



Edición Gratuita - Trimestral - Año 4 - Nº 14 - Primer Trimestre 2013

# CONFIABILIDAD INDUSTRIAL

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



## MEJORES PRÁCTICAS

**Análisis de confiabilidad,  
disponibilidad  
y mantenibilidad (RAM)  
para un sistema de bombeo**

## TECNOLOGÍA APLICADA

**Bujes de carbón mecánico  
capacidades y aplicaciones**

## CONFIABILIDAD EN EL GARAJE

**Sistema de  
enfriamiento  
del motor**



Síguenos: @RCONFIABILIDAD

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  
LA TRANSICIÓN  
DE REACTIVO A PROACTIVO  
(SIN MORIR EN EL INTENTO)



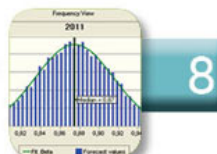
4

TECNOLOGÍA APLICADA  
BUJES DE CARBÓN MECÁNICO  
CAPACIDADES Y APLICACIONES



6

MEJORES PRÁCTICAS  
ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD, DISPONIBILIDAD  
Y MANTENIBILIDAD (RAM) PARA UN SISTEMA  
DE BOMBEO



8

CONFIABILIDAD EN EL GARAJE  
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO  
DEL MOTOR



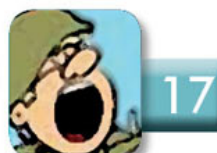
12

BOLETÍN DE SEGURIDAD  
SEGURIDAD EN LOS  
TRABAJOS ELÉCTRICOS



16

HUMOR CONFIALE



17

GLOSARIO



18



Diseño: Surama Gyarfás Nazar

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

Diseño y Diagramación

Surama Gyarfás Nazar

[sgyarfasn@gmail.com](mailto:sgyarfasn@gmail.com)

Ventas y Mercadeo

Altair Bustillo

[revista@confiabilidad.com.ve](mailto:revista@confiabilidad.com.ve)

Colaboradores

Jorge Patiarroyo, Pedro Trocel,  
Manuel Omaña, Hernando Duque,  
Edgar Fuenmayor, Antonio Leal.

Una publicación de



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

Síguenos: @rconfiabilidad



## Suscríbete

a tu Revista **Confiabilidad Industrial** y recíbela **GRATIS!!!**  
en tu puesto de trabajo, envía un email con tus datos (nombre, cargo y empresa) a:

[revista@confiabilidad.com.ve](mailto:revista@confiabilidad.com.ve)

## 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)



# LA TRANSICIÓN DE REACTIVO A PROACTIVO (SIN MORIR EN EL INTENTO)

Muchas organizaciones industriales se han dado cuenta de que la cultura de la reactividad es altamente costosa y que compromete principios básicos de seguridad, eficiencia, calidad y confiabilidad. En este sentido intentan adoptar políticas de cambio que conlleven a un mejor uso de los recursos, mejoras integrales que impacten positivamente la producción y el entorno operacional en general. Los recursos y herramientas para lograr este objetivo no son una limitante, están disponibles y al alcance de la mayoría de estas organizaciones, siendo el mayor obstáculo a vencer la cultura corporativa e individual de los integrantes (a todo nivel) de la organización, se quiere dar el paso hacia la prevención y la proactividad pero sin terminar de soltar los viejos amarres como la inmediatez, la prioridad sobre la "producción", el status quo, los paradigmas establecidos, los viejos mecanismos de compensación salarial...



## EL CÍRCULO VICIOSO DEL TIEMPO

En casi todas las actividades humanas de hoy en día el tiempo representa una importante variable. Buscamos soluciones sencillas, eficientes, eficaces, y claro, rápidas. En confiabilidad industrial la batalla contra el tiempo se traduce en determinar cuánto tiempo un equipo estará disponible, por cuánto tiempo puede operar de forma confiable y segura, cuánto tiempo falta para que se desarrolle una falla luego de su detección, cuánto tiempo consumirá una actividad de mantenimiento.

El tiempo pareciera entonces el enemigo a vencer, sin embargo muchas de las medidas que se deben tomar para establecer los principios de la confiabilidad no se llevan a cabo por falta de tiempo. En muchas organizaciones no hay tiempo para el análisis sistemático de problemas o para el mantenimiento de precisión; pero siempre aparece tiempo para el re-trabajo.



Los problemas importantes a los que nos enfrentamos no pueden resolverse en el mismo nivel de pensamiento en que estábamos cuando los creamos"

Albert Einstein

## A QUÉ DEDICAR EL TIEMPO: REENFOCANDO LOS RECURSOS

Si queremos propiciar un cambio debemos intentar nuevas acciones, no podemos lograr cambios tangibles o culturales sin comenzar a hacer las cosas de forma diferente, hacer lo mismo una y otra vez nos llevará siempre al mismo destino. Si la mayor parte del tiempo se dedica a actividades reactivas de reparar fallas repetitivas y no se invierte el tiempo de manera proactiva para analizar estas fallas en profundidad, si no adaptamos los planes a metodologías preventivas y proactivas, si no adoptamos las nuevas herramientas y tecnologías como una cotidianidad, estaremos sentenciados a lidiar con estas fallas una y otra vez.

Dediquemos tiempo al análisis, a reconocer la naturaleza de los problemas, a reconocer la forma de operación de los activos y sus modos de fallas, dediquemos tiempo a definir planes de mantenimiento más precisos y menos generalistas, evitemos el mantenimiento innecesario o de poco valor agregado y cámbiemelos por planes de inspección adecuados que permitan la detección temprana de las fallas.

Definitivamente se trata de re-direccionar los recursos, no de buscar más recursos, establecer las nuevas prioridades basadas en producción, en seguridad integral, en eficiencia, en calidad, en confiabilidad. Entender y visualizar los beneficios globales de las políticas de mejoras

antes de comenzar su implementación y **hacer esfuerzos para que el personal entienda estos beneficios y se identifique con ellos.**

## UNA CUESTIÓN DE GENTE MOTIVADA: ¿QUÉ GANO YO?

En una organización reactiva es difícil hacer entender al personal que lo que se ha hecho por años debe mejorarse, la gerencia debe dar el ejemplo, definir claramente las políticas del cambio, promoverlas y hacerles seguimiento. Recompensar los logros, combatir los actos heroicos (Yo soy el único que repara esto), evitar la dependencia mediante dinámicas de capacitación en el trabajo, combatir las malas prácticas mediante la creación de procedimientos precisos y escritos, promover el uso, estudio y análisis de indicadores de gestión, involucrar a todo el personal en las decisiones y en la gerencia del cambio. Reemplazar el sobretiempo como mecanismo de recompensa por sistemas de compensación basados en rendimiento de los activos, reducción del re-trabajo y metas de seguridad, la gente debe entender que las fallas lo perjudican y no lo contrario. Extender la continuidad operacional es un asunto de mejora continua y no de improvisaciones y trabajos de emergencia, es consecuencia del trabajo en equipo y no de "heroísmos" individuales.

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.



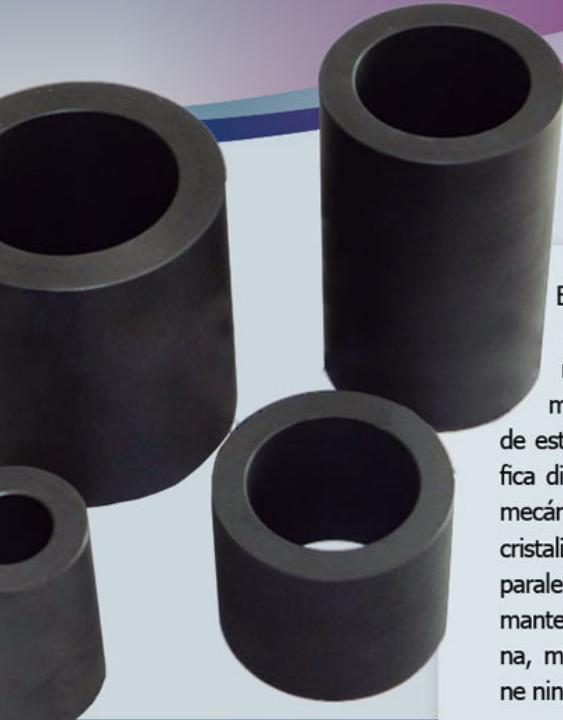
Calle Ovidio, Sector La Ponderosa. Barcelona - Estado Anzoátegui. - Telefax (0281) 2745205 / 2746744

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



# BUJES DE CARBÓN MECÁNICO CAPACIDADES Y APLICACIONES

Ing. Antonio Leal, John Crane de Venezuela. aleal@johncrane.com



El carbón puede estar presente en muchas formas, sin embargo las más comunes son el grafito, el diamante y el carbón amorfo. Cada una de estas tiene una estructura metalográfica distinta que le da sus características mecánicas. El grafito posee una estructura cristalina conformada por múltiples capas paralelas de hexágonos apilados, el diamante tiene una estructura cúbica cristalina, mientras que el carbón amorfo, no tiene ninguna estructura cristalina definida.

## ¿QUÉ ES CARBÓN MECÁNICO?

Se denomina carbón mecánico o carbón de ingeniería al utilizado en aplicaciones como bujes, cojinetes, sellos mecánicos, baterías, etc. Este producto se obtiene mediante procesos de fabricación especializados.

Para la fabricación del carbón mecánico se mezclan grafito, carbón amorfo y un aglutinante termoplástico, aunque también pueden añadirse aditivos o metales en polvo para lograr ciertas características especiales como mayor resistencia química o dureza. A esta mezcla se le da forma en matrices para posteriormente introducirla en un horno con temperaturas de hasta 1200 °C (2192 °F) durante este proceso, conocido como pirólisis, el aglutinante se descompone en carbono asegurando la integridad física de la matriz. En esta etapa el material es conocido como carbón grafitado.

Si se continúa con el tratamiento hasta una temperatura aproximada de 2800 °C (5070 °F) la base de carbón amorfo se convierte en grafito resultando en un material conocido como electrografito. Este material generalmente es más suave y débil que el carbón grafitado sin embargo posee características superiores de trabajo en seco, resistencia química y conductividad térmica.

Los carbones resultantes de este proceso tienen una porosidad aproximada de 15% por lo que se deben impregnar, mediante un proceso de vacío, con resinas sintéticas, metales líquidos o sales inorgánicas para hacerlos impermeables y darles características especiales para aplicaciones particulares.

## Características de los materiales de carbón y grafito

- Excelentes propiedades de deslizamiento y de funcionamiento en seco por su bajo coeficiente de fricción.
- Buena conductividad térmica.
- Alta resistencia química.
- Excelente resistencia al choque térmico.
- Excelente estabilidad dimensional.
- Alta resistencia a la fatiga.

## Uso del carbón en cojinetes o bujes

Aunque en el mercado se puede encontrar una gran variedad de materiales para cojinetes, existen aplicaciones en las que las condiciones operacionales impiden el uso del aceite necesario para la lubricación. En estos casos se emplean cojinetes de carbón por sus propiedades auto lubricantes. Según Paxton, existen 15 situaciones en las que se deben usar bujes de carbón:

- 1.** Temperaturas mayores a 150 °C (300 °F)  
A estas temperaturas los aceites lubricantes convencionales se descomponen en la presencia de aire. Los carbones más comunes para uso en alta temperatura poseen una impregnación de bronce y están diseñados para trabajar a temperaturas máximas de 370 °C (700 °F)
- 2.** Temperaturas inferiores a -40 °C (-40 °F).  
A estas temperaturas, la mayoría de los lubricantes se congelan o se vuelven muy viscosos lo que aumenta el consumo de potencia. El carbón puede trabajar en seco, no es necesario lubricar por lo que no hay fluido que se congele.
- 3.** Trabajo en vacío.  
Bajo condiciones de vacío, la mayoría de los aceites comercialmente disponibles se evaporan dejando al cojinete seco y sin lubricación.



**4.** Aplicaciones donde esté presente radiación. La radiación afecta negativamente la mayoría de las grasas y aceites usados en la industria, por otra parte, el carbón permanece inalterado en presencia de la radiación.

**5.** Fuerzas centrífugas o vibraciones considerables que impidan la formación de película lubricante.

**6.** Cuando estén presente solventes en el área del buje. Existe infinidad de equipos que deben operar sumergidos en solventes del aceite como gasolina, Benceno, etc. Aunque un cojinete metálico está diseñado para trabajar con una película de fluido, cuando la viscosidad de este es muy baja haciendo que la película de lubricación sea muy delgada pudiendo haber contacto con la pieza rotativa ocasionando daño en el equipo. Cuando el mismo fluido es usado para lubricar un cojinete de carbón, la delgada película es suficiente para mantener una lubricación hidrodinámica adecuada para la operación del equipo.

**7.** Cuando fluidos corrosivos atacan los metales de los rodamientos. El ataque químico ocasiona pérdida de material en los metales generando agujeros y rugosidades que impiden la formación de la película de lubricación resultando en una alta tasa de desgaste.

**8.** Esterilización periódica. Los equipos médicos y los utilizados en la fabricación de alimentos deben ser esterilizados periódicamente. En equipos que usan aceite o grasa, esta es removida durante el proceso de esterilización y deben ser lubricados nuevamente antes de su uso, por otra parte la capacidad de trabajo en seco de los bujes de carbón es una ventaja ya que estos están disponibles inmediatamente para su uso.

**9.** Cuando el aceite no puede contaminar el producto. En los equipos utilizados para la fabricación de alimentos debe evitarse la contaminación por aceite, otros ejemplos se pueden encontrar en la industria del papel, la fabricación de telas entre otros.

**10.** Ambiente con polvo. Existen aplicaciones en las que es virtualmente imposible mantener la grasa de los cojinetes libre de contaminación como en la producción de alimentos concentrados para animales, la fabricación de compuestos de madera, etc. En este tipo de aplicaciones se pueden usar costosos rodamientos sellados, o diseños especiales de cojinetes con protectores anti polvo, sin embargo la opción ideal y más económica es el uso de cojinetes de carbón.

**11.** Vibración u oscilación de cojinetes brinela las pistas de los cojinetes. Como el carbón no se deforma plásticamente, no fluye en frío o se endurece por deformación puede soportar cargas repetitivas sin falla. Adicionalmente este material es más blando que cualquier metal usado en la fabricación de ejes por lo que no le ocasiona deformaciones permanentes o brinelling.

**12.** Altas cargas estáticas con movimientos ocasionales. El carbón no se adhiere al metal por lo que es ideal para cojinetes de equipos que permanecen estáticos por largos periodos de tiempo.

**13.** Ubicación del cojinete inaccesible para lubricación periódica. Cuando un equipo tiene un cojinete ubicado en un lugar de difícil acceso, usualmente es dejado fuera de la rutina de lubricación siendo esto una causa potencial de falla. En este tipo de aplicaciones es preferible el uso de cojinetes de carbón.

**14.** Se requiere una operación con falla segura. Los bujes fabricados en carbón no se atascan ni se sueldan por lo que siempre están disponibles para permitir el movimiento del eje.

**15.** Operación en atmósferas explosivas. El carbón no genera chispas por lo que su uso es seguro en atmósferas explosivas o donde exista riesgo de incendio.

El carbón mecánico es un material de alta tecnología que puede resolver muchos problemas comúnmente presentados en los equipos industriales por sus propiedades físico químicas y su capacidad de trabajar en seco. Los bujes fabricados con este material pueden presentar desempeños superiores a los metálicos en distintas aplicaciones y en ocasiones se perfilan como la solución más viable para aumentar la confiabilidad de los equipos.

#### Referencias:

- Paxton, Robert. Manufactured carbon: A self-lubricating material for mechanical devices. CRC Press 1979
- Bearing and Seal Technology. Shunk Tribologie 2003.
- Manufacturing Process and Material Properties of Carbon and Graphite Materials. Schunk Kohlenstofftechnik. 2004.
- PHELPS, Glenn. Mechanical Carbon in Chemical Processing Equipment. Chemical Engineering Magazine. January 2009.
- PHELPS, Glenn. Mechanical Carbon Materials for Food Applications. Pumps & Systems Magazine. July 2009.

## 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



## ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD, DISPONIBILIDAD Y MANTENIBILIDAD (RAM) PARA UN SISTEMA DE BOMBEO

MSc. Ing. Edgar A. Fuenmayor P.  
Especialista en Ingeniería de Confiabilidad  
edgarfuenmayor1@gmail.com

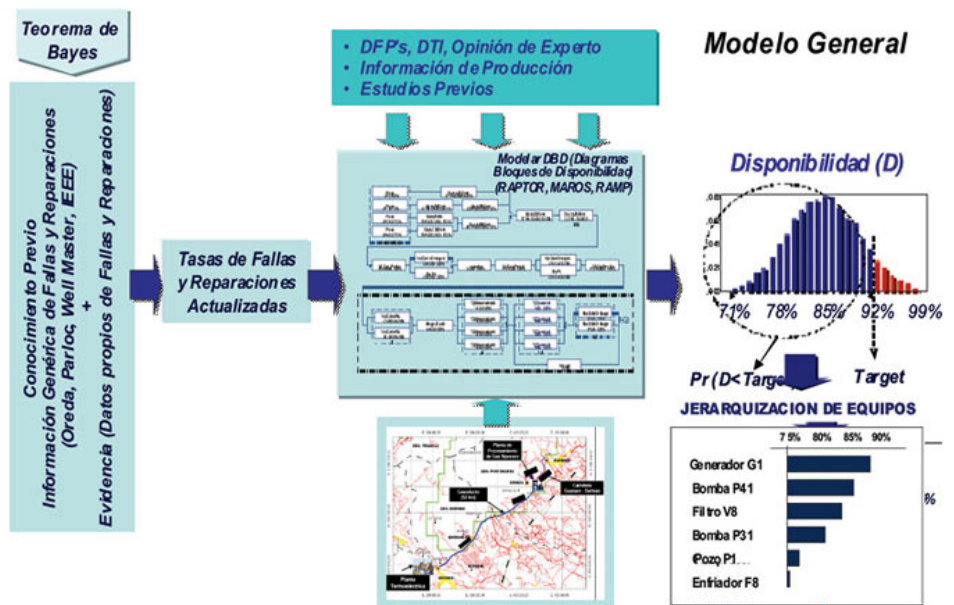
En los últimos años la industria mundial ha orientado sus esfuerzos en maximizar su productividad a través de diferentes enfoques que le faciliten la toma de decisiones para realizar inversiones viables y sostenibles. Fusiones entre grandes corporaciones, la Gerencia Integral de Activos, la cuantificación del riesgo para evaluar escenarios, son ejemplos de ello. El estándar PAS 55 / ISO 55000 sobre Gestión de Activos establece por medio de sus 28 requerimientos, que toda organización debe implementar un programa para reducir o eliminar el número de eventos no deseados. En este sentido este artículo presenta un extracto de un análisis de Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad, mejor conocido como análisis RAM (Reliability, Availability, Maintainability) para un sistema de bombeo de condensado de una planta industrial.

### EL PROCESO RAM

El análisis RAM permite pronosticar para un período determinado de tiempo la disponibilidad y el factor de producción diferida de un proceso de producción, basado en su configuración, en la confiabilidad de sus componentes, la filosofía de operación y mantenimiento y fundamentalmente en los TPF y TPR de los diversos componentes del sistema, con base en información proveniente de bases de datos propias, bases de datos genéricas de la industria y en la opinión de expertos.

Para este estudio particular se identificaron las consecuencias de las fallas y los sub-sistemas o componentes de mayor impacto, se definieron acciones que permitieron adecuar los eventos no deseados y su impacto a los requerimientos de la empresa. El estudio se enfocó en realizar un diagnóstico de la disponibilidad, la mantenibilidad y del factor de servicio del proceso para un período representativo en años (tiempo de mantenimiento mayor de los equipos), caracterizando el estado actual y futuro, basado en los tiempos promedios para fallar (TPPF) y los tiempos promedio para reparar (TPPR). Se contó con un banco de información propio de los activos involucrados en el estudio y en algunos casos fue necesario utilizar la opinión de expertos y la información obtenida de bases de datos genéricas sobre modos de fallas y reparaciones como el OREDA, IEEE, PARLOC, WELL MASTER, EXIDA, PHMSA, entre otros.

Tal como se muestra en la Figura 1, el análisis RAM se inicia con la estimación de las tasas de falla y reparación de cada uno de los componentes o equipos que conforman los sistemas bajo estudio. Esta estimación mejorada de la tasa de falla alimenta un modelo de Diagramas de Bloques de Disponibilidad (DBD) el cual representa la arquitectura del sistema y su filosofía de operación, soportado en un modelo de simulación que toma en cuenta la configuración de los equipos, las fallas aleatorias, las reparaciones, el mantenimiento planificado y las paradas parciales y totales de los componentes del sistema.







**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



INOVIT

METASTREAM  
POWERSTREAM





## EL MÉTODO ESTUDIO

En este trabajo se utilizó la simulación con el Método de Monte Carlo para estimar la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de los equipos dinámicos del sistema de bombeo de condensado. El método de Monte Carlo es una técnica que involucra el uso de números aleatorios y probabilidad para resolver problemas complejos, ya que el sistema es muestreado en un número de configuraciones aleatorias y los datos pueden ser usados para describir el sistema como un todo. Por sus propiedades, la simulación de Monte Carlo es el método promi- nente para la solución de problemas dinámicos de la confiabilidad, disponibilidad y mantenibili- dad de sistemas industriales.

La Metodología está concentrada en utilizar los principios de Ingeniería de Confiabilidad e Ingeniería de Mantenimiento para estimar el valor esperado de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de sistemas industriales, donde el arreglo matemático para las simulaciones y cálculo de los parámetros se concentra inicial- mente en los componentes principales del sis- tema, fundamentalmente en los equipos rotati- vos y estacionarios, manejando a discreción los componentes de electricidad, instrumentación y control.

A continuación se describen algunos de los aspectos fundamentales considerados en este estudio RAM.

1. Diagramas de flujo de proceso, diagra- mas de tuberías e instrumentación de las instalaciones de superficie.
2. Bases de datos propias disponibles que contengan tasas de fallas y tiempos de repa- ración de los equipos que conforman el sis- tema (bombas, separadores, líneas de flujo, líneas de gas, compresores, tanques, válvu- las, instrumentos, generadores, pozos, etc.)
3. Descripción de la filosofía de operaciones del campo o planta.
4. Plan de mantenimiento de las instalacio- nes.

5. Simulación del fluido de proceso, con la finalidad de conocer el impacto de producción en caso de ocurrir una falla en cualquier elemento o equipo del sistema.
6. Entrevista con el personal de operaciones, mantenimiento, ingenieros de producción, plani- ficadores.

## FASES DEL ESTUDIO RAM

1. Evaluación General del sistema.
2. Diseño del arreglo físico del sistema.
3. Revisión de referencias internacionales y/o históricos reales del sistema.
4. Estimado de la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad del sistema.
5. Estimado de la capacidad efectiva del sistema.
6. Conclusiones y recomendaciones.

Tomando datos genéricos del comportamiento típico de equipos en base a información del OREDA, Reliability Handbook, entre otros, se generaron datos aleatorios tanto para los tiempos entre fallas (TEF), como de los tiempos fuera de servicio (TFS), con los cuales se estimó la disponibilidad y confiabilidad de cada uno de los equipos principales que conforman el sistema de bombeo. La tabla 1, muestra un conjun- to de datos para una de las Bombas del sistema.

TEF
1176
912
264
576
528
216
504
1200
1224
360
1416
1224
984
96
1272
1200
600
792
960
456
744

X-5102	
TEF	TFS
264	72
768	192
1032	48
1728	264
216	72
336	48
48	72
1128	360
264	216
576	192
96	48
120	96
744	1224
816	408
192	312

Tabla. 1  
Datos Históricos  
del equipo

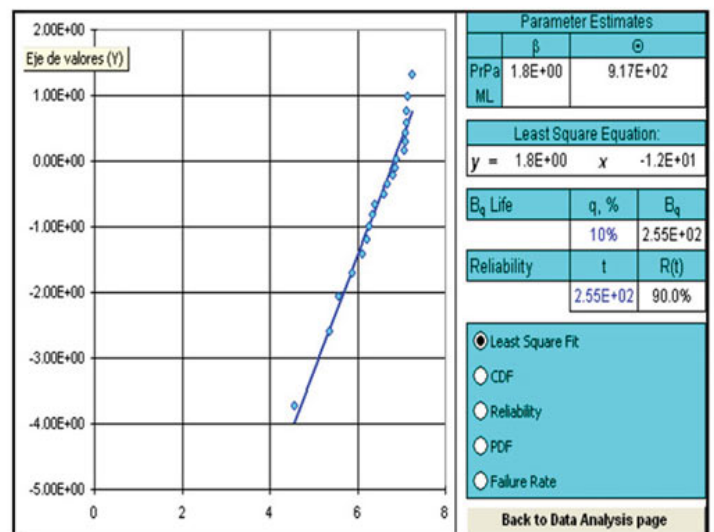


Figura 2. Caracterización Probabilística con el Software RARE



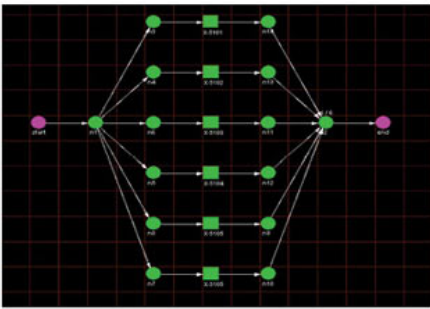


Figura 3. Diagrama de Bloques de Confiabilidad

Los diagramas de bloques de confiabilidad, DBC (RBD, por sus siglas en inglés), ilustran la funcionalidad de un sistema. La confiabilidad es la probabilidad de operación exitosa durante un intervalo de tiempo dado. En un diagrama de bloques se considera que cada elemento funciona (opera exitosamente) o falla independientemente de los otros.

Si un sistema funciona si y solo si todos sus componentes funcionan, se dice que el sistema tiene una estructura en serie.

Un sistema que funciona si al menos uno de sus componentes está funcionando se dice que tiene una estructura en paralelo.

La disponibilidad Operacional representa el porcentaje de tiempo que el equipo quedó a disposición del área de operación para desempeñar su función en un periodo de análisis. Teniendo en cuenta el tiempo que el equipo está fuera de operación por paros programados y no programados. El objetivo de este indicador es medir conjuntamente el desempeño de los equipos y la eficiencia en la gestión de mantenimiento, comparándolos contra los objetivos y metas del negocio, con la finalidad que Operaciones o Producción tenga cada vez más tiempo el equipo disponible y que este pueda realizar la función para la que fue diseñado.

La Disponibilidad es un termino probabilístico exclusivo de los "equipos reparables" que se define como la probabilidad de que el equipo esté operando (es decir que no esté en reparación) a un tiempo "t". Para estimar la disponibilidad se requiere estimar la "tasa de falla λ(t)" y la "tasa de reparación μ(t)"; es decir, se requiere analizar estadísticamente los tiempos para la falla y los tiempos en reparación para un periodo de tiempo "t".

La Mantenibilidad trata con la duración de paros por fallas y paros por mantenimiento o cuánto tiempo toma para lograr (facilidad y velocidad) restituir las condiciones del equipo a su condición operativa después de una parada por falla o para realizar una actividad planificada.

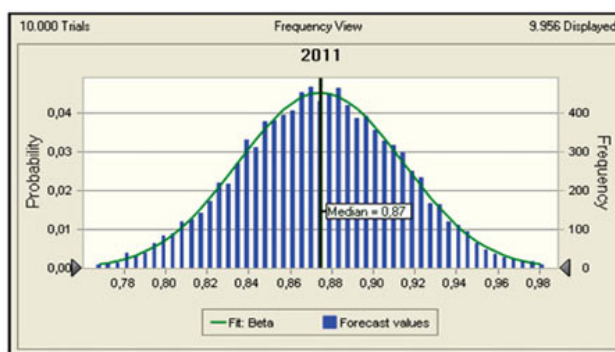
Las características de Mantenibilidad son normalmente determinadas por el diseño del equipo el cual especifica los procedimientos de mantenimiento y determina la duración de tiempos de la reparación.

La figura clave de mérito para la mantenibilidad es a menudo el tiempo promedio para reparar (TPPR). Cualitativamente se refiere a la facilidad con que el equipo se restaura a un estado operativo. Cuantitativamente se define como la probabilidad de restaurar la condición operativa

del equipo en un periodo de tiempo o tiempo misión. Con μ como rata de reparación, la Mantenibilidad se expresa como:

$$M(t) = e^{-\mu \cdot t} = e^{-\frac{t}{TPPR}}$$

Año	Elemento	Disponibilidad	Relación de Perdida %	TM perdida/año	USD/TM Perdida/año
2011	Sistema A	87.37%	12.63%	36061.39	54092092.46
2012	Sistema A	87.65%	12.35%	35280.06	52920088.56
2013	Sistema A	87.55%	12.45%	35554.21	53331318
2014	Sistema A	87.75%	12.25%	34994.48	52491724.56
2015	Sistema A	87.72%	12.28%	35071.59	52607382.84
2016	Sistema A	87.14%	12.86%	36722.22	55083326.76
2017	Sistema A	88.86%	11.14%	31813.17	47719749.6
2018	Sistema A	87.95%	12.05%	34411.91	51617862
2019	Sistema A	87.95%	12.05%	34411.91	51617862
2020	Sistema A	88.20%	11.80%	33697.97	50546952
<b>TOTAL</b>				<b>348018.91</b>	<b>522028358.8</b>



Mean = 87% Std. Dev = 3.84%

Figura 4. Disponibilidad del Sistema de Bombeo

El análisis RAM permite definir, entre otras acciones, sensibilidades entre la capacidad instalada y la requerida, modificaciones del plan de mantenimiento, aplicación de nuevas tecnologías, cambios en la configuración de los equipos o sus partes, modificaciones del proceso de producción, cambios en las políticas de inventario, rediseño de equipos, sistemas y proceso. Durante la ejecución de un estudio RAM, se realiza la adecuada caracterización probabilística de los procesos de deterioro que afectarán los equipos, sub-sistemas y sistemas asociados al citado proceso de producción a fin de pronosticar la mayoría de los escenarios de paros o fallas.

Referencias

1. Rosendo Huerta: "Proceso de Análisis Integral de Disponibilidad y Confiabilidad como Soporte para el Mejoramiento Continuo de las Empresas. 2006. Noria Latín América. 2. Yañez, Medardo - Gómez de la Vega, Hernando, Valbuena Genebelin, Ingeniería de Confiabilidad y Análisis Probabilístico de Riesgo - ISBN 980-12-0116-9 - Junio 2003. 3. ReliaSoft RS403. "Confiabilidad de Sistemas". Master the Subject Seminar Series, 2008. 4. ReliaSoft RS401. "Análisis de Datos de Vida". Master the Subject Seminar Series, 2008. 5. Reliability and Risk Management (R2M, S.A.), Confiabilidad Integral Un Enfoque Practico Tomo I, II, III - ISBN 978-980-12-2789-2 - 2007. 6. Melo-Gonzalez, Lara-Hernandez, Jacobo-Gordillo, "Estimación de la confiabilidad-disponibilidad-mantenibilidad mediante una simulación tipo Monte Carlo de un sistema de compresión de gas amargo durante la etapa de ingeniería PEMEX 2009.



# SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR

Manuel Omaña / GTS Confiabilidad C.A.  
manuel.omana@confiabilidad.com.ve

La generación de calor es parte de la operación de los motores de combustión interna, sean estos a gasolina, diesel o a gas. La combustión genera energía, durante este proceso se pueden alcanzar temperaturas superiores a 1900 °C, sin embargo en promedio solo 33% de este calor se convierte en energía mecánica o potencia útil para el cigüeñal, la energía restante se descarga en un 30% por los gases de escape, un 7% a través de la superficie del motor y el 30% restante lo disipa el sistema de enfriamiento del motor.



## LA TEMPERATURA ADECUADA

El objetivo del sistema de enfriamiento del motor es mantenerlo en un rango de temperaturas apropiadas o temperatura normal de trabajo. Muy baja temperatura impediría que el bloque se expandiera térmicamente, propiciando la fricción en cilindros, pistones y válvulas, lo que a la larga acelera el desgaste de componentes. Por otro lado muy alta temperatura puede oxidar el lubricante, deteriorar los sellos y hasta fundir el motor por efecto de la fricción extrema y la baja lubricación.

## COMPONENTES DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Los componentes básicos de un sistema de enfriamiento de un motor de combustión son:

1. LA BOMBA DE AGUA
2. EL REFRIGERANTE
3. LAS TUBERÍAS O MANGUERAS
4. EL RADIADOR
5. EL VENTILADOR
6. EL TERMOSTATO

El principio básico del sistema es mantener un flujo de refrigerante a través del motor para absorber el calor extra generado en el proceso de combustión. La BOMBA DE AGUA se encarga de distribuir el REFRIGERANTE por todo el circuito de TUBERÍAS Y MANGUERAS y las cavidades (camisas) del bloque del motor, el REFRIGERANTE intercambia calor con el motor disipándolo luego a través del RADIADOR, este último intercambia calor con el ambiente a través de un proceso de convección, bien sea con el aire que entra por la parrilla frontal y/o por aire forzado por medio del VENTILADOR.

El TERMOSTATO es una válvula de regulación de temperatura, permite o restringe el paso del REFRIGERANTE al RADIADOR, regulando la temperatura del agua (y así del motor y el aceite). A temperaturas bajas la válvula se cierra para que el agua se caliente y el bloque del motor pueda alcanzar la temperatura óptima de expansión térmica, y para que el aceite también alcance su temperatura óptima de trabajo según el diseño. Cuando esta temperatura óptima se alcanza la válvula reguladora o TERMOSTATO abrirá o cerrará según los requerimientos de operación.

## EL MITO DE ELIMINAR EL TERMOSTATO

Es una mala práctica eliminar el Termostato, esto no es para los climas fríos o tropicales, o para circular en el Polo Sur o en el Desierto del Sahara, es un elemento de regulación de la temperatura interna del motor en cualquier clima o país. Sin Termostato el Refrigerante circula sin restricciones, manteniendo el motor muy frío durante periodos largos de operación evitando la dilatación térmica que disminuye la fricción, esto propicia el desgaste adhesivo en los cilindros, ya que los pistones, más calientes por el efecto de la combustión, si se expanden.

## ¿CUÁL ES EL COLOR DE SU REFRIGERANTE?

Debido a su gran capacidad de transferencia de calor, el agua es el refrigerante natural por excelencia, además es "abundante y barata". Sin embargo el agua natural no es recomendable como refrigerante en los sistemas de enfriamiento de los motores de combustión ya que contiene diferentes elementos que tienden a producir ácidos, óxidos, herrumbre, escamillas y corrosión en los componentes del sistema.

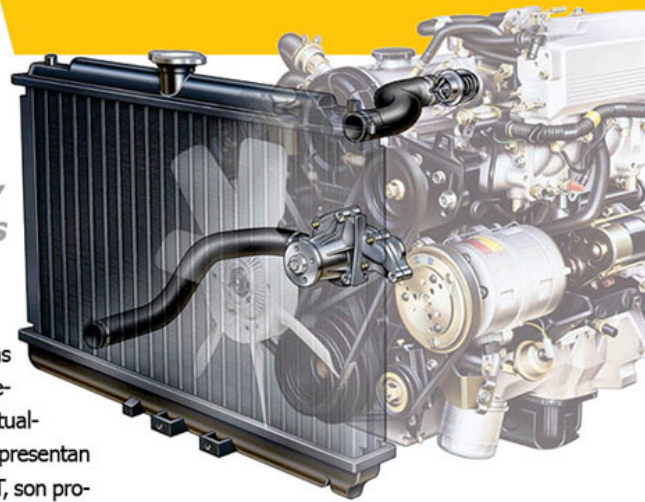


*Evite usar agua sola en su sistema de enfriamiento, mucho menos la obtenida de la condensación de aires acondicionados, esta es mucho más corrosiva.*

Los refrigerantes comerciales en general, cuando no contienen anti-congelantes (ANTI-FREEZE), se componen hasta en un 98% de agua tratada, principalmente des-ionizada y/o destilada, el otro 2% lo compone un paquete de aditivos inhibidores de corrosión. Los refrigerantes para los motores se dividen en tres Grupos: 1.- CAT (Conventional Additive Technology) 2.-OAT (Organic Acid Technology) y 3.- HAT (Hybrid Additive Technology).

Los CAT son los refrigerantes con Tecnologías de aditivos convencionales usualmente mezclas de Boratos, Silicatos, Nitratos, Aminas Fosfatos, etc. Los cuales forman capas en las superficies de los componentes del sistema de enfriamiento impidiendo el ataque químico corrosivo, son de muy poca duración y deben cambiarse con

frecuencia. Los OAT con tecnologías DE ÁCIDOS ORGÁNICOS, como diferente Carboxilatos, muy difundido actualmente por las ensambladoras, no presentan agotamiento de aditivos como los CAT, son productos de larga duración, hasta 250.000Km, disminuye con gran eficacia la cavitación, previene la formación de depósitos en los circuitos y previene la corrosión en los metales del sistema, especialmente las aleaciones de aluminio y hierro. Por último los HAT llamados de tecnología Híbrida, son una combinación de los CAT y Los OAT, buscando obtener lo mejor de las dos tecnologías. CAT + OAT = HAT. No se acostumbre a comprar el refrigerante por el COLOR, esto no es indicativo de la calidad o desempeño del producto, son simples tintes



inertes para uso comercial, en lugar de ver si es verde, naranja o rojo, fíjese en la tecnología y las especificaciones técnicas del fabricante del motor. Las presentaciones comerciales de estos productos vienen diluidas, verifique que es así, y que no se trata de presentaciones concentradas para otros usos.

**Según un importante fabricante mundial de motores, entre 40% a 50% de las fallas de un motor están relacionadas con el sistema de enfriamiento.**

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

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



Rif. J-08018407-6

**ELECTRIN C.A.**  
**MOTORES ELÉCTRICOS**



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



MIEMBRO ACTIVO DE:



**www.electrin.com**

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



# DIRECTORIO INDUSTRIAL

## SERVICIOS - PRODUCTOS - TECNOLOGÍA - RECURSOS HUMANOS

J-3116747-0



**METALMECÁNICA DE PRECISIÓN**

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

0281- 808.47.21  
refamecadeoriente@cantv.net

J-40018407-6



**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-0707774-1



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

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

J-3309021-3



**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-3309021-3



**ALTO TORQUE**

INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

PROFESIONALES AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA

Representante y distribuidor exclusivo en Venezuela de:

db PROFTECHNIK MIBREM RAPID-TORC

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

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

J-3309021-3



**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-30266238-2)

0414-3205349  
alineo@cantv.net [www.ludeca.com](http://www.ludeca.com)

J-0704919-7

**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)

J-2657961-3



**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

J-3309021-3



**Argymca**

Consultores en Confiabilidad y Mantenimiento

- Aplicación de Metodologías de Confiabilidad.
- 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



## 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-40187861-0





# COLAGA

II CONGRESO LATINOAMERICANO  
DE GERENCIA DE ACTIVOS 2013

Una excelente oportunidad para conocer  
las técnicas, herramientas y estrategias  
que facilitan el proceso de mejora continua

16 al 18  
de Octubre  
de 2013

VALENCIA, EDO. CARABOBO  
V E N E Z U E L A



Más información:

[www.colaga.net](http://www.colaga.net)

[www.avepmco.org.ve](http://www.avepmco.org.ve)

[info@avepmco.org.ve](mailto:info@avepmco.org.ve)



Asociación Venezolana de Profesionales  
de Mantenimiento y Confabilidad

J-31718082-8





## SEGURIDAD EN LOS TRABAJOS ELÉCTRICOS

Tomado del libro *Electrical Safety. Safety and Health for Electrical Trades*, editado por el CDC, [www.cdc.gov](http://www.cdc.gov)  
Una copia de este libro puede descargarse en <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2009-113/pdfs/2009-113.pdf>

Todo trabajo, por sencillo que parezca, requiere de prudencia y de seguir mínimas normas de seguridad. A veces la cotidianidad de las actividades nos hace caer en excesos de confianza que favorecen los peligros y los daños a personas, ambiente, herramientas, instrumentos y maquinaria. La clave es conocer en detalle la labor a desempeñar, los riesgos asociados y los mecanismos de prevención y control. Igualmente importante es conocer las mejores prácticas y estándares que rigen la actividad o procedimiento a realizar.

Vivimos en un mundo de electricidad, ésta es parte de nuestras actividades rutinarias en la casa y en el trabajo. Siempre que estamos usando equipos o herramientas eléctricas, reparando circuitos o inspeccionando sistemas de potencia existe el riesgo de contacto o choque eléctrico. En los trabajos que involucran electricidad deben entonces tomarse medidas especiales de control y prevención, la electricidad tanto en el hogar como en la industria, mal manejada, es potencialmente mortal.

**Las normas de seguridad y los estándares asociados no solo deben ser conocidos por los trabajadores directamente involucrados en el trabajo, también los gerentes, supervisores, operadores y personal de apoyo deben conocerlos y favorecer su aplicación.**

La severidad de las lesiones por causa de choque eléctrico depende de la intensidad de la corriente y de la duración del choque. Por ejemplo, una corriente de 0,1 amperios de intensidad pasando a través del cuerpo durante 2 segundos es suficiente para causar la muerte. El cuerpo humano genera corrientes de 10 miliamperios en el proceso de controlar los músculos del brazo y de la mano, una intensidad mayor a 10mA (0,001A) puede paralizar los músculos, inhabilitando a la persona para soltar una herramienta o un cable, de

hecho pudiera aferrarse a él con más fuerza, lo que aumenta el tiempo de exposición al flujo de corriente. Voltajes tan bajos como 49V y una corriente de 30mA pueden causar parálisis respiratoria. En conclusión el daño por el choque eléctrico depende de la intensidad de la corriente, la duración de la exposición y el camino de la corriente a través del cuerpo.

INTENSIDAD DE LA CORRIENTE	EFFECTO EN EL CUERPO
Menor a 1mA	Generalmente no se percibe
1 mA	Hormigueo tenue
5 mA	Ligero choque, sin dolor pero altera, lo más peligroso es la reacción secundaria que puede provocar una caída o un golpe.
6-25 mA (mujer)	Doloroso, pérdida de control muscular, el individuo puede ser lanzado lejos si se estimula el músculo tensor, sino puede exponerse por largo periodo.
9-30 mA (hombre)	
50-150 mA	Dolor extremo, contracción extrema de músculos, paro respiratorio, potencialmente mortal.
1 - 4,3 A	Arritmia cardíaca, contracción muscular, daño a los nervios, muerte probable.
10 A	Paro cardíaco, quemaduras fuertes, muerte probable.
15 A	Mínima corriente a la cual en un circuito típico se abren los fusibles o interruptores.

### ARCO ELÉCTRICO

Si se presenta una falla que involucre un corto circuito entre una fase y la tierra o entre fases, se genera un arco eléctrico, si el aire circundante se vuelve conductor, este arco puede viajar por el aire descargando la corriente, esta falla es potencialmente fatal si la corriente alcanza a una persona, la temperatura que alcanza esta energía puede superar 19.000 °C, unos 35.000 °F, esto es prácticamente una explosión con llamas. Estándares como NFPA 70 definen las distancias y condiciones seguras para disminuir el riesgo de arco eléctrico.



**Como rutina, antes de iniciar un trabajo, siempre pruebe los circuitos para saber que estos están energizados o desenergizados, y conocer los valores de la corriente que manejará. Usted recibirá un choque eléctrico si una parte de su cuerpo cierra el circuito.**

### MEDICIONES ELÉCTRICAS

Los instrumentos de medición eléctrica como voltímetros, amperímetros, etc. están diseñados para aplicaciones específicas, no todo instrumento cubre todos los rangos de corriente y/o voltaje. Existen normativas que regulan los aparatos de medición según su aplicación, estas regulaciones establecen categorías de trabajo específicas. El nivel y energía de los impulsos de tensión dependen de la localización, entre más cerca esté de la fuente de energía, mayor será la corriente de falla disponible, por lo tanto mayor la categoría del instrumento de medición requerido.

LA IEC 61010 DEFINE 4 LOCALIZACIONES O CATEGORÍAS	
CATEGORÍA	APLICACIÓN
CAT IV	Origen de la instalación. Acometida de entrada y cualquier cable exterior, elevado o subterráneo.
CAT III	Alambrado de distribución, incluyendo principales, comunes, alimentadores, etc. y circuitos ramales; cargas instaladas permanentemente.
CAT II	Circuitos de los tomacorrientes; cargas que se conectan.
CAT I	Circuitos electrónicos protegidos.

**Si usted no conoce en detalle el trabajo a ejecutar, no usa adecuadamente sus herramientas, no aplica los estándares de seguridad o no usa los epp adecuados, su única protección será la suerte!**

Referencias: [www.cdc.gov](http://www.cdc.gov)  
[www.fluke.com](http://www.fluke.com)





# SOBRE LA COMUNICACIÓN



# Argymca

Consultores en  
Confiability y Mantenimiento

RIF: J-295415559

## Evolución es perfección

y nosotros sabemos de eso...

Promover y Desarrollar el conocimiento en el área de Confiability 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.

### Consultoría

- Aplicación de Metodologías de Confiability.
- 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





## AMPERIO

Símbolo  $I$ , debe su nombre al físico francés André-Marie Ampère. Se refiere a la Intensidad de la Corriente eléctrica, es una medida de la cantidad de corriente eléctrica que pasa a través de un conductor. Análogamente en un sistema hidráulico se compara con el flujo o caudal de fluido.

## CAPACITANCIA

Símbolo  $C$ , también llamada capacidad eléctrica, es la propiedad que tienen los cuerpos para mantener una carga eléctrica  $Q$ . La capacitancia también es una medida de la cantidad de energía eléctrica almacenada para un potencial eléctrico  $V$  dado. El dispositivo más común que almacena energía de esta forma es el condensador.

$$C = \frac{Q}{V}$$

## FACTOR DE POTENCIA

Las bobinas presentan un efecto inductivo, una reacción que tiende a oponerse al paso de una corriente alterna. Cuando una corriente pasa por una bobina, esta presenta un retraso respecto al voltaje, es decir se desfasan corriente y voltaje, por lo que la ecuación para calcular la potencia consumida por el circuito se invalida.

En otras palabras, cuando la carga o consumo de un circuito por el que circula corriente alterna son resistencias puras, por efecto del material conductor, se obtiene una relación aproximada de la potencia consumida o potencia que se disipa, la fórmula es la siguiente:  $W = V \times I$ . Puede decirse que lo que se obtiene con esta fórmula es la **Potencia Real** que es disipada o **Potencia Activa** ( $P$ ), un vatímetro nos daría esta lectura. Pero cuando la carga es inductiva o capacitiva, el vatímetro da una lectura de **Potencia Aparente** ( $S$ ), menor al consumo real.

La relación entre estas dos potencias se denomina FACTOR DE POTENCIA (f.d.p) también llamado Coseno de  $\phi$  ( $\Phi$ ). Las empresas que proveen el servicio de energía eléctrica aplican una multa a las industrias que tienen un factor de potencia menor a 0.9. Un f.d.p. bajo comparado con otro alto, origina, para una misma potencia, un mayor consumo de corriente.

$$f.d.p. = \frac{P}{|S|} = \cos(\Phi)$$

## INDUCTANCIA

Símbolo  $L$ , en electromagnetismo y electrónica, la inductancia es una medida de la oposición a un cambio de corriente de un inductor o bobina que almacena energía en presencia de un campo magnético, se define como la relación entre el flujo magnético  $\Phi$ , y la intensidad de corriente eléctrica  $I$  que circula por una bobina y el número de vueltas  $N$  de el devanado.

$$L = \frac{\Phi N}{I}$$

## KILOVATIO HORA

Simbolizado por  $KWh$  o  $KW-h$ , es incorrecto expresarlo como  $KW / h$ .

Es una unidad de energía expresada en forma de unidades de potencia  $\times$  tiempo, expresa la cantidad de energía que es capaz de producir y sustentar una cierta potencia durante un tiempo determinado. Un vatio-hora es la energía necesaria para mantener una potencia constante de un vatio (1 W) durante una hora (h), y equivale a 3600 julios. Para la facturación del consumo eléctrico domiciliario se usa la medida KW-h. Otros múltiplos como Megavatios-Hora o KW-año se usan para medir el consumo de complejos industriales. 1 KW-h realmente no se refiere al tiempo en que será consumida la energía sino a la potencia que es consumida en función del tiempo. Si tenemos 10 bombillas de 100 vatios cada una, para mantenerles encendidas en conjunto por una hora se consumirán 1000 vatio-h o 1KW-h, pero la mitad de ellas encendidas podría consumir la misma energía en dos horas, 0,5 KW-h.

## OHMIO

Símbolo  $\Omega$  o  $R$ , debe su nombre al físico alemán Georg Simon Ohm, quien investigó la relación entre la intensidad, el voltaje y la resistencia eléctrica: Ley de Ohm. El ohmio es una medida de la Resistencia de un material al flujo de corriente eléctrica. Técnicamente un ohmio es definido como la resistencia entre dos puntos de un conductor cuando se aplica un voltaje constante de 1 voltio y se produce una corriente de 1 amperio.

## VOLTIO

Símbolo  $V$ , recibe su nombre del físico italiano Alessandro Volta inventor de la batería química. Es una medida de la fuerza electromotriz, comúnmente se denomina voltaje. El voltio es definido como el valor del voltaje a través de un conductor cuando una corriente de 1 amperio disipa 1 vatio de potencia en el conductor. Análogamente podemos comparar al voltaje con la presión en un sistema hidráulico.

## WATT (Vatio)

Símbolo  $W$ , debe su nombre al matemático británico James Watt, uno de los desarrolladores de la máquina de vapor. El watt o vatio es una medida de energía o potencia, 1 vatio es la rata a la cual se realiza un trabajo cuando un objeto es movido a una velocidad de 1 metro por segundo contra una fuerza de 1 newton. En términos eléctricos el trabajo es hecho a una rata de 1 watt cuando una corriente de 1 amperio fluye a través de una diferencia de potencial de 1 voltio.

Referencias:

1. www.wikipedia.org / 2. www.fluke.com

## 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
- TERMÓGRAFA 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)

Carrera 9, Edificio Churún Merú N°2B, Lechería, Edo. Anzoátegui Venezuela, Telf.: 0414-8174180 / (0281)2812441

e-mail: academia@confiabilidad.com.ve

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





**Academia  
de Confiabilidad**  
Adiestramiento para la industria real

CALENDARIO

2013

# Capacitación Profesional

ADiestRAMIENTO AÑO 2012	LUGAR	MES	DÍAS	COSTO POR PARTICIPANTE Bsf.(SIN IVA)
ANÁLISIS DE VIBRACIONES SEGÚN NORMA ISO 18436-2 NIVEL I	VALENCIA PTO. LA CRUZ CARACAS PTO. ORDAZ	FEBRERO MAYO OCTUBRE DICIEMBRE	25 al 28 6 al 9 28 al 31 2 al 5	7.600,00
ANÁLISIS DE VIBRACIONES SEGÚN NORMA ISO 18436-2 NIVEL II	PTO. LA CRUZ VALENCIA PTO. ORDAZ	ABRIL JULIO SEPTIEMBRE	1 al 5 8 al 12 16 al 20	8.400,00
FUNDAMENTOS DE TERMOGRAFIÁ INFRARROJA	PTO. LA CRUZ CARACAS VALENCIA	ABRIL AGOSTO NOVIEMBRE	29 al 30 1 al 2 14 al 15	4.1500,00
ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ	PTO. LA CRUZ	ABRIL JULIO	27 al 28 17 al 18	4.500,00
MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD: MCC	PTO. LA CRUZ	MAYO SEPTIEMBRE	17 al 19 13 al 15	5.100,00
INTRODUCCIÓN A LAS TÉCNICAS DE CONFIABILIDAD Y RIESGO	PTO. LA CRUZ	JULIO OCTUBRE	26 al 27 18 al 19	4.500,00
MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIÓN Y TECNOLOGÍAS PREDICTIVAS	CARACAS PTO. LA CRUZ	ABRIL NOVIEMBRE	11 al 12 21 al 22	4.150,00
FUNDAMENTOS DE BOMBAS CENTRÍFUGAS: SELECCIÓN, APLICACIONES Y OPERACIÓN	PTO. LA CRUZ	ABRIL MAYO	10 al 12 14 al 17	7.600,00
FUNDAMENTOS DE VÁLVULAS Y VÁLVULAS DE CONTROL	PTO. LA CRUZ	JUNIO OCTUBRE	7 al 9 3 al 5	4.500,00
FUNDAMENTOS DE LUBRICACIÓN INDUSTRIAL	VALENCIA PTO. LA CRUZ VALENCIA	ABRIL JUNIO SEPTIEMBRE	01 al 02 13 al 14 9 al 10	4.500,00
FUNDAMENTOS DE ALINEACIÓN DE EQUIPOS ROTATIVOS	PTO. LA CRUZ	AGOSTO NOVIEMBRE	23 al 24 5 al 6	4.500,00
FUNDAMENTOS DE BALANCEO DINÁMICO INDUSTRIAL	PTO. LA CRUZ VALENCIA	MAYO OCTUBRE	30 al 31 1 al 2	4.150,00
SELLOS MECÁNICOS, INGENIERÍA, APLICACIONES Y ANÁLISIS DE FALLAS	PTO. LA CRUZ	MARZO JULIO	1 al 2 5 al 6	4.500,00
ANÁLISIS BASADO EN RIESGO: RBA	A SOLICITUD	ESTOS CURSOS ESTÁN DISPONIBLES PARA DICTARSE EN FECHAS ACORDADAS SEGÚN SOLICITUD, PUEDEN DICTARSE EN PLANTA O EN CUALQUIER CIUDAD DE PREFERENCIA DEL SOLICITANTE. LOS PRECIOS SE CALCULARÁN SEGÚN EL LUGAR, LA CANTIDAD DE PARTICIPANTES Y LAS CONDICIONES PARTICULARES DE CADA CASO.		
METALOGRAFÍA APLICADA AL ANÁLISIS DE FALLAS	A SOLICITUD			

**TODOS LOS CURSOS ESTÁN DISPONIBLES PARA DICTARSE EN SITIO EN FECHAS ACORDADAS**

**N° SAP PEQUIVEN:100095281 / N° SAP PDVSA:100146681**

**academia@confiabilidad.com.ve / info@main-tech.com.ve**

**(0281)281.24.41 (0281) 423.27.90 - 0414-084.11.53 - 0424-826.31.70 - 0426-586.67.38**



# 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 Altigracia Edo. Zulia,  
Tele-Fax: (0266) 3210222 (Master) - 3210961. Celular: (0414) 3617300 - 3617301  
e-mail: [incalca@cantv.net](mailto:incalca@cantv.net), [edgardperez@incalca.com](mailto:edgardperez@incalca.com), [d.teran@incalca.com](mailto:d.teran@incalca.com)

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