



Reporte entregable 5

Caso de uso de aplicación de IA e IAGEN

Optimización de Ciclos de Mantenimiento en Vaca Muerta

I. Introducción

Ubicada en la provincia de Neuquén, Argentina, la formación de Vaca Muerta se distingue como uno de los yacimientos no convencionales de gas y petróleo más importantes de América Latina, poseyendo un potencial considerable para el desarrollo energético regional.

Los Altos Riesgos del Mantenimiento de Equipos

La infraestructura requerida para la extracción de hidrocarburos es intrínsecamente compleja, lo que conlleva elevados costos operativos asociados al mantenimiento de los equipos y la maquinaria utilizada.

El tiempo de inactividad prolongado de los equipos no solo interrumpe los objetivos de producción, sino que también incrementa significativamente los costos operativos.

A nivel global, se estima que las fallas inesperadas de los equipos cuestan a la industria del petróleo y el gas aproximadamente \$42 mil millones anuales. Incluso una interrupción mínima, de tan solo el 1% del tiempo, puede traducirse en pérdidas anuales. La complejidad de la infraestructura en Vaca Muerta implica una vasta cantidad de posibles puntos de falla, lo que subraya la necesidad de métodos de mantenimiento más sofisticados y escalables que los enfoques tradicionales.

Oportunidades de la IA y la IAGEN

Los modelos de inteligencia artificial y de la inteligencia artificial generativa brindan oportunidades de optimización, con beneficios concretos.

II. Inteligencia Artificial y su Aplicación en Mantenimiento

Modelos y Técnicas de IA para el Mantenimiento Predictivo

Diversos modelos de IA son aplicables a la predicción de fallas en equipos, incluyendo Redes Neuronales Artificiales (RNA), algoritmos de Aprendizaje Automático (AA), Aprendizaje Profundo, Máquinas de Vectores de Soporte (MVS), Máquinas de Gradiente Impulsado (MGI) y redes de Memoria a Largo Corto Plazo (LSTM) .

Estos modelos analizan datos históricos y en tiempo real provenientes de sensores instalados en los equipos, como presión, temperatura y vibración, para identificar patrones que puedan indicar posibles fallas. Por ejemplo, los algoritmos de IA pueden analizar datos de vibración de maquinaria rotativa para predecir fallas inminentes en los rodamientos basándose en patrones anómalos.

El mantenimiento basado en condiciones (MBC) es otra técnica que se complementa con el mantenimiento predictivo. Las técnicas de MBC, como el análisis de vibraciones, el análisis de aceite y la termografía, proporcionan datos en tiempo real sobre el estado de los equipos, que luego pueden ser utilizados por los modelos de IA para evaluar su estado y posible desgaste.

La elección del modelo de IA debe adaptarse al tipo específico de equipo, las condiciones operativas y la naturaleza de los datos disponibles en Vaca Muerta.

Mejorando el Mantenimiento Tradicional con IA

La IA no solo predice fallas, sino que también puede mejorar las prácticas de mantenimiento existentes en lugar de reemplazarlas por completo. El mantenimiento prescriptivo, por ejemplo, utiliza la IA para sugerir las mejores acciones de mantenimiento basadas en datos históricos y condiciones actuales. Además, la IA

desempeña un papel crucial en la optimización de los programas de mantenimiento y la asignación de recursos .

La integración de la IA debe enfocarse en capacitar al personal de mantenimiento con mejores conocimientos y herramientas, en lugar de ser percibida como un sustituto de su experiencia.

III. Aprovechando la Inteligencia Artificial Generativa para la Optimización de Ciclos de Mantenimiento en Vaca Muerta

La Inteligencia Artificial Generativa (IAGEN) es una rama de la inteligencia artificial que se centra en la creación de nuevo contenido, como modelos, imágenes, código o texto, a partir de datos existentes. Esta tecnología utiliza algoritmos avanzados para analizar grandes cantidades de información, identificar patrones y generar contenido nuevo y original que a menudo es indistinguible del creado por humanos.

La IAGEN tiene la capacidad de desarrollar modelos predictivos sofisticados mediante el análisis de grandes conjuntos de datos que incluyen lecturas de sensores, registros históricos de mantenimiento y parámetros operativos.

El entrenamiento de estos modelos se realiza con datos específicos de los equipos utilizados en Vaca Muerta, teniendo en cuenta las condiciones operativas variables propias del yacimiento.

La IAGEN puede identificar anomalías sutiles y predecir fallas con un alto grado de precisión, alcanzando tasas de exactitud de hasta el 92% en la predicción de posibles fallas.

La necesidad de entrenar los modelos de IA con datos específicos de Vaca Muerta es fundamental debido a las condiciones geológicas y operativas únicas del campo. Los modelos genéricos podrían no ofrecer un rendimiento óptimo en este contexto particular.

1. Generación de Planes de Mantenimiento Optimizados

La IAGEN puede generar automáticamente planes de mantenimiento adaptados a las condiciones operativas actuales y a las necesidades predichas de cada equipo. Estos planes consideran factores críticos como la temperatura, la presión, las vibraciones y otras variables relevantes. Además, estos planes son dinámicos y pueden ajustarse en tiempo real en función del monitoreo continuo, lo que se conoce como planificación dinámica del mantenimiento. La naturaleza dinámica de los planes de mantenimiento generados por IA permite una asignación de recursos más eficiente y minimiza las intervenciones innecesarias en comparación con los planes estáticos basados en programas fijos.

2. Simulaciones Impulsadas por IA para la Evaluación de Estrategias de Mantenimiento

La IAGEN puede generar simulaciones para modelar el ciclo de vida de los equipos y evaluar el impacto de diferentes variables de mantenimiento. Estas simulaciones ayudan a optimizar los programas de mantenimiento preventivo y predictivo.

El uso de software de simulación en la industria del petróleo y el gas y el concepto de gemelos digitales permiten crear réplicas virtuales para la simulación y las pruebas. Los gemelos digitales, impulsados por IA, pueden simular el comportamiento de los yacimientos petrolíferos y optimizar las estrategias de producción. El uso de simulaciones y gemelos digitales proporciona un entorno libre de riesgos para probar diferentes estrategias de mantenimiento y optimizarlas antes de su implementación en el mundo real en Vaca Muerta.

3. Análisis Inteligente de Datos de Mantenimiento

La IAGEN puede analizar datos históricos y en tiempo real de mantenimiento para identificar tendencias, patrones y áreas de mejora en los procesos de mantenimiento. La IA tiene la capacidad de aprender de las actividades de mantenimiento pasadas y

refinar continuamente sus predicciones y recomendaciones.

Este análisis continuo de los datos de mantenimiento permite un ciclo de retroalimentación donde el sistema de IA aprende y mejora con el tiempo, lo que conduce a predicciones cada vez más precisas y estrategias de mantenimiento más efectivas en Vaca Muerta.

IV. Uso de agentes basados en inteligencia artificial generativa

1. Concepto de agentes de IAGEN

En los últimos años, la inteligencia artificial generativa (IAGen) ha revolucionado la manera en que interactuamos con la tecnología, permitiendo el desarrollo de sistemas capaces de generar contenido, responder preguntas complejas y asistir en tareas cognitivas de alta demanda. A partir de esta capacidad, surge una nueva arquitectura tecnológica: los agentes impulsados por IAGen. Estos agentes no son simples interfaces conversacionales, sino sistemas autónomos que pueden interpretar instrucciones, tomar decisiones, ejecutar tareas y aprender de sus interacciones con el entorno.

Un agente de IAGen combina grandes modelos de lenguaje con componentes adicionales como herramientas externas, memoria, planificación y ejecución autónoma. Esto les permite operar en entornos complejos, con capacidad para descomponer objetivos en pasos, coordinar múltiples acciones, interactuar con sistemas digitales (como bases de datos, APIs o documentos) y adaptarse a los cambios del contexto en tiempo real. Estas cualidades los distinguen de los chatbots tradicionales, y abren un espectro de aplicaciones más sofisticadas y personalizables.

En el ámbito organizacional, estos agentes se están utilizando para automatizar procesos, generar análisis de datos, asistir en la toma de decisiones y mejorar la experiencia del usuario, tanto interna como externamente. Por ejemplo, pueden asumir tareas de recursos humanos, legales, financieras o logísticas, e incluso, vinculadas a las

áreas técnicas de procesos productivos, actuando como asistentes inteligentes que colaboran con equipos humanos. Esta capacidad de integrar conocimientos y ejecutar tareas de forma autónoma transforma la forma en que las organizaciones pueden escalar sus operaciones sin perder calidad ni control.

Además, los workflows agénticos —estructuras donde múltiples agentes colaboran entre sí para resolver problemas complejos— permiten distribuir responsabilidades entre distintos perfiles de agentes, cada uno con funciones específicas. Esto genera entornos de trabajo híbridos donde humanos y agentes coexisten, optimizando tiempos, costos y resultados. La posibilidad de conectar agentes con herramientas como Google Drive, CRMs o plataformas de gestión documental amplía aún más sus capacidades.

El desarrollo de agentes impulsados por IAGen representa un paso crucial hacia una nueva era de automatización inteligente.

Entre los beneficios de los workflows auténticos impulsados por modelos de inteligencia artificial generativa, se encuentra la posibilidad de automatizar procesos productivos completos, de punta a punta, e incluso, agregar valor a partir del aprovechamiento de las habilidades de los modelos de lenguaje basados en dichas tecnologías.

Sin embargo, su implementación también plantea desafíos técnicos, éticos y jurídicos, desde el diseño responsable hasta la supervisión humana. Por eso, comprender su arquitectura, su lógica operativa y sus impactos potenciales es fundamental para su adopción efectiva y segura en diversos contextos profesionales.

2. Propuesta - ejemplo: Diseño de agente basado en IAGEN para la Implementación

Paso 1: Recolección de Datos

Los agentes de IAGEN comienzan recolectando datos de los sensores instalados en los equipos (presión, temperatura, vibración, etc.) y de la información histórica de mantenimiento.

Paso 2: Análisis y Procesamiento de Datos

Los agentes de IA procesan y analizan estos datos utilizando modelos predictivos. Aquí, el agente identifica patrones y comportamientos anómalos que puedan indicar una posible falla en los equipos.

Paso 3: Generación de Predicciones

Una vez procesados los datos, los agentes generan predicciones sobre cuándo y qué tipo de mantenimiento será necesario, ajustando el plan de mantenimiento en función de las condiciones operativas actuales.

Paso 4: Generación de Plan de Mantenimiento

Los agentes de IAGEN generan un plan de mantenimiento optimizado que incluye intervenciones programadas, la adquisición de repuestos y la asignación de recursos humanos.

Paso 5: Ejecución y Monitoreo

El plan de mantenimiento se implementa en el terreno. Los agentes continúan monitoreando el desempeño de los equipos en tiempo real, ajustando el plan según sea necesario.

V. Beneficios y Oportunidades Concretas para las Operaciones en Vaca Muerta

Reducción Significativa de los Costos Operativos

La implementación de IAGEN tiene el potencial de generar reducciones significativas en los costos operativos. Por ejemplo, el mantenimiento predictivo impulsado por IA puede

reducir los costos de mantenimiento hasta en un 20%, y en algunos casos, hasta un 40% en comparación con el mantenimiento reactivo.

Esta reducción se logra mediante la minimización del tiempo de inactividad no planificado, la optimización de la asignación de recursos (incluida la gestión de repuestos) y la programación eficiente de las intervenciones de mantenimiento. El potencial de ahorros sustanciales en costos proporciona un fuerte incentivo financiero para que las empresas de petróleo y gas en Vaca Muerta inviertan en IAGEN.

Mayor Disponibilidad de los Equipos y Aumento de la Producción

El mantenimiento predictivo habilitado por IAGEN puede minimizar el tiempo de inactividad de los equipos al detectar y abordar posibles fallas de manera proactiva, lo que se traduce en un aumento potencial del tiempo de actividad. Por ejemplo, el mantenimiento predictivo impulsado por IA puede aumentar el tiempo de actividad de los equipos en un 25%, y reducir el tiempo de inactividad no planificado hasta en un 75%. Existe una correlación directa entre la mayor disponibilidad de los equipos y una mayor producción, lo cual es crucial para satisfacer las necesidades energéticas de Argentina y sus ambiciones de exportación.

Mejora de la Eficiencia Operativa y Optimización de los Flujos de Trabajo

La IAGEN puede optimizar los flujos de trabajo de mantenimiento al proporcionar información oportuna, automatizar la generación de planes de mantenimiento y facilitar una mejor coordinación de los recursos. La IA también puede optimizar tareas como la gestión del inventario de repuestos y la gestión de órdenes de trabajo. La optimización de los flujos de trabajo y la mejora de la eficiencia pueden conducir a una mejor utilización de la fuerza laboral y los recursos en Vaca Muerta, mejorando la productividad general.

Mayor Seguridad

La identificación y mitigación proactivas de posibles fallas en los equipos a través de IAGEN pueden mejorar significativamente la seguridad operativa al reducir el riesgo de accidentes y fallas catastróficas.

Por ejemplo, los sistemas predictivos impulsados por IA se basan en integraciones de software que monitorean el rendimiento general del sistema para anticipar fallas en los equipos, mejorando la seguridad y reduciendo los costosos accidentes.

La IA también puede monitorear los parámetros de seguridad y garantizar el cumplimiento de las regulaciones. El potencial de mejoras significativas en la seguridad es un beneficio fundamental en el entorno de alto riesgo de las operaciones de petróleo y gas en Vaca Muerta.

Comparación con Métodos Tradicionales

Los métodos tradicionales de mantenimiento, basados en la programación regular o intervenciones manuales, no siempre logran prever fallas inminentes ni identificar patrones de desgaste. En contraste, la IAGEN permite una optimización en tiempo real basada en datos, lo que mejora la predicción y la programación del mantenimiento, superando las limitaciones de los métodos convencionales.

VI. Desafíos y estrategias

Infraestructura

- Integración con la Infraestructura Existente: La integración de los sistemas de IAGEN con la diversa gama de tecnologías existentes en Vaca Muerta, incluidos los sistemas SCADA y los sistemas heredados, puede ser un desafío. Las implementaciones heredadas de los sistemas SCADA a menudo sufren de pantallas desordenadas y sobrecarga de alarmas, lo que dificulta el rendimiento y la integración de la IA. Para abordar esto, es necesario desarrollar interfaces de programación de aplicaciones (API) y middleware que permitan un flujo de datos

fluido entre IAGEN y los sistemas existentes. La prevalencia de sistemas heredados en la industria del petróleo y el gas representa un obstáculo importante para la adopción de la IA en Vaca Muerta, lo que requiere una planificación cuidadosa e inversión en soluciones de integración.

- **Calidad y Disponibilidad de los Datos:** Garantizar datos de alta calidad y fácilmente disponibles para entrenar y operar los modelos de IAGEN en el entorno del petróleo y el gas presenta desafíos. La mala calidad de los datos es responsable de un porcentaje significativo de los fracasos de los proyectos de IA en entornos industriales. Los problemas incluyen silos de datos, formatos de datos inconsistentes y la necesidad de limpieza y preprocesamiento de datos. El éxito de la implementación de IAGEN en Vaca Muerta depende en gran medida del establecimiento de prácticas sólidas de gestión de datos y de garantizar la calidad y la accesibilidad de los datos operativos.
- **Problemas de Interoperabilidad:** La falta de interoperabilidad entre los diferentes equipos y sistemas en Vaca Muerta puede complicar la implementación de IAGEN. Los diversos formatos de datos en la industria del petróleo y el gas pueden dificultar las aplicaciones de IA, que prosperan con la consistencia. Para abordar esto, se necesitan esquemas de datos y protocolos de intercambio estandarizados. Superar los desafíos de interoperabilidad requiere la colaboración en toda la industria y la adopción de estándares comunes para facilitar la integración perfecta de las soluciones IAGEN en Vaca Muerta.
- **Inversión de corto plazo en equipos de implementación de agentes de IA en tecnología y capacitación:** Se requiere inversión en pruebas de concepto y pruebas piloto. El foco aquí tiene que ser la formación del talento para implementar, ya que se verifica una tendencia de reducción de costos en sistemas que permiten automatización “no code” y “low code”. Para la primera etapa, también se recomienda recurrir a equipos con experiencia en diseño e implementación de agentes de IA. Por último, es clave formar un equipo “in house” para el acompañamiento y la apropiación de una cultura agéntica que redefine la

interacción humano-máquina.

Regulación

- Es fundamental considerar el panorama regulatorio en Argentina con respecto a la adopción de nuevas tecnologías en el sector energético .

Las soluciones IAGEN deben cumplir con las regulaciones locales y los estándares de seguridad operativa del sector energético. Navegar por el entorno regulatorio argentino es crucial para el despliegue exitoso de IAGEN en Vaca Muerta. La falta de regulaciones específicas sobre IA en Argentina podría presentar tanto oportunidades como desafíos.

Economía

- La inversión inicial en infraestructura y capacitación puede ser un obstáculo para algunas empresas en la región. Sin embargo, existen oportunidades de financiación. Por ejemplo, National Grid Partners se comprometió a invertir \$100 millones en nuevas empresas de IA que impulsan el futuro de la energía. Es importante identificar socios estratégicos y financiación público-privada que ayuden a mitigar los costos iniciales de implementación. A pesar de que la inversión inicial en IAGEN puede ser significativa, el potencial de ahorros sustanciales a largo plazo y una mayor eficiencia pueden proporcionar una justificación económica convincente para su adopción en Vaca Muerta.

Cultura

- La resistencia cultural al uso de herramientas de IA o a confiar en sus resultados es un desafío común. Es fundamental desarrollar programas de capacitación que involucren a los empleados en el proceso de implementación, destacando cómo la IAGEN puede complementar su trabajo y mejorar su productividad. Superar la resistencia cultural y fomentar una cultura basada en datos a través de una gestión eficaz del cambio y una formación integral son cruciales para la adopción exitosa y sostenible de IAGEN en Vaca Muerta.

VII. Conclusión

La Inteligencia Artificial Generativa representa un potencial transformador para la optimización de los ciclos de mantenimiento en Vaca Muerta. Su implementación estratégica puede generar beneficios significativos en términos de eficiencia operativa, reducción de costos, mayor disponibilidad de los equipos y mejora de la seguridad. A pesar de los desafíos inherentes a la adopción de nuevas tecnologías, un enfoque estratégico que aborde las barreras técnicas, regulatorias, económicas y culturales permitirá a las empresas del sector energético en Vaca Muerta aprovechar al máximo las capacidades de la IAGEN. A largo plazo, esta optimización contribuirá a fortalecer la posición de Argentina como un actor clave en el mercado energético regional y global, impulsando la eficiencia, la rentabilidad y la sostenibilidad de sus operaciones de hidrocarburos.

Fuentes citadas

1. AI Use Cases in Oil and Gas - Tovie AI, fecha de acceso: marzo 3, 2025, <https://tovie.ai/ai-use-case-library/oil-and-gas>
2. AI in Oil and Gas Industry Settings: Use Cases, Benefits, and Examples - AiFA Labs, fecha de acceso: marzo 3, 2025, <https://www.aifalabs.com/blog/artificial-intelligence-oil-gas>
3. of Argentina Vaca Muerta: the future, fecha de acceso: marzo 3, 2025, <https://www.pwc.com.ar/es/assets/document/invest-in-vaca-muerta.pdf>
4. Vaca Muerta Shale Drives Argentina's LNG Export Ambitions - JPT - SPE, fecha de acceso: marzo 3, 2025, <https://jpt.spe.org/vaca-muerta-shale-drives-argentinass-lng-export-ambitions-restricted>
5. Argentina oil and gas sector: Vaca Muerta shale can drive near-term growth and fuel medium-term opportunities - Deloitte, fecha de acceso: marzo 3, 2025,

<https://www2.deloitte.com/us/en/insights/economy/americas/vaca-muerta-argentina-energy-sector-boom.html>

6. Prevent Oil & Gas Downtime with AI-Powered Maintenance Solutions - ACI Infotech, fecha de acceso: marzo 3, 2025, <https://www.aciinfotech.com/blogs/ai-maintenance-energy-sector-predictive-analytics>
7. AI in Oil and Gas: Preventing Equipment Failures Before They Cost Millions, fecha de acceso: marzo 3, 2025, <https://energiesmedia.com/ai-in-oil-and-gas-preventing-equipment-failures-before-they-cost-millions/>
8. Why is predictive maintenance so important for oil and gas operations? - Akselos, fecha de acceso: marzo 3, 2025, <https://akselos.com/predictive-maintenance-for-oil-and-gas-operations/>
9. 6 Approaches to Maintenance and Reliability in Oil & Gas - Fusion Data Hub, fecha de acceso: marzo 3, 2025, <https://www.fusiondatahub.com/blog/6-approaches-to-maintenance-and-reliability-in-oil-and-gas>
10. A Review of AI Applications in Unconventional Oil and Gas Exploration and Development, fecha de acceso: marzo 3, 2025, <https://www.mdpi.com/1996-1073/18/2/391>
11. Artificial intelligence for predictive maintenance in oil and gas operations - World Journal of Advanced Research and Reviews, fecha de acceso: marzo 3, 2025, <https://wjarr.com/sites/default/files/WJARR-2024-2721.pdf>
12. AI Predictive Maintenance in Oil & Gas Industry - Datategy, fecha de acceso: marzo 3, 2025, <https://www.datategy.net/2023/12/15/ai-predictive-maintenance-in-oil-gas-industry/>
13. Predictive Maintenance with Machine Learning: A Complete Guide ..., fecha de acceso: marzo 3, 2025,

<https://spd.tech/machine-learning/predictive-maintenance/>

14. Predicting Failure Rate of Oil & Gas Equipment Using ML - RIT Digital Institutional Repository, fecha de acceso: marzo 3, 2025, <https://repository.rit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=12517&context=theses>
15. Application of Artificial Intelligence in Condition Monitoring for Oil and Gas Industries - Preprints.org, fecha de acceso: marzo 10, 2025, <https://www.preprints.org/manuscript/202409.0752/v1/download>
16. Predictive Maintenance Examples Across 6 Industries - Limble CMMS, fecha de acceso: marzo 10, 2025, <https://limblecmms.com/blog/predictive-maintenance-examples/>
17. Types of Sensors Used in Oil and Gas Industry Projects - Blog EPCLand, fecha de acceso: marzo 10, 2025, <https://blog.epcland.com/types-of-sensors/>
18. Sensors for the Oil & Gas Industry - TE Connectivity, fecha de acceso: marzo 10, 2025, <https://www.te.com/en/industries/oil-gas-marine/applications/sensors-for-oil-and-gas.html>
19. Sensors for Oil and Gas Monitoring - TE Connectivity, fecha de acceso: marzo 10, 2025, <https://www.te.com/content/dam/te-com/documents/sensors/global/tess-sg-oil-and-gas-us-en.pdf>
20. Oil and Gas Industry Remote Monitoring System Solutions - NCD.io, fecha de acceso: marzo 10, 2025, <https://ncd.io/applications/oil-and-gas-remote-monitoring/>
21. Sensors Used for Oil and Gas - Variohm Eurosensor, fecha de acceso: marzo 10, 2025, <https://www.variohm.com/news-media/technical-blog-archive/sensors-used-for-oil-and-gas->
22. 9 condition monitoring techniques you must know - Infraspak Blog, fecha de acceso: marzo 10, 2025,

<https://blog.infraspeak.com/condition-monitoring-techniques/>

23. The Importance of Condition-Based Monitoring and Maintenance - Prometheus Group, fecha de acceso: marzo 10, 2025, <https://www.prometheusgroup.com/resources/posts/the-importance-of-condition-based-monitoring>
24. 11 Types of Condition Monitoring Techniques | ATS - Advanced Technology Services, fecha de acceso: marzo 10, 2025, <https://www.advancedtech.com/blog/types-of-condition-monitoring/>
25. What Is Condition-Based Maintenance (CBM)? - Fiix, fecha de acceso: marzo 10, 2025, <https://fiixsoftware.com/maintenance-strategies/condition-based-maintenance/>
26. Condition-Based Monitoring: Benefits, Techniques & Use Cases - Limble CMMS, fecha de acceso: marzo 10, 2025, <https://limblecmms.com/blog/5-condition-monitoring-techniques/>
27. Digital Transformation in Oil and Gas: Leveraging AI for Predictive Maintenance - OGGN, fecha de acceso: marzo 10, 2025, <https://oggn.com/digital-transformation-in-oil-and-gas-leveraging-ai-for-predictive-maintenance/>
28. Artificial Intelligence in Oil and Gas | Avathon, fecha de acceso: marzo 10, 2025, <https://avathon.com/industries/energy/oil-gas/>
29. AI in Oil and Gas: Future Trends & Use Cases - Moon Technolabs, fecha de acceso: marzo 10, 2025, <https://www.moontechnolabs.com/blog/ai-in-oil-and-gas/>
30. WÄRTSILÄ DYNAMIC MAINTENANCE PLANNING (DMP) AND CONDITION BASED MAINTENANCE (CBM), fecha de acceso: marzo 12, 2025, <https://www.wartsila.com/static/studio/assets/content/ss1/cbm-presentation.pdf>
31. Dynamic scheduling of maintenance tasks in the petroleum industry: A reinforcement approach - ResearchGate, fecha de acceso: marzo 12, 2025, https://www.researchgate.net/publication/220119187_Dynamic_scheduling_of_m

[aintenance tasks in the petroleum industry A reinforcement approach](#)

32. Oil and Gas Work Order Management Software - Maintenance Care, fecha de acceso: marzo 12, 2025, <https://www.maintenancecare.com/oil-and-gas-work-order-management-software>
33. CMMS+ Software for Oil & Gas Industry - LLumin CMMS, fecha de acceso: marzo 12, 2025, <https://llumin.com/oil-gas-industry-llu/>
34. Oil and Gas Simulation Software - AnyLogic, fecha de acceso: marzo 12, 2025, <https://www.anylogic.com/oil-and-gas/>
35. Oil and Gas Engineering Simulation - Ansys, fecha de acceso: marzo 12, 2025, <https://www.ansys.com/industries/energy/oil-and-gas>
36. Aspen HYSYS | Process Simulation Software - AspenTech, fecha de acceso: marzo 12, 2025, <https://www.aspentech.com/en/products/engineering/aspen-hysys>
37. Oil & Gas | Arena Simulation Software | US - Rockwell Automation, fecha de acceso: marzo 12, 2025, <https://www.rockwellautomation.com/en-us/products/software/arena-simulation/discrete-event-modeling/oil-gas.html>
38. Petro-SIM Simulation Software - KBC Global, fecha de acceso: marzo 12, 2025, <https://www.kbc.global/process-optimization/technology/simulation-software/petro-sim-simulation-software/>
39. 6 Ways Digital Twins Can Improve Your Oil & Gas Asset Management - Prescient Devices, fecha de acceso: marzo 12, 2025, <https://www.prescientdevices.com/blog/6-ways-to-improve-your-oil-and-gas-asset-management-with-operational-digital-twins>
40. Harnessing Digital Twins for Strategic Innovation and Competitive Edge in the Oil and Gas Industry - Frost & Sullivan, fecha de acceso: marzo 12, 2025, <https://www.frost.com/growth-opportunity-news/energy-environment/oil-gas/digital-twins-for-competitive-edge-in-the-oil-and-gas-industry-cim-ma/>
41. Digital Twins Transform Operational Efficiency in Oil and Gas - Cupix, fecha de acceso: marzo 12, 2025,

<https://www.cupix.com/news-info/digital-twins-transform-operational-efficiency-in-oil-and-gas>

42. How AI-Enabled Digital Twins are Transforming the Oil & Gas ..., fecha de acceso: marzo 12, 2025, <https://www.symphonyai.com/resources/blog/industrial/how-ai-enabled-digital-twins-are-transforming-the-oil-gas-industry/>
43. The ROI of Predictive Maintenance | Standard Electric Supply Co., fecha de acceso: marzo 12, 2025, <https://www.standardelectricsupply.com/blog/The-ROI-of-Predictive-Maintenance>
44. The predictive maintenance market forecast - News - Maintworld, fecha de acceso: marzo 12, 2025, <https://www.maintworld.com/News/The-predictive-maintenance-market-forecast>
45. Predictive Maintenance Cost Savings | ATS - Advanced Technology Services, fecha de acceso: marzo 15, 2025, <https://www.advancedtech.com/blog/predictive-maintenance-cost-savings/>
46. Cost Savings through Predictive Maintenance - Sensemore, fecha de acceso: marzo 15, 2025, <https://sensemore.io/cost-savings-through-predictive-maintenance/>
47. How Artificial Intelligence Simplifies Spare Part Searches - - Datategy, fecha de acceso: marzo 15, 2025, <https://www.datategy.net/2024/12/12/how-artificial-intelligence-simplifies-spare-part-searches/>
48. Gen AI-Enabled Parts Inventory Management Software - Mastek, fecha de acceso: marzo 15, 2025, <https://www.mastek.com/products/platforms-and-innovation/parts-inventory-management-software/>
49. Smart Spare Parts Management | AI-Driven Inventory & Stock Control - Maintwiz, fecha de acceso: marzo 15, 2025, <https://www.maintwiz.com/product/ai-cmms-spare-parts-management/>

50. AI for Spare Parts Criticality - Verusen, fecha de acceso: marzo 15, 2025, <https://verusen.com/ai-for-spare-parts-criticality/>
51. Using AI for Preventive Maintenance: Minimize Downtime in Heavy Industry - Ripik.AI, fecha de acceso: marzo 15, 2025, <https://www.ripik.ai/ai-for-predictive-maintenance-in-heavy-manufacturing/>
52. What is AI Predictive Maintenance ? How it revolutionizing industrial efficiency?, fecha de acceso: marzo 15, 2025, <https://www.infinite-uptime.com/ai-predictive-maintenance-revolutionizing-industrial-efficiency/>
53. Artificial Intelligence in Oil and Gas: Benefit, Use Cases, Examples - Appinventiv, fecha de acceso: marzo 15, 2025, <https://appinventiv.com/blog/artificial-intelligence-in-oil-and-gas-industry/>
54. AI in Oil and Gas: Benefit and Use Cases - Apptunix, fecha de acceso: marzo 15, 2025, <https://www.apptunix.com/blog/artificial-intelligence-in-oil-and-gas-benefit-and-use-cases/>
55. Generative AI for Oil and Gas | Enhanced Efficiency | 7P - 7Puentes, fecha de acceso: marzo 15, 2025, <https://www.7puentes.com/generative-ai-for-oil-and-gas/>
56. Artificial Intelligence in Oil and Gas: Benefit, Use Cases, Examples - Arramton, fecha de acceso: marzo 15, 2025, <https://arramton.com/blogs/unleashing-the-potential-of-artificial-intelligence-in-the-oil-and-gas-industry-10-use-cases-benefits-and-examples>
57. How AI Can Improve Maintenance and Safety for the Oil and Gas Industry - Ambiq, fecha de acceso: marzo 15, 2025, <https://ambiq.com/blog/how-ai-can-improve-maintenance-and-safety-for-the-oil-and-gas-industry/>
58. Using AI in Predictive Maintenance: What You Need to Know - Oracle, fecha de acceso: marzo 15, 2025, <https://www.oracle.com/scm/ai-predictive-maintenance/>
59. Artificial Intelligence (AI) in Oil and Gas Market Challenges and Opportunities,

- fecha de acceso: marzo 15, 2025,
<https://www.coherentmarketinsights.com/industry-reports/artificial-intelligence-ai-in-oil-and-gas-market/market-challenges-and-opportunities>
60. Problems of integrating artificial intelligence with SCADA systems | ScienceRise,
 fecha de acceso: marzo 17, 2025,
<http://journal.eu-jr.eu/sciencerrise/article/view/3691>
61. (PDF) Problems of integrating artificial intelligence with SCADA systems - ResearchGate, fecha de acceso: marzo 17, 2025,
https://www.researchgate.net/publication/389384425_Problems_of_integrating_a_rtifical_intelligence_with_SCADA_systems
62. The Future of Oil & Gas Operations: : Integrated & AI-Driven - OPX AI, fecha de acceso: marzo 17, 2025,
<https://www.opxai.com/the-future-of-oil-gas-operations-integrated-ai-driven/>
63. (PDF) Title: Integrating Artificial Intelligence with SCADA Systems: Enhancing Operational Efficiency, Predictive Maintenance, and Environmental Sustainability - ResearchGate, fecha de acceso: marzo 17, 2025,
https://www.researchgate.net/publication/382537416_Title_Integrating_Artificial_Intelligence_with_SCADA_Systems_Enhancing_Operational_Efficiency_Predictive_Maintenance_and_Environmental_Sustainability
64. How Is AI Being Integrated Into SCADA Systems? - Indmall Automation, fecha de acceso: marzo 17, 2025,
<https://www.indmallautomation.com/faq/how-is-ai-being-integrated-into-scada-systems/>
65. AI in Oil and Gas: 7 Best Practices for Data Readiness - IPT Global, fecha de acceso: marzo 17, 2025,
<https://iptglobal.com/blog/ai-in-oil-and-gas-7-best-practices-for-data-readiness/>
66. AI Is Fueling Innovation in the Oil & Gas Industry - ABI Research, fecha de acceso: marzo 17, 2025,
<https://www.abiresearch.com/blog/artificial-intelligence-ai-oil-and-gas-industry?hs>

[Lang=en](#)

67. Integrating artificial intelligence into engineering processes for improved efficiency and safety in oil and gas operations - ResearchGate, fecha de acceso: marzo 17, 2025, https://www.researchgate.net/publication/379043674_Integrating_artificial_intelligence_into_engineering_processes_for_improved_efficiency_and_safety_in_oil_and_gas_operations
68. Artificial Intelligence for Interoperability – Army SBIR|STTR Program, fecha de acceso: marzo 17, 2025, <https://www.armysbir.army.mil/topics/artificial-intelligence-interoperability/>
69. Generative AI in Oil and Gas - XenonStack, fecha de acceso: marzo 17, 2025, <https://www.xenonstack.com/blog/gen-ai-in-oil-and-gas>
70. Drilling Down: How AI is Changing the Future of Oil and Gas - Sand Technologies, fecha de acceso: marzo 17, 2025, <https://www.sandtech.com/insight/drilling-down-how-ai-is-changing-the-future-of-oil-and-gas/>
71. Predictive Maintenance in Oil and Gas: Using SCADA Data for Asset Optimization - Htt.io, fecha de acceso: marzo 17, 2025, <https://www.htt.io/learning-center/predictive-maintenance-in-oil-and-gas-using-scada-data-for-asset-optimization>
72. How Predictive Maintenance Works - 5 Steps - Cisco Blogs, fecha de acceso: marzo 17, 2025, <https://blogs.cisco.com/energy/how-predictive-maintenance-works-5-steps>
73. Predictive maintenance software & data acquisition system - AIM - ASaP.nl, fecha de acceso: marzo 17, 2025, <https://www.asap.nl/predictive-maintenance-software-data-acquisition-system-aim-software-to-prevent-unplanned-downtime/>
74. Energy Laws and Regulations 2025 | Argentina - Global Legal Insights, fecha de acceso: marzo 17, 2025,

<https://www.globallegalinsights.com/practice-areas/energy-laws-and-regulations/argentina/>

75. Oil & Gas Laws and Regulations Report 2025 Argentina - ICLG.com, fecha de acceso: marzo 18, 2025, <https://iclg.com/practice-areas/oil-and-gas-laws-and-regulations/argentina>
76. Legal 500 Country Comparative Guides 2025, fecha de acceso: marzo 18, 2025, <https://www.legal500.com/guides/chapter/argentina-energy-oil-gas/?export-pdf>
77. Oil, Gas and the Transition to Renewables 2024 - Argentina | Global Practice Guides, fecha de acceso: marzo 18, 2025, <https://practiceguides.chambers.com/practice-guides/oil-gas-and-the-transition-to-renewables-2024/argentina/trends-and-developments>
78. A detailed guide to Argentina's data privacy law, PDPA | TJC Group, fecha de acceso: marzo 18, 2025, <https://www.tjc-group.com/blogs/keeping-up-with-data-privacy-law-argentina-pdpa-overview/>
79. Data protection laws in Argentina, fecha de acceso: marzo 18, 2025, <https://www.dlapiperdataprotection.com/index.html?t=law&c=AR>
80. The Argentina Personal Data Protection Law (PDPL) - CookieHub, fecha de acceso: marzo 18, 2025, <https://www.cookiehub.com/blog/the-argentina-personal-data-protection-law-pdpl>
81. Argentina Privacy Law 2022 - Bruchou, fecha de acceso: marzo 18, 2025, <https://bruchoufunes.com/wp-content/uploads/2022/11/argentina-privacy-law-2022.pdf>
82. Data Protected Argentina | Insights - Linklaters, fecha de acceso: marzo 18, 2025, <https://www.linklaters.com/insights/data-protected/data-protected--argentina>
83. Regulating Artificial Intelligence in Argentina - WSC Legal, fecha de acceso: marzo 18, 2025, <https://wsclegal.com/regulating-artificial-intelligence-in-argentina/>
84. Regional cooperation crucial for AI safety and governance in Latin ..., fecha de acceso: marzo 18, 2025,

<https://www.brookings.edu/articles/regional-cooperation-crucial-for-ai-safety-and-governance-in-latin-america/>

85. National Grid Partners commits \$100 million to invest in AI startups advancing the future of energy, fecha de acceso: marzo 18, 2025, <https://www.nationalgrid.com/media-centre/press-releases/national-grid-partners-commits-100-million-invest-ai-startups-advancing-future-energy>
86. Bits & Watts Initiative funds six sustainable AI research projects - Stanford University, fecha de acceso: marzo 18, 2025, <https://bitsandwatts.stanford.edu/news/bits-watts-initiative-funds-six-sustainable-ai-research-projects>
87. Artificial Intelligence for Energy, fecha de acceso: marzo 18, 2025, <https://www.energy.gov/topics/artificial-intelligence-energy>
88. Maximizing the impact of AI in the oil and gas sector | EY - US, fecha de acceso: marzo 18, 2025, https://www.ey.com/en_us/insights/oil-gas/maximizing-the-impact-of-ai-in-the-oil-and-gas-sector
89. Scaling AI for Maximum Impact in Oil and Gas - JPT - SPE, fecha de acceso: marzo 18, 2025, <https://jpt.spe.org/scaling-ai-for-maximum-impact-in-oil-and-gas>
90. AI Change Management – Tips To Manage Every Level of Change | SS&C Blue Prism, fecha de acceso: marzo 20, 2025, <https://www.blueprism.com/resources/blog/ai-change-management/>
91. Change Management and AI | Roland Berger, fecha de acceso: marzo 18, 2025, <https://www.rolandberger.com/en/Insights/Publications/Change-management-and-AI.html>
92. Artificial Intelligence in the Oil and Gas Industry: Benefits & Use Cases - Ksolves, fecha de acceso: marzo 20, 2025, <https://www.ksolves.com/blog/artificial-intelligence/applications-in-oil-gas-industry>
93. How is Artificial Intelligence being used in the oil and gas industry? - Usetech,

fecha de acceso: marzo 20, 2025,
<https://usetech.com/blog/how-is-artificial-intelligence-being-used-in-the-oil-and-gas-industry/>

94. Implementing AI for Predictive Maintenance in Oil and Gas Facilities - FAT FINGER,
fecha de acceso: marzo 20, 2025,
<https://fatfinger.io/implementing-ai-for-predictive-maintenance-in-oil-and-gas-facilities/>