



CONGRESO DE  
MANTENIMIENTO  
& CONFIABILIDAD  
M É X I C O

14  
EDICIÓN



**“Aplica inmediatamente...”**  
¡Logra un cambio rápido y potente!



- AMFE – Análisis de Modos de Falla
- Definiendo la Función

## Julio César Wagner

*Director CMI Consultoria en Mantenimiento Industrial*  
*direccion@cmiconsultoria.com*



# Bibliografía Recomendada

norma  
española

UNE-EN 60812

Diciembre 2008

<b>TÍTULO</b>	Técnicas de análisis de la fiabilidad de sistemas  Procedimiento de análisis de los modos de fallo y de sus efectos (AMFE)  <i>Análisis técnico por causas de fiabilidad. Procedimiento de análisis de los modos de fallo y de sus efectos (AMFE)</i>  <i>Technique d'analyse de la fiabilité de systèmes. Procédure d'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMFE)</i>
<b>CORRESPONDENCIA</b>	Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 60812:2006, que a su vez adopta la Norma Internacional IEC 60812:2006.
<b>OBSERVACIONES</b>	Esta norma anulará y sustituirá a la Norma UNE 20812:1995 desde de 2009-03-01.
<b>ANTECEDENTES</b>	Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 200 Normas Aviónica eléctrica cuya Secretaría desempeña AENOR.

Edición e impresión por AENOR  
Deposito legal: M 25412/2013

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

49 Páginas  
Grupo 20

Ciudad, 6  
28014 MADRID-España

info@aenor.es

Tel: 902 102 201  
Fax: 913 194 032

Este documento no está sujeto a los derechos de propiedad intelectual de AENOR.  
Para saber en qué términos se regula la autorización previa de AENOR.

<b>SAE</b> The Engineering Society For Advancing Mobility Land Sea Air and Space <b>INTERNATIONAL</b> 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15086-0001	<b>NORMA PARA VEHICULOS AEROSPAaciaLES Y DE SUPERFICIE</b>	<b>SAE</b> JA1011 Emisión 1999-05	<b>EMITIDA AGO1999</b>
<b>Criterios de Evaluación para Procesos de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad</b>			
<p><b>Prólogo—</b> El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) fue desarrollado inicialmente por la industria comercial de aviación para mejorar la seguridad y la confiabilidad de sus equipos. Fue documentado por primera vez en un reporte escrito por F.S. Nowlan y H.F. Heap y publicado por el Departamento de Defensa de U.S. en 1976. Desde entonces, MCC ha sido utilizado para ayudar a formular estrategias de mantenimiento de activos físicos en casi todas las áreas de trabajo humano organizado, y en casi todos los países industrializados del mundo. El proceso definido por Nowlan and Heap ha servido de base a varios documentos de aplicación en los cuales el proceso MCC ha sido desarrollado y perfeccionado a través de los años. La mayoría de estos documentos conservan los elementos claves del proceso original. Sin embargo, el uso extendido del término "MCC" ha llevado a analizar un número de procesos que difieren significativamente del original, pero que sus defensores los llaman también "MCC". Muchos de estos otros procesos fallan en el logro de las metas de Nowlan and Heap, y algunos son activamente contraproducentes.</p> <p>Como resultado, ha habido un crecimiento de la demanda internacional por una norma que imponga los criterios que cualquier proceso debía cumplir para ser llamado "MCC". Este documento contempla esa necesidad. Los criterios en esta norma SAE están basados en los procesos MCC y los conceptos de tres documentos sobre MCC: (1) Libro de 1976 de Nowlan and Heap, "Reliability-Centered Maintenance," (2) MIL-STD-2173(AS) de la Aviación Naval de U.S. (Reliability-Centered Maintenance Requirements of Naval Aircraft, Weapons Systems and Support Equipment) y su sucesor, U.S. Naval Air Systems Command Management Manual 00-25-403 (Guidelines for the Naval Aviation Reliability-Centered Maintenance Process), y (3) "Reliability-Centered Maintenance (RCM 2)," por John Moubrey. Estos documentos son considerados como los documentos sobre MCC disponibles más ampliamente usados y aceptados.</p> <p>Este documento describe los criterios mínimos que cualquier proceso debe cumplir para ser llamado "MCC". No intenta definir un proceso específico de "MCC".</p> <p>Este documento está concebido para cualquier persona que desee determinar si cualquier proceso que pretenda ser MCC es de hecho MCC. Es específicamente útil para personas que deseen contratar servicios de MCC (entrenamiento, análisis, facilidades, consultoría, o cualquier combinación de estos).</p>			

Traducción al español de la norma SAE JA1011 "Evaluación Criterios for Reliability-Centered Maintenance (RCM) Processes" emitida en Agosto de 1.999.

norma  
española

UNE-EN 60300-3-11

Julio 2013

<b>TÍTULO</b>	Gestión de la confiabilidad  Parte 3-11: Guía de aplicación  Mantenimiento centrado en la fiabilidad  <i>Dependability management. Part 3-11. Application guide. Reliability centered maintenance</i>  <i>Gestión de la fiabilidad de funcionamiento. Parte 3-11. Guía de aplicación. Mantenimiento basado en la fiabilidad</i>
<b>CORRESPONDENCIA</b>	Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 60300-3-11:2009, que a su vez adopta la Norma Internacional IEC 60300-3-11:2009.
<b>OBSERVACIONES</b>	Esta norma sustituye a la Norma EN 60300-3-11:2009 (Ratificada por AENOR).
<b>ANTECEDENTES</b>	Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 200 Normas Aviónica eléctrica cuya Secretaría desempeña AENOR.

Edición e impresión por AENOR  
Deposito legal: M 25412/2013

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

50 Páginas

© AENOR 2013  
Reproducción prohibida

Ciudad, 6  
28014 MADRID-España

info@aenor.es

Tel: 902 102 201  
Fax: 913 194 032

Este documento no está sujeto a los derechos de propiedad intelectual de AENOR.  
Para saber en qué términos se regula la autorización previa de AENOR.

# Bibliografía Recomendada



norma **UNE-EN 61025**  
española

Enero 2011

**TÍTULO** Análisis por árbol de fallos (AAF)

*Fault tree analysis (FTA)  
Analyse par arbre de panne (AAP)*

**CORRESPONDENCIA** Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 61025/2007, que a su vez adopta la Norma Internacional IEC 61025/2006

**OBSERVACIONES** Esta norma sustituye a la Norma EN 61025/2007 (Ratificada por AENOR).

**ANTECEDENTES** Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 200 Normas Técnicas Técnicas cuya Secretaría desempeña AENOR.

Editada e impresa por AENOR  
 Depósito legal: M 3762/2011  
 © AENOR 2011  
 Reproducción prohibida

**LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO DEBEN DIRIGIRSE A:**  
**AENOR**  
 Asociación Española de  
 Normalización y Certificación

Génova, 6  
 28004 MADRID-España  
 info@aenor.es  
 www.aenor.es

Tel.: 902 102 201  
 Fax: 913 104 032  
 52 Páginas  
**Grupo 31**

Este documento ha sido adquirido por CMI CONSULTORIA, S.A.S. a través de la suscripción a AISCORSA.  
 Para conocer más detalles se requiere de autorización previa de AENOR.

# Bibliografía Recomendada

BS EN ISO 14224: 2016



Publicación de Estándares BSI

**Industrias de petróleo,  
petroquímica y gas natural  
– recolección e intercambio  
de datos de confiabilidad y  
mantenimiento de equipos  
(ISO 14224:2016)**

bsi.

norma  
española

UNE-EN 60300-3-3

Mayo 2009

**Gestión de la confiabilidad**  
**Parte 3-3: Guía de aplicación**  
**Cálculo del coste del ciclo de vida**

*Dependability management. Part 3-3: Application guide. Life cycle costing.*  
*Gestion de la fiabilité de fonctionnement. Partie 3-3: Guide d'application. Evaluation du coût de vie.*

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 60300-3-3:2004, que a su vez adopta la Norma Internacional IEC 60300-3-3:2004.

Esta norma anula y sustituye a la Norma EN 60300-3-3:2004.

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CEN 200 Normas técnicas eléctricas cuya Secretaría desempeña AENOR.

Editada e impresa por AENOR  
 Depósito legal: M 21.459-2009

© AENOR, 2009  
 Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR**  
 Asociación Española de  
 Normalización y Certificación

Cívico, 6  
 28004 MADRID-España

Información en  
 www.aenor.es

Tel: 902 102 201  
 Fax: 913 504 032

88 Páginas

Grupo 39

# Definiciones Importantes Para el AMFE

- **Falla** – Finalización de la capacidad de un elemento para realizar una función requerida.
- **Modo de Falla** – Forma en que falla un elemento
- **Efecto de Falla** – Consecuencia de un modo de falla en términos de la operación, función o estado del elemento.
- **Severidad de la Falla** – Importancia o calificación del efecto de un modo de falla sobre la operación del elemento, sobre el entorno o sobre el operador del elemento.
- **Criticidad de la Falla** – Combinación de la severidad de un efecto de falla y la frecuencia de su ocurrencia u otros atributos de un fallo como una medida de la necesidad de tratarlo o atenuarlo.

## AMFE – Análisis de Modos de Falla y Sus Efectos (y Criticidad) – UNE-EN 60812:2008

- El AMFE – Análisis de Modo de Falla y Sus Efectos es un procedimiento sistemático de análisis de un sistema para identificar los modos de falla potenciales, sus causas y sus efectos en el funcionamiento.
- Principalmente recomendado en las fases de diseño, donde busca la atenuación de las consecuencias indeseables de los modos de falla.
- El AMFEC (FMECA) – Análisis de Modo de Falla, Sus Efectos y Criticidad, es una extensión del AMFE, que incluye medios para categorizar la severidad de los modos de falla y permitir establecer el orden de prioridades.

# Función

- La función se define como lo que el dueño o usuario desea que realice un activo físico o sistema.
- Bajo los lineamientos de las Buenas Practicas de la SMRP puede ubicarse como un elemento clave para definir las expectativas de confiabilidad de un activo físico.
- El objetivo de cualquier metodología de confiabilidad (AMFE, RCM, RBI,PMO) es definir una serie de políticas que preserven las funciones del activo o sistema considerado en los estándares de desempeño aceptables para el usuario/dueño, por tanto estos análisis deben iniciar definiendo todas las funciones del activo en su contexto operacional.

Funciones Primarias  
Funciones Secundarias

# Tipos de Función

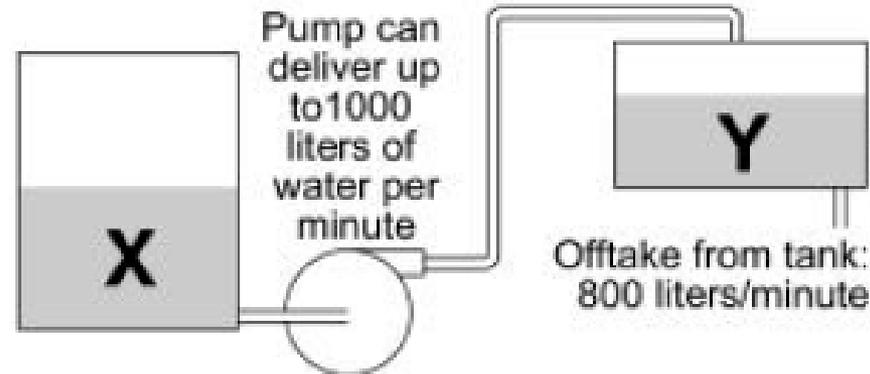
- **Funciones Primarias** – Razón por la que cualquier organización adquiere algún activo o sistema es para cumplir una función o funciones específicas, se conocen como funciones primarias del activo. Ejemplo, la razón de adquirir un vehículo puede ser: “transportar cinco personas a 90 km/h en un buen camino”
- **Funciones Secundarias** – Normalmente menos obvias que las primarias, pero su pérdida también puede tener consecuencias importantes. Por tanto requieren el mismo tratamiento y deben estar claramente identificadas (apariencia, confort, control, eficiencia, integridad)

Adaptado de Norma SAE JA 1012

# Descripción de la Función

- “Todos los enunciados de una función deben contener un verbo, un objeto y un estándar de desempeño (cuantificado en cada caso que se pueda hacer)”

SAE JA 1011, Sección 5.1.3



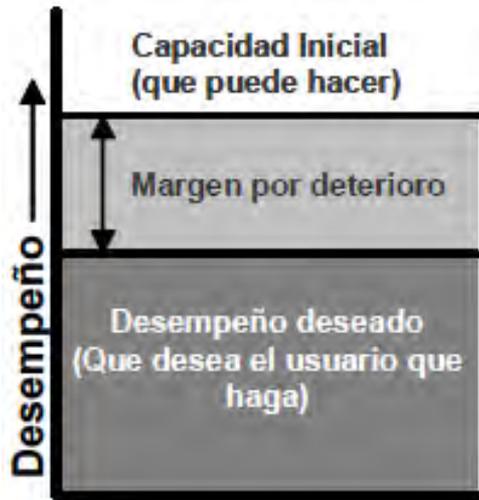
- ✓ Bombear agua del tanque X al tanque Y a no menos de 800 l/m
- ✓ Suspender el bombeo si el nivel llega a X mts

# Estándar de Desempeño

- “Los estándares de desempeño incorporados en los enunciados de una función deben tener el nivel de desempeño deseado por el dueño/usuario del activo/sistema en su contexto operacional”

SAE JA 1011, Sección 5.1.4

Todo activo físico sin excepción se deteriora, la pregunta es:  
Que tan rápido vamos a permitir que sea la velocidad de deterioro?



Generalmente si el estándar de desempeño cambia, el programa de mantenimiento debe ser cambiado (o analizado) para reflejar la nueva expectativa operacional

# Construcción de la Función

Definamos la función de:

- Compresor de aire comprimido
- Bomba de agua de sistema de refrigeración
- Sensor de nivel
- Transformador de corriente
- Protección eléctrica (breaker)
- Columna de una estructura de concreto

# Construcción de la Función

- **Verbo en infinitivo** – bombear, contener, comprimir, calentar, transportar, sensor, medir, generar, transmitir, enfriar, permitir.
- **Sustantivo** – (lo que nombra persona, animal o cosa / entidades fijas) en contextos operacionales industriales puede hacer referencia a la cosa sobre la que actúa el verbo: agua, gas, aire, vapor, materia prima, personas, temperatura, presión, volumen, velocidad.
- **Estándar de desempeño** – La magnitud de aquello que el usuario/dueño del activo quiere que haga o cumpla. La definición del estándar permite establecer los niveles de rendimiento requeridos y es información clave de entrada para definir metas de desempeño (OEE, Costo)

# Construcción de la Función

- **Verbo en infinitivo** – bombear, contener, comprimir, calentar, transportar, sensor, medir, generar, transmitir, enfriar, permitir.
- **Sustantivo** – (lo que nombra persona, animal o cosa / entidades fijas) en contextos operacionales industriales puede hacer referencia a la cosa sobre la que actúa el verbo: agua, gas, aire, vapor, materia prima, personas, temperatura, presión, volumen, velocidad.
- **Estándar de desempeño** – La magnitud de aquello que el usuario/dueño del activo quiere que haga o cumpla. La definición del estándar permite establecer los niveles de rendimiento requeridos y es información clave de entrada para definir metas de desempeño (OEE, Costo)

# Hoja de Información SAE JA 1012

## ACTIVO: Sistema de Bombeo

FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de la Función)		Modo de Falla (Causa de la Falla)	
1	Transferir agua del tanque X al tanque Y, a no menos de 800 litros por minuto.	A	No disponible para transferir ninguna cantidad de agua	1	Cojinete atascado
				2	Motor quemado
3	Impulsor suelto				
4	Cizallas en el cubo del acople debido a la fatiga				
5	Válvula de entrada atascada en posición cerrada				
6	Impulsor atascado por un objeto extraño.....etc.				
		B	Transfiere menos de 800 litros por minuto	1	Impulsor desgastado
				2	Línea de succión parcialmente bloqueada...etc.



CONGRESO DE  
MANTENIMIENTO  
& CONFIABILIDAD  
M É X I C O | **14**  
EDICIÓN

POR SU ATENCIÓN

# ¡GRACIAS!

**Julio César Wagner**

[direccion@cmiconsultoria.com](mailto:direccion@cmiconsultoria.com)

Ahora... ¡A implementar!

