



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



RELACIÓN ENTRE LA CALIDAD DE LA INFORMACIÓN Y LA EFECTIVIDAD DE LAS METODOLOGÍAS DE MANTENIMIENTO Y CONFIABILIDAD

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIEROS

Calle 70 No. 9 – 10

E.mail: nathalia.beltran@strategy.com.co -leonardo.pinilla@strategy.com.co

Bogotá, D.C. – Colombia

RESUMEN

Las metodologías de mantenimiento y confiabilidad como el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), la Optimización de Planes de Mantenimiento (PMO), el análisis de Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad (RAM) y los Diagramas de Bloques de Confiabilidad (RBD) se han consolidado como herramientas clave para mejorar la disponibilidad, la seguridad y el desempeño económico de los activos físicos. Sin embargo, la experiencia industrial demuestra que su efectividad depende críticamente de la calidad de los datos que las sustentan. Este artículo analiza la influencia de la precisión, completitud, consistencia y trazabilidad de la información de mantenimiento y fallas en la toma de decisiones, tomando como marco de referencia la norma ISO 14224. A partir de la revisión de literatura especializada, normas internacionales y casos reales de aplicación en sectores de alta criticidad, se identifican brechas recurrentes asociadas a históricos incompletos, taxonomías deficientes y débil gobernanza de la información. Los resultados evidencian que los mayores beneficios en confiabilidad, reducción de costos y disminución de pérdidas por indisponibilidad se alcanzan cuando las metodologías se apoyan en bases de datos estructuradas, verificables y alineadas con el ciclo de vida del activo, permitiendo decisiones técnicas más equilibradas entre costo, riesgo y desempeño.

ABSTRACT

Maintenance and reliability methodologies, including Reliability-Centered Maintenance (RCM), Planned Maintenance Optimization (PMO), Reliability, Availability, and Maintainability (RAM) analyses, and Reliability Block Diagrams (RBD) have become well-established tools for improving the availability, safety, and economic performance of physical assets. However, industrial experience shows that their effectiveness critically depends on the quality of the data that support them. This article analyzes the influence of data accuracy, completeness, consistency, and traceability in maintenance and failure information on decision-making processes, using ISO 14224 as the reference framework. Through a review of specialized literature, international standards, and real-world applications in high-criticality sectors, recurrent gaps are identified, including incomplete historical records, inadequate asset taxonomies, and weak data governance. The results demonstrate that the greatest benefits in reliability, cost reduction, and mitigation of losses due to unavailability are achieved when these methodologies are supported by structured, verifiable databases aligned with the asset life cycle, enabling more balanced technical decisions in terms of cost, risk, and performance.



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Asociación Colombiana
de Ingenieros

I. Introducción

La gestión de activos y el mantenimiento industrial han evolucionado significativamente, pasando de enfoques correctivos a metodologías estructuradas, basadas en datos y orientadas a maximizar la confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad de los sistemas. Entre estas metodologías, el uso del modelamiento RAM, respaldado por Diagramas de Bloques de Confiabilidad (RBD), ha mostrado resultados sobresalientes en la industria del petróleo y gas. Corvaro et al. (2020) documentaron mejoras significativas en sistemas de compresores recíprocos, con niveles de disponibilidad superiores al 96%. De forma similar, Wang et al. (2018) evidenciaron que la integración del enfoque RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, Safety) en plantas de refinería fortaleció los indicadores de confiabilidad y seguridad, al tiempo que optimizó el uso de recursos destinados al mantenimiento, demostrando el potencial de estas herramientas cuando se aplican con rigor técnico.

En paralelo, la Optimización del Mantenimiento Planeado (PMO) ha ganado relevancia como una metodología para revisar y ajustar programas de mantenimiento en entornos industriales complejos y dinámicos. De acuerdo con Chica Mejía y Hernández Flórez (2019), el PMO permite optimizar las actividades de mantenimiento mediante la identificación de tareas de mayor valor y la eliminación de aquellas que no aportan efectivamente a los objetivos de confiabilidad. Cuando se integra con análisis de criticidad estructurados y el conocimiento operativo del personal, facilita una priorización más precisa y una distribución más eficiente de los recursos disponibles, logrando mejoras sostenibles en confiabilidad y disponibilidad.

Por su parte, el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) continúa siendo un referente en ingeniería de confiabilidad, especialmente en sectores donde la seguridad y la disponibilidad son críticas. Su implementación en la aviación naval de los Estados Unidos, documentada por Nancy Regan (2004) y respaldada por estándares como la MIL-STD-3034 y la guía NAVAIR 00-25-403, logró reducciones significativas en las horas-hombre de mantenimiento preventivo, junto con incrementos notables en la disponibilidad de las aeronaves. Estos casos demuestran que, cuando las metodologías se aplican con disciplina y se adaptan al contexto operacional, generan mejoras tangibles en el desempeño de los activos, la continuidad operativa y la optimización de costos.

En la práctica, la experiencia de Strategy Colombia, presentada en el Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos (CIMGA) 2025, confirma estos beneficios. En proyectos ejecutados, la aplicación combinada de PMO, RBD y análisis RAM ha permitido priorizar componentes críticos, simular escenarios operativos y proyectar indicadores de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad más ajustados a la realidad de operación. Estas simulaciones no solo facilitaron una asignación más eficiente de los recursos y una reducción de pérdidas por lucro cesante, sino que también fortalecieron la capacidad de los equipos de ingeniería para tomar decisiones técnicas basadas en datos confiables y en un análisis balanceado entre costo, riesgo y desempeño.

II. Metodología

Este artículo se desarrolló bajo un enfoque de investigación aplicada y documental. Se utilizó un método de revisión y análisis de normas internacionales de mantenimiento y gestión de



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Asociación Colombiana
de Ingenieros

activos complementado con literatura científica y casos industriales recientes publicados.

La selección de fuentes se realizó con base en tres criterios principales: (i) relevancia en la gestión de la información de confiabilidad y mantenimiento, (ii) aplicación en sectores de alta criticidad (petróleo, gas, aviación, automotriz) y (iii) respaldo por publicaciones académicas, congresos internacionales o documentos normativos reconocidos.

Posteriormente, se llevó a cabo un análisis comparativo entre los requisitos de calidad de datos definidos en las normas y las dificultades prácticas reportadas en proyectos de consultoría y literatura técnica. Este análisis permitió identificar brechas comunes en la captura, trazabilidad y estandarización de datos, y relacionarlas con la efectividad de metodologías como RCM, PMO, RAM y RBD.

Finalmente, se incorporaron casos de aplicación tecnológica (analítica avanzada e inteligencia artificial) para ilustrar cómo la gestión adecuada de los datos potencia la efectividad de las estrategias de mantenimiento en distintos sectores industriales.

III. El desafío de la calidad de la calidad de la información

A pesar de los avances metodológicos, la experiencia de Strategy Colombia en diversos proyectos de consultoría ha evidenciado que la efectividad de estrategias como RCM, PMO, RAM o RBD se ve frecuentemente limitada por deficiencias en la calidad, integridad y trazabilidad de los datos. Esta situación no es exclusiva de un sector; en numerosos casos industriales, los registros históricos de mantenimiento carecen de

estandarización, presentan vacíos de información o, en algunos casos, simplemente no existen.

Incluso cuando los datos están disponibles, su calidad no siempre es suficiente para soportar análisis predictivos robustos, tal como lo describe Moubray (1997), quien resalta que los procesos de confiabilidad son dinámicos y dependen de retroalimentación continua basada en datos confiables y actualizados. Del mismo modo, la norma ISO 14224 establece que la calidad, consistencia y completitud de los datos son condiciones esenciales para construir modelos de confiabilidad y disponibilidad que respalden decisiones técnicas en los diferentes ciclos de vida de los activos.

La ausencia de procesos claros para la captura, depuración y análisis de datos genera brechas que limitan la capacidad de las organizaciones para priorizar de forma objetiva, optimizar planes de mantenimiento o proyectar indicadores realistas de desempeño.

Además, el creciente volumen de información proveniente de sensores, plataformas de monitoreo y sistemas de gestión (CMMS o EAM) no garantiza mejores resultados si no se cuenta con un enfoque estructurado para integrarlos de manera eficiente. Esta realidad confirma que el verdadero reto no está únicamente en implementar metodologías avanzadas, sino en construir y mantener una base de datos confiable, trazable y alineada con los objetivos estratégicos, que permita que las estrategias de mantenimiento funcionen con efectividad.



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Fig 1. Ciclo de gestión de datos en mantenimiento.

IV. La ISO 14224 como pilar para la gestión de datos

Ante este escenario, la ISO 14224 se presenta como una guía fundamental para estructurar y gestionar información de confiabilidad y mantenimiento a lo largo del ciclo de vida de los activos. Esta norma proporciona un marco estandarizado que unifica el lenguaje y la estructura de los datos de confiabilidad y mantenimiento, facilitando el intercambio de información entre operadores de plantas, fabricantes de equipos y contratistas de mantenimiento. Esta integración favorece análisis consistentes y decisiones más informadas a lo largo del ciclo de vida de los activos.

Uno de sus elementos clave es la taxonomía de activos, que permite clasificar y agrupar equipos de forma estructurada. Esta clasificación asegura que, desde el inicio de la operación, se capturen datos técnicos y financieros relevantes, incluyendo atributos físicos, parámetros de diseño, ubicación, condición operativa, fechas de puesta en servicio, costos de origen y análisis de ciclo de vida. La

norma también establece que los datos se deben agrupar en tres categorías: datos de los equipos, datos de fallas y datos de mantenimiento, cada una esencial para soportar metodologías como RCM, RAM, RBD, LCC, entre otras.

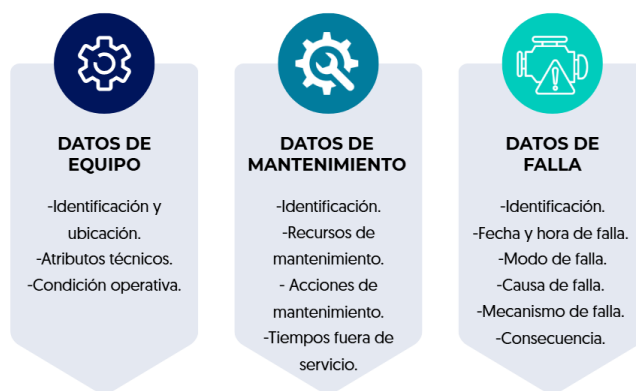


Fig 2. Categorías de datos para confiabilidad y mantenimiento según ISO 14224.

No obstante, la simple adopción de la norma no garantiza resultados. Se requiere liderazgo organizacional que promueva procesos de captura y análisis de información alineados con las necesidades estratégicas de la empresa, así como personal capacitado y procesos de aseguramiento de calidad que garanticen integridad, trazabilidad y utilidad de los datos.

V. Analítica avanzada e inteligencia artificial

La evolución tecnológica ha transformado radicalmente la forma de gestionar datos en mantenimiento predictivo. La analítica avanzada y la inteligencia artificial (IA) no solo permiten monitorear activos en tiempo real, sino también automatizar la recolección, depuración, clasificación y análisis de grandes volúmenes de información. Estas capacidades permiten filtrar datos irrelevantes, identificar patrones ocultos y



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



correlacionar variables críticas con modos de falla, generando diagnósticos más precisos y predicciones más confiables.

Casos como el de Suspensys muestran el impacto real de estas tecnologías: mediante la integración de IA, la empresa pudo capturar y analizar datos operativos en tiempo real, reducir intervenciones no planificadas y lograr ahorros mensuales de más de USD 15,000 en refacciones, con un retorno de inversión en pocos meses (AWS, 2024). De manera similar, GE Aviation ha combinado datos de sensores en más de 44,000 motores con algoritmos de aprendizaje automático para anticipar mantenimientos, optimizar costos y mejorar la seguridad (Oracle, 2024). En el sector automotor, fabricantes globales están utilizando IA y visión computacional para analizar imágenes y videos en líneas de producción, logrando reducir hasta en un 70 % los tiempos de inspección y mejorar en un 10 % la calidad de procesos críticos como la soldadura (FasterCapital, 2024).

Estos ejemplos confirman que la IA no reemplaza las bases de la ingeniería de confiabilidad, sino que las potencia, siempre que las organizaciones cuenten con procesos sólidos de captura, estandarización y aseguramiento de datos.

VI. Conclusiones

Como se detalla en La piedra angular para el éxito de las estrategias de mantenimiento de (Beltrán, 2025), publicado por Strategy Colombia, el éxito de cualquier estrategia de mantenimiento se sustenta en la calidad de los datos que la alimentan.

La ISO 14224 proporciona un marco robusto para capturar, estructurar y estandarizar los datos mínimos requeridos para alimentar metodologías avanzadas como RCM, RAM, RBD o LCC. Sin

embargo, el cumplimiento normativo por sí solo no es suficiente: se requiere liderazgo desde la alta dirección, procesos estandarizados de gestión de datos y personal capacitado para garantizar integridad, trazabilidad y relevancia en cada registro.

La capacitación continua y la transferencia de conocimiento son igualmente críticas, ya que permiten al personal interpretar los datos de manera efectiva y traducirlos en decisiones que mejoren la confiabilidad, disponibilidad y eficiencia de los activos.

Finalmente, la incorporación de analítica avanzada e inteligencia artificial representa una oportunidad para integrar grandes volúmenes de datos, optimizar su análisis y fortalecer la toma de decisiones en todos los niveles de la gestión de mantenimiento y confiabilidad. Cuando las metodologías como RCM, RAM, RBD, LCC o PMO se apoyan en información confiable, el mantenimiento se convierte en un motor de valor tangible, con beneficios medibles como la reducción de costos, el incremento de la disponibilidad, la mejora en la seguridad operativa y la extensión de la vida útil de los activos.

REFERENCIAS

- [1] Beltrán, N. (2024). La piedra angular para el éxito de las estrategias de mantenimiento. Strategy Colombia. <https://strategy.com.co/>
- [2] Chica Mejía, G. H., & Hernández Flórez, J. G. (2019). Modelo para implementación de PMO. Universidad Nacional de Colombia.
- [3] Correa-Correa, E. A., & Franco-Cardona, C. J. (2020). Metodología para mejorar



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Asociación Colombiana
de Ingenieros

el comisionamiento de plantas nuevas integrando las normas ISO 55000:2014 e ISO 14224:2016. SciELO Colombia.

[4] Corvaro, F., Andreussi, P., & Ferrari, L. (2020). Reliability, availability, and maintainability analysis of reciprocating compressors in gas processing plants. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 76, 103192. <https://doi.org/>

[5] ISO 14224: Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment. ISO.

[6] Moubray, J. (1997). *Reliability-centered maintenance* (2nd ed.). Industrial Press.

[7] Oracle. (2024). *Uso de IA para el mantenimiento predictivo*. <https://www.oracle.com/>

[8] Regan, N. (2004). U.S. Naval Aviation implements RCM. *ReliabilityWeb*. Recuperado de <https://reliabilityweb.com/>

[9] AWS. (2024). *Implementando proyectos 4.0 en mantenimiento: De la teoría a la práctica*. Amazon Web Services.

[10] FasterCapital. (2024). *Análisis predictivo en control de calidad*. <https://fastercapital.com/>

HOJAS DE VIDA

Nathalia Andrea Beltrán Solano

Ingeniera Mecánica y Especialista en Gerencia de Mantenimiento por la Universidad Industrial de

Santander, con certificación CGMC y con una trayectoria de más de 7 años en la industria. Mi experiencia se centra en áreas clave como ingeniería de confiabilidad, análisis de riesgo y gestión de mantenimiento. Como consultora, he participado activamente en más de 10 proyectos de oil & gas y minería, liderando iniciativas relacionadas con metodologías de ingeniería de mantenimiento y confiabilidad, tales como RCM, RBD, LCC, RCS, RAM y PMO. Logrando optimizar la eficiencia operativa y prolongar la vida útil de los activos.

Estoy comprometida con el aprendizaje continuo y la aplicación de las mejores prácticas en el campo de la ingeniería, siempre buscando oportunidades para contribuir al éxito y crecimiento de proyectos desafiantes.

1. Nombre del autor(es): Nathalia Beltrán
2. Teléfono
 - a. Celular: 3196408951
3. Dirección del autor(es)
 - a. Oficina: Carrera 7 # 156-10 OF 1901 Torre krystal. Bogotá
 - b. Correo: nathalia.beltran@strategy.com.co

Leonardo Pinilla

Empresario colombiano con más de 15 años de experiencia en diseño e implementación de estrategias enfocadas a optimizar el desempeño de activos en su ciclo de vida. Mi enfoque principal abarca la gestión del conocimiento, la innovación, el liderazgo y la creación de soluciones prácticas y personalizadas, siempre con altos estándares técnicos.



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Asociación Colombiana
de Ingenieros

Mi visión se orienta hacia la generación de valor, la alineación de procesos con la estrategia corporativa y el liderazgo de equipos de alto desempeño, basados en el empoderamiento y la motivación, como pilares fundamentales para lograr una transformación cultural sostenible.

Esta experiencia me ha permitido contribuir activamente, tanto a nivel nacional como internacional, a través de mi participación en destacados congresos. Además, desempeño un papel activo en la Comisión de Mantenimiento y Gestión de Activos de ACIEM y tengo el honor de presidir el comité de normalización 214 del Icontec (Comité dedicado al estudio y análisis de las Normas NTC ISO 5500X)

Como parte de mi compromiso con el desarrollo profesional y gestión del conocimiento en el campo de la gestión de activos, tengo el honor de ser instructor para ACIEM en cursos relacionados con la gestión de activos conforme a la norma ISO 55001, así como en ingeniería de mantenimiento y confiabilidad. Además, el privilegio de ser docente en la especialización y maestría de Gerencia de Mantenimiento de la UIS.

Esta pasión me ha permitido a emprender con Strategy Colombia, donde a través de nuestro laboratorio de sueños hemos desarrollado y aplicado prácticas que han generado valor en Strategy y nos han permitido desarrollar soluciones innovadoras para nuestros clientes. Hoy en día Strategy se consolida como una organización en crecimiento, sólida, sostenible y con resultados convertidos en casos de éxito, convirtiéndose en la empresa colombiana capaz en desarrollar proyectos de implementación de gestión de activos desde cero hasta la obtención de la certificación del sistema.

Mi experiencia está respaldada por certificaciones como Profesional Certificado en Mantenimiento y Confiabilidad (CMRP) otorgado por la SMRP, Certificado Internacional CAMA por WPIAM, y finalmente, Certificado como Gestor de Mantenimiento y Confiabilidad (CGMC) por ACIEM.

1. Nombre del autor(es): Leonardo Pinilla
2. Teléfono
 - a. Celular: 3152080102
3. Dirección del autor(es)
 - a. Oficina: Carrera 7 # 156-10 OF 1901 Torre krystal. Bogotá
 - b. Correo: leonardo.pinilla@strategy.com.co