora programadas, de la siguiente manera:

Jefe de mantenimiento mecánico: órdenes con notas «M».

Jefe de mantenimiento eléctrico: órdenes con notas «E».

Supervisor o jefe de producción: órdenes con notas «L».

- Los jefes de mantenimiento mecánico y eléctrico entregan las órdenes, para su ejecución, a mecánicos y electricistas en capacidad de realizar las actividades.

En cuanto al día de la ejecución, se puede ser algo flexible siempre y cuando la tarea se cumpla en la semana para la cual fue programada.

- Cada supervisor de producción que ha recibido las órdenes con notas «L», las reparte para su ejecución a los operarios responsables de cada máquina; además, recibe de los mismos operarios, de los mecánicos y de los electricistas, las órdenes ejecutadas durante esta

semana, analiza en éstas las observaciones anotadas y si hay fallas, elabora las solicitudes u órdenes de trabajo correspondientes, enviándolas al departamento de mantenimiento; seguidamente, firma las órdenes ejecutadas y analizadas y las entrega al programador de mantenimiento a más tardar el último día hábil de la semana en que fueron ejecutados.

- El programador de mantenimiento determina en compañía del jefe de mantenimiento eléctrico y mecánico, si es necesario corregir la periodicidad o el tiempo de ejecución de una actividad determinada, de acuerdo con las observaciones que haya hecho el ejecutante; si es así, hace las anotaciones correspondientes en dicha orden y corrige el programa anterior que está en la tarjeta maestra o en el computador (si se tiene computarizado el mantenimiento), archiva las órdenes ejecutadas y mensualmente elabora un informe de cumplimiento del mantenimiento por secciones, que envía a los jefes de producción correspondientes y gerentes; además, envía un informe global a control de calidad para que sea incluido en el programa estadístico de cumplimiento de entregas.

La secuencia antes descrita es bastante flexible y debe adecuarse a la situación existente en ese momento. Por ejemplo, en una labor de desmontaje son los mecánicos y

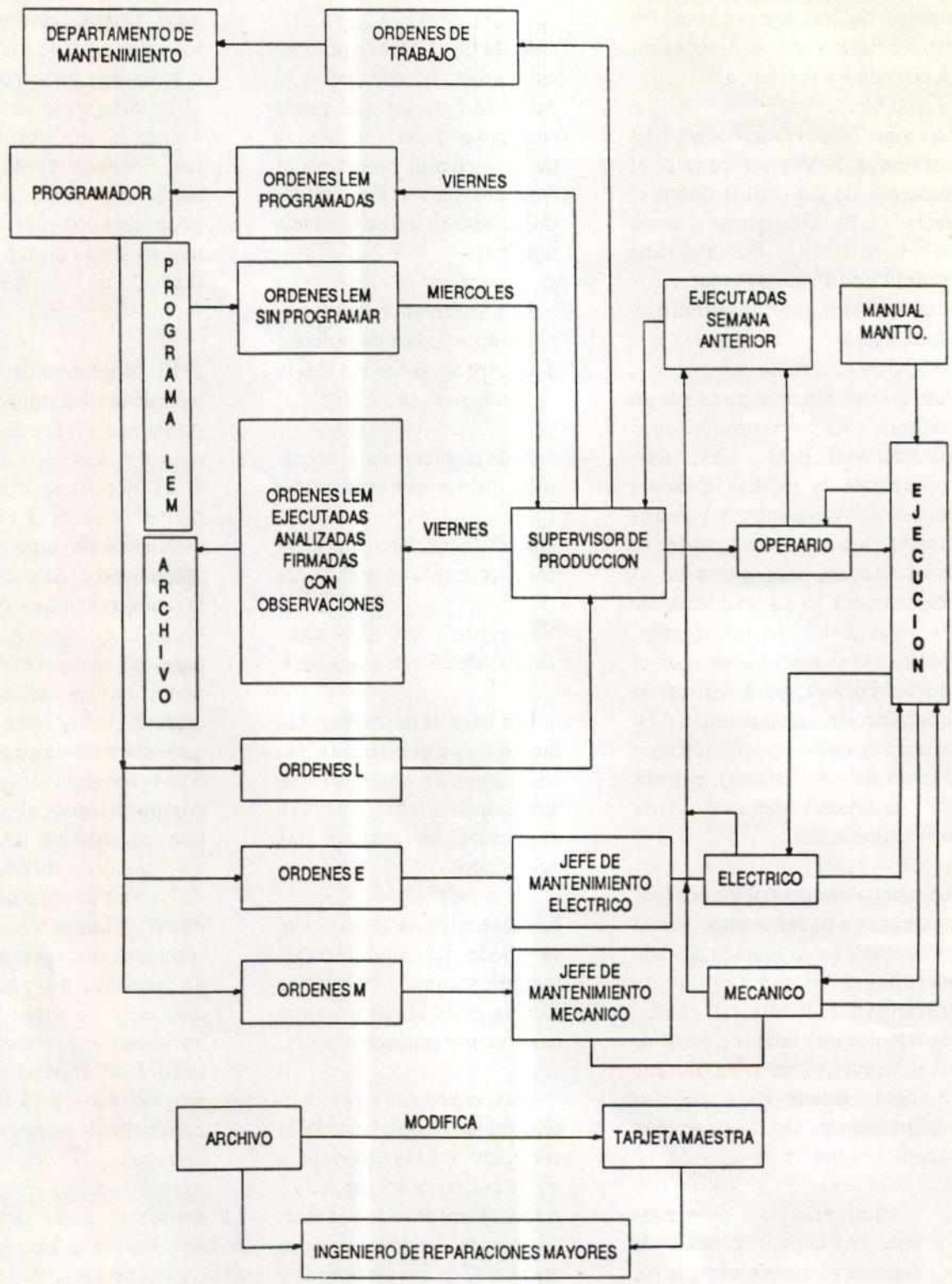


Figura 3. Diagrama explicativo del rumbo seguido por una orden de mantenimiento.

no los operarios de producción quienes realizan la lubricación.

En la figura 3 mostramos un diagrama que puede facilitar el entendimiento del rumbo seguido por una orden de mantenimiento desde el momento en el cual se expide.

TARJETA MAESTRA

Con el fin de reunir la información de un equipo en particular para elaborar un programa sistematizado de mantenimiento preventivo L.E.M., el programador de mantenimiento debe diseñar un medio que se adapte de la mejor manera posible a las necesidades específicas del programa y de las personas que lo manejan.

Un buen ejemplo de lo anterior es lo que en algunas empresas se denomina «Tarjeta Maestra», en la cual se incluye toda la información de la máquina y se consigna de una manera detallada el programa de mantenimiento preventivo L.E.M.. A continuación se explica el contenido de una tarjeta maestra.

- **MAQUINA:** definido por su nombre, marca, modelo, número de serie, fabricante, año de fabricación, capacidad, fecha de instalación, valor y todos los datos que sean de interés.
- **TRABAJO:** se debe indicar el tiempo que trabaja la máquina (1, 2 o 3 turnos) y si dicha labor es crítica dentro de la línea de producción, con el fin de que el personal que labora

en ella sea consciente de su importancia y de la necesidad de prestarle un servicio rápido y eficiente. Este aspecto tiene gran importancia ya que de la cantidad de turnos depende la frecuencia con que se programan las operaciones.

- **ELEMENTOS DE LA MAQUINA:** se describen los elementos a los cuales debe prestarse un mantenimiento, tales como motores eléctricos, reductores de velocidad (consignando todos sus datos de placa), controles, cojinetes, correas, etc.

- **ACTIVIDADES POR REALIZAR:** luego de haber realizado, en asocio con los expertos de lubricación, electricidad y mecánica, el listado de actividades necesarias para realizar el mantenimiento preventivo, se consignan éstas en la tarjeta maestra, separando las de lubricación (L) de las eléctricas y electrónicas (E) y éstas de las mecánicas (M). Para cada una de ellas se especifica, también en una labor conjunta, el tiempo de duración y la periodicidad con que se debe ejecutar. Si se tiene implantado el manual de mantenimiento, sólo será necesario colocar el código de la actividad o el número con que aparece la nota (L, E o M) en el manual. Además, se pueden tener estandarizados y codificados los tiempos de ejecución y las periodicidades. Por ejemplo:

Tiempos de ejecución: tra-

bajarlos como fracciones de hora; 1/4, 1/2, 3/4, 1, 1 1/4, etc.. Estos se establecen consultando a los expertos y basándose en el tiempo que requiere un elemento similar.

Periodicidad: se escogerán letras y números que indiquen todos los periodos de tiempo requeridos por las distintas actividades. Por ejemplo:

T: turno	1: mensual
D: diario	3: trimestral
S: semanal	6: semestral
Q: quincenal	A: anual

Las actividades de lubricación deben aparecer en la tarjeta maestra y en un lugar visible del equipo, con el tipo de lubricante que se va a utilizar (codificado como se verá más adelante) y el método por el cual se realizará la lubricación, por ejemplo: grasera, aceitera, cambio, gota a gota, nivel, etc.

A continuación damos un ejemplo de cómo podrían quedar consignados en la tarjeta maestra, las actividades por realizar.

- **PROGRAMACION:** en esta parte de la tarjeta se consignan, de una manera programada, todas las notas L, E, o M que se deben ejecutar a una máquina durante cada una de las semanas del año, procurando que los equipos similares no sean detenidos simultáneamente; también se deben repartir de una manera adecuada las actividades de mantenimiento, buscando que

INFORMADOR TECNICO

TARJETA MAESTRA

DESCRIPCION **REMISION**

MAQUINA: _____ No. _____ PEDIDO No. _____
 MARCA: _____ TIPO: _____ FECHA: _____
 MODELO: _____ No. SERIE: _____ INSTALADA: _____
 CAPACIDAD DE TRABAJO (hora): _____ VALOR \$ _____ OTROS DATOS: _____
 FABRICANTE: _____
 DIRECCION: _____
 CODIGO DPTO. DE COSTOS _____

S E R V I C I O S **T R A B A J O**

AIRE PRESION _____ CAUDAL _____ CRITICO
 ELECTRICIDAD VOLTIOS _____ AMPERIOS _____ 3 - TURNOS
 VAPOR PRESION _____ CAUDAL _____ 2 - TURNOS
 AGUA PRESION _____ CAUDAL _____ TEMP. _____°C 1 - TURNO
 GAS TIPO _____ PRESION _____ CAUDAL _____ INTERMITENTE

MOTORES ELECTRICOS

No.	H P	R.P.M.	V	A M P	UBICACION	MARCA	MODELO	TIPO	SERIE

R E D U C T O R E S

No.	H P	V	A M P	RPM. entr.	R.P.M. sal.	REL	MARCA	MODELO	TIPO	No.

CATALOGO: FABRICANTE No. _____

Figura 4. Tarjeta maestra

LUBRICACION					
PARTE A LUBRICAR	METODO	LUBRICANTE	TIEMPO	FREC.	NOTA
Engranaje p/pal	Nivel	AC/Marrón	1/4	S	L-08
Reductores	Cambio	GR/Naranja	3	A	L-18

ELECTRICO			
REVISAR	TIEMPO	FRECUENCIA	NOTA
Conexiones eléctricas	2	6	E-01
Motor principal	16	A	E-03

MECANICO			
REVISAR	TIEMPO	FRECUENCIA	NOTA
Reductores	8	A	M-01
Cadenas de rodillo	1	6	M-02
Correas en V	1/2	3	M-05

no haya exceso de demanda en el servicio.

Esta programación se hace en una especie de cuadrícula como se muestra en la fig. 5.

En la primera fila se colocan los tiempos de ejecución de todas y cada una de las actividades L, E, y M, que aparecen verticalmente, con la cual queda dividida la cuadrícula en tres grandes franjas correspondientes a las tres clases de actividades; de esta manera, sumando horizontalmente sobre cualquier fila correspondiente a una semana, se obtendrán los tiempos invertidos en esa actividad por cada uno de los grupos mencionados. De estos valores se escoge el mayor y se coloca en la columna de

tiempo total, ya que las actividades pueden ser simultáneas.

Ahora, si sobre esta última se suma verticalmente, obtendremos el tiempo requerido anualmente por el equipo para efectos de mantenimiento. Nótese que si las actividades no fueran simultáneas, el tiempo total de mantenimiento al año sería la suma de los tiempos de las actividades L (108), E (34), M (83.5), sumando 225.5 horas que es un 80% más que cuando son simultáneas.

Mediante la programación del mantenimiento preventivo L.E.M., se puede saber por parte de producción cuántas horas debe destinar al mantenimiento preventivo de sus equipos durante el año y

así, programar sus operaciones consecuentemente. De igual manera, el Departamento de Mantenimiento se enterará de las horas-hombre necesarias y determinará su personal.

Debe tenerse en cuenta que lo enunciado anteriormente fué sólo teniendo en cuenta el mantenimiento preventivo; queda por determinar (métodos estadísticos), los tiempos y personas que involucra el mantenimiento correctivo.

Cuando se está haciendo la programación anual sobre la cuadrícula se debe escoger, como se observa, una semana de las 52 para hacer mantenimiento general al equipo. En esta semana deben coincidir todas las notas L, E y M que se hayan fijado para la máqui-

INFORMADOR TECNICO

PROGRAMACION

MAQUINA : Clausen
 No. : 028

NOTAS SEMANA	L								E				M								TOTAL DE HORAS							
	1	1/4	1/4	1/4	4	3	6		1	2	10	2	1/2	1/2	1/2	2	1/2	1/2	5	3	2	3	L	E	M	T		
1																							1 3/4		1 1/2	1 3/4		
2																							1 3/4		1			
3																							1 3/4		1			
4																							1 3/4		1			
5																							1 3/4		1 1/2			
6																							1 3/4		1			
7																							1 3/4		1			
8																							1 3/4		1			
9																							1 3/4		1 1/2			
10																							1 3/4		1			
11																							1 3/4		1			
12																							1 3/4		1			
13	4	8	13	13	17	9	18			1	2	3	11		3	4	17	13	26	28	1	10	18	33	14 3/4	16	17 1/2	17 1/2
14																							1 3/4		1	1 3/4		
15																							1 3/4		1	1 3/4		
16																							1 3/4		1	1 3/4		
17																	17						1 3/4		1 1/2	1 3/4		
18																							1 3/4		1	1 3/4		
19																							1 3/4		1	1 3/4		
20																							1 3/4		1	1 3/4		
21																	17						1 3/4		1 1/2	1 3/4		
22																							1 3/4		1	1 3/4		
23																							1 3/4		1	1 3/4		
24																							1 3/4		1	1 3/4		
25																	17						1 3/4		1 1/2	1 3/4		
26										1	2		11				13	26	28				1 3/4	6	4	6		
27																							1 3/4		1	1 3/4		
28																							1 3/4		1	1 3/4		
29																	17						1 3/4		1 1/2	1 3/4		
30																17							1 3/4		1	1 3/4		
31																							1 3/4		1	1 3/4		
32																							1 3/4		1	1 3/4		
33																	17						1 3/4		1 1/2	1 3/4		
34																	17						1 3/4		1	1 3/4		
35																							1 3/4		1	1 3/4		
36																							1 3/4		1	1 3/4		
37																	17						1 3/4		1 1/2	1 3/4		
38																	17						1 3/4		1	1 3/4		
39						17				1	2		11				13	26	28				5 3/4	6	4	6		
40																							1 3/4		1	1 3/4		
41																	17						1 3/4		1 1/2	1 3/4		
42																							1 3/4		1	1 3/4		
43																							1 3/4		1	1 3/4		
44																							1 3/4		1	1 3/4		
45																	17						1 3/4		1 1/2	1 3/4		
46																							1 3/4		1	1 3/4		
47																							1 3/4		1	1 3/4		
48																							1 3/4		1	1 3/4		
49																	17						1 3/4		1 1/2	1 3/4		
50																							1 3/4		1	1 3/4		
51																							1 3/4		1	1 3/4		
52										1	2		11				13	26	28				1 3/4	6	4	6		
	108								34				83.5								119.5							

INSTRUCCIONES ESPECIALES _____

Figura 5. Tarjeta de programación

na, aprovechando para ubicar en ella las de periodicidad anual, semestral y trimestral. Ver figura 5.

También se puede programar un mantenimiento menos general (semestral), tratando de realizar en esa semana las actividades más importantes y que garanticen el buen funcionamiento del equipo.

Para tratar de explicar lo de la frecuencia y tiempos de ejecución de las actividades de un equipo, citaremos a manera de ejemplo las operaciones preventivas realizadas por cualquier persona a su vehículo. Haremos una operación de mantenimiento mecánico, eléctrico y de lubricación.

MECANICO: el fabricante del vehículo recomienda revisar mensualmente la correa que transmite el movimiento del motor al alternador, indicándonos que no sólo se debe realizar una inspección visual sino que también hay que chequear su tensión (esta recomendación para a ser parte del listado de actividades mecánicas). El usuario, haciendo caso de esta recomendación y con la experiencia de haberla realizado repetidas veces, puede establecer una periodicidad más acertada, el tiempo de ejecución y la manera de realizar dicha actividad (esto no pasa a ser parte integral del mantenimiento preventivo del vehículo).

Lo anterior puede quedar en la mente del usuario o consignarlo por escrito, para que, una vez se haya realizado lo mismo con todas las actividades recomendadas por

los fabricantes, se pueda realizar una programación de las actividades mecánicas.

ELECTRICO: el fabricante recomienda revisar cada tres meses los platinos (se incluye esto en el listado de actividades eléctricas). De la misma forma que antes, el usuario, haciendo caso de la recomendación, práctica repetidas veces dicha operación, sintiéndose ahora capaz de establecer por experiencia una periodicidad más acertada, el tiempo de ejecución y un método para realizarla. Esto puede quedar

usando aceite SAE-40. El usuario después de consultar esta información con la distribuidora de vehículos y la estación de servicio, concluye que esto se puede hacer cada 5.000 Km o 5 meses, utilizando aceite 20W40 sin consecuencias para el motor. Lo anterior obedece a las diferentes condiciones de uso del vehículo. Este tipo de actividades, al igual que las anteriores, pueden quedar sólo en la memoria del usuario o registrarse en un listado, como se muestra a continuación.

MECANICO			
REVISAR:	TIEMPO	PERIODO	METODO
Correa alternador	1/2 hora	mensual	
ELECTRICO			
REVISAR:	TIEMPO	PERIODO	METODO
Platinos	1 hora	3 meses	
LUBRICACION			
OPERACION:	LUBRICANTE	LUGAR	TIEMPO PERIODO METODO
Cambio	20144440	Caerler	3/4 hr 5 meses

en la memoria del usuario o escrito junto con las demás actividades eléctricas, como se muestra.

LUBRICACION: la recomendación que hace el fabricante acerca del cambio de aceite del motor indican que éste se debe hacer cada 4.000 Km o 4 meses y

Las secciones de la tarjeta maestra que contienen el régimen de trabajo, la labor por realizar y la programación, deben estar bajo permanente observación y crítica, buscando mantener la tarjeta actualizada, por ejemplo:

- Se aumentaron o dismi-

nuyeron los turnos de trabajo.

- Se necesita agregar o suprimir una actividad.
- Se debe incrementar o disminuir la periodicidad de una actividad específica.
- Son muy cortos o muy largos los tiempos de ejecución de algunas actividades.

Cabe anotar que, no por haber realizado un cambio en alguno de los aspectos antes mencionados, éste fue provechoso y es necesario evaluarlo, puesto que cambiar no es mejorar.

Si lo anterior se realiza, las consultas periódicas del programador de mantenimiento a la tarjeta maestra para realizar nuevos programas, tendrán muchos mejores frutos.

- **HISTORIA DE LA MAQUINA:** en esta parte de la tarjeta se deben consignar todos los cambios, reparaciones y modificaciones hechas a la máquina, tratando de especificar en qué consistieron, cuál fue su duración, cuál es su costo, la fecha de realización, quién lo realizó y el estado en que quedó. Esta parte tiene vital importancia para que la programación sea eficiente y puede considerarse como la «hoja de vida» de la máquina; junto con las especificaciones técnicas, esto permite conocer el comportamiento de cada una de las máquinas a través del tiempo.

CODIFICACION Y ESTANDARIZACION DE LA LUBRICACION

Por ser las actividades de lubricación las más frecuentes y abundantes dentro de un programa de mantenimiento preventivo L.E.M., es necesario codificar y estandarizar los lubricantes y su manejo.

El primer paso es hacer una lista de los lubricantes requeridos por los equipos de la planta, según recomendaciones de los fabricantes o experiencia de los peritos. Luego, basándose en los lubricantes que existen en el mercado y mediante un diagrama de **VISCOSIDAD vs TEMPERATURA** de la A.S.T.M. e ISO que los contenga, reducir la cantidad de lubricantes, escogiendo uno entre los que posean iguales características. Dicha reducción no debe ser excesiva, ni deberá hacer peligrar la correcta lubricación de la maquinaria. Una cantidad aconsejable de lubricantes está entre 15 y 20, incluidos los especiales y aditivos.

El paso siguiente es codificar los lubricantes por medio de figuras geométricas y colores, basándose para la escogencia de estos en que sean bastante perceptibles y de fácil identificación, teniendo en cuenta que los colores escogidos no se confundan con los ya existentes dentro de la planta tales como: azul para aire comprimido, verde para el agua, amarillo y negro para peligro, etc.; además, se puede utilizar una combinación de colores; así, para aceite, blanco y amarillo. A continuación damos un ejemplo

que corresponde a la simbología adoptada por algunas empresas en Colombia, donde los aceites se representan por un círculo, las grasas por un cuadrado y los aditivos o advertencias especiales por un triángulo. Estas figuras se pintarán con diversos colores, puesto que la experiencia ha demostrado que es útil citar lubricantes por marcas y nombres, primero porque los nombres a menudo están en idiomas extranjeros y segundo, si la empresa cambia de una marca de lubricante a otra, siempre habrá alguien que encuentre cómo quejarse del cambio.

Las figuras geométricas no son incluidas en la programación, como sí lo son los colores, pero ambos tienen una gran importancia en cuanto al abastecimiento, manejo y aplicación de los lubricantes.

Fijándose en la tarjeta maestra de cierta máquina, se procede a pintar, en un lugar visible, círculos, cuadrados y triángulos de diferentes colores de acuerdo con los lubricantes que ésta requiera. Cerca de ella, debe existir un lugar donde estén almacenados los lubricantes necesarios en recipientes con su símbolo y color correspondiente. Al mismo tiempo, se debe tener, también marcados, todos los elementos que se requieran para su aplicación (graseras y aceiteras).

Hasta ahora hemos mostrado la manera de indicar los lubricantes que requiere una máquina o equipo; falta indicar dónde debe aplicarse cada uno de estos y cada cuánto debe hacerse esto. Para ello, nos volvemos a fijar en la tarjeta

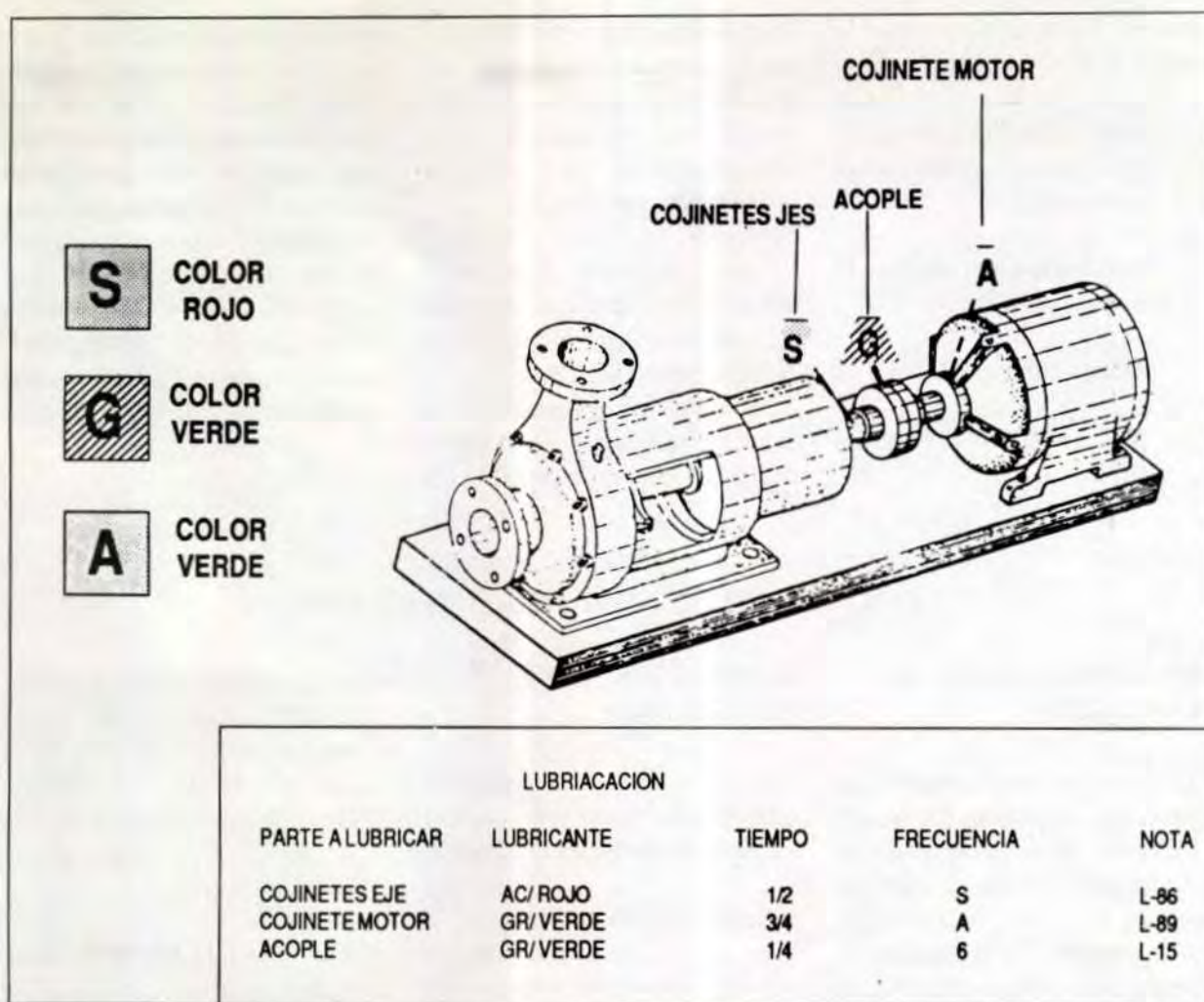


Figura 6. Programación de la lubricación en una bomba de agua

maestra donde se indique el lugar de aplicación, el lubricante que se va a utilizar y su periodicidad. Con estos datos, buscamos en la máquina el lugar específico pintándole encima una figura de un color que esté de acuerdo con la información consignada en la tarjeta maestra; a continuación, sobreponemos una letra o número que indique su periodicidad.

Tomemos por ejemplo una bomba centrífuga de agua. Encontramos en la tarjeta maestra los siguientes datos.

- Se pinta sobre un costado de la bomba un círculo de color rojo y un cuadro verde (lubricantes requeridos).
- Se procede ahora a pintar las tapas de los cojinetes de la

bomba con un círculo rojo y una S encima (figura 6). Luego se pintan las tapas del cojinete del motor y del acople con un cuadro verde, sobreponiéndoles una A y un 6 respectivamente (lugar específico y periodicidad).

PARTE A LUBRICAR	LUBRICANTE	TIEMPO	FRECUENCIA	NOTA
Cojinetes eje	AC/Rojo	1/2	S	L-06
Cojinete motor	GRV/Verde	3/4	A	L-09
Acople	GR/Verde	1/4	6	L-15

Como se puede apreciar, de esta manera es posible marcar todo el equipo de una planta, de modo que el lubricador (operario) puede, sin referirse a libro o cuadros, saber inmediatamente:

- Qué lubricantes requiere la máquina?
- Dónde aplicarlo?
- La periodicidad con que debe hacerlo?

Para el abastecimiento, manejo y aplicación de los lubricantes, hay que ser muy estrictos e instruir claramente a los almacenistas y operarios que respeten los códigos establecidos. Por ejemplo:

El almacenista sólo debe suministrar el lubricante que indique el recipiente traído por el operario; si el recipiente no tiene marca, no se debe suministrar. El operario debe mantener marcados, con la figura del color correspondiente, los

recipientes de almacenaje y los elementos de aplicación. No debe confiar ciegamente en su memoria para recordar qué lubricante tiene guardado en un recipiente determinado. Se deben mantener pintados correctamente los puntos de aplicación, procurando que cuando el equipo sea pintado totalmente, no se toquen estos lugares o en su defecto sean repintados.

PORTAFOLIO DE SEMINARIOS TECNICOS

SEMINARIOS AREA DE PLASTICOS

- Procesos de transformación de plástico por inyección. (20 horas)
- Procesos de transformación de plástico por soplado de cuerpos huecos (20 horas)
- Procesos de transformación de plástico por extrusión de película soplada (20 horas)
- Procesos de transformación de plástico por extrusión de tubos y perfiles (20 horas)
- Materiales plásticos (20 horas)
- Aplicaciones del plástico reforzado con fibra de vidrio (20 horas)
- Control de calidad en fibra de vidrio (20 horas)
- Mecanizado de plásticos (20 horas)
- Diseño de moldes de inyección (20 horas)
- Preparación y montaje de moldes de inyección (20 horas)
- Mantenimiento de máquinas y equipos de transformación de plásticos (neumática - hidráulica) (20 horas)

SEMINARIOS AREA MATRICERIA

- Diseño de troqueles y piezas de doblado y embutido (20 horas)
- Diseño de troqueles de corte (30 horas)
- Montaje rápido de troqueles (15 horas)
- Construcción de troqueles de corte (40 horas)
- Reconstrucción de herramientas y piezas mediante soldaduras especiales (20 horas)
- Metrología básica dimensional (20 horas)
- Tratamientos térmicos (20 horas)
- Reglaje y nivelación de máquinas herramientas (20 horas)
- Ajustes y tolerancias superficial (10 horas)
- Rectificado de perfiles y rectificado eficaz (30 horas)
- Metalografía (20 horas)
- Metodología del diseño de matrices (15 horas)
- Control de calidad y normalización de piezas troqueladas (15 horas)

- Interpretación de planos de matriceria (40 horas)
- Las herramientas de corte en el mecanizado eficaz (30 horas)
- Ensayos físicos de materiales (20 horas)

SEMINARIOS ESPECIALES

- Control de calidad - herramientas estadísticas (40 horas)
- Sistemas de costos de producción aplicado a las áreas de plástico y metalmecánico (40 horas)
- Gestión de tecnología (40 horas)
- Investigación aplicada (40 horas)
- Investigación de mercados, planeación y desarrollo de productos (40 horas)
- Administración y control de la producción (40 horas)
- Metodología para la asistencia técnica (40 horas)
- Planificación de proyectos por objetivos - ZOOOP (40 horas)