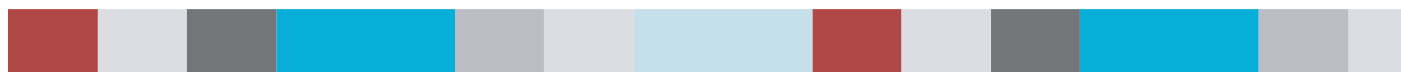
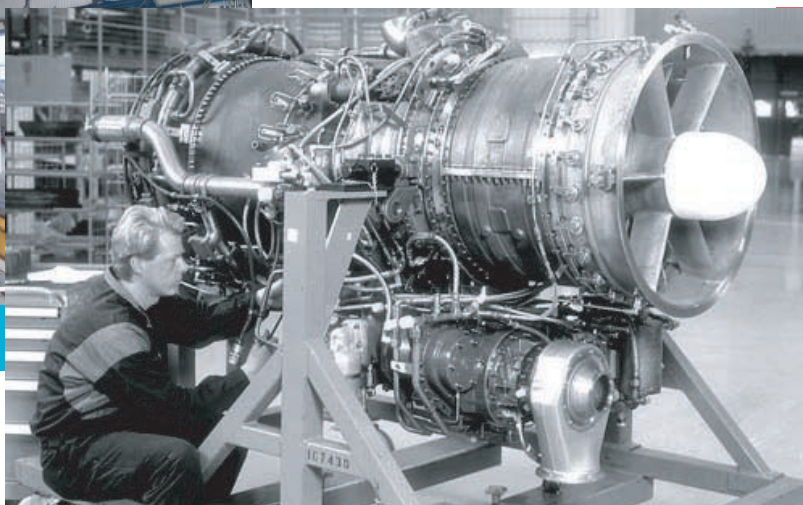


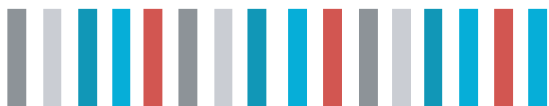


PMM Project

Magazine

Volumen III — ISSN 1887-018X





Carta del Editor

Reinventar tu negocio del Mantenimiento & Producción. “Convertir las amenazas en oportunidades”

Aplica tus conocimientos con las nuevas tecnologías y encontrarás que el mantenimiento es un centro de negocio.

Para rentabilizar la inversión en mantenimiento, las empresas deben reinventarse buscando un cruce de conocimientos. Esta estrategia consiste en aplicar la experiencia y las habilidades adquiridas en las áreas de mantenimiento, producción y en otros ámbitos completamente diferentes, para desarrollar nuevas estrategias, productos y servicios. Esta manera la pueden desarrollar especialmente, las empresas que operan en mercados relacionados con las tecnologías.



Dr. Luis Amendola en República Dominicana

Reinventar un producto buscándole nuevas aplicaciones permite explotar mejor los márgenes de beneficios, ampliando la cartera de clientes sin invertir grandes sumas en modificar los procesos productivos y automatizando la gestión del mantenimiento. Este cambio permitirá que su empresa se convierta en una de las más conocidas y rentables. Un cambio de este tipo se puede convertir, incluso, en la clave del éxito de un negocio; por ejemplo, para las pymes que pueden transformar el concepto de gestión, sin afectar su producto. Para ello es muy importante la incorporación de la tecnología de la información en los procesos de producción, mantenimiento y gestión de stock.

¿Es posible transformar una empresa a partir de un nuevo modelo de gestión de activos? “Sí”, Lo importante es que se trate de un modelo que ofrezca valor agregado a la empresa y a sus clientes. A nivel global los clientes no compran las cosas sólo porque sean innovadoras, sino porque le hacen la vida más fácil. Esta es la clave de muchas de las innovaciones que están basadas en pequeños cambios sobre las estrategias de mantenimiento y producción, ya existentes.

Dr. Luis José Amendola
Editor
PMM Institute for Learning
ESPAÑA

Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learning en Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.



Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learning en Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.

Consejo Editorial

PMM Project ISSN: 1887-018X

Editor:

Dr. Luis Amendola.

Asesor del PMM Institute for Learning, España.

Investigador de la Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Proyectos de Ingeniería.

Consultor Industrial en Europa, Iberoamérica y USA.

España.

e-mail: luigi@pmmlearning.com

Senior Editor:

Ing. MSc. Tibaire Depool.

Consulting & Coaching PMM Institute for Learning en Iberoamérica.

España.

e-mail: tibaire@pmmlearning.com

Editorial Board:

Dr. Francisco José Morant Anglada.

Catedrático de Universidad.

Investigador del Instituto de Automática Industrial.

Grupo de Supervisión y Diagnóstico de Automatismo y Sistema de Control.

Universidad Politécnica de Valencia.

España.

Editorial Board:

Dr. Ángel Sánchez.

Director del CEIM (Centro de Estudios de Ingeniería de Mantenimiento)

Asesor Industrial en América latina.

Cuba.

Editorial Board:

Ing. Víctor Ortiz.

Presidente de IPEMAN (Instituto Peruano de Mantenimiento), Lima.

Asesor de empresas.

Perú.

Editorial Board:

Dr. Rafael Lostado.

Director del Máster en Dirección y Administración de Proyectos.

Grupo de Investigación en Project Management, Instituto de Economía Internacional.

Universidad de Valencia.

España.

Editorial Board:

Ing. Lourival Tavares.

Ingeniero Electricista.

Gerente general de PTC — Planeamiento, Entrenamiento y Consultoría Ltda.

Fue Director nacional de ABRAMAN (Asociación Brasileña de Mantenimiento)

Brasil.

Graphic Designer:

Lcda. Yannella Amendola.

Licenciada en Investigación y Técnicas de Mercado, Ingeniero en Diseño Industrial.

Asesor de Diseño PMM Institute for Learning.

Austria.



Colaboraciones

La Revista está abierta a colaboraciones en sus diferentes secciones. Las colaboraciones habrán de enviarse por medio electrónico (e-mail) en formato Microsoft Word. La extensión de los artículos no sobrepasará los cinco folios A4 a doble espacio, y de contener notas, éstas irán al final del trabajo sin usar mecanismos de procesador de texto o inserción automática de notas.

Las lenguas oficiales de la Revista son las de la Unión Europea. En caso de utilización de una lengua distinta del castellano será necesaria la inclusión de un resumen de 300 palabras del estudio en cualquiera de las otras lenguas oficiales de la Unión Europea.

Las colaboraciones y correspondencia serán enviadas a la atención:



Dr. Luis Amendola: luigi@pmmlearning.com

Ing. Msc. Tibaïre Depool: tibaïre@pmmlearning.com

ISSN 1887-018X

Ministerio de Cultura, España

Centro Nacional Español de ISSN

Octubre, 2006



Sumario

- 06** **Asset Management**
Centros de Conocimientos aplicados a la Gestión Integral
- 11** **Diagnóstico**
Desgastes en Engranajes causado por Aceites contaminados
- 15** **Asset Management**
Mantenimiento Esbelto para una Planta Confiable
- 24** **Asset Management**
Estrategias de Confiabilidad en los Procesos de Paradas de Planta



Interview

José María Borda Elejabarrieta , SISTEPLANT

31

Presencia Global

PMM Institute for Learning en Iberoamérica

33

Valencia te espera...

Participa en nuestro Programa de Formación 2007

34

IX Congreso de Confiabilidad

Asociación Española para la Calidad

Comité de Confiabilidad

Navarra – España

34





Asset Management

Centros de Conocimientos aplicados a la Gestión Integral

Alarcón. C, Gutiérrez. F, Cervený M.

Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learning en Iberoamérica.
- Partidpa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.

Resumen

El mantenimiento moderno es una herramienta de mejoramiento continuo, donde la optimización de los procesos afecta la producción. El conocimiento de los procesos es una herramienta difícil de gestionar. El proceso de cambio de un contrato tradicional de mantenimiento en uno Full Service® (ABB), debe contar con la participación de todos los niveles organizacionales, gestionando siempre, la mejor administración del conocimiento.

La metodología de aplicación está constituida por un comité interno de cada contrato, que con el apoyo del cliente desarrolla mejoras, a través de la recopilación y almacenamiento de las experiencias, como su documentación técnica y su actualización. De la misma forma trabajar en el análisis de problemas crónicos en el Mantenimiento, mejorando los procesos de trabajo.

Las herramientas con las que cuentan los centros del conocimiento son:

- Plan de Ideas y Mejoras, Fuentes Generadoras del Conocimiento. Concursos internos que permiten conducir todas las mejoras observadas por los trabajadores.
- Administrador Documental: procedimientos, instructivos, manuales, informes técnicos.
- Ingeniería: Incluye la elaboración de los planes de mantenimiento, RCM, el análisis Causa Raíz (RCA) y las modificaciones de los Procedimientos de trabajo.
- Portales ABB: Knowledge portal base de datos con las experiencias de ABB en todo el mundo

Este valor agregado generado por el centro, desarrolla aportes directamente ligados para minimizar las pérdidas. Evaluar constantemente los costos operacionales, optimizar los tiempos y los recursos aplicados, teniendo siempre en consideración las implicancias en seguridad y medio ambiente.

Palabras claves: Knowledge portal, Mejoras, Procedimientos de trabajo, Facilitador

Introducción

Afines del 2005, ABB compró el 70% de CMS, mientras que el 30% restante permaneció en manos de Codelco, que hasta entonces era propietario del total de la compañía.

Con 50 años de presencia en Chile (y más de 125 años en el mundo), además de un claro liderazgo a nivel mundial en los rubros de tecnologías de automatización, electricidad y servicios, el grupo ABB -gigante tecnológico global de origen suizo y sueco, con operaciones en más de 100 países- fue uno de los primeros interesados en asociarse con Codelco, por las claras complementariedades que presentaban ambos gigantes. Para ello, ABB contaba con tecnologías y procedimientos de última generación, modelos de negocios de punta, y la vasta experiencia mundial de su división APS (ABB Performance Services) en la prestación de servicios de mantenimiento a operaciones y faenas industriales y, por cierto, mineras.



project & maintenance management

Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learning en Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.

De este modo, los ejecutivos de ABB evaluaron una serie de complementariedades que hacían atractivo sumar las capacidades de APS a las de CMS. Por un lado estaba la necesidad de tecnología de punta y global por parte de Codelco y el conocimiento que el gigante minero tenía de la importancia que ABB le estaba dando a la prestación de servicios. Por otro lado, ABB con 50 años de presencia en Chile y una participación relevante en la industria de la gran minería, había definido expandir su negocio local en el país, mediante la prestación de servicios y gestión de activos, a través de su división APS.

Una de las grandes diferencias en esta nueva CMS Performance Services, es la conformación del Área de Ingeniería de Mantenimiento, la cual provee de soporte a los actuales contratos que CMS mantiene.

Dentro de las misiones que Ingeniería posee debe homologar la gestión administrativa de los contratos vigentes de CMS a los estándares ABB, para lo cual se utiliza la herramienta de gestión MMMP (Maintenance Management Master Plan), ejecución realizada en la totalidad de los contratos CMS.

Así mismo dar valor agregado a los contratos actuales a través de la complementación entre las experiencias internas entre las experiencias internas de CMS en sus contratos y la experiencia externa de ABB en el resto del mundo. ¿Cómo lograrlo?... Creando Centros del Conocimiento que permitan la recopilación y almacenamiento de las experiencias de cada contrato y a su vez les permita extraer conocimientos útiles de otros contratos y de la experiencia de ABB en el mundo.

Metodología

Al pensar en un centro de Conocimiento se le puede relacionar con una biblioteca clasificada de la información, de todas las ocurrencias y sistemas de control de un Contrato de Mantenimiento; este solo es uno de los parámetros de manejo de la información del Conocimiento.

El Centro del Conocimiento representa una gran oportunidad desde el mundo ABB, traspasada a la nueva CMS. Físicamente, el Centro es una sala con una mesa de reunión, sillas, armarios con libros y catálogos, más un computador conectado a Internet.

Sin embargo, el mayor aporte no es físico sino virtual. Debido a que acerca la experiencia de ABB en el mundo de la mantención a los contratos actuales que CMS tiene vigentes.

El desarrollo de estos centros tiene como finalidad permitir el desarrollo personal y profesional de los miembros de la empresa, abrir un mundo de conocimientos y posibilidades de investigación. Lograr una sinergia entre las partes de la empresa. Poder aportar directamente en generar el valor agregado y mejorar los procedimientos de trabajo.

Los resultados de este proyecto de tener un sistema estructurado orientado a las áreas de trabajo, aportan nuevos conocimientos, y evitan la pérdida de la información que ya existe en el interior de los contratos. Genera programas de aprendizaje para los integrantes de la empresa. Este valor agregado generado por el centro, desarrolla aportes directamente ligados con minimizar las pérdidas. Evaluar constantemente los costos operacionales, optimizar los tiempos y los recursos aplicados, teniendo siempre en consideración las implicaciones en la seguridad y el medio ambiente. La aplicación del desarrollo de actividades y trabajos se debe orientar con los facilitadores de los Centros del Conocimiento en las faenas. Los cuales apoyan la elaboración de mejoras al centro. Los métodos de aporte de los encargados serán orientados en las técnicas de entrega de mapas conceptuales para la solución de problemas.

Cada centro de Conocimiento está enlazado con el Knowledge Portal de ABB, y la página local de ABB Chile, lo que se traduce en la conexión desde los contratos de Mantenimiento que cuenta CMS a lo largo de Chile, con el resto de contratos de Mantenimiento en todo el mundo en donde ABB ha desarrollado y está desarrollando la gestión de mantención basada en desempeño.

**Sumario:**

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learningen Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.

Implementación y Operación De Centros Del Conocimiento En Faenas.

En el año 2006 se implementaron cinco (5) Centros del Conocimiento en una totalidad de nueve (9) contratos de CMS Performance Service. En el norte de Chile se encuentran los Centros operando en los siguientes contratos: Radomiro Tomic, Chuquicamata y contrato El Abra. En la zona centro, en los contratos Colón y Sewell.

La fase inicial en un Centro de Conocimiento es construir dentro de las instalaciones de trabajo una sala exclusiva, denominada "Sala del Conocimiento". Las dimensiones deben estar acordes con la cantidad de personas que la frecuentarán. Se encuentra identificada externamente, e internamente debe contar con un Computador enlazado con el archivo técnico de la compañía y en Línea con los restos de las otras sedes de la empresa.

Existe un Facilitador de los Centros de Conocimiento, el cual cumple con los siguientes puntos:

- Estar dentro de la Línea de Supervisión directa al personal.
- Conocer los Procedimientos de Trabajos de los equipos que conforman la Compañía.
- Dar apoyo constante a los equipos de trabajo que participen con ideas y mejoras, como proyectos.



Figura 1 Centro Del Conocimiento Zona Norte

Dentro del mismo ámbito, el Facilitador debe ser el responsable de entregar y definir en cada Proyecto, lo siguiente:

- Estar en contacto permanente con los productos que se están el Portal en Línea. (Knowledge portal).
- Entregar la herramientas necesarias para el desarrollo de los Proyectos.
- Realizar el seguimiento a la actualización de los procedimientos de trabajo en base a las mejoras implementadas.

Siempre será importante considerar el hecho que no está incluida dentro de las funciones del Facilitador el desarrollo de Proyectos, Dada su experiencia y el conocimiento operativo que tendrá de los equipos solo será un aporte orientador a las necesidades presentadas en cada proyecto. Existe una serie de herramientas de apoyo al desarrollo de cada Proyecto, las cuales deben adaptarse según la necesidad. Las herramientas de apoyo existen para la implementación, se describen a continuación:

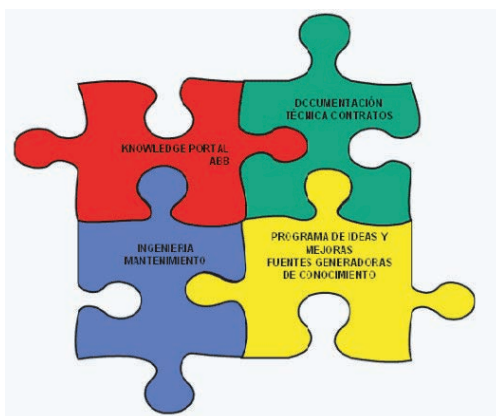


Figura 2 Herramientas Centros Del Conocimiento

Knowledge Portal ABB

Knowledge portal ABB es una herramienta del inside mundial de ABB, la cual conecta en este contexto a los contratos CMS con el mundo ABB, no tan sólo local sino alrededor del mundo en donde ABB posee sus contratos de Mantenimiento. La información es posible ubicarla según la nación en que fue desarrollada, el tipo de equipo al cual fue aplicado, la directriz principal de enfoque del proyecto.

Todo trabajador puede visitar el Centro y hacer uso de él, en este sentido el facilitador actúa como puente entre el portal y el personal del contrato.



Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learning en Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.

Programa de Ideas y Mejoras (PIM) y Fuentes Generadoras del Conocimiento (FGC)

El Programa de Ideas y Mejoras es un producto interno enlazado directamente en los Centros de Conocimiento. Tiene como objetivos Principales la estimulación de Ideas de mejoras productivas y operativas dentro de los empleados de la Compañía. Motivar a los empleados y reconocer su aporte de ideas. Los proyectos que se desarrollan dentro de este producto son premiados con valores acordes definidos por la dirección de la empresa.

En él se incluye al facilitador de los Centros de Conocimiento, quien participa directamente en canalizar las ideas o Propuestas de Mejora. Para que el comité evaluador defina y clasifique las ideas presentadas.

Su metodología de aplicación es similar. El valor agregado de los proyectos que el FGC genera tendrán un aporte directo en aumentar el OEE (Overall Equipment Effectiveness) de los contratos mineros por lo tanto su desarrollo debe estar orientado por los niveles jerárquicos superiores, para obtener mejores resultados.

Documentación Técnica En Los Contratos

Cada contrato posee su documentación técnica (procedimientos de trabajo, instructivos, planes de mantenimiento). Esta fuente de experiencia es almacenada en una base documental local, en la cual son registradas además, las mejoras obtenidas a través de los concursos internos, siendo útil también como intercambio de las mejoras prácticas entre los contratos.

Ingeniería de Mantenimiento

Los aportes de la Ingeniería de Mantenimiento en el Proceso se enfocan como un ente ontológico de los Centros de Conocimiento. El aporte de esta unidad será el de adaptar toda las metodologías y herramientas entregadas para dirigir al comité de Aplicación de los Centros y obtener resultados de mejoramiento en la estructura operativa de la empresa de Mantenimiento.

El comité deberá junto con la Ingeniería de Mantenimiento ser el encargado de generar los planes de mantenimiento orientados en el Método RCM, Realizar el análisis causa Raíz de la fallas críticas de los equipos utilizando el método RCA, Mejorar los Procedimientos técnicos de las actividades entre otras cosas. Se contempla dentro de esto el apoyo en el desarrollo e implementación de MMMP, ítems incluidos como mejora continua.

Resultados y Discusión

Como resultado importante podemos mencionar que existen en la actualidad 5 centros del conocimiento implementados en la zona norte en las faenas de Radomiro Tomic, El Abra y Chuquicamata y en la zona centro, Colón y Sewell, Desarrollándose un programa de capacitación para el comité de los centros de modo de fortalecer los conocimientos de los grupos de trabajo que deberán analizar los problemas crónicos.



Figura 3 Premiación Ideas y Mejoras Contrato Colón



Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learningen Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.

Es necesario mencionar que esta buena práctica ha despertado el interés del cliente, el cual ha realizado visitas, adicionales a las invitaciones por parte de la empresa, a los centros plasmando su interés en las actividades que se desarrollan en los centros.

En el mes de Diciembre del año 2006, se realiza premiación del programa de Ideas y Mejoras (PIM) a los trabajadores del contrato Colón, en la zona centro en donde las Ideas premiadas durante este mes fueron las siguientes: "Modificación de Fijación de Escalas de Seguridad y Fabricación de tapa abatible para buzones de alimentación de Molinos Sag".

Es necesario mencionar que la revisión de las Ideas generadas se realiza en forma mensual que contempla un reconocimiento, y además actúa como una cuenta personal para cada trabajador, la cual es revisada al finalizar un período de 1 año, es decir un trabajador tiene la opción de participar más de una vez en la implementación de Ideas y Mejoras para su contrato.

Referencias:

[ABB Service Worldwide proprietary], ABB Full Service ® Implementation Guide, volume 1, 2000, pp 145, 164.

[5FCL-APSIDM-PA-001] Procedimiento Fuentes Generadoras del Conocimiento.

[5FCL-APSIDM-PA-003] Procedimiento Centros Del Conocimiento



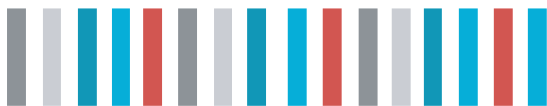
Maximiliano de Oliveira Cervený
Ingeniero Especialista Senior
Ingeniero de Mantenimiento
Gerente de Ingeniería de Mantenimiento
Responsable por:
MMMP
Health Assessment &
Turnaround management



Claudia Alarcón Soto
Ingeniero de Mantenimiento
Responsable por:
Plant Performance
Gestión Información
Centros del Conocimiento
zona centro



Felipe Gutiérrez Ahumada
Ingeniero de Mantenimiento
Responsable por:
CMMS
Plant Performance
Centros del Conocimiento
zona norte



Diagnóstico

Desgastes en Engranajes causado por Aceites contaminados — Parte I

Piña, J. L.

Resumen

Addendum: zona de diente entre primitivo y cabeza.

Dedendum: zona de diente entre primitivo y pie.

Lubricidad: definida como la propiedad de un lubricante que reduce la fricción.

Gripado: tipo de desgaste que se caracteriza por rugosidades en bandas según el sentido de deslizamiento.

Flushing: limpieza mediante aceite a presión y velocidad.

Introducción

El diagnóstico y la prevención del desgaste y otras anomalías superficiales en los dientes de engranajes y rodamientos, requiere el descubrimiento y la comprensión del mecanismo particular de desgaste, el que, a su vez, señala el mejor método de prevención.

Dado que una caja de engranajes es un mecanismo dependiente tribológicamente, es esencial para este proceso tener alguna comprensión de la tribología de engranajes y rodamientos. La Tribología es el término general que define el estudio y la práctica de la lubricación, la fricción y el desgaste. Si la tribología es ignorada o considerada insignificante, se tendrán por resultados baja confiabilidad y corta vida. Una de las causas más comunes en los problemas de desgaste en la práctica industrial es la contaminación en el aceite.

Modos de lubricación en una Caja de Engranajes

Todos los tipos de engranajes y sus cojinetes utilizan los tres modos de lubricación siguientes:

La Lubricación Hidrodinámica (HDL) existe cuando una película de gas o líquido separa las superficies en movimiento, evitando el contacto sólido a sólido. HDL es el régimen de lubricación más deseable porque la fricción es baja y el desgaste puede ser extremadamente bajo. En los engranajes, ello ocurre siempre que el deslizamiento de los dientes engranantes, especialmente por encima o por debajo de la línea primitiva, permiten la formación de una cuña de aceite que pueda separar completamente los flancos activos. Los cojinetes de contacto plano en cajas de engranajes también operan en régimen HDL.

La propiedad primaria del aceite en el régimen HDL es su viscosidad. El espesor de la película de aceite debe ser mayor que la suma de las rugosidades superficiales para minimizar el desgaste. Una regla empírica para aplicar aquí es que el espesor de la película de aceite resulta proporcional a la raíz cuadrada de su viscosidad. Por ejemplo, si la viscosidad del aceite de engranaje se incrementa de ISO VG 150 a ISO VG 320, el espesor de película será aumentado un 46% para una carga y una velocidad de deslizamiento dadas. Es importante notar que en los engranajes rectos, no se propende a la formación del régimen HDL dada la reversión automática del sentido de los deslizamientos sobre el addendum y el dedendum.

La Lubricación elastohidrodinámica (EHL) implica que una película de aceite completa es formada entre las superficies en movimiento, las que resultan deformadas elásticamente. Ello ocurre en contactos concentrados, tal como el de rodadura en la línea primitiva de los engranajes. Los metales en la línea de contacto se deforman elásticamente, y el aceite atrapado entre ellos es sometido a presiones Hertzianas extremadamente altas. La viscosidad del aceite se incrementa con altas presiones en varios órdenes de magnitud. Por ejemplo, un aceite mineral con una viscosidad de 15 cSt a presión atmosférica puede llegar a 100 000 cSt a una presión de 970 Mpa. El aceite puede ser considerado un sólido durante el corto tiempo que se encuentre a esa presión. El coeficiente presión-viscosidad es una medida del cambio.

Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learningen Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.



Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learningen Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.

Como resultado de la combinación de deformación elástica y alta viscosidad, una película extremadamente fina de aceite separa completamente las superficies y evita el contacto metal - metal. El régimen EHL también se presenta entre los cuerpos rodantes de los cojinetes antifricción y sus anillos de rodadura.

Para el régimen EHL, la viscosidad del aceite a presión atmosférica es todavía importante para arrastrar el lubricante hacia el contacto.

La teoría EHL fue desarrollada por los tribologistas ingleses Dowson y Higginson para tratar de comprender el desgaste de engranajes nulo en una caja antigua que había operado durante 30 años. Ellos desarrollaron una ecuación para el cálculo del espesor mínimo de película de aceite entre dientes de engranajes. La norma ANSI/AGMA 2101-C95 [1] presenta una actualización de la misma.

Espesor central de película lubricante:

$$h_c = 1.37 * 10^{-4} * \frac{\alpha^{0.56} * (\mu_0 * V_e)^{0.69} * \rho n^{0.41}}{(X_r * w_n)^{0.10} Er^{0.03}} \quad (1)$$

El espesor específico de película está dado por:

$$\lambda = \frac{h_c}{\sigma} * \left(\frac{L}{2 * b_H} \right)^{0.3} * 10^{-3} \quad (2)$$

Donde:

σ = rugosidad superficial compuesta, RMS, en mm

μ_0 = viscosidad absoluta, en cP (10-3 N.s/m2)

ρ = coeficiente presión-viscosidad, (mm2/N). Tiene un rango que varía desde $\approx 0,725 \times 10^{-2}$ hasta $\approx 2,9 \times 10^{-2}$ para aceites de base mineral típicos de engranajes.

Er = módulo de elasticidad reducido (N/mm2), dado por:

n = radio de curvatura relativo normal (mm)

V_e = velocidad de arrastre (m/s)

W_n = carga unitaria normal (N/mm)

X_r = factor de repartición de carga (adimensional) entre pares de dientes sucesivos. Rango desde 0 (en caso de alivios de pie y/o cabeza) a 1 (en zona de contacto doble).

L = es la longitud de onda del filtro usado en la medición de rugosidades (mm). Valor usual: 0,8 mm.

b_H = semiancho de la banda de contacto de Hertz (mm)

La Lubricación Límite (LL) sobreviene cuando fallan los regímenes HDL y EHL, y tiene lugar un contacto metal-metal, tal como la porción superior del addendum del diente de un engranaje recto desliza contra la porción inferior del dedendum del diente coengranante. El régimen LL también sucede durante un arranque, una parada, a altas cargas y altas temperaturas y en pares sinfín - corona. La propiedad importante para el régimen LL es la presencia de aditivos anti-desgaste y anti-gripado solubles en el aceite, los cuales reaccionan con la superficie del metal para formar una película fina y tenaz que reduce el contacto metal-metal.

En pares sinfín - corona, que se asemejan a la rosca de un tornillo con un deslizamiento continuo, son requeridos aditivos de lubricidad para reducir la fricción. La lubricidad es definida como la propiedad de un lubricante que reduce la fricción. Un aceite con buena lubricidad también mejora la eficiencia de la caja de engranajes.

Lubricación Mixta: los regímenes HDL, EHL y LL pueden no producirse idealmente y en forma aislada en engranajes, sino en una condición mixta. Durante el engrane de un par de dientes, los tres mecanismos de lubricación pueden ocurrir consecutiva o simultáneamente. Desafortunadamente, el mecanismo de lubricación ideal falla con frecuencia y permite un alto desgaste.

Detección del aceite contaminado

El grado de contaminación y los tipos de contaminantes son usualmente determinados por un análisis de aceite en laboratorio. Sin embargo, una idea general de la contaminación puede ser obtenida en el sitio usando un proceso simple.

Colecte el aceite en una botella de vidrio limpia, alta y delgada (p. ej.: una de capacidad 50 cm3 es aproximadamente correcto).

Mire el aceite con una luz brillante. Si su aspecto fuera nebuloso probablemente esté contaminado con agua.

Huela el aceite. Si tuviese un mal olor comparado con un aceite fresco, probablemente esté oxidado.

Ahora retire la botella por lo menos dos días y permita que los contaminantes decanten; luego examine el material en el fondo. Pueden estar presentes fragmentos de desgaste metálico y si fueran ferrosos, se moverán con un imán.

**Sumario:**

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learning en Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.

El agua puede formar una capa clara; en el fondo también puede haber arena y arcilla pero no se moverán con un imán.

Para tener una mejor visión, vuelque cuidadosamente la mayor parte del aceite que se encuentra por encima de los contaminantes, agregue thinner limpio, agítelo y permita que los contaminantes decanten nuevamente. Cualquier fragmento magnético visible, arena o agua constituyen malas noticias.

Reducción de la contaminación

La contaminación puede ser reducida y el aceite limpiado siguiendo algunos procedimientos simples.

- Cambie el aceite usado frecuentemente.
- Filtre el aceite en un sistema de circulación mediante un filtro de flujo completo, de 3 a 22 μm , dependiendo de la viscosidad del lubricante, y reduzca el ingreso de suciedad y agua por medio de una unidad de venteo con poro 3 μm "absolutos" en aire (mínimo).
- Antes de operar una caja de engranajes nueva, limpie los engranajes y la caja eliminando todas las virutas de fabricación mediante un flushing vigoroso. En las cajas de engranajes nuevas son encontradas, muchas veces, virutas de rectificado y mecanizado, salpicaduras de soldadura, arena proveniente de un arenado, granalla metálica, abrasivo de rectificado, tal como carburo de silicio, escamas de pintura y fibras.
- Limpie y arme la caja de engranajes en un ambiente limpio y dedicado, no en un taller sucio.
- Filtre el aceite fresco a medida que es cargado en la caja de engranajes.

Este tipo de práctica simple, básica, reducirá fuertemente el riesgo de contaminación del lubricante y consecuentemente el desgaste y falla de los engranajes.

Anomalías superficiales en dientes de engranajes

La Norma AGMA [2] y otros trabajos [3] describen los numerosos tipos de fallas de dientes de engranajes. La Tabla 2 muestra una lista de los mecanismos de anomalías superficiales más comunes referidos a lubricantes contaminados.

Engranajes	
Desgaste por abrasión.	
Desgaste por adhesión.	
Desgaste por pulido.	
Fatiga de contacto.	
Gripado - Engranadura.	
Cojinetes	
Tipo Antifricción	Desgaste por abrasión.
	Desgaste por adhesión.
	Corrosión por fricción.
	Fatiga de contacto
	Hendiduras e indentaciones.
Tipo Contacto Plano	Barrido o arrastre del recubrimiento
	Exceso de Recubrimiento
	Corrosión

Tabla 1 - Anomalías superficiales más comunes en Engranajes y Cojinetes ligadas a lubricantes contaminados

**Sumario:**

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learning en Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.

Anomalías superficiales causadas por lubricante contaminado

Algunos autores^[3] estiman que la contaminación del lubricante es responsable de aproximadamente el 80% del desgaste y otras anomalías superficiales en los dentados de engranajes y del deterioro de cojinetes. Por lo tanto, para una mayor confiabilidad y larga vida se debe mantener el aceite limpio y seco.

Los contaminantes en una máquina lubricada pueden provenir del aceite fresco o del interior de una máquina nueva, ser generados por el sistema durante la marcha o ingresados desde una fuente externa.

A continuación se exponen las clases más importantes de contaminación de aceite y los tipos de anomalías superficiales de dientes de engranajes y cojinetes que pueden causar.

- **Ingreso de suciedad:**
Cualquier sólido interfiere contra la formación de la película de aceite.
Las partículas duras causan abrasión.
Las partículas finas causan desgaste por pulido.
La suciedad causa indentaciones en los cuerpos rodantes de un cojinete, conduciendo a una falla de fatiga.
- **Agua:**
Interfiere con la formación de la película de aceite.
Provoca herrumbre.
Degrada el aceite actuando como un catalizador para la oxidación.
- **Virutas de fabricación:**
Es similar al ingreso de suciedad, además las virutas metálicas puentean la película de aceite e inician el gripado o engranadura.
- **Químicos:**
Provocan corrosión y degradación del aceite.
- **Partículas de desgaste:**
La acumulación de partículas de desgaste engranajes promueve la degradación del aceite.
Las partículas de desgaste se incrustan en los cojinetes con babbitt y destruyen su superficie.
- **Aceite incorrecto:**
Si la viscosidad es demasiado baja, la película de aceite es demasiado fina.
Si la viscosidad es demasiado alta, decrece la eficiencia de la caja de engranajes.
Si los aditivos son demasiado activos químicamente, darán como resultado corrosión y pulido de desgaste.
Si los aditivos no son químicamente activos lo suficiente, el riesgo de gripado se incrementa.

Referencias:

- [1] Norma ANSI/AGMA 2101-C95: "Fundamental Rating Factors and Calculation Methods for Involute Spur and Helical Gear Teeth".
[2] Norma ANSI/AGMA 1010-E95: "Appearance of Gear Teeth - Terminology of Wear and Failure".
[3] D. Godfrey: "Gear wear caused by contaminated oil" *Gear Technology*, Sept-Oct '96, págs. 45 a 49.



José Luis Piña. Ingeniero Mecánico egresado de la Universidad Nacional de Buenos Aires en 1974, actualmente se desempeña como Director General del ESTUDIO. Posee dedicación exclusiva a la Asistencia Técnica en Transmisiones Mecánicas para Servicios de Cálculo y Proyecto, Reingeniería de Partes y Conjuntos, Diagnósticos, Peridas Técnicas, Controles y Reparaciones "in situ", Seguimientos de Fabricación y Garantía de Calidad y Cursos de Capacitación en industrias siderúrgica, laminadora, aluminio, metalúrgica, cementera, petroquímica, aceitera, caucho, terminales cerealeras.,



Asset Management

Mantenimiento Esbelto para una Planta Confiable

Gerardo Trujillo.

Todos los días hay más plantas de manufactura en el mundo descubriendo el enorme potencial que representan las inversiones en confiabilidad y reconociendo la necesidad de implementar programas de Mantenimiento congruentes con sus programas de Manufactura Esbelta, que garanticen la confiabilidad de la planta. Un programa de mantenimiento esbelto puede ayudar a la planta a reducir el desperdicio relacionado con acciones de mantenimiento, refacciones, movimientos, procedimientos y equipo redundante.

Aprovechando la Capacidad Oculta de la Planta

Hace algunos años, los precios de venta de los productos se calculaban a partir del precio de fabricación, al cual se le añadía la utilidad deseada. En nuestro entorno actual de economía global, esta fórmula ha cambiado. Los precios de venta son ahora establecidos por el mercado y las utilidades de la empresa se calculan restando al precio de venta el costo de fabricación. Obviamente, quienes tengan un menor precio de fabricación, tendrán la oportunidad de mantenerse en el mercado con utilidades razonables.

La capacidad máxima de producción de una planta es un concepto teórico que consiste en la cantidad de producto que podría producirse si la planta trabajara sin detenerse. A esta capacidad máxima de producción se le resta la producción no efectuada por:

- Paros programados de mantenimiento
- Paros no programados de mantenimiento
- Ajustes de procesos y operación
- Producto fuera de especificación

El resultante, es la capacidad de producción real. Vea Fig.1. Las estrategias actuales de manufactura esbelta se concentran en los dos últimos puntos, mientras que a mantenimiento esbelto le corresponderían los dos primeros.



Figura 1. Elementos que afectan la capacidad de producción

Referencias: Mitchel, Drew Troyer – Proviene del curso "Effective Plant Reliability Management", adaptación para el artículo por GT. Gráfico propiedad de Noria.



Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para una Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learning en Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.

La Manufactura Esbelta nació en Japón y fue concebida por los grandes gurús del Sistema de Producción Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyoda, entre otros. Manufactura Esbelta proporciona a las empresas de manufactura herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige alta calidad, entrega justo a tiempo y un menor precio, a la vez que les permite conservar o incluso mejorar sus utilidades.

El pensamiento esbelto, aplicado a la manufactura y al mantenimiento, implica eliminar aquellas acciones, inversiones y operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos. La reducción de desperdicios, el respeto por el trabajador, y la mejora consistente de las operaciones y la calidad, han demostrado su eficiencia y producen grandes beneficios a las organizaciones que lo implementan. Vea Fig.2

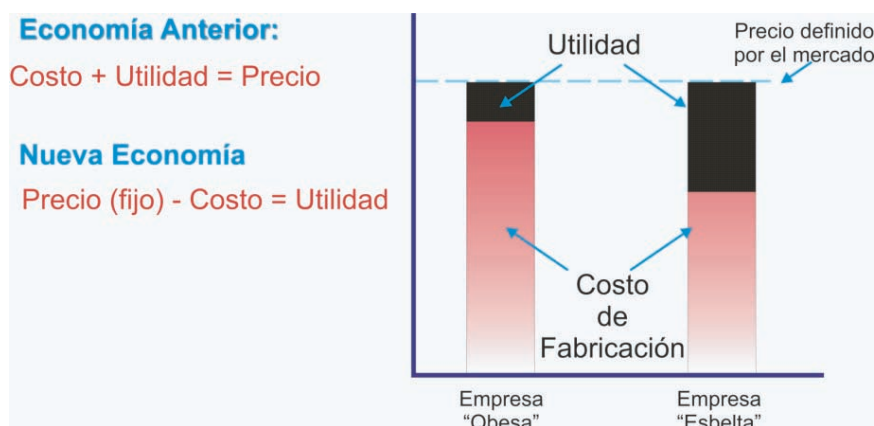


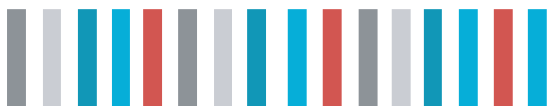
Figura 2. Beneficios de una empresa "esbelta"

Referencias: P. Dennis, Drew Troyer – Proviene del curso "Effective Plant Reliability Management".
Gráfico propiedad de Noria.

Manufactura Esbelta Requiere Alta Confiabilidad

Todas las iniciativas relacionadas con Manufactura Esbelta (Seis Sigma, Círculos de Calidad, Optimización de la Cadena de Abasto, Diseño esbelto, TPM, 5S, A3, etc.) dependen, de alguna manera, de la confiabilidad, estabilidad y disponibilidad de los activos físicos de la planta.

Cuando una planta implementa el pensamiento esbelto removiendo el desperdicio de operaciones, eliminando equipos redundantes, disminuyendo los niveles de inventario de partes y repuestos, reduciendo personal, limitando la disponibilidad de los equipos para efectuar el mantenimiento y, en consecuencia, disminuyendo la flexibilidad de la planta; es evidente que los activos poco confiables generarán altas pérdidas de producción e impedirán, momentáneamente, el logro de los objetivos de la empresa. En ocasiones, una pobre confiabilidad puede provocar el fracaso de las iniciativas de manufactura esbelta.



Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learning en Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.

Aplicando el pensamiento esbelto al mantenimiento, podemos claramente identificar que las siete formas comunes de desperdicio analizadas en manufactura esbelta tienen su analogía y su área de oportunidad en la parte de mantenimiento:

1. Sobre-mantenimiento
2. Tiempo en espera
3. Exceso de personal
4. Excesivo inventario
5. Defectos
6. Procedimientos
7. Redundancia

El análisis a continuación, pretende identificar las áreas de desperdicio y proponer un enfoque de pensamiento esbelto, que permita incrementar la confiabilidad y a la vez reducir el desperdicio. Vea Fig. 3



Figura 3. Áreas de desperdicio para aplicar el Pensamiento Esbelto en Mantenimiento

Referencia: J. Liker, Drew Troyer.

Sobre-mantenimiento (Mantenimiento Excesivo)

Muchas plantas establecen tareas de reconstrucción y cambio de partes basadas en tiempo. Los tiempos de paro programado y no programado restan minutos a la producción y disminuyen la entrega, costando no sólo las tareas de mantenimiento y reconstrucción, sino la producción perdida. Otro factor a considerar es que, posteriormente a un paro o a una intervención de mantenimiento, las probabilidades de falla son mayores. Desafortunadamente, muchos hemos sufrido en carne propia la teoría de la "Mortalidad Infantil", ocasionada por la introducción de defectos en el proceso de reparación o mantenimiento. El viejo dicho "si no ha fallado, déjalo como está" resulta muy acertado.

Todo tiene que ver con identificar los modos o patrones de falla de la maquinaria. De acuerdo con el libro de RCM II de John Moubray, hay seis patrones de falla de la maquinaria. Tres de ellos siguen el patrón de desgaste por tiempo, pero sólo incluyen al 11% del equipo de una planta.



Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learning en Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.

Dos de los patrones de falla siguen el patrón de “mortalidad infantil” pero afectan al 72% de las máquinas (por supuesto que estos números varían por tipo de industria). Haciendo mantenimiento preventivo (reparaciones o reemplazos basados en tiempo), sólo podemos beneficiar al 11% de la maquinaria, pero introducimos el riesgo de mortalidad infantil al 72% de la planta. En resumen, con estas tareas de mantenimiento preventivo estamos haciendo más mal que bien a nuestra planta.

Efectuando una cuidadosa revisión y análisis de las tareas actuales de Mantenimiento Preventivo (MP), podemos darnos cuenta que varias de ellas no cuentan con fundamento técnico que soporte su ejecución o frecuencia. Muchas de esas tareas simplemente se hacen por que siempre han estado en el programa o manual de mantenimiento y se siguen haciendo como una tradición o costumbre. En ocasiones, el programa de MP ha sido modificado, incrementando la frecuencia de las tareas para reducir la frecuencia de fallas inesperadas (conviviendo con el problema), o añadiendo nuevas tareas con la intención de mitigar sus efectos. Es común que una falla frecuente de un rodamiento (digamos anual) sea “resuelta” estableciendo una tarea de cambio de ese rodamiento a los 10 meses, sin haber antes efectuado un análisis proactivo de identificación de la causa de la falla para eliminarla y de esa manera ampliar la vida del rodamiento.

En una planta promedio, cerca de un 30% de las tareas de mantenimiento preventivo son, en realidad, un desperdicio y deben ser eliminadas. Analice cuidadosamente cada tarea de mantenimiento preventivo que realice en su planta. Si la tarea le ayuda a tener una mejor capacidad de fabricación, entonces consérvela. Si la respuesta es no, ¡simplemente elimínala! El resultado de su análisis le proporcionará recursos adicionales (tiempo, mano de obra, refacciones, etc.), que ahora podrán ser utilizados en tareas proactivas (eliminación de la causa de falla) y preventivas que realmente aporten valor.

Las empresas de clase mundial, presentan programas de mantenimiento donde las tareas predictivas y de monitoreo de condición son predominantes. Menos del 25% de los equipos son cubiertos por tareas invasivas de mantenimiento basadas en tiempo (preventivas). Vea Fig. 4

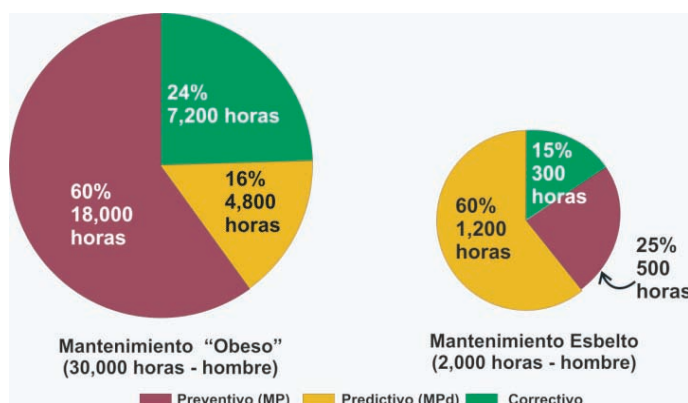


Fig. 4 Distribución de las tareas de mantenimiento

Referencia: Allied Services, Drew Troyer, GT

Por otro lado, algunas de las acciones de MP (casi otro 30%) pueden ser reemplazadas por actividades de monitoreo de condición dentro de un enfoque de Mantenimiento Predictivo (MPd).

Hablando específicamente de las tecnologías predictivas (MPd), el área de oportunidad es evidente también. Se ha vuelto muy común en las plantas el uso de la tecnología predictiva o la contratación del servicio externo.



Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learning en Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.

Sin embargo, muchos de estos programas no han pasado por un proceso adecuado de diseño de la estrategia y se aplica la tecnología en situaciones en las que no aporta beneficio y sí consume recursos. Un buen programa de monitoreo de condición debe ser diseñado para dirigirse a la causa de falla del componente que monitorea, los datos recabados deben ser analizados e interpretados por un experto certificado y posteriormente convertidos en decisiones y acciones de mantenimiento (que se efectúen realmente), para crear un verdadero programa de mantenimiento basado en condición. La falta de entendimiento de los gerentes de operaciones, impide, en muchas ocasiones, el éxito de estos programas predictivo, resultando en realidad en programas de “mantenimiento correctivo programado”.

Tiempo de espera

La planeación y programación de las tareas de mantenimiento juegan también un papel importante en la eliminación de desperdicios. Un estudio conducido por el consultor Joel Levitt, establece que sólo de un 30 a un 35% del tiempo de los mecánicos es realmente utilizado en la reparación de los equipos (“wrench time”); el tiempo restante es ocupado en alguna de las siguientes actividades no productivas:

- Desplazándose del/al lugar de trabajo
- Localizando repuestos
- Esperando por órdenes de trabajo
- Esperando por permisos de trabajo
- Buscando instrucciones, dibujos o documentación
- Esperando a que el equipo esté disponible
- Descansos programados

Es claro que hay grandes oportunidades para eliminar desperdicios y tener mayores recursos disponibles. Las empresas con programas de mantenimiento esbelto de clase mundial tienen tiempos de reparación efectiva de un 55%, aplicando una eficiente planeación y programación de los recursos.

Transportación

Es común ver a la gente de mantenimiento caminando por la planta. La localización de almacenes, partes, herramientas, planos, dibujos, diagramas, etc., dista mucho de ser la ideal. La existencia de procedimientos escritos y su localización de fácil acceso para el personal de mantenimiento permitirán un menor desplazamiento y un ahorro considerable en recursos, lo que contribuirá a mejorar también el punto anterior.

Excesivo Inventario

Los almacenes de refacciones contienen una gran cantidad de piezas de repuesto y partes para las tareas repetitivas de mantenimiento preventivo.

Una disminución de las tareas de mantenimiento preventivo y la aplicación de la tecnología dentro de un programa de mantenimiento basado en condición (MBC), permitirán optimizar este inventario y reducir su tamaño y costo, sin afectar la confiabilidad.

Defectos

La falta de capacitación, especificaciones y herramientas adecuadas, ocasionan la introducción de defectos en la reparación de la maquinaria. Los errores y defectos provienen de varias fuentes. Es necesario establecer un plan que los prevenga y reforzar los planes de capacitación al personal. Las compañías de clase mundial dedican 10% del tiempo de sus empleados a educación y entrenamiento. Vea Fig. 5



Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para una Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learning en Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.



Figura 5. Pentágono de defensa contra los defectos.

Referencia: Drew Troyer, API. material del seminario Effective Plant reliability Management – gráfico propiedad de Noria.

Movimiento

Acciones de mantenimiento efectuadas sin necesidad. Generalmente tienen que ver con acciones de mantenimiento preventivo. Considere que muchos programas de administración de mantenimiento por computadora establecen rutinas de mantenimiento a equipo que no ha operado (cambios de aceite a equipo de relevo o fuera de operación, etc.). Es frecuente también encontrar información proveniente de programas de mantenimiento predictivo almacenada en cajones, sin haber sido analizada o interpretada correctamente, por falta de tiempo o capacidad. Esto también es un desperdicio de los recursos empleados para colectarla y la tecnología que lo permite.

Un escenario todavía más crítico, es la negativa de los responsables de operaciones para permitir las acciones que restablezcan a la maquinaria a su condición de operación, por no creer en la tecnología predictiva o desconocer sus alcances. He sido testigo de máquinas que muestran un patrón de vibraciones alto, que sugiere una falla cercana del equipo, y al solicitar el permiso para reparar su condición, el supervisor de producción pone la mano sobre el equipo y lo niega, argumentando que para él no se siente vibración alguna.

Desperdicio de recursos

Debido a la baja productividad de las cuadrillas de mantenimiento, por lo general es necesario tener exceso de personal o contratistas para algunos eventos. La gran cantidad de tareas programadas de mantenimiento preventivo y las tareas de mantenimiento correctivas o de emergencia, ponen una carga adicional a las cuadrillas y generan, en muchas ocasiones, la necesidad de contratar tiempo extra.

Eliminando las tareas innecesarias de MP, transfiriendo algunas tareas de MP a MPd, planeando y programando mejor el trabajo, y entrenando mejor a nuestro personal en la ejecución de los trabajos, tendremos tiempo disponible para las tareas proactivas y predictivas. Por lo general, el personal de mantenimiento dedicado a las reparaciones se convierte en personal técnico que ejecuta tareas de monitoreo e inspección, que incrementan la confiabilidad de la planta.



Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learningen Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.

Por otra parte, muchas plantas han sido construidas pensando en cómo compensar la falta de confiabilidad y aplican la redundancia de equipos. Estas inversiones son necesarias cuando un análisis (particularmente proveniente de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad o RCM por sus siglas en inglés) así lo determina. Sin embargo, muchas plantas cuentan con equipos redundantes no necesarios, a los cuales hay que dar mantenimiento y evidentemente distraen el capital de trabajo.

En resumen, podemos establecer el paralelo del pensamiento esbelto en manufactura a las acciones de mantenimiento. Vea Fig. 6

Área de desperdicio	Descripción	Con Mantenimiento Esbelto
Sobre-Mantenimiento (Mantenimiento Excesivo)	Acciones de mantenimiento no necesarias, redundantes o con demasiada frecuencia. Mantenimiento repetitivo atacando el efecto y no la causa de falla	Eliminación de las tareas preventivas (PM), que no aportan valor. Conversión de tareas preventivas a tareas de inspección y monitoreo en un programa de Mantenimiento Basado en Condición
Espera (tiempo efectivo de reparación)	Tiempo desperdiciado esperando partes, diagramas, permisos, disponibilidad de la máquina y en descansos programados	Mejor planeación y programación de los recursos. Simplificación de trámites y permisos. Mejor comunicación
Transporte innecesario	Transportándose para recoger partes, herramientas, permisos, etc.	Distribución adecuada de almacenes, partes y refacciones. Disponibilidad de procedimientos
Excesivo Inventario	Excesivas partes de repuesto para las tareas de mantenimiento correctivo y preventivo	Menos partes requeridas para ser cambiadas.
Defectos	Reparaciones incorrectas, introducción de defectos en la reparación por falta de capacitación, especificaciones y procedimientos	Educación, entrenamiento y diseño para eliminar defectos. Procedimientos escritos y procesos de mejora continua.
Movimientos Innecesario	Acciones de mantenimiento no necesarias o datos no analizados o acciones no tomadas.	Depuración de las tareas de mantenimiento y educación en confiabilidad a mandos gerenciales
Desperdicio de recursos	Personal en exceso para efectuar acciones de MP, uso de contratistas externos, equipo redundante.	Conversión de la fuerza de trabajo a tareas proactivas y predictivas. Eliminación de equipo redundante.

Fig. 6 – Áreas de desperdicio en Mantenimiento a mejorar con pensamiento esbelto.

Referencia: J. Liker, Drew Troyer, Gerardo Trujillo – Adaptación de material del curso Effective Plant Reliability Management

Confiabilidad no es sólo Mantenimiento

La Confiabilidad se define como la “habilidad de un sistema o componente para desempeñar su tarea requerida, bajo condiciones establecidas, por un tiempo determinado (IEEE90)”. Institute of Electrical and Electronics Engineers. La medida de la confiabilidad es la probabilidad (en porcentaje) de que ese activo o sistema pueda cumplir con su tarea.

La confiabilidad de la planta es el resultado de varios factores, (muchos de ellos son heredados y otros son parte del día con día):

- Pobre diseño
- Compra incorrecta de la maquinaria
- Instalación deficiente
- Operación incorrecta o por arriba de la especificación de la planta

Cuando estos factores se conjugan adecuadamente, los equipos son confiables, mantenibles y operables. Sin embargo, la confiabilidad debe ser vista como una cadena donde todos los eslabones han de tener la misma fortaleza. Imaginemos una planta en la que se ha considerado un diseño adecuado, pero en el momento de la compra de la maquinaria, se incurre en el error de modificar las especificaciones de la maquinaria con el objetivo de disminuir el costo, dejando el equipo operando por arriba de su límite. Esta maquinaria está fuera de operabilidad, por lo tanto no es mantenible, y en consecuencia, no es confiable. En este caso el segundo eslabón es el más débil, pero puede darse el caso de que el primer o el último eslabón sea el inadecuado. En todos los casos, el resultado es un pobre desempeño y baja confiabilidad. Vea Fig. 7



Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learningen Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.

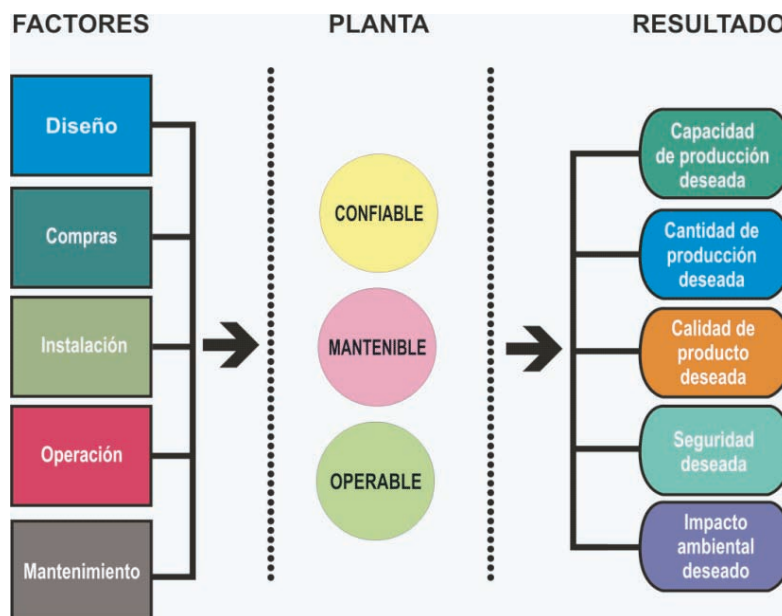


Fig. 7 Factores que influyen en la confiabilidad de planta y su efecto.

Referencia: Drew Troyer, Gerardo Trujillo – Adaptación de gráfico del seminario EPRM.

Conseguir una alta confiabilidad no es cosa simple, pero el retorno de inversión que genera puede ser del orden de 20:1, 50:1 o más. Esta alta rentabilidad de las inversiones en confiabilidad ha logrado despertar el interés de los ejecutivos de todo el mundo. La realidad es que la implementación de un programa de confiabilidad conlleva esfuerzo, tiempo, y en muchas ocasiones, fracasos. No hay una receta simple que sirva a todas las empresas.

Conclusión:

La parte más complicada de un programa sigue siendo el factor humano. Podemos establecer los sistemas, pero si no contamos con una estrategia que realmente consiga una transformación cultural, nuestras iniciativas pueden fracasar rotundamente. Es indispensable el patrocinio y decidido respaldo de quienes dirigen y administran las plantas. Es en ellos que deben estar cimentadas estas estrategias. Vea Fig. 8.

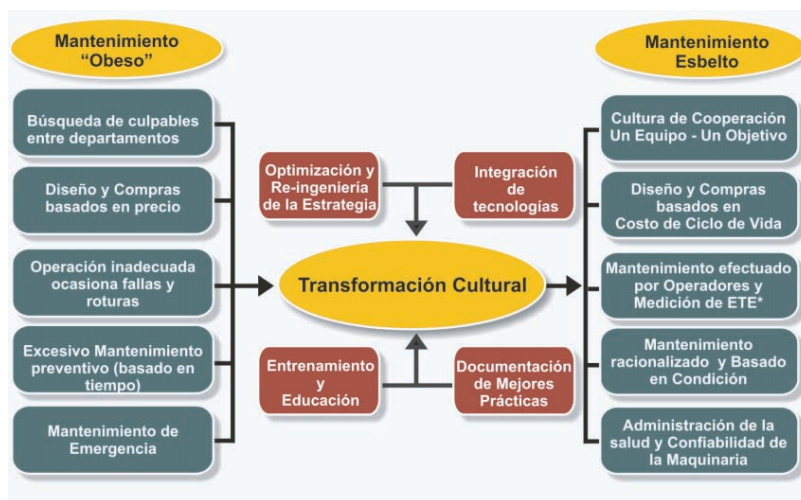


Figura 8. La Transformación Cultural es la base de la implementación de Mantenimiento Esbelto.

Referencia: Drew Troyer, gráfico del material del seminario EPRM de Noria Corporation.



Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para una Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learning en Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.

Es absolutamente indispensable que quienes administran las plantas se eduquen en las estrategias dirigidas al incremento de la confiabilidad, para que puedan liderar y aportar los recursos necesarios. No se trata de que los directores sean expertos en confiabilidad o en técnicas de monitoreo de condición, sino que sepan reconocer el impacto que estas estrategias y acciones tienen con el valor de las acciones de la compañía y sus utilidades.

Llevar a una planta al mantenimiento esbelto es un trabajo arduo, pero los beneficios hacen que el esfuerzo sea bien recompensado.

ESTE ARTÍCULO QUE HA SIDO PUBLICADO EN LA REVISTA MANUFACTURA DE MÉXICO EN MAYO 2006.

Bibliografía

Effective plant reliability management – Manual del Seminario

Drew D. Troyer – Noria Corporation <http://www.noria.com/sp/rwla/cursos/epm.asp>

A reaction to inaction - Paul V. Arnold, Noria Corporation

<http://www.reliableplant.com/article.asp?articleid=521>

Taiichi Ohno, Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production

Lean tools can be key that unlocks reliability – John Schultz

<http://www.reliableplant.com/article.asp?articleid=533>

Sitios de Internet:

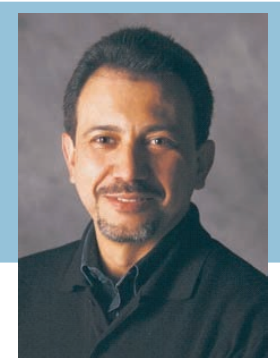
www.reliableplant.com

www.machinerylubrication.com

www.lean-6sigma.com

www.ceroaverias.com

www.kaizen-institute.com



Gerardo Trujillo C. CMRP – GTrujillo@Noria.com

Vice Presidente de Noria Corporation y Director General de Noria Latín América. Consultor Técnico Nivel Senior. Ingeniero Industrial del Instituto Tecnológico de León. Certificaciones: CMRP (Certified Maintenance and Reliability Professional–Profesional Certificado en Confiabilidad y Mantenimiento) por SMRP (Society for Maintenance & Reliability Professionals - Sociedad de Profesionales en Mantenimiento y Confiabilidad). Con más de 20 años de experiencia en la implementación de programas de lubricación y análisis de aceite, así como consultor en las áreas de confiabilidad y mantenimiento.



Asset Management

Estrategias de Confiabilidad en los Procesos de Paradas de Planta

Amendola. Luis. ⁽¹⁾; Depool. Tibaïre. ⁽²⁾
PMM Institute for Learning ⁽¹⁾; ⁽²⁾
Universidad Politécnica de Valencia ⁽⁴⁾
Departamento de Proyectos de Ingeniería

Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para una Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learning en Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.

Resumen

La aplicación de estrategias de confiabilidad es una nueva forma de dirección y gestión de proyectos de paradas de planta, lo que significa una constante búsqueda de nuevas y novedosas formas de incrementar la confiabilidad, disponibilidad y vida útil de plantas y equipos industriales, siempre a través de un control efectivo de la confiabilidad desde la etapa del diseño.

El objetivo de este artículo es examinar los modelos de ciclo de vida del proyecto e incorporar una metodología para la gestión de proyectos de paradas de planta de procesos aplicando confiabilidad + técnicas y herramientas de planificación.

El hecho de, planificar y programar los trabajos de proyectos de paradas de planta a grandes volúmenes de equipos e instalaciones, ha visto en la aplicación de la confiabilidad + Project Management una oportunidad de constantes mejoras y, la posibilidad de plasmar procedimientos cada día más complejos e interdependientes.

Esto aunado a "Las Mejores Prácticas de Organización de Clase Mundial", que establecen una integración de las aplicaciones de la confiabilidad + Project Management, que han conllevado a las grandes corporaciones a tomar la decisión de adoptar esta práctica de gestión.

La combinación de los métodos de confiabilidad (RCM, TPM, RBI, OCR, RCA, SIX SIGMA) + (Metodología de gestión de paradas de planta), nos permite obtener ahorros considerables en (coste, plazo, riesgo, calidad).

La experiencia propia en paradas de plantas en petróleo, gas, petroquímica, cementeras, generación eléctrica y minería y recomendaciones de otros especialistas han resultado muy beneficiosas para las corporaciones que han implementado estas prácticas.

Palabras claves: Planificación, Técnicas, Confiabilidad, Metodologías.

1. Introducción

El mantenimiento y la confiabilidad son áreas donde muchas compañías se juegan la capacidad competitiva, debido a los recursos dedicados al mantenimiento y al impacto de la confiabilidad en su capacidad para generar beneficios. La búsqueda de niveles cada vez más altos de desempeño en mantenimiento y confiabilidad ha abierto la puerta a la tecnología en estas áreas: las decisiones que ayer se tomaban mediante una práctica profesional más o menos razonada y actualizada, hoy se toman mediante el uso de sofisticadas herramientas y complejos sistemas de tecnología de la información. De esta forma, la selección adecuada de tecnologías en mantenimiento y confiabilidad, su puesta a punto, y la adaptación de las organizaciones a su uso y aprovechamiento, constituyen aspectos claves a resolver para sostener la competitividad de la empresa en el largo plazo.

Entendemos por tendencias tecnológicas la secuencia de desarrollos que es sensato esperar en el corto, mediano y largo plazo en cierta tecnología. La empresa necesita entender las tendencias tecnológicas en mantenimiento y confiabilidad con dos propósitos:

- Para actualizar su plataforma tecnológica
- Para influir en los nuevos desarrollos



Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learning en Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.

Se trata de transformar las actuales herramientas de tecnología de la información, orientados principalmente al control de gestión y de procesos, mediante la incorporación de lo necesario para el control de gestión integrada de activos unificando las técnicas y herramientas de proyectos, mantenimiento y confiabilidad. Estas tecnologías nos ayudan a la optimización de los proyectos de paradas de planta. Se trata de optimizar los costes, plazos, riesgos y calidad de ejecución de las paradas de planta de la empresa.

Existe un esfuerzo en las organizaciones en esta dirección, particularmente en la fijación de prácticas para la definición del alcance y la gestión de las paradas. Se identifican como tendencias tecnológicas en el corto plazo, la incorporación de las metodologías de confiabilidad a la definición del alcance y el tiempo óptimo de la parada. En el mediano y largo plazo se tiene, la optimización integrada del mantenimiento e inspección que se hace en las paradas. Esta determinación es basada en las experiencias exitosas de mis trabajos en varias corporaciones como director y consultor aplicando metodologías y buenas prácticas de confiabilidad.

2. Confiabilidad desde Diseño en las Paradas de Planta (CDD)

Recientemente se ha reconocido que uno de los enfoques más importantes para incrementar el valor en una instalación, es mejorando la disponibilidad o la utilización de la misma. El enfoque tradicional comúnmente utilizado para incrementar valor ha sido aumentar el volumen de las ventas, subir la capacidad de manufactura del activo, reducir costes, la apertura a nuevos mercados o la combinación de estos factores. Un incremento en la disponibilidad se puede lograr mejorando los Procedimientos de Operacionales, Técnicas de Mantenimiento, Confiabilidad Operacional y con la Confiabilidad Intrínseca de la Instalación.

A raíz del reconocimiento de este nuevo enfoque, ha surgido el concepto de Utilización de Activo (UA), el cuál toma en consideración las ventas y la disponibilidad. El objetivo primordial de una instalación es maximizar la (UA) o maximizar el valor del dinero invertido a lo largo del ciclo de vida del proyecto de paradas de planta. Cuando se realiza "Benchmarking" con otras compañías, se ha encontrado que la pérdida de oportunidad de UA se debe a problemas que están distribuidos equitativamente entre Operaciones, Mantenimiento y Diseño. Para mejorar la disponibilidad de una instalación, se hace necesario aplicar conceptos, metas y procedimientos de confiabilidad a lo largo de toda la vida del proyecto de paradas de planta. Esto es lo que se conoce como Confiabilidad Desde Diseño (CDD).

La clave para obtener una instalación que sea coste-efectiva y tener un producto/instalación confiable es a través de la aplicación de los conceptos de confiabilidad desde la etapa más temprana del proyecto o en la etapa de diseño (particularmente en la etapa de Definición y Desarrollo). Es en esta etapa cuando la aplicación de confiabilidad tiene mayor impacto u oportunidad de afectar los resultados, ya que el proyecto es lo suficientemente flexible para ser modificado o rediseñado sin un impacto elevado en los costes. De lo contrario, si las mejoras por confiabilidad se aplican una vez que se haya "congelado" el diseño, cualquier cambio o modificación tendrá un impacto sustancial en los costes.



Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learning en Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.

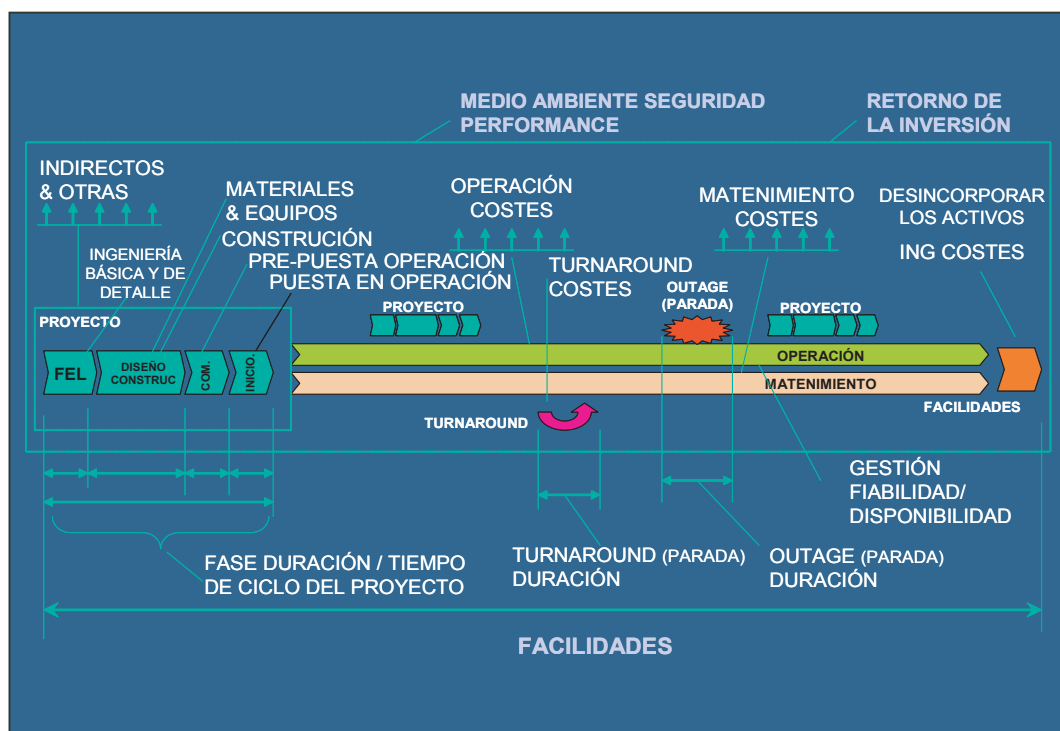


Figura 1. Ciclo de Vida del Activo (Paradas de Planta)

La aplicación de la confiabilidad en la fase de diseño de un proyecto de paradas de planta, requiere de la participación de las experiencias y habilidades multidisciplinares de diferentes especialistas. Para lograr maximizar valor, se requiere una combinación de prácticas de dirección, finanzas, operaciones, ingeniería, construcción y otras prácticas aplicadas a activos en búsqueda de un coste económico del ciclo de vida. Este concepto tiene que ver directamente con Confiabilidad Desde Diseño (CDD) y mantenibilidad de activos (instalaciones).

3. Análisis de Confiabilidad

El Análisis de confiabilidad es una guía para los problemas más comunes experimentados en los sistemas, equipos y componentes. Estas técnicas aplicadas durante el ciclo de vida del activo nos ayudan a identificar los fallos antes del desarrollo del proyecto de parada de planta.

Los Problemas de diseño del equipo: pueden ser identificados con preguntas de modos de fallo por tipo de equipo. Este proceso puede identificar por lo general componentes que han fallado de entre la población registrada de equipos similares.

Problemas en el material del equipo: en algunos casos, el análisis de confiabilidad puede señalar una deficiencia en los materiales o en la selección del material. Esos problemas a menudo se comportan como un modo de fallo tipo "desgaste temprano", el cual es fácilmente identificado con un análisis "Weibull".



Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learning en Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.

Los problemas de diseño de sistemas, equipos y componentes son identificados utilizando análisis de confiabilidad donde la pieza incorrecta del equipo fue usada en el diseño del activo y como consecuencia tiene lugar el frecuente fallo de este equipo. Fallos de sistemas similares pueden ser sometidos a los mismos procedimientos de análisis que son dirigidos al nivel del activo. Los problemas del sistema pueden ser identificados por valores bajos de TMEF (Tiempo Medio Entre Fallos) comparados con otros sistemas similares.

Los problemas de los mantenimientos mayores a menudo se muestran durante la puesta en marcha, después de un periodo de reparación, de una parada o cuando tiene cierta edad. Esos problemas son frecuentemente el resultado de unas inadecuadas o impropias técnicas de construcción o fallos de material.

Los procedimientos insatisfactorios e inadecuados de mantenimiento, como problemas de construcción, pueden ser identificados y separados mediante la comparación con componentes similares entre sistemas mantenidos por diferentes equipos. El nivel de formación, adhesión al procedimiento estándar y atención a todo detalle, juega un papel importante en la calidad de las reparaciones realizadas por el equipo de operación y mantenimiento.

Identificación de procedimientos impropios de operación: cambios bruscos de temperatura e inadecuado control de nivel pueden llevar a una mala calidad del producto y reducir la vida del equipo. Fallos ocasionados por procedimientos de operación inadecuados se manifiestan ellos mismos como prematuro modo de desgaste y son fácilmente identificados mediante análisis "Weibull".

Puesto que los problemas de operación normalmente implican equipo crítico, los costes de fallos obtenidos serán típicamente más altos que los problemas de mantenimiento normales.

Inadecuadas actividades de mantenimiento predictivo: los fallos en el mantenimiento predictivo pueden ser identificados a través de órdenes de trabajo atrasadas y mediante el análisis de piezas de repuesto utilizadas. Mientras la utilización de piezas de repuesto no asegura su correcta instalación, la ejecución de inadecuadas actividades MP (Mantenimiento Predictivo) pueden descubrirse en un análisis de confiabilidad como bajos valores no característicos de TMEF (Tiempo Medio Entre Fallos) para equipos de este tipo, comparado con el estándar del fabricante o industria.

Indicadores clave de rendimiento: Sistema de Gestión de confiabilidad, que ofrecen a los usuarios una oportunidad para desarrollar y seguir la pista a los indicadores clave de rendimiento. Estos indicadores permiten a las compañías comparar el rendimiento con otras o entre departamentos dentro de la misma empresa.

Este tipo de análisis puede indicar los problemas específicos de confiabilidad con ciertas áreas o mostrar que problemas genéricos persisten a lo largo y ancho de toda la compañía.

4. Estrategia de Confiabilidad en las Paradas de Planta

El rendimiento óptimo para conseguir una combinación de esta estrategia durante todo el ciclo de vida del activo es lograda en organizaciones que abarquen un enfoque holístico, esto es, de menor a mayor complejidad. Esto conlleva a un trabajo cercano e íntimo entre las áreas de Confiabilidad, Producción; Finanzas, Proyectos, Logística, Recursos Humanos, Mercadeo y Mantenimiento, ya que estas áreas conjuntamente son las responsables de conseguir los requerimientos del plan de negocio de la empresa.

Basado en mi experiencia existen muchas definiciones de mantenimiento, sin embargo, éste debe ser definido y dirigido como un proceso, en orden a la obtención de un reembolso óptimo de gastos (capital). Por lo tanto tenemos la necesidad de identificar al sistema de gestión del mantenimiento como una parte integral del modelo de gestión del ciclo de vida del activo, tal como se muestra en figura 2.



Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learningen Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.

Durante las tres etapas Confiabilidad de Planta, Estrategias de Paradas de Planta, Sistemas Balanceados de Indicadores mostrada en la estrategia en la figura 2, hay tres factores críticos necesarios para obtener un rendimiento óptimo:

1. Los activos de una planta, deben ser dirigidos y gestionados para conseguir las metas perseguidas, en la dirección que se muestre más eficaz para la optimización de la confiabilidad operacional y minimización de costes. Para lograr esto, se desarrolla una estrategia para el mantenimiento de activos centrada en la función del activo. La función del activo define qué es necesario para conseguir el cumplimiento de los objetivos de operación/confiabilidad. Así, un mantenimiento eficaz es, básicamente, preservar la función del activo para alcanzar el cumplimiento de operación requerido, no refiriéndose solamente a la preservación del activo propiamente dicho. El desarrollo de una estrategia en esta dirección proporciona el método para definir y gestionar un presupuesto de mantenimiento realista y acertado. Esto es básicamente una cuestión técnica que ha sido hecha efectiva mediante la aplicación de procesos como la Optimización de la Confiabilidad basado en técnicas (RCM – OCR – RCA – Weibull – RBI – Modelado de Sistemas – Six Sigma - Análisis Monitoreo de Condición)
2. Los procesos tienen que ser establecidos de manera adecuada para gestionar eficientemente la actividad de la confiabilidad operacional, evaluar el rendimiento frente a los objetivos, e iniciar algunas acciones necesarias de mejoramiento y perfeccionamiento. El proceso debe reflejar el razonamiento “planear, hacer, comprobar y actuar”, como ciclo de mejora continua. Las acciones de perfeccionamiento que serán puestas en marcha en las etapas de los proyectos de paradas de planta vendrán determinadas por las necesidades de negocio predominantes en la etapa de la vida del activo. Esto es también un asunto técnico, aunque no se dirige habitualmente dentro de una organización a menos que se haya adoptado esta estrategia de gestión del activo representado en la figura 2. Sin un modelo similar, es difícil ganar la aceptación o aprobación de la dirección de la empresa para el concepto de Mantenimiento-Confiabilidad-Riesgo como un proceso que se desempeñará en las paradas de planta; esto juega un importante papel en la consecución de la rentabilidad del negocio.

En base a mi dilatada experiencia, defiendo que esto se consigue más fácilmente si la empresa utiliza un enfoque de sistemas para su propia organización, y si la gestión de la calidad también ha sido desarrollada dentro de la misma.

3. La plantilla de la empresa necesita estar ocupada eficazmente para alcanzar el potencial de la planta; utilizando el proceso de gestión establecido. Es necesario que las plantillas de personal entiendan su papel, su responsabilidad y sus objetivos, en términos de procesos de gestión del mantenimiento de activos. Con estos criterios la gente entiende cómo y de qué manera conseguir para cumplir sus objetivos particulares y finalmente esto, conllevará a la consecución de los objetivos y metas globales del negocio.

La gente, por medio de su rendimiento y consecución de sus objetivos, asegura el cumplimiento de los objetivos globales de la empresa. Esto no es una cuestión técnica, y a menudo ocurre que este planteamiento no es percibido como una parte integral de la gestión de activos y del mantenimiento de paradas de planta. El personal integrado en la dirección y gestión del activo esta habitualmente tutelado de acuerdo a la prescripción de la doctrina RH (Recursos Humanos) dentro de la organización.



Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learning en Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.

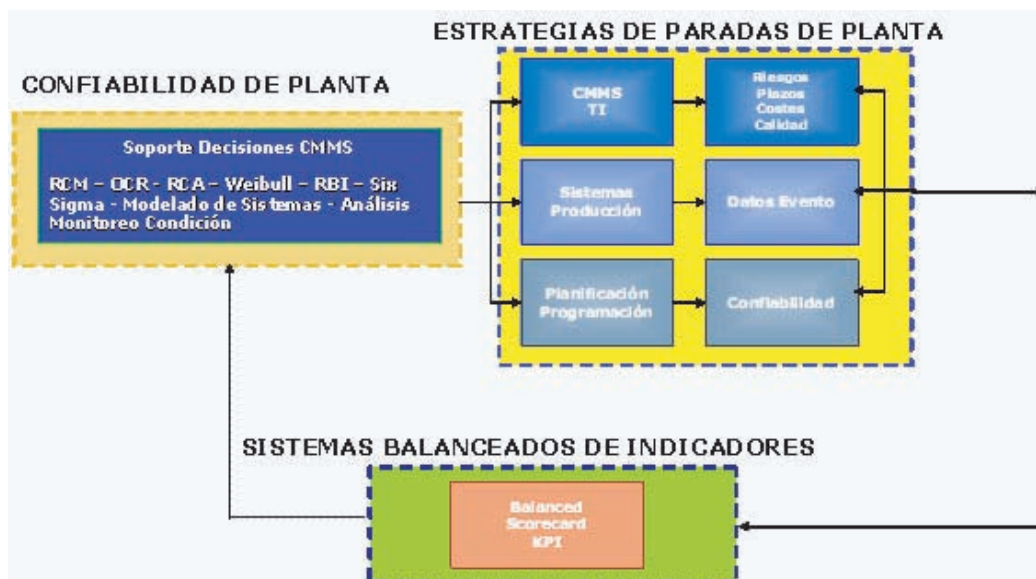


Figura 2. Estrategia de Confiabilidad en las Paradas de Planta

Tras veinticinco años de experiencia trabajando en la industria de procesado y manufactura, creo que estos factores son habitualmente tratados de manera aislada en algunas empresas. Hay muchas organizaciones que han gastado millones de euros y dólares en software de mantenimiento, programas de análisis de confiabilidad y en la formación de sus equipos de trabajo, pero todavía no han conseguido los resultados de negocio que necesitan en los procesos y proyectos de paradas de planta. Estos pobres resultados vienen motivados por una deficiente conexión entre las tres etapas que se muestra en la figura 2, y que nos conducen a la gestión del ciclo de vida de los activos. Fracazos de este calibre, solamente refuerzan la percepción de que han experimentado nuevamente otra de esas modas de gestión, sin ningún resultado concreto.

5. Mejores Prácticas

La aplicación de estrategia de confiabilidad operacional en la gestión de paradas de planta, tiene por objeto optimizar el alcance de mantenimiento, lo cual representa ahorros sustanciales. El beneficio que se obtiene al eliminar la subjetividad e incertidumbre que acompaña a la mayoría de las decisiones que se deben tomar; y que normalmente se traduce en cantidades de obra sobrestimada, se maximiza al aplicar técnicas de confiabilidad que permiten identificar las causas raíz de los problemas, la probabilidad de ocurrencia de los mismos y las consecuencias tanto operacionales como de seguridad. En otras palabras, se tiene un conocimiento del riesgo asociado a cada decisión y se acepta el mismo o se busca mejorar con la acción de mantenimiento propuesta en la etapa de confiabilidad de planta.

Las limitaciones constantes en los flujos de caja de las empresas, obligan a justificar; desde una base económica cada trabajo que se plantee realizar durante una parada de planta, en tal sentido, es importante asegurar que cualquier proyecto que se pretenda ejecutar durante la parada, genere ganancias que deben ser rentables en comparación a la inversión a realizar. Así mismo, esta inversión deberá considerar las pérdidas de oportunidad ocasionadas por el tiempo adicional de ejecución asociado. En otras palabras, si la rentabilidad del proyecto es buena, ésta deberá ser suficiente para cubrir estos costes y, por lo tanto, la actividad propuesta puede ser ejecutada.

**Sumario:**

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learning en Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.

Debemos difundir el desarrollo de esta estrategia, ya que utilizándola estamos en capacidad de ejecutar los paros programados de instalaciones, ejecución de proyectos, mantenimientos mayores y menores en instalaciones que no requieran paros de planta, con el mínimo impacto en plazo, coste, riesgo y calidad. Concientizar, internalizar y aplicar la estrategia de la figura 2 para la búsqueda de las mejores prácticas del Mantenimiento Clase Mundial a los procesos de trabajo.

Debemos orientar la búsqueda de nuevas formas y procesos que agilicen la ejecución del mantenimiento al menor coste, mayor productividad y alineados siempre con el sentido del negocio.

6 Conclusiones

Se ha presentado una estrategia metodológica basada en la aplicación de buenas prácticas y técnicas de confiabilidad, que permite obtener ahorros considerables y contribuye a establecer una forma estructurada de ayudar en la etapa de planificación, programación del mantenimiento de activos que nos lleven a optimizar los procesos de parada de planta y buscar la rentabilidad del negocio "la confiabilidad como modelo de negocio". Por otro lado, los beneficios también se ven reflejados en la ejecución del mantenimiento y de las paradas de planta, dado que se reduce la extensión y el número de tareas a realizar, lo que se traduce en una mayor disponibilidad de planta y mayor rentabilidad para la empresa.

7 Referencias

Amendola, L.; [2006], Integración Estratégica para la Dirección y Gestión de los "Procesos de Paradas de Planta". MANTENIMIENTO, España. ISSN: 0214-4344. España.

Amendola, L.; [2006], "Mitigar los Riesgos en la Gestión de Paradas de Planta EDP" Estructura de Descomposición del Proyecto" WBS "Work Breakdown Structure", Ingeniería y Gestión de MANTENIMIENTOMUNDIAL, N° 36 ISSN: 1695-3754. España.

Amendola, L.; [2004], Estrategias y tácticas en la Dirección y Gestión de Proyectos "Project Management". Editorial de la UPV. España.

Amendola, L.; [2004], "Aplicación del Project Management en la Gestión de Paradas de Planta", Ingeniería y Gestión de MANTENIMIENTOMUNDIAL, N° 36 ISSN: 1695-3754. España.

Amendola, L.; [2003], "Application of the Tools of Taking Multicriteria Decisions to the Management and Administration of Project in Stoppages of Chemical Plants Processes", VII International Congress on Project Engineering, Pamplona. Spain.

Amendola, L.; [2003], "Metodología de Dirección y Gestión de Proyectos de Paradas de Planta de Proceso", IV Internacional Congreso Project Management Institute, São Paulo, Brasil.

Amendola, L.; [2002], "Aplicación de la Confiabilidad en la Gestión de Proyectos en Paradas de Plantas Químicas", Papers VI Internacional Congreso on Project Engineering, AEIPRO, ISBN 84-600-9800-1, pp. 154, Barcelona, Spain.

Amendola, L.; [2002], "Project Optimization of Plant Stoppages", Papers Web Reliability Center, Inc., www.reliability.com, Maintenance & Production Articles, USA.

Bradley Peterson. S.; [2002], "Developing an Asset Management Strategy". Collection of Asset Management, SAMI Corporation. USA.

Bradley Peterson. S.; [2002], "How to Make Distributed Maintenance Work". Collection of Asset Management, SAMI Corporation. USA.

Bradley Peterson. S.; [2002], "Defining Asset Management". Collection of Asset Management, SAMI Corporation. USA.

Bradley Peterson. S.; [2002], "Designing the Best Maintenance Organization". Collection of Asset Management, SAMI Corporation. USA.

Cyp van Rijn.; [2004], "Asset Management At The Millenium". www.plant-maintenance.com, USA.

McNeeney. A.; [2005], "Improve Asset Performance Management". HYDROCARBON PROCESSING. USA.

McNeeney. A., [2005], "Selecting the Right Key Performance Indicators", www.meridium.com, USA.

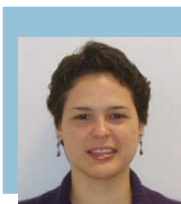
Woodhouse J., [2004], "Asset Management Decision-Making". The Woodhouse Partnership Ltd. UK.

Woodhouse J., [2000], "What Shutdowns, Why and When". The Woodhouse Partnership Ltd, ERTC Conference Paris, France.



Luis Amendola, Dr. Engineering Management, Consultor Industrial e Investigador del PMM Institute for Learning en la Universidad Politécnica de Valencia España, 25 años de experiencia en la industria del petróleo, gas, petroquímica y colaborador de revistas técnicas, publicación de libros en Project

Management y Mantenimiento. Participación en congresos como conferencista invitado y expositor de trabajos técnicos en eventos locales e internacionales en empresas y universidades.



Tibaire Depool.

Ing. MSc. Project Management, Consultor & Coaching PMM Institute for Learning, Iberoamérica.



Interview

José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT

P. ¿Cómo está la industria española en la implementación de GMAO?

R. La implantación es más desigual de lo que cabría desprenderse de los estudios estadísticos. Si uno se ciñe a leer los datos reflejados en la Encuesta sobre el Mantenimiento en España en 2005¹ realizada por la AEM (Asociación Española de Mantenimiento), la popularización de su uso parece ser alta (un 45% responde que tiene instalado un sistema “integral”) si bien, en la realidad, debemos distinguir su grado de implantación según tamaño de empresas, áreas geográficas y sectores, estando más difundidas estas soluciones en compañías medianas o grandes que en PYMES y en sectores relacionados a proceso continuo (Químico, Petroquímico, Cemento..) o con gran criticidad por otros motivos (Automóvil, Energía, Artes gráficas, Aeronáutica..). De la misma manera el tipo de aplicaciones que se implantan es variado situándose los mercados con menor exigencia en contenido funcional de las aplicaciones y más en el de unificación, en el empleo de módulos de ERP y los más exigentes en el uso de aplicaciones GMAO (CMMS) específicas. En bastantes casos subsisten aplicaciones “caseras” basadas en herramientas ofimáticas.

P. ¿Cuál es la tendencia del mercado?

R. La tendencia se observa ya desde hace tres años y tiene varias manifestaciones: de una parte la reducción de costes y practicidad implícitos en las aplicaciones GMAO específicas hacen que éstas sean cada vez más tecnológicas (Inteligencia Artificial, Sistemas basados en Eventos..) y accesibles económicamente. De otra parte, hay siempre una tendencia en las grandes multinacionales al empleo de módulos de ERPs por unificación pero los costes de adaptación y de desarrollo de aplicaciones “satélites” para cubrir funcionalidades que precisan los técnicos frena muchas decisiones globalizantes: al final las compañías quieren

mejorar sus indicadores y para ello necesitan aplicaciones adecuadas que se hablen con otras a través de integraciones simples como los Web Services. En este sentido, los principios de Lean Manufacturing extrapolados al mundo de Mantenimiento (Lean Maintenance) marcan requisitos funcionales cada vez más exigentes y profesionalizados.

Por otra parte, el mundo del software de mantenimiento tiene cada vez mayor relación entre funcionalidades y los sistemas “embebidos” comienzan a ser populares los que permite su interrelación con las aplicaciones GMAO, como ocurrió hace pocos años con las aplicaciones de Mantenimiento Predictivo / Condition Based Maintenance.

P. ¿Qué técnicas y herramientas de manufactura está aplicando la industria en España?

R. Debemos hablar de Lean Seis Sigma como el referente de las empresas Industriales en su camino a la excelencia en Proceso y Producto. Alrededor de Lean Manufacturing contamos con muchas herramientas de Gestión de productividad, desde las 5s al VSM pasando por La Mejora Continua o el diseño eficiente de Lay Outs.

Una estrategia de Lean Manufacturing, llevada a Mantenimiento implica un Mantenimiento ágil, alineado con los retos de la compañía y ajustado en recursos por lo que el dominio del Know How es trascendental para sostener y mejorar la competitividad: Quien más debe conocer las instalaciones es Mantenimiento, no para convivir con sus problemas sino para mejorarlas constantemente.

P. ¿Cómo está España en comparación con otros países en la aplicación de estrategias y modelos de gestión integrada de activos?

R. Hay países como Estados Unidos o Francia en los que este tipo de herramientas que tienen una fuerte implantación aunque comparando la dimensión de sus economías y empresas con la nuestra, el desfase no es tan acusado.

Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learningen Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.



Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learningen Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.

El grado de impregnación de la cultura de Management, Calidad, Seis Sigma, Lean Manufacturing o Mejora Continua, siendo manifiestamente mejorable es mayor en nuestro país de lo que pensamos e influye decisivamente en todos los aspectos de la estrategia industrial incluido el Mantenimiento. El problema es que llevamos algunos años de retardo.

En cualquier caso, de nuevo, hay que distinguir en el ámbito Industrial nuevamente la situación dependiendo del Sector y Dimensión de los que hablemos. Aunque pensemos no obstante que una pequeña empresa española puede no estar aplicando filosofías enraizadas en países industriales más avanzados, las sorpresas son agradables en más de una ocasión.

P. ¿Cuál es la tendencia?

R. La economía desde el punto de vista de la competencia internacional y de la Información es cada vez más abierta y las empresas entienden que esta competencia es por una parte riesgo y por otra oportunidad. Buena parte de la competitividad está en la calidad de proceso en términos de Eficiencia (OEE) y los empresarios son cada vez más conscientes de la importancia de dominar sus procesos por lo que los sistemas avanzados de Gestión de Mantenimiento tienen un gran futuro particularmente en el ámbito industrial cuando aparecen unidos o integrados a Sistemas MES (Manufacturing Execution Systems) pues otorgan una agilidad espectacular a las decisiones y gestión "a nivel de planta" que es donde se ubican las personas y los activos.



José María Borda Elejabarrieta
Director General
SISTEPLANT



Presencia Global

PMM Institute for Learning en Iberoamérica



Sumario:

- Centros de Conocimientos Aplicados a la Gestión Integral de Mantenimiento.
- Desgastes en Engranajes causado por Aceites Contaminados.
- Mantenimiento Esbelto para un Planta Confiable.
- Interview José María Borda Elejabarrieta, SISTEPLANT.
- PMM Institute for Learning en Iberoamérica.
- Participa en nuestro programa de formación 2007.
- IX Congreso de Confiabilidad.



01 PMM con los Directores de Empresas de Manufactura
Barcelona - España, 2007.



02 PMM Institute for Learning.
Imparte Curso de Gestión de Activos
Sector de Energía Eólica
Valencia - España, 2007.



03 PDVSA Consulting & Coaching.
Implementación Modelo de Gestión Integrada de Activos.
Gerencia Gas Asociado Tía Juana
PMM Institute for Learning
Zulia - Venezuela, 2007.



04 SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION
Consulting & Teaching.
Implementación Balanced Scorecard Maintenance
PMM Institute for Learning
ILO - Perú, 2006.

05 PMM con Ingenieros y Directores de Empresas
Energía Eólica
Comida "Curso Gestión de Activos"
Valencia - España, 2007.

06 PMM Institute for Learning
Reunión del Comité de Confiabilidad (AEC)
Asociación Española para la Calidad
Madrid - España, 2007.





Museo de las Ciencias Príncipe Felipe
Ciudad de las Artes y de las Ciencias
Valencia – España

Valencia te espera...

Participa en nuestro Programa de Formación 2007

Junio 14 y 15

Prácticas y Estrategias de Mantenimiento Mayor con Ms Project “Overhaul”

Octubre 25 y 26

Aplicación del Cuadro de Mando Integral en la Gestión del Mantenimiento

Noviembre 8 y 9

Dirección y Gestión de Paradas de Plantas Industriales “SHUTDOWNS - TURNAROUNDS”

Para mayor información entra en nuestra website www.pmmlearning.com



Comité de Confiabilidad



Playa de San Sebastian
País Vasco —ESPAÑA

IX Congreso de Confiabilidad

AEC “Asociación Española para la Calidad”

Comité de Confiabilidad

“El IX Congreso de Confiabilidad organizado por la AEC tendrá su sede en esta edición en Tecnun - Universidad de Navarra, localizada en San Sebastián, durante los días 28 y 29 de noviembre de 2007. Un año más, con este congreso se pretende mostrar experiencias prácticas y nuevos desarrollos metodológicos en el campo de la Confiabilidad y convertirse en un foro para el debate sobre las tendencias que se vislumbran y las nuevas necesidades que se plantean en esta área de la ingeniería.

Todos aquellos interesados en presentar una ponencia al IX Congreso de Confiabilidad deberán enviar un resumen de la misma a la Secretaría del Congreso por correo electrónico (congresos@aec.es), con copia a eviles@tecnun.es, antes del día 30 de junio de 2007, señalando en el asunto:

“IX Congreso de Confiabilidad” y atendiendo a las siguientes indicaciones:

- 1) El resumen elaborado deberá ser lo suficientemente explicativo como para permitir comprender el contenido de la ponencia.
- 2) Su extensión deberá ser de 1 página en formato UNE-A4 a espacio doble como máximo.
- 3) Indicando:

- Título de la ponencia en mayúsculas.
- Nombre del autor/es y organización a la que pertenecen.

Si quieren participar como patrocinador favor contactar con PMM Institute for Learning: tibaire@pmmlearning.com.

