

VII Congreso de Ingeniería Industrial COINI 2014

30 y 31 de Octubre de 2014

SISTEMA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL (B004)

Área temática B- Gestión de las Organizaciones y el Conocimiento Organizacional

Dr. Ing. Arturo J. Rodriguez Ponti

INSTITUTO ARGENTINO DE INFORMATICA INDUSTRIAL

iaii.org.ar

artrodpon@iaii.org.ar

RESUMEN

El objetivo general del trabajo está dirigido a mostrar las ventajas de disponer de un sistema de mantenimiento industrial en los contextos empresarios actuales, donde resulta imprescindible trabajar con esquemas de alta competitividad y calidad total. Como objetivo específico se muestran los diversos modelos de mantenimiento con sus fortalezas y debilidades.

Se trata de mostrar un modelo de Sistema de Mantenimiento Industrial básico desarrollado metodológicamente en base a requerimientos fundamentalmente de la industria de procesos continuos con datos recopilados por encuestas permanentes que se llevan a cabo en el INSTITUTO ARGENTINO DE INFORMATICA INDUSTRIAL. El modelo es adaptable a industrias de manufactura discreta pero como se verá en el trabajo, estas tienen una operación más flexible.

Cada empresa presenta sus particularidades operativas dependiendo del tipo de producto y de su magnitud, se trata en el trabajo de mostrar aquello que se entiende es lo fundamental que no debiera faltar en ningún sistema de gestión de mantenimiento.

La implementación de Sistemas de Mantenimiento en general y especialmente en el ámbito industrial, forman parte de la estrategia global de la empresa, dado que su objetivo es el de mantener y preservar el patrimonio tecnológico de la empresa.

Si se plantea la necesidad de ser competitivos, no se trata simplemente de disponer de la mejor tecnología, esta debe ser preservada y mantenida, entre otras cosas, para alcanzar el máximo aprovechamiento de la misma, es decir alcanzar la máxima productividad del Recurso Tecnológico.

REFERENCIAS

- Ingeniería de mantenimiento. Técnicas y Métodos de aplicación a la fase operativa de los equipos. Adolfo Crespo Márquez, Pedro Moreu de León, Antonio Sánchez Herguedas. Ediciones: AENOR.
- Mantenimiento Preventivo – Juan Carlos Calloni – Editorial Alsina - March 7, 2013
- La gestión del conocimiento en la ingeniería del mantenimiento industrial - F. Javier Cárcel Carrasco – Politécnico de Valencia
- Norma UNE-EN ISO 9001:2000: Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.
- Norma UNE-EN 13306:2002: Terminología del Mantenimiento.
- Norma UNE-EN 13460: 2003: Documentos para el Mantenimiento
- Renove Tecnología s.l., Ingeniería del Mantenimiento (*Libro Digital Interactivo*)
- <http://www.slideshare.net/Presentaciones14/mantenimiento-industrial-32888784>

PALABRAS CLAVES: Sistema – Preservar – Mantener- Gestionar- Recursos

VII Congreso de Ingeniería Industrial COINI 2014

30 y 31 de Octubre de 2014

INDUSTRIAL MAINTENANCE SYSTEM (B004)

Dr. Eng. Arturo J. Rodriguez Ponti

INSTITUTO ARGENTINO DE INFORMATICA INDUSTRIAL

iaii.org.ar

artropon@iaii.org.ar

ABSTRACT

The overall objective of this paper is oriented towards the demonstration of the advantages of the implementation of an industrial maintenance system in the current business context, where it is imperative to work with highly competitive schemas and total quality.

It is about showing a model for a basic Industrial Maintenance System that has been methodologically developed based on fundamental requirements of the continuous process industry, with information collected by permanent surveys conducted by the INSTITUTO ARGENTINO DE INFORMATICA INDUSTRIAL. The model is adaptable to discrete manufacturing industries but, as it can be seen in the paper, these have a more flexible operation.

Each company presents its own operative particularities depending on the type of product and its magnitude, what is attempted in this paper is to show what is agreed upon as the fundamentals that should not be missing from any maintenance management system.

The implementation of Maintenance Systems in general and especially in the industrial field, are part of the overall strategy of the company, since its objective is to maintain and preserve the technological resources of the company.

If there is a need to be competitive, the issue is not just simply to have the best technology, but to preserve and maintain it to, among other reasons, achieve the maximum utilization, namely achieve maximum productivity of the Technological Resources.

REFERENCES

- Ingeniería de mantenimiento. Técnicas y Métodos de aplicación a la fase operativa de los equipos. Adolfo Crespo Márquez, Pedro Moreu de León, Antonio Sánchez Herguedas. Ediciones: AENOR.
- Mantenimiento Preventivo – Juan Carlos Calloni – Editorial Alsina - March 7, 2013
- La gestión del conocimiento en la ingeniería del mantenimiento industrial - F.Javier Cárcel Carrasco – Politecnico de Valencia
- UNE-EN ISO 9001:2000: Quality management systems -- Requirements
- UNE-EN 13306:2002: Maintenance - Maintenance terminology
- UNE-EN 13460: 2003: Maintenance – Documentation for Maintenance
- *Renove Tecnología s.l., Ingeniería del Mantenimiento (Interactive e-book)*
- <http://www.slideshare.net/Presentaciones14/mantenimiento-industrial-32888784>

SUBJECT AREA

B- Management of Organizations and Organizational Knowledge

KEY WORDS: System – Preserve – Maintain – Manage – Resources

TRABAJO FINAL

1. INTRODUCCION:

El objetivo general del trabajo, tal como se indica en el resumen, se direcciona a mostrar, con las limitaciones impuestas en cuanto a su extensión, las ventajas de disponer de un sistema de mantenimiento industrial en los contextos empresarios actuales, donde resulta imprescindible trabajar con esquemas de alta competitividad y calidad total.

Se trata de mostrar un modelo de Sistema de Mantenimiento Industrial básico desarrollado metodológicamente en base a requerimientos fundamentalmente de la industria de procesos continuos con datos recopilados por encuestas permanentes que se llevan a cabo en el INSTITUTO ARGENTINO DE INFORMATICA INDUSTRIAL. El modelo es adaptable a industrias de manufactura discreta que si bien poseen una estructura operativa más flexible, las exigencias de competitividad, llevan a tener bajo estricto control las pérdidas de capacidad entre las que se cuentan las paradas por mantenimiento.

Podríamos definir al mantenimiento, como: *conjunto organizado y sistematizado de acciones tendientes a analizar el estado de funcionamiento de la tecnología instalada y el equipamiento conexo, llevando a cabo en tiempo y forma y al mínimo costo todas las actividades que sean necesarias para mantener, preservar, reparar, recambiar, o cualquier otra actividad que se requiera, y que cumplan con el objetivo de contribuir al logro de la máxima eficiencia operativa.*

El trabajo se ha estructurado teniendo en cuenta los siguientes temas que se considera responden metodológicamente a lo básico conceptual que se debe tener en cuenta cuando se formula una propuesta para implementar un Sistema de Mantenimiento en una planta industrial

- **ASPECTOS ECONOMICOS RELACIONADOS CON EL MANTENIMIENTO**
- **IDENTIFICACION DE CAUSAS PRODUCTORAS DE FALLAS y DAÑOS**
- **MANTENIMIENTO SEGÚN TIPO DE PLANTA**
- **MÉTODOS DE MANTENIMIENTO**
- **ESTRUCTURA ORGANICA DE LA FUNCION MANTENIMIENTO**
- **SISTEMATIZACION DEL MANTENIMIENTO**
- **CONCLUSIONES**

Aunque resulte reiterativo, se han impuesto limitaciones temáticas y de extensión para dar cumplimiento a lo normado por las directivas para la presentación de trabajos.

2. ASPECTOS ECONOMICOS RELACIONADOS CON EL MANTENIMIENTO

Las Plantas Industriales, en general están constituidas desde el punto de vista tecnológico por: conjuntos de máquinas, equipos, instalaciones industriales y de logística, inmuebles, muebles y útiles, organizados y sistematizados con el objeto de ser operados para la obtención de la producción industrial.

Si por alguna circunstancia uno o varios componentes de este conjunto de bienes tecnológicos falla, no sólo debemos incurrir en un gasto para efectuar la reparación, sino que además la estructura productiva sufre alteraciones y se generan efectos perturbadores tales como:

- Pérdidas de Capacidad Productiva
- Pérdidas por incumplimiento de entregas
- Recurso Humano ocioso
- Disminución de la Calidad
- Pérdidas de Materias Primas y Materiales
- Insatisfacción de Clientes por incumplimiento en las entregas
- Otros efectos

Estos efectos secundarios se pueden evitar si se llevan a cabo, acciones previas de análisis del estado y evolución de los bienes. El fenómeno industrial de nuestros días es cada vez más complejo por el desarrollo alcanzado y por la cantidad y calidad de la oferta de tecnología disponible, que en caso de

ser incorporada a nuestras plantas nos exigirá la realización de actividades de mantenimiento adecuadamente organizadas y planificadas.

La Organización y Sistematización del Mantenimiento juegan en estos casos un papel fundamental, por cuanto se debe mantener bajo un estricto control el costo del mantenimiento, ya que si éste excede ciertos límites la ecuación económica no cierra y entonces sí, con seguridad es más conveniente el reemplazo parcial o total de la tecnología instalada, a que esta sea mantenida.

3. IDENTIFICACION DE CAUSAS PRODUCTORAS DE FALLAS y DAÑOS

Todos los elementos que integran las plantas industriales pueden sufrir fallas de muy diverso origen y naturaleza, que en muchos casos terminan dañando al elemento que falla y en el peor de los casos produce otros daños a elementos conexos. Intentaremos una suerte de definición del concepto de falla y daño para utilizarlo como referencia en el estudio del Sistema de Mantenimiento Industrial.

Falla: Efecto que por cualquier causa, altera, distorsiona, deteriora o interrumpe el funcionamiento de un elemento.

Daño: Deterioro físico químico que sufren los elementos como consecuencias de fallas que producen distorsiones en parámetros o variables más allá de los límites permitidos.

En general las fallas se producen como consecuencia de alguna de las siguientes causas, que sin ser las únicas aparecen como las de mayor frecuencia:

Errores de Diseño : se generan debido al gran número de factores que intervienen, lo que aumenta la posibilidad de que se cometan errores, siendo muy común que el elemento sea apto desde un punto de vista y que falle en otros aspectos. Esto nos lleva a que debamos poner atención en ellos y activar los mecanismos de control para su detección y corrección.

Fallas de Materiales o Materias Primas: Pueden reconocer múltiples causas, según sea la naturaleza del Material o Materia Prima, en general las más frecuentes se deben a: Inclusiones, Composiciones o Dosificaciones Inadecuadas, Solapamientos, Fallas Internas, Discontinuidades, Tratamientos Inadecuados, etc.

Errores de Fabricación: o fallas constructivas dependerán del tipo y característica del elemento que se trate, en general afectan en mayor medida a elementos mecánicos. Entre las más frecuentes se destacan las referidas a: fallas en mecanizados, embutidos, compactados, soldaduras, montajes en general, procesos de tratamientos superficiales o térmicos y por falta de control de calidad de proceso, entre otras causas.

Errores o Fallas de Operación: son el resultado de acciones generalmente humanas que originan: velocidades excesivas, presiones y temperaturas inadecuadas, sobrecargas, tensiones por arriba de valores límites, sobrecalentamiento, otras causas.

Deficiente Mantenimiento: la falta de una adecuada Organización y Sistematización del Mantenimiento, dará lugar a que éste no se realice en el momento oportuno o su práctica sea deficiente, en ambos casos existe alta probabilidad de que el elemento falle o sufra un daño.

Otras causas

Se han definido algunas de las fallas más frecuentes y las mismas pueden ser corregidas si se actúa oportunamente. Cuando la falla dispara las variables de funcionamiento más allá de lo tolerado el elemento puede ser dañado.

Los daños tal como fueron definidos pueden ser reversibles y en tales casos podrán ser reparados o corregidos. En el caso de que los daños sean irreversibles, habrá sobrevenido el colapso del elemento y éste deberá ser reemplazado.

En su mayoría los elementos constitutivos de Máquinas, Equipos o Instalaciones, por su naturaleza se encuentran asociados dinámicamente a otros elementos, interactuando con ellos, lo que incrementa la probabilidad que un elemento con fallas afecte a otros elementos, complicando la reparación e incrementando el costo final.

Se trata entonces de establecer mecanismos idóneos que permitan detectar las fallas anticipadamente, como así también estudiar las causas de aquellos daños ya producidos y que no hemos podido detectar, toda esta información nos servirá para el análisis y posterior consideración tendiente a evitar en el futuro situaciones similares.

4. MANTENIMIENTO SEGÚN TIPO DE PLANTA

A nivel del Mantenimiento Industrial la metodología a aplicar dependerá fundamentalmente de la característica de la estructura productiva, las distintas organizaciones de las plantas industriales pueden pertenecer a los siguientes grupos, recordemos:

- **Plantas de Proceso Continuo.**
- **Plantas de Manufactura Discreta**
- **Plantas Mixtas**

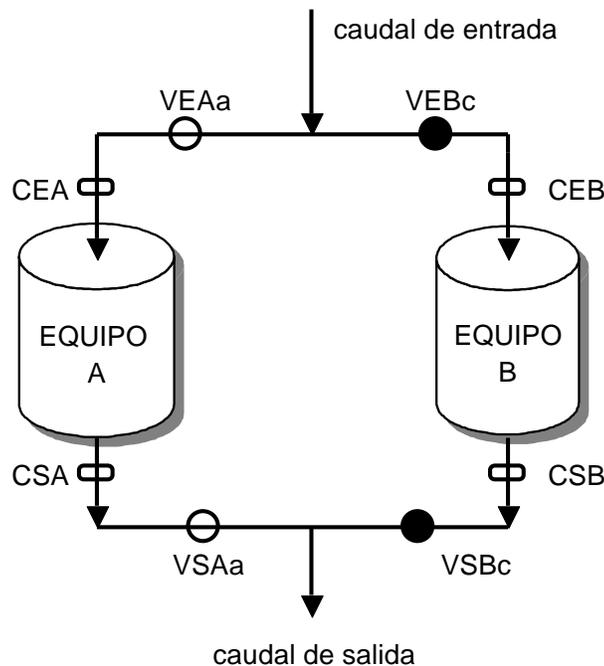
Cada una de ellas con sus particularidades productivas, pero sin duda son las Plantas de Proceso Continuo en donde las acciones de mantenimiento deben ser más efectivas, ya que por su integración cualquier elemento que falle afectará el funcionamiento de toda la planta.

La solución es la de tener equipos en paralelo, uno o más que se encuentren **stand by**, es decir están de reserva, para entrar en funcionamiento cuando alguno falle.

En la Figura 1 siguiente, tenemos una sencilla instalación compuesta por dos equipos el A y el B que están funcionando, conectados a una línea de alimentación, en el ejemplo se asume que el equipo A se encuentra funcionando y el equipo B está stand by como soporte ante eventuales fallas del equipo A.

Cuando se produce una falla, por ejemplo en el equipo A, se cierran las válvulas VEA y VSA y se abren las VEB y VSB procediendo a reparar el equipo A. En el caso que sea necesario retirar el equipo A se desconectaran las conexiones CEA y CSA y se retira el equipo. De acuerdo a la característica tecnológica de la planta y de la velocidad de respuesta requerida por el sistema, esta acción puede realizarse en forma automática o manual.

Figura 1



Todos estos mecanismos no son necesarios en Plantas de Producción Discreta, donde la vinculación de los equipos no se realiza por medios físicos, sino que la vinculación es lógica. En caso de una falla

en una Máquina o Equipo se soluciona, en muchos casos, por una simple reasignación en el programa de producción.

5. METODOS DE MANTENIMIENTO

Para llevar a cabo el Mantenimiento, en general podemos aplicar tres métodos que serán analizados a continuación:

5.1. Mantenimiento activo o correctivo: la reparación se lleva a cabo cuando se produce la falla, adoptar la decisión de reparar los elementos sólo cuando estos fallan, implica asumir un riesgo de imprevisibles consecuencias.

Las Máquinas, Equipos, Instalaciones, etc., son sistemas abiertos y se comportan como tales, y si a este fenómeno le agregamos que en general su comportamiento mecánico está regido en gran medida por efectos dinámicos, como se ha expresado en otro apartado, es posible que cualquier falla en un elemento dado, con gran probabilidad, afecte a otros elementos conexos.

Todos los inconvenientes técnicos, comerciales, económicos que se asocian para tornar grave un tema que hubiera podido solucionarse simplemente, son la consecuencia de una falla imprevista y en general llevan implícito:

- Paradas de planta más extensas
- Posibilidad de accidentes
- Eventuales problemas con repuestos
- Mayor mano de obra
- Incremento de costos de reparación
- Otros efectos

No podemos arriesgar, debemos llevar a cabo acciones de mantenimiento que minimicen las posibilidades de fallas imprevistas. La estructura de personal que debemos mantener cuando adoptamos la política del Mantenimiento Activo o Correctivo, es mayor que en otros casos, ya que debo disponer de personal especializado esperando que las fallas se produzcan.

5.2. Mantenimiento preventivo: se estima por algún método, cuando se va a producir la falla y con la debida anticipación se procede a la revisión y reparación o cambio del elemento que suponemos va a fallar. Es necesario contar con información sobre cuál ha sido el comportamiento de un determinado elemento, o cuál será su comportamiento futuro, para entonces elaborar un programa de reparaciones preventivas. Los siguientes son algunos de los casos tipo que se nos pueden presentar:

5.2.1 PLANTAS O ELEMENTOS NUEVOS

En estos casos el proveedor nos deberá suministrar un Programa de Mantenimiento Preventivo, el que deberá ser exigible en el contrato de adquisición.

Entre otras cosas, se deberá exigir que se indique tipo/s y especificación/es de la reparación/es preventiva/s a realizar y frecuencia/s de la misma, como así las pruebas de verificación posteriores a la reparación, etc.

5.2.2 PLANTAS O ELEMENTOS USADOS

En estos casos es frecuente encontrarnos con una carencia total de información respecto de las reparaciones que se han efectuado históricamente, esto imposibilita la realización del mantenimiento preventivo, ya que no podemos inferir cuál será el comportamiento futuro de las fallas, si no sabemos qué fallas y con qué frecuencia, ha sufrido el elemento desde su puesta en funcionamiento.

En estas situaciones debemos comenzar por efectuar las registraciones históricas de todas las reparaciones que a partir de ese momento se lleven a cabo y en función del comportamiento de las mismas, empezar a trabajar en las primeras formulaciones de los programas de mantenimiento preventivo.

Debemos destacar que el Mantenimiento Preventivo, posee la ventaja sobre el Correctivo, en que al prever la falla y programar la parada, con seguridad nuestro mantenimiento se efectuará sólo sobre los elementos que supuestamente estamos pensando que fallarían, evitando costos asociados por fallas derivadas y no originales, como ocurría en el Mantenimiento Correctivo.

Los problemas de las reparaciones preventivas residen en el grado de acierto que obtenemos en cuanto a la previsión de la falla, esto es, programada una reparación al momento del desarme del elemento, en muchos casos nos encontramos que el mismo está en perfecto estado.

En estos casos si seguimos la regla estadística el elemento debe ser reemplazado. La duda que nos queda es si la reparación era necesaria o no y en tal caso habremos incurrido en un costo de reparación que podría haberse evitado de contar con otras tecnologías para la detección de fallas.

Existen situaciones críticas, como es el caso de aeronaves, o de grandes equipos dinámicos, donde a pesar de verificarse que no existen fallas, los elementos se reemplazan y la reparación se efectúa, por razones de estricta seguridad. Nadie puede afirmar que un elemento no reemplazado por encontrarse en aparente buen estado de funcionamiento en el momento de la reparación preventiva, no se colapse con posterioridad a la decisión de considerar no necesario su reemplazo.

En estas situaciones lo recomendable es ser muy rigurosos en el estudio de cada caso en particular, y analizar la complejidad del elemento y su conjunto, fundamentalmente en los equipos dinámicos (Turbinas, Compresores, etc.), donde la experiencia indica que por razones de tecnología de ensamble, y balanceo dinámico, etc. que en general sólo es dominada por el fabricante, resulta más recomendable tratar de no caer en desarmes, que luego pueden complicar el funcionamiento futuro del equipo por las razones comentadas.

Vale consignar que en los elementos estáticos el tema no es tan complejo, ya que con seguridad no se presentaran problemas ulteriores, en estos casos la decisión de la no reparación en el caso de que encontremos el elemento en buen estado, en general no acarrea problemas futuros.

El Mantenimiento Preventivo es una buena herramienta, que utilizada con criterio y racionalidad nos brindará resultados satisfactorios.

5.3. Mantenimiento predictivo: consiste en revisar el equipo, máquina etc. y efectuar mediciones de variables analizando su comportamiento para decidir las acciones a seguir.

Esta nueva modalidad de Mantenimiento hace su aparición de la mano de la evolución tecnológica del instrumental de medición. Se basa en la medición programada de variables, las que en función de su comportamiento, nos van suministrando información, que adecuadamente analizada, nos brinda una panorámica del estado del elemento en estudio.

Sería innumerable la cantidad de parámetros a medir, en general los más importantes por sus consecuencias físicas, corresponden a los elementos sometidos a cargas dinámicas, justamente estos últimos son la mayor preocupación de los ingenieros, por cuanto por su característica están sometidos a solicitaciones de muy variada gama muchas veces de difícil identificación.

Las vibraciones nos dan la pista de que algo no funciona adecuadamente, en condiciones normales de equilibrio dinámico, éstas deben tender a ser nulas. Los problemas de vibraciones producto del desequilibrio dinámico son la causa de la destrucción de la película de lubricante y cuando esto sucede, comienza a producirse el contacto directo entre los elementos y es el inicio del desgaste, que de no detectarse deriva en roturas.

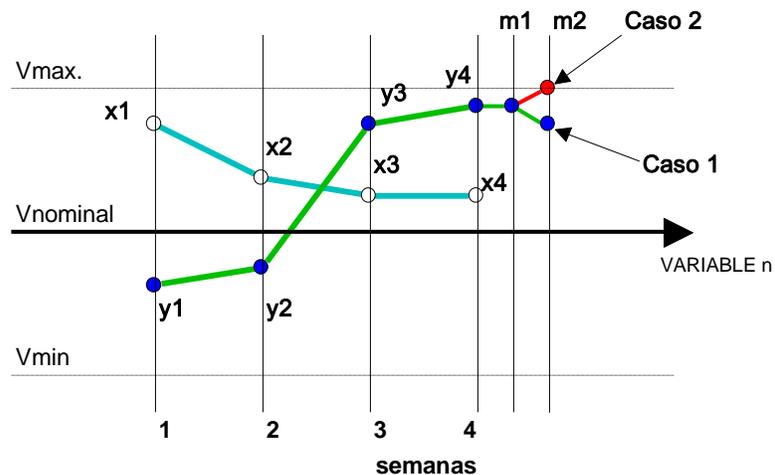
Además de la revisión de las propiedades del lubricante, debemos medir presión y temperatura del mismo y de los elementos mecánicos, se efectuarán además los análisis que permitan la detección en el lubricante de partículas metálicas. Todas estas mediciones de valores adecuadamente relacionadas, nos estarán indicando la magnitud y evolución de una falla, que sin duda por este método se detectará anticipadamente y sin necesidad de desarmar el elemento.

En algunos casos se aplica el Método de las Inspecciones Visuales Periódicas que permiten detectar entre otras: pérdidas de fluidos, polvillo acumulado en contactores o elementos eléctricos, ajustes flojos, fisuras, oxidaciones, corrosiones etc.

Sin duda este tipo de mantenimiento es el que más requiere para ser efectivo de un soporte informático sólido.

En el gráfico de la figura de la página siguiente se presenta un ejemplo de cómo se efectúa el seguimiento en el tiempo del comportamiento en este caso de dos variables.

En las mediciones realizadas en las semanas 1-2-3 y 4 se obtuvieron respectivamente los valores X_1 , X_2 , X_3 y X_4 , los que se encuentran dentro de los valores normales, la tendencia de dichos valores si bien se acerca al valor medio no muestra signos de anomalía.



En el caso de las mediciones de valores Y_1 , Y_2 , Y_3 e Y_4 la situación es distinta ya que los valores Y_3 e Y_4 muestran una clara tendencia hacia el valor máximo, ante tal situación, aumentamos la frecuencia de medición (m_1 y m_2) y obtenemos nuevos valores. Simulamos dos casos: en el 1 los valores muestran una suerte de estabilización en el comportamiento de la variable, con la misma frecuencia para el caso 2 en la m_2 el valor obtenido muestra no solo que se mantiene la tendencia, sino que ya estamos en el $V_{max.}$ En este caso lo aconsejable es parar la Máquina o Equipo a la cual pertenece la variable en estudio.

Todo este procedimiento debe repetirse tantas veces como variables a medir posea cada Máquina, Equipo, Instalación, etc.

Como se puede apreciar, esta metodología puede resultar muy compleja y hasta pueden surgir serios problemas de captura y procesamiento de información, en aquellas empresas donde el mantenimiento de la planta no se encuentra aceptablemente sistematizado.

Los Máquinas y Equipos actuales de moderna tecnología ya traen incorporado sistemas de sensorización de variables que permiten efectuar mediciones en forma automática, la que se registra en procesadores y a la cual es posible acceder con facilidad por medio de señales de diversa configuración electrónica, o mediante la simple lectura por pantalla o por medio de emisión de listados.

El desarrollo tecnológico experimentado en los últimos años por la Industria Electrónica ha posibilitado que la oferta de sensores, procesadores, microprocesadores e instrumental electrónico en general, posea un precio de mercado muy accesible que facilita su incorporación a Máquinas y Equipos, Instalaciones etc.

Cabe destacar, que debemos actuar con criterio y racionalidad en la selección y aplicación de estos elementos electrónicos, acción que debe estar sólidamente sustentada en fundamentos técnicos y económicos.

Como conclusión final podríamos decir que la gran ventaja del Mantenimiento Predictivo consiste en la posibilidad de seguimiento sistemático de los parámetros significativos, que hacen al funcionamiento de un dado elemento sin necesidad de proceder a desarmarlo.

A pesar de utilizar tecnología avanzada los costos del Mantenimiento Predictivo son sustantivamente menores que los de cualquiera de los otros mantenimientos.

6. ESTRUCTURA ORGANICA DE LA FUNCION MANTENIMIENTO

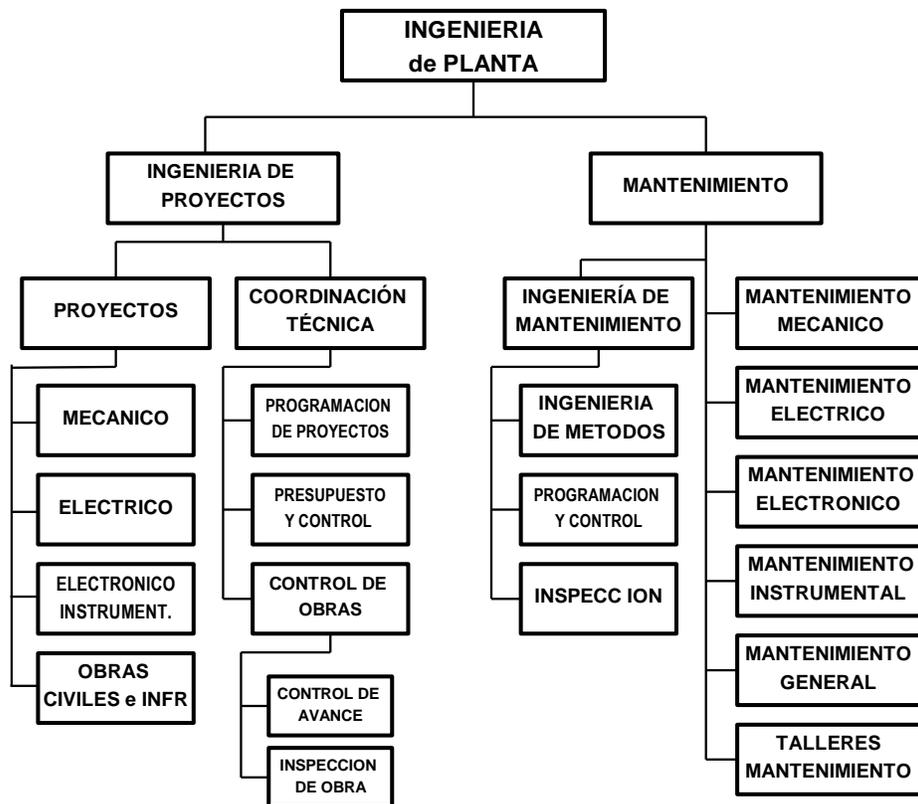
Hemos estudiado en los puntos anteriores, los conceptos básicos del Mantenimiento Industrial y analizado las distintas metodologías de trabajo para llevar a cabo las acciones de mantener los bienes que integran en patrimonio de la Empresa Industrial.

Dos son los temas que nos quedan por tratar y que resultan significativos para el éxito de la función, el primero está referido a cómo deben estructurarse los distintos componentes de la función Mantenimiento para alcanzar con éxito el cumplimiento de los objetivos planteados, de lo que nos ocuparemos en éste punto 6, el segundo y no menos importante, se refiere a como se sistematizan las actividades de mantenimiento a efecto de disponer con racionalidad de toda la información disponible, de esto nos ocuparemos en el punto siguiente.

Si ahora nos ubicamos en una Planta Industrial genérica pero basada en casos reales, nos encontraremos que a las tareas específicas del Mantenimiento se le adicionan en el rubro otras tareas derivadas, es frecuente que se produzcan modificaciones parciales o sectoriales, que implican Diseñar, Proyectar, Calcular, Construir o Modificar, Desmontar y Reemplazar total o parcialmente Máquinas, Equipos, Instalaciones, Edificios, etc.

Estas tareas se realizan con personal propio o son realizadas por contratistas y controladas por personal técnico de la Planta, por lo que a la hora de diseñar la estructura correspondientes deberán ser evaluadas en función de las Políticas de la Empresa, es frecuente que en las Plantas de Proceso Continuo lo que se entiende por Mantenimiento se denomine Ingeniería de Planta (caso tomado como ejemplo en el organigrama mostrado) y englobe estas tareas de adecuación tecnológica de las Plantas y las funciones del Mantenimiento. No existen recetas, cada Empresa evaluará con criterio y racionalidad que es lo que más le conviene para el cumplimiento de sus objetivos.

ORGANIGRAMA TIPO DE INGENIERIA DE PLANTA



El organigrama de la figura muestra una estructura clásica de Ingeniería de Planta

7. SISTEMATIZACION DEL MANTENIMIENTO

Sistematizar es ordenar metodológicamente, es un paso más adelante al de organizar algo, y esto dicho a los fines de que entendamos que de una u otra forma siempre debe existir un mínimo de ordenamiento de los datos para que se pueda funcionar. Si las actividades de mantenimiento se desarrollan sólo cubriendo los aspectos operativos del mismo, sin preocuparse por efectuar ningún tipo de registración formal, es muy poco lo que se podrá hacer.

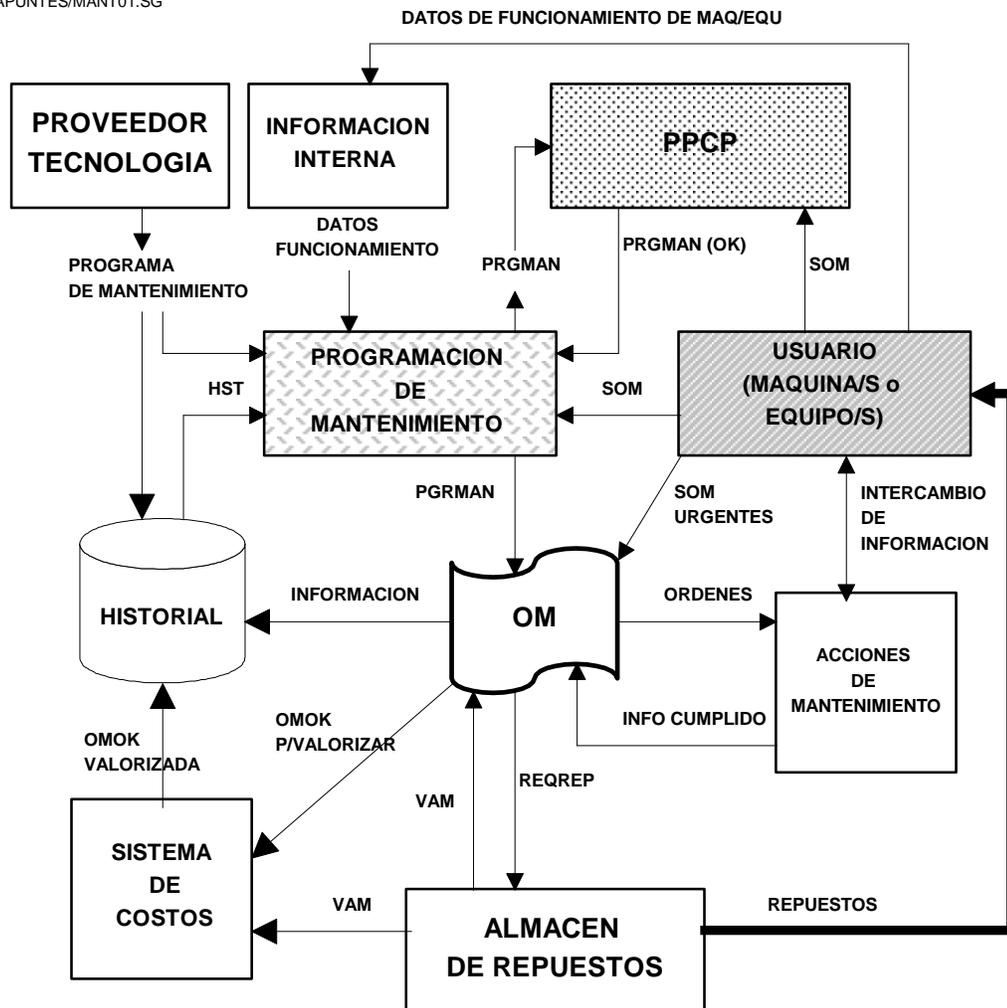
Es frecuente encontrar que la información no está explícita en documentos formales o en sistemas implementados al efecto, está disponible en la mente de los actores, esto es, si le preguntamos al operario sobre la reparación de una dada máquina, con seguridad el dispone en su mente de esa información, se trata de saber si él nos informará sobre lo que necesitamos saber, dependerá de su voluntad, no se la podemos extraer por la fuerza.

El siguiente es un diagrama básico de cómo debería sistematizarse el mantenimiento, efectuaremos un análisis de los elementos que integran el Diagrama Informativo Básico y se comenzará por el documento que será el elemento fundamental de la sistematización, esto es la OM:

La Orden de Mantenimiento (OM) es el vehículo informativo más importante del Sistema de Mantenimiento en ella se volcarán todos los datos correspondientes a la cosa a reparar, como así también los que se deriven de la realización de acciones para restituir el funcionamiento normal del elemento con falla.

DIAGRAMA BÁSICO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO

APUNTES/MANT01.SG



Referencias:

PGRMAN: Programa de Mantenimiento

SOM: Solicitud de Mantenimiento

SOM Urgente: Se utiliza sólo en los casos de reparaciones Críticas o Urgentes

OMOK: Ordenes de Mantenimiento cumplidas

VAM: Materiales valorizados

REQREP: Requerimiento de repuestos

7.1. INTEGRACION FUNCIONAL DEL DIAGRAMA BASICO

Se describen a continuación las funciones que intervienen en la operatoria que se representa en el diagrama básico.

- **PPCP-PLANIFICACIÓN PROGRAMACION Y CONTROL DE PRODUCCIÓN**
Función del ERP central que coordina acciones con Programación de Mantenimiento a fin de compatibilizar los requerimientos productivos de la planta con las necesidades de realizar las actividades de mantenimiento.
- **PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO**
Tiene como objeto generar un Programa de Mantenimiento que nos indique en que momento debemos comenzar a realizar una acción determinada. Su origen puede corresponder a un mantenimiento preventivo o predictivo o bien a un requerimiento de algún usuario.
- **REQUERIMIENTOS DEL USUARIO**
Se entiende por tal a todos los pedidos de reparación que formulen por medio de una SOM cualquiera de las áreas que integran la Empresa Industrial. En función de la urgencia en solucionar la falla, las reparaciones podrán ser programadas o no.
- **ACCIONES DE MANTENIMIENTO**
Como su nombre lo indica, agrupa todos los trabajos de cualquier naturaleza y especialidad que se realicen sobre un elemento con falla, para restituirlo a su funcionamiento normal. Estas acciones pueden requerir la utilización de Materiales o Repuestos cuyos datos deberán ser consignados.
- **HISTORIAL**
Es un registro histórico de datos que se elabora a partir de registrar las acciones de mantenimiento que fueron oportunamente realizadas.
- **ALMACEN DE REPUESTOS Y MATERIALES**
Está constituida además de los Materiales y Repuestos, por el espacio físico y los recursos humanos y tecnológicos utilizados para su custodia y movimiento. A requerimiento de los operadores del mantenimiento se entregan los materiales o repuestos, los que son asignados a una **OM**.
- **COSTOS**
Función de la organización que calcula y evalúa los costos de toda la Empresa, en este caso recibe la información sobre todos los recursos insumidos en una reparación dada y que constan en la **OM**, y los ingresa al Sistema de Costos para el cálculo correspondiente.

7.2. FLUJO INFORMATIVO Y DATOS DE LA SOM Y OM

Por las limitaciones propias de la estructura del presente trabajo solo nos ocuparemos de trabajar sobre los datos que debe contener una Orden de Mantenimiento **OM**, muchos de los cuales figuran en la Solicitud de Mantenimiento **SOM**, por una cuestión de ordenamiento, compatible con la lógica del funcionamiento del Sistema de Mantenimiento comenzaremos primero por analizar la **SOM**, y a continuación la **OM**.

7.2.1. EMISION DE LA SOLICITUD DE MANTENIMIENTO (SOM): es el documento disparador del proceso de mantenimiento, que es utilizado por el usuario para formular un requerimiento de mantenimiento. La emisión se puede realizar por medio de documentación física, o desde un Sistema Integrado de Gestión. En ambos casos los datos serán los mismos, la diferencia radica en que en el caso de la

emisión de documentos físicos, los datos deben cargarse por lo menos dos veces, primero en la **SOM** y luego en la **OM**. Alguno de los datos más importantes que deben figurar en la **SOM** son los siguientes:

- **Planta:** Ingresar el código de la planta en el caso de que la Empresa posea más de una.
- **Numeración de la SOM:** Se asigna automáticamente al momento de emitirse según el sistema que se implemente, caso contrario figura pre impreso en el documento.
- **Fecha de Emisión:** Se asigna automáticamente al momento de emitirse la **SOM** en caso de integración, caso contrario deberá colocarse al momento de la emisión del documento.
- **Código del sector o área de la planta solicitante:** Se ingresa al momento de su emisión.
- **Centro de Costos o Unidad de Actividad:** Indicar el que le corresponde al área solicitante. Es ingresado por éste al momento de emitir la SOM.
- **Código del Elemento a Reparar:** Indicar el que corresponda según conste en el Manual de Bienes de Uso, debe ser ingresado al emitir la SOM.
- **Denominación del Elemento:** Indicarlo en la forma más sintética posible.
- **Falla detectada:** Efectuar una descripción sintética de la falla o problemas encontrados y el correspondiente diagnóstico presuntivo de la reparación
- **Urgencia de reparación:** Al emitir la SOM se deberá colocar una (X) en el tipo que corresponda, según la siguiente clasificación, que debe ser tomada como ejemplo referencial.
CRITICO () Debe ser reparado instantáneamente.
URGENTE () Debe ser reparado en el día.
NORMAL () Debe ser reparado dentro de las 72 hs. de emitida la **SOM**
PROGRAMABLE () Puede ser incluido en un Programa de reparaciones, fijándose un plazo máximo de ejecución de la reparación de 7 (Siete) días a partir de la fecha de emisión de la **SOM**.

7.2.2. ANALISIS DE LOS DATOS DE LA ORDEN DE MANTENIMIENTO: a continuación procederemos a indicar alguno de los datos que en general encontraremos en una **OM**, indicándose en cada caso si el dato debe ser ingresado, quien debe ingresarlo y cuando el dato es asignado automáticamente.

- **Numeración de la OM:** Se asigna automáticamente al momento de emitirse.
- **Fecha de Emisión:** Se asigna automáticamente al momento de emitirse.

Los datos que figuran en la SOM deberán ser ingresados sólo en los casos en que el sistema de mantenimiento no se halle integrado al sistema de gestión de la empresa. Si existe integración, los datos aparecerán en la pantalla de emisión de la orden de mantenimiento OM.

SE INDICAN A CONTINUACION LOS DATOS QUE SE INGRESAN AL EMITIR LA OM

- **Especialidad conductora:** Colocar código según la asignación del mantenimiento de especialidad que se haya definido como conductor de la reparación, en general los siguientes datos se encuentran pre impresos en la OM
 - ✓ **Mantenimiento Mecánico (01)**
 - ✓ **Mantenimiento Eléctrico (02)**
 - ✓ **Mantenimiento Electrónico (03)**
 - ✓ **Mantenimiento de Instrumental (04)**
 - ✓ **Mantenimiento General (05)**
- **Especialidades intervinientes:** Colocar los códigos de todas las especialidades que intervienen excepto el de la conductora.

A CONTINUACIÓN SE CONSIGNARÁ POR CADA ESPECIALIDAD SIN DISTINCIÓN DE CONDUCTORA O INTERVINIENTE LOS SIGUIENTES DATOS:

- **Código de especialidad:**
- **Trabajos realizados:**
- **Equipamiento y Herramientas utilizadas:** Indicar para cada una de ellas Código: (XX..XX)
Tiempo de Utilización en Min:
- **Operarios Intervinientes:** Indicar para cada Operario Código de Operario: (XX...XXX) Tiempo Trabajado en Min:
- **Tiempo Total de Reparación:** Indicar para cada especialidad al final de los datos consignados precedentemente:
- **Inicio de actividades:** Fecha xx/xx/xx Hora: xx,xx

- **Fin de las actividades:** Fecha xx/xx/xx Hora: xx,xx
- **Total Trabajado:** Días (xxx) Horas (xx) Minutos (xx)

REPARACIONES REALIZADAS EN TALLERES: se consignará por cada TALLER interviniente los siguientes datos que se consideran los más importantes:

- **Código de Taller:** (XX..X)
- **Trabajos realizados:**
- **Máquinas, Equipos y Herramientas utilizadas:** Indicar para cada una de ellas Código: (XX..XX) Tiempo de Utilización en Min:
- **Operarios Intervinientes:** Indicar para cada Operario Código de Operario: (XX...XXX) Tiempo Trabajado en Min:
- **Tiempo de Reparación por Taller:** Indicar para cada Taller al final de los datos consignados precedentemente:
- **Inicio de actividades:** Fecha xx/xx/xx Hora: xx,xx
- **Fin de las actividades:** Fecha xx/xx/xx Hora: xx,xx
- **Total Trabajado por Taller:** Días (xxx) Horas (xx) Minutos (xx)

MATERIALES Y REPUESTOS UTILIZADOS: Se deben indicar los que han sido utilizados por Especialidad o Taller, indicando para cada uno de ellos, básicamente los siguientes datos:

- **Código de Especialidad o Taller:** (XX...X)
- **Código de Materiales o Repuestos:** (XX) (XX....X) En algunos casos los dos primeros dígitos indican la procedencia según el siguiente modelo
10 Material Nacional
11 Material Importado
20 Repuesto Nacional
21 Repuesto Importado
- **Denominación:**
- **Cantidad:**
- **Unidad:**

8. CONCLUSIONES:

Lo que se ha expuesto en el trabajo corresponde a los elementos básicos de un modelo de Sistema de Mantenimiento Industrial orientado mayoritariamente a satisfacer los requerimientos de las industrias de proceso continuo. Corresponde mencionar que por las limitaciones impuestas en la extensión del trabajo no se han desarrollado en el caso del Punto 6 las descripciones de las funciones representadas. Y aspectos tales como la sistematización de la programación del mantenimiento, la estructura del historial y su vinculación con el sistema de costos, correspondientes al Punto 7.

Con relación a la bibliografía que se cita en el resumen ha sido utilizada como referencia conceptual y no se han transcritos párrafos por lo que no se indican referencias en el tratamiento de los distintos temas.

Dr. Ing. Arturo J. Rodriguez Ponti

IAII
UTN BA