
ARTÍCULO PUBLICABLE

MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO INDUSTRIAL

Karen P. CUERO MOLINA, Alejandra CARMONA CHICA

Facultad IEE; Universidad Pontificia Bolivariana; Cir. 1 #70-01, B11, Medellín. Colombia.
knegrac@yahoo.com, alejitaiee@yahoo.com.mx

Resumen: Este documento corresponde al trabajo de grado desarrollado por los autores por medio del cual se pretende dar a conocer una gran cantidad de conceptos que abarcan el tema del mantenimiento para las diferentes máquinas y equipos que componen la industria, esto con el fin de aclarar los vacíos que se presentan en algunos estudiantes de ingeniería eléctrica y electrónica recién graduados cuando se enfrentan a la vida laboral. Para esto se recopiló información clara y relevante relacionada con los conceptos de mantenimiento industrial, para así plasmarla en un solo documento de fácil entendimiento pero con ideas que sirven de guía para desenvolverse en cualquier entorno empresarial. *Copyright © 2012 UPB*

Abstract: This document corresponds to the degree work developed by the authors through which it aims to show a lot of concepts that cover the issue of maintenance for the various machines and equipment that make up the industry, this in order to clarify the gaps presented the students some electrical and electronic engineering graduates when faced with working life. For this, clear and relevant information gathered related to the concepts of industrial handling and translate it into a single document easy to understand but with ideas that are guiding function in any business environment.

Keywords / Palabras Claves: Electrical, Industrial Maintenance, Preventive Maintenance, Generator, Corrective Maintenance, Inspections / Sistema eléctrico, Mantenimiento industrial, Mantenimiento preventivo, Grupo electrógeno, Mantenimiento correctivo, Inspecciones.

INTRODUCCIÓN

Mantenimiento es un concepto amplio que requiere de conocimientos claros para poderlo llevar a cabo dentro de la industria y de esta forma favorecer el desempeño de este mediante la implementación de programas que ayudan a evitar fallos en las máquinas y equipos que la conforman.

Por este motivo se plantea la necesidad de recopilar información básica, pero clara, sobre los conceptos que abarcan el tema para así consignarlos en un solo documento que sirva de apoyo en el momento de resolver aquellas dudas y falencias que se presentan a los Ingenieros Eléctricos y Electrónicos cuando se enfrentan a la vida laboral.

El primer capítulo describe conceptos que introducen al tema y que permiten obtener el conocimiento básico para el entendimiento de los

temas posteriores; en el segundo se hace una breve presentación de todo lo relacionado a la información que se requiere recopilar de los equipos que conforman una instalación industrial; seguidamente se hace referencia a los tipos de mantenimiento que más se implementan en la industria dando a conocer la importancia que tiene cada uno de estos en los diferentes casos de aplicación; en el capítulo siguiente se da a conocer una serie de recursos que en conjunto influyen en el desarrollo de actividades de mantenimiento; por último se da a conocer las pautas que permiten la realización de un programa de mantenimiento.

1. GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO

1.1. ¿Qué es el mantenimiento?

Se entiende como mantenimiento al conjunto de actividades que deben de realizarse a instalaciones, máquinas o equipos, las cuales están encaminadas a corregir, prevenir y predecir fallas, con el fin de continuar prestando eficientemente el servicio para el cual fueron diseñados, aumentando su confiabilidad y garantizando la seguridad tanto de la máquina o equipo como del personal.

1.2. ¿Por qué se requiere del mantenimiento?

Es necesario realizar actividades de mantenimiento a una instalación industrial porque:

- De no ser inspeccionadas las maquinas y los equipos con regularidad, los costos de producción y de reparaciones son mucho más altos.
- Existen ciertos lugares que no permiten que sus procesos sean interrumpidos por fallas que se pueden evitar al implementar rutinas de mantenimiento; como por ejemplo en lugares que presten servicios de importancia vital, tales como hospitales, aeropuertos, centros de comunicaciones, procesos continuos industriales, etc.
- Aplicando acciones de mantenimiento se garantiza condiciones de seguridad para las personas e instalaciones. Prestando así un proceso productivo continuo, oportuno y eficaz.

1.3. Funciones Y Objetivos Del Mantenimiento

Con la aplicación de un programa de mantenimiento industrial se determinan varios objetivos tales como:

- Aumentar la vida útil de las máquinas o equipos y prevenir posibles colapsos en la producción.
- Detectar y minimizar al máximo fallas imprevistas.
- Mantener niveles de producción constantes, en calidad y cantidad, con mínimos costos y máximos niveles de seguridad industrial.

Para lograr estos objetivos se deben cumplir ciertas tareas o funciones básicas de mantenimiento, que para cada instalación pueden ser diferentes, ya que se ven influenciadas por su tamaño, las políticas de administración y manejo, y el tipo de producción o actividad que se desempeña. Estas tareas son:

- Seleccionar y capacitar periódicamente al personal encargado para llevar a cabo los diferentes deberes y responsabilidades asociados a un programa de mantenimiento.
- Examinar constantemente la correcta operación de las máquinas según sus especificaciones y funciones, desarrollando para ellos programas de limpieza y de condiciones preventivas para la seguridad de las personas que las operan.
- Actualizar continuamente todo tipo de información del equipo con el fin de tomar decisiones confiables y oportunas.
- Seleccionar el personal idóneo para realizar los trabajos de mantenimiento.

1.4. Tipos De Mantenimiento

En la actualidad son reconocidos varios tipos de mantenimiento, los cuales se diferencian entre sí dependiendo del enfoque que se le den a las tareas a realizar. A continuación se definen los tipos de mantenimiento más implementados en la industria, siendo estos conocidos como Tipos Básicos de Mantenimiento.

- 1.4.1. **Mantenimiento correctivo.** Es aquel mantenimiento destinado a corregir los defectos que se van presentando, en determinados momentos, cuando los equipos fallan. Con él se busca recuperar

las condiciones operativas y funcionales del equipo fallado en un corto plazo. Este mantenimiento se limita a reparar o sustituir únicamente lo estrictamente defectuoso del equipo.

1.4.2. **Mantenimiento preventivo.** Se ha diseñado con la idea de prever y anticiparse a los fallos que se pueden presentar en los distintos equipos de una instalación, y de esta forma lograr mantener un nivel de servicio continuo, programando las correcciones de los puntos vulnerables de la máquina o equipo en el momento más oportuno. Para esto se establecen programas de inspecciones periódicas que ayudan a determinar las necesidades de los diferentes equipos.

1.4.3. **Mantenimiento predictivo.** Es un mantenimiento programado y planificado con el fin de reducir incertidumbres acerca del tiempo de falla de los equipos, buscando conocer e informar permanentemente el estado y operatividad de las instalaciones, máquinas o equipos mediante el análisis de muestreo y el registro de variables (nivel de vibración, temperatura, presión, velocidad, etc.) que determinan el estado de cada uno. Con este mantenimiento se hacen cambios en grupo de partes o compuestos, que supuestamente ya han terminado su vida útil, sin esperar a que falle.

2. INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS

Cada máquina o equipo desempeña una tarea en el proceso industrial y tiene unas características propias que los hace diferentes del resto. Por eso es importante analizar, con cierto nivel de detalle, cada uno de los equipos que conforman la planta para conocer su funcionamiento y evaluar las tareas que son rentables para justificar una rutina de mantenimiento.

2.1. Lista De Equipos Y Sistemas De Codificación

Para obtener la información sobre los equipos es necesario elaborar una lista ordenada de estos. Para ello se requiere sectorizar la planta en diferentes áreas de proceso que estarán conformadas por un conjunto de máquinas y equipos.

La codificación de equipos es una actividad específica de cada empresa y consiste en identificar cada uno de estos con un código único, facilitando el manejo de la información, no solo para contabilidad, costos y producción, sino también para conocer su localización, hacer referencia en las ordenes de trabajo y reconocer todo registro histórico de fallo e intervenciones realizadas en ellos.

Se pueden implementar 2 tipos de sistemas de codificación, la codificación no significativo y la codificación significativo.

- Codificación No Significativo: Son sistemas que asignan un número o código a los equipos, que no aporta ninguna información específica.
- Codificación Significativo o Inteligente: Son sistemas que asignan códigos que aportan información útil del equipo al que se refiere, por ejemplo el tipo de equipo, el área en el que está ubicado, la familia a la que pertenece y toda aquella información adicional que requiera incorporal al código.

2.2. Análisis Y Distinción De Los Equipos Críticos

En una instalación industrial existen máquinas o equipos de mayor importancia o relevancia que otros, por eso distinguirlos ayudara a definir qué cantidad de los recursos con los que cuenta la instalación serán puestos a disposición para su mantenimiento. Distinguirlos ayudará a definir qué cantidad. Para ello, se diferencian una serie de niveles en donde encaja los equipos según su importancia o criticidad.

- Equipos críticos o esenciales
- Equipos importantes
- Equipos prescindibles o no esenciales

2.3. Determinación De Fallas

La determinación de fallas se consigue con un procedimiento que permite la identificación y descripción de los posibles factores o causas que generan los daños en los equipos, además de suministrar información para la solución de problemas de mantenimiento. Para realizar el análisis de fallas se debe utilizar un método que asegure que

todas las posibles fallas en un equipo se han tenido en cuenta y que cumpla con los siguientes objetivos:

- Identificar las causas y efectos que provocaría cada tipo de falla.
- Establecer prioridades en los tipos de fallas de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia, gravedad de la falla y facilidad de detección.
- Indicar la acción correctiva que se debe realizar en cada caso.

Las causas más frecuentes de ocurrencia de una falla son por tres motivos: Por fallos en el material, por falta de información técnica apropiada sobre los equipos, por error del personal de mantenimiento y por condiciones externas anormales.

2.4. Ficha Técnica De Equipos

Una vez realizada la lista y la codificación de los equipos, es necesario elaborar una ficha para cada uno de ellos que contenga información general y las especificaciones técnicas más sobresalientes que se deban tener presente a la hora de realizar el mantenimiento de cada uno de ellos. Esta información se puede obtener de las placas que traen los equipos, de los respectivos manuales, catálogos y de mediciones que se les realicen periódicamente.

2.5. Hoja De Vida

La hoja de vida es un documento donde se consigna toda la información técnica asociada al equipo y donde se realiza una recopilación histórica de los trabajos y actividades realizadas a los mismos, con el objetivo de llevar un control de mantenimiento de ellos como también, poseer una información clara que pueda servir a la hora de tomar decisiones de tipo económico y técnico.

Este formato, lo maneja el responsable del departamento de mantenimiento y servicio, quien lo diligencia después de revisar y aprobar las ordenes de mantenimiento.

3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Este tipo de mantenimiento presenta algunas desventajas como son:

- Requerimiento imprevisto de personal técnico.
- Paros continuos que impiden el cumplimiento de las exigencias de producción.
- Costos de reparación mayores.
- El equipo puede sufrir daños irreparables, y pérdida de material o producción.
- Puede llegar a demandar mayores recursos materiales.

Para desarrollar eficientemente un mantenimiento correctivo se requiere tener presente lo siguiente:

- Identificar el problema y las causas.
- Analizar las diferentes alternativas para realizar su reparación.
- Planear la reparación de acuerdo con el personal, recurso y equipo disponible.
- Clasificar y archivar la información sobre los tiempos de ejecución de las tareas, el personal que actúo sobre la falla y los repuestos e insumos que se utilizaron, como también anotar las diferentes observaciones sobre el proceso que se llevó a cabo.

3.1. Tipos De Mantenimiento Correctivo

Cuando se produce una falla, el personal técnico generalmente está fuera del sitio trabajando en otras actividades, por este motivo se hace necesario crear un sistema que permita identificar qué fallas son más urgentes y que deben ser atendidas con mayor prontitud. Para esto es necesario subdividir el mantenimiento correctivo en varias categorías según la gravedad de la falla y la implicación que esta origina sobre el proceso productivo.

- 3.1.1. Mantenimiento correctivo programado. Es el mantenimiento que tiene en cuenta las fallas de rutina que suele presentarse con frecuencia.
- 3.1.2. Mantenimiento correctivo no programado o de emergencia. Es el mantenimiento que tiene en cuenta las posibles fallas que deben ser atendidas en forma prioritaria o urgente. Son

fallas que generan un grave perjuicio a la instalación, al proceso productivo o a la maquinaria.

4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Este tipo de mantenimiento es considerado una actividad diseñada con base en la inspección periódica de las instalaciones y los equipos para determinar su estado y condiciones de funcionamiento antes de que sufran algún deterioro, evitando de esta forma daños o mal funcionamiento. Los periodos de inspección deben ser periódicos y de duración establecida o sugeridas por las indicaciones del fabricante o la experiencia de quien ejerce las labores del mantenimiento. En caso contrario se corre el riesgo de una falla inesperada y si las inspecciones son muy seguidas, no se aprovecharían al máximo los recursos utilizados y el costo del servicio se hace muy elevado.

Este mantenimiento, se subdivide en tres categorías, como se indica a continuación.

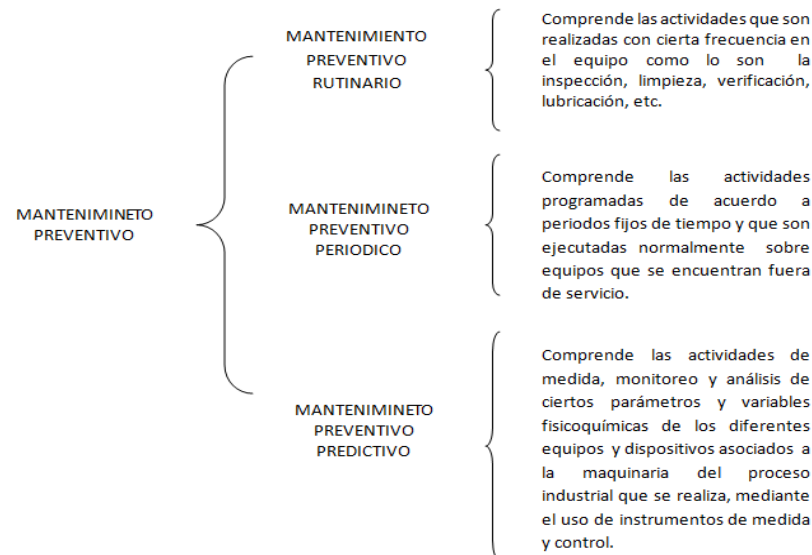


Figura 1. Categorías del mantenimiento preventivo

4.1. ¿Por qué se necesita del mantenimiento preventivo?

A continuación se enumeran los principales beneficios que este mantenimiento ha producido a quienes lo han implementado:

- Disminuye el empleo de mano de obra por trabajos en tiempo extra.
- Menor número de reparaciones en gran escala y de reparaciones repetitivas.
- Disminuye los costos de reparación de averías, de mano de obra y materiales e insumos.
- Mayor seguridad para los trabajadores y mayor confiabilidad en la continuidad del proceso productivo mejor protección para la planta.
- Facilita la Identificación de las fallas más frecuentes y sus soluciones.
- Mejor control de los repuestos e insumos.
- Se puede racionalizar el empleo de las herramientas necesarias para facilitar las tareas del mantenimiento.

4.2. Aspectos Principales A Considerar Para Iniciar Un Programa De Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo requiere de unas operaciones básicas para cumplir con su función, como revisiones preventivas o inspecciones periódicas de los equipos, la limpieza y la lubricación de los equipos según las necesidades.

4.2.1. *Las inspecciones periódicas.* Se realizan para verificar el funcionamiento confiable, seguro y eficiente de la máquina o equipo. En estas inspecciones se busca evaluar la capacidad ideal de funcionamiento del equipo con respecto a su capacidad teórica, por tal motivo las inspecciones deben estar basadas en el diagnóstico del equipo preferiblemente durante su funcionamiento.

4.2.2. *Lubricación.* Esta actividad juega un papel muy importante para lograr óptimas condiciones de servicio y operación de los equipos. Con ellos se reduce o minimiza el efecto de la fricción y el desgaste en las que muchas partes de la máquina para efectuarla se utiliza una sustancia denominada **lubricante**, el cual ayuda a

que el contacto que se presente en las partes en movimiento de la máquina sea sólo entre las diferentes capas de la película lubricante y no entre las partes del equipo evitando provocar fricción, sobrecalentamiento e incendios.

Lograr una lubricación eficiente en los equipos depende de unos principios básicos como los mencionados a continuación:

- Cada equipo requiere de una lubricación en particular ajustada a sus condiciones propias de operación, aspecto quien lo define generalmente el fabricante del equipo.
- Los lubricantes seleccionados deben contar con las características físico-químicas necesarias y exigidas por el equipo para su correcto funcionamiento, donde intervienen factores como la temperatura, carga y velocidad.

5. MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Se conoce como mantenimiento predictivo a aquel que se realiza mediante la práctica de inspecciones periódicas a las instalaciones y equipos, evaluando el comportamiento de estos con el fin de detectar en forma prematura posibles puntos de falla o avería, y de esta forma lograr, la programación de una rutina de mantenimiento, para el reemplazo de partes o componentes, justo antes de que estos fallen.

El propósito de llevar a cabo las inspecciones es realizar mediciones y hacer el análisis y el registro de las diferentes variables o parámetros que determinan el estado de la máquina o equipo de interés. Tales variables deben ser tomadas mediante equipos apropiados para ese fin. Con ello se puede realizar una **curva histórica de tiempo** que muestra la variable de interés contra el tiempo, permitiendo evaluar el momento en que debe cambiarse la pieza. Sin embargo en ocasiones son los fabricantes los que recomiendan rangos de tiempo para realizar el reemplazo de las partes y componentes, haciendo que el histórico de tiempo sea innecesario.

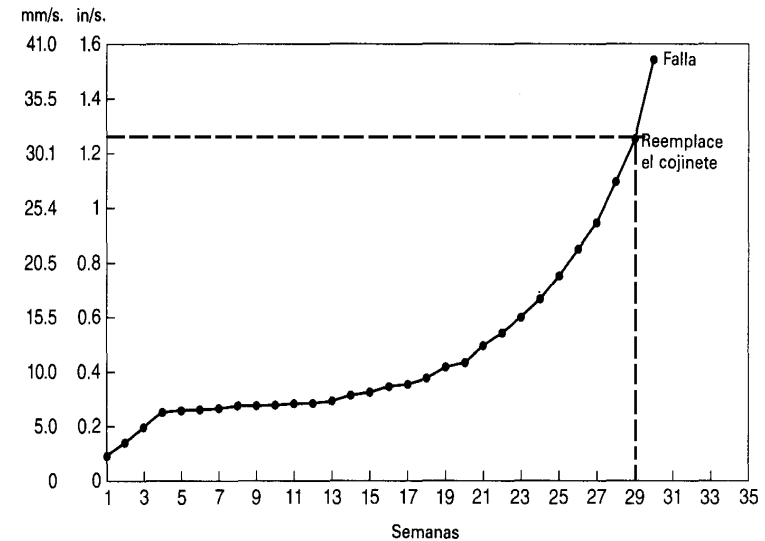


Figura 2. Ejemplo de histórico de tiempo de vibración de cojinetes

5.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Con la implementación de rutinas de mantenimiento predictivo se mejora en aspectos tan importantes, tales como:

- Realizar programas de mantenimiento sin necesidad de realizar paros en los equipo
- Reducción o eliminación de fallas e imprevistos.
- Aumento eficiente del periodo de revisión.
- Ahorro de mano de obra, mayor tiempo de producción y disminución de consumos de repuestos.
- Disminución de los tiempos de reparación.
- permite conocer la confiabilidad, del equipo y pronosticar su funcionamiento a futuro.

5.2. TÉCNICAS APLICADAS AL MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Para implementar este tipo de mantenimiento en una empresa es necesario emplear ciertas técnicas que permiten la medición de aquellas variables o parámetros que son susceptibles de desviaciones no tolerables y que pronosticarán las futuras fallas que se puedan presentar en los equipos. Algunas de las técnicas más aplicadas para el mantenimiento predictivo son aquellas que permiten hacer análisis de vibraciones, de viscosidad de lubricantes, y de elevación de temperatura por ultrasonidos y la termografía, entre otras.

- 5.2.1. *Análisis de vibraciones.* Con esta técnica se busca identificar las amplitudes y frecuencias predominantes de las vibraciones detectadas en la máquina o el equipo, la determinación de las causas de la vibración y la corrección del problema que ellas presentan, para evitar las consecuencias que estas conllevan.

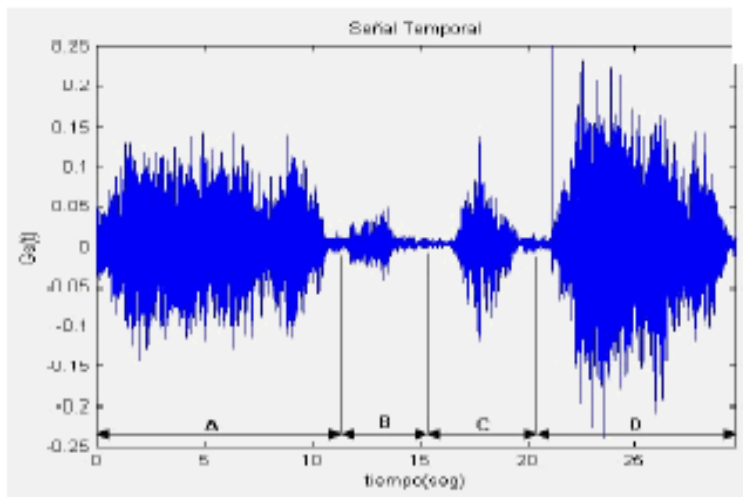


Figura3. Registro de vibraciones en un ciclo de trabajo

- 5.2.2. *Análisis de lubricantes.* Estos análisis se realizan dependiendo de la necesidad y exigencia de las partes móviles asociadas a la

maquinaria o equipo. A los lubricantes se le pueden realizar análisis rutinarios y análisis de emergencia.

En la industria Existe varios tipos de análisis que determinan los metales de contaminación y el desgaste existente en el aceite que para obtener un diagnostico eficaz es importante la combinación de varias técnicas, entre ellas se encuentra la espectrometría que consiste en un análisis químico que cuantifica la concentración de metales en el lubricante, la cromatografía la cual evalúa los cambios en las propiedades de los lubricantes como el PH, presencia de agua, viscosidad, etc. y la ferrografía que consiste en el análisis físico que detecta la presencia de partículas de desgaste y ayuda a determinar la composición del lubricante.

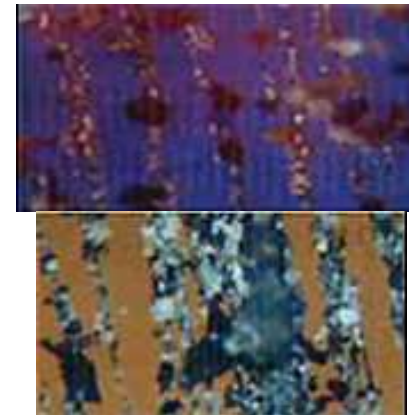


Figura 4. Análisis de ferrografía

- 5.2.3. *Análisis por ultrasonido.* Este método analiza las ondas de sonido bajos que se encuentran fuera del rango audible humano que son las frecuencia superiores a los 20.000hz producidas por los equipos y máquinas, permitiendo detectar la fricción en los mismos, las fallas y/o fugas en válvulas, fuga de fluidos y la detección de arco eléctrico, grietas, rupturas, entre otras.



Figura 5. Análisis de fisura por ultrasonido

5.2.4. Termografía

El análisis por termografía infrarroja es una técnica que hacen posible la obtención de imágenes térmicas llamadas termogramas que permite medir, visualizar y determinar temperaturas, en tiempo real sin necesidad de tener contacto físico con el equipo. Para alcanzar resultados óptimos, esta técnica debe complementarse con alguna de las ya mencionadas.

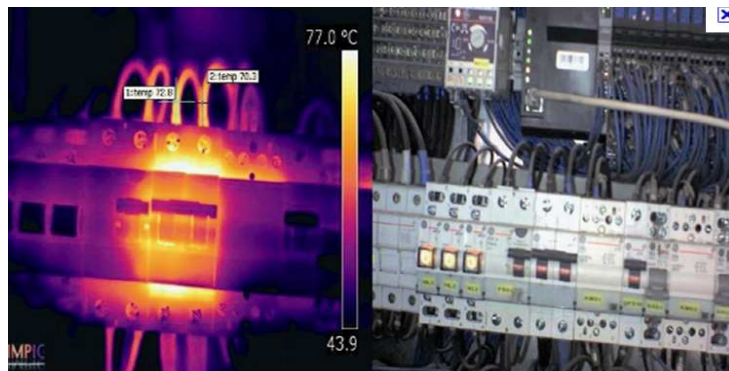


Figura 6. Análisis termográfico

6. RECURSOS DE MANTENIMIENTO

Independientemente de la instalación en donde se vaya a ejecutar la rutina de mantenimiento, existen unos requisitos indispensables que influyen directamente en la planeación, ejecución y control del programa de mantenimiento a desarrollar. Estos requisitos se establecen de la siguiente manera: recurso físico, recurso humano, recurso técnico y recurso informático.

6.1. RECURSO FÍSICO

El recurso físico hace referencia a los elementos y lugares de los cuales dispone el personal para llevar a cabo sus actividades o funciones, haciendo parte de este los repuestos, las herramientas, los almacenes y los talleres; la buena planeación y control de dichos recursos influyen directamente en la rapidez y efectividad de las operaciones de mantenimiento.

6.2. RECURSO HUMANO

Es el principal recurso del mantenimiento en una empresa ya que tiene que ver con todo lo relacionado con el personal que labora allí, por tanto comprende las bases de datos como también las actividades que abarcan desde la selección del personal, la capacitación y la motivación de éste, hasta su seguimiento y evaluación.

6.3. RECURSOS TÉCNICOS

Dentro del recurso técnico se pueden usar los manuales, catálogos, planos, fichas técnicas, informes, archivos etc. Dicha información la empresa la usa como herramienta clave para tomar decisiones frente a cualquier situación que se presente, también es de gran ayuda para planear y programar actividades de mantenimiento.

6.4. RECURSOS INFORMÁTICOS

Es una herramienta informática conocida como software, es decir es un programa que ayuda a almacenar todo tipo de información de forma ordenada con el fin de tener un mejor control del programa de mantenimiento que se realiza en la empresa y así permitir llevar a cabo

toda actividad del mantenimiento de una forma más rápida, segura y eficaz.

Este tipo de herramienta es implementada especialmente en empresas grandes que manejan un gran número de personal y equipos, y generan gran cantidad de órdenes de trabajo.

7. PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UNA RUTINA DE MANTENIMIENTO

Para llevar a cabo satisfactoriamente una rutina de mantenimiento es necesario aplicar una serie de estrategias que permiten prever y controlar las actividades a desarrollar en dichas rutinas. Una serie de elementos básicos que ayudan a implementar de forma adecuada las rutinas de mantenimiento que una empresa requiere son las siguientes:

- La planeación de actividades de mantenimiento, para trazar los pasos a seguir en el momento de aplicar la rutina.
- Un sistema de órdenes de trabajo, para la organización y autorización de cada actividad.
- Un sistema de prioridad de cada actividad, para controlar las secuencias y necesidades de este.
- Un procedimiento de estimación de tiempo, para determinar la magnitud de las tareas a realizar.
- Un programa general de cada actividad, donde se relacionen las tareas con el tiempo y la mano de obra disponible.
- Un procedimiento de programación de detalle, para establecer las secuencias de trabajo.
- Un procedimiento de control de tiempos.
- Un adecuado sistema de información, para registrar el cumplimiento, efectividad y las variaciones que se presentan al llevar a cabo una rutina de mantenimiento.
- Las Normas de trabajo.

8. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

El riesgo laboral se define como la posibilidad de que un trabajador sufra un accidente a causa de la actividad que esté desempeñando en un momento determinado. Para prevenir cualquier tipo de riesgo es necesario instruir al personal destinado para laborar en las actividades

que debe realizar sobre los peligros a los de a los cuales se podrá enfrentar y la forma como deberán actuar ante cualquier situación de emergencia.

Accidentes como: caídas en piso roto, quemaduras por fugas de tuberías de vapor o por contacto en tuberías a clientes sin aislamiento, quedar atrapado debido a obstrucciones en las salidas de emergencia, alumbrados deteriorados o insuficientes que reducen el nivel de iluminación, originando accidentes por no ver el peligro, o sistemas de ventilación en mal estado, entre otras, pueden atribuirse a un defectuoso o incorrecto mantenimiento que se derivan en riesgo de contaminación, incendio, caídas entre otros .

8.1. ACONDICIONAMIENTO DEL SITIO DE TRABAJO

En el sitio donde se realicen trabajos de mantenimiento y en general todo aquel lugar donde labore personal, debe garantizar seguridades mínimas mediante una serie de elementos o dispositivos destinados para tal fin.

8.1.1. **Señales de seguridad.** El objetivo de las señales de seguridad es transmitir mensajes de prevención, prohibición o información en forma clara, precisa y de fácil entendimiento para todos, en el sitio donde se puedan ejecutar trabajos eléctricos o de operación del equipo y en general que entrañen un peligro potencial. Las señales de seguridad no eliminan por si mismas el peligro, pero dan advertencias o directrices que permiten aplicar las medidas adecuadas para prevención de accidentes. Estas señales de seguridad, dependiendo de su razón de ser, se clasifican en informativas (rectangulares), de peligro o advertencia (triangulares), y de obligación o prohibición (circulares) y siempre llevan pictogramas en su interior que ilustra el motivo.



Figura7. Señales de seguridad

8.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Los equipos de protección individual (EPI) son aquellos destinados a ser llevados o sujetos por el trabajador, para que lo proteja de los riesgos que puedan amenazar su seguridad o salud. Como su nombre lo indica es de uso individual por tanto no pueden ser compartidos por varias personas durante realización de un mismo trabajo.



Figura 8. Equipos de protección individual

9. CONCLUSIONES

Desde que se dejó de creer al mantenimiento como una actividad secundaria y se empieza a considerar con mayor importancia como un medio de conservación, la forma de implementar el mantenimiento sufre cambios los cuales se ven representados en las diferentes formas de abarcar el tema dependiendo a la necesidad que se presente dentro de la industria.

Por medio de una planificación ordenada del mantenimiento industrial se logra una mejora en la continuidad del servicio de cualquier industria obteniendo de esta forma una máxima producción que se podrá ver reflejada en varios campos de la plata.

La implementación de programas de mantenimiento no sólo se enfoca hacia la conservación de las máquinas y equipos de una instalación, sino que busca fortalecer la seguridad industrial tanto para los elementos como para las personas que trabajan con ellos.

REFERENCIAS

García Garido, Santiago. (2003) *Organización y Gestión integral de mantenimiento*. 304p. Díaz de Santos S.A., Madrid.

López Tarquino, Luisa; Villa Henao, Jorge Y Zuleta González Luis. (2002) *Manual de mantenimiento de la Clínica Universitaria Bolivariana*. 704p. Trabajo de grado (Ingeniero Electrónico). Universidad Pontificia Bolivariana. Escuela de ingeniería. Facultad de Ingeniería Electrónica. Medellín

Morrow, L. C. (1973) *Manual de mantenimiento industrial*. 572p. Tomo1. Continental S.A, México.

Pérez Jaramillo, Carlos M. (1992) *Gerencia de Mantenimiento y sistemas de información*. 309p. Soporte y CIA. LTDA., Medellín.

Seguridad Y Medio Ambiente. En línea, <http://www.monografias.com/trabajos65/seguridad-medio-ambiente/seguridad-medio-ambiente2.shtml>, consultado 2009-10-23

Valencia Gallón, Hernán. (2010) *Grupos electrogenos*. 429p. UPB (Serie Nbla-Delta). Medellín.

AUTORES



Karen Paulín CUERO MOLINA, nacido en Barrancabermeja, Colombia. Estudiante de último año de Ingeniería Eléctrica, Egresado próximo a graduarse del programa de Ingeniería Electrónica. Cofundador e integrante equipo de futbol femenino facultad de IEE (2005-2009); integrante grupo de danzas y música folclorica Tejiendo el Azar - Medellín (2008-2012) ganadores de Becas de Creación 2008 y 2011; integrante del COPASO (Comité Paritario de Salud Ocupacional) y Brigada de Salud Ocupacional empresa Metalandes S.A.S.



Alejandra CARMONA CHICA, nacido en Medellín, Colombia. Egresado próximo a graduarse del programa de Ingeniería Electrónica. Cofundador e integrante equipo de futbol femenino facultad de IEE (2005-2009); integrante del COPASO (Comité Paritario de Salud Ocupacional) y Brigada de Salud Ocupacional empresa Metalandes S.A.S