



1

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD COLOMBIA 2ª EDICIÓN

 **BRÚJULA**

Metodologías de Gestión del Riesgo Aplicadas a Mantenimiento y Gestión de Activos

Julio Cesar Wagner
Director
CMI Consultoría SAS



2

Normativa Técnica Recomendada



Norma Española
UNE-ISO 31000
Marzo 2018

Gestión del riesgo
Directrices

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico CTN 907 Gestión de riesgos, cuya secretaría desempeña UNE.



Asociación Española de Normalización y Certificación
Calle de la Alfranca, 15
28040 Madrid
Tel: 912 241 100
www.unenorma.org

Este documento es una reproducción fiel del documento original, a la reserva de la propiedad intelectual. Para más información, consulte el sitio web de AENOR.



IEC 31010
Edición 2.0 2019-09

ESTÁNDAR INTERNACIONAL
NORME INTERNACIONAL



Gestión de riesgos: técnicas de evaluación de riesgos

Management du risque - Techniques d'appréciation du risque

COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL

COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL

norma española

UNE-EN ISO 22301

Enero 2015

TÍTULO	Protección y seguridad de los ciudadanos: Sistema de Gestión de la Continuidad del Negocio Especificaciones: (ISO 22301:2012)
CORRESPONDENCIA	Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN ISO 22301:2014, que a su vez adopta la Norma Internacional ISO 22301:2012.
OBSERVACIONES	Esta norma amolda y sustituye a la Norma UNE-ISO 22301:2013.
ANTECEDENTES	Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 196 Protección y seguridad de los ciudadanos, cuya secretaría desempeña AENOR.



Asociación Española de Normalización y Certificación
Calle de la Alfranca, 15
28040 Madrid
Tel: 912 241 100
www.aenor.es

#CMCColombia2025



3

Normativa Técnica Recomendada



norma española

UNE-EN 60300-3-11



Norma Española
UNE-EN 61882
Abril 2017



Norma Española
UNE-EN 16991
Noviembre 2018

TÍTULO	Gestión de la confiabilidad Parte 3-11: Guía de aplicación Mantenimiento centrado en la fiabilidad
CORRESPONDENCIA	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.
OBSERVACIONES	Esta norma sustituye a la Norma EN 60300-3-11:2009 (Traducida por AENOR).
ANTECEDENTES	Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 200 Normas técnicas eléctricas, cuya secretaría desempeña AENOR.



Este documento es una reproducción fiel del documento original, a la reserva de la propiedad intelectual. Para más información, consulte el sitio web de AENOR.

Estudios de peligros y operatividad (estudios HAZOP)
Guía de aplicación

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico CTN 200 Normas básicas eléctricas, cuya secretaría desempeña UNE.

Marco de la inspección basada en el riesgo

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico CTN 151, Mantenimiento, cuya secretaría desempeña INGENMAN.



#CMCColombia2025



4



¿Qué es Riesgo?

- Es la probabilidad de que suceda un evento, impacto o consecuencia adversos.
- Una fuente de peligro.
- Combinación de Probabilidades y Consecuencia de que se produzca una situación específica peligrosa

$$Riesgo = Consecuencia * Probabilidad$$

$$Criticidad = Consecuencia (de falla) * Frecuencia (de falla)$$



#CMCColombia2025



5

¿Qué es Consecuencia?

- Es el resultado de un evento que afecta los objetivos
- Puede ser cierta o incierta y puede tener efectos negativos y positivos

Clase	Nivel de Severidad	Consecuencias a personas o ambiente
IV	Catastrófico	Modo de fallo que potencialmente podría producir el fallo de las funciones principales del sistema y por consiguiente causar serios daños al mismo y su ambiente o dañar al personal.
III	Crítico	Modo de fallo que potencialmente podría producir el fallo de las funciones principales del sistema y por consiguiente causar considerables daños al mismo y su ambiente, pero que no constituye una amenaza seria de daño o para la vida del personal.
II	Marginal	Modo de fallo que potencialmente podría degradar la funcionalidad del sistema sin dañarlo de forma apreciable o sin amenazar la integridad y la vida del personal
I	Insignificante	Modo de fallo que potencialmente podría degradar las funciones del sistema pero que no causaría daño al mismo y no constituye una amenaza para la integridad y la vida del personal

#CMCColombia2025



6



¿Qué es Consecuencia? Norma ISO 14224:2026

Tabla C.2 — Clasificación de consecuencias de falla

Consecuencias	Categoría			
	Catastróficas Falla que resulta en fatalidades o pérdida del sistema	Severas Lesión o enfermedad severa o daño mayor al sistema	Modestas Lesión o enfermedad leve o daño menor al sistema	Menores Menor que lesión o enfermedad leve o daño menor al sistema
Seguridad	I — Pérdida de vidas — Sistemas críticos para la seguridad inoperables	V — Lesión grave a personal — Potencial de pérdida de funciones de seguridad	IX — Lesiones que requieren de tratamiento médico — Efecto limitado en funciones de seguridad	XIII — Lesiones que no requieren de tratamiento médico — Efecto menor en funciones de seguridad
Medioambiente	II Contaminación mayor	VI Contaminación significativa	X Contaminación	XIV Ninguna contaminación o contaminación insignificante
Producción	III Interrupción extendida en producción/operación	VII Interrupción en producción sobre límite aceptable ^a	XI Interrupción en producción debajo de límite aceptable ^a	XV Interrupción menor en producción
Operacional	IV Muy alto costo de mantenimiento	VIII Costo de mantenimiento sobre nivel normal aceptable ^a	XII Costo de mantenimiento en o debajo de nivel normal aceptable ^a	XVI Bajo costo de mantenimiento

^a Es necesario definir los límites aceptables para cada aplicación.

#CMCColombia2025



7

¿Qué es Probabilidad?



- Medida del potencial de ocurrencia expresada como un numero entre 0 y 1, o como porcentaje de probabilidad
- En estudios de riesgo de mantenimiento es factible reemplazar la variable probabilidad por frecuencia, si se cuenta con un histórico de datos confiables que puedan ser analizados por herramientas estadísticas

Tabla 3 – Matriz de Riesgo/Criticidad

Frecuencia de ocurrencia del efecto de fallo	Niveles de Severidad			
	1 Insignificante	2 Marginal	3 Crítico	4 Catastrófico
5: Frecuente	No deseable	Intolerable	Intolerable	Intolerable
4: Probable	Tolerable	No deseable	Intolerable	Intolerable
3: Ocasional	Tolerable	No deseable	No deseable	Intolerable
2: Remoto	Insignificante	Tolerable	No deseable	No deseable
1: Improbable	Insignificante	Insignificante	Tolerable	Tolerable

#CMCColombia2025



8



Norma ISO 55001:2024 Gestión de activos

6.1.2 Acciones para abordar el riesgo

La organización debe establecer procesos para la evaluación de riesgos relacionados con los activos, la gestión de activos y el sistema de gestión de activos, incluyendo:

- la identificación de riesgos;
- el análisis de los riesgos y cómo cambian con el tiempo;
- la evaluación de los riesgos;
- determinar la criticidad de los activos para lograr los objetivos de gestión de activos;
- considerar alternativas y decidir las opciones preferidas para tratar los riesgos.

#CMCColombia2025



9



Norma ISO 55001:2024 Gestión de activos

6.1.3 Acciones para abordar oportunidades

La organización debe establecer procesos para:

- identificar, reunir, recopilar, o capturar oportunidades;
- decidir sobre las oportunidades que deban abordarse para mejorar el desempeño de los activos, la gestión de activos y el sistema de gestión de activos.

NOTA Las oportunidades pueden identificarse a partir del análisis de las cuestiones según el apartado 4.1 y los requisitos de las partes interesadas según el apartado 4.2 y las desviaciones de los resultados previstos esperados, el análisis de causas, el análisis de riesgos, la revisión de eventos no planificados, la innovación, la mejora continua, los hallazgos de auditorías internas o externas o la revisión por la dirección.

#CMCColombia2025



10



¿Cómo Correlacionar el Riesgo con Metodologías de Confiabilidad? Riesgo vs RCA

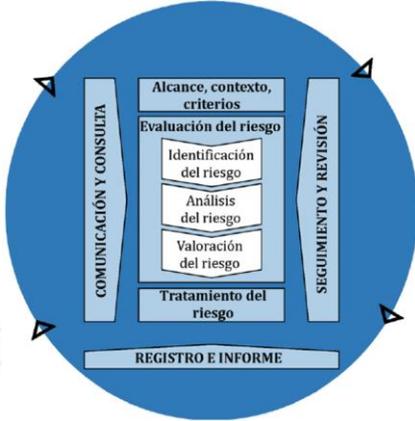


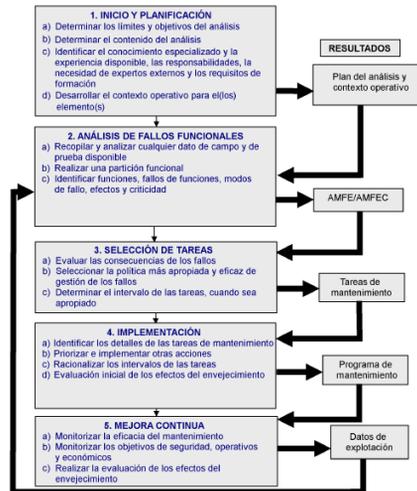
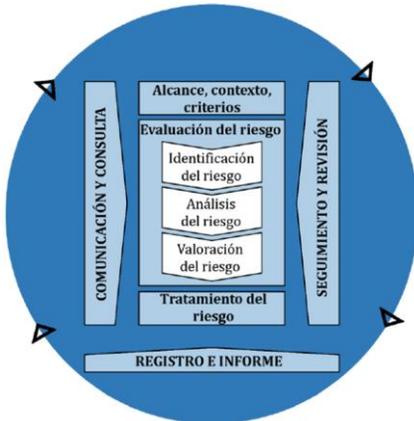
Tabla 1 – Pasos del RCA

Paso	Concepto y tareas a realizar
Iniciación	Basándose en el conocimiento disponible sobre el evento foco, se determina la necesidad de llevar a cabo un RCA y definir su propósito y alcance
Establecimiento de los hechos	Se recopilan datos y establecen los hechos de lo que pasó, dónde, cuándo y por quién
Análisis	Se utilizan herramientas y técnicas del RCA para determinar cómo y por qué se produjo el evento foco
Validación	Se distingue y resuelven las distintas posibilidades en cuanto a cómo y por qué se causó el evento foco
Presentación de resultados	Se presentan los resultados del análisis del evento de foco

#CMCColombia2025



¿Cómo Correlacionar el Riesgo con Metodologías de Confiabilidad? Riesgo vs RCM

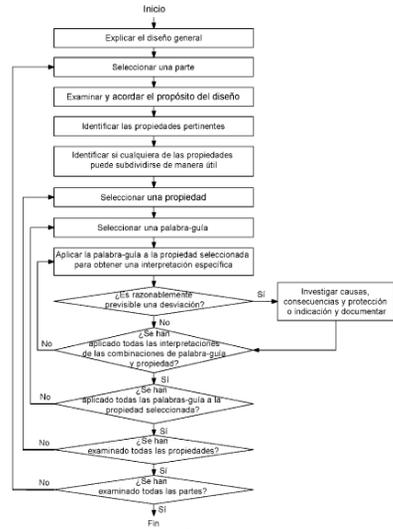
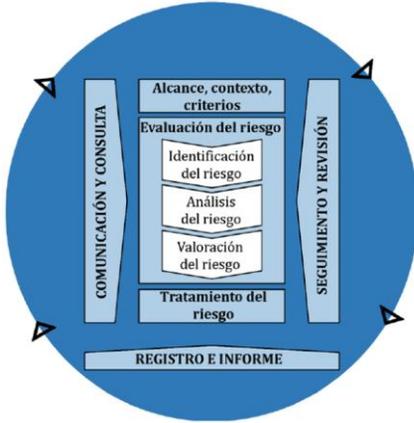


#CMCColombia2025





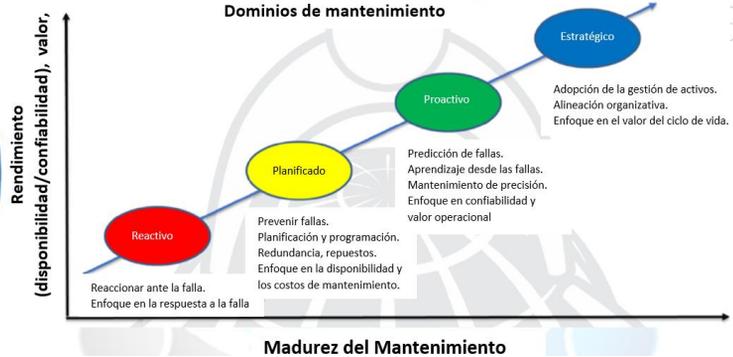
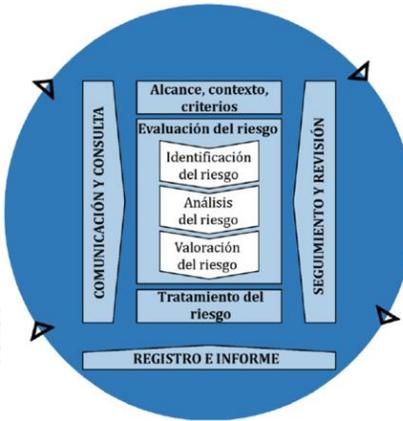
¿Cómo Correlacionar el Riesgo con Metodologías de Confiabilidad? Riesgo vs HAZOP



#CMCColombia2025



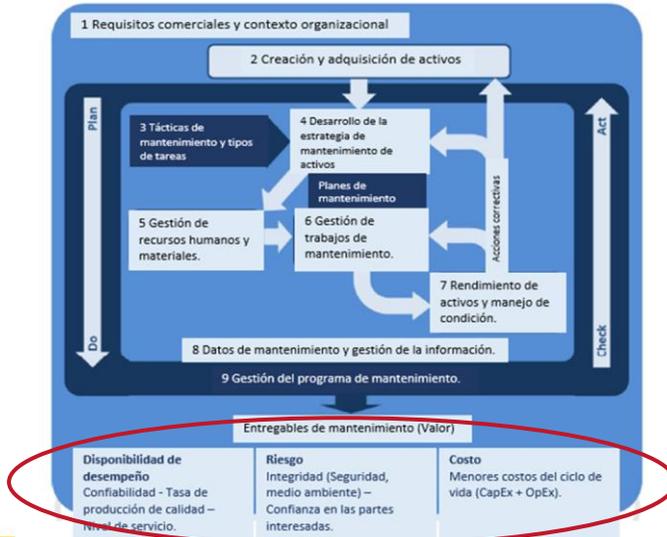
Relación entre Riesgo y el Nivel de Madurez de la Gestión de Mantenimiento



#CMCColombia2025



The Foro Global de Mantenimiento & Gestión de Activos – GFMAM – Maintenance Framework

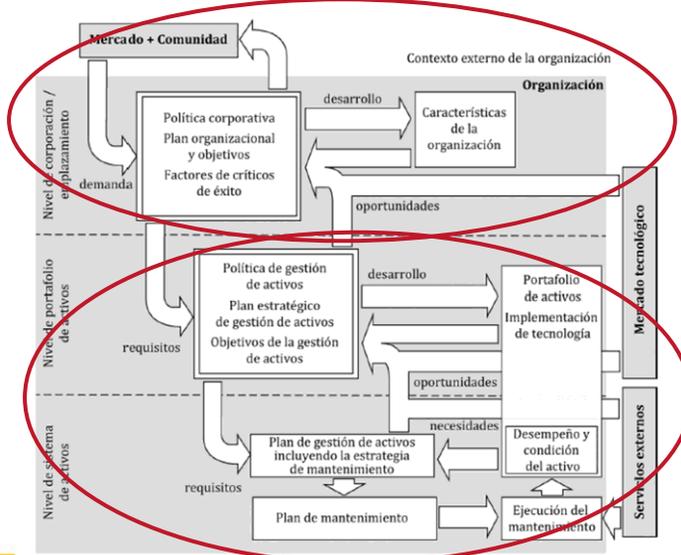


#CMCColombia2025



15

Norma EN 17485-2023 Mantenimiento en el Marco de la Gestión de Activos



#CMCColombia2025



16



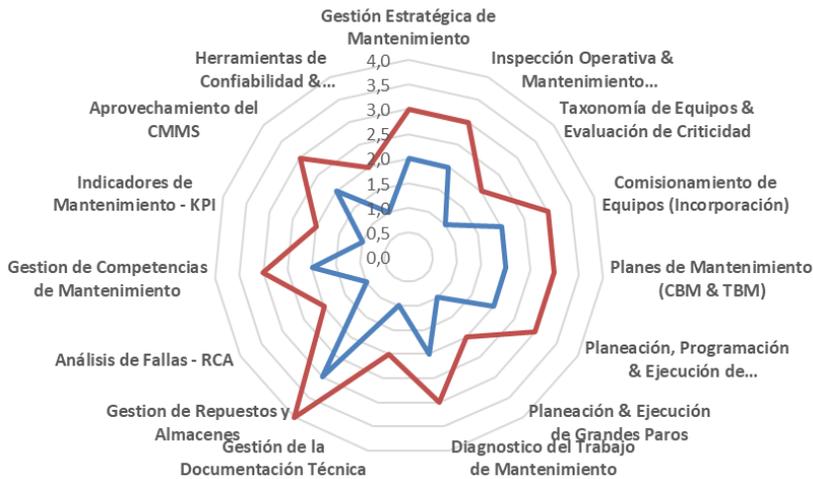
Diagnostico de Nivel de Madurez de Mantenimiento Como Herramienta de Cuantificación del Riesgo en Mantenimiento

Diagnostico de Nivel de Madurez de la Gestión de Mantenimiento y Confiabilidad								
N.º	PRÁCTICA	EVIDENCIAS	ASPECTO	Nivel 0 Inconcreto / No hay práctica	Nivel 1 Consciente / Iniciando	Nivel 2 Implementando	Nivel 3 Competente	Nivel 4 Optimizado / Excelente
Requisitos para demostrar con EVIDENCIAS Y RESULTADOS:								
1.	Gestión Estratégica de Mantenimiento	Entrevistas con Jefes y Gerente de Mantenimiento	1.1 Gestión estratégica	No existe evidencia documentada ni prácticas de la implementación de Buenas Prácticas de Mantenimiento. Acciones principalmente reactivas.	Se ha identificado la necesidad de una Política de Mantenimiento, en proceso de identificación y definición de iniciativas de mejora de la gestión de mantenimiento y los Objetivos Estratégicos de Mantenimiento.	Existe una Política de Mantenimiento documentada pero sin divulgación, hay evidencia de iniciativas de mejora de la gestión de mantenimiento y hay un cumplimiento parcial de los objetivos Estratégicos de Mantenimiento.	Hay evidencia de la definición y documentación de una Política de Mantenimiento, hay evidencia de iniciativas de mejora de la gestión de mantenimiento y hay un cumplimiento parcial de los Objetivos Estratégicos de Mantenimiento. Se hace gestión oportuna sobre un porcentaje (50% o menos) de las acciones correctivas.	La Alta Dirección demuestra su compromiso con el proceso "MANTENER LOS ACTIVOS FÍSICOS Y LA INFRAESTRUCTURA" a través de la "Planificación, Ejecución, Evaluación y Mejora" de los servicios de mantenimiento (Inspecciones, Lubricación, reparaciones, conservación, proyectos de mejoras, desincorporación), garantizando que los activos físicos e instalaciones tengan condiciones de trabajo confiables, con una adecuada relación de costo-efectividad.
			1.2 Gestión táctica	Selección	Se encuentran en proceso de definición de algunos planes de implementación de metodologías de mejora	Existe un seguimiento al desempeño de los KPI's, evidencia de oportunidades de mejora y desarrollo de algunos planes de implementación de metodologías de mejora, pero aun sin resultados.	Hay evidencia del conocimiento de la política de Mantenimiento, seguimiento al desempeño de los KPI's, evidencia de oportunidades de mejora, de actuación sobre algunas acciones correctivas e implementación de algunas metodologías de mejora continua y resultados parciales demostrables.	Existe de forma documentada: un Plan Estratégico de Gestión de Mantenimiento, una Política de Mantenimiento y unos Objetivos Estratégicos de Mantenimiento. Existe y está documentada la Estrategia de Mantenimiento, el despliegue de Incentivos (Plan de Acción/Mejora). Se evidencia el cumplimiento de los Objetivos Estratégicos de Mantenimiento, gestión oportuna sobre las acciones correctivas y gestión oportuna sobre las acciones preventivas. Se ha comunicado el Plan Estratégico de Gestión de Mantenimiento a todas las partes interesadas y a todos los niveles del área de mantenimiento
			1.3 Gestión Operacional	Selección	La ejecución de actividades está basada en la programación de necesidades del día a día; las actividades son mayormente reactivas.	Existe un cumplimiento parcial de la planeación de mantenimiento, con reprogramaciones permanentes.	Hay evidencia del cumplimiento en la ejecución de tareas de mantenimiento sobre equipos críticos y del cumplimiento de la planeación de mantenimiento con visión semanal y trimestral.	Como se asegura el cumplimiento de la Gestión de la Rutina y la Disciplina en la ejecución de tareas de mantenimiento. Existe comprensión de la relación entre la Estrategia de Mantenimiento y la disciplina en la ejecución de tareas de mantenimiento.
			1.3 Gestión Operacional	Selección	La ejecución de actividades está basada en la programación de necesidades del día a día; las actividades son mayormente reactivas.	Existe un cumplimiento parcial de la planeación de mantenimiento, con reprogramaciones permanentes.	Hay evidencia del cumplimiento en la ejecución de tareas de mantenimiento sobre equipos críticos y del cumplimiento de la planeación de mantenimiento con visión semanal y trimestral.	Como se asegura el cumplimiento de la Gestión de la Rutina y la Disciplina en la ejecución de tareas de mantenimiento. Existe comprensión de la relación entre la Estrategia de Mantenimiento y la disciplina en la ejecución de tareas de mantenimiento.

#CMCColombia2025



Diagnostico de Nivel de Madurez de Mantenimiento Como Herramienta de Cuantificación del Riesgo en Mantenimiento



#CMCColombia2025





Diagnostico de Nivel de Madurez de Mantenimiento Como Herramienta de Cuantificación del Riesgo en Mantenimiento

Calificación	Porcentaje	Descripción	Definición	Descripción del Nivel de Madurez del Sistema
0	0% a 20%	Inocente	La organización no ha reconocido la necesidad de este requisito y/o no hay evidencia de compromiso para ponerlo en práctica.	Predomina el mantenimiento reactivo, no se cuenta con una estrategia de gestión establecida para optimizar activos, no tiene identificados los riesgos no aceptables. No cuenta con otros sistemas de gestión establecidos
1	21% a 40%	Consciente	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y existe evidencia de la intención de progresar en el implementarlo.	Las propuestas están en desarrollo y algunos requisitos pueden estar en su lugar. Los procesos están débilmente controlados, son reactivos y el rendimiento es impredecible.
2	41% a 65%	Implementando	La organización ha identificado los medios para lograr los requisitos de forma sistemática y coherente, y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con recursos disponibles.	Notas: este es un "estado de transición". Los procesos se planifican, documentan (cuando sea necesario), se aplican y controlan a nivel local o dentro de departamentos funcionales; a menudo en un modo reactivo, pero podría lograr los resultados esperados sobre una base repetible. Los procesos no están suficientemente integrados, con una coherencia o coordinación limitadas en toda la organización.
3	65% a 85%	Competente	La organización puede demostrar que logra de manera sistemática y consistente los requisitos relevantes establecidos y reconocidos por las buenas prácticas aceptadas por los cuerpos del conocimiento del mantenimiento y la confiabilidad.	Esto implica un sistema de gestión de mantenimiento y confiabilidad formal y documentado, integrado dentro de la organización. El desempeño de los elementos del sistema de gestión se mide, revisa y mejora continuamente para lograr los objetivos de la administración eficiente de activos.
4	85% a 100%	Optimizado / Excelente	La organización puede demostrar que está optimizando sistemática y consistentemente sus prácticas de gestión de mantenimiento y confiabilidad, de acuerdo con los objetivos y el contexto operativo de la organización y bajo los lineamientos de los cuerpos del conocimiento reconocidos	Esta etapa incluirá: 1. Monitoreo y cuantificación del desempeño 2. Cumplimiento de objetivos un marco ágil de toma de decisiones 3. Innovación como parte de la cultura organizacional 4. Mejora continua ampliamente demostrable con evidencia de resultados 5. Evaluación comparativa (bench marking) para identificar oportunidades de mejora adicionales 6. Sistema de gestión uniforme, integrado y eficaz
			La organización puede demostrar que emplea las mejores prácticas y logra el máximo valor de la gestión de sus activos, en línea con los objetivos y el contexto operativo de la organización.	Este es un estado dinámico y sensible al contexto de la organización, por lo que la evidencia debe incluir la demostración del conocimiento de las posiciones de referencia comparativa (bench marking) con organizaciones similares de clase mundial y que, tanto en las prácticas de gestión de activos como en los resultados de la gestión de activos (creación de valor), esta aportando al estado del arte.

#CMCColombia2025



NPR – Número Prioritario de Riesgo Método Cuantitativo de Valoración del Riesgo de un Modo de Falla



- Una calificación alta de la Consecuencia indica que ese Modo de Falla no es tolerable para la organización, una calificación baja indica que es posible considerar que se materialice ese Modo de Falla (RTF).
- Una Calificación alta de Frecuencia indica que ese Modo de Falla se presenta de forma muy repetida para la organización, una calificación baja indica que su frecuencia de ocurrencia es despreciable o poco probable.
- Una Calificación alta de Detectabilidad indica que ese Modo de Falla es casi imposible de ser identificado de forma oportuna, una calificación baja indica que es casi seguro que será detectado en un tiempo oportuno para reacciona a su corrección.

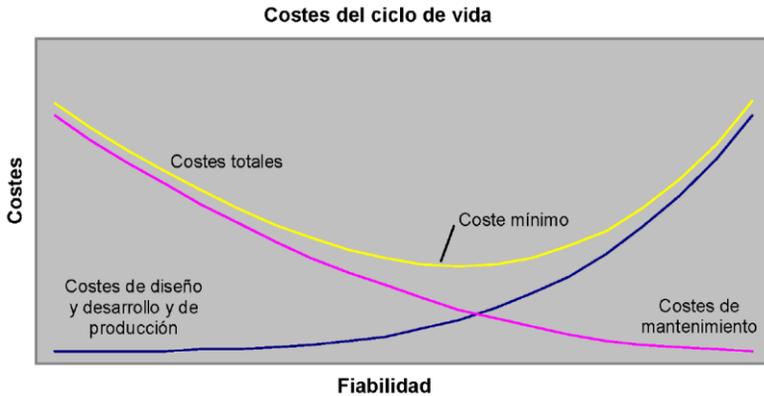
#CMCColombia2025





RCE – Relación de Costo – Efectividad

Método Cuantitativo de Valoración Económica del Riesgo y del Plan de Acción



Relación de Costo-Efectividad
 $RCE > 2$

Costo de la Consecuencia de Falla
Costo del Plan de Acción

El costo de la consecuencia dividido por el costo del plan (ambos anualizados) debe ser igual o mayor a 2

#CMCColombia2025



Modelo Típico de Matriz de Calificación de Criticidad de Equipos



CRITERIO DE EVALUACIÓN CRITICIDAD DE EQUIPOS											Fecha: 19/06/2018		N° EQUIPOS EVALUADOS									
MEDIO AMBIENTE Y ASPECTOS LEGALES		SEGURIDAD Y SALUD		CALIDAD		PRODUCCIÓN		MANTENIMIENTO		CONSECUENCIA		PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LA FALLA		CÁLCULO RIESGO		6						
Impacto ambiental grave con afectación a la comunidad y a las reservas naturales	Impacto ambiental con afectación dentro de las instalaciones	Impacto ambiental bajo control debido a las medidas de remediación establecidas	Potencial de toxicidad o inflamabilidad permanente	Potencial de lesiones de tipo mecánico mayor a 3 días	Puede afectar al cliente externo a sus procesos / afectar la imagen corporativa	Efectos con cambios en las especificaciones del producto	Rango bajo de defectos o afectación directa al cliente interno / a los procesos de control de proceso	En caso de falla, genera parada en la producción con afectación a la facturación mensual	En caso de falla, no hay efecto sobre la producción, facturación o subestructuras	Equipo de Reparación menor a USD 1.000	Costo de reparación mayor a USD 1.000 y menor a USD 3.000	Costo de reparación mayor a USD 3.000	Se determina la criticidad del equipo en términos del impacto indeseado de los eventos evaluados	La falla se presenta con una frecuencia mensual	La falla se presenta con una frecuencia trimestral	La falla se presenta con una frecuencia semestral	La falla se presenta con una frecuencia anual	Valor de la consecuencia	Valor de la probabilidad de ocurrencia	Valor Riesgo = Consec * Probab	3	
Alta vulneración a los límites legales	No hay vulneración a los límites legales	No hay vulneración a los límites legales	Rango de toxicidad en niveles aceptables	No hay riesgo de lesiones en corto plazo	No hay riesgo de lesiones en corto plazo	Comportamiento (durada, materialidad, efectos, tipo de impacto)	Tiempo de falla superior a 24h	Tiempo de falla entre 8 y 24 horas	Tiempo de falla inferior a 8 horas	MTR = 8 HORAS	MTR = entre 3 y 8 horas	MTR = 3 HORAS	A = 10 Alta B = 10 Media C = 10 Baja	Muy bajo	Moderado	Alto	Muy alto	Extremo				2
																					1	

E-MEDIO AMBIENTE, LEGAL		S-SEGURIDAD / H-SALUD		Q-CALIDAD		P-PRODUCCIÓN		M-MANTENIMIENTO		CONSECUENCIA (A-B-C)		PROBABILIDAD DE OCURRENCIA		Riesgo		Importancia	
A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	A
		X			X		X				X		X		5	4	20
				X										X	3	2	6
X	X				X		X	X		X	X				5	5	15
X				X			X			X	X			X	5	4	20
X					X					X	X				5	5	25
					X					X	X		X	X	3	4	12

Identificar el 20% de activos mas críticos de todo el portafolio de activos gestionados por Mantenimiento & Confiabilidad

#CMCColombia2025





#CMCColombia2025



iGracias!

Julio Cesar Wagner

dirección@cmiconsultoria.com

+573103188104