

Reporte técnico: Análisis de Rendimiento de palas y camiones CAEX



Nombre: Fabián Rodríguez Orellana

Fecha: 01/01/2024

Resumen Ejecutivo

Este reporte técnico analiza el rendimiento de una flota de palas y camiones CAEX en una operación minera, con el objetivo de identificar los equipos más eficientes y los factores que afectan su desempeño. El análisis se basa en una base de datos que incluye variables clave como el tonelaje movido y el número de paladas.

Metodología:

Se realizó un proceso de **ETL** para evaluar la calidad de los datos, un análisis exploratorio de datos (EDA) y la implementación de un Dashboard interactivo para facilitar el análisis utilizando visualizaciones. Las principales métricas analizadas fueron:

- **Tonelaje acumulado y tiempo de ciclo** por camión.
- **Tonelaje acumulado y tiempo de ciclo** por pala.
- **Ranking de tonelaje** por camión.
- Ranking de tonelaje por pala
- Eficiencia de carga y distancias recorridas.
- Rendimiento de las palas y los camiones a través del tiempo.

Resultados:

Se detectó una variabilidad significativa en el rendimiento de los camiones y palas. Los camiones más eficientes fueron **CAEX66**, **CAEX55** y **CAEX25**, mientras que los menos eficientes fueron **CAEX67**, **CAEX07** y **CAEX21**. En cuanto a las palas, las más eficientes fueron **PH58** y **PH48**, con **PH55** siendo la de peor rendimiento.

Conclusiones y Recomendaciones:

El análisis reveló que la **capacidad del equipo**, **tiempo de uso**, **distancias recorridas** y el **estado del equipo** influyen considerablemente en el rendimiento. Se recomienda optimizar la asignación de equipos, mejorar la eficiencia en la carga y descarga, y reducir las distancias recorridas. Además, se sugiere implementar un programa de **mantenimiento preventivo** y monitorear continuamente los indicadores clave de rendimiento para detectar mejoras.

La implementación de estas recomendaciones puede aumentar la **eficiencia y productividad** de la operación minera, con un enfoque en el uso de tecnologías avanzadas para la gestión de flotas y tráfico.

Contenido

Reporte técnico: Análisis de Rendimiento de palas y camiones CAEX.....	1
Resumen Ejecutivo	2
1. Introducción	4
2. Metodología.....	4
3. Resultados.....	6
4. Conclusiones y Recomendaciones.....	12

1. Introducción

El rendimiento de los equipos en la industria minera es un factor clave para optimizar la eficiencia operativa y la rentabilidad. En el presente análisis, nos enfocamos en evaluar el desempeño de una flota de palas y camiones CAEx utilizados para el transporte de mineral. Se dispone de una base de datos que registra diariamente el tonelaje transportado y las variables asociadas al ciclo de operación de estos equipos.

El objetivo principal de este trabajo es identificar los equipos de mejor rendimiento en términos de tonelaje movido por día, así como determinar los factores críticos que influyen en esta métrica. A partir de estos hallazgos, se pretende desarrollar un ranking de desempeño de los equipos y proponer recomendaciones que permitan mejorar la operación en el próximo año.

Para alcanzar estos objetivos, se analizaron diferentes variables, como el número de paladas necesarias, el ciclo total de los camiones y palas, y las distancias recorridas por los camiones vacíos y cargados.

Este reporte presenta los resultados del análisis, las conclusiones derivadas del estudio y las recomendaciones específicas para maximizar la eficiencia operativa de los equipos mineros.

2. Metodología.

Para llevar a cabo el análisis del rendimiento de la flota de palas y camiones CAEX, se siguió un enfoque estructurado que incluyó varias etapas. El objetivo fue identificar los equipos más eficientes en el transporte de mineral y los factores críticos que afectan esta eficiencia. A continuación se detallan los pasos seguidos:

1. Extracción, Transformación y Carga de datos (ETL):

Se inició realizando la extracción de los datos en la base de datos, luego se hizo la transformación de los datos incluyendo limpieza y depuración de los registros, eliminando valores atípicos mediante la detección de outliers utilizando visualizaciones como boxplots e histogramas en Python. Por último, los datos fueron cargados en un entorno de análisis en formato CSV.

2. Análisis exploratorio de datos (EDA):

Se realizó un análisis exploratorio para comprender la distribución de los datos y la variabilidad en el rendimiento de los equipos. Se utilizaron gráficos de barras para

obtener un análisis univariado y otro bivariado de todas las columnas presentes en la base de datos

3. Dashboard interactivos:

Con el fin de obtener el ranking de desempeño se optó por realizar dashboard para los camiones y palas donde se utilizaron métricas como tonelaje por ciclo, tiempo de ciclo y número de paladas necesarias para cargar cada camión, comparando resultados entre los diferentes camiones y palas para identificar los mejores y peores rendimientos. También, identificando los factores críticos responsables de las ineficiencias de las operaciones.

Estos dashboard también fueron diseñados para monitorear el rendimiento de los camiones y palas a lo largo del tiempo mostrando gráficos detallados del tonelaje transportado, tiempos de ciclo y otros indicadores clave de rendimiento.

A partir de los resultados obtenidos de lo anterior se diseñaron recomendaciones específicas para optimizar el rendimiento de los equipos en futuras operaciones, considerando tanto los datos actuales como supuestos razonables sobre mejora potenciales.

4. Modelo predictivo:

Se realizó un modelo predictivo del tiempo de ciclo de camiones con el fin de saber la tendencia que presentan a partir de las variables entregadas y los datos históricos con el fin de resolver las variables que más afecten a el tiempo del mismo.

3. Resultados

Se observo una variabilidad significativa en el rendimiento tanto de los camiones como de las palas

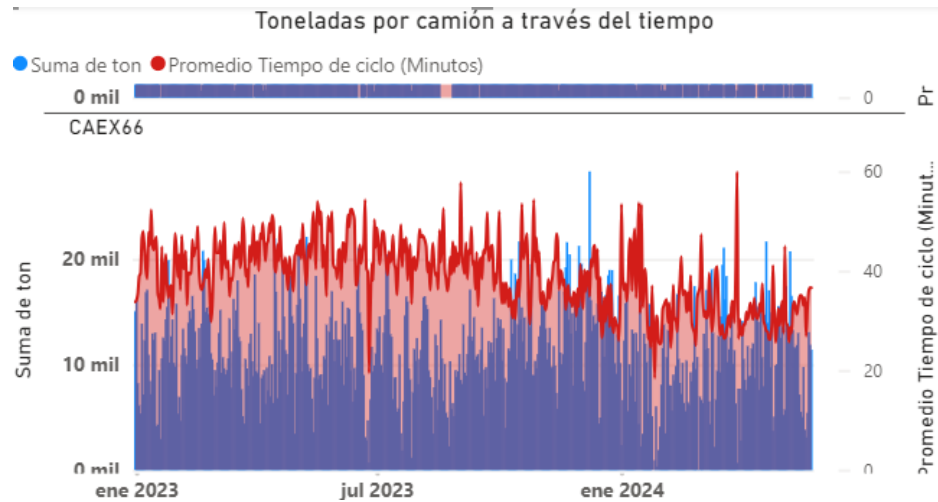


Aquí se puede ver la gran diferente en los camiones CAEX 66 siendo el con mayor tonelaje seguido por, CAEX55, CAEX25, CAEX31, CAEX 41, CAEX98, CAEX81, CAEX93 Y CAEX44 los cuales se encuentran en promedio con el mismo tonelaje a la ultima fecha que se ingresaron datos.

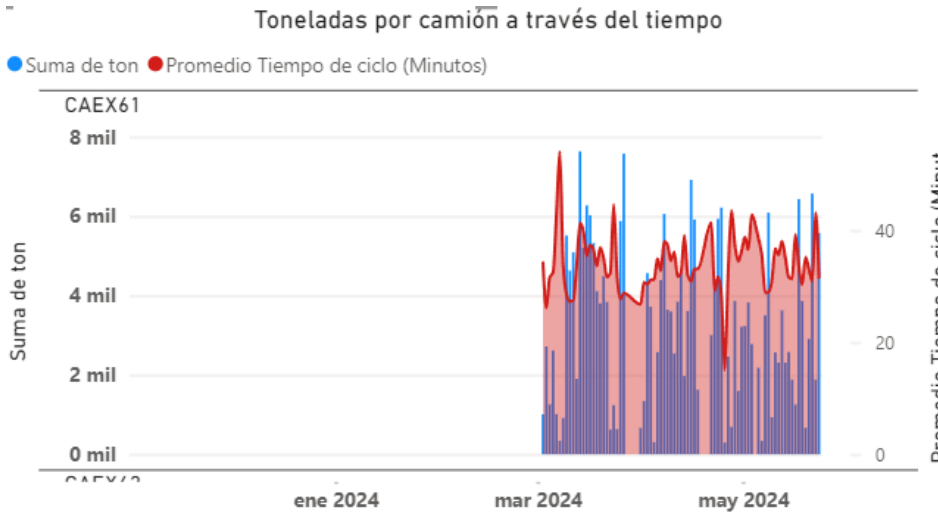
Por otro lado, es necesario observar los camiones que presentan una mayor deficiencia que corresponden a el CAEX61 en su mayoría los CAEX84, CAEX21 y CAEX07.



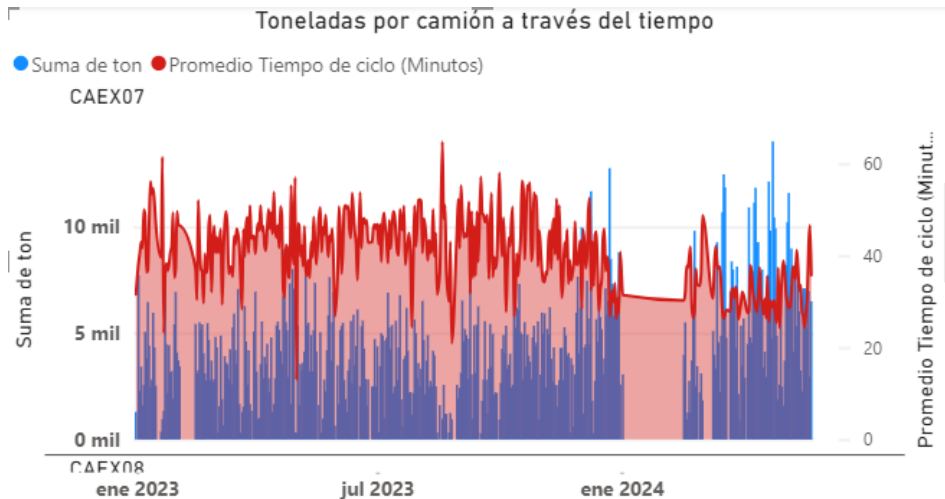
Para analizar de una mejor manera se realizó un dashboard para el rendimiento de los camiones de toneladas por camión a través del tiempo. A continuación, se presenta el camión con mejor rendimiento que corresponde al CAEX 66, donde se puede apreciar que su tendencia del promedio de tiempo de ciclo va en descenso, pero existió una gran parte del año 2023 en que sus tiempos de ciclos eran tan altos que las toneladas eran muy variables. A pesar de esto, presenta “buenos” resultados.



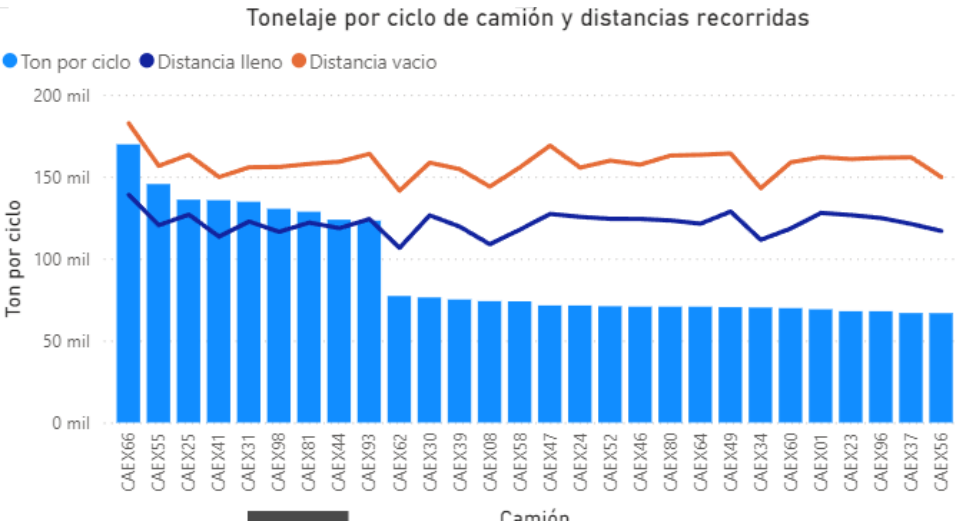
El caso del camión con menor eficiencia es debido a que no lleva mucho tiempo en actividad como se aprecia en el siguiente gráfico (CAEX61) pero, a pesar de esto ha presentado días en los cuales no ha estado activa pese a suponer que se compro en el mes de marzo del 2024



En el siguiente caso para el CAEX07 representa a los camiones que tienen una gráfica similar con tiempos de ciclos bastante altos que pueden alcanzar la hora de tiempo de ciclo y fechas en las cuales no presenta actividad lo cual puede indicar que se encontraban en mantención



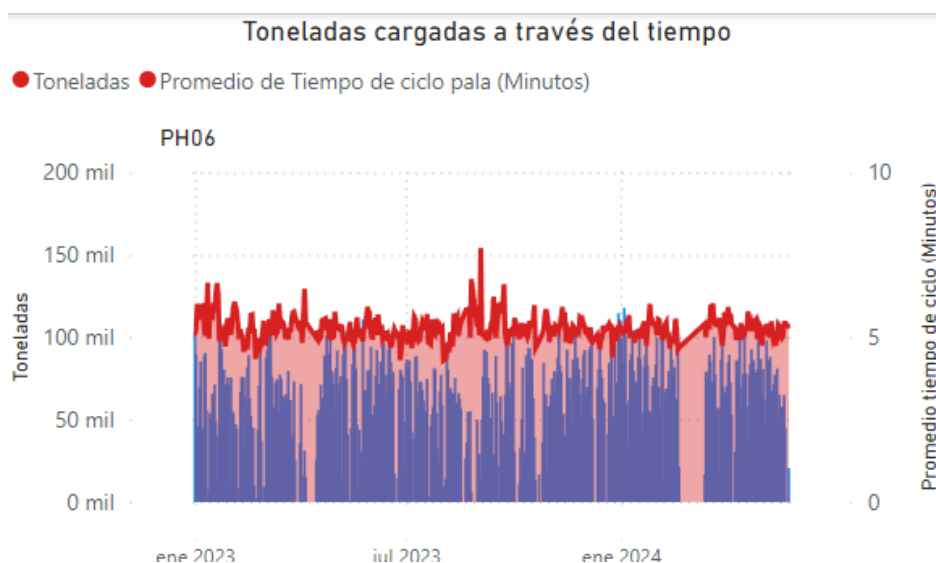
Otra variable importante en estos casos son las distancias recorridas. A continuación, se presenta el promedio de distancia recorrida por camión vacío y lleno, donde se puede ver que los que presentan un rendimiento regular siguen recorriendo en promedio las mismas distancias y en algunos casos más que los que tienen una mejor eficiencia se habla de toneladas por ciclo en comparación a los que tienen el mejor rendimiento



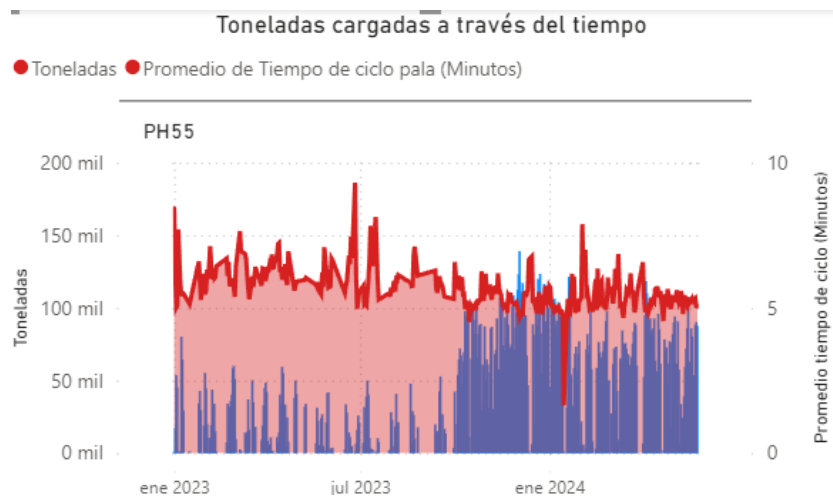
De este gráfico se puede apreciar la gran diferencia entre las toneladas que han cargado hacia los camiones por pala siendo los que presentan una mayor eficiencia las PH58 y PH 48 que se encuentran entre 35 y 40 millones de toneladas a la fecha. Las otras dos presentan bajo los 30 millones. El caso más interesante es de la pala PH 55 que se encuentra con una eficiencia muy baja, lo cual es un caso para tener muy en cuenta.



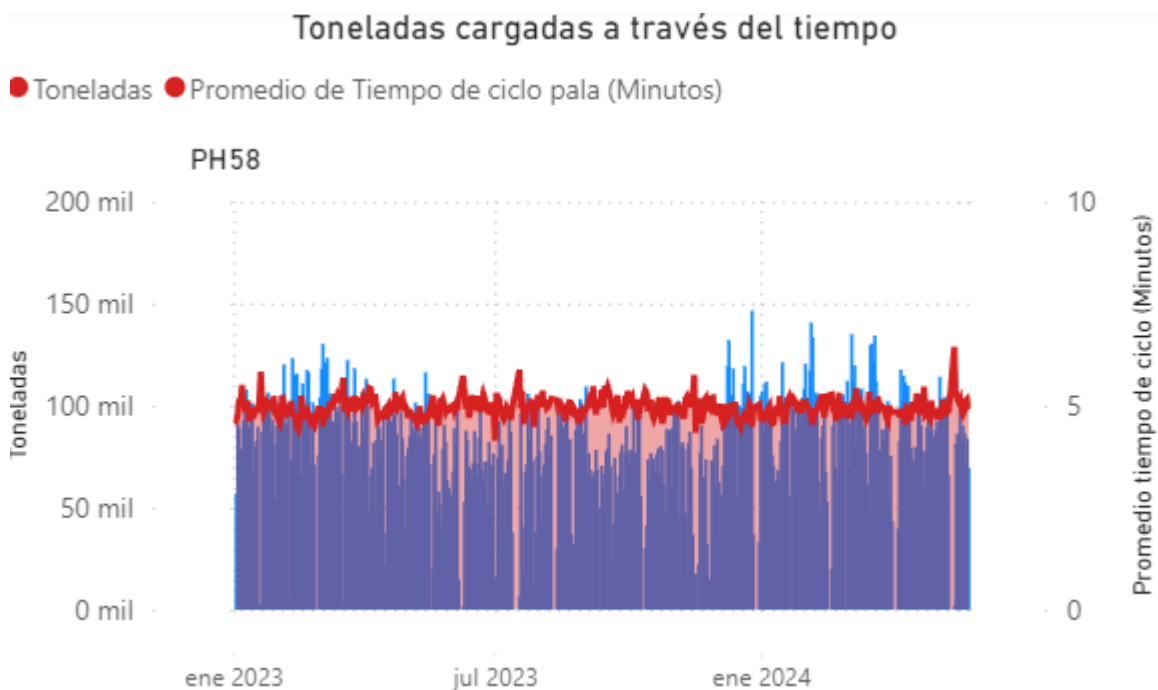
Por otro lado, las toneladas cargadas a través del tiempo de las palas se aprecian en el siguiente gráfico que para la pala PH06 en promedio son 5 minutos por ciclo, lo cual es considerado alto dado a que las paladas optimas son de 3 a 4 minutos para palas hidráulicas considerando 3 a 4 paladas.



El caso de peor rendimiento que es el PH55 se aprecia que tuvo tiempos de ciclo muy altos y muchas fechas en las que presenta un rendimiento muy bajo de toneladas cargadas y en algunas fechas no tuvo actividad

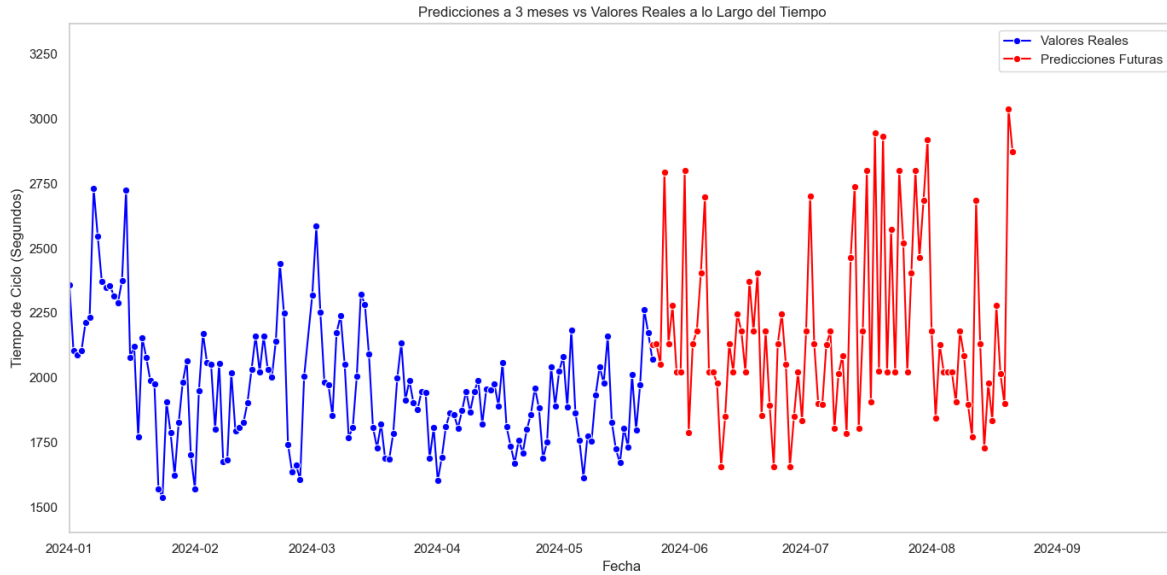


El mejor de los casos corresponde a la pala PH58 el cual se puede ver en el siguiente gráfico:



Esta posee en promedio 5 minutos de tiempo de ciclo y sus toneladas cargadas son bastante similares a lo largo del tiempo

- Modelo predictivo: Por ultimo se presenta el modelo predictivo, el cual se puede apreciar que a pesar de presentar valores bastante extremos se acerca bastante a los valores que se tenían anteriormente con un R2 de 66% lo cual se considera aceptable para este caso



4. Conclusiones y Recomendaciones

El análisis de datos realizado ha permitido identificar patrones de rendimiento en la flota de camiones y palas CAEX, revelando una variabilidad significativa entre los equipos. Se observa una clara disparidad en el tonelaje acumulado y la eficiencia de los equipos, lo que sugiere la necesidad de una gestión optimizada de la flota. Factores como la capacidad del equipo, el tiempo de uso, la eficiencia en la carga y descarga, las distancias recorridas y el estado del equipo juegan un papel crucial en el rendimiento general.

Los camiones CAEX66, CAEX55 y CAEX25 destacan por su alto rendimiento, mientras que los camiones CAEX67, CAEX07 y CAEX21 muestran un desempeño inferior. En cuanto a las palas, PH58 y PH48 lideran en eficiencia, con PH55 rezagada. Es importante considerar que el tiempo de ciclo promedio de las palas, que se sitúa en 5 minutos, es elevado y representa un área de mejora potencial.

Recomendaciones

Para optimizar la operación y maximizar la eficiencia de la flota, se proponen las siguientes recomendaciones:

- **Optimizar la asignación de equipos:** Considerar la capacidad, eficiencia y estado de cada equipo al asignar tareas. Priorizar el uso de los equipos de alto rendimiento (como los camiones CAEX66, CAEX55 y CAEX25, y las palas PH58 y PH48) para las tareas más demandantes.
- **Mejorar la eficiencia en la carga y descarga:** Implementar medidas para reducir los tiempos de ciclo, como la capacitación de operadores, la estandarización de procedimientos y la optimización de las rutas de transporte.
- **Reducir las distancias recorridas:** Minimizar las distancias recorridas por los camiones, tanto vacíos como llenos, para reducir el consumo de combustible y el desgaste de los equipos.
- **Implementar un programa de mantenimiento preventivo:** Un programa de mantenimiento adecuado, basado en el uso y el tonelaje acumulado, puede asegurar la disponibilidad y el rendimiento de los equipos a largo plazo.
- **Monitorear continuamente el rendimiento:** Dar seguimiento a los indicadores clave de rendimiento (KPIs) de los equipos para identificar tendencias, áreas de mejora y posibles problemas.

- **Evaluar la incorporación de nuevas tecnologías:** Considerar la implementación de tecnologías avanzadas, como sistemas de despacho automático y sistemas de control de tráfico, para optimizar la operación.

La implementación de estas recomendaciones, junto con un análisis continuo del rendimiento de los equipos, permitirá mejorar la eficiencia, la productividad y la rentabilidad de la operación minera.