

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL  
DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE  
MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 1

Desarrollo de una herramienta diagnóstica para evaluar el nivel de madurez de la gestión de  
confiabilidad y generar acciones de mejora en organizaciones intensivas en activos físicos.

Jhoan Sebastián Rodríguez Díaz

Trabajo de Grado para Optar al Título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director

Antonio José Márquez Florián

Máster en Ingeniería de Confiabilidad y Riesgo

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Mecánica

Especialización en Gerencia de Mantenimiento

Bucaramanga

2025

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL  
DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE  
MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 2

### **Dedicatoria**

A mi esposa Dahanna, te amo.

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL  
DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE  
MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 3

### **Agradecimientos**

A mi director, Antonio José Márquez Florián; a Nathalia Andrea Beltran y Esthefany Ramirez. Mil gracias.

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 4

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	13
1. Objetivos.....	16
1.1. Objetivo General.....	16
1.2. Objetivos Específicos.....	16
2. Metodología .....	17
3. Herramienta diagnóstica del nivel de aplicación de prácticas de gestión de confiabilidad .....	19
3.1. Nivel de madurez de prácticas de gestión de Confiabilidad en Activos.....	20
3.2. Nivel de madurez de prácticas de Gestión de Confiabilidad en Sistemas de Activos	36
3.3. Nivel de madurez de prácticas de gestión de confiabilidad en procesos organizacionales que gestionan estrategias de confiabilidad de los activos .....	45
3.4. Nivel de madurez de prácticas de gestión de confiabilidad en la organización.....	52
3.5. Alertas - Nivel de riesgos - Priorización de acciones .....	59
Nivel de madurez .....	59
Nivel de Riesgo.....	61
Semáforo de alertas.....	62
Matriz de criticidad de priorización de acciones .....	64
4. Conclusiones.....	66

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL  
DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE  
MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 5

Referencias Bibliográficas ..... 68

Apéndices..... 71

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 6

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Preguntas y Respuestas del nivel de madurez de prácticas de confiabilidad en activos	20
Tabla 2. Preguntas y Respuestas del nivel de madurez de prácticas de confiabilidad en sistemas de activos .....	36
Tabla 3. Preguntas y Respuestas del nivel de madurez de prácticas de confiabilidad en procesos organizacionales que gestionan estrategias de confiabilidad de los activos .....	46
Tabla 4. Preguntas y Respuestas del nivel de madurez de prácticas de confiabilidad en la organización.....	53

### Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Pirámide de confiabilidad - Activos.....	34
Figura 2. Ejes de la gestión de prácticas de confiabilidad en activos.....	35
Figura 3. Pirámide de confiabilidad – Sistemas de activos.....	43
Figura 4. Ejes de la gestión de prácticas de confiabilidad en sistemas de activos.....	44
Figura 5. Pirámide de confiabilidad – Procesos organizacionales que gestionan estrategias de confiabilidad de los activos.....	51
Figura 6. Ejes de la gestión de prácticas de confiabilidad en procesos organizacionales que gestionan estrategias de confiabilidad de los activos.....	52
Figura 7. Preguntas y Respuestas del nivel de madurez de prácticas de confiabilidad en la organización.....	58
Figura 8. Ejes de la gestión de prácticas de confiabilidad en la organización.....	59
Figura 9. Pirámide del nivel de madurez.....	60
Figura 10. Gráfica de ejes XY del nivel de madurez por dimensión.....	61
Figura 11. Indicador de nivel de riesgo por dimensión.....	62
Figura 12. Semáforo de alertas por dimensión.....	64
Figura 13. Matriz de criticidad de priorización de acciones.....	65

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 8

### **Lista de Apéndices**

	<b>pág.</b>
Apéndice A. Herramienta diagnóstica del nivel de aplicación de prácticas de gestión integral de confiabilidad. xls.....	71

## Glosario

**Activo:** Ítem, objeto o entidad que tiene valor potencial o real para una organización.

**Activo crítico:** Activo que tiene potencial de impactar significativamente el logro de los objetivos de una organización

**Ciclo de vida:** Etapas de un activo durante su vida.

**Competencia:** Capacidad para aplicar los conocimientos y habilidades para lograr los resultados previstos.

**Confiabilidad (Fiabilidad):** capacidad de un elemento para realizar una función requerida en condiciones dadas durante un intervalo de tiempo determinado.

**Datos (data):** Hechos sobre un objeto.

**Desempeño:** Resultado medible.

**Gestión:** Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización.

**Gestión de activos:** Actividad coordinada de una organización para generar valor de los activos.

**Información:** Resultado significativo de la organización y el procesamiento de datos.

**Información documentada:** Información que debe ser controlada y mantenida por una organización y el medio en que está contenido.

**Objetivo:** Resultado a lograr.

**Objetivo organizacional:** Objetivo general que establece el contexto y la dirección de las actividades de una organización

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL  
DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE  
MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 10

**Política:** Intenciones y dirección de una organización como lo expresa formalmente su alta dirección.

**Riesgo:** Efecto de la incertidumbre sobre los objetivos.

**Sistema de activos:** Conjunto de activos que interactúan o están interrelacionados.

**Tipo de activo:** Agrupación de activos que tienen características comunes que los distinguen como grupo o clase.

**Vida del activo:** Período desde la ideación del activo hasta el final de su vida.

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 11

## Resumen

**Título:** Desarrollo de una herramienta diagnóstica para evaluar el nivel de madurez de la gestión de confiabilidad y generar acciones de mejora en organizaciones intensivas en activos físicos.

**Autor:** Jhoan Sebastián Rodríguez Díaz

**Palabras Clave:** Confiabilidad, Nivel de madurez, Activos, Riesgo, Sistemas de activos.

**Descripción:** La presente monografía ha desarrollado una herramienta diagnóstica para evaluar el nivel de madurez de la gestión de la confiabilidad y orientar acciones de mejora en organizaciones intensivas en activos físicos. El instrumento se ha estructurado en cuatro dimensiones —confiabilidad de activos, confiabilidad en sistemas de activos, procesos organizacionales que gestionan estrategias de confiabilidad y gestión de la confiabilidad en la organización— y ha establecido la medición mediante cuestionarios de selección múltiple, criterios de puntuación estandarizados y ponderadores.

Los resultados se han traducido en un índice de madurez (0–100 %), clasificado en Inocencia, Conciencia, Entendimiento, Competencia y Excelencia, y en un indicador de nivel de riesgo con cinco categorías (de bajo a muy alto). La visualización interactiva en Excel —gráficos de pirámide y radar, semáforo de alertas y tablero “Mapa de Riesgo y Madurez”— facilita la interpretación ejecutiva, la comparación entre dimensiones y la comunicación con la alta dirección. Adicionalmente, se ha implementado una matriz de criticidad (Probabilidad × Consecuencia, 1–5) y reglas de priorización de acciones alineado con el impacto esperado y la urgencia.

Como producto integrado, la herramienta ha proporcionado diagnósticos por dimensión, recomendaciones específicas y trazables, fortaleciendo la toma de decisiones en mantenimiento y gestión de activos. Se concluye que el enfoque propuesto reduce ambigüedades, estandariza el lenguaje entre áreas y es replicable a distintos sectores intensivos en activos, contribuyendo a elevar la disponibilidad, la confiabilidad operativa y la gestión del riesgo dentro de un marco de mejora continua.

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL  
DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE  
MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 12

**Abstract**

**Title:** Development of a diagnostic tool to assess the maturity level of reliability management and generate improvement actions in asset-intensive organizations

**Author(s):** Jhoan Sebastián Rodríguez Díaz

**Key Words:** Reliability, Maturity level, Assets, Risk, Asset systems

**Description:** This monograph has developed a diagnostic tool to assess the maturity level of reliability management and to guide improvement actions in asset-intensive organizations. The instrument has been structured into four dimensions—asset reliability, reliability in asset systems, organizational processes that manage reliability strategies, and organizational reliability management—and has operationalized measurement through multiple-choice questionnaires, standardized scoring criteria, and weighting factors.

Results have been translated into a maturity index (0–100%), classified as Innocence, Awareness, Understanding, Competence, and Excellence, and into a risk-level indicator with five categories (from low to very high). An Excel-based interactive visualization—including pyramid and radar charts, traffic-light alerts, and a “Risk & Maturity Map” dashboard—has facilitated executive interpretation, cross-dimension comparison, and communication with senior management. Additionally, a criticality matrix (Probability × Consequence, 1–5) and action-prioritization rules aligned with expected impact and urgency have been implemented.

As an integrated product, the tool has provided per-dimension diagnoses and specific, traceable recommendations, strengthening decision-making in maintenance and asset management. The study concludes that the proposed approach reduces ambiguity, standardizes language across functions, and is replicable across sectors with intensive physical assets, contributing to improved availability, operational reliability, and risk management within a framework of continuous improvement.

## **Introducción**

En las organizaciones industriales donde la operación depende fuertemente del desempeño confiable de sus activos físicos productivos—como maquinaria, equipos y sistemas críticos— la gestión de la confiabilidad se convierte en un factor clave para garantizar la continuidad del negocio, la sostenibilidad económica y la seguridad operacional. Sin embargo, muchas empresas aún carecen de mecanismos sistemáticos que les permitan evaluar con precisión su nivel de madurez en la aplicación de prácticas de gestión de confiabilidad, tanto a nivel de activos individuales como en los sistemas, procesos organizacionales y estructuras corporativas que los soportan.

La evidencia práctica muestra que, cuando no se cuenta con un diagnóstico claro del estado actual de la confiabilidad, las decisiones en torno al mantenimiento tienden a ser reactivas, se pierden oportunidades de mejora, se subestiman los riesgos operativos y aumentan los costos por fallas no previstas (Ahmad et al., 2012). Esta situación también puede afectar la competitividad de la organización, especialmente en sectores donde la eficiencia y la disponibilidad de los activos representan una ventaja estratégica.

De manera complementaria, estudios como los de Moubray (1997) y Smith & Hinchcliffe (2004) han resaltado la importancia de gestionar la confiabilidad como un sistema integral, que no se limita únicamente a los equipos, sino que abarca procesos, cultura organizacional, tecnología y gobernanza. En ese sentido, identificar de forma estructurada y objetiva el nivel de madurez en

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 14

estas dimensiones permite orientar decisiones con base en evidencia, priorizar inversiones y articular estrategias de mejora continua.

Desde la experiencia práctica adquirida en proyectos de consultoría con diversas organizaciones del sector energético, industrial y de servicios, se ha evidenciado la necesidad de contar con herramientas diagnósticas que permitan no solo identificar el estado actual de la gestión de confiabilidad, sino también guiar la formulación de planes de mejora realistas, priorizados y alineados con la realidad operativa de cada empresa.

Con base en esta necesidad, surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Es posible desarrollar una herramienta diagnóstica que permita evaluar el nivel de madurez en la gestión integral de confiabilidad de una organización y, a partir de dicho diagnóstico, establecer un plan de acción priorizado que fortalezca la confiabilidad operativa en empresas intensivas en activos físicos productivos?

Para responder esta pregunta, el presente trabajo tiene como propósito desarrollar una herramienta diagnóstica para evaluar el nivel de madurez en la gestión integral de confiabilidad, considerando cuatro dimensiones clave: activos, sistemas de activos (grupos de activos), procesos organizacionales que gestionan estrategias de confiabilidad en activos y el nivel general organizacional. La herramienta realizará un diagnóstico porcentual por dimensión y

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 15

subcategoría, además, incorporará funcionalidades como un semáforo de riesgo, recomendaciones automáticas y priorización de acciones.

El enfoque teórico que sustenta este trabajo se basa en principios de la ingeniería de confiabilidad, mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), análisis de criticidad, gestión del ciclo de vida de los activos y modelos de madurez organizacional (ISO 55001, SMRP). A nivel conceptual, se integran prácticas de evaluación estructurada, análisis de brechas (gap analysis), y herramientas de visualización para la toma de decisiones. En términos normativos, el trabajo se apoya en marcos como la norma ISO 31000 (Gestión del Riesgo), la ISO 55001 (Gestión de Activos) y sus familias de normas.

Desde una perspectiva práctica, este proyecto contribuye al fortalecimiento de la gestión de activos y la confiabilidad en empresas que operan en sectores industriales críticos. La herramienta por desarrollar tiene el potencial de ser utilizada por líderes de mantenimiento, gestores de activos, especialistas en confiabilidad y consultores, como un insumo técnico para diseñar estrategias de mejora y aumentar el desempeño de sus activos físicos.

En suma, este trabajo se propone cerrar una brecha significativa en la gestión de confiabilidad, al ofrecer una solución práctica y adaptable para diagnosticar, priorizar y accionar mejoras en confiabilidad, con un enfoque de alto valor para las organizaciones.

## **1. Objetivos**

### **1.1. Objetivo General**

Desarrollar una herramienta diagnóstica para evaluar el nivel de madurez en la gestión integral de la confiabilidad en organizaciones intensivas en activos físicos productivos, mediante un modelo que identifique brechas por dimensión y facilite la formulación de acciones prioritarias para fortalecer la confiabilidad operativa y la toma de decisiones estratégicas en mantenimiento y gestión de activos.

### **1.2. Objetivos Específicos**

- Diseñar una herramienta de diagnóstico en Excel, estructurada en cuatro niveles de análisis (activos, sistemas de activos, procesos organizacionales y organización), que permita valorar de manera integral el nivel de madurez en la gestión de la confiabilidad dentro de organizaciones intensivas en activos físicos.
- Desarrollar un sistema de medición y visualización interactiva en Excel, mediante la programación de fórmulas, gráficos dinámicos y semáforos de alerta, que traduzca los resultados del diagnóstico en indicadores porcentuales de madurez, niveles de riesgo y representaciones gráficas de los hallazgos por subcategorías evaluadas, con el fin de facilitar la interpretación de los resultados y la priorización de acciones de mejora.
- Establecer un mecanismo automatizado de priorización de acciones en Excel, mediante el diseño de matrices de criticidad y fórmulas de ponderación basadas

en los hallazgos y brechas identificadas, que permita orientar de manera acertada los esfuerzos de mejora en la confiabilidad organizacional.

## **2. Metodología**

Para el desarrollo de esta monografía se ha estructurado una metodología basada en tres fases, que permitirán dar respuesta al objetivo general propuesto y asegurar la coherencia entre el problema identificado, el análisis realizado y la solución planteada. El enfoque es aplicado y proyectivo, ya que busca desarrollar una herramienta funcional que pueda ser replicada en otras organizaciones con características similares a las descritas en la introducción.

- Fase 1. Revisión documental y conceptual.

En esta primera etapa se llevará a cabo una revisión de literatura técnica y normativa relacionada con modelos de diagnóstico en confiabilidad, gestión de mantenimiento, evaluación de madurez organizacional y herramientas aplicadas a industrias intensivas en activos físicos productivos. Esta revisión permitirá establecer los fundamentos teóricos, conceptuales y normativos que servirán de base para la construcción de la herramienta. Asimismo, se identificarán referencias prácticas utilizadas en el sector Oil & Gas, eléctrico e industrial, particularmente aquellas que han demostrado buenos resultados en el cierre de brechas operativas.

- Fase 2. Diseño de la herramienta diagnóstica.

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 18

Con base en los hallazgos de la revisión anterior, se diseñará la estructura de la herramienta diagnóstica en Excel, organizándola en cuatro niveles de análisis: activos, sistemas de activos, procesos organizacionales y organizacional. Para cada uno de estos niveles se definirán criterios de evaluación, escalas de madurez, umbrales de alerta (semáforos de riesgo) y mecanismos automáticos de priorización de acciones, usando formulación y funciones básicas de Excel.

Además, se desarrollará una sección de generación automática de recomendaciones. El diseño será validado inicialmente con expertos en gestión de activos y confiabilidad.

- Fase 3. Análisis de resultados y validación

Una vez finalizado el diseño de la herramienta diagnóstica, se procederá a realizar una serie de pruebas internas utilizando datos hipotéticos o escenarios simulados. El objetivo de estas pruebas es verificar la coherencia lógica del modelo, identificar posibles errores en los cálculos automáticos y evaluar el comportamiento del sistema de priorización y generación de recomendaciones.

Estas validaciones permitirán ajustar tanto el contenido como la estructura técnica de la herramienta, asegurando que los indicadores, escalas de madurez y salidas gráficas respondan de manera adecuada a los objetivos del diagnóstico.

Adicionalmente, la herramienta será revisada por un equipo de profesionales expertos en mantenimiento y gestión de activos que actualmente hacen parte de la organización en la cual trabajan. Este grupo, con conocimiento práctico y experiencia directa en procesos operativos,

brindará una retroalimentación valiosa para asegurar que la herramienta sea aplicable, comprensible y útil en contextos reales. La validación cualitativa con este equipo servirá como una prueba de concepto para garantizar la funcionalidad, pertinencia y claridad de los criterios utilizados.

### **3. Herramienta diagnóstica del nivel de aplicación de prácticas de gestión de confiabilidad**

Ante la necesidad de determinar el nivel de madurez en confiabilidad de los activos, los sistemas de activos, los procesos organizacionales y la organización en su conjunto, se construye una herramienta basada en la experiencia acumulada por el autor, mediante documentación de buenas prácticas como lo es la SMRP, referencias normativas como ISO e IEC, y enriquecida con los aportes de colegas vinculados al área de mantenimiento en diversas industrias, tales como petróleo, gas, transmisión y distribución eléctrica, manufactura, entre otras. Esta herramienta tiene como propósito identificar el estado actual de las organizaciones en materia de confiabilidad operativa, a partir de una serie de preguntas sencillas, intuitivas y enfocadas en los principales factores de dolor que enfrentan las empresas a nivel global en esta disciplina. Adicionalmente, los resultados del diagnóstico permitirán orientar estrategias de cierre de brechas que contribuyan a una mejor toma de decisiones, a la reducción de costos asociados a fallas no previstas, y a la mitigación de riesgos que puedan impactar la reputación, el desempeño y la sostenibilidad financiera de la organización.

### 3.1. Nivel de madurez de prácticas de gestión de Confiabilidad en Activos

Para la dimensión de confiabilidad de activos, se diseñó un cuestionario de 29 preguntas con opciones de respuesta cerradas. La elección en cada pregunta se traduce en una puntuación que ubica a la organización en un nivel de madurez de confiabilidad de activos, según el modelo adoptado. Este diagnóstico permitirá identificar brechas frente a buenas prácticas, priorizar iniciativas y orientar la asignación de recursos; además, servirá para definir un plan de mejora con metas medibles y responsables y para dar seguimiento periódico mediante indicadores como .

A continuación, se presentan las 29 preguntas de selección múltiple que componen el instrumento de evaluación de la confiabilidad de activos, como se observa en la tabla 1. Cada ítem incluye alternativas mutuamente excluyentes, alineadas con los niveles de madurez del modelo adoptado (de incipiente a optimizado). Se selecciona una sola opción por pregunta, aquella que describa con mayor fidelidad la práctica habitual de la organización y que pueda sustentarse con evidencias. Las respuestas constituirán la base para el cálculo del nivel de madurez y la identificación de brechas y oportunidades de mejora:

**Tabla 1. Preguntas y Respuestas del nivel de madurez de prácticas de confiabilidad en activos**

1- ¿Qué metodologías se aplican durante la fase de diseño e incorporación de nuevos activos para asegurar su confiabilidad y optimizar su ciclo de vida?
A No se aplican metodologías específicas durante la fase de diseño e

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 21

---

incorporación de activos. Las decisiones se basan principalmente en criterios de costo inicial

---

**B** Se considera el costo inicial y la experiencia previa, pero no se realizan análisis formales de ciclo de vida (LCC) ni de confiabilidad (RCM)

---

**C** Se realiza un análisis básico de costo del ciclo de vida (LCC) y/o se aplican principios básicos de RCM de manera informal, pero sin documentación ni procesos estandarizados

---

**D** Se aplica una metodología formal de análisis de costo del ciclo de vida (LCC) y/o se utiliza RCM para definir las estrategias de mantenimiento iniciales, pero con una alineación parcial a normativas internacionales y sin un proceso estandarizado en la organización

---

**E** Se aplican metodologías robustas y formalizadas de análisis de costo del ciclo de vida (LCC) y RCM (siguiendo normativas como SAE JA1012) durante la fase de diseño e incorporación de activos, con procedimientos documentados y aplicados sistemáticamente para asegurar la confiabilidad y optimizar el costo total de propiedad

---

**2- ¿Cómo se realiza la clasificación taxonómica de los activos en la organización?**

---

**A** No se realiza una clasificación taxonómica de los activos

---

**B** La clasificación se basa en criterios empíricos o experiencia del personal, sin un enfoque estructurado

---

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 22

---

**C** Se utiliza una clasificación básica (por ejemplo, por tipo de equipo o ubicación), pero no se sigue un estándar definido

---

**D** Se aplica una clasificación taxonómica basada en estándares internacionales (como ISO 14224), pero no está completamente integrada en los procesos de gestión de activos

---

**E** La clasificación taxonómica se realiza siguiendo estándares internacionales (como ISO 14224), con un proceso formalizado y alineado con la estrategia de gestión de activos de la organización

---

**3- ¿Se ha identificado y documentado cuáles activos siguen una estrategia de mantenimiento correctivo (operar hasta la falla)?**

---

**A** Sí

---

**B** No

---

**4- ¿Bajo qué metodología se determinó la clasificación de activos que operan hasta la falla?**

---

**A** No se ha definido una metodología específica para clasificar los activos que operan hasta la falla

---

**B** La clasificación se realiza con base en criterios empíricos o experiencia del personal, sin un enfoque estructurado

---

**C** Se ha aplicado ocasionalmente alguna metodología, como RCM (SAE JA1012), pero sin un procedimiento formalizado ni documentación clara

---

**D** Se emplea una metodología reconocida, como criticidad, con alineación

---

---

parcial a normativas internacionales, aunque sin un proceso estandarizado dentro de la organización

---

La clasificación se realiza mediante una metodología basada en la criticidad de los activos (NORZOK Z-008), que considera factores como el impacto operativo, los costos de falla, los riesgos de seguridad y el cumplimiento normativo. Este enfoque está formalizado, documentado y se aplica sistemáticamente en toda la empresa para priorizar recursos y estrategias de mantenimiento

---

**5- ¿Se han identificado y documentado los activos que están incluidos en el plan de mantenimiento preventivo?**

---

**A** Sí

---

**B** No

---

---

**6- ¿Bajo qué metodología se determinó los activos que están incluidos en el plan de mantenimiento preventivo?**

---

**A** No se ha definido una metodología específica para determinar los activos incluidos en el plan de mantenimiento preventivo

---

**B** Se determina con base en criterios empíricos o experiencia del personal, sin un enfoque estructurado

---

**C** Se ha aplicado ocasionalmente alguna metodología, como análisis de criticidad o FMECA (IEC 60812), pero sin un procedimiento formalizado ni documentación clara

---

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 24

---

D Se emplea una metodología reconocida, como análisis de criticidad o FMEA (IEC 60812), con alineación parcial a normativas internacionales, aunque sin un proceso estandarizado dentro de la organización

---

E Se determina mediante una metodología basada en normativas internacionales, como análisis de criticidad (NORZOK Z-008) o FMEA (IEC 60812), con procedimientos formalizados y aplicados sistemáticamente en la empresa

---

7- ¿Se tiene una clasificación de los activos en función de su criticidad?

---

A Sí

---

B No

---

8- ¿Bajo qué metodología se determinó la criticidad de los activos?

---

A No se emplea ninguna metodología estructurada para definir la criticidad de los activos

---

B Se utiliza un criterio subjetivo sin respaldo en una metodología formalmente establecida

---

C Se aplican metodologías de manera ocasional, pero sin un proceso documentado ni estandarizado

---

D Se emplea una metodología alineada con normativas internacionales (NORZOK Z-008), pero sin un procedimiento formalizado dentro de la organización

---

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 25

---

Se aplica de manera sistemática una metodología basada en normativas

**E** internacionales (NORZOK Z-008), con un procedimiento formalizado y documentado en la organización

---

**9- ¿Se tiene una ponderación por nivel de criticidad de los activos (Muy alto, Alto, Medio, Bajo)?**

---

**A** Sí

---

**B** No

---

**10- ¿Se tienen identificados en el análisis de criticidad los equipos críticos por Seguridad de procesos?**

---

**A** Sí

---

**B** No

---

**11- ¿Qué porcentaje de activos cuentan con un análisis de criticidad?**

---

**A** 0%

---

**B** 1% - 20%

---

**C** 21% - 40%

---

**D** 41% - 60%

---

**E** 61% - 80%

---

**F** 81% - 100%

---

**12- ¿En qué condiciones se actualiza el análisis de criticidad de los activos?**

---

**A** No se cuenta con criterios definidos para su actualización

---

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 26

---

**B** Se revisa ocasionalmente ante cambios evidentes en la operación, pero sin criterios formalizados

---

**C** Se actualiza en función de cambios en el contexto operacional

---

**D** Se actualiza de manera estructurada conforme a eventos definidos, como cambios en la matriz RAM, variaciones en los análisis de riesgos, incorporación de nuevos activos o modificaciones normativas, siguiendo un procedimiento formalizado y alineado con estándares corporativos

---

**13- ¿Se priorizan los activos críticos en los planes de mantenimiento?**

---

**A** Sí

---

**B** No

---

**14- ¿Qué criterios se usan para priorizar los activos críticos en los planes de mantenimiento?**

---

**A** Sin un Criterio Formal

---

**B** Se priorizan aquellos activos para los cuales los repuestos o materiales son críticos

---

**C** Los activos con mayor costo asociado al tiempo fuera de servicio tienen mayor prioridad

---

**D** Se priorizan aquellos activos cuya falla tendría un impacto significativo en la operación general o en la seguridad

---

**E** Los activos con mayor historial de fallas reciben prioridad en los planes de mantenimiento

---

---

F Según factores como impacto en seguridad, medioambiente, producción y costos

---

**15- ¿Con que fin se utiliza el análisis de criticidad?**

---

A No se tiene un propósito definido para el análisis de criticidad

---

B Focalizar esfuerzos en activos críticos para evitar interrupciones inesperadas en la operación

---

C Determinar el momento adecuado para reemplazar o renovar activos

---

D Justificar inversiones en modernización, reemplazo o mejora de activos críticos

---

E Identificar y mitigar los riesgos asociados a la falla de activos críticos en seguridad, producción o medioambiente

---

F Optimizar el uso de recursos humanos, técnicos y financieros en función de la importancia de los activos

---

G Identificar qué activos deben recibir mantenimiento preventivo o predictivo con mayor periodicidad

---

**16- ¿Se calcula la confiabilidad de los activos?**

---

A Sí

---

B No

---

**17- ¿Bajo qué metodología se selecciona la distribución de probabilidad para calcular la confiabilidad de los activos reparables?**

---

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 28

---

<b>A</b>	No se utiliza una metodología formal para seleccionar la distribución
----------	---

---

	Se calcula la confiabilidad con un enfoque basado en el tiempo medio entre
--	--

---

<b>B</b>	fallas (MTBF), pero no se aplica ninguna distribución de probabilidad específica
----------	--

---

<b>C</b>	Se utiliza una distribución estándar (por ejemplo, Weibull o Exponencial) para todos los activos, sin tener en cuenta las variaciones en los datos
----------	--

---

<b>D</b>	La selección de la distribución se realiza de manera flexible, según la naturaleza del activo y los datos disponibles, sin seguir un proceso estructurado
----------	---

---

<b>E</b>	Se utiliza un proceso estructurado basado en la recopilación de datos históricos de fallas y se selecciona la distribución más adecuada (como Weibull, Exponencial, etc.) según el comportamiento observado
----------	---

---

<b>18- ¿Bajo qué metodología se selecciona la distribución de probabilidad para calcular la confiabilidad de los activos no reparables?</b>	
---	--

---

<b>A</b>	No se utiliza una metodología formal para seleccionar la distribución de probabilidad
----------	---

---

<b>B</b>	Se calcula la confiabilidad con un enfoque basado en el tiempo medio hasta la falla (MTTF), pero no se aplica ninguna distribución de probabilidad específica
----------	---

---

<b>C</b>	La selección de la distribución se realiza de manera flexible, según la
----------	---

---

---

naturaleza del activo no reparable y los datos disponibles, pero sin seguir un proceso estructurado o documentado

---

Se utiliza una distribución estándar (por ejemplo, Weibull o Exponencial)

**D** para todos los activos no reparables, sin tener en cuenta las variaciones en los datos o el comportamiento específico de cada activo

---

Se utiliza un proceso estructurado basado en la recopilación de datos históricos de fallas y se selecciona la distribución más adecuada (como

**E** Weibull, Exponencial, Lognormal, etc.) según el comportamiento observado y las características específicas de los activos no reparables

---

**19-¿Cómo integran el análisis de confiabilidad en las decisiones de mantenimiento o reposición de activos?**

---

La confiabilidad no se considera en las decisiones de mantenimiento o

**A** reposición

---

Respaldando decisiones de reemplazo de activos con alto costo de

**B** mantenimiento o bajo desempeño

---

Priorizando recursos en función de los análisis de confiabilidad para

**C** maximizar la efectividad de las intervenciones

---

Utilizando el análisis de confiabilidad para predecir el tiempo hasta la falla y

**D** planificar reemplazos con anticipación

---

Basando las decisiones de mantenimiento en los activos con menor

**E**

---

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 30

---

confiabilidad o mayor impacto en la operación

---

**F** Utilizando los datos de confiabilidad para determinar intervalos óptimos de mantenimiento preventivo o predictivo

---

**20- ¿Se calculan los tiempos operativos de los activos?**

---

**A** Sí

---

**B** No

---

**21- ¿Cómo calculan los tiempos operativos de los activos?**

---

**A** No se recolecta

---

**B** De forma manual

---

**C** Semiautomatizado

---

**D** Automatizado

---

**22- ¿Qué métodos utilizan para monitorear la condición de los activos?**

---

**A** No se aplica un método sistemático; el monitoreo depende de eventos o fallas

---

**B** Se realizan inspecciones visuales periódicas de forma limitada

---

**C** Se utilizan algunas técnicas básicas de monitoreo (ej. análisis de vibraciones puntuales, termografía ocasional) de forma aislada

---

**D** Se implementan diversas técnicas de monitoreo de condición (CBM) de forma regular, pero no están integradas ni optimizadas

---

**E** Se utiliza un enfoque integral de monitoreo de condición basado en

---

---

múltiples técnicas (ej. vibraciones, termografía, análisis de aceite) integradas con sistemas SCADA y se explotan herramientas avanzadas como IoT, Big Data y Machine Learning para el análisis predictivo

---

**23- ¿Se aplican metodologías como RCM o PMO en la fase de operación y mantenimiento de los activos?**

---

**A** No se aplican metodologías estructuradas de confiabilidad

---

**B** Se aplican ocasionalmente RCM o PMO en activos críticos, pero sin una política estandarizada

---

**C** Se implementan análisis RCM o PMO de manera regular, pero con aplicación limitada a ciertos procesos

---

**D** Se cuenta con una metodología estructurada y sistemática de RCM y/o PMO para optimizar la confiabilidad de los activos en operación y mantenimiento

---

**24- ¿Cómo se gestiona la información relacionada con los activos (historial de mantenimiento, datos de rendimiento, especificaciones técnicas, etc.)?**

---

**A** No se gestiona la información relacionada con los activos de forma sistemática. La información se guarda de forma dispersa y no está accesible

---

**B** La información se registra de forma básica en hojas de cálculo o documentos dispersos, pero no está centralizada ni se utiliza para la toma de decisiones

---

**C** Se utiliza un software de gestión de mantenimiento (CMMS) para registrar el historial de mantenimiento, pero su uso es limitado y la información no

---

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 32

---

está completa ni actualizada

---

Se utiliza un CMMS o un sistema de gestión de activos (EAM) para

**D** gestionar la información de los activos, pero la integración con otros sistemas es limitada y el análisis de datos es básico

---

Se utiliza un sistema EAM integral que centraliza toda la información

relacionada con los activos (historial de mantenimiento, datos de

rendimiento, especificaciones técnicas, etc.), con integración con otros

**E** sistemas (ej. SCADA, ERP) y herramientas de análisis de datos (ej.

Business Intelligence) para la toma de decisiones proactiva y la

optimización del rendimiento de los activos

---

**25- ¿Cómo se evalúa la efectividad de las metodologías RCM, PMO y LCC en la organización?**

---

**A** No se realiza una evaluación formal de la efectividad de estas metodologías

---

La evaluación se basa en criterios subjetivos o experiencia del personal, sin

**B** métricas definidas

---

Se realizan evaluaciones ocasionales, pero sin un proceso estructurado ni

**C** documentación clara

---

Se evalúa la efectividad de manera sistemática, utilizando métricas

**D** definidas, pero sin alineación completa con estándares internacionales

---

La efectividad se evalúa de manera integral, con métricas alineadas a

**E** estándares internacionales, revisiones periódicas y planes de mejora

---

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL  
DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE  
MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 33

---

continua

---

**26- ¿Se realizan Mantenimientos Mayores?**

---

**A** Sí

---

**B** No

---

**27- ¿Se cuenta con un plan de actividades para Mantenimientos Mayores?**

---

**A** Sí

---

**B** No

---

**28- ¿Se evalúa el impacto del mantenimiento mayor en la confiabilidad del equipo?**

---

**A** Sí

---

**B** No

---

**29- ¿Cómo se determina la estrategia de reaprovisionamiento de repuestos en la organización?**

---

**A** El reaprovisionamiento se define en base al de análisis de riesgo, criticidad de activos, impacto operativo y costos de ciclo de vida

---

**B** La estrategia se basa parcialmente en análisis de riesgo, aplicada a repuestos críticos

---

**C** Se consideran niveles de inventario y criterios económicos básicos, sin incluir riesgo

---

**D** El reaprovisionamiento se hace de forma reactiva o basado solo en experiencia histórica.

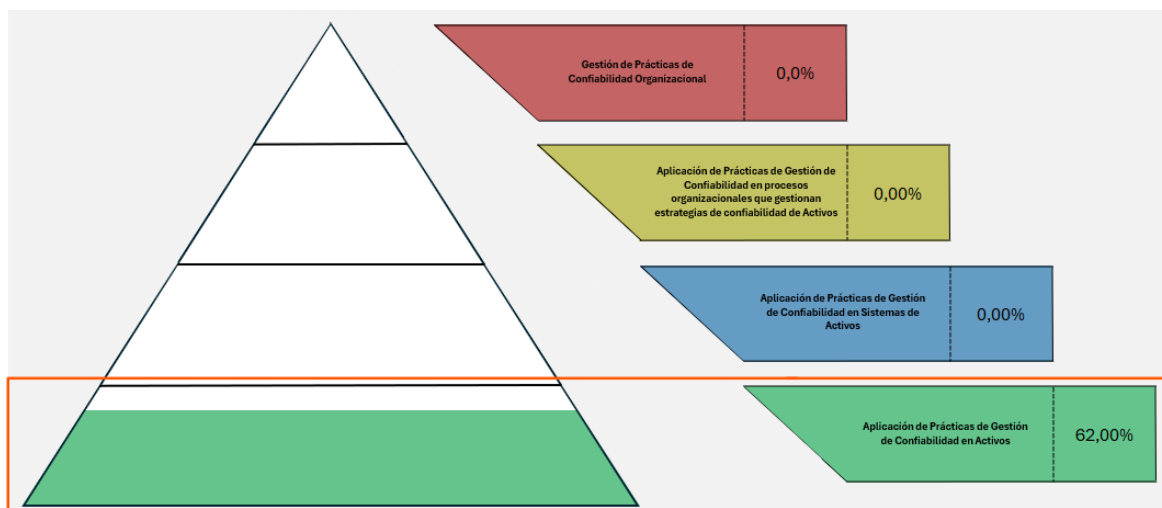
---

**E** No existe una estrategia formal de reaprovisionamiento.

---

Con base en las respuestas seleccionadas, se calculará el nivel de madurez en la implementación de prácticas de confiabilidad de activos, expresado en un índice global entre 0 % y 100 %, representado en la pirámide de confiabilidad como se aprecia en la figura 1.

**Figura 1. Pirámide de confiabilidad - Activos**



Adicionalmente, se generará una gráfica radial (ver figura 2) con seis ejes principales de la implementación de prácticas en confiabilidad de activos:

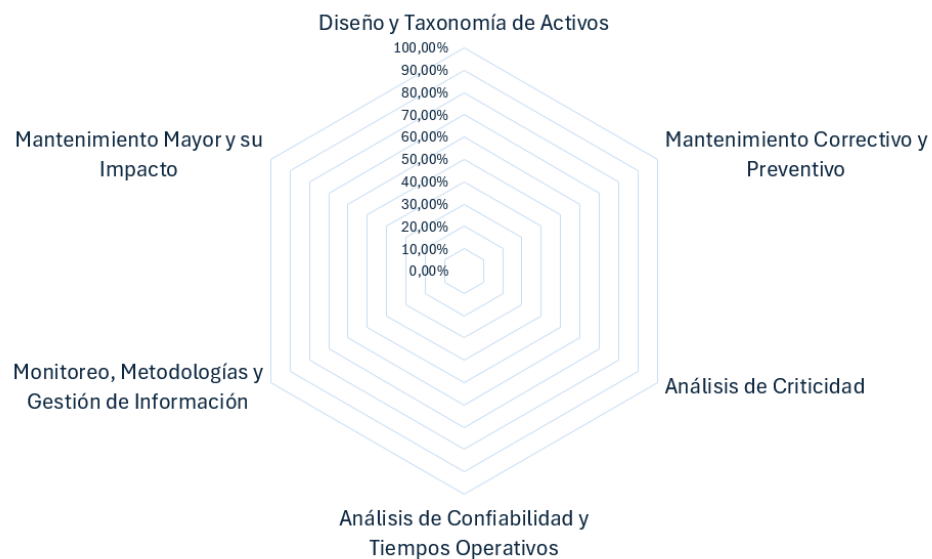
- Diseño y taxonomía de activos;
- Mantenimiento correctivo y preventivo;
- Análisis de criticidad;
- Análisis de confiabilidad y tiempos operativos;

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 35

- Monitoreo, metodologías y gestión de la información
- Mantenimiento Mayor y su Impacto

que permitirá visualizar de forma comparativa el grado de madurez alcanzado en cada componente global.

**Figura 2. Ejes de la gestión de prácticas de confiabilidad en activos**



Finalmente, con base en el nivel de madurez y los resultados, se emitirán recomendaciones específicas para cada eje de la gestión de confiabilidad en activos. Estas se derivan directamente de las respuestas seleccionadas e incluirán acciones concretas.

### 3.2. Nivel de madurez de prácticas de Gestión de Confiabilidad en Sistemas de Activos

Para las prácticas de gestión de la confiabilidad en sistemas de activos, se elaboraron 14 preguntas de selección múltiple. La opción elegida en cada ítem se traduce en una puntuación estandarizada que ubica a la organización en un nivel de madurez de implementación. Los contenidos abarcan, entre otros, el modelamiento RBD, las fuentes y herramientas para su actualización; la aplicación de metodologías formales (p. ej., FMEA, RCM, FTA, RAM/RAMS); el modelamiento RAM; la gestión y analítica de datos e indicadores históricos (CMMS/SCADA/BI); la gestión de repuestos y rotación de equipos. Con ello se busca identificar brechas frente a buenas prácticas, priorizar intervenciones y orientar decisiones de mejora e inversión en confiabilidad de manera objetiva.

A continuación, se presentan las 14 preguntas de selección múltiple que componen el instrumento de evaluación de prácticas de gestión de confiabilidad en sistemas activos, como se observa en la tabla 2:

**Tabla 2. Preguntas y Respuestas del nivel de madurez de prácticas de confiabilidad en sistemas de activos**

1- ¿Se realiza modelamiento RBD a los sistemas complejos?	
A	Sí
B	No

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 37

---

2- ¿Qué tanto porcentaje de la planta se tiene modelado en RBD?

---

A 0%

---

B 1% - 20%

---

C 21% - 40%

---

D 41% - 60%

---

E 61% - 80%

---

F 81% - 100%

---

3- ¿Mediante que fuentes de información se construye los diagramas (RBD) de confiabilidad?

---

A No se cuenta con una fuente de información estructurada para construir los diagramas RBD

---

B Análisis gráficos que relacionan las fallas potenciales con sus consecuencias en el sistema

---

C Representaciones esquemáticas de los procesos y sus principales equipos

---

D Documentos que describen los principios operacionales de los activos y sistemas

---

E Representaciones detalladas de los sistemas de procesos y sus interconexiones

---

F Datos obtenidos de sistemas de supervisión, control y adquisición de datos en tiempo real

---

4- ¿Mediante que herramienta se actualiza los diagramas (RBD) de confiabilidad?

---

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 38

---

**A** No se actualiza

---

Actualización de diagramas RBD de forma manual, utilizando herramientas

**B** de dibujo y edición, lo cual puede ser adecuado para sistemas simples o cuando se requiere una alta personalización

---

Hoja de cálculo utilizada para la gestión y análisis de datos relacionados con

**C** la confiabilidad, permitiendo realizar cálculos y gráficos básicos para visualizar el rendimiento del sistema

---

Herramientas diseñadas específicamente para la creación, análisis y

**D** actualización de diagramas RBD, ofreciendo funcionalidades avanzadas para la simulación y modelado de la confiabilidad

---

**5- ¿Se utilizan metodologías para calcular la confiabilidad de los sistemas de activo?**

---

**A** Sí

---

**B** No

---

**6- ¿Qué metodologías se utilizan para determinar la confiabilidad de los sistemas de activos?**

---

**A** No se utiliza ninguna metodología formal para analizar la confiabilidad de los sistemas de activos

---

Se aplican metodologías básicas de manera ocasional, como el Análisis de

**B** Modos de Fallo y Efectos (FMEA - IEC 60812), pero sin un proceso estructurado ni documentación clara

---

**C** Se utilizan metodologías como el Mantenimiento Basado en Confiabilidad

---

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 39

---

(RCM, SAE JA1012) o el Análisis de Árbol de Fallos (FTA - IEC 61025), pero solo para sistemas críticos y sin un enfoque integral

---

**D** Se aplican metodologías avanzadas, como el Análisis de la Confiabilidad Operativa (Reliability Block Diagram - RBD) o el Análisis de Confiabilidad y Disponibilidad (RAMS), de manera sistemática, pero sin alineación completa con estándares internacionales

---

**E** Se implementa un enfoque integral que combina metodologías como RCM (SAE JA1012), FMEA (IEC 60812), FTA (IEC 61025), RBD (IEC 61508) y RAMS, con procesos formalizados, alineados a estándares internacionales y soportados por herramientas avanzadas de análisis

---

**7- ¿Se hace modelamiento RAM de los sistemas de activos?**

---

**A** Sí

---

**B** No

---

**8- ¿Cómo gestionan los datos históricos de desempeño de los sistemas de activos?**

---

**A** No se gestiona

---

**B** Manuales de registros donde se documenta el desempeño y las intervenciones realizadas en los activos

---

**C** Hojas de cálculo utilizadas para registrar y analizar datos históricos (por ejemplo, Excel)

---

**D** Herramientas que permiten la visualización y análisis avanzado de datos

---

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 40

---

históricos (por ejemplo, Power BI, Spotfire, etc.)

---

E Sistemas informáticos que ayudan a gestionar el mantenimiento y la operación de activos (por ejemplo, CMMS), almacenando datos históricos sobre el rendimiento y el mantenimiento realizado

---

F Sistemas que permiten la supervisión y control en tiempo real de procesos industriales (por ejemplo; SCADA), recopilando datos históricos sobre el desempeño de los activos

---

**9- ¿Cómo se aplica el análisis RAM de los sistemas de activos en la organización?**

---

A Se realizan modelos con proyección en el tiempo, usados para toma de decisiones

---

B Se combina análisis estático con algunos modelos de proyección

---

C Se aplican cálculos estáticos de indicadores en un tiempo específico

---

D No se realiza análisis RAM

---

**10- ¿En qué medida el modelamiento RAM de los sistemas de activos considera costos y riesgos?**

---

A El modelamiento RAM integra costos y riesgos, y sus resultados se usan para optimizar decisiones estratégicas y de inversión

---

B Se incluyen tanto costos como riesgos en los modelos RAM de forma regular

---

C Se incluye de manera parcial el análisis de costos o riesgos, pero no ambos

---

D Se realiza modelamiento RAM sin incluir costos ni riesgos.

---

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 41

---

**E** No se realiza modelamiento RAM.

---

**11- ¿Cómo se aplica el modelamiento RAM en la selección de equipos durante proyectos?**

---

El modelamiento RAM se integra de manera sistemática en todos los

**A** proyectos, vinculando criterios de confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y costo de ciclo de vida

---

El modelamiento RAM se aplica regularmente en la selección de equipos de

**B** proyectos relevantes

---

El modelamiento RAM se aplica solo en equipos o sistemas críticos de

**C** algunos proyectos

---

**D** Se realizan evaluaciones cualitativas básicas sin modelamiento formal RAM

---

**E** No se realiza modelamiento RAM en la selección de equipos.

---

**12- ¿Cómo se gestionan los KPI's de confiabilidad por sistemas de activos en la organización?**

---

Los KPI's se calculan en todos los niveles taxonómicos y se integran para

**A** análisis comparativo y soporte de decisiones estratégicas

---

Se calculan KPI's en múltiples niveles taxonómicos (activo, subsistema y

**B** sistema)

---

Se calculan KPI's en un único nivel taxonómico (ej. activo o sistema

**C** principal)

---

Se calculan solo indicadores globales de confiabilidad, sin desglose por

**D** sistemas

---

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 42

---

E No se calculan KPI's de confiabilidad.

---

**13- ¿Cómo se gestionan las probabilidades de falla conjunta de equipos que comparten un mismo repuesto?**

---

El análisis estadístico (Poisson, binomial, u otros modelos probabilísticos avanzados) se integra de forma sistemática en la planificación de repuestos y la gestión de riesgos operativos

A

---

Se aplican regularmente metodologías estadísticas como distribuciones Poisson o binomial para equipos críticos

B

---

Se aplican cálculos básicos con metodologías estadísticas simples, aunque no de manera consistente

C

---

Se realizan estimaciones cualitativas sin métodos estadísticos formales

D

---

No se realizan cálculos de probabilidad conjunta de falla.

E

---

**14- ¿De qué manera se administran las rotaciones de los equipos en stand by?**

---

Se integran rotaciones escalonadas en un programa formal, con análisis de confiabilidad y monitoreo de desempeño para optimizar la vida útil de los equipos

A

---

Se aplican rotaciones escalonadas de manera planificada para asegurar disponibilidad y confiabilidad

B

---

Se programan rotaciones regulares, pero sin un criterio estandarizado (a veces simultáneo, a veces escalonado)

C

---

---

D Se realizan rotaciones esporádicas, sin un procedimiento formal

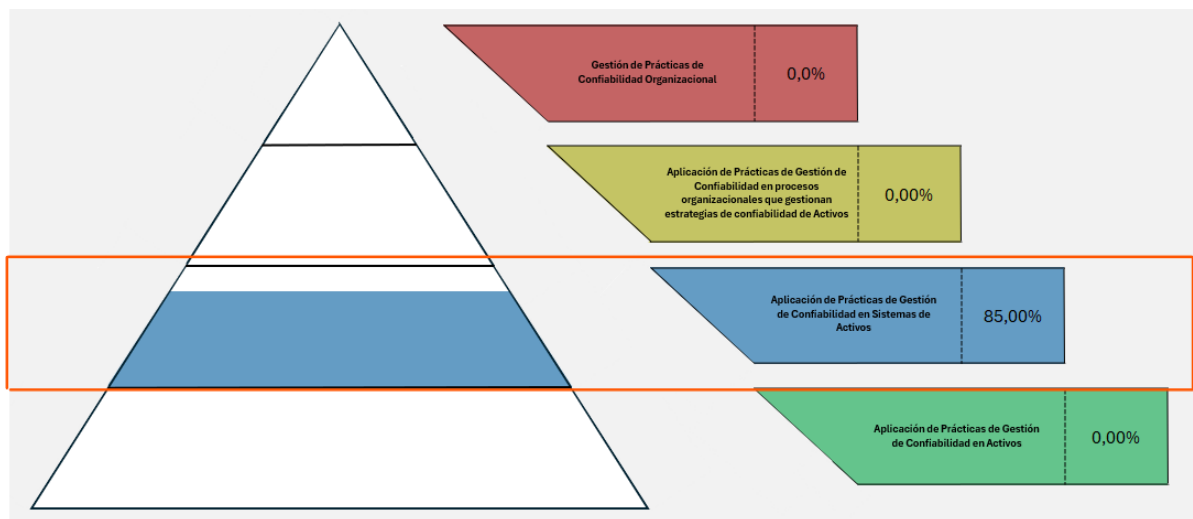
---

E No se realizan rotaciones; los equipos en stand by permanecen inactivos.

---

Con base en las respuestas seleccionadas, se calculará el nivel de madurez en la implementación de prácticas de confiabilidad de sistemas de activos, expresado en un índice global entre 0 % y 100 %, representado en la pirámide de confiabilidad como se aprecia en la figura 3.

**Figura 3. Pirámide de confiabilidad – Sistemas de activos**



Adicionalmente, se generará una gráfica radial (ver figura 4) con cuatro ejes principales de la implementación de prácticas en confiabilidad en sistemas de activos:

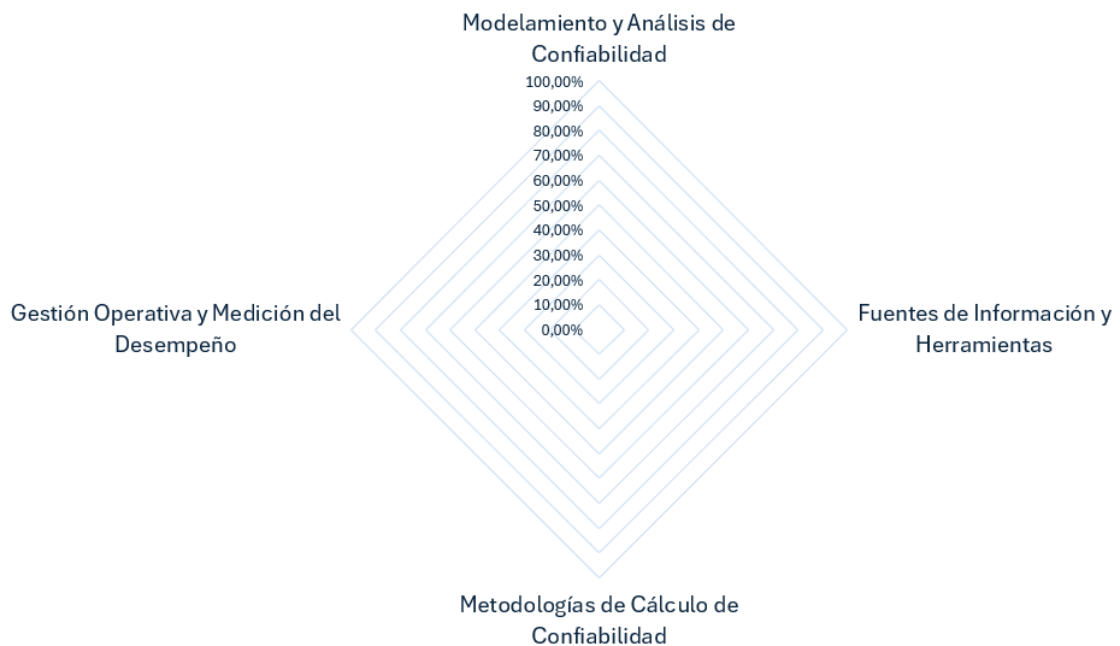
- Modelamiento y Análisis de Confiabilidad
- Fuentes de Información y Herramientas

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 44

- Metodologías de Cálculo de Confiabilidad
- Gestión Operativa y Medición del Desempeño

que permitirá visualizar de forma comparativa el grado de madurez alcanzado en cada componente global.

**Figura 4. Ejes de la gestión de prácticas de confiabilidad en sistemas de activos**



Finalmente, con base en el nivel de madurez y los resultados, se emitirán recomendaciones específicas para cada eje de la gestión de confiabilidad en sistemas de activos. Estas se derivan directamente de las respuestas seleccionadas e incluirán acciones concretas.

### **3.3. Nivel de madurez de prácticas de gestión de confiabilidad en procesos organizacionales que gestionan estrategias de confiabilidad de los activos**

Para las prácticas de gestión de la confiabilidad en los procesos organizacionales que soportan las estrategias de confiabilidad de los activos, se elaboraron 16 preguntas de selección múltiple. Cada respuesta se transforma en una puntuación estandarizada que posiciona a la organización en un nivel de madurez de implementación. El contenido aborda, entre otros aspectos, la definición de funciones y objetivos de los procesos; su alineación con metas corporativas y su incorporación en planes estratégicos y operativos; la aplicación y estandarización de metodologías (RCM, FMEA/FMECA, RBI, FTA, RAM/RAMS); la existencia de planes formales de confiabilidad; la colaboración interáreas y la revisión periódica de desempeño; la integración con gestión de riesgos, aseguramiento de la calidad y seguridad de procesos; la medición de generación de valor y de confiabilidad humana; y la mejora continua de procedimientos y herramientas. Con esta evaluación se identificarán brechas y prioridades transversales, facilitando la definición de iniciativas, la asignación de recursos, y el seguimiento mediante indicadores para impulsar la madurez organizacional en confiabilidad.

A continuación, se presentan las 16 preguntas de selección múltiple que componen el instrumento de evaluación de prácticas de gestión de confiabilidad en procesos organizacionales que gestionan estrategias de confiabilidad de los activos, como se observa en la tabla 3:

**Tabla 3. Preguntas y Respuestas del nivel de madurez de prácticas de confiabilidad en procesos organizacionales que gestionan estrategias de confiabilidad de los activos**

<b>1- ¿Se tiene claras las funciones de los procesos que gestionan los activos, respecto a la confiabilidad de los activos?</b>	
<b>A</b>	Sí
<b>B</b>	No
<b>2- ¿Se tienen claros los objetivos de los procesos que gestionan los activos, respecto a la confiabilidad de los activos?</b>	
<b>A</b>	Sí
<b>B</b>	No
<b>3- ¿Se han establecido objetivos de confiabilidad alineados con los objetivos organizacionales?</b>	
<b>A</b>	Sí
<b>B</b>	No
<b>4- ¿Se establecen objetivos de confiabilidad en los planes estratégicos y operativos de los procesos que gestionan la confiabilidad de los activos?</b>	
<b>A</b>	Sí
<b>B</b>	No
<b>5- ¿Qué procesos participan en la gestión de confiabilidad de los activos?</b>	
<b>A</b>	Únicamente los procesos de Planeación y Ejecución del Mantenimiento; y Operación
<b>B</b>	Planeación y Ejecución del Mantenimiento; Operación; Ingeniería y/o

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 47

---

	proyectos
<b>C</b>	Planeación y Ejecución del Mantenimiento; Operación; Abastecimiento y/o compras
<b>D</b>	Planeación y Ejecución del Mantenimiento; Operación; Ingeniería y/o proyectos; Abastecimiento y/o compras
<b>6- ¿Qué metodologías aplican los procesos para mantener la confiabilidad de los activos?</b>	
<b>A</b>	No se aplica ninguna metodología formal: La organización no ha implementado un enfoque estructurado para el mantenimiento de la confiabilidad de los activos.
<b>B</b>	Se aplican criterios empíricos o experiencia del personal: La clasificación y el mantenimiento de los activos se basan en la experiencia del personal, sin un enfoque sistemático ni documentación formal.
<b>C</b>	Se ha utilizado ocasionalmente alguna metodología: Se han aplicado metodologías como el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) o el Análisis de Modos y Efectos de Falla (FMEA/FMECA), pero sin un procedimiento formalizado ni documentación clara que respalde su uso
<b>D</b>	Se emplea una metodología reconocida, pero sin estandarización: La organización metodologías como Inspección Basada en Riesgo (RBI) o Análisis de Árbol de Fallos (FTA), con alineación parcial a normativas internacionales, aunque carece de un proceso estandarizado dentro de la

---

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 48

---

empresa

---

La clasificación y el mantenimiento se realizan mediante metodologías formales: Se aplica una metodología basada en la criticidad de los activos, como el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) o el Análisis de E Confiabilidad y Disponibilidad (RAMS), que considera factores como el impacto operativo, los costos de falla y los riesgos asociados. Este enfoque está formalizado, documentado y se aplica sistemáticamente en toda la organización para priorizar recursos y estrategias de mantenimiento

---

**7- ¿Existe un plan o planes desde los procesos para implementar estrategias de confiabilidad de los activos?**

---

A Sí

---

B No

---

**8- ¿Los equipos de confiabilidad colaboran activamente con áreas de producción, planeación y ejecución de mantenimiento, operación, proyectos, entre otros?**

---

A Sí

---

B No

---

**9- ¿La gestión de confiabilidad está alineada con otros procesos organizacionales como gestión de riesgos, aseguramiento de calidad, y seguridad de procesos?**

---

A Sí

---

B No

---

**10- ¿Se realizan reuniones periódicas de revisión de desempeño de confiabilidad entre las áreas**

---

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 49

---

**operativas y de mantenimiento?**

---

**A** Sí

---

**B** No

---

**11-¿Se mide la generación de valor de los procesos en la gestión de confiabilidad?**

---

**A** Sí

---

**B** No

---

**12-¿Se mide la confiabilidad humana hacia el cumplimiento de los indicadores de confiabilidad?**

---

**A** Sí

---

**B** No

---

**13-¿Se lleva a cabo una evaluación periódica de la efectividad de las estrategias de confiabilidad implementadas?**

---

**A** Sí

---

**B** No

---

**14-¿Se cuenta con un proceso de mejora continua de procedimientos y herramientas de gestión confiabilidad?**

---

**A** Sí

---

**B** No

---

**15-¿Los planes asociados a los análisis de confiabilidad se revisan y ajustan periódicamente por un equipo interdisciplinario?**

---

**A** Sí

---

**B** No

---

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 50

---

**16- ¿Cómo aseguran los procesos organizacionales el cumplimiento de estándares y regulaciones aplicables?**

---

Mediante auditorías internas regulares, publicación/retroalimentación de resultados, lecciones aprendidas, mejora continua alineada con mejores prácticas del sector y verificación del cumplimiento normativos vigentes

**A**

---

Mediante una evaluación documentada de brechas, planes de cierre con responsables y plazos, actualización de procedimientos y verificación del cumplimiento normativos vigentes.

**B**

---

Existe inventario de normas y una evaluación periódica de brechas con planes de acción parciales y seguimiento limitado

**C**

---

Se conocen requisitos básicos, pero sin evaluación sistemática de brechas ni planes formales de cumplimiento

**D**

---

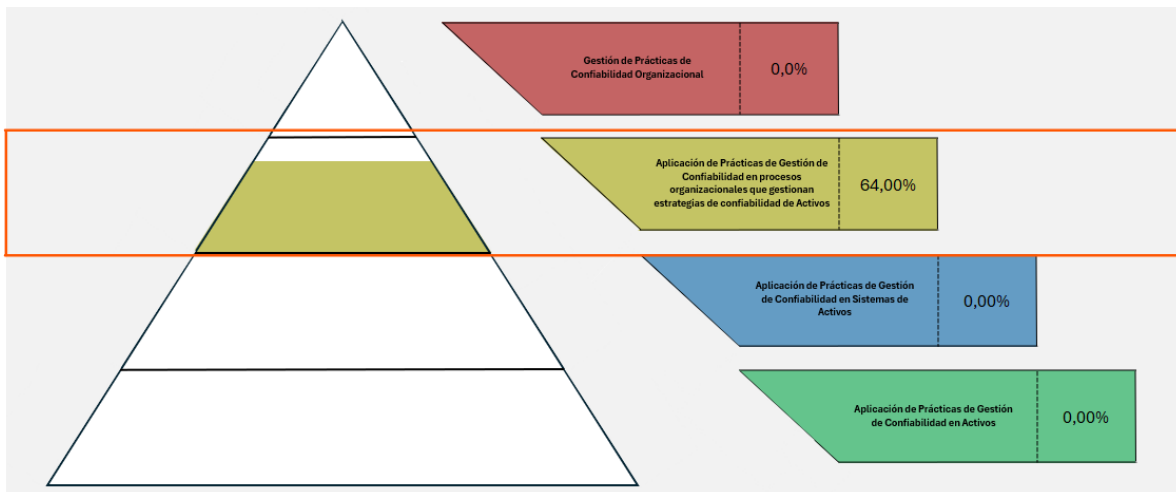
No se identifican ni gestionan estándares/regulaciones aplicables

**E**

---

Con base en las respuestas seleccionadas, se calculará el nivel de madurez en la implementación de prácticas de gestión de confiabilidad en procesos organizacionales que gestionan estrategias de confiabilidad de los activos, expresado en un índice global entre 0 % y 100 %, representado en la pirámide de confiabilidad como se aprecia en la figura 5.

**Figura 5. Pirámide de confiabilidad – Procesos organizacionales que gestionan estrategias de confiabilidad de los activos**

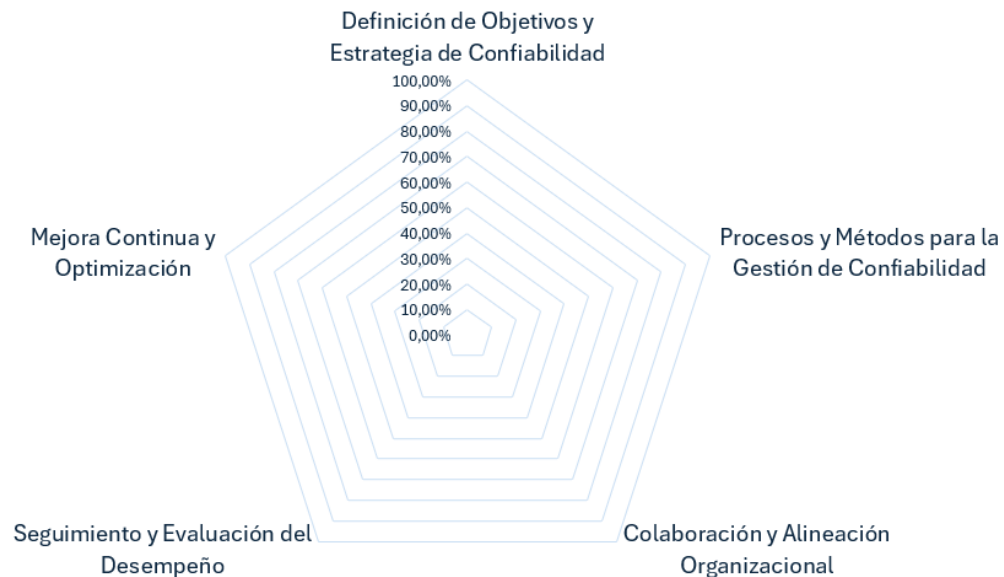


Adicionalmente, se generará una gráfica radial (ver figura 6) con cinco ejes principales de la implementación de prácticas de confiabilidad en procesos organizacionales que gestionan estrategias de confiabilidad de los activos:

- Definición de Objetivos y Estrategia de Confiabilidad
- Procesos y Métodos para la Gestión de Confiabilidad
- Colaboración y Alineación Organizacional
- Seguimiento y Evaluación del Desempeño
- Mejora Continua y Optimización

que permitirá visualizar de forma comparativa el grado de madurez alcanzado en cada componente global.

**Figura 6. Ejes de la gestión de prácticas de confiabilidad en procesos organizacionales que gestionan estrategias de confiabilidad de los activos**



Finalmente, con base en el nivel de madurez y los resultados, se emitirán recomendaciones específicas para cada eje de la gestión de confiabilidad en procesos organizacionales que gestionan estrategias de confiabilidad de los activos. Estas se derivan directamente de las respuestas seleccionadas e incluirán acciones concretas.

### **3.4. Nivel de madurez de prácticas de gestión de confiabilidad en la organización**

Para las prácticas de gestión de la confiabilidad en la organización, se diseñaron 14 preguntas de selección múltiple. Cada respuesta se pondera y consolida en un índice que ubica a la organización en un nivel de madurez de implementación. Los ítems abarcan, entre otros, la

inclusión de la confiabilidad en la estrategia corporativa, la existencia de políticas, la claridad de roles y responsabilidades, la definición de competencias y la capacitación del personal clave, los mecanismos de transferencia de conocimiento, la gestión del cambio cultural, la documentación de mejores prácticas, la realización de auditorías internas, la gestión estratégica, medición del desempeño, y la gestión de los cambios. Este diagnóstico permite identificar brechas transversales, priorizar iniciativas organizacionales y orientar la asignación de recursos para fortalecer de manera sostenible la cultura y los resultados de confiabilidad.

A continuación, se presentan las 14 preguntas de selección múltiple que componen el instrumento de evaluación de prácticas de gestión de confiabilidad en la organización, como se observa en la tabla 4:

**Tabla 4. Preguntas y Respuestas del nivel de madurez de prácticas de confiabilidad en la organización**

<b>1- ¿La estrategia corporativa incluye la confiabilidad como un pilar clave en la gestión de activos?</b>
<b>A</b> Sí
<b>B</b> No
<b>2- ¿La organización cuenta con una política de gestión de activos y/o mantenimiento con lineamientos encaminados hacia la gestión de confiabilidad?</b>
<b>A</b> Sí

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 54

---

**B** No

---

**3- ¿Existen áreas o equipos especializados en la gestión de confiabilidad dentro de la organización?**

---

**A** Sí

---

**B** No

---

**4- ¿Los procesos cuentan con una matriz de roles y responsabilidades claras para la gestión de confiabilidad de los activos?**

---

**A** Sí

---

**B** No

---

**5- ¿Se han definido competencias específicas en confiabilidad para los diferentes roles dentro de la organización?**

---

**A** Sí

---

**B** No

---

**6- ¿El personal clave recibe capacitación periódica en metodologías y herramientas de gestión de confiabilidad?**

---

**A** Sí

---

**B** No

---

**7- ¿Se tienen procesos estandarizados para la transferencia de conocimiento sobre confiabilidad entre diferentes áreas de la organización?**

---

**A** Sí

---

**B** No

---

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 55

---

8- ¿La organización cuenta con una estrategia de cambio cultural que soporte la mejoras en estrategias de confiabilidad de los activos?

---

A Sí

---

B No

---

9- ¿La organización apoya la implementación de nuevas tecnologías de la industria 4,0 encaminadas en la gestión de confiabilidad de activos y procesos?

---

A Sí

---

B No

---

10- ¿Se documentan las mejores prácticas y lecciones aprendidas en la gestión de confiabilidad dentro de la organización?

---

A Sí

---

B No

---

11- ¿Se realizan auditorías internas para medir el nivel de aplicación de prácticas de confiabilidad en la organización?

---

A Sí

---

B No

---

12- ¿Cómo se gestiona la dirección estratégica y el plan de mantenimiento y confiabilidad en la organización?

---

Mediante un plan estratégico, que integra elementos como: visión/misión,

A metas SMART, roles y recursos, benchmarks del sector, tableros de seguimiento y ajustes periódicos basados en desempeño

---

B Mediante un plan estratégico formal con metas medibles, roles definidos y

---

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 56

---

	revisiones periódicas
<b>C</b>	Hay plan estratégico con metas y responsables, pero sin alineación ni revisión periódica
<b>D</b>	Existen lineamientos básicos (visión o metas generales) sin metas medibles ni responsables definidos
<b>E</b>	No se gestiona la dirección estratégica de la organización, ni existe un plan de mantenimiento y confiabilidad

---

**13- ¿Cómo se gestionan las mediciones de desempeño en confiabilidad dentro de la organización?**

---

<b>A</b>	Existe un sistema de gestión de desempeño en confiabilidad, con indicadores, retroalimentación periódica, participación de toda la organización y uso de benchmarks del sector para impulsar excelencia
<b>B</b>	Se aplican KPIs, alineados con la estrategia, con roles definidos y seguimiento regular para impulsar la mejora continua
<b>C</b>	Existen KPIs básicos de mantenimiento y confiabilidad, alineados parcialmente con la estrategia, pero sin roles definidos ni retroalimentación sistemática
<b>D</b>	Se miden algunos indicadores de manera aislada, sin alineación con los objetivos estratégicos
<b>E</b>	No se miden indicadores de desempeño en confiabilidad

---

---

14- ¿Cómo gestiona la organización los cambios que impactan la confiabilidad (procesos, equipos, roles, tecnologías y datos)?

---

Existe un MoC integrado organizacionalmente: aplica a todos los cambios  
**A** (incluidos temporales), con métricas de eficacia, lecciones aprendidas y retroalimentación a planes y KPIS asociados a confiabilidad

---

Existe un MoC formal y estandarizado, con criterios claros, análisis de impacto (HSE/operación/confiabilidad/tecnología), roles y aprobaciones  
**B** definidos, actualización de documentación (P&ID, PM, FMEA, repuestos) y comunicación al personal

---

Existe un proceso de MoC definido con pasos mínimos (evaluación de riesgos, aprobaciones), pero con cobertura parcial y baja trazabilidad.  
**C**

---

Hay lineamientos básicos de MoC, aplicados esporádicamente y sin roles  
**D** definidos ni registros

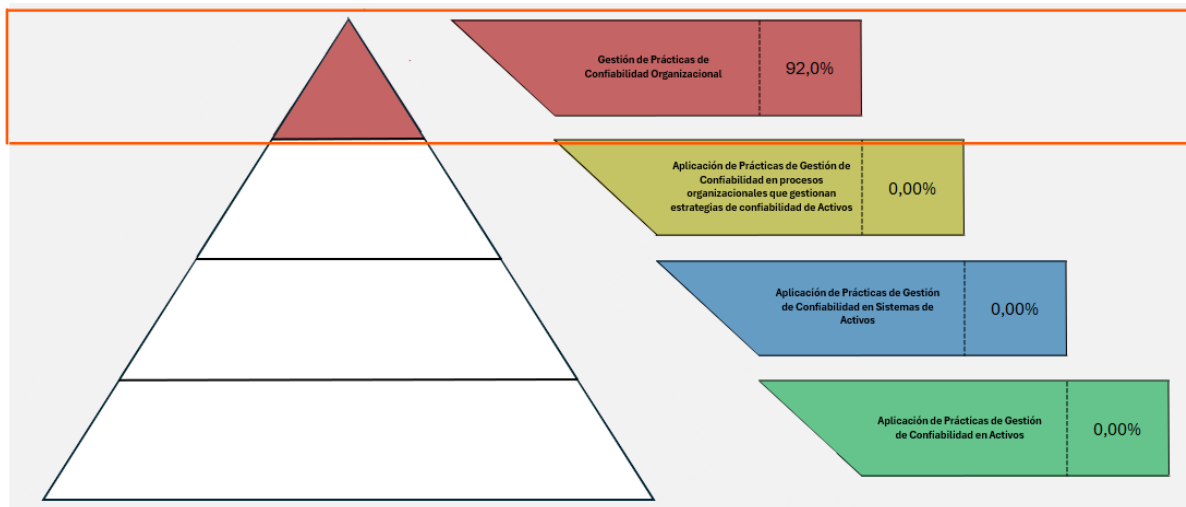
---

No existe un proceso formal de manejo del cambio (MoC); los cambios se ejecutan de forma ad-hoc  
**E**

---

Con base en las respuestas seleccionadas, se calculará el nivel de madurez en la implementación de prácticas de gestión de confiabilidad en la organización, expresado en un índice global entre 0 % y 100 %, representado en la pirámide de confiabilidad como se aprecia en la figura 7.

**Figura 7. Preguntas y Respuestas del nivel de madurez de prácticas de confiabilidad en la organización**



Adicionalmente, se generará una gráfica radial (ver figura 8) con seis ejes principales de la implementación de prácticas de gestión de confiabilidad en la organización:

- Estrategia y Política de Confiabilidad
- Estructura Organizacional y Roles
- Desarrollo de Competencias y Transferencia de Conocimiento
- Cultura Organizacional y Mejora Continua
- Innovación y Transformación Digital
- Evaluación y Auditoría de Prácticas de Confiabilidad

que permitirá visualizar de forma comparativa el grado de madurez alcanzado en cada componente global.

**Figura 8. Ejes de la gestión de prácticas de confiabilidad en la organización**



Finalmente, con base en el nivel de madurez y los resultados, se emitirán recomendaciones específicas para cada eje de la gestión de confiabilidad en la organización. Estas se derivan directamente de las respuestas seleccionadas e incluirán acciones concretas.

### **3.5. Alertas - Nivel de riesgos - Priorización de acciones**

La herramienta incorpora la pestaña ‘Mapa de Riesgo y Madurez’ en ella se condensa:

#### ***Nivel de madurez***

En dónde se muestra la gráfica que consolida el indicador de nivel de madurez para cada una de las cuatro dimensiones: confiabilidad de activos, confiabilidad en sistemas de activos,

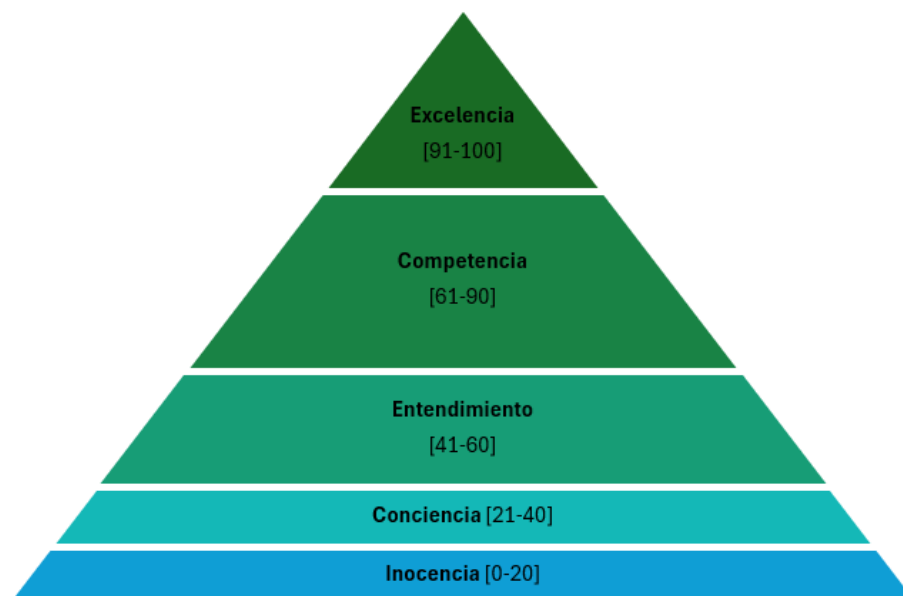
DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 60

procesos organizacionales que gestionan estrategias de confiabilidad y gestión de la confiabilidad en la organización. En esta se muestra el porcentaje alcanzado en la evaluación (0–100 %) y su nivel de madurez de acuerdo con la valoración que indica la pirámide de madurez como se muestra en la figura 9.

Las escalas de madurez se clasifican en:

- Inocencia (0–20 %),
- Conciencia (21–40 %),
- Entendimiento (41–60 %),
- Competencia (61–90 %)
- y Excelencia (91–100 %).

**Figura 9. Pirámide del nivel de madurez**



La valoración se representa en un gráfico de ejes (XY) que permite visualizar, para cada dimensión, el porcentaje obtenido en la evaluación y el nivel de madurez correspondiente, como se muestra en la figura 10.

**Figura 10. Gráfica de ejes XY del nivel de madurez por dimensión**

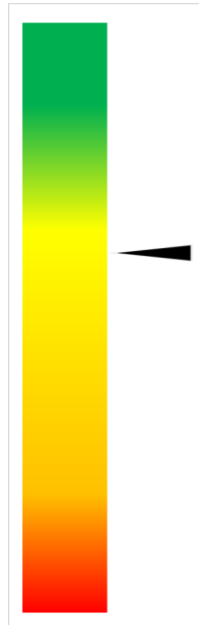


### ***Nivel de Riesgo***

El indicador de nivel de riesgo muestra, para cada dimensión evaluada, la exposición residual asociada al estado de implementación de las prácticas de confiabilidad (ver figura 11). A partir de la valoración alcanzada en el instrumento, la herramienta clasifica el resultado en cinco categorías:

- Riesgo Bajo (71–100 %).
- Riesgo Medio-bajo (41–70 %).
- Riesgo Medio (21–40 %).
- Riesgo Alto (11–20 %).
- y Riesgo Muy alto (0–10 %).

**Figura 11. Indicador de nivel de riesgo por dimensión**



La visualización emplea una barra vertical con gradiente de color (verde - amarillo - rojo) y un puntero que señala el nivel asignado. Este indicador permite:

- Priorizar intervenciones y recursos en la dimensión donde el riesgo es más alto;
- Contrastar el resultado con el apetito/tolerancia al riesgo de la organización;

Si bien una menor madurez suele correlacionarse con mayor riesgo, la clasificación considera los pesos definidos por la herramienta para cada dimensión, evitando simplificaciones lineales.

### **Semáforo de alertas**

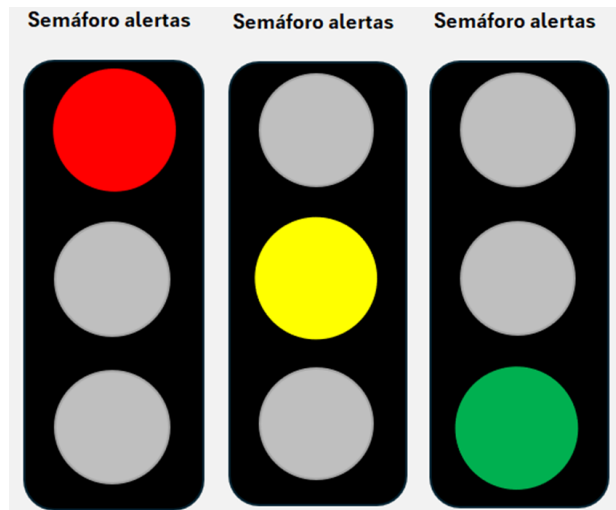
De forma complementaria al indicador de nivel de riesgo, la herramienta muestra un semáforo de alertas por dimensión, que sintetiza el estado actual de la aplicación de prácticas de confiabilidad en la organización (ver figura 12). Este semáforo se deriva de la clasificación de

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 63

riesgo y la agrega en tres estados operativos para facilitar la lectura ejecutiva y la toma de decisiones:

- Semáforo en Rojo: la organización se encuentra en un punto crítico; existe alta probabilidad de impactos en reputación, desempeño operativo, seguridad y/o costos si no se corrigen las brechas en las prácticas de confiabilidad de la dimensión evaluada. Se debe considerar con urgencia las recomendaciones emitidas en la pestaña Hallazgos y Recomendaciones.
- Semáforo en Amarillo: condición de transición; se observan avances, pero persisten brechas relevantes. Deben priorizarse la adopción de metodologías y buenas prácticas, siguiendo las recomendaciones de la pestaña Hallazgos y Recomendaciones.
- Semáforo en Verde: la organización aplica de manera consistente prácticas de confiabilidad y se acerca o mantiene un nivel de excelencia (best in class) en la dimensión analizada.

**Figura 12. Semáforo de alertas por dimensión**



El semáforo facilita la priorización visual inmediata: rojo activa respuesta prioritaria y seguimiento ejecutivo; amarillo exige planes de cierre de brechas con hitos y responsables; verde invita a consolidar, estandarizar y auditar la sostenibilidad de los resultados.

***Matriz de criticidad de priorización de acciones***

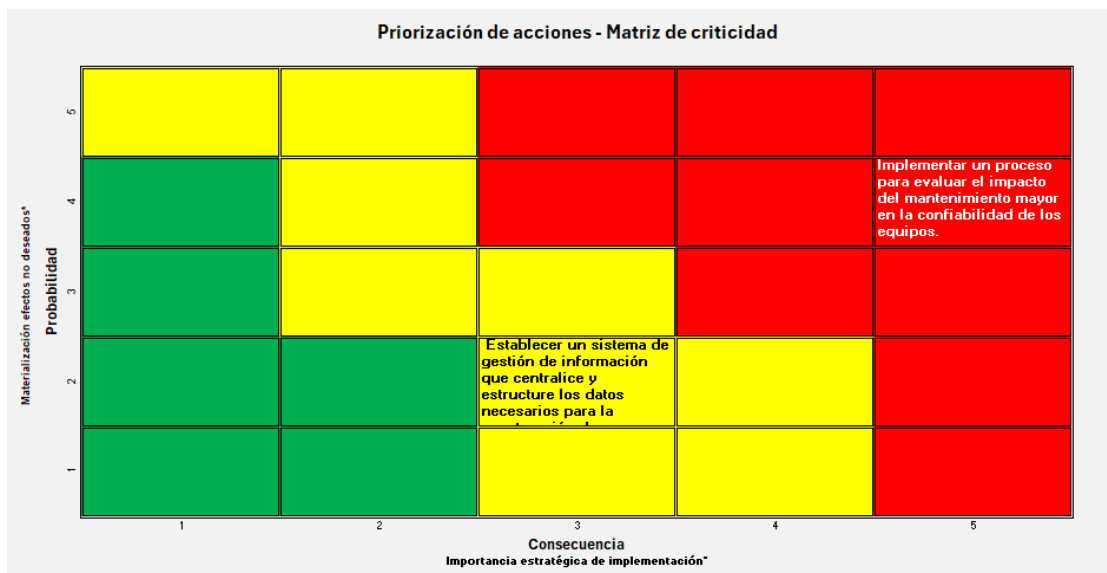
La matriz de criticidad clasifica y prioriza, por dimensión, las acciones necesarias para cerrar brechas y disminuir el riesgo (ver figura 13). Se representa en un gráfico de ejes (XY) donde:

- Eje Y (Probabilidad): estima la probabilidad de materialización de efectos no deseados, en escala 1-5 (1 = muy baja, 5 = muy alta).

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 65

- Eje X (Consecuencia): valora la consecuencia/impacto si la brecha persiste o si no se implementan las prácticas, metodologías y herramientas recomendadas, en escala 1–5 (1 = menor, 5 = crítica).

Figura 13. Matriz de criticidad de priorización de acciones



Cada acción se ubica en el plano según su par (Probabilidad, Consecuencia), y se agrupa en zonas de prioridad (alta, media, baja). Las acciones situadas en el cuadrante superior derecho (valores 4–5 en ambos ejes) son críticas y deben ejecutarse primero. En presencia de múltiples acciones, la priorización se resuelve aplicando criterios adicionales: esfuerzo/costo de implementación, tiempo hasta el beneficio, dependencias con otras acciones y contribución a indicadores (disponibilidad, seguridad, costo). Así, por ejemplo, una acción con valoración (5,4) es prioritaria frente a otra con (3,2).

#### 4. Conclusiones

- Se desarrolló una herramienta diagnóstica que evalúa de forma integral el nivel de madurez en la gestión de la confiabilidad en organizaciones intensivas en activos físicos. El modelo permite identificar brechas por dimensión (activos, sistemas de activos, procesos organizacionales y organización) y facilita la formulación de acciones prioritarias orientadas a fortalecer la confiabilidad operativa y apoyar la toma de decisiones estratégicas en mantenimiento y gestión de activos.
- Se diseñó la herramienta en formato Excel, con un instrumento estructurado en cuatro niveles de análisis, con bancos de preguntas por dimensión y criterios de puntuación que traducen prácticas observables en indicadores de madurez (0–100 %). Esta arquitectura provee una visión sistémica del desempeño en confiabilidad y establece una línea base comparable para evaluaciones periódicas.
- Se incorporó a la herramienta un sistema de medición y visualización interactiva: pirámide y gráfico radar de madurez, semáforo de alertas (rojo–amarillo–verde), y escala de nivel de riesgo (bajo a muy alto). Estas salidas convierten los resultados en insumos ejecutivos de lectura rápida, mejoran la interpretación por parte de las áreas involucradas y acortan el ciclo de análisis–decisión–acción.
- Se estableció un mecanismo automatizado de priorización de acciones que integra matrices de criticidad (Probabilidad  $\times$  Consecuencia, 1–5) y fórmulas de ponderación. Este esquema permite ordenar las acciones según su impacto esperado y urgencia,

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 67

optimizando la asignación de recursos y maximizando el retorno operativo de las intervenciones.

- El enfoque propuesto conecta madurez y riesgo: a menor grado de implementación de prácticas, mayor exposición residual en seguridad, continuidad operativa, costos y reputación. La lectura conjunta de índice de madurez, nivel de riesgo y semáforo provee una triangulación para validar el diagnóstico y orientar decisiones de mitigación.
- La herramienta genera productos concretos: (i) diagnóstico por dimensión con porcentaje de madurez y nivel de riesgo; (ii) visualizaciones que facilitan la comparación y comunicación con la alta dirección; (iii) priorización de acciones con criterios objetivos; y (iv) recomendaciones específicas y trazables, lo que habilita un ciclo de mejora continua medible en el tiempo.
- El presente trabajo ofrece un puente operativo entre el diagnóstico y la ejecución: convierte evidencia recopilada en decisiones priorizadas y acciones, contribuyendo a elevar la disponibilidad y confiabilidad de los activos, a disminuir el riesgo y a fortalecer la disciplina de toma de decisiones en mantenimiento y gestión de activos dentro de un marco de mejora continua.

### Referencias Bibliográficas

- Asociación Española de Normalización (UNE). (2015). *Análisis de causa raíz (RCA)* (UNE-EN 62740:2015) [Versión oficial en español de EN 62740:2015; adopta IEC 62740:2015]. AENOR.
- Asociación Española de Normalización (UNE). (2017). *Gestión de la confiabilidad. Parte 3-3: Guía de aplicación. Cálculo del coste del ciclo de vida* (UNE-EN 60300-3-3:2017). UNE.
- Asociación Española de Normalización (UNE). (2016). *UNE-EN 61078:2016. Diagrama de bloques de la fiabilidad* [Norma española ratificada en enero de 2017]. Madrid: AENOR Internacional, S.A.U.
- Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). (2015). *Mantenimiento. Mantenimiento en la gestión de los activos físicos* (UNE-EN 16646:2015). AENOR.
- Becerra. (2012). El Análisis De Confiabilidad Como Herramienta Para Optimizar La Gestión Del Mantenimiento Preventivo De Los Equipos De La Línea De Flotación En Un Centro Minero. In *Universidad Nacional de Ingeniería*.
- Díaz-Concepción, A. I., Villar-Ledo, L. I., Cabrera-Gómez, J. I., Salvador Gil-Henríquez, A. I., Mata-Alonzo, R. I., & Rodríguez Piñeiro III, A. J. (2016). Implementation of Reliability Centered Maintenance in electrical transmission companies. *Ingeniería Mecánica*, 19(3).
- Duarte Herrera, D. A. (2006). *Estructuración del programa de confiabilidad para líneas de proceso conforme a la metodología de inspección basada en el riesgo (rbi), para la gcb*. Universidad Industrial de Santander.

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 69

- Hernandez Narvaez, J. D., & Quintero Correa, H. D. (2017). *Modelo de mantenimiento para aumentar la confiabilidad de los activos críticos en el área de tolvas tradicional y génesis en Pisos & Paredes Colceramica S.A. planta Madrid*. Universidad Industrial de Santander.
- Hidalgo Montoya, C. A., & de Assis, A. (2011). Herramientas para análisis por confiabilidad en geotecnia: la teoría. *Revista ingenierías (Medellín, Colombia)*, 10(18), 69–78.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2022). Análisis de modos y efectos de falla (AMEF/AMEFC) (NTC-IEC 60812:2022, Primera actualización). ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2024). Gestión de activos. Sistema de gestión de activos. Requisitos (NTC-ISO 55001:2024, Edición 2.0). ICONTEC.
- Montoya, C. A. H., & de Assis, A. P. (2011). Herramientas para análisis por confiabilidad en geotecnia: La teoría Tools for reliability analysis in geotechnical engineering: The theory. *Revista Ingenierías (Medellín, Colombia)*, 10(18), 69–78.
- Nino Bonilla, D. A., & Soto Diaz, W. A. (2014). *Diseño e implementación de un programa de mantenimiento centrado en confiabilidad (rcm ii) para el departamento de mantenimiento de la empresa concentrados Espartaco S.A.* Universidad Industrial de Santander.
- Racedo Materon, M. F., & Velasquez Ospina, J. (2010). *Plan de mantenimiento basado en un estudio de confiabilidad para las válvulas de seguridad de las plantas de polietileno i y ii de la refinería Barrancabermeja Ecopetrol S.A.* Universidad Industrial de Santander.
- Society for Maintenance & Reliability Professionals. (2020). *Best Practices: Metrics for Maintenance, Reliability and Physical Asset Management (6th ed.)*.

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL  
DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE  
MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 70

Society for Maintenance and Reliability Professionals. (2009, August 17). *Guide to the maintenance and reliability body of knowledge. Author.*

Valdez Barboza, D., Torres Larrosa, O., & Vallejos, J. (2022). Análisis de Confiabilidad del Sistema Eléctrico Paraguayo como herramienta de priorización de Obras de Transmisión. *2022 IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON)*, 1–6.

Velasquez Murillo, V. H. (2011). *Mejoramiento de la confiabilidad operacional de la planta de inyección de agua del campo Santiago, Maní Casanare*. Universidad Industrial de Santander.

International Electrotechnical Commission. (2004). Dependability management – Part 3-3: Application guide – Life cycle costing (IEC 60300-3-3). IEC.

Rausand, M., & Vatn, J. (2008). Reliability centred maintenance. In K. Ben-Daya, U. Kumar, & D. N. Prabhakar Murthy (Eds.), *Complex system maintenance handbook* (pp. 71–94).

Ahmad, R., & Kamaruddin, S. (2012). A review of condition-based maintenance decision-making. *European Journal of Industrial Engineering*, 6(5), 519–541.

Smith, A. M., & Hinchcliffe, G. (2003). *RCM: Gateway to world class maintenance*. Elsevier.

Moubray, J. (2001). *Reliability-centered maintenance* (2nd ed.). Industrial Press Inc.

Zwingelstein, G. (2015). Méthode de maintenance basée sur la fiabilité RCM2™ de John Moubray. *Sécurité et gestion des risques*, 4(1), 39–44.

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR EL NIVEL  
DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE CONFIABILIDAD Y GENERAR ACCIONES DE  
MEJORA EN ORGANIZACIONES INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS. 71

**Apéndices**

**Apéndice A.** Herramienta diagnóstica del nivel de aplicación de prácticas de gestión integral de confiabilidad. xls