

Evolucionando el Mantenimiento Basado en Condición: Plataformas Inteligentes para un Futuro Más Confiable

Andrés González. Director CBM – A-MAQ S.A.

Resumen

La ponencia comenzará explorando los desafíos críticos del mantenimiento predictivo: la gestión desarticulada de la información generada por diversas técnicas, la dificultad para correlacionar variables que permitan comprender el estado real de los activos, y la falta de herramientas ágiles para el diagnóstico en campo.

Como respuesta, presentaremos nuestras plataformas innovadoras:

A-PREDICTOR, una plataforma predictiva que integra datos en tiempo real y correlaciona múltiples variables para una analítica avanzada. Con la asistencia de la inteligencia artificial puede generar índices de salud que ofrecen una evaluación profunda y holística del estado de los activos, ayudando al mantenedor a priorizar decisiones de manera efectiva y basada en datos.



Fig 1

ALERTVOX, un sistema de gestión asistida con IA y modelos de lenguaje natural que optimiza la velocidad y eficiencia en el reporte de casos críticos. Al facilitar el registro de diagnósticos casi en tiempo real, mejora significativamente la capacidad de respuesta en campo, reduciendo los tiempos de inactividad y asegurando una acción oportuna. Durante la charla, ilustraremos cómo estas herramientas pueden trabajar juntas para superar los desafíos

actuales, transformando los datos en información útil y decisiones estratégicas que elevan la eficiencia y la confiabilidad operativa.

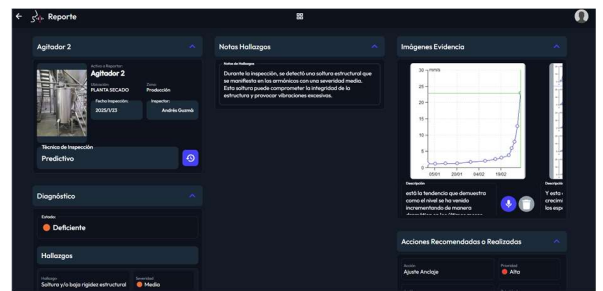


Fig 2

1. Panorama de retos y necesidades del mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo ha demostrado ser esencial para garantizar la confiabilidad y disponibilidad de los activos industriales. Sin embargo, enfrenta desafíos significativos, como:

1.1. Fragmentación de datos

La fragmentación de datos se refiere a la dispersión de la información generada por diversas fuentes, como sensores, sistemas SCADA, ERP y bases de datos de mantenimiento. Esto presenta los siguientes desafíos:

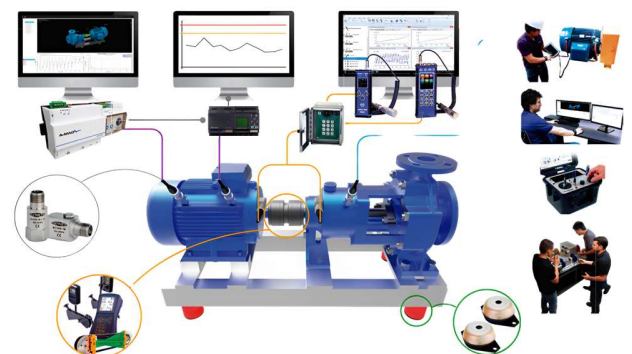


Fig 3

- Dificultad de integración: Cada sistema opera bajo formatos y protocolos diferentes, complicando la consolidación de información.
- Decisiones basadas en información incompleta: Sin una visión unificada de los activos, los análisis pueden ser inexactos, lo que lleva a decisiones subóptimas.
- Sobrecarga de datos: Aunque se recopilan grandes cantidades de información, no siempre se traduce en valor útil debido a la falta de herramientas analíticas adecuadas.

1.2. Reacción tardía

Los métodos tradicionales de mantenimiento correctivo suelen responder a eventos ya ocurridos o seguir intervalos predefinidos que no necesariamente reflejan el estado real de los activos, esto, bajo un esquema de planeación del mantenimiento en el que no se cuenta con sistemas que puedan registrar el estado de los activos. Además, los métodos actuales de mantenimiento preventivo, típicamente tienen en cuenta únicamente las recomendaciones del fabricante y el análisis de trabajo del activo dentro de un proceso determinado, con el fin de poder plantear una planificación de actividades periódicas que finalmente ocasionan costos de mantenimiento innecesarios, al generar cambio innecesario de piezas o inversión inadecuada del tiempo de técnicos e ingenieros de mantenimiento. Todo lo anterior finalmente provoca:

- Incremento del tiempo de inactividad: La incapacidad de anticiparse a los fallos resulta en paradas no programadas que afectan la producción.
- Costos elevados: Las reacciones tardías implican reparaciones de emergencia, que suelen ser más caras que un mantenimiento planificado.
- Impacto en la confiabilidad: Las operaciones pierden confianza en el sistema, afectando la moral del equipo y la relación con clientes internos y externos.

1.3. Limitaciones tecnológicas

Aunque la tecnología avanza rápidamente, la gestión del mantenimiento no es precisamente el sector de la economía en el que más rápido u oportunamente se han adoptado nuevas tecnologías, esto, en comparación con sectores como las finanzas, aseguradoras o el mercadeo y las ventas:

- Falta de acceso a herramientas avanzadas: La inversión en plataformas de inteligencia artificial y sensores de última generación sigue siendo una barrera para muchas empresas, debido a la falta de visión y proyección de inversiones en digitalización y nuevas tecnologías. En algunas ocasiones, la falta de conocimiento en torno al potencial y retorno de estas inversiones, limita la capacidad de planificación y ejecución de presupuestos destinados a la actualización tecnológica de la gestión del mantenimiento. Lo anterior, acarrea la discontinuidad en la actualización de los sistemas, ya que la tecnología utilizada para la gestión del mantenimiento va quedándose obsoleta debido a la falta de inversión.
- Curva de aprendizaje: Implementar tecnologías nuevas requiere capacitar al personal y adaptar procesos, lo cual puede ser un desafío en entornos resistentes al cambio.

Estos retos evidencian la necesidad de plantear estrategias que lleven a soluciones más inteligentes y adaptables que permitan una gestión proactiva y eficiente del mantenimiento.

2. El rostro de la tranquilidad

El propósito fundamental del mantenimiento predictivo va más allá de evitar fallas anticipándose a ellas: es eliminar la angustia que enfrenta una compañía productora de bienes, en cabeza de sus líderes de mantenimiento o de operaciones cuando los activos críticos fallan en momentos de alta demanda productiva, lo cual puede ser calificado como inoportuno e impactante no solo para la compañía sino para las personas que la lideran. Esta angustia puede generar

noches sin dormir, presión constante para encontrar soluciones rápidas y un desgaste físico y mental que impacta tanto en el trabajo como en la vida personal.

Imaginemos a un responsable de mantenimiento que, frente a una parada inesperada de un activo crítico, debe movilizar recursos de emergencia, justificar costos adicionales y enfrentar la incertidumbre del impacto financiero y operativo. Ahora, contrastemos esta situación con un escenario donde las herramientas predictivas trabajan a su favor:

- **Confiabilidad operativa:** Sistemas que anticipan posibles fallos y permiten intervenir antes de que ocurran, garantizando que las máquinas funcionen a su máxima eficiencia.
- **Optimización de recursos:** Con una planificación basada en datos, los mantenedores pueden usar el tiempo, el personal y el presupuesto de manera eficiente, reduciendo esfuerzos reactivos y emergencias.
- **Decisiones basadas en datos:** Al tener información clara, precisa y oportuna, los responsables pueden tomar decisiones con confianza, planificar con anticipación y evitar sorpresas desagradables.

Además, estas tecnologías avanzadas no solo benefician a las máquinas, sino también a las personas detrás de ellas. Al poner sistemas como **A-PREDICTOR** y **AlertVox** al servicio de los mantenedores:

- **Se mejora la calidad de vida:** Menos emergencias significa menos estrés y una mejor conciliación entre la vida personal y profesional.
- **Se eleva la confianza en los resultados:** Las herramientas proporcionan una visión integral y en tiempo real, lo que reduce la incertidumbre y aumenta la tranquilidad.
- **Se potencia la capacidad de liderazgo:** Con resultados consistentes, los líderes de mantenimiento pueden enfocarse en la

estrategia y en generar valor para sus equipos y organizaciones.

En resumen, estas herramientas se convierten en el rostro de la tranquilidad, ofreciendo precisión, rapidez y simplicidad para transformar el mantenimiento predictivo en un pilar de confianza operativa.

3. Los tres valores de la IA para el mantenimiento predictivo

Las soluciones de inteligencia artificial (IA) tienen el potencial de transformar la forma en que se gestiona el mantenimiento industrial. Para maximizar su impacto, es esencial que estas herramientas se alineen con tres valores fundamentales:

3.1. Interoperabilidad: Crear puentes, no barreras

La interoperabilidad se refiere a la capacidad de conectar diferentes sistemas, fuentes de datos y tecnologías dentro de una misma infraestructura operativa. Esto incluye:

- Integración de múltiples formatos de datos: Los sensores y sistemas de monitoreo generan información en formatos diversos. Una IA eficaz debe normalizar estos datos para analizarlos en un entorno común.
- Ecosistemas digitales conectados: Las plataformas basadas en IA deben comunicarse con sistemas ERP, SCADA y plataformas de análisis avanzadas, consolidando datos en tiempo real.
- Mejoras en la toma de decisiones: Al ofrecer una visión integral de los activos, se permite a los equipos de mantenimiento correlacionar eventos y anticipar problemas antes de que ocurran.

Ejemplo práctico: Una turbina monitoreada con sensores de vibración, temperatura y flujo puede integrar toda esa información mediante IA para detectar patrones anómalos relacionados con desequilibrios o desgaste.

3.2. **Modularidad:** Flexibilidad para el presente y el futuro

La modularidad es crucial para que las soluciones basadas en IA se adapten a las necesidades cambiantes de las industrias. Esto incluye:

- Escalabilidad: Las empresas deben poder añadir nuevas funciones o integrar equipos adicionales sin necesidad de reconstruir todo el sistema.
- Personalización: Los modelos de IA deben ser ajustables para atender las particularidades de cada operación o activo crítico.
- Actualización constante: A medida que se desarrollan nuevas tecnologías, las plataformas deben poder incorporar mejoras sin interrupciones significativas.

Ejemplo práctico: Una planta de generación puede iniciar con un módulo básico de diagnóstico de vibraciones y, con el tiempo, integrar módulos avanzados para análisis eléctrico o hidráulico.

3.3. **Marco lógico:** Decisiones basadas en transparencia y confianza

Uno de los mayores retos de la IA es su percepción como una "caja negra". Para superar esto, es esencial contar con un marco lógico robusto que permita:

- Visualización clara: Las conclusiones y recomendaciones generadas por la IA deben presentarse en un formato comprensible para los usuarios.
- Auditabilidad: Cada decisión tomada por la IA debe ser trazable, permitiendo a los equipos verificar los datos y algoritmos utilizados.
- Adopción segura: La transparencia fomenta la confianza del personal en las herramientas tecnológicas, acelerando su integración en los procesos.

4. **Caso de predicción de fallas a través del uso de nuevas tecnologías A-PREDICTOR y ALERT-VOX**

A-MAQ S.A. ha desarrollado dos plataformas innovadoras que encarnan estos valores y transforman la forma en que se aborda el mantenimiento predictivo.

4.1. **A-PREDICTOR: guía para la toma de decisiones basadas en datos**

A-PREDICTOR es una herramienta con fines predictivos diseñada para integrar y analizar datos en tiempo real de múltiples variables y activos, con el fin de determinar de manera anticipada el comportamiento y evolución de posibles patologías. A-PREDICTOR, cuenta con una arquitectura híbrida y modular, por medio de la cual nos guía a tomar una decisión de paro, reparación o continuidad de la operación de nuestros activos más críticos. El *user journey* de la plataforma plantea los siguientes pasos:

a. Desde la visión general del estado de los activos: Por medio de una experiencia de usuario a través de la cual podemos determinar de manera rápida en cuales activos enfocar nuestros esfuerzos de análisis, A-PREDICTOR facilita el *triage* de las máquinas que requieren más pronta atención, reduciendo el tiempo de consciencia y facilitando el enfoque en aquellos activos que sin lugar a duda generarían problemas de operación en la planta, todo esto, basado en el concepto de indicador de severidad actual en la condición de los activos.

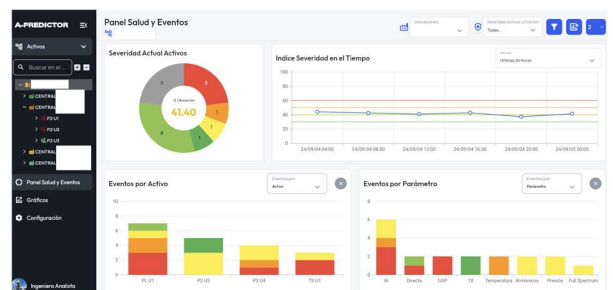


Fig 4

b. Parámetros críticos de eventos:

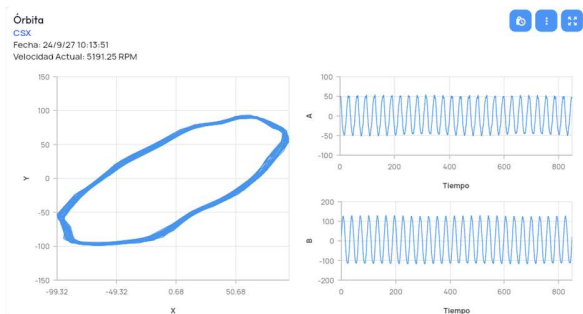
c. IA entrenada para determinar cambios de condición: La plataforma A-PREDICTOR, cuenta con algoritmos de inteligencia artificial especializados por cada TIPO de activo monitoreado, los cuales permiten tener un primer acercamiento a la patología presente. Esto, reduce aún más el tiempo de consciencia en el que se puede llegar a una conclusión de paro o reparación del activo.

d. Correlación de variables del activo: A-PREDICTOR permite correlacionar variables en una misma zona de análisis, facilitando la detección de causas raíz, al permitir establecer la relación entre las variables tomadas del activo en un mismo instante de tiempo.



Fig 5

e. Gráficos para el análisis y confirmación de patologías: Una vez detectados los activos con una prioridad de atención más alta, y haber tenido un primer acercamiento a la patología presente en el activo, la ruta de trabajo nos lleva a poder realizar un diagnóstico específico de la patología presente, con el cual puedo programar la atención del evento sin incurrir en paros imprevistos y potenciales eventos catastróficos, esto, a través de los gráficos de análisis presentes en A-PREDICTOR y de los cuales, según la experiencia del analista, se puede inferir correctamente el estado futuro de la máquina.



f. Reporte y acciones con ALERT-VOX: Finalmente, A-LERT-VOX permite realizar un reporte detallado en tiempo real, todo únicamente con el uso de lenguaje natural, con el cual la plataforma con su inteligencia artificial avanzada, es capaz de interpretar las palabras del analista, y establecer el estado del activo, así como los hallazgos más relevantes y sus principales recomendaciones.

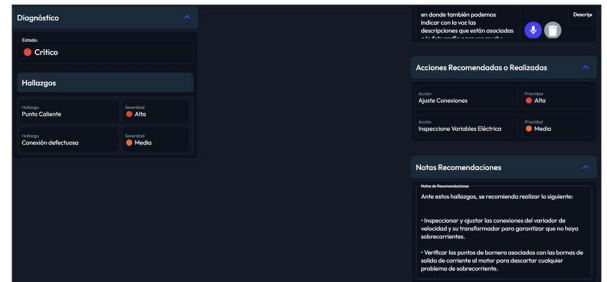


Fig 7

4.2. **ALERTVOX:** modelos de lenguaje natural para diagnósticos en tiempo real

AlertVox utiliza inteligencia artificial avanzada para optimizar el diagnóstico y reporte de fallas durante la medición. Sus características incluyen:

- **Notificaciones instantáneas:** Alertas inmediatas sobre condiciones críticas en campo.
- **Diagnóstico asistido:** Modelos de lenguaje natural que sugieren posibles causas y soluciones.
- **Interfaz intuitiva:** Diseño pensado para facilitar el uso por parte del personal técnico, reduciendo tiempos de respuesta en un 40%.

Conclusión

El mantenimiento predictivo está evolucionando hacia un modelo más inteligente y confiable. Las plataformas **A-PREDICTOR** y **AlertVox** son prueba de que la integración de inteligencia artificial, modularidad e interoperabilidad pueden superar los retos actuales y ofrecer un futuro

donde las decisiones se tomen con mayor certeza y eficiencia.

Perfil del Ponente

Andrés Felipe González Elorza

Ingeniero Mecánico de la Universidad Pontificia Bolivariana - Medellín, Colombia.

Certificado internacionalmente como Vibration Analyst Category III, por el Vibration Institute, USA. (2007 al 2029). Certification Number: 1403-1340B.

Ingeniero mecánico con más de 23 años de experiencia en análisis de vibraciones y gestión de confiabilidad, especializado en turbomáquinas y maquinaria de procesos. Experto en la dirección y ejecución de servicios de confiabilidad, investigación y desarrollo de soluciones innovadoras en ingeniería, y optimización de procesos industriales. Reconocido líder en contratos de mantenimiento predictivo, con un enfoque en tecnologías avanzadas como termografía, ultrasonido, monitoreo en línea y mantenimiento de precisión. Destaca también como formador, diseñando e impartiendo programas de capacitación industrial en confiabilidad y mantenimiento técnico.

Andrés González

Celular: 318 7166128

Dirección: Calle 26 # 81 51

Email: agonzalez@a-maq.com

Medellín

Colombia