

Año 6 - No. 17 - Primer Trimestre 2015

# **CONFIABILIDAD** **I N D U S T R I A L**

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

CONFIABILIDAD HUMANA

## **MANOS AL FUTURO: EL MAPA DE LA CAPACITACIÓN EN CONFIABILIDAD**

**MEJORES  
PRÁCTICAS  
RONDAS  
OPERACIONALES**

Implementación  
en la industria  
Petrolera,  
un cambio  
cultural  
en apoyo al MBC

**CONFIABILIDAD  
APLICADA**

**CONFIABILIDAD  
DE COJINETES**

Mantenimiento  
e Inspección

J-29573457-3



Una publicación de



# REFAMECA

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 / refamecadeoriente@gmail.com

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

# EN ESTA EDICIÓN

**CONFIABILIDAD**  
INDUSTRIAL

Año 6 - No. 17 - Primer Trimestre 2015  
DEPÓSITO LEGAL pp: 200802AN2835

**EDITORIAL**  
¿POR QUÉ ESTUDIAR MANTENIMIENTO?



4

**CONFIABILIDAD HUMANA**  
**MANOS AL FUTURO:**  
El mapa de la capacitación en confiabilidad



6

**MEJORES PRÁCTICAS**  
**RONDAS OPERACIONALES**  
Implementación en la industria petrolera, un cambio cultural en apoyo al mbc



10

**CONFIABILIDAD APLICADA**  
**CONFIABILIDAD DE COJINETES**  
Mantenimiento e Inspección



16

**HUMOR CONFIABLE**



20

**BOLETÍN DE SEGURIDAD**  
**FUTURO ESTÁNDAR ISO 45001**  
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional



23

**CONFIABILITIPS**



24

**GLOSARIO**



26

Editor en Jefe

David Trocel

david.trocel@confiabilidad.com.ve

Diseño y Diagramación

Inversiones Fit4Life

J-29570212-4

fit4life.creativist.me

Ventas y Mercadeo

Altair Bustillo

revista@confiabilidad.com.ve

Colaboradores

Heinz P. Bloch, Ernesto Primera,

Cliestenes Pineda, Tulio López.

Una publicación de



Av. Costanera, C.C. Ciudad Puente Real, piso 2, oficina  
N2-B48, Barcelona, Anzoátegui, Venezuela.  
Telf.: 0414-8174180 (0281)281.24.41

PORTADA



Diseño: Surama Gyarfas Nazar



Para publicidad o para publicar  
Un artículo técnico escríbenos a  
[revista@confiabilidad.com.ve](mailto:revista@confiabilidad.com.ve)

**Sé Parte de la Confiabilidad**

Síguenos:



@rconfiabilidad



# ¿POR QUÉ ESTUDIAR MANTENIMIENTO?

Recientemente, en el marco del III Congreso Latinoamericano de Gerencia de Activos COLAGA 2014, un grupo de compañeros de AVEPMCO realizamos una serie de charlas técnicas en las instalaciones de la Universidad Gran Mariscal de Ayacucho, UGMA, en su sede de Barcelona, allí compartimos con algunos profesores y estudiantes sobre temas de confiabilidad industrial. En su intervención mi amigo y presidente de AVEPMCO, Gyogi Mitsuta, hizo una pregunta a la audiencia: ¿por qué estudiar mantenimiento? Su pregunta se convirtió luego en una presentación de motivación para los estudiantes sobre lo necesario y beneficioso que es dedicarse a esta importante labor del campo de la ingeniería y el rol que deben cumplir las universidades y otros organismos de formación en este sentido.

## MANTENIMIENTO EN EL SIGLO XXI

La oferta académica en carreras asociadas con mantenimiento industrial va en aumento, tanto en estudios de pregrado como de postgrado, además crecen las opciones de certificaciones profesionales, programas avanzados y cursos especializados. Pero un factor importante es sincronizar esta educación o formación con las necesidades de la industria de hoy. El concepto y los objetivos del mantenimiento han cambiado ampliamente en los últimos 20 años, pasando de actividades orientadas a restablecer la continuidad operacional (REPARAR) a estrategias orientadas a garantizar la continuidad operacional segura, eficiente y confiable.

Las organizaciones de mantenimiento del siglo XXI deben ser concebidas como una parte más del negocio, las metodologías de confiabilidad ya no son vistas como una moda, sino como una necesidad real y efectiva. Mantener ya no es solo reparar, el área de mantenimiento se ha reconocido como una organización que impacta la productividad, la calidad, el ambiente, la seguridad, la salud y hasta la eficiencia energética, por lo que se considera una unidad de negocio muy rentable, el presupuesto de mantenimiento ya no es un costo operacional sino una inversión para optimización y mejoramiento continuo.

### EL ROL DE LA UNIVERSIDAD

Las universidades son los organismos idóneos para masificar y difundir el conocimiento. El reto al que se enfrentan es cerrar la brecha existente entre la industria y la academia, diseñando planes de estudio adaptados a requerimientos específicos, formar sólidos profesionales, no solo capacitados en las técnicas y metodologías, sino también con los fundamentos gerenciales o criterios que le permitan encarar los viejos paradigmas, combatir las malas prácticas y lograr el cambio que necesitan las organizaciones. La responsabilidad de las universidades se resume en el desafío de conectar el saber con el hacer.

***“Los sistemas educativos formales ponen el acento en el saber, su función es que la gente sepa. Los sistemas productivos privilegian el hacer, su expectativa es que la gente haga”***

Oscar Juan Blake

## 10 RAZONES PARA ESTUDIAR MANTENIMIENTO

1. Porque la demanda de personal calificado para la industria actual es real y urgente.
2. Porque las organizaciones de mantenimiento modernas se deben apoyar en personal con aptitudes y habilidades certificadas por organismos reconocidos.
3. Porque los procesos especializados están regidos por estándares internacionales que requieren una administración sistemática y metodológica.
4. Porque el mantenedor del siglo XXI debe ser un profesional multidisciplinario, con capacidades gerenciales, técnicas y de liderazgo.
5. Porque las regulaciones ambientales y laborales son cada vez más exigentes y requieren de elaborados y efectivos planes de acción.
6. Porque las herramientas de inspección, monitoreo y gestión de activos son cada vez más avanzadas.
7. Porque las estrategias de gestión de activos, probadas y aceptadas, deben ser adaptadas a los requerimientos particulares de cada sector.
8. Porque los criterios de mantenimiento y cuidado de activos deben estar basados en especificaciones técnicas, según el sector de la industria y del tipo de maquinaria.
9. Porque las malas prácticas se combaten con conocimiento y liderazgo.
10. Porque el mantenimiento es una necesidad universal, es un negocio rentable y su buena gestión puede impactar positivamente los costos, la seguridad, la eficiencia, la salud ambiental y personal.

# SONOTEST

ISO 9001:2008  
BUREAU VERITAS  
Certification



Líderes en Inspección, Ensayos No Destructivos  
y Tratamiento Térmico Industrial



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.



# MANOS AL FUTURO: EL MAPA DE LA CAPACITACIÓN EN CONFIABILIDAD

Heinz P. Bloch, P.E. heinzpbloch@gmail.com

El artículo original en inglés fue publicado en la edición Junio-2014 de la

revista Maintenance Technology, [www.mt-online.com](http://www.mt-online.com)

La traducción fue autorizada por Mr. Bloch.



**Cuando se trata de asegurar la productividad y rentabilidad, los profesionales de la confiabilidad bien capacitados son una “fórmula mágica” para la industria.**

Los compromisos declarados para con la seguridad no deberían ser diferentes a los compromisos con la confiabilidad. Así como una tienda de comestibles no emplearía prácticas inseguras de manipulación de alimentos, ninguna organización industrial confesaría tener poco interés en la confiabilidad de sus activos. Lo que diferencia a las Mejores Empresas de las demás es su capacidad para identificar y seguir las mejores rutas hacia la confiabilidad, junto con la voluntad de construir y mantener fuertes y sustentables organizaciones. Garantizar un relevo de empleados bien educados y capacitados para las futuras generaciones es crucial para la industria. Para lograrlo ellas deben apoyar planes de formación en el trabajo y planes de carrera para todo el personal. Este artículo se centra específicamente en el desarrollo de los profesionales de la confiabilidad.

## ORGANIZACIONES INTELIGENTES

Mientras que la alineación organizacional es menos importante que los conocimientos técnicos; la innovación, la motivación y la satisfacción laboral, son ventajas evidentes que se encuentran en las mejores organizaciones (BOC: Best of Class) y que se reflejan en la forma como tratan y capacitan a sus profesionales de la confiabilidad.

Si la organización no entiende plenamente los conceptos de "Mantenimiento" y "Confiabilidad", las dos funciones pueden llegar a ser una mezcla desordenada. Por otra parte, la capacitación puede llegar a ser improvisada y no se tendrá una clara distinción entre las funciones del equipo de mantenimiento y el de confiabilidad. Hay que tener claro que:

- Mantenimiento piensa en el “hoy” (a corto plazo) su función es cuidar que los equipos estén en condiciones de operatividad, por ejemplo restaurar a las condiciones de diseño o de compra.

- Confiabilidad piensa en “mañana” (largo plazo) su función es evaluar oportunidades de mejora o de actualización, por ejemplo realizar estudios de análisis de costos de ciclo de vida y desarrollar e implementar estas estrategias si son económicamente viables.

Para que el personal de confiabilidad funcione efectivamente, ellos deben aislarse del día a día del mantenimiento rutinario. Las mejores prácticas de las empresas exitosas frecuentemente establecen guías o indicadores de gestión predefinidos que requieren la participación del personal de confiabilidad en lugar del de mantenimiento. Por ejemplo trazar estrategias para activos que han fallado tres veces en un periodo de 12 meses, fallas que causaron (o pudieron causar) lesiones al personal o fallas que causaron una pérdida material importante.

En entidades que son muy pequeñas para soportar un departamento o división de confiabilidad separada, se puede designar uno o más profesionales de confiabilidad al departamento de mantenimiento, en un proceso de rotación anual o bi-anual. Sin embargo, de acuerdo con las definiciones anteriores, el ámbito de trabajo y las tareas del personal de confiabilidad deben mantenerse notablemente separadas de las del personal de mantenimiento.

La participación del operador en los esfuerzos de confiabilidad (es decir, Confiabilidad Basada en Operadores) es también un factor importante en muchas plantas. Las actividades típicas de este grupo incluyen la entrega electrónica de datos y detectar desviaciones de los estándares en el equipo, así como la asistencia personal en algunas otras tareas.

## EQUIPOS DE CONFIABILIDAD PRODUCTIVOS

Se dice que una fuerza de trabajo sub-apreciada es una fuerza de trabajo desmotivada, infeliz e ineficiente. Estos trabajadores rara vez, o nunca, tendrán un buen desempeño en las áreas de seguridad y confiabilidad. ¿Entonces cómo se alcanzarán las metas altamente interdependientes de seguridad, confiabilidad y rentabilidad de una empresa?

A principios de la década de 1950, el experto en eficiencia de renombre mundial W. Edwards

Deming dio la respuesta: Sus 14 "Puntos de Calidad" cumplen plenamente los objetivos de los empleadores y empleados, y siguen siendo tan pertinentes como siempre. Deming dirigió sus 14 puntos al sector manufacturero. Pero están reescritos para el entorno de una planta de procesos más adelante es este artículo.

A principios de 2000, la empresa consultora canadiense SAS: Systems Approach Strategies ([www.systemsapproach.com](http://www.systemsapproach.com)) desarrolló

un curso de formación que trató el método de Deming con más claridad. SAS concluyó que las empresas podrían ser energizadas con empatía, y usando el acrónimo CARE (cuidado), transmitió importantes observaciones de que las organizaciones resaltan cuando la gerencia da evidencia consistente de:

**C** Clara Dirección y Soporte

**A** Adecuada Capacitación

**R** Reconocimiento y Recompensa

**E** Empatía

El último punto -empatía- es el más importante de todos pero también el más descuidado. Sin embargo, representa la base del concepto CARE. Empatía es la capacidad de ponerse uno mismo en los zapatos de otro individuo, o colocarse en el lugar de los demás. Sin esta capacidad un gerente nunca sabrá entender o llevar a su máximo potencial a las personas de su equipo.

## DECLARACIÓN DE FUNCIONES

Los cuatro puntos de CARE representan principios fundamentales de gerencia. Aunque la empatía es la base, por sí sola no logrará los resultados esperados. El camino hacia el éxito comienza con una clara dirección y soporte. Esta directriz debe expresarse por escrito. En el caso de los profesionales de la confiabilidad industrial, la dirección debe definirse en forma de una declaración de roles. La efectividad de los empleados en cumplir con estos roles debe ser discutida y evaluada sistemática y periódicamente, los resultados impactarán sus salarios, promociones y recompensas.

Sean desarrollados por el empleador o por los empleados, una declaración de funciones debería incluir al menos 10 puntos. Ambos, empleador y empleado, deben estar de acuerdo con la declaración, definirla es un trabajo en conjunto que admite negociación, pero una vez aprobado por ambas partes se convierte en un contrato vinculante.

Más adelante se muestran los 10 puntos de una declaración de funciones que proporcionan "la clara dirección" de un equipo típico de ingeniería de confiabilidad, estos pueden ser modificados o adaptados a requerimientos específicos.

El siguiente es un relato de la vida real que ejemplifica "el soporte" expuesto en el listado CARE:

Un astuto gerente de planta en una empresa de gran éxito organizó un comité de dirección de nivel medio que se reunía semanalmente. Escuchó a diferentes empleados hacer presentaciones de 10 minutos sobre la forma en que realizan su trabajo.

Entre los presentadores había un técnico de vibraciones que explicó cómo la detección temprana de fallas ahorró a la empresa tiempo y dinero, también estaba un técnico de instrumentación que mostró los componentes claves de un programa de pruebas en línea de instrumentos.

Cada iniciativa de confiabilidad o programa en esta planta tenía un gerente de nivel medio o patrocinador quien aseguraba que los esfuerzos de mejora avanzaran, ellos además se encargaban de eliminar los obstáculos en el camino hacia la meta.

Los planes de formación en esta planta fueron iniciados por los empleados, estos planes se pensaron para el crecimiento personal a largo plazo. La propuesta de formación de un empleado era revisada, complementada, modificada y a menudo amplificada, pero siempre de forma considerada y constructiva de parte de la gerencia.

Desafortunadamente muy pocas organizaciones de hoy en día hacen algo similar a esta ejemplar planta. Con la creciente crisis de personal capacitado que encara la industria, hay muchas cosas por hacer y poco tiempo para hacerlas.

## LA FORMULA MÁGICA

Seamos realistas, estamos perdiendo la capacidad de aplicar las matemáticas básicas y la física a los problemas de los equipos en nuestras situaciones de trabajo. Por ejemplo, cientos de millones de dólares se pierden cada año debido solo a las técnicas de lubricación incorrectas. Las escuelas de ingeniería de hoy en día no se ocupan de esta cuestión en un sentido pragmático. Por lo tanto, la conexión entre la ley de Bernoulli enseñada en las clases de física de secundaria y el buen funcionamiento de los lubricadores de nivel constante se pierde en una nueva generación de ingenieros de la cultura informática.

Los gerentes de todo el mundo continúan buscando "formulas mágicas". Algunos piensan que la salvación se encuentra en la "alta tecnología". Otros están enamorados de las métricas y juegan juegos extraños con estadísticas de fallas que les permiten resaltar en las comparaciones de la industria. Muchos parecen ignorar los no glamorosos fundamentos y ya no están interesados en los detalles que

consumen mucho tiempo. Lo que es peor, a menudo se ha animado a los trabajadores con experiencia y altamente capacitados a la jubilación anticipada, los cuales lo han hecho en tropel.

Sin embargo en muchas plantas se presta poca atención a las consecuencias de la desaparición de sus conocimientos y experiencias. Aunque se hacen suposiciones que los contratistas pueden pensar como el personal interno, los que toman estas decisiones no entienden los riesgos asociados a esta estrategia. En algunas operaciones, por desgracia, ahora es contratado hasta el personal de confiabilidad para determinar las causas raíces de fallas repetitivas.

Es hora de ajustar nuestro pensamiento colectivo y ayudar a renovar y / o fortalecer el compromiso de nuestras organizaciones hacia la confiabilidad. Un mapa de entrenamiento bien diseñado nos colocará en el camino que debemos recorrer. Los empleados de las mejores empresas diseñan sus propios planes de capacitación de corto y largo plazo. El tiempo y el dinero se presupuestan para implementar el plan personalizado que se establece como una declaración o contrato, firmado por el empleado respectivo y su gerente. Porque para ser eficaz, un plan de formación debe tener el estatus de un contrato: Sólo puede ser alterado por mutuo consentimiento o en caso de emergencia extrema.

Pero diseñar el plan de formación es sólo un paso en el proceso de crecimiento personal, profesional y corporativo. La "Hoja de Ruta de Capacitación" que se muestra aquí y otros elementos para la capacitación de un profesional de la confiabilidad productivo, incluyendo un "Plan de Desarrollo Profesional" detallado será cubierto en un próximo artículo.





# AC Academia de Confiabilidad

Centro de Estudios Superiores de Mantenimiento Industrial

## ¿Que es la Academia de Confiabilidad?

Un centro de estudios superiores que surge de la creciente necesidad de formación profesional en el sector industrial en las áreas de mantenimiento, inspección, análisis de fallas y todas las disciplinas que abarcan el concepto de Confiabilidad. La Academia de Confiabilidad busca cerrar la brecha entre la comunidad industrial y la académica, sintonizando los conocimientos con los requerimientos reales de las organizaciones de mantenimiento y confiabilidad, priorizando la eficiencia, la productividad y la seguridad.

## Capacitación para la Industria Real



## Solicite nuestro calendario Calendario 2015

### Conectando el saber con el hacer

El proceso de capacitación integra la teoría que fundamenta una técnica o metodología, las habilidades prácticas requeridas para su ejecución efectiva y segura y finalmente la aplicabilidad real del conocimiento para obtener resultados tangibles.

0029512

HORAS-HOMBRE  
DE CAPACITACIÓN  
ACUMULADAS  
DESDE 2008

*“No es culpable un hombre porque ignora, pues es poco lo que puede saber, pero lo será si se encarga de hacer lo que no sabe”*

*Simón Rodríguez*

J-29573457-3



ORGANIZADO POR:

**GTS CONFIABILIDAD**

Gente + Tecnología + Servicio

 (0281)277.97.38

 academia@confiabilidad.com.ve

 @RCONFIABILIDAD

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

Av. La Costanera, C.C. Puente Real, Piso 2, Ofic. N2B-48, Barcelona, Anzoátegui, Venezuela





## LOS 14 PUNTOS DE LA CALIDAD DE W. E. DEMING EN TERMINOS DE LA INDUSTRIA DE PROCESOS.

1. Vea cada evento de mantenimiento como una oportunidad de modernización. Investigue la viabilidad de antemano, sea proactivo.
2. Haga preguntas serias cuando haya fallas repetitivas y costosas. Es necesario que hayan mecanismos de rendición de cuentas. Reconozca que las personas se benefician más con el entrenamiento y la tutoría que con la intimidación.
3. Pregunte al trabajador si su trabajo cumple con los estándares de calidad y precisión estipulados en sus procedimientos de trabajo y listas de verificación. Esto presupone la existencia de procedimientos y listas de verificación.
4. Comprenda y redefina la función de su departamento de compras. Apoye a este departamento con especificaciones de componentes críticos, luego insista en el cumplimiento de estas especificaciones. "Los sustitutos" o las ofertas no conformes requieren revisión y aprobación por parte del profesional de confiabilidad.
5. Propicie y luego insista en la interacción diaria entre las distintas disciplinas: operaciones, mantenimiento y confiabilidad.
6. Enseñe y aplique técnicas de análisis de causa raíz desde los más bajos a los más altos niveles de la organización.
7. Propicie la enseñanza y anime la inventiva e iniciativa de los empleados. Maximice el aporte de los conocimientos de los vendedores y pague por servicios de aplicaciones de ingeniería. No "reinventar la rueda".
8. Muestre ética personal e imparcialidad, esto es valorado y respetado por su fuerza de trabajo.
9. No tolere el tipo de competencia entre grupos que permita la retención de información crítica entre ellos.
10. Elimine la práctica de "El empleado del mes" y consígnas sin sentido.
11. Recompense la productividad y las contribuciones relevantes; haga saber que el tiempo en la oficina en sí mismo no es un indicador significativo de la eficacia de los empleados.
12. Fomente el orgullo por el trabajo, la puntualidad, la fiabilidad y el buen servicio. Que sea un honor que el empleador y el empleado cumplan sus compromisos.
13. Diseñe un programa de capacitación personal, que sea de cumplimiento obligatorio y patrocinado por la compañía.
14. Ejercer el liderazgo y proporcione dirección y retroalimentación.

## LA DECLARACIÓN DE ROLES DEFINE UNA DIRECCIÓN CLARA

Los profesionales de la confiabilidad deben recibir instrucciones claras en forma de declaraciones de roles y responsabilidades escritas. Esta lista de 10 ítems es una referencia para un equipo de ingeniería de confiabilidad, puede ser ampliada o modificada según sea necesario.

### 1. Rol de Asistencia.

- a. Establezca registros de fallas de los activos y un sistema de administración. Compare el desempeño con otras empresas similares "Mejores en su Clase" (Benchmarking)
- b. Revise los procedimientos de mantenimiento preventivo.
- c. Revise los intervalos de mantenimiento. Entienda cuándo, dónde y por qué las operaciones se desvían de las Mejores Prácticas.

### 2. Evalúe nuevos materiales y recomiende los cambios que exigen los estudios de costos de ciclo de vida (LCC).

### 3. Investigue los problemas especiales o recurrentes, por ejemplo:

- a. Tome acción sobre las averías ocurridas por tercera vez en un período de 12 meses.
- b. Capacite al equipo en técnicas de análisis de causa raíz.

- c. Defina las opciones de actualización y las opciones de mitigación de fallas.

### 4. Servir como persona de contacto con los fabricantes (OEM).

- a. Entienda las diferencias de los equipos actuales con los nuevos.
- b. Explique si es mejor actualizar el equipo existente o mantener el actual, estudio de costo-beneficio.

### 5. Sirva como persona de contacto entre los diferentes grupos de la planta.

- a. Establezca comunicaciones fluidas y eficaces con Operaciones y Mantenimiento.
- b. Participe en las reuniones de producción y de proyectos.

### 6. Desarrolle y mantenga listas de prioridades.

- a. Entienda la economía básica de las pérdidas de producción. Solicite extensiones de paradas cuando el resultado final garantice un rápido retorno de inversión.
- b. Active los recursos en caso de extensiones de paradas imprevistas.

### 7. Identifique repuestos críticos.

- a. Inspeccione los repuestos críticos antes de su almacenamiento.
- b. Inspeccione las piezas grandes en las instalaciones del proveedor o fabricante antes de autorizar el envío al almacén de la planta.
- c. Defina las condiciones para la compra de repuestos genéricos o no originales.

### 8. Revise los costos de mantenimiento y el factor de servicio.

- a. Practique benchmarking.
- b. Recomiende los ajustes pertinentes.
- c. Compare el costo de reparar vs. reemplazar, recomiende lo mejor.

### 9. Comunique periódicamente los hallazgos importantes en la gestión propia y de los afiliados.

- a. Cree redes de intercambio de información.
- b. Haga breves presentaciones orales a los gerentes de nivel medio (comparta el crédito, de visibilidad a los demás).

### 10. Desarrolle planes de capacitación para todo el equipo.

"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



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

**LEESON**

**FLYGT**

**BALDOR**

**ABB**

MIEMBRO ACTIVO DE:



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)

# RONDAS OPERACIONALES IMPLEMENTACIÓN EN LA INDUSTRIA PETROLERA, UN CAMBIO CULTURAL EN APOYO AL MBC

Esp. Clístenes Pineda, PMP, Supervisor de Ingeniería de Confiabilidad en PDVSA Petropiar. Colaborador de AVEPMCO cpineda@avepmco.org.ve

En la industria petrolera una función común del operador de planta es la de monitorear el proceso durante su guardia, lo cual puede considerarse una actividad “natural” y que este personal hace muy bien, sin embargo el monitoreo o inspección de variables de condición de equipos y sistemas no ha sido una fortaleza históricamente. Dentro de las Mejores Prácticas de Gerencia de Activos, la Confiabilidad debe asumirse como una cultura en la que todos los departamentos e individuos de una organización intervengan directamente, las funciones individuales deben contribuir de manera piramidal, de tal forma que se vayan sumando todos los esfuerzos hacia una meta corporativa. En este sentido las Rondas Operacionales son claves para lograr que el operador de planta se incorpore, mediante sus actividades rutinarias, a la cadena de cuidado de los activos, expandiendo su potencial como inspector de activos y procesos.

## RONDAS OPERACIONALES

El operador de planta incorporado a los planes de inspección y monitoreo de condición, siendo el custodio de los equipos, puede y debe potenciar la detección temprana de síntomas y desviaciones, lo que representa un valor agregado para el Plan de Mantenimiento Basado en Condición, MBC.

Las Rondas Operacionales (OPR por sus siglas en inglés) son rutas de monitoreo de condición de los equipos pertenecientes a un proceso, en función de parámetros operacionales y variables de estado pre-establecidas. Las OPR son estructuradas en un sistema o software de monitoreo y los datos son capturados en dispositivos de campo denominados Handheld o colectores de datos portátiles. El objetivo de las rondas operacionales es identificar de forma oportuna las desviaciones de los parámetros definidos en las rutas a través del monitoreo rutinario, detectando síntomas tempranos que pudieran conllevar a una falla, permitiendo planificar las acciones de mitigación respectivas a objeto de prevenir paros inesperados de los equipos, sistemas y por consiguiente de la planta.

El beneficio inmediato de este proceso se traducirá en incremento de la disponibilidad y confiabilidad de los activos críticos, la operación segura y la optimización del presupuesto de mantenimiento rutinario y mayor. Sin dejar a un lado los

beneficios intangibles como el incremento del compromiso de los empleados (Operador) y la mejora en la consistencia de la captura y registro de información, como lo menciona Joe Mikes en su artículo “How Operator Care Rounds Support a Culture of Continuous Improvement”.

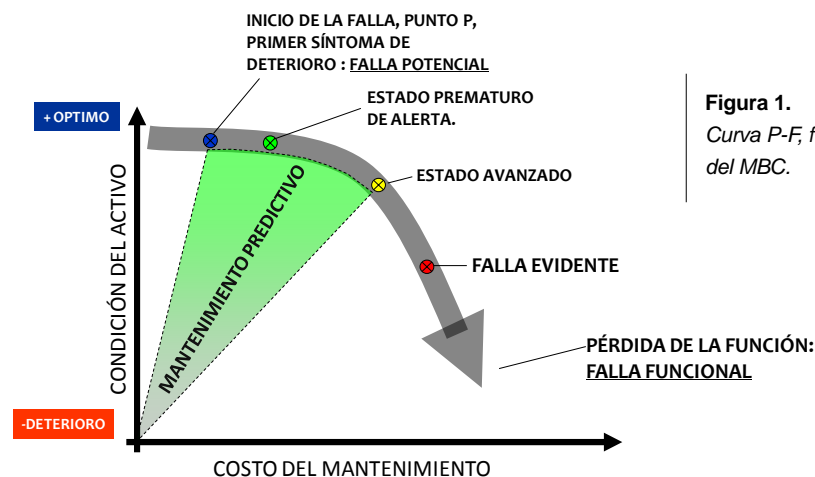


Figura 1. Curva P-F, fundamento del MBC.

## ELEMENTOS A CONSIDERAR EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS RONDAS OPERACIONALES

Hay cinco elementos fundamentales a la hora de emprender esta estrategia, seguir estos pasos sistemáticos garantizarán un desarrollo eficiente del proceso y una implementación efectiva.

### 1 DARLE CARÁCTER DE PROYECTO

Para alcanzar la implementación de las Rondas Operacionales dentro de cualquier industria, lo recomendable es darle el carácter de proyecto. De acuerdo a la norma ANSI/PMI 99-001-2008 mejor conocida como el PMBoK del Instituto de Gerencia de Proyectos (PMI por sus siglas en inglés), al seguir los procesos de un proyecto se garantiza que la implantación, desde su fase de inicio, cuente con un líder que se encargue de coordinar todo el proyecto, de identificar a todas las personas interesadas de tal manera

de mantener canales de comunicación efectivos y gestionar adecuadamente su intervención dentro del proyecto, el líder además debe garantizar que se cumpla con todas las fases: planificación, ejecución, monitoreo y control y finalmente cierre.

## 2 APLICAR LAS MEJORES PRÁCTICAS

En este segundo aspecto, como dice John Renick en su artículo “A practical guide for implementing operator driven reliability”, hay que dejarse guiar por las mejores prácticas para implementar un programa de Rondas Operacionales. Esto quiere decir, que no hay una receta exacta para lograr dicha implementación. Las recomendaciones que hace Renick son las siguientes:

- Realizar una cuidadosa evaluación de las mejores prácticas de otras empresas u organizaciones que han sido exitosas en la implementación de las OPR, para adaptarlas a su negocio y así cumplir con sus propias metas y objetivos.
- De la misma investigación se puede recoger información para ayudar a priorizar actividades de operaciones, de tal manera de eliminar o combinar actividades que agreguen poco valor y liberar el tiempo para las más importantes. Una de las metas del programa de OPR es promover el trabajo más inteligente y no sobrecargar al operador.

## 3 DEDICACIÓN EXCLUSIVA

Es muy importante que el personal asignado al proyecto se dedique a tiempo completo de tal manera de evitar los cambios de prioridades, los retrasos, cambios de alcance y aumento de costos. De acuerdo al PMI la estructura de la organización idónea para el proyecto es la matricial balanceada o en su defecto débil.

## 4 DEFINIR LOS RECURSOS

Finalmente, durante el proceso de definición del alcance de la fase de planificación del proyecto, se deben declarar tres elementos claves: TECNOLOGÍA, PERSONAS Y PROCESOS.

**Figura 2.**  
Elementos claves  
en la planificación de un proyecto de OPR



## TECNOLOGÍA

En el alcance deben especificarse las características que debe cumplir el software para satisfacer las necesidades del negocio. Dentro del mercado hay una variedad de soluciones tecnológicas que van desde aplicaciones cuyo enfoque es solucionar la captura de la información exclusiva de las Rondas Operacionales; otras que incluyen la captura y procesamiento de la información de inspección, monitoreo de condición y pruebas; hasta llegar a las grandes aplicaciones que integran información diversa para poder gestionar los activos. La ventaja de las grandes aplicaciones es la integración de información y su versatilidad en la ayuda de la toma de decisiones mediante análisis estadísticos, de riesgo y financieros. Entre las desventajas se pueden mencionar el costo y la complejidad en el uso.

Lo mismo aplica para la selección del colector de datos, en donde es necesario determinar aspectos de seguridad (en caso de requerir explosion proof), aspectos tecnológicos, tales como lector de código de barras, colector de datos tradicional o tablet, facilidad de tomar fotos, tamaño, peso, facilidad de transporte, entre otros.

En la instalación y configuración del software (Fase de ejecución del proyecto) siempre es importante contar con un representante tanto técnico como funcional para garantizar que todas las necesidades que fueron definidas durante la definición del alcance están siendo satisfechas. Además con la presencia de los representantes del proveedor del software es mucho más fácil manejar los cambios que puedan presentarse.

## PROCESOS

Desde el punto de vista de calidad expresado en la norma ISO 9000, las empresas deben identificar sus procesos productivos, tanto medulares como de soporte, de tal manera de desarrollar los manuales y procedimientos que gobernarán cómo deben ejecutarse las tareas y actividades que se realizan dentro del negocio. Basado en esto, al querer implementar las OPR es necesario elaborar el flujograma del proceso de trabajo, definir claramente los roles y responsabilidades del personal que interviene en el desarrollo de este proceso y desarrollo de documentos estándares como lineamientos, procedimientos, guías entre otros.

En el desarrollo de las OPR durante la ejecución del proyecto es importante contar con personal clave, tal como un Ingeniero de Confiabilidad, quien normalmente es el líder del proyecto, con experiencia en el manejo e interacción con personal de mantenimiento y operaciones, un líder de operaciones y uno de mantenimiento, estos últimos que sean del área donde se implementan las rondas y que tengan liderazgo reconocido en sus áreas respectivas.

Otra actividad de suma importancia, tanto en la planificación como en la ejecución del proyecto, es la divulgación. Con esto se logra que la organización entienda que es de mayor beneficio trabajar en equipo que de manera aislada, divulgar la información hace que el personal involucrado tenga mayor compromiso y empoderamiento, permite el desarrollo de metas compartidas entre los distintos departamentos involucrados además de que se consideran las expectativas de todos los interesados en el proyecto.

## PERSONAS

Para garantizar el logro de los objetivos del proyecto es recomendable realizar un ejercicio de alineación donde se incluyan la gerencia y los distintos departamentos que participarán en el proyecto. De esta manera se explicarán los fundamentos y beneficios de las Rondas Operacionales y como se ejecutará el proyecto (normalmente esto se conoce como reunión de arranque del proyecto).

Por otro lado, para lograr la efectividad tanto del personal del proyecto como del personal responsable de ejecutar las actividades asociadas a las OPR, es necesario desarrollar un programa de capacitación acorde a las necesidades particulares del personal de cada organización. También es importante señalar que una vez que comience el desarrollo de las rondas operacionales, la captura de datos y el análisis de los mismos, se debe contar con un consultor funcional con gran experiencia en OPR de tal manera de orientar, solventar inquietudes y detectar puntos de corrección o mejora.

## 5 CREAR UN PLAN PILOTO

Es conveniente comenzar con un programa piloto como una oportunidad para demostrar las capacidades de las Rondas Operacionales en un área pequeña y de una manera controlada, es una buena estrategia de mitigación de riesgos. Se puede informar o resolver cualquier punto que fue obviado durante la fase de planificación. El piloto también ofrece una oportunidad para que la experiencia obtenida y las victorias tempranas creen un impulso hacia el resto de la organización. Como dice Renick "Piensa en grande, pero empieza poco a poco".

Por último, una vez culminado el proyecto de implementación es importante mantener vivo el proceso de mejora continua, es decir, es necesario que el proceso sea auditado periódicamente, de tal manera de detectar desviaciones o promover mejoras que ayuden al personal dueño del proceso a mantener la continuidad del mismo.

### FACTORES INICIADORES DEL PROYECTO RONDAS OPERACIONALES

- Mantenimiento no apropiado a los modos de falla de los activos.
- Poca cuantificación de características de las fallas repetitivas.
- Falta de confianza e integración entre operaciones y mantenimiento.
- Simplificar el trabajo de monitoreo de los operadores.
- Poca capacitación de los operadores en las técnicas básicas de monitoreo de condición de los equipos.
- Necesidad de estandarizar el proceso de colección de datos.
- Mejorar la detección temprana de síntomas y desviaciones: Agregar valor al programa MBC.

### RESTRICCIONES DE IMPLANTACIÓN

1. Disponibilidad de tiempo de los operadores.
2. Cantidad de equipos a monitorear.
3. Frecuencia de las inspecciones.
4. Asignación de responsables.
5. Disponibilidad y funcionalidad de instrumentos.
6. Complejidad de captura de los datos.
7. Resistencia al cambio
8. Desconfianza entre departamentos.
9. Percepción de prioridad de producción.
10. Desconfianza en el cumplimiento de recomendaciones.
11. Duplicación de esfuerzo con variables de control y/o condición.

#### Nota editorial:

Este artículo es un resumen de la ponencia presentada en el III Congreso Latinoamericano de Gerencia de Activos, COLAGA 2014. Implantación de Rondas Operacionales en el Mejorador de Petropiar. Un Cambio Cultural, realizada por los ingenieros Lope Miranda, líder de operaciones y Clístenes Pineda, líder de confiabilidad.

#### LEYENDA

ANSI: American National Standards Institute  
 ISO: International Organization for Standardization  
 MBC: Mantenimiento basado en condición  
 OPR: Operator Rounds.  
 PMBoK: Project Management Body of Knowledge.  
 PMI: Project Management Institute.

#### REFERENCIAS BLIOGRÁFICAS:

1. Joe Mikes, CMRP, Life Cycle Engineering, How Operator Care Rounds Support a Culture of Continuous Improvement. [www.LCE.com](http://www.LCE.com).
2. John Renick, Partner Solutions Manager, Meridium A practical guide for implementing operator driven reliability. [www.apmadvisor.com](http://www.apmadvisor.com)
3. Lope Miranda y Clístenes Pineda, Implantación de Rondas Operacionales en el Mejorador de Petropiar. Un Cambio Cultural, ponencia en COLAGA 2014.



# NO HAY EXCUSAS

## PARA LA ALTA VIBRACIÓN



La vibración lastima su maquinaria. La reducción de solo 15% en la vibración puede incrementar la vida de los rodamientos en más de 72%. No hay excusas para permitir que los altos niveles de vibración consuman sus recursos. Incremente la confiabilidad de sus máquinas y minimice el costo asociado a las paradas mediante soluciones proactivas de monitoreo de condición. Nuestros equipos y soporte son la referencia de la industria.

**Keep it Running™**

**305.591.8935 | [www.KeepItRunning.com](http://www.KeepItRunning.com)**

Su representante local:  
**M&D Mantenimiento Predictivo C.A.**  
**0281-4204943**



**VibXpert® II**  
 Un producto PRÜFTECHNIK  
 para el análisis de vibraciones,  
 el balanceo en campo y más!





## MEJORES PRÁCTICAS DE TORQUE

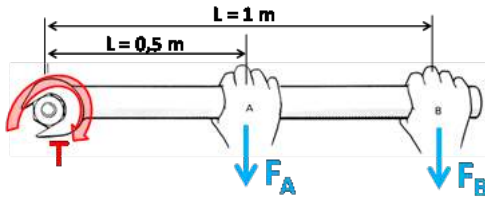
### FUNDAMENTOS

#### ¿QUÉ ES EL TORQUE?

Se llama torque o momento de una fuerza a la capacidad de dicha fuerza para producir un giro o rotación alrededor de un punto.

$$T = F \times L$$

Donde T es el torque, F la fuerza aplicada y L la distancia al punto de aplicación.



#### UNIDADES DE TORQUE

En el sistema internacional normalmente se expresa el torque en N.m (Newton.metros), En el sistema inglés se usa ft.lbs (pie.libra).

Por ejemplo una fuerza Fa de 10 N aplicada a una distancia de 0,5 m, resultará en un torque de 5 N.m, por otro lado, una fuerza Fb de igual magnitud, pero aplicada a una distancia de 1m, producirá el doble de torque, 10 N.m.

#### HERRAMIENTAS DE APRIETE DE PERNOS

Se pueden usar Torquímetros Manuales en aplicaciones de pernos de hasta 1 pulgada de diámetro. Los Torquímetros Hidráulicos pueden usarse en pernos de cualquier diámetro.

#### TORQUE ADECUADO

El valor de torque depende básicamente del tipo de perno, tamaño y material, para ello la industria dispone de tablas de torque recomendado. Pero además de las tablas de torque se deben tener presente otros factores que pueden cambiar los valores, por ejemplo, condición de las roscas, fricción en las roscas, superficies de deslizamiento y condición de la superficie de contacto de las roscas.

#### EL EFECTO DE LA LUBRICACIÓN

La lubricación reduce la fricción durante el apriete, aminora la falla que pueda presentar el perno durante la instalación y alarga la vida en servicio del mismo. Para establecer con exactitud el valor de torque requerido, debe conocerse el valor de coeficiente de fricción suministrado por el fabricante. Los compuestos lubricantes deben aplicarse en la superficie de contacto de la tuerca y roscas de los pernos.

#### PROCEDIMIENTO DE APRIETE CON TORQUE

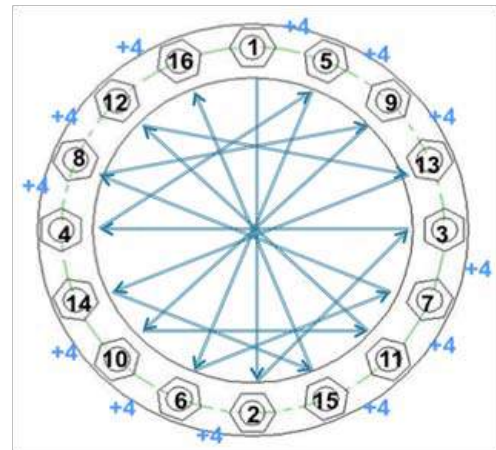
La experiencia ha mostrado que el apriete se realiza mejor gradualmente, en 4 pasos:

PASO	% TORQUE	APLICACIÓN / FUNCIÓN
1	20%-30%	Apriete en cruz, alinea, cierra espacios y asienta el empaque.
2	50%-60%	Apriete en cruz, incrementar la carga aplicada.
3	100%	Apriete en cruz, alcanzar la carga total.
4	100%	Apriete en forma circular, verificar la igualdad del apriete.

#### MÉTODO DE APRIETE EN CRUZ, APROBADO POR LA NORMA ASME-PCC-1

Aplica cuando los pernos estén dispuestos en forma circular. Pasos:

1. Numerar los pernos en la posición de doce en punto como 1, a las seis en punto como 2, a las tres en punto como 3 y a las nueve en punto como 4.
2. Comenzando en el perno 1, en el sentido de las manecillas del reloj, sumar 4 al número del perno previo, comenzar otra vez hasta que se alcancen los pernos que ya están numerados.



#### TORQUE DE ROMPIMIENTO PARA AFLOJAR PERNOS

- Elija la llave adecuada y comience la secuencia en forma circular en sentido de las agujas del reloj.
- Por lo general se requiere más torque para aflojar una tuerca que para apretarlos, dependiendo de las condiciones que se encuentre.
- No aplique más del 75 % de la salida de torque máxima de la herramienta al aflojar las tuercas.
- La corrosión causada por humedad (herrumbre) pudiera requerir hasta 2 veces el torque requerido de apriete
- La corrosión causada por agua de mar y sustancias químicas pudiera requerir hasta 2-1/2 veces el torque requerido de apriete.
- La corrosión causada por altas temperaturas pudiera requerir hasta 3 veces el torque requerido de apriete.



# DIRECTORIO INDUSTRIAL

## SERVICIOS - PRODUCTOS - TECNOLOGÍA - RECURSOS HUMANOS

J-31167447-0



**REFAMECA CA**  
METALMECÁNICA DE PRECISIÓN

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

0281- 808.47.21  
refamecadeoriente@cantv.net

J-08018407-6



**ELECTRIN**  
MOTORES ELÉCTRICOS

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

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

0281-2661550 / 2698196  
info@electrin.com

J-07047774-1



**INCALCA**  
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](http://www.incalca.com)

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



**Argymca**  
Consultores en Confiabilidad y Mantenimiento

- Aplicación de Metodologías de Confiabilidad.
- Análisis Costo-Beneficio. (Inventario, Mito, 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-07049190-7

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



**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  
alineo@cantv.net [www.ludeca.com](http://www.ludeca.com)

J-30982621-3



**RHY CA**  
SERVICIOS

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

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

J-28672457-3



**GTS CONFIABILIDAD**  
GENTE + TECNOLOGÍA + SERVICIO

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

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

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



**ALTO TORQUE**  
INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

PROFESIONALES AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA

Representante exclusivo:



[www.altotorque.com.ve](http://www.altotorque.com.ve)  
+58 269 2486621 - info@altotorque.com.ve



**SENDACA**  
SERVICIOS NACIONALES DARWIN, C.A.

Mantenimiento Seguro y Confiable... Justo a tiempo

Teléf.: (0281) 441.2866 0424-800.2122 0414-999.6798 / 822.8387  
Email: [sendaca@cantv.net](mailto:sendaca@cantv.net) / [sendaca.servicios@gmail.com](mailto:sendaca.servicios@gmail.com)  
Av. Peñalver, CE. Roraima. Píritu. Edo. Anzoátegui, Venezuela.



**Academia de Confiabilidad**  
Capacitación para la Industria Real

Centro de Estudios Superiores de Mantenimiento Industrial

0281277.97.38  
[academia@confabilidad.com.ve](mailto:academia@confabilidad.com.ve)  
@RCONFIABILIDAD  
[www.confabilidad.com.ve](http://www.confabilidad.com.ve)

Solicite nuestro calendario **Calendario 2015**

Av. La Costanera, C.C. Puente Real, Piso 2, Ofic. N2B-48, Barcelona, Anzoátegui, Venezuela



**S-N-D-C-A**  
Mantenimiento Seguro y Confiable... Justo a tiempo

**Sellado de Fugas en Caliente**

**CERO FUGAS HOT LINE 0414-800.13.13**

Servicio de emergencia las **24 horas de Lunes a Lunes**

Av. Peñalver, CE Roraima, Píritu, Edo. Anzoátegui, VENEZUELA  
Telf.: 58-424 - 800.2122 / 58-281 -441.2866  
Email: [sendaca@cantv.net](mailto:sendaca@cantv.net) [sendaca.servicios@gmail.com](mailto:sendaca.servicios@gmail.com)

# CONFIABILIDAD DE COJINETES

## Mantenimiento e Inspección

MSc. Ernesto Primera, ASTM Global Instructor  
 editor@ernestoprimeria.info

### ENFRENTANDO LA FRICCIÓN

La fricción es una fuerza que resiste el movimiento relativo de dos cuerpos en contacto, básicamente hay un par de maneras de reducir la fricción entre dos superficies en lo que se refiere al diseño de los cojinetes:

1. Cambiar el ambiente de contacto añadiendo lubricante o el cambio a un material con un menor coeficiente de fricción.
2. Superar la fricción utilizando elementos rodantes.

En este sentido los cojinetes se clasifican en su forma básica en cojinetes deslizantes o planos y rodamientos o cojinetes de elementos rodantes.

Independientemente del tipo de cojinete, estos se diseñan para soportar:

1. Cargas puramente radiales.
2. Cargas de empuje axial.
3. Combinación de cargas radiales y axiales.
4. Como elementos de máquina se consideran además en su diseño la fricción, la fatiga, la corrosión y las temperaturas extremas.



Figura #1. Cojinete deslizante o plano, diseño para soportar cargas combinadas (radiales y axiales).

Los cojinetes son elementos mecánicos diseñados para superar la fricción entre un elemento fijo o estacionario y un elemento móvil o rotatorio de manera de facilitar la rotación. Estos componentes soportan el eje de una máquina y lo restringen dinámicamente en las direcciones radial y axial. Aunque denominados genéricamente cojinetes, existen dos tipos básicos, los cojinetes planos o de deslizamiento y los cojinetes de elementos rodantes o antifricción, estos últimos comúnmente llamados rodamientos. La confiabilidad de una máquina rotativa depende en gran medida de sus cojinetes, básicamente los planes de mantenimiento e inspección se basan en el cuidado y monitoreo de estos componentes.

Un cojinete plano provee baja fricción por medio de una película de aceite formada entre el eje de una máquina y la superficie del cojinete, se fundamenta en la lubricación hidrodinámica, donde una película de aceite soporta la carga y permite separar el rotor del cojinete.

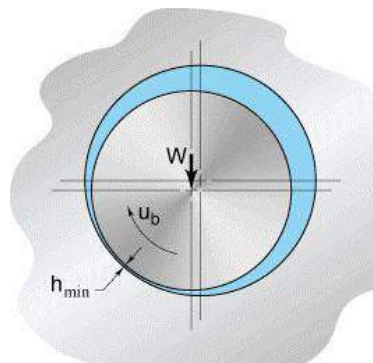


Figura #2. Principio de lubricación hidrodinámica.  $W$  representa la carga,  $U_b$  es la velocidad de rotación y  $h_{min}$  es el espesor de película lubricante.

Por otra parte los rodamientos proveen baja fricción utilizando elementos rodantes como rodillos o bolas contenidos entre dos anillos o pistas, como se muestra en la figura No3.

### EL FUSIBLE DEL EQUIPO ROTATIVO

Dado que los cojinetes son los elementos de apoyo del rotor, son ellos los que soportan las cargas, tanto normales o consideradas por el di-

seño, como las cargas indeseadas producto de fuerzas que se originen por diversos problemas como desbalanceo, desalineación, sobrecarga, resonancias, etc., de tal manera que la mayoría de las fallas típicas de una máquina rotativa afectará directamente la condición y confiabilidad de los cojinetes. De aquí que los programas de mantenimiento e inspección fundamentalmente vigilan y cuidan a estos componentes de manera sistemática.

Rodamiento de bolas, cargas combinadas



Rodamiento de rodillos, carga radial pura



Rodamiento de bolas para carga axial pura



Figura #3. Tipos de rodamientos o cojinetes de elementos rodantes.



Los rodamientos son el producto de una manufactura de alta calidad y precisión, la mayoría de las fallas se presentan en forma prematura debido a la presencia de factores externos que afectan drásticamente el desempeño de los rodamientos y disminuyen la vida útil esperada. La vida nominal de un rodamiento según la norma ISO 281:2007 es:

$L_{10} = (C/P)^p$	$L_{10h} = (10^6/60n) L_{10}$
$L_{10}$ = vida nominal (con un 90% de confiabilidad) [millones de revoluciones]	$L_{10h}$ = vida nominal (con un 90% de confiabilidad) [horas de operación]
C = capacidad de carga dinámica [kN]	P = carga dinámica equivalente [kN]
n = velocidad de giro [rpm]	p = exponente de la ecuación de la vida, 3 para los rodamientos de bolas, 10/3 para los rodamientos de rodillos.

Los niveles de carga real, estática y dinámica, influyen en la vida del rodamiento, si estos niveles de carga exceden las condiciones del diseño la vida del rodamiento disminuirá, sin embargo otros factores deben ser considerados, por ejemplo la calidad de la lubricación, el ambiente, la temperatura de trabajo y el montaje, entre las más importantes.

## MANTENIMIENTO PROACTIVO DE COJINETES

# 5 FACTORES CLAVES

Un programa de cuidados de maquinaria rotativa debe tener fortalezas en cuanto a los planes para mantener los cojinetes, principalmente debe centrarse en:

**1. MONTAJE:** considerando que la selección del rodamiento es la adecuada, el primer factor crítico de cuidado es el montaje (y el desmontaje) tanto los cojinetes planos como los rodamientos requieren de procedimientos de montaje específicos para garantizar una operación eficiente y confiable. Debe asegurarse un montaje limpio y seco, asegurar la correcta alineación en las cajas o chumaceras, verificarse las holguras y precargas específicas (tolerancias y ajustes) en la caja y el rotor, usar las herramientas adecuadas para el manejo, montaje y desmontaje.

**2. LUBRICACIÓN:** el plan de mantenimiento debe garantizar un lubricante (grasa o aceite) de calidad y tipo apropiado, limpio, seco y en las cantidades adecuadas. La lubricación es frecuentemente subestimada en muchas organizaciones de mantenimiento, siendo esto la causa raíz de la mayoría de las fallas prematuras en cojinetes.

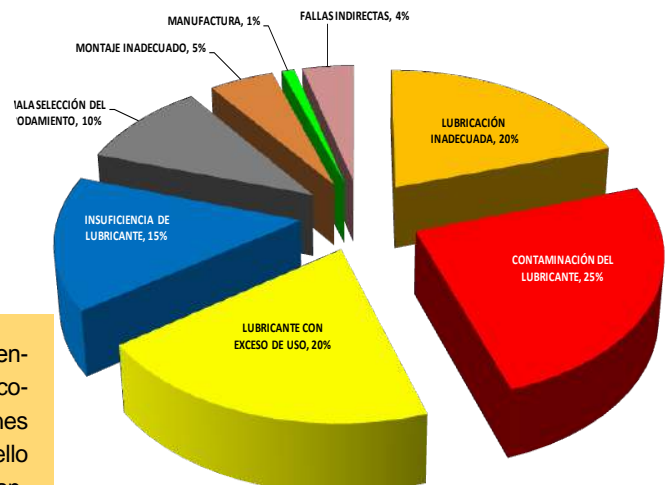
**3. ENFRIAMIENTO:** la disipación de calor es fundamental, un plan de mantenimiento proactivo debe verificar el buen funcionamiento de los sistemas de enfriamiento, intercambiadores de calor, ventiladores, etc. El exceso de lubricación es frecuentemente una causa del incremento de temperatura.

**4. LIMPIEZA:** la contaminación del entorno ambiental del cojinete es uno de los factores que pueden disminuir la vida de un cojinete, el plan de cuidado del activo debe prever acciones para evitar que el polvo, el agua, el producto, etc., ingresen a los cojinetes, las holguras internas son tan pequeñas que cualquier partícula microscópica puede causar graves daños a los sistemas tribológicos. Mantener los filtros en buenas condiciones, eliminar los respiraderos contaminantes, las fugas, mantener los sellos en óptimas condiciones son acciones proactivas, pero además debe extenderse el aspecto de la limpieza al aceite nuevo almacenado, evitando que éste se contamine antes de ser usado. Por último definir un procedimiento de lubricación seguro y limpio, utilizando herramientas adecuadas, una causa común de contaminación es el uso de envases inapropiados, mangueras y bombas sucias y procedimientos ineficientes.

**5. OPERACIÓN:** las prácticas operacionales también influirán en el funcionamiento del rodamiento, el exceso de carga, de velocidad, la cavitación son causas comunes de fallas en los componentes de máquinas. Otros factores muy comunes de falla prematura en los rodamientos son la desalineación y el desbalanceo, ello representa cargas o tensiones extras sobre los cojinetes. La alineación y el balanceo efectivo deben ser actividades de excelencia basadas en estándares y mejores prácticas. Otras fuentes comunes de estrés y fuerzas adicionales sobre los cojinetes son la pata coja, la sobretensión de tuberías, la soltura, resonancia, entre otras.

## PLANES DE INSPECCIÓN DE LOS COJINETES

El programa de mantenimiento y cuidados básicos debe apoyarse en un sólido plan de monitoreo de condición, el cual debe estar soportado por tecnologías predictivas configuradas para detectar fallas incipientes. Un plan de inspección efectivo debe anticipar los problemas y contribuir con la planificación y programación de actividades de mantenimiento proactivas y preventivas. Los modos de fallas de los cojinetes generan síntomas particulares y señales características que pueden ser evaluadas sistemáticamente para diagnosticar oportunamente los problemas, por otra parte los parámetros de inspección se vigilan contra niveles permisibles estandarizados lo que facilita la definición de la condición. Los modos de fallas de un rodamiento están descritos en la norma ISO-15243 y se describen en la figura N°5. La figura No4 muestra las principales causas de fallas de los cojinetes.





# NO HAY EXCUSAS PARA LA DESALINEACIÓN



La desalineación conduce al incremento de la vibración, a fallas prematuras en sellos y rodamientos e incrementa el consumo de energía. No hay excusas para permitir que la desalineación consuma sus recursos. Proteja sus máquinas y minimice el costo asociado a las paradas mediante una alineación láser precisa. Nuestros equipos y soporte son la referencia de la industria. **Keep it Running™**

305.591.8935 | [www.KeepItRunning.com](http://www.KeepItRunning.com)

Su representante local:  
**M&D Mantenimiento Predictivo C.A.**  
0281-4204943



## ROALIGN® Ultra IS

Un producto PRÜFTECHNIK para la alineación de ejes, planitud, nivelación y más!



## 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, Mtto, 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

Av. Intercomunal, Edif. Las Garzas, Piso 1, Ofic. 1, sector Las Garzas, Lechería, Edo. Anzoátegui. Venezuela.

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



Figura #5. Modos de falla según ISO 15243.

**3. MONITOREO DE VIBRACIONES:** esta es una técnica de inspección predictiva estándar en cualquier programa de monitoreo de máquinas rotativas. Un plan sistemático de evaluación y análisis de la señal de vibración permite detectar con mucha efectividad los problemas mecánicos, eléctricos y operacionales que afectan a los equipos rotativos y básicamente a los cojinetes. Desbalanceo, desalineación, resonancias, solturas, pata coja, excentricidad, cavitación, ejes doblados, latigazo y remolino de aceite, entre otras fallas que generan cargas radiales y axiales extras sobre los cojinetes propiciando el desgaste prematuro. Los niveles de amplitud de vibración se vigilan contra valores estandarizados de acuerdo al tipo y potencia de la máquina.

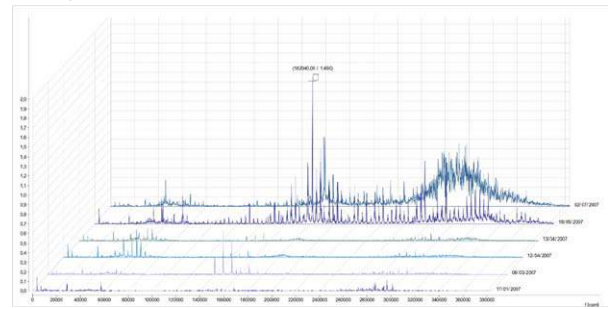


Figura #7. Señal de vibración histórica en un equipo rotativo, se manifiesta el incremento de la fricción.

Un buen programa de monitoreo de condición en maquinaria rotativa debe comprender:

**1. MONITOREO DEL LUBRICANTE:** acompañando las mejores prácticas de lubricación, limpieza y filtración, debe establecerse un programa de monitoreo y análisis periódico del lubricante. Especialmente en los sistemas de lubricación forzada que cuentan con grandes tanques de suministro. El monitoreo del lubricante debe cumplir con los estándares aplicables y evaluar propiedades claves como viscosidad, acidez, nivel de aditivos, contaminación sólida y líquida, humedad y otros ensayos pertinentes a la máquina o proceso particular.

El monitoreo de esta variable es que puede ser usada como herramienta de lubricación, la tecnología actual permite detectar leves incrementos de ultrasonido derivados de la fricción, por ejemplo ante la deficiencia de grasa en un rodamiento. Otros parámetros con los que cuentan los programas de inspección modernos es el shock pulse® y los espectros envolventes de aceleración que permiten el análisis temprano de fallas en rodamientos y administrar la lubricación basada en condición.

**2. MONITOREO DE RUIDO ULTRA-SÓNICO:**

un programa de inspección predictiva debe concebirse para anticipar los problemas con suficiente tiempo de manera de contribuir con la planificación oportuna del mantenimiento. El incremento del ruido ultrasónico o de alta frecuencia es un síntoma temprano de falla en rodamientos y debe ser una variable obligatoria para su análisis periódico. Una ventaja del mo-

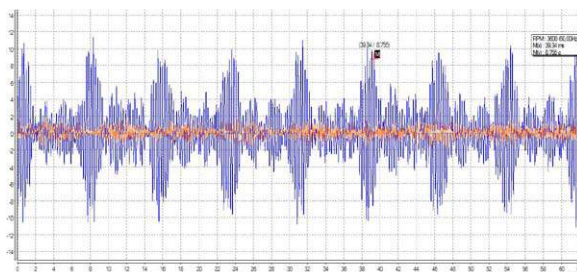


Figura #6. Registro de ruido de alta frecuencia, antes y después de lubricar un rodamiento.

**4. MONITOREO DE TEMPERATURA:** el incremento de la fricción asociado a fallas de lubricación, sobrecarga, o mal montaje, por ejemplo, tendrá como efecto un aumento de la temperatura, si bien ésta no es una variable de aviso temprano, monitorear periódicamente la temperatura de los sistemas tribológicos es una necesidad, no solo de los cojinetes directamente, también del sistema de enfriamiento y el lubricante.

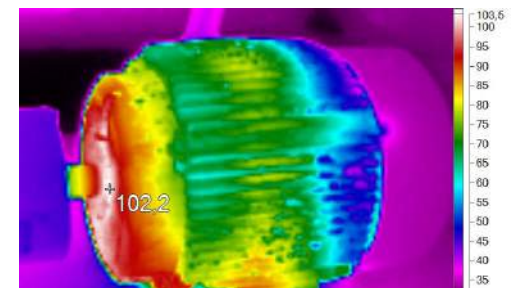


Figura #8 . Alta temperatura del rodamiento de un motor eléctrico, típico de exceso de grasa.

**5. INSPECCIÓN VISUAL INTEGRAL:** Es importante complementar la tecnología con inspecciones básicas y cuidadosas que permitan detectar condiciones anormales cualitativas como fugas, baja disipación de calor, condición de sellos, limpieza del entorno, partes sueltas e incluso condiciones inseguras.

## CONCLUSIONES

Los cojinetes son componentes críticos en los complejos industriales de hoy, las exigencias de producción, seguridad, eficiencia y confiabilidad demandan Planes de Mantenimiento e Inspección Integrados que sean capaces de mantener oportunamente la maquinaria mediante la detección temprana de fallas y la ejecución de actividades proactivas y preventivas planificadas más que correctivas e imprevistas.

### LEYENDA

ABMA: American Bearing Manufacturers Association.  
ASTM: American Society for Testing and Materials.  
ISO: International Organization for Standardization

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- 1.- ASTM- F2488: Standard Terminology for Rolling Element Bearings. 2013.
- 2.- ISO-15243: Rolling bearings - Damage and failures - Terms, characteristics and causes. 2004.



## UMOR CONFIABLE





# S-N-D-C-A

Mantenimiento Seguro y Confiable... Justo a tiempo

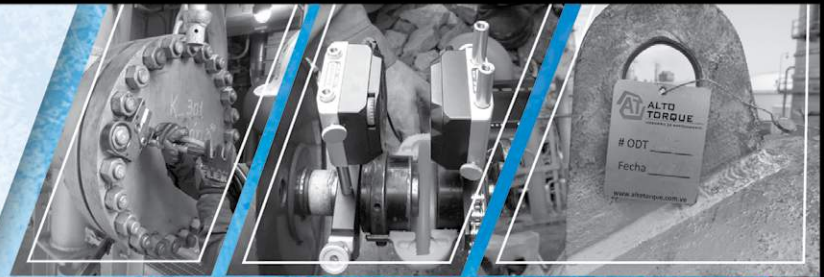
## Sellado de Fugas en Caliente

- ⊕ Servicio de sellado de fugas industriales y revestimiento anticorrosivo con fibra de vidrio, permitiendo mantener sus plantas en operacion continua.
- ⊕ Equipo técnico de excelencia, con asesoramiento pre y post venta.
- ⊕ Alto desempeño y bajos costos, con aplicaciones en todos los sectores del mercado: Petrolero, Petroquímico, Químico y Cervecerero.



**Servicio de emergencia las 24 horas de Lunes a Lunes**

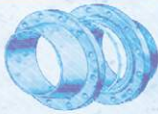
**CERO FUGAS  
HOT LINE  
0414-800.13.13**



## Integridad de Juntas Mecánicas



PROGRAMA DE INTEGRIDAD DE JUNTAS MECÁNICAS



¿Es necesario un programa de integridad de juntas mecánicas?

El objetivo, cero fugas es alcanzable

- Una planta promedio experimenta 180 fugas al año
- De las 180 fugas, entre 1 y 4 son de alto impacto

INTEGRIDAD DE JUNTAS Aliados



- > Identificar juntas críticas
- > Elaborar procedimientos basados en mejores prácticas para personal de campo

PROYECTO

01



- > Entrenar (teoría-práctica) al personal involucrado, para adquirir competencias
- > Examinar competencias según normativa

PROYECTO

02



- > Plan de aseguramiento y control de calidad para validar el cumplimiento de las especificaciones
- > Documentar intervenciones para futuros requerimientos

PROYECTO

03

## Tecnología Laser



- MAYOR PRECISIÓN
- MAYOR PRODUCTIVIDAD
- MEJOR TRAZABILIDAD
- EQUIPOS PROPIOS

Geométrica

1

- > **Paralelismo**  
(Bridas, Intercambiadores de Calor, Rodillos, etc.)

2

- > **Centrado**  
(Compresores Reciprocantes, Motor Diésel, Motores a Gas, Compresores Centrifugos, Turbinas, etc.)

3

- > **Planitud**  
(Bridas, Intercambiadores de Calor, Bases Equipos Rotativos, etc.)

4

- > **Nivelación**  
(Compresores Reciprocantes, Motor Diésel, Motores a Gas, etc.)

- Ejes
- Horizontal
  - Vertical
  - Cardanes (ejes en diferentes planos)



TECNOLOGÍA LASER Aliado

## Mecanizados en Sitio



- MAYOR PRODUCTIVIDAD
- EXCELENTE PRECISIÓN
- VALIDACIÓN DE RESULTADOS CON TECNOLOGÍA LASER
- EQUIPOS PROPIOS

### Torno portátil montaje externo

- > Capacidad para mecanizar cara externa e interna de haces tubulares, bridas, etc.
- Diámetro máx. 1981 mm (78 pulg).

### Torno portátil montaje interno

- > Capacidad para mecanizar cara externa de bridas, etc.
- Diámetro máx. 3048 mm (120 pulg).

### Tornos portátiles montaje interno

- > Capacidad para mecanizar cara externa de bridas, etc.
- Rango de operación desde diámetros de 19 mm (3/4 pulg) hasta 914 mm (36 pulg).

### Fresa portátil montaje vertical u horizontal

- > Bancada longitud máx. 2006 mm (79 pulg).

### Corte en frío de tuberías grandes

- > Diámetros entre 60 y 75 pulg.

## Salud de Activos



- ANÁLISIS DE VIBRACIONES
- TERMOGRAFÍA DE INFRARROJOS
- ANÁLISIS DE ACEITE
- ANÁLISIS DE MOTORES

1

- > Validación de la técnica con modos de falla y variables indicadoras.

2

- > Apoyo en la configuración de la base de datos de la técnica a utilizar

3

- > Aplicación de la técnica

4

- > Soporte durante el ciclo de vida de la tecnología.



SALUD DE ACTIVOS Aliado

— Servicios especializados ejecutados por profesionales —





## FUTURO ESTÁNDAR ISO 45001 Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional

Las leyes y normas de seguridad y salud ocupacional tienen por objeto la especificación y aplicación de medidas para la prevención de accidentes y enfermedades derivadas de las actividades laborales, en Venezuela la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo es quien rige este tema. En el año 2014 la ISO (International Standard Organization) comenzó a trabajar en un estándar para la seguridad y salud ocupacional, se trata de la futura norma ISO 45001, cuyo fin es darle un marco referencial internacional a este importante y crítico factor.

### ESTADÍSTICAS PARA REFLEXIONAR

La Organización Internacional del Trabajo (OIT), ha declarado el día 28 de abril como el **Día Mundial de la Seguridad y Salud en el Trabajo**, esto con el objeto de sensibilizar a la gente y a las organizaciones a nivel mundial hacia una cultura de prevención de accidentes y enfermedades profesionales. Ya que de acuerdo a la OIT, **6.300 personas mueren diariamente como resultado de accidentes o enfermedades relacionadas con el trabajo y se reportan 317 millones de accidentes laborales anualmente.**

Según el Banco Interamericano de Desarrollo, los accidentes laborales en 2007 representaron de 9 a 12% del PIB en América Latina.

Según el INPSASEL, Instituto Nacional de Prevención, Salud y Seguridad Laborales de Venezuela, **en 2012 se reportaron 63.918 accidentes laborales, esto es 11% de incremento desde 2007, el 55% de estos accidentes ocurrieron en los sectores manufactura, comercio y servicios.**

### ESTÁNDAR INTERNACIONAL PARA LA SEGURIDAD

Un ambiente de trabajo seguro es un factor clave en toda organización productiva, la seguridad e higiene laboral no es solo una protección para los trabajadores, también para el medio ambiente, los activos y todos los recursos del proceso de producción. Un beneficio inmediato de la norma ISO 45001 será la creación de un movimiento global que ayudará a las empresas a definir y desarrollar programas de salud y seguridad laboral acordes a las nuevas expectativas, el desarrollo tecnológico y científico. La nueva norma ISO 45001 está inspirada en la OHSAS 18001, y su publicación se espera para finales del año 2016.

David Smith, presidente del comité de desarrollo de la norma dice: "Hay algunas novedades relacionadas con los nuevos lineamientos para el desarrollo de normas internacionales de sistemas de gestión. Hay un enfoque mucho más fuerte en el contexto de una organización y un papel más importante para la alta dirección y liderazgo. Una organización tiene que mirar más allá de sus problemas de salud y seguridad inmediatas y tomar en cuenta lo que la sociedad en general espera de ella"

### ENFOQUE DE LA ISO 45001

ISO 45001 requerirá que los aspectos de salud y seguridad sean parte de un sistema de gestión global y no sólo un punto de interés interno. El comité que desarrolla la norma está conformado por las instituciones de seguridad y salud laboral de 70 países, esto ayudará a crear una herramienta útil y eficaz para cualquier organización, en el marco legal de cualquier país. Un requerimiento estándar e internacional será un valor agregado en el sentido de generar conciencia en todos los niveles de la organización y además contribuirá a proveer los recursos necesarios dentro de una estrategia de gerencia corporativa.

La nueva norma será un mecanismo de comunicación global y común entre empresas, gobiernos y trabajadores, lo que facilitará la divulgación de mejores prácticas, estadísticas, experiencias, medidas de control y prevención. Igualmente facilitará los mecanismos de rendición de cuentas, auditorías y especificaciones. La norma no se restringe a los requerimientos internos de la organización, además incluirá a los visitantes, contratistas, proveedores y a la comunidad.



Un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Laboral reconocido internacionalmente colocará el tema en un estatus superior, movilizará a toda la organización hacia una meta común, pero de manera sistemática y organizada, hará que la seguridad pase a formar parte integral del sistema productivo creando ambientes de trabajo seguros, trabajadores más protegidos y organizaciones más responsables.

### REFERENCIAS

1. Maria Lazarte, Are you safe at work?, [www.ISO.org](http://www.ISO.org)
2. Katie Bird, First draft of ISO's occupational health and safety standard now available, [www.ISO.org](http://www.ISO.org)
3. [www.INPSASEL.gob.ve](http://www.INPSASEL.gob.ve)
4. [www.ILO.org](http://www.ILO.org)



# SOORTE Y SERVICIOS PYH C.A

Servicio de verificación para maquinas de ensayo universal de tracción, compresión y doblado mediante celdas certificadas y traceables.

## Instalación Adiestramiento Mantenimiento Calibración Certificación y Reparación de:

- Equipos para el Análisis Químico y Control de Calidad en Laboratorios Industriales.
- Equipos Fijos y Portátiles para la Detección de Radiación RADCOMM SYSTEMS.
- Máquinas e Instrumentos para el Balanceo de Rotores Rígidos IRD BALANCING.
- Sistemas de Pesaje Industriales BLH NOBEL.
- Sistemas de Medición de Fuerza, Tensión y Ancho para la Industria de Laminación de Acero y Aluminio KELK.

## REPRESENTACIONES EN VENEZUELA



Detector Portátil  
MEDSpec



Detector Portátil  
Handy



Detector Portátil  
RC2

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



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



**BLH Nobel**  
A VPG Brand

[www.vishaypg.com/process-weighing](http://www.vishaypg.com/process-weighing)



Mantenimiento Seguro y Confiable... Justo a tiempo

RIF: J-31092147-4



# SENDACA

**SERVICIOS NACIONALES DARWIN, C.A.**

**Servicio de Mantenimiento de Equipos de Transferencia de Calor.  
Intercambiadores, Hornos y Calderas.**

Instalación y mantenimiento de calderas, calentadores, hornos, suavizadores, intercambiadores de calor y equipos relacionados con la generación de vapor, agua caliente e intercambio de energía.



**Servicio de Corrección de Fugas en Caliente.**

Mediante el diseño, fabricación e instalación de grapas y la inyección de compuestos químicos sellantes para la corrección de fugas en caliente de hidrocarburos, ácidos y vapores en bridas, válvulas, equipos, tuberías y accesorios de tuberías en general, en las instalaciones de los clientes.



**Servicio de revestimiento de superficies con fibra de vidrio y resinas.**

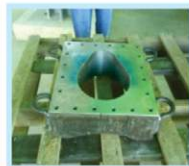
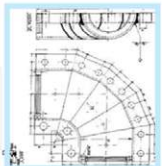
Mediante revestimiento para reparar y proteger superficies metálicas y/o concreto, utilizando mantos de fibra de vidrio diseñados para uso en refuerzo plástico de resinas, aplicado de forma manual.



**Servicio de revestimiento de superficies con Cerámicos.**

Para reparar y proteger instalaciones y equipos dañados por abrasión, corrosión, erosión y cavitación.

**HOT LINE**  
**0414-800.13.13**



Teléf.: (0281) 441.2866 0424-800.2122 0414-999.6798 / 822.8387  
Email: sendaca@cantv.net / sendaca.servicios@gmail.com

Av. Peñalver. CE. Roraima. Píritu. Edo. Anzoátegui. Venezuela.



# GLOSARIO

## EFFECTIVIDAD

Capacidad de lograr un efecto deseado o esperado. La efectividad se refiere a hacer el trabajo correcto, es decir hacer lo que se necesita que se haga.

## EFICIENCIA

Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado. La eficiencia se refiere a hacer lo correcto con la cantidad de recursos adecuados o la menor utilización de recursos.

## EFICIENCIA VS. EFFECTIVIDAD

La efectividad no necesariamente implica eficiencia.

La efectividad difiere de la eficiencia en el sentido que la eficiencia hace referencia en la mejor utilización de los recursos, en tanto que la efectividad hace referencia en la capacidad para alcanzar un objetivo, aunque en el proceso no se haya hecho el mejor uso de los recursos.

Podemos ser eficientes sin ser eficaces y podemos ser eficaces sin ser eficientes. Lo ideal sería ser eficaces y a la vez ser eficientes.

Por ejemplo hemos alcanzado una meta de realizar una tarea de mantenimiento en 6 horas tal como se había planificado, entonces fuimos eficaces, pero para poder realizar la tarea se utilizaron más recursos de los predefinidos, por lo tanto no fuimos eficientes.

Caso contrario, se usaron 15% menos de los recursos previstos (repuestos, servicios) para la actividad de mantenimiento pero no se logró terminar en 6 horas, entonces fuimos eficientes pero no eficaces.

Lo ideal sería hacer el trabajo según el tiempo planificado y utilizar hasta el 100% de los recursos previstos. En este caso seríamos tanto eficaces como eficientes.

## ESTÁNDAR ISO 17359

Norma estándar de la Organización Internacional de Estándares (ISO), provee una guía general del proceso de configuración de un programa de monitoreo de condición para maquinaria industrial. Se definen los procedimientos o mejores prácticas para el monitoreo y diagnóstico de condición mediante el uso de parámetros como vibración, temperatura, flujo, contaminación, potencia, velocidad, etc., parámetros típicamente asociados con criterios de desempeño, condición y calidad.

## LÍNEA BASE

Es el conjunto de variables de condición o perfiles de operación que se consideran normales en el entorno de desempeño de un activo o sistema. El establecimiento de una línea base supone la aplicación de límites permisibles basados en estándares, valores históricos o valores referenciales del diseño.

## MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIÓN

Metodología de mantenimiento industrial que basa la ejecución de acciones preventivas y proactivas en el monitoreo de los activos. Las actividades de mantenimiento son planificadas y programadas en función de la condición mecánica, eléctrica, química y operacional en lugar del tiempo en servicio. En la industria también se conoce como Mantenimiento Predictivo debido a que el monitoreo y análisis de condición permite detectar fallas en estado prematuro y llevar un registro estadístico de la evolución de la falla, a fin de determinar el momento oportuno de intervención y las actividades específicas a realizar.

## MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Todas las actividades de mantenimiento que se salen de la programación establecida en el plan preventivo. Son tareas motivadas a fallas inesperadas o trabajos de emergencia para evitar un daño mayor al activo o para evitar incrementar los riesgos de seguridad personal o ambiental.

## MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Aquellas actividades de mantenimiento que son producto de una acción planificada y programada. Su objetivo es adelantar tareas proactivas para prevenir fallas desde su causa raíz. Las tareas de mantenimiento establecidas generalmente se definen en base a criterios como el tiempo de operación del activo o la condición del activo (mantenimiento basado en condición o predictivo)

## MONITOREO DE CONDICIÓN

Se refiere al conjunto de actividades de inspección, generalmente en marcha, que se realizan para monitorear la salud de los activos. Son inspecciones rutinarias y sistemáticas basadas en los modos y efectos de fallas de los activos. Su objetivo es evaluar los componentes de un sistema y detectar avisos tempranos de fallas (fallas incipientes) de manera de hacer seguimiento a su evolución, definir la criticidad del problema, establecer las acciones preventivas para impedir la falla funcional y finalmente definir el momento oportuno para la intervención del activo, esto último en sociedad con producción y mantenimiento. El proceso de monitoreo de condición se fundamenta en la adquisición de los datos, análisis de la información y diagnóstico de la condición.

## RETRABAJO

En gestión de mantenimiento, se refiere a las actividades de mantenimiento correctivo realizadas sobre activos previamente mantenidos, debido a que el mantenimiento o la operación fueron inapropiados y causaron una falla funcional prematura. La falla también podría deberse a mala calidad de algún repuesto o materia prima.

**REFERENCIAS:** 1. [www.smrp.org](http://www.smrp.org) / 2. [www.rae.es](http://www.rae.es) / 3. [www.iso.org](http://www.iso.org)

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

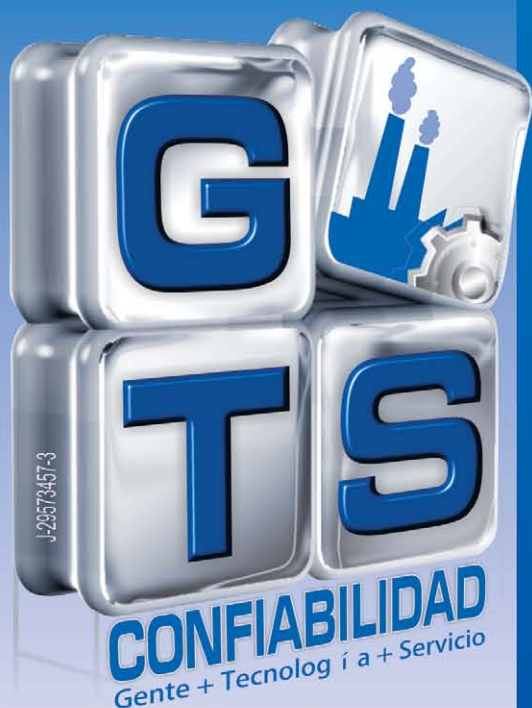
NO SÉ, PERO ES  
UN EQUIPO CRÍTICO



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.

Tel: 0281-2779738 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 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 Atagracia 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)

Página Web: [www.incalca.com](http://www.incalca.com)