

Edición Gratuita - Bimestral - Año 2 - Nº 5 - Junio/Julio 2009



# CONFIABILIDAD

## INDUSTRIAL

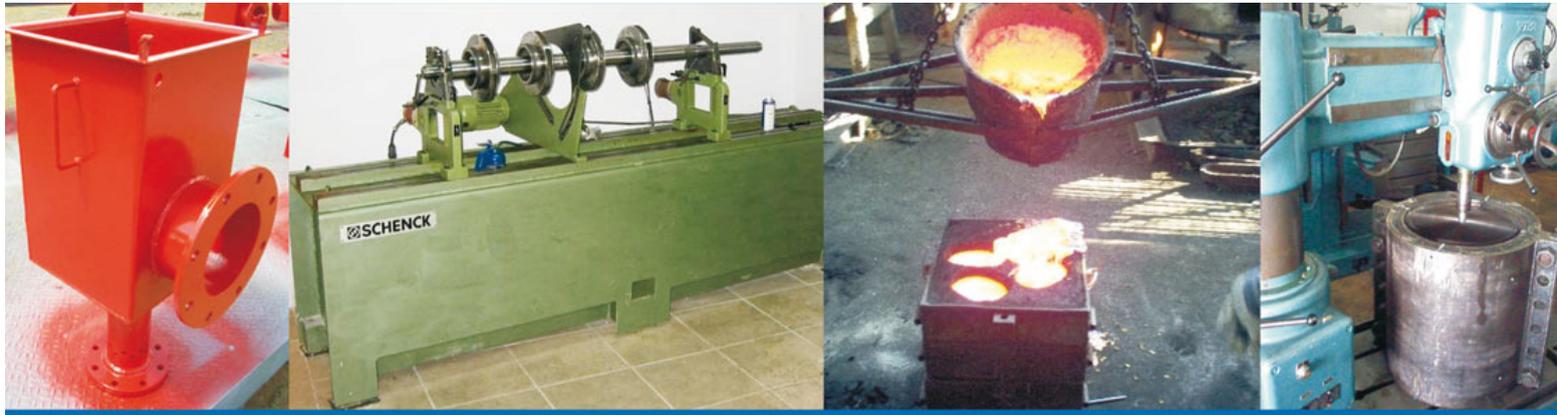


**TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS:  
Inspección Integral de la Maquinaria**

Una publicación de



J-28573457-3



# METALMECÁNICA DE PRECISIÓN



*La satisfacción  
de nuestros clientes  
es nuestra mejor referencia...*

***Nuestra meta  
la excelencia***

FABRICACIÓN DE COMPONENTES DE MÁQUINAS Y EQUIPOS:

Rotores, engranajes, ventiladores centrífugos y axiales,  
elementos de válvulas, sellos laberínticos, cojinetes, acoples especiales...

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE CAPSULAS (GRAPAS)  
PARA CORRECCIÓN DE FUGAS EN CALIENTE

RECTIFICACIÓN

REPOTENCIACIÓN DE MÁQUINAS INDUSTRIALES

SOLDADURAS ESPECIALES, SOPORTERÍA Y ESTRUCTURAS

FABRICACIÓN DE PIEZAS EN FUNDICIÓN CON COMPOSICIÓN  
DE ALEACIONES ESPECIALES

BALANCEO DINÁMICO DE PRECISIÓN

SANDBLASTING Y PINTURA

Carretera Rómulo Betancourt, Local N°1, Sector Los Potocos, Barcelona.  
Telefax: (0281)808.47.21 E-mail: [refamecadeoriente@cantv.net](mailto:refamecadeoriente@cantv.net)

PORTADA



Diseño: Surama Gyarfas Nazar

**CONFIABILIDAD**  
INDUSTRIAL

Edición Gratuita - Bimestral

Año 2 - Nº 5 - Junio/ Julio 2009

DEPÓSITO LEGAL : pp200802AN2835

**Editor en Jefe**

David Trocel

david.trocel@confiabilidad.com.ve

**Diseño y Diagramación**

Surama Gyarfas Nazar

sgyarfasn@gmail.com

**Ventas y Mercadeo**

Altair Bustillo

revista@confiabilidad.com.ve

**Colaboradores**

Pedro Trocel, Ernesto Primera,

Laura Rosso, Carlos Fabián Kosak, Hernan-

do Duque, Jorge Patiarroyo, Jorge Martinez.

Una publicación de



Carrera 9, Edificio Churún  
Merú N°2B, Lechería,  
Edo. Anzoátegui, Venezuela  
Telf.: 0414-8174180  
(0281)281.24.41



## EN ESTA EDICIÓN

**EDITORIAL**  
**ADIESTRAMIENTO**  
**EN TIEMPO DE CRISIS**



4

**CONFIABILIDAD HUMANA**  
**CONDUCCIÓN DEL PERSONAL**  
**DE MANTENIMIENTO:**  
**LIDERAZGO**



6

**MEJORES PRÁCTICAS**  
**CONFIABILIDAD**  
**EN SISTEMAS DE BOMBEO**  
**PARTE 2**



8

**LAS MÁQUINAS HABLAN**  
**TECNOLOGÍAS**  
**COMPLEMENTARIAS:**  
**Inspección integral de la**  
**maquinaria**



15

**BOLETÍN DE SEGURIDAD**  
**ERGONOMÍA**  
**EN AMBIENTES DE TRABAJO**



20

**GLOSARIO**



22

**CONFIABILIDAD**  
INDUSTRIAL

## Sé parte de la Confiabilidad

Suscríbete a tu Revista Confiabilidad Industrial y recíbela **GRATIS!!!** en tu puesto de trabajo, envía un email con tus datos (nombre, cargo y empresa) a: [revista@confiabilidad.com.ve](mailto:revista@confiabilidad.com.ve)

Visítanos en [www.confabilidad.com.ve](http://www.confabilidad.com.ve)

# Adiestramiento en tiempos de crisis



El recorte de "gastos" es una medida obligada que muchas empresas tienen que asumir ante situaciones de crisis, y los planes de adiestramiento son uno de los ítems que más sufren recortes presupuestarios. Pero la realidad es que el mejoramiento continuo de los procesos requiere de formación permanente del recurso humano, sacrificar sistemáticamente esta actividad en una organización puede implicar pérdidas mayores a los ahorros. En estos tiempos de austeridad cobra mayor importancia la necesidad de justificar las inversiones, los gerentes piensan en "dinero" y en el caso del adiestramiento sus beneficios deben ser muy bien descritos, adiestramiento centrado en necesidades, donde los conocimientos y destrezas adquiridas se traduzcan en mejora de resultados.

## Adiestramiento como parte del negocio

Para darle un enfoque financiero al adiestramiento hablemos del retorno de la inversión. Este será mejor mientras los nuevos conocimientos puedan implementarse más rápido para aplicar mejoras en las actividades rutinarias de la organización, en este sentido la empresa debe identificar claramente las áreas de debilidad donde se concentran la mayoría de las pérdidas, de manera de poder responder a las preguntas: ¿Cuál es el problema que se requiere resolver? ¿Cuánto le cuesta este problema a la empresa? ¿Qué destrezas y nivel de conocimientos necesitamos para eliminar el problema o mejorar un resultado? ¿Quiénes son las personas idóneas dentro de la organización para recibir la capacitación? Las respuestas a estas preguntas ayudarán a orientar de manera más eficiente los requerimientos de formación del personal, un primer paso para optimizar el uso de recursos.

## Comenzar con un fin en mente

Visionar el estado futuro de cómo deseamos que se vean las cosas luego de poner en práctica los nuevos conocimientos, acentuar los beneficios sobre los efectos financieros que traerán las mejoras, mostrar el potencial de la inversión en metas claras, reales y cuantificables es la mejor manera de convencer a la dirección de la empresa para emprender cualquier proyecto. Por ejemplo un plan de formación especializada para disminuir en un 80% las fallas por lubricación, o para disminuir la dependencia sobre un servicio clave externo. En resumen el adiestramiento debe

tener un objetivo que demuestre la necesidad del mismo y que cree en los receptores el compromiso para convertir la inversión en resultados.

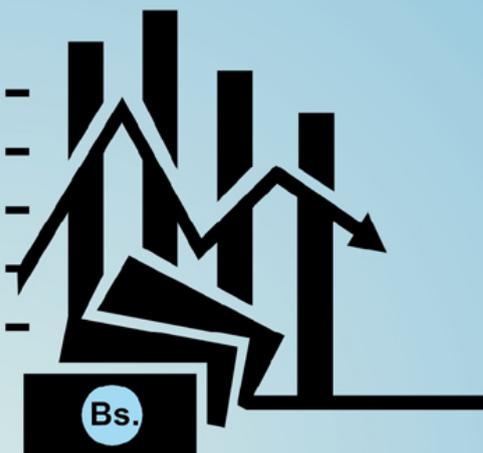
## Evaluar las opciones

La selección de los proveedores de los servicios de capacitación debe estar basada en los requerimientos de la organización. Sincronizar el contenido y objetivos del adiestramiento con las necesidades definidas. Buscar cursos que acentúen la aplicación práctica de la teoría y que complementen con experiencias de éxitos y casos de estudios reales. Evaluar si los contenidos cumplen con los estándares aplicables. Evaluar la posibilidad de flexibilizar los objetivos del adiestramiento adaptándolo a algunas necesidades particulares.

## Optimizar los recursos

En la estructura de costos del presupuesto de adiestramiento hay un importante componente de gastos logísticos (viajes, hospedajes, etc), estos en muchos casos superan incluso el costo propio del servicio de capacitación.

Algunas opciones para disminuir estos costos asociados son por ejemplo evaluar las opciones locales. Hacer convenios con empresas vecinas para compartir los gastos trayendo el curso a la zona. Hacer convenios con los proveedores de productos y servicios para incorporar el adiestramiento y la consultoría especializada como parte de los contratos de suministro. Planificar programas de tutoría en los que se transfieran los conocimientos en paralelo con la implementación de los proyectos y servicios claves. Evaluar las opciones de adiestramiento en línea a través de la tecnología de Internet.



## Gerencia de la generación de relevo

Algunas empresas cuentan con planes de "Reserva Estratégica", personal en formación en las áreas críticas de la organización, sin embargo, muchas veces no se definen claramente estos planes de formación para que el nuevo personal afronte las necesidades de la empresa y contribuya a mejorar los resultados, generalmente estos jóvenes se abren camino dentro de la organización "aprendiendo" de la cultura corporativa instalada y lejos de representar la estrategia de mejoramiento continuo se convierten en herederos de las malas prácticas establecidas en la organización.

## Aprender para enseñar

Potenciar el adiestramiento interno, crear metodologías que permitan difundir los conocimientos a todas las áreas de la organización. Si bien la especialización es necesaria en algunos individuos, los conocimientos generales ayudarán a que fluyan las mejoras y se alcancen los objetivos planteados al activarse la sinergia corporativa, esta es una forma de cortar la cadena de las malas prácticas heredadas por métodos empíricos o poco formales, mitigando el pensamiento de "así lo hemos hecho toda la vida", de esta forma se estandarizan y adecuan los criterios, por último esto puede convertirse en una poderosa herramienta de motivación personal y profesional.

Esta es mi opinión,  
me gustaría conocer la suya

[david.trocel@confiabilidad.com.ve](mailto:david.trocel@confiabilidad.com.ve)

# METAL-MET

Equipos para ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS  
y CONTROL DE CALIDAD

**Representantes exclusivos  
en Venezuela de equipos  
en el área de END:**

Equipos de Phased Array  
Corrientes de Eddy

Ultrasonido convencional

Detectores de fallas modulares:

- Ultrasonido convencional
- Ultrasonido por arreglo de fases
- Corrientes inducidas
- Arreglo de corrientes inducidas
- TOFD

Medidores de espesores

Videoscopios

Equipos multitécnica para  
inspección de tuberías de  
intercambiadores de calor  
y calderas

Cámaras de alta velocidad

Palpadores especiales

Rayos X: portátil o automatizado

**Contamos con:**

Máquinas de ensayo universal

Balanzas analíticas

Analizadores térmicos de imágenes

Durómetros de banco y portátiles

Hornos industriales

Microscopios

Rugosímetros

Equipos y consumibles para

partículas magnéticas y metalografía

**Ofrecemos servicios de:**

Asesoría Técnica

Servicio Técnico

Servicio Post-venta

Cursos de extensión profesional  
para técnicas de END y QC

## METAL-MET

Calle Venezuela • Oficentro El Picacho

Piso 4 • Oficina 4-N

San Antonio de los Altos • Edo. Miranda

Teléfono: +58.212.372.3935

Fax: +58.212.371.1751

[www.metal-met.com](http://www.metal-met.com)

# MM

OLYMPUS



Detectores de fallas:

Epoch XT

Epoch LTC



Serie Epoch 1000



MS5800: Inspección de tuberías de intercambiadores de calor y calderas



Medidores de espesores de corrosión:

Serie MG2

37DL PLUS



IPLEX fx



Videoscopios Industriales

## CONDUCCIÓN DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO: LIDERAZGO

Ing. Carlos Fabián Kozak / cfkozak@ciudad.com.ar Artículo original publicado en www.confabilidad.net



La correcta conducción de un grupo de personas para lograr un fin determinado es lo que se denomina LIDERAZGO. En todos los equipos de trabajo se producen cambios debido a las distintas fases de desarrollo por las que atraviesan los miembros del grupo. Por ello, el estilo de liderazgo más eficaz es aquel que se adapta a los colaboradores en cada situación, es decir, se ejerce un liderazgo adecuado a las necesidades del equipo. Esto se conoce como **LIDERAZGO SITUACIONAL**.

### ESTILOS DE LIDERAZGO SITUACIONAL MODELO KENNETH BLANCHARD



Para el caso del personal de mantenimiento, se debe tener en cuenta la especial característica del mismo. Por lo general, se trata de personal con estudios técnicos especializados (mecánicos, electricistas, electrónicos, etc.) con experiencia práctica lograda en años de trabajo. Se trata de especialistas diestros, competentes, orgullosos de su tarea y con deseos de solucionar los problemas que se presentan, salvo excepciones.

El Supervisor de Mantenimiento, por lo tanto, debe procurar conocer a cada uno de sus colaboradores, sus personalidades, expectativas y formas de trabajo e interacción para procurar, como un buen director de orquesta, armonizar y lograr un grupo de trabajo cohesionado para responder a los requerimientos operativos.

#### PERSONAL OPINA – JEFE DECIDE

El hombre de mantenimiento se siente involucrado cuando puede participar en la toma de decisiones a través de que sus opiniones sean tomadas en cuenta para las mismas. Me ha sucedido que la solución de una falla difícil fue propuesta por el miembro más joven e inexperto del grupo en una reunión de "Tormenta de Ideas", otorgándole el mérito correspondiente. PERSONAL OPINA – JEFE DECIDE es la mejor combinación para el logro de los objetivos. Una vez tomada la decisión, se emiten las órdenes correspondientes y se debe dejar trabajar al personal, requiriendo partes de avance de las tareas. Si aparecen dificultades, el personal debe avisar al supervisor de mantenimiento y sugerir una posible solución al inconveniente. Un aspecto importante a tener en cuenta se refiere a desarrollar en el personal una mentalidad de proveedores de servicios para los

dientes internos (operaciones, administración, proyectos, etc.) y que todo requerimiento de "servicios" debe ser recibido, asentado y dirigido a la dirección de mantenimiento, quien priorizará la realización y ejecución de los mismos.

#### SENTIDO DE EQUIPO

La relación con otras áreas debe ser lo más cordial posible, teniendo presente que en ocasiones se pueden producir fricciones por exigencias de soluciones inmediatas imposibles de satisfacer o por actitudes de "rechazo profesional" por parte del personal operativo: "Esos de mantenimiento nunca hacen nada, mientras nosotros nos rompemos el lomo".

Desarrollar un sentido de orgullo por la tarea realizada, ya que mantenimiento es una de las áreas que normalmente "luce transparente", compare nuestra labor con la de los defensores

de un equipo de fútbol, que no hacen los goles, no provocan festejos y reconocimiento como los delanteros, pero contribuyen a que el equipo gane con su esfuerzo en la retaguardia.

La Dirección de la empresa debe combatir estas situaciones de competencia interna, se recomienda no fomentar la creación de "grupos de poder", establecer como política corporativa el sentido de unidad y hacer entender que todos son parte esencial de la organización y que cada rol es fundamental para alcanzar las metas comunes, tanto corporativas (Confiabilidad, Productividad, Seguridad) como individuales (crecimiento personal y profesional, reconocimiento)

Se debe procurar inculcar en el personal el concepto de orden y limpieza (las 5-S de los japoneses) para lograr una alta calidad y un espíritu de mejora continua. Además, deben llenarse todos los formularios de mantenimiento (órdenes de trabajo, planillas, historiales de fallas, etc.) a pe-

sar de lo engorroso que pueda parecer, ya que esta actividad servirá para mejorar el desempeño futuro en las tareas y tener registros de lo realizado.

Es recomendable tener momentos de distensión y camaradería (almuerzos, charlas) pero solo si no hay trabajos pendientes de realizar o fuera del horario de trabajo. Estas actividades permiten un descanso entre tareas, mejoran el ánimo y contribuyen a forjar un vínculo de grupo. Considero positivo también que los más experimentados del grupo impartan exposiciones a los más jóvenes para transmitir sus conocimientos y experiencia, dentro de un ámbito relajado e informal. En referencia a la capacitación, se debe solicitar a Recursos Humanos que el personal intervenga en cursos de actualización técnica, tanto fuera de la empresa como "en sitio", en especial cuando se incorpora nueva tecnología.

Considerando la frase de Peter Drucker:  
**"Cuando los gerentes consideren a**

**la gente por su contribución y no por su simpatía, las empresas darán un vuelco favorable fundamental"**

El Supervisor no debe tener "favoritos" entre sus colaboradores, esto puede dar origen a resentimientos o antipatías. Se debe felicitar en público por una acción notable y reprender en privado por algún comportamiento inadecuado de alguno de los miembros del equipo. Además, si sucede una diferencia entre compañeros, el tema debe ser resuelto con una reunión privada con ambas partes.

Finalmente, si se aplica una conducción rígida tipo X o "Teoría del limón exprimido" (Seguir apretando que algo de jugo saldrá), es posible obtener resultados solo de corto plazo, pues a la larga los mejores hombres se rebelan, desaniman o renuncian, respondiendo los sumisos o los obsesivos, que generalmente no son los más capacitados y hábiles para resolver los problemas.

**Sobre el Autor:** Carlos Fabián Kozak es profesional independiente especializado en mantenimiento y capacitación, Ingeniero Electricista Electrónico egresado de la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina) en 1993. Comenzó como Asistente de Producción en la empresa Kimberly Clark Argentina en 1994. Ha servido en la Armada Argentina entre 1995 y 2007 como Oficial Ingeniero (Capitán de Corbeta) en cargos de Jefe de Mantenimiento y Servicios Generales, Jefe de Cursos de Capacitación en electricidad y electrónica y Director de la Escuela de Aprendizices Operarios. Fue Jefe de Mantenimiento de Mundo Marino S.A en el año 2008. Ha realizado postgrados en Dirección de Organizaciones y Logística en el Instituto Universitario Naval y numerosos cursos de actualización sobre mantenimiento. E-mail: ckozak@ciudad.com.ar, ckozak@hotmail.com

tecnofuego



...es seguridad!

TECNICA DE CONTROL DEL FUEGO C.A.

**Venta, mantenimiento y recarga de extintores**



**Gabinetes, mangueras, válvulas y accesorios para Sistemas contra Incendio**



**Ingeniería, Diseño, Instalación y Mantenimiento de Sistemas contra Incendio.**



**Sistemas de Extinción**



**Sistemas de Detección y Alarma**



**Equipos de Seguridad Industrial**



**Equipos para bomberos, rescatistas y paramédicos**



**Diseño, fabricación y mantenimiento de Vehículos para el Combate de Incendio, Control de Emergencias y Equipos Especiales**





Empresa con certificación

CARACAS: Tecnofuego C.A. Av.República Dominicana Torre Alpha piso 2. Boleíta Sur Tífs. (0212) 239.3311 (Master) - 238.2824 - Fax: 234.3824 - 239.3954  
 VALENCIA: Tecnofuego Centro Tífs. (0241) 832.1501 - Fax: 832.1502 - MARACAIBO: Tecnofuego Occidente Tífs. (0261) 797.8434 - Fax: 7982953  
 BARCELONA: Tecnofuego Oriente Tífs: (0281) 274.1598 - Fax: 276.0832 - PUERTO ORDAZ: Tecnofuego Sur Tífs: (0286)923.3657 - Fax: 923.3064 -  
 BARQUISIMETO: Tecnofuego Centrooccidente Tífs: (0251)445.2866 - Fax: 445.5778  
 E-Mail: tecnofuego@cantv.net - Web site: www.tecnofuego.com - 0-800-FUEGO-00 (38346) llamada gratuita a su disposición

REF. J-00089848-0

# CONFIABILIDAD EN SISTEMAS DE BOMBEO

Ernesto Primera / Ingeniero Especialista de Confiabilidad en Equipos Rotativos / primeram2@asme.org



El principio de los índices de Confiabilidad está en la información disponible: Datos de la Falla. Los diferentes estándares comienzan por definir qué es una falla, en general estas normas estandarizadas definen este fenómeno como:

**FALLA:** Incapacidad de un sistema o parte del sistema para cumplir la función requerida (ISO-14224). La terminación de la capacidad de un elemento necesario para llevar a cabo una función (IEC-60812 y NORSOK Z008).

**MODO DE FALLA:** Modo de avería observado (ISO-14224). La manera en que un componente, subsistema o sistema podría dejar de cumplir sus funciones (SAE-1739). Un síntoma, condición o forma en que un componente falla. Un modo podría ser identificado como una causa de pérdida de la función, una condición de la tolerancia o una simple característica física (IEE-500). La Lista de los modos de fallo debe incluir cualquier evento o proceso que pueda causar una falla funcional, incluyendo el deterioro, defectos de diseño y el error humano causado por los operadores o mantenedores (SAE JA1011/12).

### EJEMPLOS DE MODOS DE FALLA:

Procedimiento de arranque inapropiado, baja presión de descarga, lubricación deficiente, desgaste abrasivo, fractura, corto circuito, conexiones flojas, oxidación, fatiga, fuga de producto, desalineación de acoples, corrosión, deformación plástica, filtros taponados, contaminación de lubricante, succión insuficiente, ensamblaje inadecuado, sobrecarga...

En esta segunda parte del artículo sobre Confiabilidad en Sistemas de Bombeo, se abordarán tópicos relacionados con las normas internacionales como ISO, IEC, SAE y NORSOK, se analizarán sus similitudes y discrepancias las cuales han originado confusiones en las aplicaciones industriales de análisis de confiabilidad, así mismo se comentará sobre su mejor aplicación, las estadísticas asociadas al carácter probabilístico del índice de confiabilidad de activos y finalmente se presentarán algunos ejemplos prácticos.

## INTERPRETANDO LOS ESTÁNDARES

Se puede observar en los ejemplos que hay modos de fallas asociados a las pérdidas de las funciones principales (Falla al arrancar o baja presión de descarga), otros a pérdidas de funciones secundarias (Filtro taponado), otros asociados a los componentes (Desalineación) y otros como mecanismos de deterioro (Corrosión); es allí donde podemos concluir, que tal como está descrito su término por la Real Academia Española, MODO: "aspecto que ante el observador presenta una acción o un ser", el mismo puede estar ubicado en varios niveles. El estándar SAE 1011 y 1012 muestra siete (7) niveles de modos de falla para un sistema de bombeo.

Nivel-1	Nivel-2	Nivel-3	Nivel-4	Nivel-5	Nivel-6	Nivel-7
Falla Estación de Bombeo	Falla en Bomba	Falla en Impulsor	Impulsor Golpeado por Objeto	Parte suelta después del Mantenimiento	Error de Ensamblaje	Error Humano

Figura N°1: Niveles de los Modos de Fallas según SAE- JA1011 y JA1012.

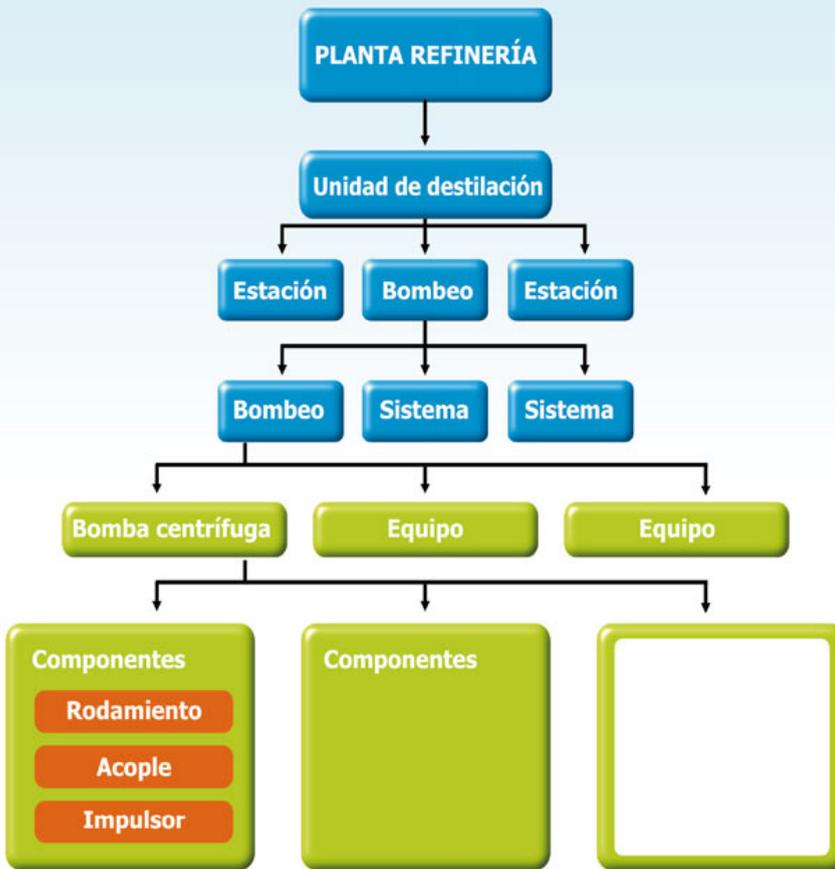


Figura N°2: Modelo de Estructura de Activos según Estándar NORSOK-Z008.

Estos niveles están directamente relacionados con la Estructura de Activos de una Planta Industrial, la cual puede ser construida basándonos en los estándares ISO-14224 y NORSOK-Z008. La figura N°2 es un ejemplo de una estructura de activos orientada a un sistema de bombeo.

Definir el modo de falla enmarcado en una estructura de activos es muy conveniente para almacenar datos de fallas en nuestros sistemas de gestión, es recomendable estar orientados al nivel de componente (Item Mantenable) como los descritos en la figura N°3, para definir adecuadamente acciones para mitigar sus causas y ofrecer mejoras en la gestión de mantenimiento y de materiales.

# Análisis de Vibraciones & Balanceo

VIBXPERT®

VIBSCANNER®

Ver el VIDEO en línea

La herramienta adecuada para cada usuario, presupuesto y trabajo

**LUDECA**  
I.N.C.

305-591-8935 • [www.ludeca.com](http://www.ludeca.com)

UNIDAD DE EQUIPO	BOMBAS				
Subunidad	Transmisión de energía	Unidad de bombeo	Control y monitoreo	Sistema de lubricación	Misceláneos
Partes mantenibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caja de cambio</li> <li>• Cojinete</li> <li>• Sellos</li> <li>• Lubricación</li> <li>• Acoplamiento caja</li> <li>• Acoplamiento motor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte de tubería</li> <li>• Impulsor</li> <li>• Eje</li> <li>• Cojinete radial</li> <li>• Cojinete de empuje</li> <li>• Sellos</li> <li>• Válvulas</li> <li>• Tubería</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control</li> <li>• Instrumento actuador</li> <li>• Monitoreo</li> <li>• Válvulas</li> <li>• Suministro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reservorio</li> <li>• Bomba/Motor</li> <li>• Filtro</li> <li>• Refrigerador</li> <li>• Válvulas</li> <li>• Tubería</li> <li>• Aceite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aire</li> <li>• Calefacción</li> <li>• Filtro</li> <li>• Bridas</li> </ul>

Figura N°3: Subdivisiones de una Unidad de Bombeo según ISO-14224.

## BASE ESTADÍSTICA

El principio de la estadística la divide en Estadística Descriptiva y Estadística Inferencial, en la primera parte del artículo escribimos sobre los cálculos deductivos de Confiabilidad, centrados en valores de TPEF, a través de los cuales calculábamos valores aritméticos de la confiabilidad orientados a un diagnóstico táctico de la gestión del mantenimiento, es decir, aplicamos el principio básico de la Estadística Descriptiva donde a través de la Media, Moda y Varianza podemos definir la variabilidad y posición de las muestras tomadas. La siguiente fase es poder graficar estos datos como se muestran en la Figura N°4 a través de una simple desviación estándar para identificar tanto la curtosis como el coeficiente de asimetría de los datos y así poder identificar desviaciones o discrepancias asociadas a la calidad y cantidad de datos y concluir si son o no representativos para hacer un análisis estadístico inferencial de Confiabilidad.

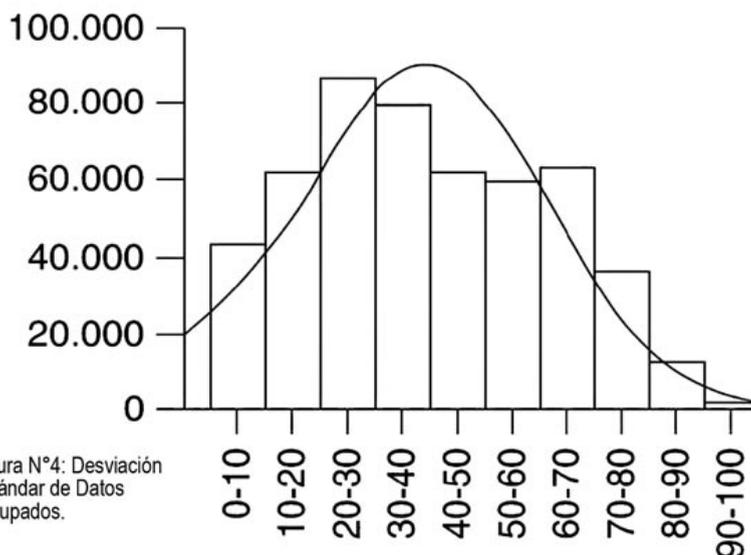


Figura N°4: Desviación Estándar de Datos Agrupados.

Abordando la estadística inferencial, es importante destacar que la Confiabilidad se relaciona con la reducción en la frecuencia de las fallas en un intervalo de tiempo, y es una medida de la probabilidad para una operación libre de fallas, durante un intervalo de tiempo dado; así, es una medida del éxito para una operación libre de fallas. Barringer 1997

Frecuentemente, ésta es expresada como:

$$R(t) = e^{-(t/MTBF)} = e^{-\lambda t}$$

Donde R es la confiabilidad en un período de tiempo,  $\lambda$  es la rata constante de falla, MTBF

es el tiempo medio entre fallas y t el período de tiempo en estudio.

El MTBF mide el tiempo entre las fallas del sistema y es más fácil de entender que un número de probabilidad. Para los modos de

falla distribuidos exponencialmente, el MTBF es un índice básico de confiabilidad (la rata de falla,  $\lambda$ , es el recíproco del MTBF). Para un tiempo de corrida dado con el fin de lograr una alta confiabilidad, se requiere un gran MTBF.

El cálculo se obtiene de un volumen de datos el cual proviene del sistema de gestión de nuestra planta industrial, el mismo debe generar un volumen de información suficiente, preciso, catalogado y veraz, para poder realizar determinados ajustes de la muestra estadística que nos permitan identificar el tipo de distribución probabilística que podemos utilizar en búsqueda de resultados útiles para la toma de decisiones. Esta cultura y trabajo nos permitirá hacer verdaderos análisis de confiabilidad probabilística a través de herramientas modernas de análisis, cuyos resultados básicos están mostrados en la figura N°4.

Estas gráficas no son más que el concepto de confiabilidad descrito en la introducción de este artículo que pasó de un análisis simple deductivo a un valor probabilístico e inductivo. En el mercado hay disponibles una gran variedad de herramientas informáticas útiles para el análisis de confiabilidad.

## CASO PRÁCTICO

Se evalúa en un periodo de 5 años el desempeño de una Bomba Centrífuga API-610, en una aplicación para manejo de crudo 25 °API en un Upstream Petrolero.

Del sistema de gestión de mantenimiento "SAP", aplicando transacciones de análisis estándar y flexible, filtramos y agrupamos el modo de falla "Fuga en Sellos Mecánicos", la información fue trasladada al Excel y exportada a un software estadístico, arrojando los siguientes resultados de curva de Confiabilidad  $R(t)$  y curva de probabilidad de falla  $F(t)$ , mostradas en la figura N°6.

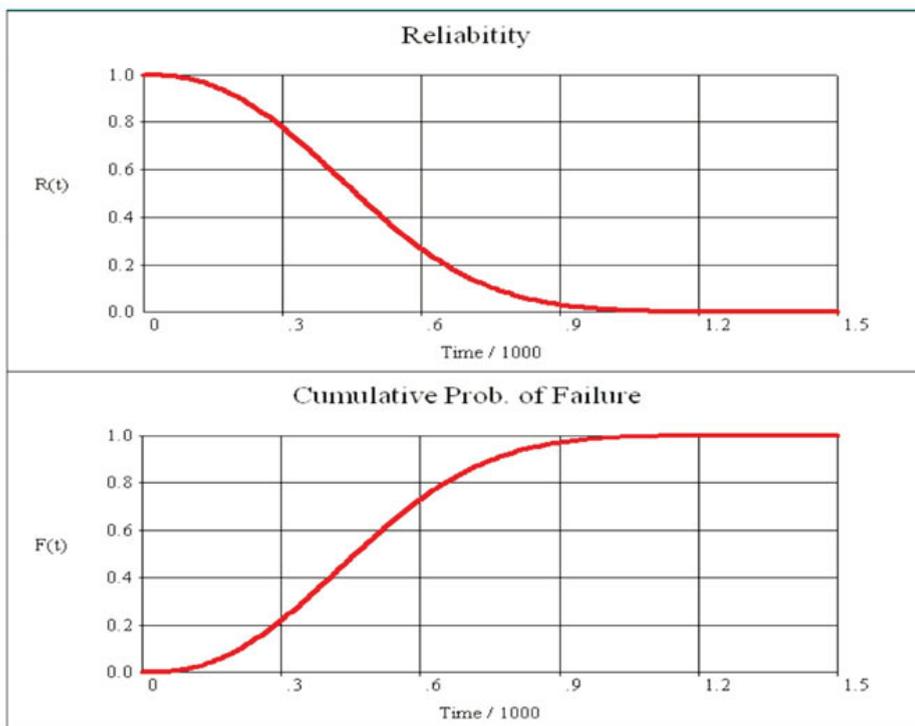


Figura N°6: Bomba API 610, Sello Mecánico: Confiabilidad y Probabilidad de Falla del Ítem en el tiempo

## ANÁLISIS

- A las 200 Horas de operación se tiene 90% de Confiabilidad.
- Para una probabilidad de falla de un 40% se estima establecer una rutina de mantenimiento a las 400 horas de operación.
- Para una confiabilidad del 50% se deben estimar una tenencia de dos sellos mecánicos (Kit 's de reparación) en almacén de stock para un año calendario.
- A partir de las 450 Horas de operación crece el nivel de incertidumbre en un 50% relacionado a la probabilidad de que la bomba falle por causa del sello mecánico.

## ESTÁNDARES DE REFERENCIAS

1. © ISO14224: Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment.
2. © IEC60812: Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA).
3. © SAE1739: Potential Failure Mode and Effects Analysis for Machinery (Machinery FMEA)
4. © SAE JA1011: Evaluation Criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM) Processes.
5. © SAE JA1012: A Guide to the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Standard.
6. © NORSOK standard Z-008: Criticality analysis for maintenance purposes.

### Sobre el Autor:

Ernesto Primera es especialista en Confiabilidad de Equipos Rotativos con 14 años de experiencia en la Industria Petrolera y Energética Latinoamericana. Ingeniero de Mantenimiento con Postgrado en Confiabilidad y Riesgo. Su experiencia ha sido destacada como parte del Staff de Empresas como: Petrolera Ameriven - ConocoPhillips - Accroven -SKF - Flowserve. Ocupando cargos como: Especialista en Equipos Rotativos, Asesor Técnico, Inspector de Equipos Mecánicos, Especialista en Turbinas y Supervisor de Mantenimiento. Miembro y Certificado como facilitador por: ASME, ASTM y AIR. Autor de los Libros "Fundamentos en Bombas Centrífugas" y "Análisis de Causas Raíces". Se ha desempeñado como profesor de Mantenimiento en universidades Venezolanas. Ha Presentado y publicado diversos artículos en el área de mantenimiento y Confiabilidad en revistas físicas y electrónicas reconocidas en América y Europa. primeram2@asme.org



# EXPO INDUSTRIA

**Reserve su Espacio**

# 14 al 17 de Octubre 2009

## Caracas - Venezuela

Exposición Internacional de Equipamiento Industrial,  
Insumos y Servicios para la Industria en Venezuela

Organiza:



**confex**  
International Corporation  
Trade show and exposition organizers

Miembro de:



Recinto Ferial



Centro Internacional de  
Exposiciones de Caracas  
Centro Rental de la Univ. Metropolitana,  
Terrazas del Avila. Caracas.

Información:

Tlf. (0212) 243.64.34 / 66.10 • Fax: (212) 241.22.50 • E-Mail: [ventas@confex-us.com](mailto:ventas@confex-us.com)

**[www.expoindustrias.net](http://www.expoindustrias.net)**

Auspician



Cámara de Industriales  
del Estado Miranda



Cámara de  
Comercio,  
Industria y  
Servicios  
La Cámara de Caracas

Apoyan



Cámara de Comercio Venezolano - Italiana  
CAVENIT



Deutsch-Venezolanische  
Industrie- und Handelskammer  
Cámara de Comercio e Industria  
Venezolano-Alemana



Vitрина  
FERRETERA  
Revista Especializada para el Sector Ferretero y Almacén



## PERFIL DEL EXPOSITOR

### A.- Sector Eléctrico:

#### Equipamiento Eléctrico, Control e Instrumentación

- Equipamiento eléctrico para la industria en general.
- Transformadores, tableros de media y baja tensión.
- Tubería, cables y materiales eléctricos en general.
- Instrumentación, control numérico, controles de presión y temperatura, automatización.
- Plantas generadoras de energía eléctrica fija y portátil.
- Motores Eléctricos.
- Iluminación.

### B.- Sector Aire, Gas, Vapor y otros:

- Sistemas y equipos para bombeo de agua y otros líquidos.
- Sistemas de aire comprimido, compresores y motores.
- Sistemas para el manejo de gas y otros combustibles.
- Calderas de vapor.
- Tecnología, equipos, productos e insumos para ventilación, aire acondicionado y refrigeración.
- Unidades acondicionadoras y manejadoras de aire.
- Aplicaciones industriales, comerciales y residenciales.
- Sopladores, ventiladores y Evaporadores.
- Torres de enfriamiento e intercambiadores de calor.
- Gases refrigerantes.

### C.- Mantenimiento Industrial

- Proveedores y fabricantes de equipos, productos y

- servicios para el mantenimiento y limpieza industrial.
- Empresas especializadas y de consultoría para el manejo de desperdicios industriales sólidos, líquidos y contaminantes.
- Contenedores fijos y móviles para el transporte y manejo de los desperdicios industriales.

### D.- Sector Mecánico Industrial

- Equipos de control de calidad y sistemas de calidad.
- Equipos de medición.
- Maquinaria soldadoras de oxicorte y plasma.
- Maquinaria y accesorios para el manejo de materiales.
- Máquinas para trabajar metales en general (tornos, fresadoras, taladros, sierras, cizallas, calandras, etc).
- Gases industriales.
- Herramientas manuales, eléctricas y neumáticas.

### E.- Sector Seguridad Industrial:

- Productos de protección industrial para el personal.
- Alarmas electrónicas, de detección de incendios, controles de acceso y detectores de metales.
- Dispositivos de identificación Biométrica – Monitoreo – Periféricos electrónicos de seguridad.
- Puertas giratorias, blindadas, compuertas, portones.
- Protección perimetral y rastreo de vehículos.
- Señalización.
- Consultores y empresas de seguridad.

## PERFIL DEL VISITANTE

**EXPOINDUSTRIA 2009** será visitada por un público altamente especializado y profesional, conocedor y en la búsqueda de nuevas tecnologías y soluciones para las empresas e industrias de Venezuela y los demás países integrantes de América Latina. Este público especializado será conformado por representantes de:

- Empresas con procesos productivos que requieran actualizar su maquinaria y equipamiento.
- Importadores, fabricantes y distribuidores del sector industrial en general.
- Empresarios e industriales de cualquier tipo de actividad productiva.
- Ingenieros, técnicos, ejecutivos de compras, jefes de mantenimiento de la industria en general.
- Constructores y contratistas de obras civiles, mecánicas, eléctricas e hidráulicas.
- Empresas fabricantes de partes y piezas subcontratadas por la industria.
- Ejecutivos, ingenieros y técnicos de las empresas públicas.
- Empresas de Ingeniería, Proyectistas y Consultoría.
- Estudiantes finalizando carreras técnicas y de ingeniería.

### Información

Telf. +58 (212) 243.64.34 / 66.10 Fax 241.22.50

E-Mail: [ventas@confex-us.com](mailto:ventas@confex-us.com)



## HUMOR DE CONFIABILIDAD

**U**n hombre que volaba en globo se da cuenta de que está perdido. Logra ver a una persona abajo, desciende y se acerca para preguntarle:

¡Señor disculpe, necesito ayuda!. Me comprometí con unos amigos para reunirnos a las 8:00, pero me encuentro perdido y ya estoy muy retrasado.

- Claro caballero en que puedo ayudarle.

- ¿Me puede indicar donde estoy?.

- Usted esta ubicado en un globo aerostático, aproximadamente a 30 metros arriba de la avenida, su latitud es 38° norte y unos 55° grados de longitud oeste.

- Disculpe! ¿Usted es ingeniero cierto?

- Sí señor, ¿Cómo lo supo?

- Bueno, porque su respuesta es técnicamente correcta, pero la información no me ayuda a solucionar mi problema, aún no se dónde me encuentro, y necesito llegar a tiempo a la reunión.

- Ah, entonces ¿usted debe ser líder de proyectos, cierto?

- Si amigo y ¿cómo lo supo?

- Sencillo, usted no sabe dónde está parado, ni para dónde va. No sabe cómo va a cumplir a tiempo con su compromiso, no le ve utilidad a la información suministrada y además piensa que otro le debe solucionar su problema. En este momento está en la misma situación que estaba antes de consultarme, pero por alguna razón ahora todo es mi culpa.



Su equipo contador de partículas  
¿necesita ser . . . . .  
. . . . . calibrado?



VS Consultores, representante exclusivo en Venezuela de la prestigiosa marca de Contadores de Partículas PAMAS, le brinda la oportunidad de certificar y calibrar su equipo siguiendo la Norma ISO 11171, a través de personal debidamente capacitado por el fabricante.

### ¡CONTÁCTENOS!

Solicite nuestro servicio y entérese de los modelos más recientes en Contadores de Partículas.

Calle 71 entre Av. 13 y 13A, No. 13-29, Sector Tierra Negra.  
Telefax: +58-261-798.53.61. Movil: +58-414-361.06.64  
E-mail: falbornoz@vsconsultores.com.ve  
Maracaibo - Venezuela



**VS Consultores**

*¡Un nuevo enfoque al Mantenimiento!*

J-30885512-0

[www.vsconsultores.com.ve](http://www.vsconsultores.com.ve)

# TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS: Inspección integral de la maquinaria

David Trocel /GTS Confiabilidad, C.A. / www.confiabilidad.com.ve

Los programas de inspección basados en tecnologías predictivas hoy en día constituyen un estándar en las organizaciones de mantenimiento industrial, la tecnología actual ofrece un arsenal de instrumentos que permiten captar "el lenguaje de la maquinaria" para anticipar estados de falla prematuros y de esta forma optimizar las estrategias de Planificación y Programación del Mantenimiento. Pero muchos de estos programas de inspección a veces se ejecutan de forma aislada impidiendo complementar los datos de condición de diversas pruebas y procedimientos de inspección en perjuicio de un mejor diagnóstico de la condición de los activos.



**"Así como un médico usa una variedad de exámenes y evaluaciones para diagnosticar o establecer un parámetro de condición de la salud de una persona, nosotros deberíamos también incorporar diversas tecnologías complementarias para determinar la condición mecánica, eléctrica y operacional de una máquina"**

James W. Taylor, *Six steps to a healthy machine*,  
Machinery Management Solutions, Inc

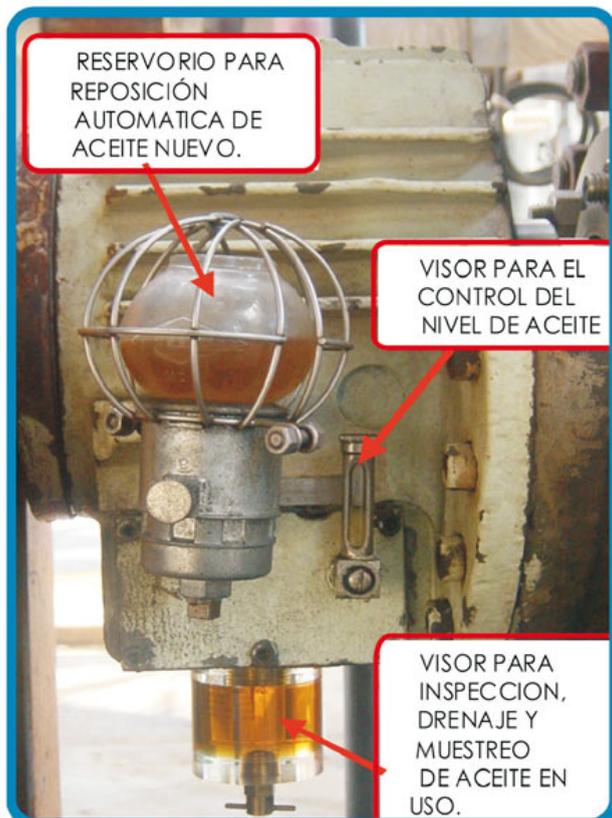
## DIVERSOS MODOS DE FALLAS: DIVERSAS FORMAS DE CAPTARLOS

Un programa de monitoreo de condición debe ser capaz de captar los síntomas de una amplia variedad de fallas, las máquinas industriales están formadas por diferentes componentes con comportamientos característicos, así monitorear un rodamiento es más efectivo mediante la medición de ruido ultrasónico en lugar de simplemente monitoreando la vibración global. En máquinas con cojinetes planos es más eficiente monitorear las características físico-químicas del lubricante. La desalineación o el desbalanceo en cambio se monitorean efectivamente mediante mediciones tradicionales de vibración mecánica. Un motor eléctrico por ejemplo, es un equipo electromecánico, en este caso es necesario monitorear la señal eléctrica además de las

variables mecánicas, un motor de media o alta potencia requerirá además mediciones de termografía en sus circuitos asociados. Pero más importante que usar todas estas tecnologías, es complementar los datos obtenidos para definir una condición integral del activo que permita establecer la mejor estrategia de mantenimiento y operación basados en una visión global del desempeño del equipo, esto nos dará mayor precisión sobre el nivel de las acciones preventivas o correctivas y el momento más oportuno para ejecutarlas. **Un gran potencial del ahorro en las acciones de mantenimiento se encuentra en aquellas actividades que no son necesarias de realizar.**

TIPO DE ACTIVO	TÉCNICAS DE INSPECCIÓN				
	INSPECCIÓN VISUAL	VIBRACIONES Y RUIDO ULTRASÓNICO	TERMOGRAFÍA INFRARROJA	ANÁLISIS DE LUBRICANTES	ANÁLISIS DE LA SEÑAL ELÉCTRICA
<b>MOTORES ELÉCTRICOS</b>	1 D	30 - 60 D	90 - 120 D	E	90 - 120 D
<b>EQUIPOS ROTATIVOS</b>	1 D	30 - 60 D	E	90 - 120 D	X
<b>PANELES ELÉCTRICOS</b>	30 D	X	90 - 120 D	X	X
<b>CALDERAS</b>	1 D	X	60 - 90 D	X	X
<b>TURBOMÁQUINAS</b>	1 D	C	6 M	30 D	X
<b>MOTORES DE COMBUSTIÓN</b>	1 D	60 - 90 D	120 D	30 - 60 D	X
<b>D: DÍAS                      C: CONTINUO                      E: EN CASO ESPECIAL                      M: MESES</b>					

**Figura 1.** Cuadro general de frecuencias de inspección: Tecnología vs. Máquina. En muchos casos es necesario el uso de varias técnicas de inspección para optimizar la calidad de los resultados. La frecuencia de inspección puede variar en función de la criticidad del equipo, su mantenibilidad o riesgo a la seguridad.



## INSPECCIONES BÁSICAS

Más allá del uso de instrumentos sofisticados es primordial la inspección visual detallada y el estudio de las variables operacionales. Un nivel bajo de lubricante no puede ser detectado midiendo vibraciones, ruido o temperatura, a menos que ya sea demasiado tarde. Una parte suelta, correas flojas, una condición insegura, una fuga incipiente de producto, refrigerante o aceite son parámetros cualitativos que solo se perciben a través de nuestros sentidos mediante observaciones sistemáticas.

**Figura 2.** La inspección visual es una poderosa herramienta para el control de la lubricación. Verificar el nivel óptimo de lubricante, su aspecto y color, evaluar la presencia de fugas o visores sucios; son parámetros que pueden contribuir a detectar fallas incipientes antes de que estas se conviertan en ruido, alta vibración o alta temperatura.

La mayoría de los operadores y técnicos se familiarizan con la maquinaria con la que están involucrados, ellos pueden diferenciar el ruido normal de un equipo e identificar condiciones inusuales. Igualmente importante es el registro y análisis de las variables operacionales como presión, flujo, amperaje, etc., estos parámetros son indicativos del desempeño y en muchos casos pueden indicar un alerta temprano sobre condiciones anormales. El programa de inspección debe diseñarse para captar la mayor cantidad de parámetros representativos de la salud, la seguridad y el desempeño del activo monitoreado.



# SOPORTE Y SERVICIOS PYH C.A.

**Instalación - Adiestramiento  
Mantenimiento - Calibración  
Certificación y Reparación de:**

**Equipos para el Análisis Químico y Control de Calidad  
en Laboratorios Industriales.**

**Equipos para la Detección de Radiación en Plantas  
Siderúrgicas, Aluminio y Minería.**

**Máquinas e Instrumentos para el Balanceo  
de Rotores Rígidos.**

**Equipos para el Análisis de Vibraciones y Monitoreo  
de Maquinaria Rotativa.**

**Sistemas de Medición de Fuerza, Tensión y Ancho  
para la industria de Laminación de Acero y Aluminio.**

Representante de  
**GEORGE KELK CORP.**



Sistemas de Medición de Fuerza,  
Tensión, Ancho, Velocidad y Pesaje  
para la industria de Laminación de  
Acero, Aluminio y Minería.

[www.kelk.com](http://www.kelk.com)

Av. Guarapiche  
Residencias Caroni Plaza  
Torre A-2, Lote A, Piso 2,  
Apto. 2-1  
Puerto Ordaz -  
Edo. Bolívar - 8050  
Telfax: (0286) 952.24.41

**"Servir bien es nuestra norma, servirles mejor nuestro deseo..."**

Antonio Varela / Presidente & Fundador / Electrin C.A.



Rif. J-08018407-6

## ELECTRIN C.A. MOTORES ELÉCTRICOS



- Bobinado y Servicio de Mantenimiento a Motores Eléctricos AC y DC
- Reparación de Generadores Eléctricos
- Reparación de Electrobombas Sumergibles y Horizontales
- Equipos de Diagnóstico y Prueba de Última Tecnología
- Balanceo Dinámico Computarizado de Equipos Rotativos hasta 8.000 Lbs
- Análisis de Vibraciones y Balanceo en sitio
- Prueba a Tensión Plena de Motores Eléctricos hasta 4160VAC 2500HP / 600VDC 400ADC



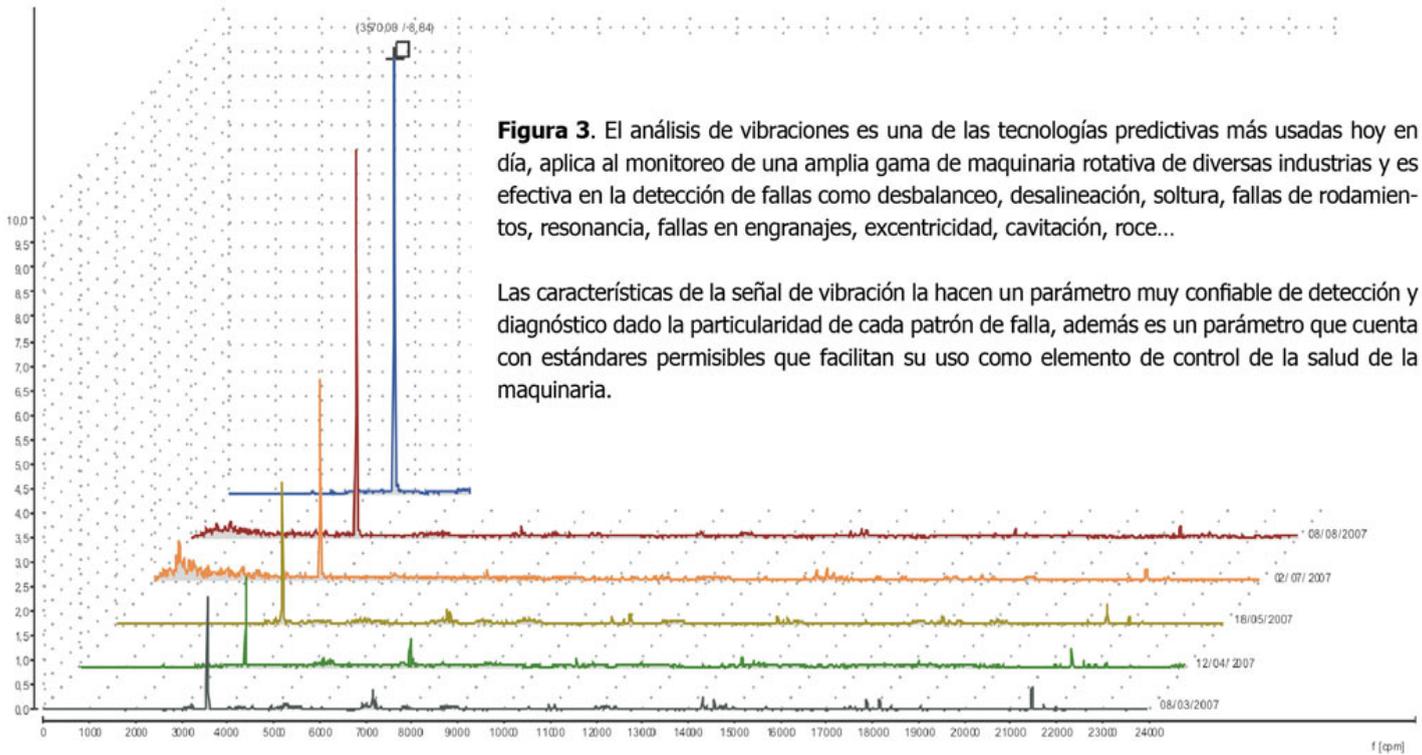
MIEMBRO ACTIVO DE:



[www.electrin.com](http://www.electrin.com)

Calle Sucre #128. Sector El Pensil - Puerto la Cruz - Estado Anzoátegui - Venezuela.

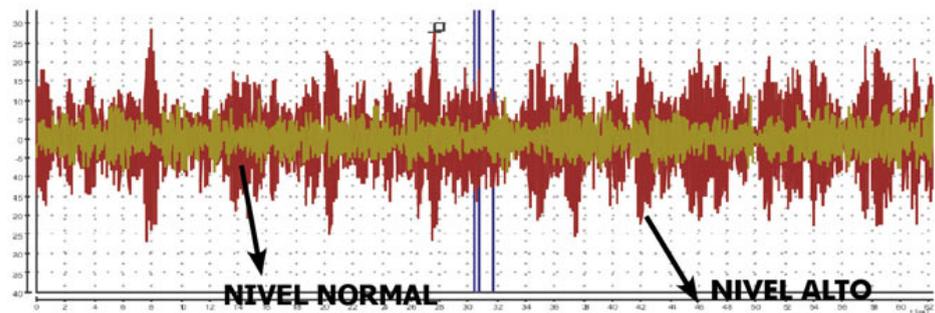
Teléfonos: +58 (281) 266.15.50 / 269.81.86 - Fax: +58 (281) 269.57.72 - e-mail: [info@electrin.com](mailto:info@electrin.com)



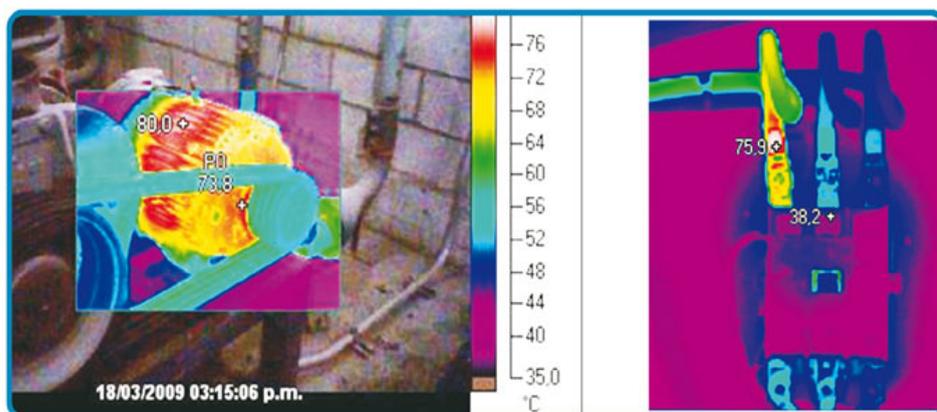
**Figura 3.** El análisis de vibraciones es una de las tecnologías predictivas más usadas hoy en día, aplica al monitoreo de una amplia gama de maquinaria rotativa de diversas industrias y es efectiva en la detección de fallas como desbalanceo, desalineación, soltura, fallas de rodamientos, resonancia, fallas en engranajes, excentricidad, cavitación, roce...

Las características de la señal de vibración la hacen un parámetro muy confiable de detección y diagnóstico dado la particularidad de cada patrón de falla, además es un parámetro que cuenta con estándares permisibles que facilitan su uso como elemento de control de la salud de la maquinaria.

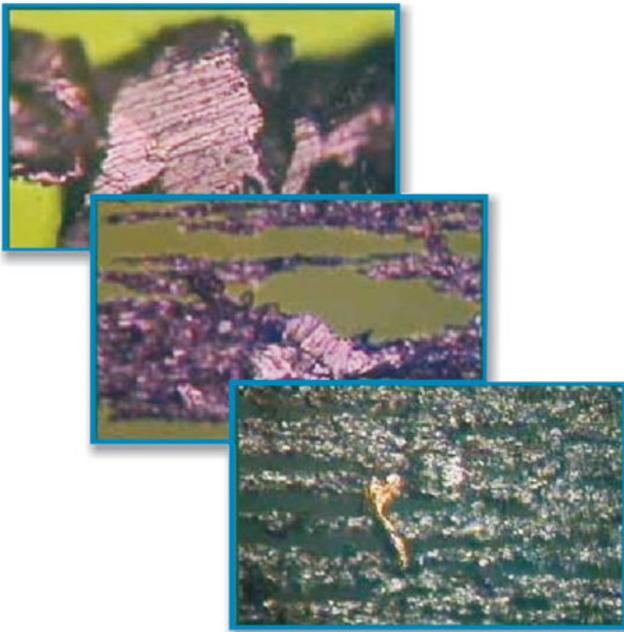
**Figura 4.** La señal de vibraciones junto con los niveles de ruido de alta frecuencia o ruido ultrasónico son una excelente herramienta para la detección de estados incipientes de fallas en rodamientos, incluso la detección de deficiencias de lubricación mucho antes de que esto se convierta en una falla potencial del rodamiento.



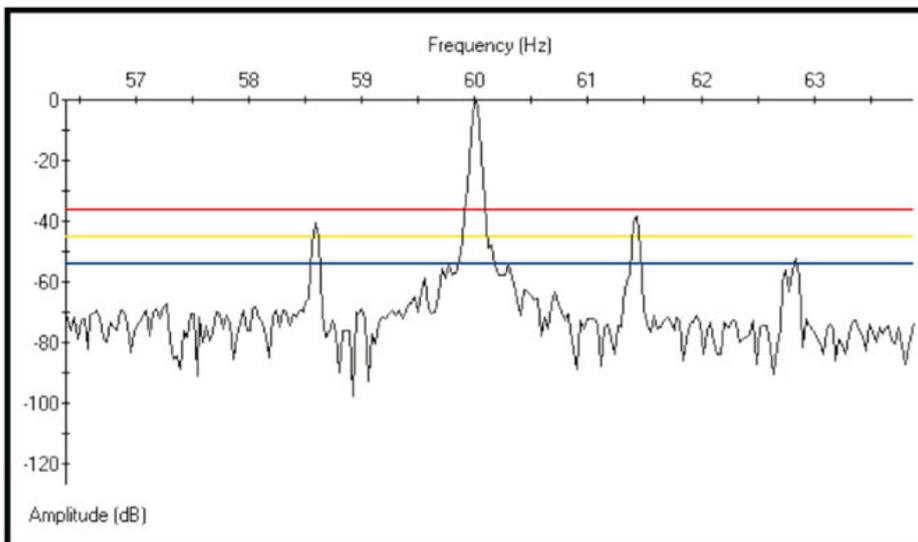
**Figura 5.** La temperatura es un parámetro relativamente estable en la mayoría de los equipos industriales, tanto para valores correspondiente a desempeño de máquinas como a valores representativos de algún proceso. Los cambios en el nivel de temperatura o considerables diferencias entre elementos similares son indicativos de alguna condición anormal.



El uso de cámaras termográficas hace muy sencillo y seguro el monitoreo del perfil térmico de un objeto. La termografía infrarroja se ha venido masificando en los últimos años particularmente para la inspección de partes eléctricas como motores de media y alta potencia y los circuitos asociados.



**Figura 6.** El monitoreo y análisis de lubricantes es una técnica predictiva altamente efectiva para la detección temprana de condiciones anormales, el lubricante es la "sangre de la maquinaria", evaluar sus características adecuadamente nos acerca al nivel Proactivo del mantenimiento. La tecnología y procedimientos de inspección y análisis son muy sofisticadas y evalúan el nivel microscópico del lubricante, lo que ofrece un alto nivel de predicción de problemas: contaminación por partículas, análisis de elementos de desgaste de componentes, degradación físico-química, humedad... Sin embargo otras técnicas y procedimientos más sencillos también son útiles para monitorear la salud del lubricante y el entorno de la lubricación: auditoría a procedimientos, inspección visual del aspecto, verificación de sistemas de filtrado, respiraderos eficientes y almacenamiento son elementos frecuentes de debilidad de un programa de lubricación que muchas veces pasan desapercibidos y deben priorizarse ante las evaluaciones más complejas.



**Figura 7.** Más del 80% de la transmisión de potencia en la industria se hace a través de motores eléctricos, como componentes electro-mecánicos. Estos equipos poseen características de desempeño muy particulares, su salud es afectada por problemas tanto de índole mecánico como los asociados a la calidad de la energía eléctrica que los alimenta. Las técnicas de análisis de corriente son capaces de detectar las deficiencias de la energía fuente y/o del circuito del motor: desbalanceo de voltajes o corriente, sobrecarga, barras agrietadas, desbalanceo del campo magnético, falta de aislamiento...

## CONCLUSIONES

Combatir los altos costos del Mantenimiento Industrial no es una tarea sencilla, es necesario contar con tecnologías y personal capacitado para traducir el esfuerzo humano y financiero en métodos de Planificación y Programación óptimos, las Tecnologías Predictivas pese a su "sofisticación" son simples herramientas de apoyo del mantenedor. Ellas deben usarse en sincronía con el modo de fallo de los activos, su criticidad y la mantenibilidad de los mismos, en la mayoría de los casos estas técnicas deben complementarse, su uso aislado no garantiza el mejor éxito del programa.

Crear un plan de inspección sistemático y efectivo requiere de tiempo y dedicación, es necesario definir los modos y efectos de fallas de la maquinaria, generar una base de datos de condición de activos y establecer una línea base de desempeño: elementos invalorables de un Programa de Mantenimiento Predictivo.



# ERGONOMÍA EN AMBIENTES DE TRABAJO

Ing. Laura Rosso / SHA de Venezuela CA



La Ergonomía es una ciencia multidisciplinaria, que se encarga del estudio de la carga física asociada a requerimientos de posturas, movimientos y fuerza, así como a las demandas cognitivas asociadas a una actividad, en lo relativo a precisión, monotonía y apremio del tiempo. El objetivo de esta ciencia es diseñar puestos de trabajo, herramientas y tareas de acuerdo a las capacidades psicológicas, cognitivas, culturales y antropométricas de los trabajadores. En Venezuela las regulaciones en materia de ergonomía ocupacional las rige la Ley Orgánica de Prevención Condiciones y Medio Ambiente en el Trabajo (LOPCYMAT).

La adopción de posturas inadecuadas o mover las articulaciones en toda su extensión no representa ningún peligro, sin embargo, adoptar estas posturas de manera prolongada durante la mayor parte de la jornada laboral, puede ocasionar enfermedades ocupacionales de origen musculoesqueléticas, como bursitis, síndrome de el túnel del carpo, síndrome del hombro doloroso, lumbalgias, dorsalgias...

Una de las causas para la adopción de posturas inadecuadas en el trabajo es la desproporción de tamaño entre el trabajador, su puesto de trabajo, equipos y herramientas; la Ergonomía se encarga de estudiar estos aspectos a través de la aplicación de métodos biomecánicos tales como RULA, REBA, OWAS, OCRA, para cuantificar el nivel de riesgo disergonómico que presenta un puesto de trabajo y proponer las estrategias apropiadas de acción en la fuente, el medio y el trabajador.

En general, se puede decir que las normas ergonómicas más importantes están relacionadas con:

- **Diseño de puestos de trabajo donde las herramientas, equipos, palancas, controles y suministros de uso frecuente se encuentren en la zona de alcance mínima del trabajador, para evitar flexo-extensión de miembros superiores y columna lumbar.**
- **Diseño de tareas y herramientas que disminuyan la fuerza requerida para la ejecución de la actividad.**
- **Automatización de herramientas manuales.**
- **Cuando la actividad requiera realizar movimientos repetitivos se deberá disminuir el tiempo de exposición de los trabajadores implementando estrategias de rotación de personal.**
- **Evitar el uso de las manos como herramientas, ya que incluso golpes ligeros con la palma de la mano pueden ocasionar lesiones en nervios, arterias, tendones, músculos y huesos de esta región.**
- **Facilitar ayudas mecánicas para la manipulación y transporte de cargas.**
- **Brindar educación y formación periódica a los trabajadores en materia de higiene postural.**

“En Venezuela las regulaciones en materia de ergonomía ocupacional las rige la Ley Orgánica de Prevención Condiciones y Medio Ambiente en el Trabajo (LOPCYMAT)”



La Ergonomía Aplicada requiere de evaluaciones especializadas por puesto de trabajo para precisar las estrategias de prevención y control adecuadas para cada caso de estudio, a fin de garantizar la prevención de enfermedades ocupacionales de origen musculoesquelético y evitar el deterioro de la salud de los trabajadores. Por último es importante destacar que adoptar posturas apropiadas tanto en el trabajo como en nuestras actividades cotidianas depende en gran medida de nosotros mismos.

## ERGONOMÍA

### Algunos Métodos:

**RULA** (Rapid Upper Limb Assessment): Evaluación Rápida de Miembro Superior. Método dirigido al análisis de la extremidad superior y a trabajos en los que se realizan movimientos repetitivos

**REBA** (Rapid Entire Body Assessment): Evaluación Rápida de Cuerpo Entero. Sistema de análisis que incluye factores de carga postural dinámicos y estáticos y la interacción persona-carga.

**OWAS** (Ovako Working Analysis System): Sistema de Análisis de Trabajo de Ovaco (Empresa Finlandesa del Acero). Es el método postural más extendido en el mundo y se basa en una simple y sistemática clasificación de ciertas posturas de trabajo de las que se conocen las cargas musculoesqueléticas que originan.

**OCRA** (Occupational Repetitive Actions): Acciones Ocupacionales Repetitivas: define un índice de riesgos para la exposición de movimientos repetitivos de los miembros superiores.



### Asesoría y consulta Técnica en:

- Identificación de peligros en puesto de trabajo
- Notificación de riesgos
- Programas de Seguridad y salud en el trabajo
- Evaluación ergonómica de puestos de trabajo y Programas Ergonómicos
- Asesoría en la elaboración e implantación para programas de Vigilancia Epidemiológicas
- Identificación y evaluación de los factores psicosociales en los puestos de trabajo
- Planes y simulacros de emergencias
- Elaboración de análisis de riesgo
- Asesoría a los servicios de seguridad y salud laboral
- Auditoría a los sistemas de gestión de seguridad y salud laboral
- Evaluación de factores de riesgos ambientales

CURSOS	Fecha	Lugar	Inversión Bs.F
Manejo de Montacargas` 08 horas	27 Junio	PLC	150 + IVA
Seguridad, Higiene y Ambiente Modulo C (Supervisorio) 40 horas	27 y 28 Junio 04y 05 Julio	PLC	400 + IVA
Manejo Defensivo 08 horas	18 Julio	PLC	150 + IVA
Seguridad, Higiene y Ambiente. Modulo C (Supervisorio). 40 horas	25 y 26 Julio 01 y 02 Agosto	PLC	400 + IVA
SISTEMA DE PERMISOS DE TRABAJO Basado Normas PDVSA. (Evaluación de Atmosferas Peligrosas, Espacios Confinados, Análisis de Riesgos de Trabajo y Permisos de Trabajo). 40 horas	15, 16, 22 y 23 Agosto	PLC	400 + IVA

## Especialistas en servicios de Seguridad y Salud Laboral

Ofic. Ppal. Pto. La Cruz: Paseo Colón c/calle Monagas No. 6 C.C. Hotel Rasil, nivel 2, local 8 - Pto. La Cruz Edo. Anzoátegui Telefax: (0281) 267.43.67

Maturín: Av. Alirio Ugarte Pelayo, Centro Empresarial Petroriente. Piso 2 , Ofic. 02-S51, Maturín - Edo. Monagas Telf.: (0291) 643.55.75

El Tigre: Av. Intercomunal. Tigre - Tigríto C.C. "Z y L" , Local No. 3 Telf.: (0283) 255.05.26

[www.shadevenezuela.com.ve](http://www.shadevenezuela.com.ve)



# GLOSARIO

## 5s

Organización, Orden, Estandarización, Limpieza y Disciplina. Filosofía (y de vida) enfocada en el lugar físico de trabajo, su nombre se deriva de estas cinco palabras japonesas que empiezan por s: Seiketsu (ordenar), Seiri (organizar), Seiso (Limpiar), Seiton (Estandarizar) y Shitsuke (Disfundir, expandir a otras áreas).

## ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ

El ACR es una metodología "paso a paso" que se enfoca en encontrar la causa real de un problema crónico o crítico, ayudando a eliminar el origen de las fallas y no simplemente a combatir sus síntomas. Las técnicas de ACR permiten entender en toda su amplitud las causas de un problema de manera tal que se puedan definir e implementar las estrategias óptimas para evitar la recurrencia de las fallas.

## BENCHMARKING

Proceso de mejoramiento continuo que examina las compañías más efectivas en un área específica, aprendiendo cómo estas llegaron a un nivel de excelencia para adaptar sus métodos a otra empresa con el objeto de hacerla mejor a la empresa estudiada.

## FALLA CRÍTICA

Un problema que involucra una pérdida de la función de un sistema o un efecto adverso en las operaciones, la seguridad, la calidad o la productividad.

## FILOSOFÍA "KAIZEN"

Metodología de trabajo basada en el mejoramiento continuo, se fundamenta en que cada proceso puede y debe ser mejorado continuamente para optimizar el tiempo requerido para su desarrollo, los recursos usados, la calidad resultante y otros aspectos relevantes del proceso.

## MANTENIMIENTO PROACTIVO

La sumatoria de todos los esfuerzos para identificar, monitorear y controlar estados de fallas futuras con énfasis en el entendimiento y eliminación de la causa raíz de los problemas. El Mantenimiento Proactivo incluye el diseño de especificaciones para asegurar equipos con alta mantenibilidad y confiabilidad desde el proceso de procura incluye además las actividades de inspección predictivas y la optimización de las actividades de mantenimiento preventivo.

## MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM: Total Productive Maintenance)

Estrategia operacional enfocada en maximizar la efectividad global de un activo (OEE), requiere de la participación directa de todos los niveles de una organización. Su meta no es solo prevenir fallas y defectos, sino hacerlo de la manera más eficiente y económica posible.

## MANUFACTURA ESBELTA (LEAN MANUFACTURING)

Sistema de manufactura que se enfoca en minimizar los recursos necesarios para producir un bien o proveer un servicio. Lean Manufacturing es un término acuñado en inglés para resumir las técnicas de manufactura japonesas, específicamente el Sistema de Producción de Toyota.

## MEJORAMIENTO CONTINUO

La filosofía o actitud empresarial, profesional y personal de realizar los procesos siempre de una mejor manera.

## MEJORES PRÁCTICAS

Procedimientos que conducen a un nivel de desempeño superior en un área o proceso específico. Son producto del proceso de mejoramiento continuo.

## OEE (Overall Equipment Effectiveness) Eficacia Global de un Equipo

Medida o indicador que compara las tasas de disponibilidad, eficiencia del desempeño y de calidad de un activo o sistema.

## RAV (Replacement Asset Value) Valor de Reemplazo del Activo

Se define como el costo, en dinero actual, en que debería incurrirse para reemplazar una facilidad o equipo en su actual configuración. Representa el valor real de los activos existentes al precio actual.

## RE-TRABAJO

Mantenimiento correctivo realizado sobre activos previamente mantenidos o reparados que han fallado prematuramente por causas de mantenimiento u operación inadecuada o por mala calidad de los materiales y repuestos.

## VALOR AGREGADO

Todas aquellas actividades dentro del proceso de una organización que contribuyen directamente a satisfacer al consumidor final, bien sean clientes externos o internos, sin que esto necesariamente implique mayores costos operativos o un mayor precio de mercado.

### Referencias:

- 1)SMRP Best Practice Metrics, WWW.SMPP.ORG
- 2)TERRY WIREMAN, Developing Performance Indicators for Managing Maintenance, 2Ed. Industrial Press
- 3)RICK SMITH y MOBLEY R KEITH, Reglas claves de mantenimiento y confiabilidad, 2008, Elsevier.



## SOLUCIONES PARA LA CONFIABILIDAD INDUSTRIAL

- PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO
- MONITOREO Y ANÁLISIS DE VIBRACIONES EN EQUIPOS ROTATIVOS
- TERMOGRAFÍA INFRARROJA
- ALINEACIÓN LÁSER
- BALANCEO DINÁMICO
- ASESORÍA TÉCNICA

## ACADEMIA DE CONFIABILIDAD

- ANÁLISIS DE VIBRACIONES NIVEL I Y II SEGÚN ISO 18436-2
- LUBRICACIÓN INDUSTRIAL
- BALANCEO Y ALINEACIÓN DE EQUIPOS ROTATIVOS
- TECNOLOGÍAS PREDICTIVAS
- MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD
- ANÁLISIS DE CAUSA RAIZ: ACR (Curso ASME)

Carrera 9, Edificio Churún Merú N°2B, Lechería, Edo. Anzoátegui  
Venezuela, Telf.: 0414-8174180 / (0281)2812441  
e-mail: academia@confiabilidad.com.ve

Visítanos en [www.confabilidad.com.ve](http://www.confabilidad.com.ve)

# INTERCAMBIADORES DE CALOR Y CALDERAS, C.A



**INCALCA**

**Especialistas en Mantenimiento de Equipos de Transferencia de Calor (Intercambiadores, Hornos y Calderas)**

RIF: J-07047774-1

- Reparación y alteraciones de equipos estampados ASME.
- Fabricación de todo tipo de recipientes a presión con o sin estampe ASME.
- Izamiento de cargas.
- Soldadura en general
- Soldaduras especiales (TIG, MIG, aluminio, aceros inoxidables, bronce, etc.)
- Tratamientos térmicos localizados.
- Sand-blasting e Hidro-blasting.
- Pintura industrial.
- Limpiezas industriales en general.
- Paradas de planta.
- Suministro de personal, equipos y herramientas.
- Hidroextractor de haces tubulares (60.000 Lbs de empuje).



*La más versátil de su tipo. !*



Principal: Av. No. 5 (Vía complejo Petroquímico El Tablazo). Los Puertos de Altagracia Edo. Zulia,  
Tele-Fax: (0266) 3210222 (Master) - 3210961. Celular: (0414) 3617300 - 3617301  
e-mail: [incalca@cantv.net](mailto:incalca@cantv.net), [edgardperez@incalca.com](mailto:edgardperez@incalca.com), [d.teran@incalca.com](mailto:d.teran@incalca.com)

Sucursal Oriente: Av. José Antonio Anzoátegui. C.C. Puerto Píritu. Local PB-06. Puerto Píritu  
Edo. Anzoátegui. Tele-Fax (0281) 4412782. Celular: (0414) 3600487  
e-mail: [incalcaoriente@mipunto.com](mailto:incalcaoriente@mipunto.com), [a.barboza@incalca.com](mailto:a.barboza@incalca.com)  
Pagina Web: [www.incalca.com](http://www.incalca.com)