La [monitorización en tiempo real mejora la fiabilidad] de los molinos de bolas

Maximizando la fiabilidad del molino de bolas mediante la monitorización avanzada del estado del aceite

Este caso de estudio se realizó en colaboración con nuestro partner exclusivo en Australia, GVS

[ANTECEDENTES]

GVS formó parte de la instalación de un contador de partículas óptico de **Atten[2] OilWear S** en un molino de bolas de una planta de procesamiento de minerales en Queensland. El objetivo era superar los retos históricos en la monitorización del estado del molino y proporcionar información en tiempo real sobre la salud del sistema de lubricación.

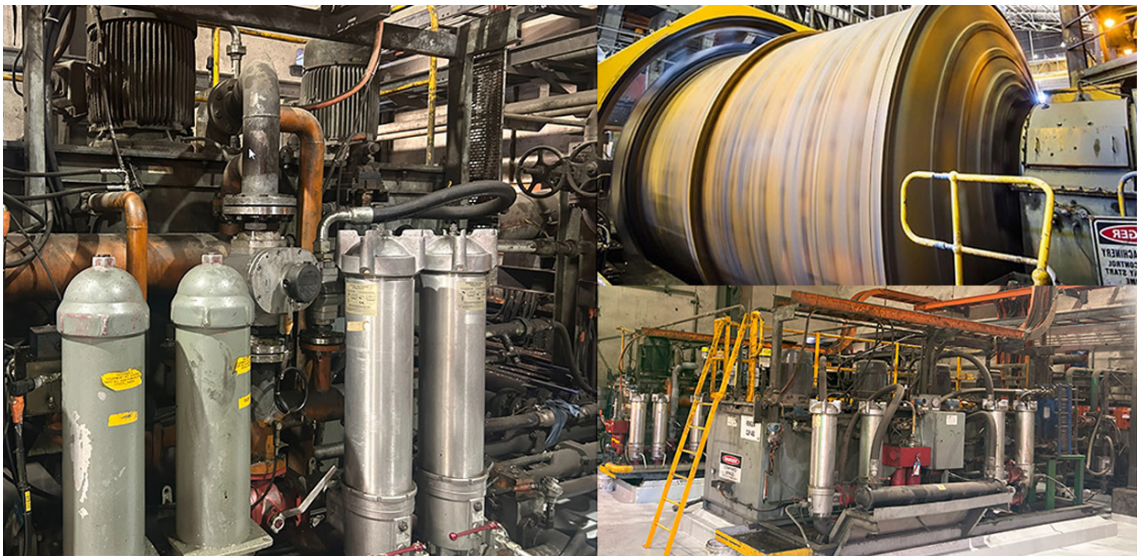


Imagen 1. Molino de bolas y su sistema de lubricación

[EL RETO]

Se requería una solución más avanzada e integrada

El cliente sufría **problemas recurrentes de desgaste y contaminación causados por una entrada persistente de contaminantes en el sistema de lubricación del molino**, derivados de una debilidad de fabricación conocida y difícil de resolver en el equipo. Los métodos de monitorización existentes; análisis de vibraciones, muestreo periódico de aceite y un antiguo contador de partículas láser; no podían ofrecer una detección fiable de eventos de contaminación y desgaste.

- **El análisis de vibraciones** era ineficaz debido a la operación a baja velocidad, el alto nivel de ruido de fondo, el diseño complejo de la caja de engranajes y el acceso limitado.
- **El análisis de aceite** se veía afectado por largos tiempos de respuesta del laboratorio, muestreos y prácticas inconsistentes que introducían posibles errores.
- **El contador de partículas** tenía dificultades con aceites de alta viscosidad y aireados, además de no ofrecer alarmas ni integración con el sistema.

Para supervisar eficazmente este activo crítico dadas las limitaciones existentes, se requería una solución más avanzada e integrada.

El sistema debía proporcionar datos de la condición del lubricante en tiempo real, integrarse con los sistemas existentes y generar alarmas automáticas para la detección temprana de fallos. Asimismo, debía minimizar la recopilación manual de datos para mejorar la seguridad y la eficiencia, al tiempo que monitorizaba con precisión la contaminación, el desgaste y el estado general de la máquina, almacenando datos para análisis de tendencias y mantenimiento proactivo.

[LA SOLUCIÓN]

GVS recomendó la implementación de sensores de monitorización de aceite en línea **Atten[2] OilWear S** , que ofrecen:

- Códigos de limpieza ISO 4406 en tiempo real
- Análisis de forma de partícula (morfología) en alta definición para diferenciar la contaminación de los mecanismos de desgaste
- Alarmas automáticas e integración con el sistema
- Funcionamiento fiable en aceites de alta viscosidad y aireados, respaldado por un **Bubble Eliminator System (BES)**



Imagen 2. OW S y BES

[IMPLEMENTACIÓN]

La implementación tuvo en cuenta el tipo de aceite, la presión, la temperatura, el riesgo de aireación y el diseño del sistema para garantizar la ubicación óptima de los sensores. Se instalaron dos sensores Atten2

- **Uno corriente arriba de los filtros** (lado sucio) para monitorizar la contaminación de retorno y los residuos de desgaste
- **Uno corriente abajo de los filtros** (lado limpio) para verificar la limpieza del aceite que entra en la caja de engranajes.

Se añadió un Sistema Eliminador de Burbujas (BES) para abordar la excesiva aireación en las líneas de retorno. Tras resolver un problema inicial de bajo caudal causado por una presión insuficiente en una de las ubicaciones, el sistema funcionó de forma fiable y continua.

[RESULTS AND FINDINGS]

- El martes 6, los niveles ISO aumentaron bruscamente en partículas de >4 µm y >6 µm, con un ligero incremento en 14 µm.
- Se observaron picos menores en >14 µm el jueves 8, mientras que descensos puntuales sugerían mejoras temporales en la filtración.
- Para el jueves 15, la contaminación >14 µm aumentó de forma significativa, con la primera aparición de partículas de mayor tamaño (>21 µm).
- La situación se agravó el jueves 22, cuando todas las clases de tamaño de partículas se dispararon, confirmando un evento importante de contaminación.
- Esto condujo finalmente a una parada completa del equipo el sábado 31.

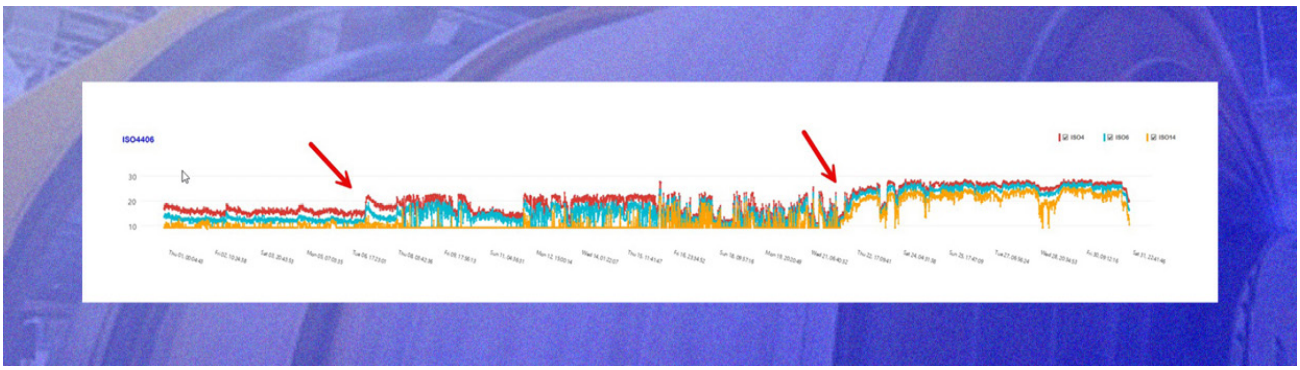


Imagen 3. Resultados - código de partículas ISO 4406

El problema comenzó cuando se probó una nueva marca de filtros, que se bloqueó rápidamente. Un segundo juego también falló, forzando al sistema a funcionar en modo bypass y permitiendo que aceite contaminado circulara hacia la caja de engranajes. El sistema Atten[2] detectó las anomalías de inmediato, lo que permitió al equipo reaccionar.

A pesar de realizar diez cambios de filtros, la contaminación persistió hasta la parada. En total, se sustituyeron 6.000 litros de aceite y se programó el reacondicionamiento de la caja de engranajes.

Los datos de Atten[2] mostraron picos de contaminación cada vez que los filtros entraban en bypass, seguidos de un aumento constante de los niveles ISO 4406 y el inicio del desgaste de la máquina.

- A partir de aproximadamente el día 22, aumentaron las partículas grandes (>21 µm) y aparecieron tanto desgaste por fatiga como desgaste por deslizamiento.
- Las partículas de fatiga se dispararon alrededor del sábado 24, mientras que las partículas de desgaste por deslizamiento aumentaron significativamente el lunes 26, con ambas tendencias en aumento hasta la parada.
- El desgaste por deslizamiento indicaba malas condiciones de lubricación, probablemente debidas a la contaminación, mientras que las partículas de fatiga confirmaron daños por contacto rodante en los rodamientos, incluyendo picaduras en fase temprana.

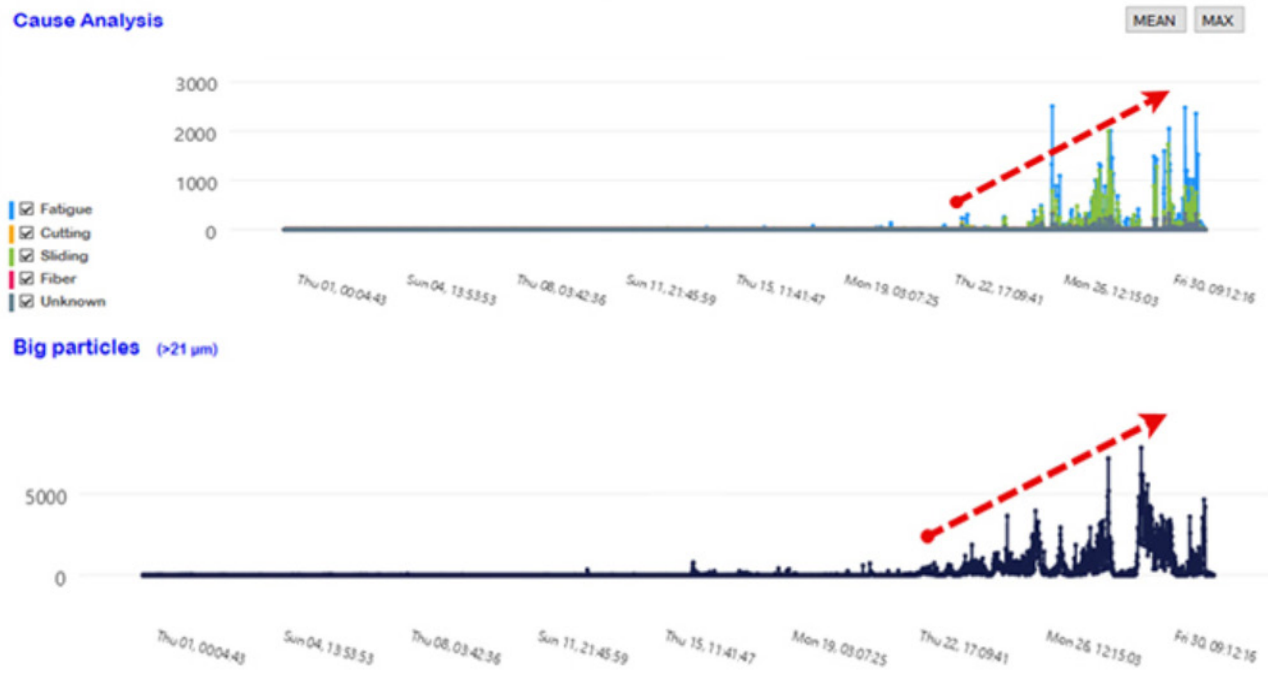


Imagen 4. Resultados

[RESULTADO]

Gracias a la monitorización en tiempo real, el cliente:

- Detectó el incidente de contaminación de forma temprana
- Gestionó la situación mediante cambios de filtros dirigidos y un seguimiento estrecho de la condición
- Tomó decisiones informadas sobre el momento óptimo para la parada y el mantenimiento
- Sustituyó 6.000 litros de aceite y programó el reacondicionamiento de la caja de engranajes en el momento más oportuno, minimizando el impacto en la producción

Este caso demostró que la monitorización de aceite en línea con las soluciones de Atten[2] proporciona información temprana y accionable en aplicaciones de baja velocidad y alto ruido. Al adoptar una estrategia de monitorización continua y automatizada, el cliente mejoró la protección de los activos, redujo el riesgo y aplicó un enfoque de mantenimiento verdaderamente proactivo y basado en condición.

Atten[2] es más que una herramienta de monitorización: es un habilitador clave de la fiabilidad y la extensión de la vida útil de los activos.