

PMM

Project

PMM Project Magazine

Volumen IV

ISSN 1887-018X

Agosto 2007

PMM Institute for Learning

www.pmmlearning.com

Magazine

Carta editor



El Benchmarking en la Gestión de Activos.

Luis Amendola,

Las estrategias convencionales de "reparar cuando se produzca la avería" ya no sirven. Fueron válidas en el pasado, pero ahora se es consciente de que esperar a que se produzca la avería para intervenir, es incurrir en unos costes excesivamente elevados (pérdidas de producción, deficiencias en la calidad, etc.) y por ello la industria se plantea llevar a cabo procesos de prevención de estas averías mediante un adecuado programa de gestión integrada de activos.

Hoy día, la gestión de activos supone no sólo una parte importante del presupuesto de las compañías, sino que además se hace fundamental para conseguir la eficiencia de los equipos y por tanto del proceso productivo.

Además, la creciente competitividad hace que las empresas necesiten disponer de gran flexibilidad y cortos tiempos de respuesta. Por ello, en este entorno el mantenimiento y operaciones juega un papel aún más importante en los procesos de BENCHMARKING.

Aquí es donde aparece el benchmarking como método esencial para la organización de mantenimiento y operaciones, este es un proceso simple el cual requiere disciplina y a la vez buena autodisciplina. Si alguien quiere hacer benchmarking debe saber en forma precisa que es lo que quiere saber de la gestión de activos, ya que no podrá saberlo sin antes saber lo que desea, internamente y a detalle saber en cada proceso lo que esperan implementar. El problema más común de la mayoría de las organizaciones de mantenimiento y operaciones es que no cuentan con procesos fundamentados, una total ignorancia de sus procesos hace que no se puedan implementar cambios.

De acuerdo con los diferentes enfoques o metodologías que se han aplicado en los estudios de Benchmarking, las organizaciones interesadas en realizar un estudio de este tipo, tendrá que seleccionar el proceso que mejor se acomode de acuerdo a sus recursos y necesidades, identificando aquel procedimiento que mejor se adapte a la compañía, país y sus recursos humanos o aquel al que la compañía se pueda adaptar mejor. En caso de que una compañía no se encuentre un procedimiento que cumpla con sus expectativas, dicha empresa deberá tomar lo mejor de los procesos y complementarlo de manera que le sea de utilidad.

Dr. Luis José Amendola
Editor
PMM Institute for Learning
ESPAÑA

PMM Projet - 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.

Senior Editor:

Ing. MSc. Tibaire Depool

Consulting & Coaching PMM Institute for Learning en Iberoamerica.

España.

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).

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.

Colaborar@

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. Ibaire Depool: tibaire@pmmlearning.com

Está prohibida la utilización comercial de sus contenidos sin permiso escrito de los autores.

ISSN 1 887-018X

Ministerio de Cultura, España

Centro Nacional Español de ISSN

Octubre, 2006

sumario

06 ASSET MANAGEMENT

Desarrollo Esbelto de Producto y Desarrollo del Producto Esbelto.
Ing. Enrique Mora

08 ASSET MANAGEMENT

"No dejes al azar la gestión de tus activos" . Un Equilibrio entre el Factor Humano, Organización, Métodos, Técnicas e Indicadores.
"Cuidado con la Técnicas & Herramientas Enlatadas"
Dr. Luis Amendola

11 ASSET MANAGEMENT

"Getting Better" En la búsqueda del Mosquito.
Porqué las implementaciones de la gestión de activos fracasan...
MSc. Tibaïre Depool
Dr. Luis Amendola

13 DIAGNOSTICO

Desgaste en Engranajes causado por aceites contaminados
Parte II.
Ing. José Luis Piña

20 INTERVIEW

INGETEAM SERVICE S.A
Director General
Ing. Jorge Magan

23 PRESENCIA GLOBAL

PMM Institute for Learning en Iberoamérica.

24 IX CONGRESO DE CONFIABILIDAD

Asociación Española para la Calidad
Comité de Confiabilidad
Navarra – España

Asset Management:

Desarrollo Esbelto de Producto y Desarrollo del Producto Esbelto...



Enrique Mora

Con mas de 30 años de experiencia ha sido un exitoso instructor en diversas materias. En 1971 implementó un muy eficiente programa de Mantenimiento Preventivo (PM) creando un sistema de tarjetas de perforación y operación manual de Royal MacBee® en la

planta de ensamble de camiones Ford de Cuautitlán en el centro de México. También ha sido responsable de instalar Mantenimiento Productivo Total (TPM) en una de las plantas más grandes del sur de California. Asesor de Grasndes empresas de manufactura.

www.tpmonline.com

1. Esta materia tiene dos significados igualmente útiles: Hacer más ágil, eficiente y económico el Proceso de Desarrollo de un nuevo producto, o la innovación agregada a un producto actual.

2. Enfocar el esfuerzo de diseño para permitir que la producción resulte amigable con los sistemas esbeltos que demanda la manufactura en el mundo que vivimos.

Se trata de una aplicación simple y casi obvia de los principios de la Manufactura Esbelta que contribuya a la dinámica necesaria en ambas etapas: desarrollo y producción.

Cualquiera de estos dos objetivos o ambos se pueden facilitar a medida que logremos una amplia comunicación entre todos los individuos y grupos involucrados.

Típicamente las barreras que enfrentamos en el primer caso son:

- a. Demasiados requisitos de aprobación
- b. Poca comunicación entre la gente que forma parte del esfuerzo
- c. Desperdicios de tiempo, materiales, talento, etcétera
- d. Reducida o nula conexión con los clientes (internos y externos).

Se hace necesario que la empresa aplique un verdadero apoderamiento al equipo de desarrollo. Este apoderamiento debe ganárselo ese equipo de trabajo mediante hacer un trabajo cuidadoso, asegurar que se han analizado todas las posibles condiciones adversas como: riesgos: para el producto, el trabajador, la planta, el consumidor; materiales que pueden no ser los apropiados; cálculos equivocados, etcétera.

Hoy, todos los equipos de trabajo necesitan tener un alto índice de confiabilidad a fin de evitar la necesidad de supervisiones, inspecciones, y otros factores de verificación que retrasan enormemente el proceso de lanzamiento. En ello estaremos aplicando una de las más valiosas estrategias del sistema de Manufactura Esbelta: Jidoka – Calidad Autónoma.

Jidoka representa un nuevo nivel en el sentido de responsabilidad de cada individuo. Es la razón por la que gradualmente las empresas se distancian del concepto anticuado de Control de Calidad, que mediante inspecciones determinaba si el producto "pasaba" o no. En un gran porcentaje, defectos no evidentes o superficiales, escapaban de los ojos del inspector y el producto salía adelante con fallas ocultas. El nuevo concepto es Aseguramiento de la Calidad, y en esta disciplina, cada individuo que toca el producto tiene un conocimiento completo de las características y especificaciones y no permite que una parte deficiente entre a su estación de trabajo o salga de ella. Las fallas son detectadas inmediatamente y se detiene el proceso para corregir y evitar la producción repetitiva del error. Bien, pues en el caso de un diseño, se aplica la misma disciplina.

Otro importante avance a favor de la eficiencia del proceso, es el análisis de tiempos, movimientos, distancias y esfuerzos de los componentes del equipo. Una buena coordinación y la lógica secuencia de operaciones se deben hacer de manera semejante a una célula de trabajo, donde los individuos hacen su operación en un espacio ergonómico y pasan su semi-producto a la siguiente estación de trabajo a la distancia más corta posible y en el momento oportuno. Los integrantes de una célula de trabajo normalmente están familiarizados con todas las demás operaciones en la célula de manera que se apoyan mutuamente. Este concepto de producción celular debe aplicarse en lo posible en el proceso de diseño.

Es vital que cuando estamos diseñando un producto nuevo o una innovación a un producto existente, tengamos los pies en la Tierra. Una y otra vez me ha tocado ver casos donde la falta de comunicación y de conocimiento de las capacidades de la planta, un diseño hace cambios desfavorables o causa exceso de trabajo innecesario. Como norma, el equipo de Desarrollo de Nuevos Productos debe tener una clara conciencia de las capacidades del equipo existente en planta así como de los suministros que habrán de requerirse para el nuevo o remodelado producto. Esto se logra fácilmente con solo establecer una buena comunicación con los proveedores, los trabajadores y los líderes en la planta. Diseños con detalles rebuscados pueden ocasionar una excesiva presión sobre la gente de la planta, y asimismo pasar desapercibidos por parte del cliente. Siempre que sea posible, debemos usar un máximo de partes estándar, muchas de ellas que actualmente estamos ocupando.

Esto lo vemos claramente en la industria del automóvil, las partes de la carrocería sufren cambios y sin embargo, un motor o una transmisión pueden permanecer vigentes por muchos años.

Otro factor que puede ocasionar serios inconvenientes es la falta de comunicación con nuestros clientes. Cada año, los fabricantes de autos y otros productos de alto costo, reciben caudales de quejas de clientes que estaban felices con el modelo anterior y no solamente les resulta innecesaria una nueva

característica que se incorporó a un nuevo modelo, sino que en ocasiones resulta simplemente inaceptable.

Uno de los grandes factores de éxito para la empresa Honda, consistió en una campaña en la que pusieron a literalmente miles de personas en pequeños grupos de 2 o 3 en ciertas gasolineras de una ciudad, para encuestar a los usuarios de autos y camionetas tipo "Van" (¿vagonetas Luis?). Les preguntaban qué era lo que más les agradaba de sus vehículos y qué les habría gustado que fuese diferente. Estos grupos de encuesta viajaron a varias ciudades en diferentes regiones climáticas y diversos ambientes culturales. Crearon una base de datos tan poderosa que el siguiente modelo que pusieron en el mercado tuvo mucha más demanda que las más optimistas predicciones. Desde luego han seguido haciéndolo.

Todos podemos hacer las cosas mejor si tratamos de aprender en el mayor detalle posible lo que la gente espera de nosotros.

Asset Management:

“No dejes al azar la gestión de tus activos”. Un Equilibrio entre el Factor Humano, Organización, Métodos, Técnicas e Indicadores. “Cuidado con la Técnicas & Herramientas Enlatadas”



Luis Amendola

Engineering Management, Ph.D. Consultor Industrial e Investigador del PMM Institute for Learning y la Universidad Politécnica de Valencia España, 25 años de experiencia en la industria del petróleo, gas, petroquímica, generación y empresas de manufacturas, 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.

www.pmmlearning.com

luigi@pmmlearning.com ; luiam@dpi.upv.es

Más allá de grandes teorías sobre la definición de la estrategia de Asset Management, pienso que lo primero que debemos de tener claro es qué es y para qué sirve la estrategia. La estrategia consiste en hacer un **profundo análisis tanto de nuestra organización como la del entorno para definir un plan de acción que nos lleve a mejorar nuestra posición sobre los competidores** en el medio-largo plazo. La estrategia es elegir un camino.

El Asset management debe ser vista como un proceso que permite obtener beneficios para la empresa y se debe dirigir como un negocio. La gestión integrada de activos como estrategia de negocio debe estar alineado con los negocios claves de la compañía. Este punto de vista, nos lleva a un escenario distinto al de enfocar la función de activos como un centro de gastos.

Al aceptar la función del asset management como un negocio, el pensamiento estratégico se debe orientar hacia la forma como un sistema tradicional de mantenimiento de activos se debe transformar en una unidad de servicios rentables, oportunos y de alta calidad. La estrategia de mantenimiento de activos no consiste únicamente en definir la nueva visión de los activos (postura), sino también la formar como se logrará la transformación esperada (**Implantación de la Estrategia**).

Inteligencia de Negocio es información sobre eventos pasados y sus tendencias con el propósito de realizar acertados procesos de toma de decisiones en el futuro. La mayor parte de las organizaciones tienen toda la información necesaria en sus bases de datos operacionales u otras fuentes no estructuradas, para realizar decisiones de negocios inteligentes. Sin embargo, estos datos no están organizados de tal forma que puedan ser consultados de forma eficiente para obtener indicadores, estadísticas y tendencias con diferentes criterios.

La automatización de los procesos, permite racionalizar múltiples aspectos claves en el día a día, y es en este sentido donde las aplicaciones ayudan a las empresas a lograr una mayor comprensión y optimización de sus propios procesos, mejorando los canales de comunicación tanto dentro como fuera de la propia empresas, relacionándose con los diferentes socios colaborativos, lo que permite a las compañías flexibilizar sus procesos, sin que por ello se vea afectado el desarrollo de los mismos y sus costes. Figura 1.

La estrategia a seguir son proyectos cortos e integrales donde el cliente pueda ver en todo momento y desde el principio los resultados de su inversión, sin perder la perspectiva de un proceso sólido y evolutivo que capitalice su experiencia y conocimiento del negocio.

Para nadie es un secreto el enorme crecimiento de la tecnología, especialmente de Internet en todos los ámbitos y actividades empresariales en nuestros días y más aún lo que se vislumbra en un futuro cercano; y por supuesto el área de Gestión Integrada de Activos “Asset Management”, no podía quedar al margen de ello.



Figura 1. Estrategia de flexibilidad de los procesos

El desarrollo tecnológico ha alcanzado niveles sorprendentes, tal vez más allá de lo que hace unos veinte años nos podríamos haber imaginado. Y que decir de la optimización, automatización y agilización de los medios empleados en la gestión integrada de activos.

El "Boom" que en fechas recientes se ha observado, ofrece a los ejecutivos de mantenimiento & operaciones respuestas prácticamente inmediatas a sus necesidades de personal con candidatos calificados para los requerimientos de las empresas, prácticamente a cualquier nivel.

Todas las innovaciones están orientadas a facilitar las labores en los diferentes aspectos de la industria y esto se debe en gran medida a las empresas de consultoría, desarrolladores de sistemas y por supuesto a los facilitadores tecnológicos, "pero" está usted seleccionando con sus **Operadores, Técnicos, Ingenieros, Líderes y Gerentes de operaciones y mantenimiento los modelos apropiados para su empresa y los adapta a la realidad industrial de su país.** Figura 2.



Figura 2. Integración de equipos de alto desempeño

Por otra parte, la necesidad de mantenerse actualizado también nos obliga a fijar nuestra atención hacia los programas y aplicaciones propias de nuestra área con el apoyo de técnicas y herramientas para la detección de oportunidades de mejora sin destruir las que realizamos a la vez generando conocimiento entre toda la organización.

Sin embargo, con todo y lo impresionante y poderoso que es y pudiera llegar a ser que estas técnicas & herramientas nos ayudan a tomar decisiones, existe un factor que nunca será ni deberá ser sustituido por la tecnología y es precisamente el **"Elemento Humano"**.

Creo que debemos tener mucho cuidado con lo que nos venden que suelen ser soluciones **enlatadas**, las cuales debemos **tropicalizar** "adaptar a la realidad del entorno".

Podemos preguntarnos **¿Por qué fallan los planes estratégicos en la Gestión Integrada de Activos?** Según mi experiencia y la de mis maestros en el entorno industrial, existen cuatro barreras para la implementación de la estrategia:

La Barrera de Visión. Nadie en la organización entiende las estrategias.

La Barrera de las Personas. Los objetivos individuales de las personas no se encuentran alineados con la estrategia de la organización.

La Barrera de disponibilidad de Recursos. No se asigna el tiempo, la energía, la importancia, y el dinero para lograr los objetivos críticos de los proyectos. Por ejemplo, el presupuesto no se encuentra conectado con la estrategia de la empresa enfocada en el portafolio de los proyectos, lo que ocasiona que se desperdicien los recursos en acciones no críticas lo cual no genera valor para alcanzar la meta de la organización.

La Barrera de Dirección. Invierte más tiempo en las decisiones tácticas a corto plazo que en la confección de la estrategia y planificación de los proyectos de operaciones & mantenimiento.

Considerando lo anterior se muestran los siguientes datos:

- Sólo el **5%** de los empleados entiende la estrategia de la compañía y por ende las estrategias y objetivos de los proyectos.

- Sólo el **25%** de los gerentes tienen incentivos conectados con la estrategia.
- El **60%** de las organizaciones no alinea su presupuesto con su estrategia.
- El **86%** de los equipos ejecutivos gasta menos de una hora por mes para discutir la estrategia y su seguimiento.

“¿Cómo es posible implementar una estrategia? ¿Cuáles son los ingredientes?”

Es necesario un nuevo modo de comunicar la estrategia a los ejecutantes "Operadores & Mantenedores". Aquí es donde entra en escena los **Modelos Formulados por Equipos Naturales de Trabajo de la empresa no Enlatados**. Finalmente, los planificadores estratégicos de gestión de activos tienen un modo sólido y claro de comunicar la estrategia. A través de Modelos Propios, la estrategia es llevada a cada uno de los empleados (ejecutores de la estrategia) en un lenguaje que tiene sentido mediante la definición de objetivos claros que desencadenan las acciones correspondientes a ejecutar. Cuando la estrategia es expresada en términos de medidas y objetivos, el personal se relaciona con lo que debe pasar. Ello conduce a una mejor ejecución de la estrategia.

Me pregunto **¿cómo es posible implementar una estrategia?** Esta en la mente del estratega, con su impulso creativo, prosperará la tecnología en este tipo de cultura corporativa; **¿Cuáles son los ingredientes?**, los resultados es la formación, dentro de la corporación, de un grupo de operarios, técnicos, ingenieros, líderes y gerentes que jugarían un doble papel. Por su parte, actuarían como auténticos estrategas, dando rienda suelta a su imaginación y sentido empresarial para producir ideas audaces e innovadoras. Por otra parte, servirían como analistas a nivel ejecutivo probando, dirigiendo y asignando prioridades a las ideas, y proporcionando asistencia de alto nivel a los gerentes de línea, para la implementación de las estrategias y modelos de gestión integrada de activos.

Asset Management:

“Getting Better” En la búsqueda del Mosquito.
Porqué las implementaciones de la gestión de activos fracasan...



Luis Amendola

Dr. Project Engineering Management
PMM Institute for Learning
www.pmmlearning.com
Universidad Politécnica de Valencia, España
Asociación Española de Mantenimiento (AEM)
Asociación Española para la Calidad (AEC)- Comité de Confiabilidad.
luigi@pmmlearning.com
luiam@dpi.upv.es



Tibaire Depool

Ing. MSc. Project Management Consulting & Coaching PMM Institute for Learning en Iberoamérica. España.
tibaire@pmmlearning.com

Actualmente la industria en la búsqueda de su mejoramiento continuo indaga la implementación de soluciones que ayuden a dar respuesta a sus necesidades, mejorar su rentabilidad, su producción, alargar la vida de sus activos o bien minimizar esos fallos repetitivos. Pero antes de indagar sobre esto, **¿cree usted que indagan acerca de la confiabilidad sus procesos y el factor humano?**

Afortunadamente, hoy por hoy se cuenta con una buena cartera de soluciones, herramientas, técnicas y guías que ayudan a la industria a conseguir este mejoramiento. Ahora bien en el día a día de nuestro trabajo como consultores notamos que nuestros clientes, en su mayoría, han dejado de creer en muchas de estas soluciones por múltiples razones, que en resumen se traducen en el no recibir rentabilidad a corto y medio plazo, o al morir la aplicación de algunas estas herramientas (Un juguete más que se deja de usar y entra en el inventario del “más de lo mismo”), la implementación se queda a mitad de camino o bien una vez implementada no existe una continuidad en su aplicación eficiente.

En este sentido si usted se ve reflejado en este caso nos preguntamos **¿porqué la implementación de estas herramientas, técnicas y guías han fracasado y fracasan en muchas empresas?**. La respuesta es sencilla y puede asociarse según sea el caso a aspectos como:

- La implementación no va asociada a la necesidad y prioridades real de la empresa. **Primero nos compramos la medicina y luego vamos al médico para que nos diagnostique la enfermedad.**
- Las personas que día a día usarán la herramienta (usuario final) no participan en la implementación de la misma y es por ello que no se sienten identificado ni involucrados con la herramienta o mirándolo de una forma global con el proyecto. **Dejamos toda la solución en la mano de terceros.**
- La solución no se adapta a la forma de trabajar de la empresa: filosofía, cultura, etc. **Adoptamos a los enlatados sin “tropicalizar” las soluciones a nuestra realidad y cultura empresarial.**
- La solución no se encuentra alineada a la estrategia del negocio. **¿Porqué se está implementando esta solución y a que indicador de gestión se encuentra conectada para evaluar su eficiencia?**
- No se ha entendido el objetivo de la implementación. **¿Cuál es realmente la meta de la implementación? Por ejemplo: Implementar el último software de punta para la gestión del mantenimiento o lograr que la Organización del Mantenimiento en la empresa sea efectiva y eficiente, hacer al negocio rentable o implementar RCM pero sin aún tener una buena organización del mantenimiento.**

- La empresa no cuenta con un modelo de gestión en el cual la estrategia y objetivo de implementación esté claro. **Modelo Estratégico de Gestión en el que toda la organización se identifique y hable el mismo idioma.**
- Demasiado tiempo para la implementación. **Sin una estrategia "step by step" clara y temporal causa desmotivación.**
- Nos faltan hábitos para ser realmente efectivos.
- Por otro lado, al existir tanta información, diversidad de herramientas, técnicas y tantos proveedores, las empresas entran en el modelo de la confusión y se preguntan "Todo se ve útil pero que es en realidad lo que tengo que implementar y que debo hacer para no fracasar en el intento" How to...



Las empresas para hacer exitosos sus proyectos de mejoras deben apuntar hacia implementaciones estratégica alineadas a las necesidades reales de su empresa, entorno industrial y contexto operacional.

Diagnostico:

Desgaste en Engranajes causado por aceites contaminados Parte II.



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, Pericias 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.

Terminología

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

Fretting: tipo de desgaste superficial causado por pequeños movimientos repetidos de una superficie en contacto con otra, produciendo partículas finas de óxido rojizo.

Flushing: limpieza mediante aceite a presión y velocidad.

Continuando con la Primera Parte de este Artículo publicada en el Volumen 3 de esta Revista, vamos a detallar las características de la mayoría de los fenómenos de desgaste causados por agentes contaminantes en el aceite lubricante.

1. Desgaste por abrasión

Las partículas duras en el aceite son la causa más frecuente de desgaste de dientes de engranaje. La abrasión es el corte de metal por partículas duras o una superficie rugosa. La abrasión es rápidamente reconocida por surcos paralelos en la dirección del deslizamiento.

Si la abrasión es causada por partículas duras, tales como arena o abrasivos de rectificado en el aceite, se la denomina como abrasión a tres cuerpos. La prevención es obvia: remover las partículas duras.

Si la abrasión es causada por un diente que corta al opuesto, tal el caso de la cabeza de un diente de engranaje con rebabas que deslizan contra el pie del engranaje opuesto, tiene lugar la abrasión de dos cuerpos. El resultado es igualmente una rayadura. Superficies más suaves y cabezas debidamente biseladas previenen este tipo de abrasión.

Los cuerpos rodantes de los rodamientos sufren por contaminación del aceite por partículas sólidas y agua.

Las partículas duras causan hendiduras e indentaciones en los caminos de rodadura y los cuerpos rodantes y abrasionan las áreas de deslizamiento, tales como las de las jaulas y los elementos de rodantes. Las indentaciones acortan la vida e inician fallas de fatiga de contacto.

El agua en el aceite acelera el crecimiento de las fisuras y, así, acorta la expectativa de vida a fatiga. Idealmente, los cuerpos rodantes resultan menos solicitados si tienen su propio suministro, separado, de aceite limpio y no tienen que funcionar con aceite contaminado con partículas de desgaste provenientes de los engranajes.

Otros problemas de tribología bien conocidos están causados por una metalurgia inapropiada y/o por exceso en cargas, velocidades, temperaturas y desalineación.

	Otra	Definición	Parte de Máquina susceptible	Condiciones promotoras	Síntomas			Prevención	
					A simple vista	Microscópico	Análisis de Aceite	Cambios Mecánicos	Cambios de Lubricante
Desgaste por Adhesión Suave	Normal ^a	Generalmente se transfiere material desde una superficie a la otra debido a la adhesión y a la posterior pérdida durante el movimiento relativo. La adhesión suave involucra sólo la transferencia y pérdida de la capa superficial.	Todas las piezas que están sometidas a contacto superficial.	<ul style="list-style-type: none"> • Moderadas cargas, V y T. • Lubricante bueno, limpio y seco. • Terminación superficial apropiada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja tasa de desgaste • Ningún daño • Trazas originales de rectificado aún visibles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Suaves micro mesetas entre las trazas originales de rectificado. • Suave coloración debida a los cambios en la capa superficial. 	<ul style="list-style-type: none"> • 1-5 ppm metales de desgaste a través de emisión espectroscópica. • % bajo de sólidos a través de filtración. • Sales metálicas en fragmentos de desgaste a través de difracción de rayos-X 	Ninguno	Ninguno
		<ul style="list-style-type: none"> • Soldadura en frío de superficies metálicas debido a contacto íntimo metal - metal 	<ul style="list-style-type: none"> • Cojinetes antifricción y de contacto plano. • Engranajes 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevadas cargas, V y/o T. • Uso de aceros inoxidable o aluminio. • Lubricación insuficiente. • Falta de aditivos antiengrane. • Falta de asentamiento • Desgaste Abrasivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rayas o rugosidades gruesas, desgarros, metal fundido o deformado plásticamente. • Oxidación de alta T. • Fricción elevada y alta tasa de desgaste. 	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie con rugosidad irregular. • Metal de una superficie adherido a otra superficie a través del ensayo por puntos o análisis de microsonda 	<ul style="list-style-type: none"> • Grandes Fragmentos metálicos de desgaste de forma irregular.^b 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir carga, V y T. • Mejorar el enfriamiento del aceite. • Usar metales compatibles. • Recurrir a recubrimientos superficiales tales como azufre- 	<ul style="list-style-type: none"> • Usar aceites más viscosos para separar las superficies. • Usar aditivos "extrema presión" (EP) tales como azufre-
Desgaste por Adhesión Severa		<ul style="list-style-type: none"> • Gripeado en frío • Engranadura en frío • Arañado 							

				Abrasivo.	desgaste. Posible engranadura			tales como fosfatos. • Modificar la superficie mediante implantación de iones. ^c	fósforo o compuesto de borato.
Desgaste por Abrasión ^d	• Corte • Rayado	Corte y deformación de material por partículas duras (3-cuerpos) o protuberancias duras (2- cuerpo).	Todas las superficies en movimiento relativo.	• Aceite contaminado con partículas duras. • Dureza de metal insuficiente. • Metal duro con superficie rugosa en contacto con metal blando.	• Rayado o surcos paralelos en la dirección del movimiento, similar al "lijado". • Tasa de desgaste alta.	• Surcos limpios, rebabas, virutas • Partículas abrasivas incrustadas • En cojinetes planos con recubrimientos blandos, partículas incrustadas que provocan pulido en anillos.	• Contenido alto de metal y sílicona en el aceite (> 10 ppm) a través de emisión espectroscópi ca. • Porcentaje alto de sólidos a través de filtración. • Virutas y rebabas a través de ferrografía	• Remover abrasivos a través de la mejora de los filtros de aceite y aire, prácticas apropiadas de manipuleo del aceite limpio, mejora de los sellos, "flushing" y cambios frecuentes de aceite ^e • Aumentar la dureza de las superficies metálicas.	• Usar aceite libre de partículas abrasivas. • Usar aceite más viscoso.
	Desgaste por Erosión	• Partículas sólidas • Erosión por impacto	Corte de materiales por partículas contenidas en un fluido a alta	Cojinetes y engranajes cerca de agujeros de lubricación.	Sólidos contenidos en corrientes de líquido o gas a alta V impactando	• Surcos amplios y suaves en la dirección del fluido.	• Surcos cortos con forma de V a través de barrido con	• Elementos de partículas duras a través de emisión espectrográfico	• Los mismos que para Abrasión. • Reducir el

		sobre una superficie.		superficie f.	mate, metal limpio. • Similar al arenado.	electrónico. • Partículas duras incrustadas.	• Virutas y rebabas a través de ferrografía.	incidencia a menos de 15°.	
Desgaste por Pulido	Pulido denso	Remoción continua de la capa superficial a través de abrasivos muy finos.	Dientes de engranajes.	Combinación de líquido corrosivo y abrasivo fino en el aceite. g	• Desgaste alto pero con terminación brillo espejo. • Perfil ondulado.	Superficie característica, excepto rayado, observado mediante gran ampliación en el microscopio electrónico.	Combinación de productos finos de corrosión metálica y abrasivos finos a través de difracción de rayos X.	Ninguno.	• Elegir aditivos menos activos químicamente. • Quitar contaminantes corrosivos. • Remover abrasivos.
	• Desgaste de Fatiga • Micropicado Superficial • Fatiga Superficial • Descamado	Remoción de metal por fisura y picado debido a tensiones cíclicas de Hertz bajo rodadura y deslizamiento.	• Cojinetes antifricción y de contacto plano. • Engranajes.	• Tensiones cíclicas durante largos períodos. • Agua y/o suciedad en el aceite. • Inclusiones en el acero.	Fisuras, picaduras y escamas.	• Combinación de fisuras y picaduras con bordes filosos. • Fisuras subsuperficiales mediante secciones metalográfica transversales. Numerosas inclusiones metálicas.	• Partículas de metal con bordes filosos. • Esferas de metal a través de microscopio electrónico.	• Reducir las presiones de contacto y la frecuencia de las tensiones cíclicas de Hertz. • Usar acero colado al vacío de alta calidad. • Usar terminaciones superficiales más finas.	• Usar aceite limpio y seco. • Usar aceite más viscoso. • Usar aceite de mayor coeficiente de presión -V. h

	<ul style="list-style-type: none">• Desgaste Químico.• Desgaste de Oxidación.• Desgaste por película corrosiva.	Frotación de productos de corrosión sobre una superficie.	<ul style="list-style-type: none">• Cojinetes.• Engranajes.	<ul style="list-style-type: none">• Medio ambiente corrosivo.• Metales corroides.• Condiciones promotoras de herrumbre.¹• Altas Ts.	Superficies metálicas corroidas.	<ul style="list-style-type: none">• Escamas, picaduras y capa conteniendo productos de corrosión.• Disolución de una fase en una aleación bifase.	<ul style="list-style-type: none">• Detección de productos de corrosión de metal desgastado.• Detección de aniones tales como cloro, a través de fluorescencia de rayos-X.	<ul style="list-style-type: none">• Usar metales más resistentes a la corrosión.• Reducir la T de operación.• Eliminar el material corrosivo.	<ul style="list-style-type: none">• Remover el material corrosivo así como también los aditivos demasiado activos químicamente y contaminantes.• Usar un mejor inhibidor de corrosión.• Usar aceite fresco.
Corrosión									
	<ul style="list-style-type: none">• Falso "Brinelling".• "Fretting".• Oxidación por Fricción.	Desgaste entre dos superficies sólidas en contacto experimentando o movimiento relativo oscilatorio de baja amplitud.	<ul style="list-style-type: none">• Máquinas vibrando.• Alojamiento s de rodamientos en carcazas.• Chavetas, estriadados y acoples dentados.• Espinas, tornillos y otros sujetadores.	Vibración causando movimiento relativo.	<ul style="list-style-type: none">• Superficies con manchas de corrosión.¹• Desechos (cascarillas) y pérdida de color alrededor de las áreas de contacto verdadero.• Capas coloreadas de rojo (Fe₂O₃), desechos, grasa o	Película gruesa de óxido metálico. Color rojo y negro para aceros.	Identificación de óxido metálico (∞ Fe ₂ O ₃ en aceros) a través de difracción de rayos-X.	<ul style="list-style-type: none">• Reducir o evitar la vibración a través de ajustes más prietos o cargas más altas.• Mejorar la lubricación entre superficies a través de terminación superficial más rugosa.	<ul style="list-style-type: none">• Usar aceite de viscosidad más baja.• Relubricar con mayor frecuencia.• Usar inhibidores de oxidación en el aceite.
Corrosión por fricción									

Descarga Eléctrica	<ul style="list-style-type: none">• Picoado Eléctrico• Chisporroteo	Remoción de metal por descarga eléctrica de alta intensidad o chisporroteo entre dos superficies.	Rodamientos en máquinas de alta V.	<ul style="list-style-type: none">• Alta V de rotación.• Contactos de potencial alto.• Chispas.	La superficie metálica aparece atacada. En cojinetes de empuje, las chispas producen huellas tales como las de un grabador eléctrico.	<ul style="list-style-type: none">• Daños cercanos a los bordes de las picaduras, mostrando un aspecto fundido, tales como fondos suaves, partículas redondeadas, y agujeros gaseosos.• Partículas redondeadas cercanas a las picaduras soldadas a la superficie.	Detección de partículas grandes mediante examen microscópico de filtrado o por ferografía.	<ul style="list-style-type: none">• Mejorar la aislación eléctrica de cojinetes.• Desmagnetizar las partes rotantes.• Instalar cepillos sobre los árboles.• Mejorar la puesta a tierra de la máquina.	Modificar la conductividad eléctrica del lubricante.
Cavitación ^k	<ul style="list-style-type: none">• Erosión por cavitación• Erosión por fluido	Remoción de metal por implosión de burbujas en un líquido cavitando.	<ul style="list-style-type: none">• Dientes de engranajes• Cojinetes de contacto plano.	Cambios repentinos en la presión del líquido debido a cambios en la V del líquido o en la forma o movimiento de las piezas. ^l	<ul style="list-style-type: none">• Escarchado limpio o apariencia rugosa del metal.• Surcos o picaduras rugosas profundas.	<ul style="list-style-type: none">• Picaduras y metal rugoso de aspecto brillante metálico y limpio.• Remoción de la fase más blanda en un metal bifase.	Observación de grandes trozos o esferas de metal en el aceite.	<ul style="list-style-type: none">• Usar metales duros.• Reducir la vibración, la V y presión del flujo.• Evitar las restricciones y obstrucciones del flujo de líquido.	<ul style="list-style-type: none">• Evitar baja presión de vapor, y aceite aereado y/o húmedo.• Usar aceites no corrosivos.

Tabla 2 - Anomalías superficiales más comunes en cajas de engranajes ligadas a lubricantes contaminados, síntomas y prevención.

Referencias:

T: Temperatura

V: Velocidad

a - La adhesión suave es una condición de desgaste aceptable.

b - La emisión espectroscópica usualmente omite los fragmentos de desgaste grandes ($> 5 \mu\text{m}$).

c - Incrementar la dureza del metal no reduce el gripado / engranadura.

d - El problema más común de desgaste.

e - No arenar o granallar superficies en una máquina lubricada ya que el abrasivo no puede ser removido rápida y completamente.

f - El arenado incrusta arena en las superficies.

g - Un ejemplo de pulido es la combinación en el aceite de aditivo sulfuro activo y Fe_2O_3

h - Por caso, un aditivo nuevo reduce la promoción de la fatiga de contacto por agua; algunos aditivos extrema presión (EP) son propensos a promover la fatiga de contacto.

i - La herrumbre ($\text{Fe}_2\text{O}_3\text{H}_2\text{O}$: óxido de hierro hidratado) es el producto de corrosión común de los metales ferrosos.

j - El daño sobre una superficie es la imagen a espejo del daño sobre la otra.

k - No debe confundirse con cavitación de bomba, que es un fenómeno diferente.

l - La corrosión y presencia de abrasivo en el aceite incrementan el daño de cavitación.

La fase grafito en la fundición de hierro es susceptible de ser removido por cavitación.

Interview



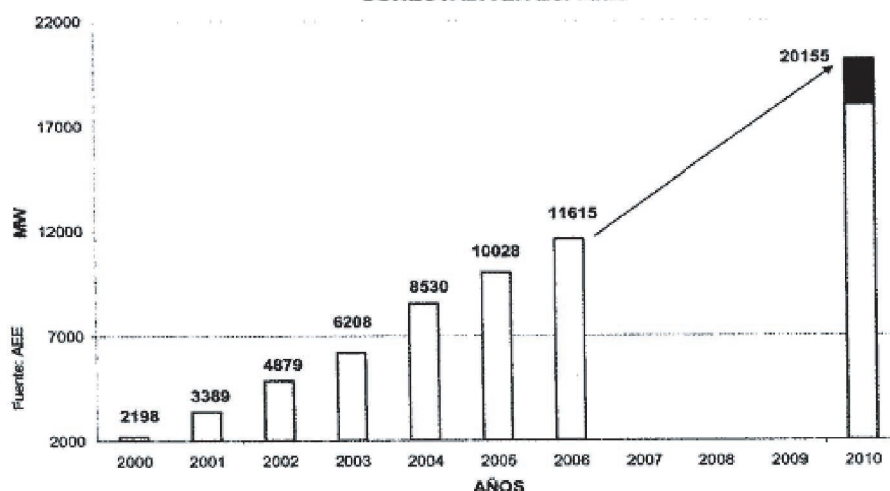
Ing. Jorge Magan

Director General
INGETEAM SERVICE S.A

¿Cuales son las últimas tendencias del mantenimiento y operaciones en la gestión de parques eólicos?

España es uno de los países europeos con mayor potencial eólico, habiéndose desarrollado, en la última década, de una manera vertiginosa, multitud de proyectos que sumaban a fecha 1-1-2007 un total de 11.615 MW. Esta última cifra está todavía lejos del objetivo fijado por el Plan de Energía Renovables (PER) aprobado por el Gobierno y que cuantifica un parque de generación de 22.155 MW de potencia eólica en el año 2010.

EVOLUCIÓN ANUAL DE LA POTENCIA EÓLICA CONECTADA EN ESPAÑA



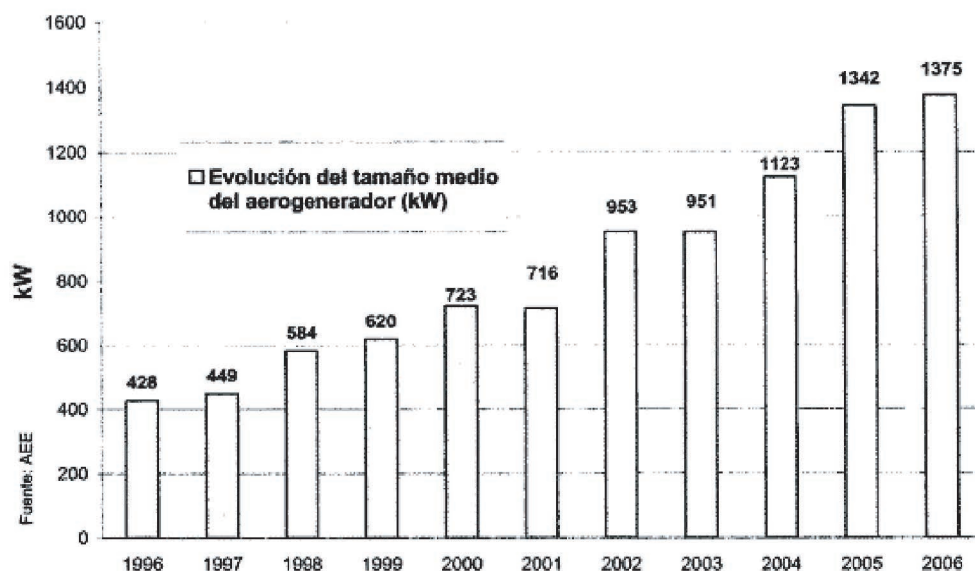
El marco retributivo de la energía eólica ha provocado una "carrera" entre los promotores por conseguir los mejores emplazamientos, o sea con mayor potencial eólico y ello, como es lógico, ha originado una fuerte demanda de aerogeneradores, fijándose los fabricantes como objetivo prioritario la satisfacción de dicha demanda.

Otro aspecto significativo que permite acercarse a la problemática del mantenimiento en el sector eólico, es el aumento de la potencia unitaria de los aerogeneradores. Se ha pasado de una forma rápida de aerogeneradores de potencia unitaria de 660 kW (con diámetro de rotor sobre los cuarenta metros), que eran los habituales en los años 2000-2001, a los actuales aerogeneradores que se están instalando, donde las potencia habituales están entre los 1500-2000 kW (con diámetro de rotor sobre los ochenta metros). Así mismo, reseñar que los actuales desarrollos de aerogeneradores se centran en unos rangos de potencia nominal de 4000-5000 kW.

Desde el punto de vista del mantenimiento de los activos de los parques eólicos, de los dos factores citados surge una doble consecuencia de esta "carrera": ni para el promotor ha sido imprescindible tener un conocimiento de sus parques y poder gestionarlos de forma óptima, ni para el fabricante ha sido prioritario la fiabilización de su producto.

Pero en la actualidad, y a medida que las instalaciones han adquirido un tamaño considerable, ha surgido la preocupación por optimizar la gestión y el conocimiento de los activos. Ello ha llevado a que la partida de mantenimiento, que en los inicios se planteaba como un coste inherente a la explotación, se vea ahora como una inversión para poder explotar de una manera óptima el conjunto de las instalaciones alargando su vida útil y consiguiendo una disponibilidad lo más alta posible.

EVOLUCIÓN ANUAL DEL TAMAÑO MEDIO DEL AEROGENERADOR



¿Qué técnicas y herramientas están utilizando en la gestión del mantenimiento?

Las técnicas y herramientas que se están imponiendo en la actualidad son aquellas que permiten disponer de datos suficientes y fiables que faciliten llevar a cabo un análisis objetivo, cuyo fin es el conocimiento de los activos, su ciclo de vida y su optimización.

Con todos esos datos podremos establecer unos objetivos generales de la política de mantenimiento, que necesariamente deberán pasar por:

- Incremento de la disponibilidad.
- Optimización de los stocks de repuestos y su logística.
- Aumento del ciclo de vida del aerogenerador y sus componentes.
- Aplicación de las gamas de preventivo en función del ciclo de vida de los componentes.
- Anticipación de las tareas correctivas al estado de los componentes.
- Planificación de los recursos de mantenimiento en función del recurso eólico (producción).

Para aplicar dicha Política de Mantenimiento, centrada en el conocimiento de los activos, se utilizan herramientas habituales en otros sectores y que pasan fundamentalmente por sistemas de gestión de mantenimiento asistidos por ordenador (GMAO). Dichas herramientas permiten conocer perfectamente los activos, optimizar su explotación, planificar paradas, simular cargas de trabajo, evaluar costes,...

Así mismo, pero en mucha menor medida, se están comenzando a emplear multitud de técnicas de mantenimiento predictivo. Estas técnicas que intentan anticiparse al fallo en los componentes principales, especialmente si este es crítico, cobrarán importancia a medida que el incremento en la potencia unitaria de los aerogeneradores se produzca, pero difícilmente se extenderán masivamente a las instalaciones ya desarrolladas. Hay que tener en cuenta que el coste de una parada no programada es sensiblemente mayor a medida que el aerogenerador incrementa su tamaño y potencia.

Las operaciones de mantenimiento se caracterizan por su complejidad, al intervenir un gran número de variables, muchas de las cuales no se pueden predecir, además de un alto coste y riesgo. Por tanto se requiere una adecuada planificación y control de los recursos. Dichos recursos, tanto humanos como materiales deben estar correctamente sincronizados y disponer de procedimientos de trabajo seguros. Así mismo es de vital importancia capturar los resultados de las actuaciones para su posterior análisis encaminando dicho análisis a una mejora de los procesos. Dicha mejora debe ser continua apoyada en herramientas de gestión integral que permitan desarrollar nuevas técnicas para la ejecución de los trabajos.

¿Cuál es el futuro de la energía eólica en España y que país tiene la última tecnología?

Ya hemos visto que en el próximo lustro el sector seguirá creciendo a un alto ritmo. >>

Todas esas previsiones se cumplirán apoyadas en un sector nacional ya maduro y que ha demostrado su rápida adaptación a la fuerte demanda, lo que ha colocado a los fabricantes nacionales en una posición de vanguardia tanto a nivel europeo como mundial.

El nuevo reto será seguir creciendo para satisfacer las demandas en otros países que se han incorporado con algunos años de retraso al desarrollo de la energía eólica.

Así mismo, y una vez que los mejores emplazamientos terrestres, o sea, los de mayor potencial eólico hayan sido copados, surgirán tres vías de crecimiento. Por un lado ya se están planteando planes de repotenciación (repowering) de los parques eólicos existentes, sustituyendo los aerogeneradores instalados por otros de mayor potencia unitaria. En otra línea se estudia una mejora aerodinámica y de rendimiento de los aerogeneradores para conseguir que sean capaces de aprovechar mejor el potencial en emplazamientos con menos recurso eólico. Finalmente se abre una posibilidad de futuro en los parques eólicos instalados en el mar (off-shore) donde el recurso eólico es sensiblemente mayor que tierra adentro.

Aunque desde el punto de vista tecnológico, desgraciadamente no sea lo habitual, en este caso podemos afirmar que las empresas españolas, están capacitadas para competir y seguir siendo un actor importante en el sector eólico a nivel mundial, junto con las empresas alemanas, danesas y americanas.

¿Como esta España en comparación con otros países en el desarrollo de proyectos de parque eólicos?

El nivel tecnológico español en el sector eólico es comparable con el de los países más avanzados, disponiendo de suficiente experiencia en todos los campos que intervienen en este mercado, evaluación de emplazamientos, ingeniería, fabricación, instalación y puesta en servicio, mantenimiento y explotación,... siendo altamente competitivos a nivel internacional.

En el ámbito de la Unión Europea, la potencia instalada total a fecha 1-1-07 era de 48.000 MW, siendo los dos primeros países, Alemania con 20600 MW y España con 11.600. Entre ambos países aglutinan más del 50% de la inversión del sector a nivel continental.

No sólo los promotores españoles destacan a nivel mundial. Los fabricantes nacionales se codean con sus competidores de todo el mundo, instalando sus productos en los cinco continentes. Actualmente entre los diez primeros fabricantes a nivel mundial, tres son de origen español.

Presencia Global

PMM Institute for Learning; Iberoamérica



Fotos Eventos 2007

PMM sigue estando presente en los eventos más importantes del mundo del mantenimiento industrial a nivel Iberoamericano.

1/PMM con equipo de Plantas de Gas PDVSA

Maracaibo, Venezuela
2007

2/PMM Expertos de Empresas y Universidades

Red Temática sobre Modelado para la Seguridad de Funcionamiento y Calidad de Servicio de los Sistemas Productivos
Sevilla, España
2007

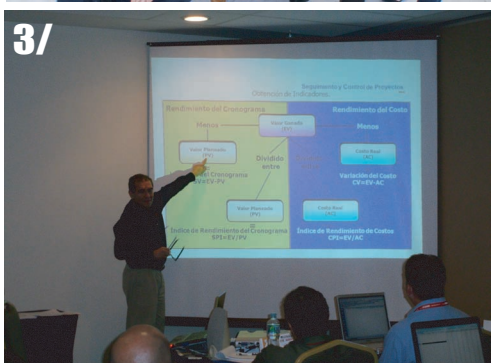


3/PMM Consulting & Coaching

Programa de Formación en Paradas de Planta
Industria Mexicana
Patrocinador Noria
León, México
2007

4/PMM con los Expertos de Confiabilidad

De izquierda a derecha: Boris Barrios (Consultor Meridium), Gerardo Trujillo Vicepresidente de Noria Latinoamérica, Ramón Díaz (Consultor Meridium), Luis Amendola (Director Asesor de PMM), Rober Latino (Vicepresidente Ejecutivo Reliability Center, Inc), Carlos Oti (Consultor Reliability Center, Inc)
León - México
2007



5/ PMM Conferencia de Confiabilidad & Manufactura

Ramón Díaz (Consultor Meridium), Luis Amendola (Director Asesor de PMM)
León - México
2007

6/ PMM con los Expertos de Confiabilidad

De izquierda a derecha: Luiz Tavares de Carvalho (Consultor Brasileño), Jesús Terradillos (Tekniker España), Luis Amendola (Director Asesor de PMM), Luis García (Consultor & Asesor de empresas España).
León - México
2007



IX CONGRESO DE CONFIABILIDAD

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. Una 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.

Si quieren participar favor contactar con PMM Institute for Learning:
tibaie@pmmlearning.com

TE ESPERAMOS...

