



Edición Gratuita - Trimestral - Año 4 - Nº 15 - Segundo Trimestre 2013

# CONFIABILIDAD INDUSTRIAL

Gerencia de Activos+Mejores Prácticas+SHA+Mantenimiento+Estándares+RRHH

CONFIABILIDAD APLICADA

## TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE FALLAS ¿QUÉ FUE LO QUE PASÓ?

FALLA DE MOTOR

FALLA DE RODAMIENTO

FALLA DE BOBINAS

FALLA DE LUBRICACIÓN

GRASA INADECUADA

FALTA DE GRASA

CONFIABILIDAD HUMANA  
**CONFIABILIDAD  
BASADA EN  
LIDERAZGO**

MEJORES PRÁCTICAS  
MANTENIMIENTO  
PROACTIVO:  
**CUIDADOS ESENCIALES  
DE LA MAQUINARIA**

GRASA  
CONTAMINADA

MAL  
ALMACENADA

Una publicación de





# REFAMECA C.A.

DE ORIENTE

RIF J-31167447-0

*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
- 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
- ALQUILER DE EQUIPOS, MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS
- SUMINISTRO DE PERSONAL TÉCNICO Y ESPECIALISTA
- REVESTIMIENTOS INDUSTRIALES
- DEMOLICIÓN E INSTALACIÓN DE REFRACTARIOS
- SUMINISTRO Y ALQUILER DE ANDAMIOS

## METALMECÁNICA DE PRECISIÓN

Carretera Rómulo Betancourt, Local N°1, Sector Los Potocos, Barcelona.  
Telefax: (0281)808.47.21. Cel: 0414-815.25.46. e-mail: [mercadeo@refameca.com.ve](mailto:mercadeo@refameca.com.ve) / [refamecadeoriente@gmail.com](mailto:refamecadeoriente@gmail.com)

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

# EN ESTA EDICIÓN

**EDITORIAL**  
¿QUÉ ES REALMENTE  
MANTENIMIENTO PREDICTIVO?

MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO

4

**CONFIABILIDAD HUMANA**  
CONFIABILIDAD BASADA  
EN LIDERAZGO



6

**HUMOR CONFIABLE**



9

**MEJORES PRÁCTICAS**  
MANTENIMIENTO PROACTIVO:  
CUIDADOS ESENCIALES DE LA MAQUINARIA



12

**CONFIABILIDAD APLICADA**  
TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE FALLAS  
¿QUÉ FUE LO QUE PASÓ?



14

**BOLETÍN DE SEGURIDAD**  
SISTEMAS DE  
BLOQUEO DE EQUIPOS



17

**GLOSARIO**



18

**CONFIABILIDAD**  
INDUSTRIAL

Edición Gratuita - Trimestral - Año 4 - Nº 14

Primer trimestre 2013

DEPÓSITO LEGAL pp: 200802AN2835

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

Ernesto Primera, Rafael Arguelles,

Pedro Trocel, Jorge Patiarroyo,

Luis Fajardo.

Una publicación de



Carrera 9, Edificio ChurúnMerú N°2B, Lechería,

Edo. Anzoátegui, Venezuela

Tel.: 0414-8174180 (0281)281.24.41

Síguenos: @rconfiabilidad



Diseño: Surama Gyarfas Nazar



## 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**

## Sé Parte de la Confiabilidad

**CONFIABILIDAD**  
INDUSTRIAL

Gerencia de Activos+Mejores Prácticas+SHA+Mantenimiento+Estándares+RRHH

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

# ¿QUÉ ES REALMENTE MANTENIMIENTO PREDICTIVO?

La palabra Mantenimiento es entendida como toda función orientada a preservar, reparar, reemplazar o cuidar un elemento; en un entorno industrial Mantenimiento se entiende como devolver un activo a su condición normal u óptima luego de un evento de falla. Al decir luego de un evento de falla se asume que no realizaremos mantenimiento si no se presentan los síntomas de una anomalía. Sin embargo actualmente la práctica de hacer "mantenimiento preventivo" o mejor dicho mantenimiento basado en tiempo, aún está muy arraigada, estas son actividades de mantenimiento que no están soportadas por otro criterio diferente al transcurrir del tiempo, es básicamente un mantenimiento basado en calendario, gran parte de estas acciones de mantenimiento han demostrado ser innecesarias y hasta dañinas que en lugar de devolver un activo a una condición óptima siempre está latente el escenario de devolverlo a una condición peor; es este el escenario que intenta combatir el llamado Mantenimiento Predictivo, actuar bajo criterios de condición de maquinaria, hacer lo necesario cuando sea necesario.

## ¿ENTONCES QUÉ ES MANTENIMIENTO PREDICTIVO?

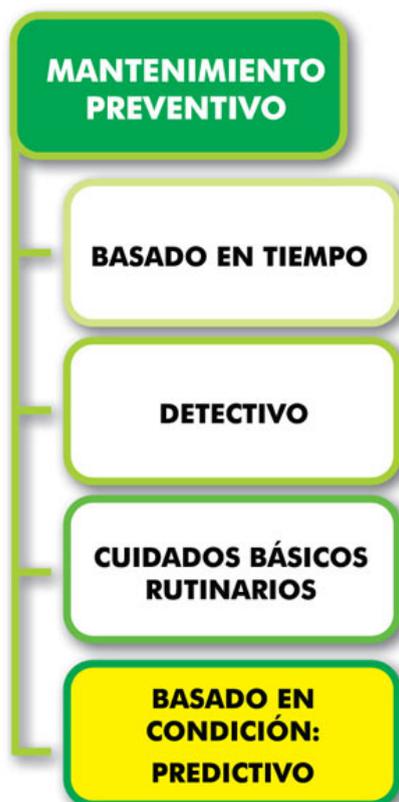


FIGURA 1.

Criterios de ejecución del mantenimiento preventivo

Es importante, desde el punto de vista de la organización de confiabilidad, separar los conceptos Mantenimiento Predictivo y Monitoreo de Condición, el primero es la consecuencia del segundo, en muchas organizaciones a la labor de inspección mediante el uso de tecnologías predictivas se le llama erróneamente Mantenimiento Predictivo, obviamente ninguna acción

Como me gusta entenderlo, el Mantenimiento Predictivo es una metodología para definir criterios de intervención de activos industriales, esta metodología se soporta en inspecciones sistemáticas basadas en tecnologías especializadas de monitoreo capaces de detectar fallas en estado prematuro y pronosticar la condición de los activos. El Mantenimiento Predictivo es el criterio de acción desprendido de las acciones de monitoreo de condición.

de inspección puede mejorar la condición de un activo, por ende llamarla mantenimiento ya es un error semántico. Este error ha creado el paradigma de desvincular el Mantenimiento Predictivo de las responsabilidades del departamento de mantenimiento, quienes han arraigado la cultura de la planificación basada únicamente en tiempo. El simple hecho de aceptar el Mantenimiento Predictivo como una de sus responsabilidades los coloca como clientes del departamento de inspección y en la actitud de exigir resultados a estos para alimentar sus planes de mantenimiento. Las llamadas organizaciones de clase mundial basan cerca de 70% de sus actividades en tareas de Mantenimiento Predictivo, cada vez es mayor la tendencia a sustituir actividades basadas en tiempo y muy poco porcentaje (5%) es dedicado a actividades fuera de programación (correctivo / emergencias).

### Según la revista Forbes:

"Uno de cada tres dólares invertidos en mantenimiento preventivo (basado en tiempo) es malgastado. Una industria reportó que 60% de las bombas hidráulicas enviadas a mantenimiento no tenían ningún síntoma de desgaste apreciable"

### ESCENARIOS LUEGO DE UNA ACCIÓN DE MANTENIMIENTO

Independientemente del criterio de aplicación, siempre están latentes algunos escenarios des-

pues de intervenir un activo industrial, esto cobra mayor importancia cuando se intervienen equipos en buenas condiciones.

1. El activo se devuelve tan bueno como nuevo.
2. El activo se devuelve tan malo como antes de reparar.
3. Mejor que antes de reparar pero no tan bueno como nuevo.
4. Peor que antes de reparar.

Establecer el criterio del Mantenimiento Predictivo en la mayoría de las intervenciones programadas combate los tres últimos escenarios, ya que la decisión de actuar se fundamenta en análisis de condición del activo, al menos nos aseguramos de que la intervención es necesaria esto es Mantenimiento Basado en Condición.

Una cantidad significativa de fallas son causadas por el propio mantenimiento, hay actividades "preventivas" que pueden ocasionar las mismas fallas que se intentan impedir. Por ello es importante evitar la excesiva intervención en los activos. Muchos estudios han demostrado que gran cantidad de las actividades de mantenimiento que creemos útiles, realmente son innecesarias y no agregan valor.

Esta es mi opinión,  
me gustaría conocer la suya  
[david.trocel@confiabilidad.com.ve](mailto:david.trocel@confiabilidad.com.ve)

# SONOTEST

Líderes en Inspección, Ensayos No Destructivos  
y Tratamiento Térmico Industrial

ISO 9001:2008  
BUREAU VERITAS  
Certification



Los trabajadores de **SONOTEST** asumimos el compromiso de implementar y mantener programas destinados a mejorar la calidad de las operaciones en todos los aspectos de la organización, con especial atención en las funciones claves como lo son productividad, satisfacción de los clientes, competitividad, rentabilidad, e innovación. La implementación y Certificación *ISO 9001:2008* de nuestro Sistema de Gestión de la Calidad nos ha brindado los beneficios de adquirir conciencia y cultura de trabajo ordenado focalizados hacia el cliente, alineados al crecimiento personal y organizacional.



Calle Ovidio, Sector La Ponderosa. Barcelona - Estado Anzoátegui. - Telefax (0281) 2745205 / 2746744

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

## CONFIABILIDAD HUMANA

# CONFIABILIDAD BASADA EN LIDERAZGO

ROL: Reliability Oriented Leadership  
Ing. Rafael Arguelles, CMRP, Presidente de SISVENCA,  
rarguelles@avepmco.org.ve



Muchas asociaciones u organizaciones mundiales han intentado establecer estándares de desempeño vinculados al Mantenimiento, la Confiabilidad y la Gerencia de Activos basados en la conformación de cuerpos de conocimiento. La Sociedad de Profesionales de Mantenimiento y Confiabilidad o SMRP por sus siglas en inglés (Society for Maintenance and Reliability Professionals) una de las asociaciones con más asociados en el hemisferio occidental ha establecido dentro de su cuerpo de conocimiento (SMRP BoK) cinco áreas que deben desarrollarse de manera armoniosa e integrada para alcanzar el éxito en el desarrollo de una carrera o meta de Mantenimiento y Confiabilidad. Estas áreas o pilares como son llamadas por la SMRP son:

### PILAR 1: Negocio y Gerencia.

Este pilar de conocimiento describe las habilidades necesarias para interpretar las metas de negocio de una organización e incorporarlas apropiadamente a la gestión de mantenimiento y confiabilidad.

### PILAR 2: Confiabilidad de los Procesos de Manufactura.

Define como las actividades de mantenimiento y confiabilidad deben mejorar los procesos de manufactura y de producción.

### PILAR 3: Confiabilidad de los Equipos.

Establece los requerimientos para determinar las capacidades actuales de los equipos y las estrategias de mejoras en relación a su confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y criticidad.

### PILAR 4: Organización y Liderazgo.

La SMRP describe en este punto el proceso para asegurar que la plantilla de mantenimiento y confiabilidad sea la más calificada y la mejor elección para alcanzar las metas de la organización

### PILAR 5: Gerencia del Trabajo.

Este pilar se enfoca en las habilidades usadas para que el trabajo de Confiabilidad y Mantenimiento sea efectivamente completado. Incluye las actividades de planificación, aseguramiento de la calidad del trabajo, manejo de inventarios, etc.

La intención de este artículo es mostrar como el PILAR 4 puede ser efectivamente desarrollado apalancándose en el liderazgo y habilidades de los miembros del staff de mantenimiento. Por supuesto el éxito solo está garantizado mediante el desarrollo armónico de los cinco pilares.

## Objetivos de una Organización

Las organizaciones, cuando las observamos objetivamente, más allá de las declaraciones de Misión, Visión y Valores, tienen todas un fin común: generar beneficios a sus accionistas. Las declaraciones de Misión y Visión establecen, por lo tanto, los medios, caminos, estrategias, métodos, herramientas, etc., permitidos por los Valores de la sociedad, los accionistas y las leyes aplicables para lograr estos beneficios, en la práctica todo se enmarca dentro de esta realidad.

Los medios para lograr este objetivo están constituidos a su vez por otro conjunto de activos, algunos físicos, otros intangibles. En algunas organizaciones los activos físicos o equipos se convierten en el foco de atención. Esto puede ocurrir de forma reactiva o

**“Antes de producir mejores productos, debemos producir mejores personas”**

*Konosuke Matsushita*

proactiva. En esta decisión subyace el más importante de los activos de una organización: EL SER HUMANO.

Este factor, cuando es manejado adecuadamente, se convierte en la energía que mueve todos los procesos. Cuando hablamos del liderazgo requerido para llevar de forma segura hacia el éxito una gestión de Mantenimiento y Confiabilidad, solemos dejar de lado a otros miembros de la organización que, sin ser miembros de nuestro staff propio, tienen una influencia determinante en los logros que podemos alcanzar. El Pilar 4, pretende entonces definir el valor de diseñar una estrategia de inclusión, de integración y de interdependencia organizacional.

## El recurso humano y su formación como elemento esencial de la organización.

Uno de los obstáculos más difíciles de vencer es la disponibilidad del recurso humano apropiado, la gestión del Mantenimiento y la Confiabilidad requiere de personal especializado, altamente capacitado y motivado. Las organizaciones buscan constantemente mecanismos de formación para suplir esta imperiosa necesidad, desde programas internos de “Transferencia de Conocimientos” entre grupos de empleados, con los más experimentados enseñando a los que

vienen en asenso, pero esta estrategia, además de ser insuficiente, mantiene el riesgo de la herencia de malas prácticas y la informalidad, por otro lado las capacidades pedagógicas necesarias no siempre son garantizadas.

Los programas de aprendices y mentores son otro mecanismo de capacitación en el trabajo, pero su efectividad se ve mermada cuando estos empleados más jóvenes dejan la organización apenas concluyen el proceso, estos programas también son una fuente de transferencia de paradigmas entre generaciones.

**Entonces la gerencia de recursos humanos debe orientar sus esfuerzos no solo en capacitar continuamente a su personal sino también en mantenerlo dentro de la organización.**

En este sentido las técnicas de coaching como herramienta de formación pasan a ser una alternativa fiable que formaliza la capacitación y la orienta a objetivos reales y específicos, adaptándose a los requerimientos de la organización y a su idiosincrasia.

## ¿Supervisor o Coach?

Los miembros de las organizaciones necesitan ser cada día más autónomos en sus labores; esta es una meta en la que los supervisores juegan un rol fundamental. Los supervisores deben acompañar el transitar de sus supervisados durante todo el proceso de formación, generando un nexo esencial que contribuirá a la capacitación del empleado y a generar sentido de pertenencia hacia la organización, el supervisor debe ser visto como un modelo a seguir. Los procesos de coaching deben ser debidamente asistidos, y deben a su vez tener un mentor. El proceso de coaching considera que los seres humanos no somos iguales, todas las personas son diferentes, con distintas personalidades, destrezas, capacidades, intereses y visiones. El supervisor, y ahora ya démosle su verdadero nombre, el coach debe asegurarse que cada uno de los coachees (supervisados) entienda que el trabajo en equipo es fundamental, que no podemos solos, que toda la ayuda es bienvenida y necesaria, combatir la cultura del héroe.

El personal asignado a un programa de mantenimiento y confiabilidad necesita ser evaluado y desarrollado de acuerdo a sus capacidades, destrezas y conocimientos, los planes de capacitación deben orientarse en función de las necesidades evaluadas. Debemos entrenar al recurso humano para lograr objetivos específicos. Es necesario además que los planes de desarrollo sean continuos y sostenibles, orientados a mantener una fuerza de trabajo capaz e interdependiente, la organización de esta manera desarrollará una alta capacidad de auto aprendizaje.

**ROL: Reliability Oriented Leadership**



## Formalizando el conocimiento corporativo.

Los integrantes de mayor experiencia de una organización al convertirse en líderes propulsores de una gestión basada en procedimientos, plasman su experiencia y conocimiento en el desarrollo y especificaciones de estos procedimientos escritos en los que serán certificados el resto del personal. El proceso de certificación, si bien debe ser llevado por un ente externo, debe también ser parte del sistema de recompensas que los empleados reciben por su trabajo.

**“Liderazgo es la capacidad de mover a la gente, de inspirarla, de entusiasmarla y hacerla sentir capaz, valiosa e importante”**

*Eduardo Martí*

## Alineación de Ejes & Mediciones Geométricas



Rotalign® ULTRA

## Análisis de Vibraciones & Balanceo



VIBXPERT® II

Ver VIDEOS en línea



**Soluciones fáciles para sus necesidades de mantenimiento**

Ventas • Alquiler • Servicio



**LUDECA**

Keep it running.

305-591-8935 • www.ludeca.com

GTS CONFIABILIDAD 7



**John Crane Venezuela C.A.**  
Soluciones de Ingeniería para Equipos Rotativos

## Calidad y Servicio con Soluciones Innovadoras

Líder mundial en Ingeniería de Sistemas de Sellados.  
Hacia 40 años de servicio integral en Venezuela  
Excelencia en Tecnología

### Nuestro Portafolio de Productos:

- Sellos Mecánicos
- Sellos Mecánicos Secos de Gas
- Acoples
- Sistemas de Soporte para Sellos (Planes API)
- Protectores de Rodamientos (Bearing Isolator)
- Nuevo** • Cojinetes Especiales para Turbo máquinas (Orion y TCE)
- Láminas Calibradas (Shims)
- Empaquetaduras
- Nuevo** • Productos y Servicios de Sistemas de Levantamiento de Producción (Bombas de Subsuelo, Varillas de Producción y partes especiales) **John Crane Production Solution**
- Nuevo** • Reparación de Bombas Centrífugas, Verticales y de Tornillo.
- Nuevo** • Sistemas de Filtrado (Indufil)
- Programas de Confiabilidad (Performance Plus)
- Adiestramiento Especializado



#### Oficina Principal

**Maracaibo** Telf: +58 261 300 0000 master  
Fax: +58 261 731 1877

#### Centros de Servicio

**Paraguana** Telf: +58 269 246 2969 / +58 269 246 2689  
Fax: +58 269 246 2276

#### Oriente

Telf: +58 281 287 1893 / +58 281 286 3498  
Fax: +58 281 286 9311



smiths

Rif. J-08504115-0

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

SEALOL®

flexibox

SAFEMATIC®

LEMCO

ProTech™

ORION BEARINGS

INDUFIL®

INOVIT

METASTREAM

POWERSTREAM

Performance Plus™  
Providing Total Process Improvement & Optimization



# "RELACIONES" ON-LINE

El padre en un computador:  
 -Hijo, por favor, apaga la tablet, el video juego y la computadora. Ya puedes bajar al comedor, la comida esta lista. Por cierto revisa tu smartphone, esta mañana te enviamos un pin para el desayuno y no contestaste.  
 Te extrañamos.  
 Con cariño,  
 Papá y Mamá.



## Evolución es perfección y nosotros sabemos de eso...

Promover y Desarrollar el conocimiento en el área de Confiabilidad y Mantenimiento que contribuya al fortalecimiento de la Industria Manufacturera Latinoamericana, con la exitosa implantación de las tecnologías requeridas por sus necesidades, orientándose al máximo aprovechamiento de los recursos, con el mejor beneficio económico, reflejado a través de resultados tangibles. Desempeño, Organización, Valor agregado como aristas de desarrollo.

**Argymca**  
 Consultores en  
 Confiabilidad y Mantenimiento



RIF-J-295415559

## Consultoría

- Aplicación de Metodologías de Confiabilidad.
- Análisis Costo-Beneficio. (Inventario, Mttto, Inversión, etc)
- Análisis y Solución de Problemas Repetitivos.
- Diagnóstico integral de Instalaciones y Equipos.
- Diseño de Planes de Mantenimiento e Inspección.
- Análisis del Costo de Ciclo de Vida.
- Análisis de Diagrama de Bloque (RAM)
- Análisis de Riesgo e Incertidumbre.

**Pregunte por Nuestros Planes de Capacitación InCompany**

Contacto: [jrincon@argymca.com](mailto:jrincon@argymca.com) / Telf.: 0281-4237010 Cel.: 0424-8223954

# DIRECTORIO INDUSTRIAL

## SERVICIOS - PRODUCTOS - TECNOLOGÍA - RECURSOS HUMANOS

J-31167447-0



**METALMECÁNICA DE PRECISIÓN**

Fabricación, Rectificación, Soldaduras Especiales, Sandblasting, Pintura, Repotenciación de Maquinaria, Servicios de Mantenimiento Industrial

**0281- 808.47.21**  
refamecadeorientecantv.net

J-08018407-6



**MOTORES ELÉCTRICOS**

Mantenimiento en general de motores AC & DC, Generadores y Electrobombas, Balanceo Dinámico, Pruebas Eléctricas Especializadas, Análisis de Vibraciones.

**www.electrin.com**

**0281-2661550 / 2698196**  
info@electrin.com

J-07047774-1



**INTERCAMBADORES DE CALOR Y CALDERAS**

Reparación de equipos ASME, Recipientes a Presión, Izamiento de Cargas, Soldaduras en General, Pintura, Tratamiento Térmico, Sandblasting, Hidroblasting, Personal Técnico.

**www.incalca.com**

**0281-4412782 / 0266-3210222**  
incalca@cantv.net

J-07049199-7



**Argymca**  
Consultores en Confabilidad y Mantenimiento

- Aplicación de Metodologías de Confabilidad.
- Análisis Costo-Beneficio. (Inventario, Mto., Inversión, etc)
- Análisis y Solución de Problemas Repetitivos.
- Diagnóstico integral de Instalaciones y Equipos.
- Diseño de Planes de Mantenimiento e Inspección.
- Análisis del Costo de Ciclo de Vida.

**Planes de capacitación InCompony**

Teléfonos: 58-281-274.43.54 / 58-281-635.07.02 / Fax: 58-281-286.74.06

J-07049199-7

**SONOTEST**

**INSPECCIÓN Y ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS**

Inspección de Activos Industriales, Ensayos No Destructivos, Tratamiento Térmico, Certificación de Equipos de Izamiento y de Perforación de Pozos, Paradas de Planta.

**0281-2745205 / 0265-6628906**

**www.sonotest.com**

J-30266236-2



**LUDECA SOLUCIONES DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

Equipos y Tecnologías para Alineación Láser, Mediciones Geométricas, Balanceo Dinámico Industrial, Análisis de Vibraciones.

En Venezuela: M&D Mantenimiento Predictivo C.A. (J-30266236-2)

**0414-3205349**  
alinea@cantv.net www.ludeca.com

J-30962621-3

**SERVICIOS RHYCA**

**MANTENIMIENTO DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS**

Calibración de Instrumentos de Laboratorio, Equipos de Balanceo, Máquinas de Ensayos, Análisis de Vibraciones, Detección de Radiación, Medición de Fuerza y Tensión.

**www.kelk.com**

**0286-9522441 / 0416-3901966**  
jpatiarroyo@cantv.net

J-26073467-3



**GENTE + TECNOLOGÍA + SERVICIO**

Mantenimiento Predictivo, Adiestramiento Industrial, Balanceo Dinámico en Sitio, Alineación Láser, Monitoreo de Vibraciones, Termografía Infrarroja, Ultrasonido.

**www.confabilidad.com.ve**

**0414-8174180 / 0281-2812441**  
academia@confabilidad.com.ve

J-30266236-2



**ALTO TORQUE**

INGENIERIA DE MANTENIMIENTO

**PROFESIONALES AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA**

Representante exclusivo:



**www.altotorque.com.ve**  
+58 269 2486621 - info@altotorque.com.ve

J-30962621-3



**John Crane Venezuela C.A.**  
Soluciones de Ingeniería para Equipos Rotativos

Calidad y Servicio con Soluciones Innovadoras

Líder mundial en Ingeniería de Sistemas de Sellado  
Hacia 40 años de servicio integral en Venezuela  
Excelencia en Tecnología

Oficina Principal  
**Maracaibo** Telf: +58 261 300 0000 master  
Fax: +58 261 731 1877

**www.johncrane.com**

J-00031423-2



**RIESE & CIA, S.A.**

Somos especialistas en Venta, Distribución y Mantenimiento para el sector Oil&Gas e industrial

Telf.: (0212) 7934266 - 7934377  
**www.riese.com.ve**

**DISPONIBLE**



...OTRA VEZ SIN PLAYA!  
Y AHORA CUÁL FUE  
LA MÁQUINA QUE FALLÓ?

NO SÉ, PERO ES  
UN EQUIPO CRÍTICO



Encuentre usted  
las fallas antes  
de que ellas  
lo encuentren  
a usted

## Soluciones para la Confiabilidad Industrial

- PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO ■
- MONITOREO Y ANÁLISIS DE VIBRACIONES EN EQUIPOS ROTATIVOS ■
- TERMÓGRAFÍA 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 RAÍZ: ACR ■  
(Curso ASME)

Av. Costanera, C.C. Ciudad Puente Real, Oficina N2-B48, Barcelona, Estado Anzoátegui.  
Telf: 0281-2779738 Telf.: 0414-8174180 / (0281)2812441  
E-mail: academia@confiabilidad.com.ve

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



# MANTENIMIENTO PROACTIVO: CUIDADOS ESENCIALES DE LA MAQUINARIA

Ing. David Trocel, GTS Confiabilidad C.A.  
david.trocel@confiabilidad.com.ve

Las diferentes metodologías de mantenimiento industrial están concebidas para garantizar una operación segura, eficiente, continua y confiable a la mejor relación coste / beneficio. Ninguna técnica o filosofía de mantenimiento industrial sustituye a otra, simplemente están disponibles para ser aplicadas de manera eficiente y efectiva. En términos sencillos el Mantenimiento Proactivo se fundamenta en ejecutar actividades de mantenimiento orientadas a prevenir los factores que provocan el inicio de las fallas, se trata de actividades sencillas pero esenciales, aquellas tareas que mejoran el desempeño de los activos, actuando antes de que las fallas muestren sus síntomas, no se trata de detectar y/o corregir fallas, la meta es combatir los malos actores que más tarde provocarán un síntoma asociado a los modos de fallas característicos del activo.



Universalmente se ha entendido el mantenimiento preventivo como una filosofía de mantenimiento que busca, mediante intervenciones programadas, evitar que se presenten fallas de forma imprevista, mantener rutinariamente para mitigar o revertir el desgaste, en la actualidad el mantenimiento preventivo se basa en diferentes criterios de aplicación, básicamente criterios que determinen cuándo hacer mantenimiento y qué tipo de actividad se debe hacer. Pero independientemente del criterio que determine la necesidad del mantenimiento, estas actividades preventivas deben realizarse de tal manera que aseguren la disponibilidad del activo para operar de forma segura, eficiente y confiable. La ejecución de estas actividades de forma precisa y óptima es lo que se ha denominado mantenimiento proactivo: **repararlo, cuidarlo y operarlo de tal manera que no falle.**

## SIMPLEMENTE MANTENIMIENTO DE PRECISIÓN

El Mantenimiento Proactivo entonces busca mejorar las tareas cotidianas y esenciales. ¿Qué es lo mejor que se puede hacer cuando se ejecute una actividad de mantenimiento? Identificar cómo y dónde se originan las fallas para combatirla desde este origen. Los cuidados esenciales de activos industriales son la clave del desempeño, estadísticamente una gran cantidad de fallas tienen su origen en labores previas de mantenimiento y en la operación inadecuada de la maquinaria, las fallas asociadas al desgaste normal de los componentes representan un porcentaje mucho más bajo; en este sentido mantener y operar proactivamente un activo asegura la eliminación de un amplio porcentaje de problemas. Pero no se trata de la

cantidad o la frecuencia del mantenimiento, se trata de hacer el mantenimiento justo y necesario, con los procedimientos óptimos, en resumen realizar mantenimiento de precisión.

## SALUD DE MAQUINARIA VS. SALUD HUMANA

Podemos comparar el cuerpo humano con un activo industrial, nuestro organismo es un sistema que requiere de ciertas condiciones para desempeñarse eficientemente, la calidad de vida es análoga con la eficiencia y confiabilidad de una máquina. Si tratamos nuestro cuerpo de forma reactiva, al igual que la maquinaria, tarde o temprano sentiremos los síntomas de las enfermedades.



## MÁQUINAS

### LIMPIEZA

La primera línea de defensa en contra del desgaste es la limpieza, este proceso comienza desde el momento del ensamblaje y montaje, debiéndose mantener durante la operación de los equipos. Las partículas de suciedad, incluso invisibles al ojo humano, son letales para las mínimas holguras de componentes como rodamientos, cojinetes, engranajes, válvulas, cilindros hidráulicos...

### DESBALANCEO

Un equipo rotativo desbalanceado desarrolla ruido y vibraciones excesivas, cargas extras que deben soportar los rodamientos o cojinetes, estas cargas dinámicas aceleran la falla por fatiga. Una máquina desbalanceada consume mayor potencia, lo que la vuelve ineficiente.

### SOBRETENSIÓN

La sobretensión y las precargas excesivas afectan negativamente el desempeño de los activos, aceleran el desgaste por fatiga. Las tuberías sobre tensionadas en máquinas como bombas, turbinas o compresores causan tensiones sobre las carcasas y producen pata coja. Las precargas excesivas como la producida por montajes inadecuados de rodamientos y correas de transmisión incrementan la fricción y el calor. El excesivo torque en pernos de montaje es otra causa común de sobretensiones y estrés.

### DESALINEACIÓN

Todo tipo de desalineación, entre acoples, entre poleas, entre engranajes, entre rodamientos, entre bridas, etc., es muy dañina. La desalineación produce tensión y compresión extra sobre todos los componentes de máquinas, se generan frecuencias de vibración indeseadas que aceleran la falla por fatiga. Un equipo desalineado además consume más energía de lo normal.

### LUBRICACIÓN

Los lubricantes son la sangre de la maquinaria, un aceite o grasa contaminada con partículas sólidas, agua o combustible, viaja por el sistema provocando desgaste excesivo, un lubricante caliente o de mala calidad propicia el contacto entre partes en movimiento. Pero además del lubricante, debe mantenerse control de calidad sobre fluidos como el combustible, refrigerantes, vapor y agua, incluso asegurar una buena calidad de la energía eléctrica que alimenta a una máquina. Todo esto equivale a una "sana alimentación" del activo.

### SOBRECARGA

Todo activo industrial ha sido diseñado para aplicaciones específicas, desviarse de estas especificaciones afectará no solo el desempeño sino su condición integral. La sobrecarga incrementa el consumo de energía y disminuye drásticamente la vida útil de los activos. Siempre es importante conocer las capacidades de diseño de los activos y operarlo dentro de estos rangos.

### MAL ALMACENAMIENTO

Muchas partes de máquinas se deterioran por mal almacenaje, piezas expuestas a ambientes húmedos y/o sucios. El óxido y la corrosión son las principales consecuencias de esta falla. Pero esto aplica también a los equipos con largos periodos fuera de servicio, una máquina fría en un ambiente severo, está más propensa a la humedad, el óxido y la suciedad que un equipo en operación continua.

### INSPECCIÓN

El monitoreo de condición es una herramienta de control de la salud de los activos, la inspección sistemática permite evaluar los equipos en operación y anticiparnos a estados de falla funcionales mediante la detección de fallas en estado incipiente.

## GENTE

### HIGIENE

Piense en las consecuencias para la salud de no mantener la higiene adecuada, de no lavarse las manos después de ir al baño o antes de comer, de no bañarse, de una mala higiene bucal. Vivir o trabajar en un ambiente sucio, lleno de polvo y húmedo, comer o beber alimentos contaminados es sin duda dañino para la salud.

### SOBREPESO

El exceso de peso en el ser humano es la causa de muchas enfermedades, especialmente las cardiovasculares, pero puede afectar también las articulaciones, rodillas, pies. Una persona con sobrepeso requerirá mayor esfuerzo físico para desempeñar sus actividades rutinarias.

### ESTRÉS

Todos hemos estado sometidos a algún tipo de estrés o presión, en algunos casos pudiera ser positivo porque nos ayuda a mantenernos atentos, pero el llamado estrés negativo es dañino para la salud, las preocupaciones importantes, un mal ambiente de trabajo, el exceso de actividades o la falta de descanso son factores de tensión que afectan el desempeño y la salud.

### ERGONOMÍA

La mala postura al caminar, al sentarse, al manejar o al dormir, desalinean el cuerpo, esto puede causar tensiones o cargas extras sobre partes como la columna, las rodillas y las articulaciones. Un calzado inadecuado puede "desalinear" los pies, causando dolores desde las piernas hasta la espalda o el cuello. La ergonomía es la ciencia que se ocupa de estudiar y definir las mejores posturas para el cuerpo humano en pro de una mejor salud.

### ALIMENTACIÓN

Si se justifica mantener un lubricante limpio, esta justificación es más importante para nuestra sangre, mantener los niveles adecuados de colesterol y azúcar. Evitar el exceso de harinas, grasas y alcohol. Una alimentación sana es el principio de una buena salud.

### EXCESO DE TRABAJO

El cuerpo humano también tiene sus límites, el exceso de tareas puede desencadenar en estrés y afectación psicológica. Es importante saber delegar actividades, trabajar en equipo, planificar y dosificar el trabajo, soportarse en amigos y familiares. La sobrecarga del cuerpo también puede entenderse como el levantamiento de pesos extremos, lo cual obviamente es muy peligroso para la salud.

### SEDENTARISMO

Igualmente el cuerpo humano en continuo reposo es afectado negativamente. Hacer ejercicios, estar activos física y mentalmente es beneficioso para la buena salud y calidad de vida.

### CHEQUEOS MÉDICOS

Así mismo el ser humano a través de chequeos rutinarios de la salud, índices de colesterol en sangre o visitas al odontólogo por ejemplo, evalúa su cuerpo para anticiparse a situaciones de riesgo detectando enfermedades oportunamente.

# TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE FALLAS ¿QUÉ FUE LO QUE PASÓ?

Ing. Ernesto Primera, MSc, primeram2@asme.org

Quando ocurre una falla imprevista y costosa, que afecta tanto al proceso productivo como al entorno ambiental y la seguridad personal, todos se preguntan ¿qué fue lo que pasó? Gerentes, ingenieros y técnicos de la Industria necesitan dar respuestas claras sobre el evento, sus causas, consecuencias y las medidas necesarias para evitar su recurrencia. En este artículo no trataremos en detalle ninguna metodología de análisis de fallas, hablaremos de los objetivos fundamentales de estos procesos que son usados no solo para analizar eventos de fallas ocurridos, sino como técnicas proactivas para anticipar causas latentes.

### ¿POR QUÉ ANALIZAR FALLAS?

Entender en profundidad un evento es la clave para definir las acciones a seguir para evitar que vuelva a ocurrir. Actualmente las plantas de procesos como las Energéticas, Manufactureras, Alimenticias, Mineras, Petroleras, entre otras, padecen de un determinado porcentaje de eventos indeseados, muchos de estos lo toman como una condición normal de la operación de producción, al punto de definir metas de indicadores técnicos de gestión de Confiabilidad y Mantenimiento que tipifican como normal unos determinados porcentajes de mantenimiento reactivos y hasta las emergencias. Pese a esto cada día son mayores las regulaciones legales que obligan a revisar los efectos de estas fallas en su impacto al ambiente, a la seguridad, a la confiabilidad, a la eficiencia energética, entre otros afectados. Esto coloca a los profesionales del mantenimiento y la confiabilidad de hoy en la necesidad de llevar a cabo estrategias para mitigar las fallas y controlar sus efectos, si bien orientadas a mantener la continuidad operacional como fin último, pero sin dejar de lado los costos asociados a los daños colaterales.

Con este tipo de metodologías y su aplicación disciplinada se logran identificar las diferentes causas de fallas, sus efectos, sus impactos y su pronóstico, permitiendo desarrollar planes de acciones oportunos para eliminarlas desde su raíz, o desarrollar planes de mitigación de sus efectos hasta reducirlos a un nivel de riesgo tolerable.

En muchas industrias el mantenimiento aún

es básicamente reactivo, bien sea porque se realiza después de una falla o en situación de emergencia para "evitarla". Por otro lado los llamados planes preventivos muchas veces son generalistas y lejos de enfocarse en la solución de las causas raíces o en la eliminación de los malos actores, se centran en actividades de poco valor orientadas a corregir síntomas, actividades que incluso propician las fallas que se intentan evitar. En este sentido el análisis de fallas otorga un beneficio adicional, al identificar problemas o causas comunes entre activos, esta información es una herramienta útil para mejorar los planes de mantenimiento y llevarlos a un nivel proactivo.

**El análisis sistemático de eventos indeseados e inesperados debe usarse para determinar los malos actores en la cadena de sucesos que desemboca en una falla funcional, así podrán definirse adecuadamente los planes necesarios para, más que corregir, evitar la recurrencia de las fallas.**

Las diferentes metodologías de análisis de fallas se basan en el estudio de la cadena de eventos que se desarrollan ocasionando que los activos físicos de procesos productivos industriales dejen de cumplir sus funciones, eventos que por lo general cuentan con antecedentes y datos que son la firme huella de cómo se pudo haber evitado la falla.

### OBJETIVOS DE UN ANÁLISIS SISTEMÁTICO DE FALLAS

El análisis debe ser un proceso de investigación sistemática y metodológica debido a que muchas causas de fallas son subyacentes, ocultas y hasta de origen cultural. Estos procesos ayudan a identificar, qué, cómo y por qué algo pasó, más allá de los causales visibles o evidentes a los que normalmente se les da la mayor relevancia en análisis superficiales. Cuando se analizan en profundidad los problemas considerando todos los actores, las causas de las fallas son razonablemente identificables y controlables por medio de acciones tangibles. Un proceso adecuado de análisis de fallas debe conducirnos a:

**1. Definir claramente el origen del problema:** el análisis debe impedir usar clasificaciones generales de las causas de un problema, tales como error humano, factor externo, falla de componente o simplemente definir un síntoma como una causa. La causa debe poseer un nivel de especificación que permita la gerencia de una solución óptima, las soluciones deben ser acciones que puedan ser controladas, factibles y tangibles. Es difícil tomar acción sobre un error humano si se desconoce el origen de este error, este puede ser mejor definido como falta de capacitación, falta de un procedimiento claro o exceso de carga de trabajo. Un error común del proceso de análisis es definir un síntoma como la causa de un problema, por ejemplo alta temperatura o alta vibración, estos son síntomas o consecuencias del problema que pudieran ser vistos como una causa evidente, pero cuáles fueron los mecanismos que activaron estos síntomas, el análisis de fallas puede detectar los niveles

subyacentes al encontrar las causas hasta en la forma de almacenar un repuesto o en un estándar mal aplicado.

## 2. Recomendar las acciones específicas para evitar la recurrencia del problema:

La determinación de una causa raíz nos llevará a la definición de las recomendaciones para su solución, las recomendaciones vagas o generalistas son costosas y no se enfocan en corregir el problema en específico sino los síntomas de la falla. Pero esto está relacionado con una buena definición de la causa raíz, por ejemplo, si la causa encontrada es "falla de rodamientos", la recomendación obviamente será reemplazar los rodamientos, quizás por unos de mejor calidad. Pero ¿por qué falló el rodamiento? si la investigación encuentra deficiencias en el proceso de lubricación, seguramente las recomendaciones abarcarán una solución más amplia que incluso impacte hasta la procura del lubricante. Recomendar actividades específicas ayuda a enfocar los recursos y el esfuerzo en la solución óptima de un problema.

El proceso de análisis de fallas debe involucrar colección de datos y evidencias, identificación de malos actores, generación de recomendaciones y seguimiento a la implementación de estas. Cuatro pasos claves:

**1. Colección de Datos:** Todo análisis requiere de información, en términos prácticos es la información lo que se analiza. Así que información inadecuada, inexistente o inexacta nos conducirán a un análisis deficiente o erróneo. Es necesario completar los datos asociados al evento de falla, pero también datos históricos de todos los entornos: mantenimiento, operaciones, seguridad, procura. Gran parte del tiempo dedicado al proceso de análisis se dedica a la colección de datos, y a pesar de que se considera el primer paso, este puede ser activado en cualquier parte del procedimiento de análisis para corroborar información, llevar nuevas evidencias, resultados de ensayos o de investigaciones en paralelo. La colección de datos puede continuar hasta que la investigación llegue a su fin.

## 2. Identificación de Causales o Modos de Falla:

Este es un procedimiento que permite graficar la secuencia de los eventos ocurridos y las condiciones que rodean estos eventos. En este paso se debe definir una estructura lógica para organizar la investigación. Se refiere básicamente a un diagrama de la secuencia de eventos y las causas probables de su origen. El diagrama se va desarrollando con las evidencias encontradas (datos), confirmando o descartando hipótesis, en algunos casos surgen probables causas que requerirán de recolección de nuevos o más datos. El desarrollo disciplinado de este diagrama de causales le da a los investigadores una buena posición para determinar los factores de mayor influencia sobre la ocurrencia del evento. Los factores causales pueden ser de origen humano o de falla de componentes, que si se corrigen podrían evitar la ocurrencia del evento o reducir sus efectos.

"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



LEESON

FLYGT

BALDOR

ABB

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)

**3. Identificación de Causas Raíces:** Una vez que todos los factores causales han sido identificados, los investigadores comienzan la identificación de la causa raíz. Los procesos metodológicos de análisis de fallas si bien pueden identificar la causa más probable de una falla, la que capta más la atención del grupo de investigación, frecuentemente identifican eventos multi causales, esto es clave pensando en que una falla no es más que el efecto final de una serie de eventos encadenados, este enfoque ayuda a definir acciones más específicas orientando los recursos a la solución proactiva del problema. Algunas técnicas de análisis definen un Mapa de Causas Raíces o Sumario, en el cual se identifican las causas latentes, subyacentes y hasta ocultas del problema. Este mapa es una extensión del diagrama de causales, ahora desarrollando individualmente cada factor causal.

**4. Generación e Implementación. de Recomendaciones:** Un análisis efectivo debe culminar con las recomendaciones específicas para solventar el problema y evitar la recurrencia. Las recomendaciones deben hacerse para cada causa raíz identificada y deben asignarse los responsables de la implementación. El seguimiento es un elemento clave del proceso, si las recomendaciones no se ejecutan todo el esfuerzo del análisis se convertirá en desperdicio y probablemente la falla se repetirá.

difundidas se encuentran el Análisis Probabilístico de Fallas (APF), el Análisis de Optimización Costo-Riesgo (OCR), el Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF) y el Análisis de Causas Raíces (ACR), cada uno de ellos diseñados para aplicaciones particulares.

**CONCLUSIONES**

Los sistemas industriales son complejos y están conformados por personas, equipos, materiales, factores ambientales y organizacionales. Estos sistemas a su vez pueden ser específicos o multifuncionales y todos sus componentes estas interrelacionados, una falla en una de sus partes afectará al resto del sistema. Las metodologías de análisis de fallas son excelentes herramientas de investigación para identificar fallas catastróficas o con pérdidas de producción, sin embargo también pueden ser usadas de manera proactiva para identificar causas características de fallas antes de que estas ocurran. El análisis de fallas no solo se enfoca a los complejos industriales, estas técnicas están disponibles para ser aplicadas en las áreas militares, gubernamentales, educativas, de salud, etc. El análisis sistemático de fallas es un proceso generalmente multidisciplinario, en donde no deben presuponerse las causas del evento indeseado, todo debe estar soportado por datos y/o evidencias, entender que las fallas son producto de situaciones complejas y profundas que pueden estar arraigadas en la cultura corporativa. Las necesidades de un análisis de fallas no siempre son determinadas por las pérdidas de producción, otros factores como impacto ambiental, riesgos a la seguridad personal y hasta la afectación de la imagen empresarial son de importancia.

REFERENCIAS:

1. James J. Rooney and Lee N. Vanden Heuvel, Root Cause Analysis for Beginners www.asq.org, Julio 2004.
2. Jardine A.K.S., Tsang A.H.C. (2006) Maintenance, Replacement and Reliability, CRC Press.

**TECNICAS DE ANÁLISIS DE FALLAS**

Actualmente hay disponible varias metodologías ampliamente utilizadas para analizar problemas de diversos orígenes en distintos tipos de industrias. Entre las técnicas más

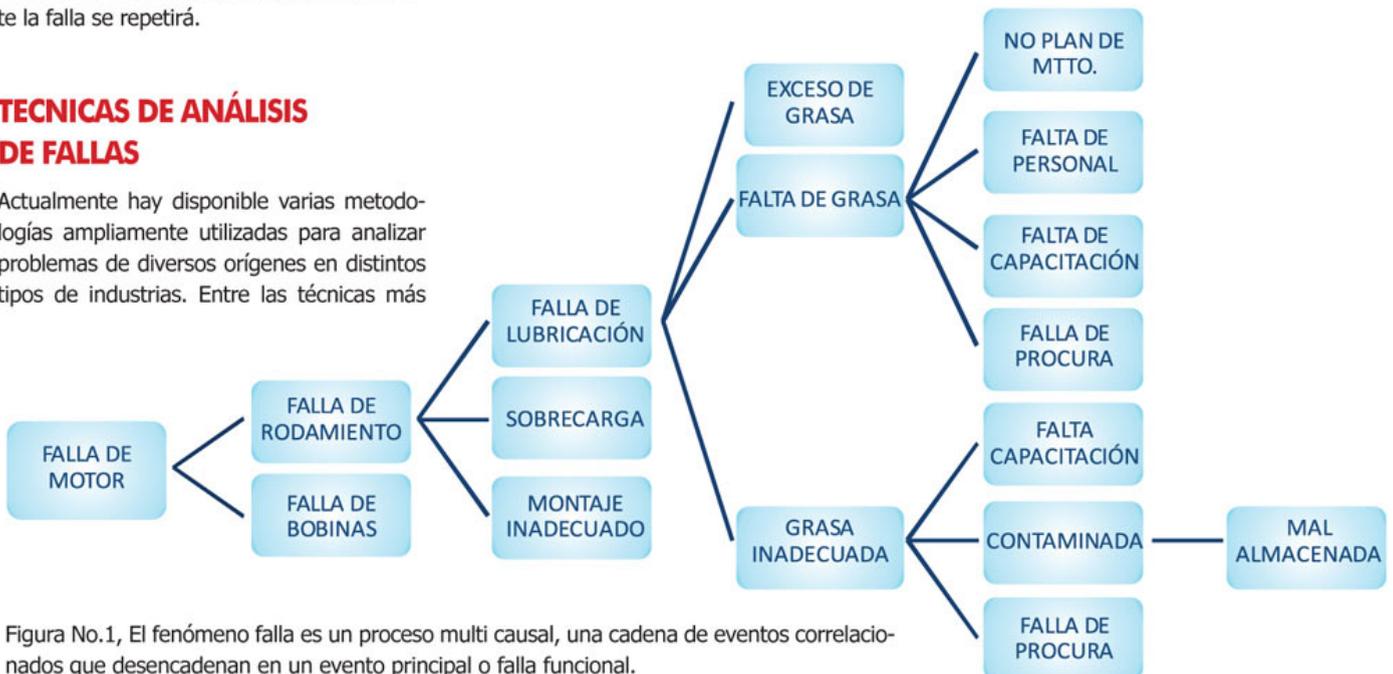


Figura No.1, El fenómeno falla es un proceso multi causal, una cadena de eventos correlacionados que desencadenan en un evento principal o falla funcional.



# SISTEMAS DE BLOQUEO DE EQUIPOS



Quando se realizan actividades de mantenimiento en maquinaria industrial es necesario mantener el control sobre los sistemas de arranque de los equipos involucrados en el trabajo, tanto de los equipos principales como de los equipos auxiliares, de soporte, de emergencia y de reserva. Uno de los procedimientos más importantes en este sentido es el bloqueo eléctrico de las fuentes de alimentación, por ejemplo en motores eléctricos. Si usted se involucra en el mantenimiento o inspección, asegúrese de los equipos no arrancarán mientras se ejecute la actividad, lamentablemente en la industria se registran anualmente muchos casos de accidentes por esta causa, muchas veces producida por exceso de confianza.

### A continuación una lista de verificación relacionada con el procedimiento de bloqueo de equipos y circuitos:

- Identifique todas las fuentes de energía eléctrica para el equipo involucrado.
- Analice si se requiere bloquear los equipos auxiliares como bombas de lubricación o ventiladores de enfriamiento.
- Bloquee además las fuentes de energía de emergencia como generadores, baterías o UPS.
  - Notifique a todo el personal necesario que los equipos han sido bloqueados y des-energizados.
- No se confié simplemente con pasar el interruptor para comprobar.
- Cada trabajador involucrado con el trabajo debe tener control sobre la llave de su candado de bloqueo, no delegar el cuidado de esta llave a un tercero.
- Mida la corriente de los circuitos para verificar que están des-energizados, este trabajo lo debe hacer personal calificado.
- Aplique procedimientos seguros para descargar la energía almacenada en componentes como condensadores.
- Use las etiquetas de alerta para que todos conozcan quien y para que se bloqueó el equipo.

- Tome todas las precauciones cuando se deba re-energizar el circuito. Todo el personal debe estar al tanto de la maniobra. Cada involucrado debe abrir su candado.

- Solo personal calificado puede iniciar la maniobra para re-energizar los circuitos.

- No comenzar ningún trabajo, ni siquiera de inspección antes de la des-energización y bloqueo, tampoco acercarse a la máquina o sus circuitos con equipos y herramientas.

- En maquinaria que involucre tuberías de vapor, agua o cualquier fluido a presión, es necesario asegurarse de que estas líneas están despresurizadas. Además asegurarse de que no llegará fluido durante el periodo de mantenimiento. En ocasiones será necesario el bloqueo con bridas ciegas.

- Es necesario analizar si se requiere el bloqueo de sistemas de emergencia como sistemas de diluvio, sirenas, etc.

- Analice si los equipos en servicio representan un riesgo para el mantenimiento del equipo involucrado. Esto es más importante si los equipos comparten tuberías o servicios de lubricación, por ejemplo.

- En equipos rotativos no intente frenar los rotores cuando queden fuera de servicio y girando por la inercia u otra causa. Espere a que los rotores se detengan por sí mismos.



## Activo Crítico

Categorización, por parte de la ingeniería de confiabilidad, del impacto de un activo en su entorno operacional. El nivel de criticidad determina la severidad de las consecuencias de una falla en el contexto productivo y de seguridad integral.

## Backlog

El número total de horas-hombre requeridas para completar todo el mantenimiento planificado y programado que está incompleto o retrasado. Es un indicador de que tan efectiva es la fuerza hombre actual, también se usa para definir el tamaño adecuado de la fuerza de trabajo.

## Cinco ¿Por Qué?

Se refiere a la práctica o metodología de preguntar cinco veces por qué ha ocurrido una falla con el fin de llegar hasta la causa raíz del problema. Es una forma de asegurar que se corrijan las causas de un problema y no simplemente sus síntomas.

## CMMS

Siglas de Computerized Maintenance Management System. Es un sistema computarizado para programar, hacer seguimiento y monitorear actividades de mantenimiento y proveer control sobre costos, repuestos, herramientas, personal, horas-hombre, desviaciones, reportes de indicadores claves y data histórica.

## Costo de Ciclo de Vida (Life Cycle Cost)

También llamado costo total de propiedad, esto incluye los costos asociados con la adquisición, instalación, uso, tiempo de inactividad, mantenimiento y disposición final de un activo.

## Cuello de Botella

Cualquier recurso cuya capacidad es igual a, o menor que la demanda exigida al mismo.

## Ensayos No Destructivos

Técnicas empleadas para evaluar la condición de equipos y predecir la tasa de desgaste, determinar el estado de deterioro o detectar fallas en estado incipiente. Incluye técnicas de inspección como tinta penetrante, partículas magnéticas, ultrasonido y las llamadas tecnologías predictivas como análisis de vibraciones, análisis de lubricantes, termografía infrarroja, etc.

## Estándar

Una norma o requerimiento establecido, normalmente es un documento formal que define criterios técnicos uniformes en materia de métodos, procedimientos, mejores prácticas, valores y límites permisibles de desempeño.

## Falla Evidente

Un modo de falla que será detectado por el operador a través de sus propios sentidos, sin la necesidad de análisis o monitoreo de condición.

## Falla Funcional

La condición en la cual un activo físico o sistema es incapaz de desempeñar una función específica bajo un estándar preestablecido.

## Falla Oculta

Una falla cuyos síntomas no se hacen evidentes hasta que la falla funcional ha ocurrido.

## Ingeniería de Confiabilidad

La disciplina que agrupa el conjunto de tareas asociadas al diseño, desarrollo y fabricación necesarias para alcanzar las metas de confiabilidad. Los objetivos principales de esta disciplina son: (1) Aplicar conocimiento de ingeniería y técnicas especializadas para prevenir o reducir la probabilidad

o las frecuencias de las fallas. (2) Identificar y corregir las causas que originan las fallas. (3) Identificar y gestionar los riesgos determinando la mejor forma de combatirlos o mitigar sus efectos. (4) Aplicar los métodos para estimar la confiabilidad de los activos, analizar y gestionar los indicadores de confiabilidad, mantenimiento y producción.

## Intervalo P-F

Intervalo desde una falla potencial a una falla funcional, es el tiempo transcurrido o esperado, desde que una falla es detectada a tiempo hasta que el deterioro se hace evidente y se produce una falla funcional. Básicamente es el periodo de desarrollo de una falla.

## Planificación y Programación de Mantenimiento

Actividades, las cuales por razones de costo, importancia, duración, repuestos y servicios, requieren ser estudiadas y analizadas para su ejecución eficaz y oportuna, de manera que puedan realizarse con el mínimo impacto a la producción y con el uso más eficiente de los recursos disponibles. La planificación determina las acciones de mantenimiento, las especificaciones, el orden del trabajo y los recursos necesarios; así como también los requisitos operacionales y de seguridad pertinentes. La programación determina el momento más oportuno para ejecutar las actividades planificadas en sintonía con los compromisos de producción y con la condición actual de los activos.

## Presupuesto

Un plan que incluye una estimación de los costos e ingresos futuros relacionados con las actividades previstas. El presupuesto sirve como patrón para controlar las operaciones futuras. Presupuesto de Mantenimiento y Operación: cubre los artículos necesarios para la operación de una instalación, pero no forman parte del producto terminado. Presupuesto de Capital: Adquisición de equipos que son capitalizados como activos amortizables en el balance de la empresa. Presupuesto de Materiales: cubre la necesidad de una empresa de materiales y componentes para la producción.

## RAV

Replacement Asset Value, Valor de Reemplazo de los Activos, se refiere al valor total de los activos instalados en una planta.

## SIETE DESPERDICIOS (SEVEN WASTES)

Clasificación desarrollada por Taiichi Ohno, creador de la filosofía Just in Time, el listó 7 elementos claves de pérdidas en la producción: 1) Sobreproducción, 2) Esperas innecesarias del proceso, 3) Reparaciones/Rechazos, 4) Transporte o movimiento de productos y materiales, 5) Reprocesamiento, 6) Exceso de Inventario y 7) Movimiento excesivo del personal.

## SIX SIGMA

Proceso o estrategia de mejoramiento continuo originalmente desarrollado por la empresa Motorola. Se basa en la eliminación de las causas de los defectos y errores en procesos de manufactura usando una metodología estadística llamada DMAIC: Diseñar, Medir, Analizar, Mejorar (Improve) y Controlar. La metodología Six Sigma crea una infraestructura especial de gente dentro de la organización denominados Black Belts (Cinturones Negros) quienes son expertos en la facilitación del proceso DMAIC, funcionan como multiplicadores.



# RIESE & CIA, S.A.

Somos especialistas en Venta, Distribución y Mantenimiento para el sector Oil&Gas e industrial de los siguientes productos:



**VELAN** HIGH PERFORMANCE

Válvulas de Coker, Bola, Compuerta, Globo, Check, Mariposa y Cuchilla. Diseños de alta tecnología y máximo rendimiento.



**ASCO** numatics

Válvulas Solenoide, Switches de Presión y Temperatura, Indicadores de Posición, Sistema de Control Redundante, Cilindros y Distribuidores Neumáticos.



**Consolidated**  
Válvulas de Seguridad y Seguridad y Alivio



**HMD KONTRO**

Bombas Magnéticas sin sellos con internos metálicos

**Sundyne**  
Bombas y Compresores Centrifugos. Bombas Centrifugas sin Sellos.

Válvulas especiales para Coker, Válvulas Mariposa, Bola, Tapón, Globo, Compuerta, Esclusa, Cuchilla, etc.

Válvulas Solenoide, Switches de Presión y Temperatura, Indicadores de Posición, Sistema de Control Redundante, Cilindros y Distribuidores Neumáticos

Válvulas de Seguridad y Seguridad y Alivio

Bombas Centrifugas sin sello ANSIMAG/HMD KONTRO de acople magnético API 685 y ASME/ANSI B73.3.

Bombas Centrifugas SUNDYNE API 610 y API 685 de altas velocidades y alto cabezal.

Compresores Centrifugos SUNDYNE. Compresores integrales de 1 a 4 etapas, API 617, altas presiones y alto caudal.

Oficina Principal: Sábana Grande, Av. Abraham Lincoln, Torre Domus, Piso 9, Oficina 9-A. Caracas - Venezuela  
Telf.: (0212) 7934266 - 7934377 Fax: (0212) 7940791 - 7940908 / e-mail: atencionalcliente@riese.com.ve

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



**AT** ALTO TORQUE  
INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

PROFESIONALES AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA

Servicios de torque hidráulico de juntas mecánicas de acuerdo a la norma ASME-PCC-1

Reparación y calibración de herramientas de torque hidráulico

Asistencia técnica en actividades de ingeniería de mantenimiento, ingeniería de lubricación, mejora enfocada, alineación laser, balanceo en sitio, entre otros

Maquinado en sitio

Suministro de personal especializado

Fabricación, reparación y recuperación de componentes de elementos de máquinas

Entrenamientos teórico - prácticos, según lineamientos de ASME-PCC-1-2010, para el armado de juntas mecánicas apernadas

Representante y distribuidor exclusivo en Venezuela de:



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

Puerta Maraven, Calle Tamare, N° 571, Punto Fijo, Edo. Falcón Venezuela. +58 269 2486621 - info@altotorque.com.ve

RIF: J-0107961-0



# INTERCAMBIADORES DE CALOR Y CALDERAS, C.A

**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 inoxidable, 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, edgardperez@incalca.com, 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, a.barboza@incalca.com  
 Pagina Web: www.incalca.com