



UNIVERSIDAD **DE ATACAMA**

FACULTAD TECNOLÓGICA

SEDE VALLENAR

**“ESTUDIO SOBRE LA ORGANIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DE TRABAJO,
SELECCIÓN DE RUTAS Y GESTIÓN DE LA FLOTA EN MINA LOS
COLORADOS Y CÓMO INFLUYEN EN LA EFICIENCIAS DE LAS
OPERACIONES”**

Trabajo de titulación en conformidad a los requisitos para obtener el título de Técnico
Universitario en Minas.

Profesor guía: Enrique Andres Veragua Guerrero.

Estefanía A. Godoy Araya

Jacqueline S. Araya González

Fernanda P. Castillo Miranda

Darwin A. Muñoz Paz

Vallenar, Chile 2025

AGRADECIMIENTOS

Darwin Muñoz Paz:

A mi esposa, Carmen Zambra Alday, quien ha sido mi pilar fundamental durante todo este proceso, expreso mi más sincero agradecimiento por su amor, paciencia y apoyo incondicional. Su constante compañía, comprensión y confianza fueron el sostén silencioso que me permitió avanzar y alcanzar este logro, que también le pertenece.

A mis hijos, Darwin, Gabriel y Cristina Muñoz Zambra, por ser mi mayor fuente de inspiración y fortaleza. Su amor y comprensión en los momentos de mayor exigencia fueron un impulso permanente para seguir adelante.

A mis padres, Eulogio Muñoz y Adriana Paz por estar siempre presentes, brindándome su apoyo y consejos a lo largo de mi vida personal. Su ejemplo y respaldo han sido fundamentales para alcanzar este logro.

A todos ellos, mi más profundo agradecimiento.

Estefania Godoy Araya:

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos al profesor Enrique Veragua por su guía, paciencia y apoyo constante durante todo el desarrollo de esta tesis. De igual manera agradezco al profesor Felipe Pizarro, quien siempre estuvo dispuesto a responder nuestras dudas y brindar su ayuda cuando lo necesitamos.

A mis padres (Luis y Luisa) , hermanas (o) (Roxana, Mirta, Luis, Maria), gracias por estar siempre ahí, por su cariño, comprensión y motivación incondicional que fueron fundamentales para culminar esta etapa académica. Y finalmente, a mis compañeros de tesis por la dedicación, el compromiso y el esfuerzo compartido a lo largo de todo el proceso.

Jacquelinne Araya González:

A mis hijos, quienes han sido mi mayor fuente de inspiración y fortaleza durante todo este proceso. Gracias por su paciencia, comprensión y amor incondicional, incluso en los momentos en que el tiempo parecía no alcanzar y el cansancio hacia estragos, su apoyo constante me dio la motivación necesaria para seguir adelante y no rendirme.

A mis compañeros de tesis, por el esfuerzo, la dedicación y el compromiso demostrados a lo largo de este camino. Gracias por el trabajo en equipo, la colaboración constante y el apoyo mutuo, que fueron fundamentales para superar las dificultades y lograr nuestra meta en conjunto.

También quiero agradecerme a mí por la perseverancia, el esfuerzo y la valentía de enfrentar este desafío. Por creer en mis capacidades, por superar las dificultades y por mantenerme firme hasta el final, aun cuando el camino fue duro y exigente.

Fernanda Castillo Miranda

A mi madre, por la confianza que siempre tuvo en mí y por su acompañamiento permanente, especialmente en los momentos de mayor duda, su apoyo fue una fuente de fortaleza a lo largo de este camino.

A mi padre, por su apoyo constante, su compañía y por los valores que me ha transmitido, los cuales guiaron este proceso con esfuerzo, responsabilidad y constancia.

A mi hermana, por estar presente, por su comprensión y apoyo constante durante los momentos más exigentes de esta etapa.

Y por último a los profesores que guiaron y apoyaron el desarrollo de esta tesis, por su dedicación, orientación y compromiso a lo largo de todo el proceso.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I: MARCO INTRODUCTORIO.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 Objetivo general.....	2
1.2.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Planteamiento del problema.....	3
1.4 Antecedentes.....	4
1.5 Justificación.....	5
1.6 Alcances.....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 La minería a cielo abierto.....	7
2.2 Compañía minera del pacífico.....	7
2.3 Mina Los Colorados.....	7
2.4 Ubicación geográfica Mina los Colorados.....	8
2.5 Equipos mina Los Colorados.....	9
2.6 Método de explotación en mina los colorados.....	11
2.7: Indicadores operacionales y fórmulas de cálculo.....	11
2.8: Tiempo ciclo de carguío.....	16
2. 9: Gestión de flota minera.....	17
2. 10: Sistema MineStar.....	17
2.11: Carguío y transporte en el sistema MineStar.....	18
2. 12: Selección de rutas en minería.....	18
2. 13: Organización de los tiempos de trabajo.....	19
2. 14: Relación entre los factores operacionales.....	19
2.15: Programas de relevos en mina.....	20
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	21
3.1 Tipo de metodología.....	21
3.2 Carácter metodológico.....	21
3.3 Primer objetivo: Analizar la utilización de los tiempos de trabajo para identificar el nivel de conocimiento del personal.....	22
3.3.1 Segundo objetivo: Observación de la organización de los puntos de trabajo con el fin de conocer las debilidades en la continuidad de la operación.....	26

3.3.2 Tercer objetivo: Analizar las rutas de transporte con el fin de determinar las características del terreno.....	28
3.3.3 Cuarto objetivo: Determinar a través de un análisis las variaciones de utilización y disponibilidad de la fluctuación de las demoras.....	35
3.3.4 Quinto objetivo: Definir recomendaciones operativas para optimizar la gestión del personal, los equipos y las rutas contribuyendo a la eficiencia de los procesos extractivos.....	40
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	41
4.1 Primer objetivo: Analizar la utilización de los tiempos de trabajo para identificar el nivel de conocimiento del personal.....	41
4.2 Segundo objetivo: Observación de la organización de los puntos de trabajo con el fin de conocer las debilidades en la continuidad de la operación.....	44
4.3 Tercer objetivo: Analizar las rutas de transporte con el fin de determinar las características del terreno.....	47
4.4 Cuarto objetivo: Determinar a través de un análisis las variaciones de utilización y disponibilidad de la fluctuación de las demoras.....	50
4.5 Quinto objetivo: Definir recomendaciones operativas para optimizar la gestión del personal, los equipos y las rutas contribuyendo a la eficiencia de los procesos extractivos.....	51
CAPÍTULO V: CONCLUSIÓN.....	53
BIBLIOGRAFÍA.....	55
ANEXOS.....	56

RESUMEN

El presente estudio analizó la organización de los tiempos de trabajo, la selección de rutas de transporte y la gestión de la flota en la Mina Los Colorados, con el objetivo de evaluar su influencia en la eficiencia de las operaciones mineras a cielo abierto. La investigación se desarrolló mediante una metodología cuantitativa y descriptiva, utilizando información operativa obtenida del sistema de gestión de flota MineStar, complementada con observaciones directas en terreno y la aplicación de un cuestionario al personal operativo de distintos turnos.

El análisis permitió evaluar el nivel de conocimiento del personal respecto a la imputación de tiempos, demoras, reservas y mantenciones, evidenciándose un dominio general del sistema, aunque con brechas en la correcta asignación de ciertos estados operativos. Asimismo, se identificaron debilidades en la organización de los puntos de trabajo, tales como descoordinaciones entre equipos de carguío y transporte, tiempos excesivos de traslado y esperas en zonas de carguío y descarga. El estudio de las rutas de transporte permitió determinar que las características del terreno, incluyendo pendientes, distancias y geometría de los caminos, influyeron directamente en los tiempos de ciclo y en la continuidad operacional.

Finalmente, el análisis de la utilización y disponibilidad de los equipos evidenció fluctuaciones recurrentes asociadas principalmente a cambios de turno y periodos de colación, a partir de lo cual se definieron recomendaciones operativas orientadas a optimizar la gestión del personal, los equipos y las rutas, contribuyendo a mejorar la eficiencia y sostenibilidad de las operaciones mineras.

ABSTRACT

The present study analyzed the organization of work schedules, the selection of transportation routes, and fleet management at the Los Colorados Mine, with the aim of evaluating their influence on the efficiency of open-pit mining operations. The research was conducted using a quantitative and descriptive methodology, employing operational data obtained from the MineStar fleet management system, supplemented by direct on-site observations and the administration of a questionnaire to operational personnel across different shifts.

The analysis allowed for an assessment of personnel's knowledge of time allocation, delays, reservations, and maintenance, revealing a general mastery of the system, although gaps were identified in the correct assignment of certain operational statuses. Likewise, weaknesses were identified in the organization of work points, such as a lack of coordination between loading and transportation teams, excessive transfer times, and delays in loading and unloading areas. The study of the transport routes allowed us to determine that the terrain characteristics, including slopes, distances, and road geometry, directly influenced cycle times and operational continuity.

Finally, the analysis of equipment utilization and availability revealed recurring fluctuations primarily associated with shift changes and meal breaks, based on which operational recommendations were defined to optimize personnel, equipment, and route management, thereby contributing to improved efficiency and sustainability of mining operations.

CAPÍTULO I: MARCO INTRODUCTORIO

1.1 Introducción.

La minería a cielo abierto representa una de las principales actividades dentro de la industria extractiva, ya que permite obtener grandes volúmenes de mineral indispensables para el desarrollo productivo. Sin embargo, estas operaciones traen consigo una serie de desafíos relacionados con la planificación de turnos laborales, la definición de rutas de transporte y la gestión de flota de equipos, factores que repercuten de manera directa en la eficiencia de la operación

El problema principal que se identifica es la falta de una coordinación adecuada entre los tiempos de trabajo, la utilización de los equipos, las rutas y la organización del transporte, lo cual genera retrasos, tiempos improductivos, reduciendo la competitividad de la mina.

La relevancia del estudio consiste en que una correcta planificación de estas variables permite incrementar la productividad, optimizar el uso de recursos, cumplir las normativas laborales y continuidad de las operaciones.

En distintas faenas mineras se observa que las deficiencias en la programación de turnos y en la asignación de equipos provocan interrupciones en la cadena productiva, lo que dificulta alcanzar las metas de producción. A esto se suma que la elección inadecuada de rutas de transporte incrementa el desgaste de la maquinaria, alarga los tiempos de traslado.

La eficiencia en minería a cielo abierto no solo depende de la extracción, sino también de la adecuada coordinación de los recursos humanos y materiales, una mala planificación afecta la continuidad y la rentabilidad, por lo que es clave establecer mejoras.

El propósito del estudio se centra en analizar cómo la organización de la mina influye en la productividad y la eficiencia, con el fin de identificar alternativas que optimicen la coordinación y aseguren un desarrollo más ordenado

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general.

Estudiar cómo se organizan y utilizan los tiempos de trabajo, los puntos de trabajo, la elección de rutas y el tipo de equipo en una mina a cielo abierto, con el fin de mejorar la coordinación de operaciones y el uso de la flota y aumentar la eficiencia operativa.

1.2.2 Objetivos específicos.

- Analizar la utilización de los tiempos de trabajo para identificar el nivel del conocimiento del personal.
- Observación de la organización de los puntos de trabajo con el fin de conocer las debilidades en la continuidad de la operación.
- Analizar las rutas de transporte con el fin de determinar las características en terreno
- Determinar a través de un análisis la variaciones de utilización y disponibilidad de la fluctuación de las demoras.
- Definir recomendaciones operativas para optimizar la gestión del personal, los equipos y las rutas contribuyendo a la eficiencia de los procesos extractivos

1.3 Planteamiento del problema

Este estudio está basado en las necesidades de la Mina de hierro Los Colorados perteneciente al grupo CAP que está ubicada en la región de Atacama donde el punto álgido es la imputación de tiempos operacionales.

En el contexto de la minería a cielo abierto, la eficiencia operativa es un factor crítico que determina la rentabilidad y sostenibilidad de las operaciones mineras. Sin embargo, muchas minas enfrentan desafíos relacionados con la organización ineficiente de los tiempos de trabajo, la selección inapropiada de rutas y la gestión no optimizada de la flota de equipos, disminución de la productividad y generando pérdidas a futuro.

Se debe tener la capacidad de tener un personal activamente comprometido y el conocimiento para imputar los tiempo correspondiente en su área de trabajo, para poder optimizar los tiempos de trabajo ya sean demora, reserva o mantenimiento del equipo de trabajo, así como la selección de rutas eficientes y una gestión efectiva de la flota, son acciones fundamentales que pueden potenciar significativamente el rendimiento de las operaciones mineras.

Por lo tanto, es indispensable realizar un estudio que analice las metodologías existentes para el personal y las prácticas actuales relacionadas con la organización de los tiempos de trabajo, la planificación de rutas y la gestión de la flota en las minas a cielo abierto. Este análisis permitirá identificar las debilidades y áreas de oportunidad, así como proponer lineamientos y estrategias que contribuyan a optimizar estos aspectos y, en consecuencia, mejorar la eficiencia operativa general.

1.4 Antecedentes

En la minería a cielo abierto, distintos estudios e investigaciones muestran que la planificación de los tiempos de trabajo, la selección de rutas y la gestión de la flota de equipos constituyen factores clave para la productividad.

Investigaciones desarrolladas en faenas como Mina Los Colorados destacan que una deficiente coordinación en los turnos de trabajo y en la utilización de equipos genera tiempos improductivos, retrasos. Asimismo, los trabajos enfocados en el análisis de ciclos de carguío y transporte señalan que las demoras en inicio y términos de turnos, sumadas a la elección de rutas poco eficientes, repercuten de manera directa en el rendimiento de la flota.

Estudios actuales también muestran la relevancia de aplicar modelos de gestión de flota, que permiten evaluar la disponibilidad y utilización de camiones y equipos de carguío, así como la eficiencia en la elección de rutas dentro de la faena. Estos trabajos resaltan la importancia de medir indicadores como disponibilidad física, utilización efectiva y rendimiento, los cuales son fundamentales para optimizar los procesos de carguío y transporte.

Los antecedentes revisados evidencian que existe una relación directa entre la organización de los tiempos, planificación de rutas y la gestión de equipos con la continuidad operacional y la productividad minera lo que es fundamental para el presente estudio.

1.5 Justificación.

En la actualidad, muchas operaciones enfrentan retrasos y pérdida de horas efectivas debido a deficiencias en la planificación de turnos, asignación de equipos y diseño de rutas de transporte. Estos problemas no solo afectan la productividad y la rentabilidad de la mina y en la vida útil de los equipos utilizados.

El presente estudio se justifica en la necesidad de mejorar la eficiencia operativa en las faenas mineras a cielo abierto, donde la correcta coordinación entre los tiempos de trabajo, la gestión de equipos, la selección de rutas y la organización del personal constituye un factor decisivo para alcanzar los objetivos de producción y competitividad.

La investigación resulta relevante porque permitirá identificar las principales limitaciones en la coordinación de recursos y proponer acciones de mejora aplicables a la realidad de faenas mineras en Chile. De este modo, el estudio aportará un marco de referencia práctico para optimizar procesos y fortalecer la continuidad de las operaciones, contribuyendo al desarrollo sostenible de la minería a cielo abierto.

De igual forma, este trabajo no solo aportará al ámbito técnico y productivo, sino que también generará un valor académico al ofrecer un análisis sistemático de los factores que influyen en la eficiencia minera. Además, tendrá un impacto social y económico al favorecer mejores condiciones laborales, un uso más racional de los recursos disponibles y una mayor competitividad en la industria extractiva.

1.6 Alcances

Esta investigación se centra en operaciones mineras a cielo abierto en mina Los Colorados el cual usa el sistema de gestión de flota “Minestar” perteneciente a la empresa Caterpillar, con el propósito de analizar la organización de los tiempos de trabajo, la selección de rutas y la gestión de la flota, considerando además el nivel de conocimiento del personal operativo.

Se estudiará la utilización de los tiempos de trabajo, evaluando las demoras al inicio y término de cada turno, pausas de colación y otras demoras asociadas a tareas diaria de cada jornada de trabajo, actividades de mantención y fallas de los equipos además de otros tiempos improductivos que afectan la continuidad operacional.

Se abordará la selección y se estudiará la eficiencia de las rutas de transporte dentro de la mina, se considerarán criterios de distancia, pendiente y tiempos de viaje según circuito asociado, limitándose al análisis comparativo de las condiciones existentes sin contemplar el diseño o construcción de nuevos caminos.

Se analizará la gestión de la flota de equipos, poniendo énfasis en su utilización, disponibilidad y rendimiento. Asimismo, se considerará el nivel de conocimiento del personal operativo, en función de su incidencia en los tiempos de trabajo.

En síntesis, el estudio se orienta a diagnosticar y caracterizar los factores operativos que determinan la eficiencia en mina Los Colorados, estableciendo indicadores y estrategias que permitan optimizar la productividad.

- El estudio se desarrolla para el caso de mineras a cielo abierto.
- Uso del tiempo laboral, considerando demoras en inicio y término de turnos, pausas mantenimiento y otros periodos improductivos.
- La selección y eficiencia de las rutas de transporte dentro de la faena y reducción de tiempos.
- La gestión y eficiencia de la flota de equipos, enfocándose en su uso, disponibilidad y rendimiento.
- El nivel de conocimiento y organización del personal operativo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 La minería a cielo abierto

Es un método de explotación que consiste en la remoción de grandes volúmenes de material superficial para exponer y extraer el mineral. Este sistema se utiliza principalmente para yacimientos de gran tamaño y baja ley, donde el uso de maquinaria pesada y la planificación de los ciclos de trabajo son esenciales para mantener la eficiencia operativa. (Sernageomin, 2020)

La productividad en estas faenas depende de una correcta coordinación entre los tiempos de trabajo, la gestión de los equipos y la selección de rutas adecuadas. Una planificación deficiente puede provocar pérdidas de tiempo y disminución de la continuidad operacional, por lo que es fundamental contar con sistemas de control y análisis que permitan mejorar la eficiencia global. (Sernageomin, s.f.)

2.2 Compañía minera del pacifico

La compañía minera del Pacífico S.A. (CMP) fue construida en 1981 como resultado de una reorganización de la Compañía de Acero del Pacífico S.A. En la actualidad, CMP es la empresa dueña y administradora de los yacimientos mineros que pertenecían a CAP D.A., siendo el principal productor y exportador en Chile de minerales de hierro y pellets, con participación activa en el comercio internacional del hierro y del acero. (CAP Minería, s.f.)

2.3 Mina Los Colorados

El objetivo principal de esta faena es garantizar el abastecimiento continuo de concentrado de hierro destinado a la Planta de Pellets en Huasco. Las labores de explotación en la Mina Los Colorados comenzaron en 1955, bajo el nombre de Mina Primavera. Posteriormente, la explotación fue realizada por CMP hasta diciembre de 1992. Con la finalidad de aumentar su capacidad productiva, se conformó la Compañía

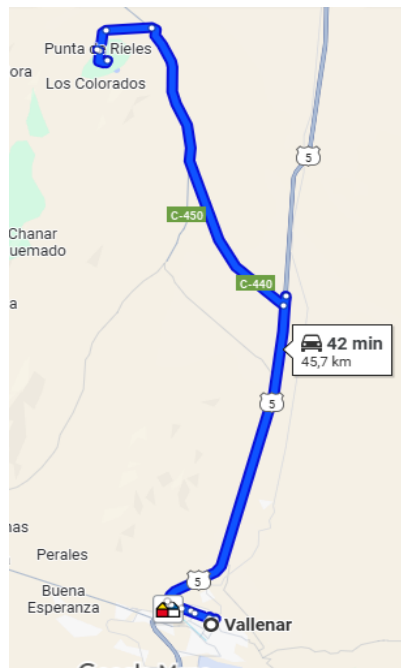
Minera Huasco S.A. (CMH), sociedad integrada por Mitsubishi Corporation Investment (MCI Ltda.) y la Compañía Minera del Pacífico (CMP S.A.). (CAP Minería, s.f.)

2.4 Ubicación geográfica Mina los Colorados

El yacimiento Los Colorados, perteneciente a CAP Minería se encuentra localizado a 28 kilómetros al noreste de la ciudad de Vallenar, en la Región de Atacama, Chile, su principal objetivo es abastecer de preconcentrado de hierro y Sinter Feed a Planta de Pellets, ubicada también en Huasco.

Se ubica dentro del Distrito Sierra Los Colorados, Alcanzando una altitud Aproximada de 459 metros sobre el nivel del mar. Sus coordenadas UTM centrales corresponden a Norte 6.868.900 y Este 322.800. (CMP, s.f.)

Figura 2. 1: Ubicación geográfica Mina los Colorados



Fuente: Google Maps, 2025

2.5 Equipos mina Los Colorados

El carguío en la mina se desarrolla con un conjunto de seis maquinarias principales. Entre ellas se encuentran dos palas de cables (figura 2.3), una pala hidráulica tipo excavadora (figura 2.4), 25 camiones Caterpillar 793F (figura 2.2), 3 cargadores frontales Caterpillar 994 K (figura 2.5). (CMP, s.f; Finning CAT, s.f.)

Figura 2. 2 Camión Caterpillar 793F (CMP, Mina los Colorados, 2025)



Fuente: CMP, Mina los Colorados, 2025

Figura 2. 3: Pala de cables CAT 7495



Fuente: CMP, Mina los Colorados, 2025

Figura 2. 4: Pala hidráulica CAT 6060 excavadora



Fuente: Finning Cat, s.f.

Figura 2. 5: Cargador frontal Caterpillar 994 K



Fuente: CMP, Mina los Colorados, 2025

2.6 Método de explotación en mina los colorados.

En la Mina Los Colorados, utiliza el método de cielo abierto con bancos de 15 m. En este lugar, el mineral de hierro se obtiene a través de perforaciones y tronaduras controladas que permiten desprender la roca, para que los camiones caex transporten el material hacia la Planta Pellets de Huasco, donde se procesa y transforma en pellets de hierro que sirven como base para la producción de acero. Al año, cuenta con un movimiento total de 84 millones de toneladas, de las cuales 10.400.000 corresponden a mineral de hierro. (CMP, s.f.)

2.7: Indicadores operacionales y fórmulas de cálculo

En minería, los indicadores operacionales son parámetros esenciales para evaluar el desempeño de los equipos y la eficiencia de los procesos de producción. La disponibilidad física (DF) mide el porcentaje de tiempo en que los equipos están en condiciones mecánicas de operar; la utilización efectiva (UBED) indica cuánto del tiempo disponible se dedica efectivamente al trabajo productivo; y el rendimiento efectivo (TON/H) representa la cantidad de material movido por hora de trabajo real.

Estos indicadores permiten analizar la gestión de flota, detectar demoras operativas, planificar mantenimientos preventivos y tomar decisiones orientadas a mejorar la productividad y continuidad de la operación minera. (CMP, s.f.; Salinas y Diaz, 2022).

CMP trabaja con la siguiente tabla de distribución de tiempos norma de asarco.

Las normas de Asarco son el marco de referencia utilizado para la definición de conceptos y distribución de los tiempos en que el equipo, máquina o instalación incurren durante la operación. (Docsity,2024).

Tabla 2. 1: Modelo de tiempos

Nominal							
Disponible					Fuera de Servicio		
Operativo				Reserva	Mant. Programado	Mant. No Programado	MIO
Efectivo	Perdidas Operacionales	Demoras Programadas	Demoras No Programadas				

Fuente: CMP, s.f.

- **Tiempo Nominal:**

Corresponde al total del tiempo disponible durante un periodo determinado (por ejemplo, 24 horas). Incluye tanto los tiempos en los que el equipo está disponible para operar como los periodos en los que se encuentra fuera de servicio. Representa la base sobre la cual se distribuyen las demás categorías. (Docsity, 2024)

- **Tiempo Disponible:**

Designa el lapso en que el equipo se encuentra en condiciones de operar, aunque no necesariamente se encuentre ejecutando una tarea productiva. (La norma de ASARCO en minería, Docsity, 2024)

- **Tiempo Operativo:**

Corresponde al espacio de tiempo en el que el equipo se encuentra operando en faena, con operador. Incluye los periodos en que el equipo se encuentra trabajando o en espera de realizar operaciones. (Docsity, 2024)

- **Efectivo:**

Representa el periodo en que el equipo cumple la función para la cual fue diseñado, contribuyendo directamente a la producción minera y reflejando la eficiencia operativa. (Docsity, 2024)

- **Pérdidas Operacionales:**

Abarcan los tiempos en que el equipo no puede operar debido a la espera de otros equipos o sistemas complementarios, como cámaras de televisión, rociadores, alumbrado o jumbos de reducción secundaria. (Docsity, 2024)

- **Demoras Programadas:**

Corresponde a interrupciones planificadas que corresponden a normas legales o procedimientos internos, como los descansos por colación o los cambios de turnos. (Docsity, 2024)

- **Demoras No Programadas:**

Incluyen las detenciones no planificadas de la operación o de ineficiencias, tales como la carga de combustible, el acomodo del área de trabajo o la limpieza del lugar de faena. (Docsity, 2024)

- **Reserva:**

Se refiere al tiempo en que el equipo se encuentra en condiciones de funcionamiento, no se utiliza por falta de operador o por razones operacionales específicas, como la inexistencia de zonas disponibles para continuar con las labores. (La norma de ASARCO en minería, Docsity, 2024)

- **Fuera de Servicio:**

Corresponde al intervalo durante el cual el equipo no está disponible, ya sea por mantenciones programadas o por fallas mecánicas o eléctricas imprevistas. (Docsity, 2024)

- **Mantenimiento Programado:**

Corresponde a paradas planificadas para realizar labores de mantenimiento preventivo o correctivo menor. Estas actividades buscan conservar la funcionalidad y confiabilidad del equipo, evitando fallas mayores futuras. (Fractal, 2022)

- **Mantenimiento No Programado:**

Incluye las detenciones no planificadas ocasionadas por fallas o averías imprevistas que requieren intervención inmediata del personal de mantenimiento. Este tipo de detención afecta directamente la disponibilidad del equipo. (Tractian, 2025)

- **MIO (Mantenimiento por Intervención Operacional):**

Se refiere a intervenciones mayores o prolongadas, tales como reparaciones extensas, reconstrucciones o revisiones generales. Durante este periodo, el equipo se encuentra completamente fuera de operación por un tiempo significativo. (UTEC, 2017)

A partir de las categorías de tiempos, se pueden calcular los indicadores que se muestran a continuación:

La disponibilidad física representa el porcentaje de horas programadas en las que la flota o el equipo se encuentran en condiciones mecánicas y operativas para trabajar. Un valor alto de DF indica que los equipos presentan buena confiabilidad y una correcta gestión de mantenimiento.

Ecuación 2. 1: Disponibilidad física

$$DF = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Tiempo Nominal}} \times 100$$

Este indicador mide el grado de aprovechamiento del tiempo disponible de los equipos durante un turno de trabajo. Un mayor UBED refleja una disminución de tiempos improductivos, como demoras o detenciones no planificadas.

Ecuación 2. 2: Utilización efectiva sobre base disponible

$$UEBD[\%] = \frac{Tiempo\ Efectivo}{Tiempo\ Disponible} \times 100\%$$

Rendimiento efectivo mide la productividad alcanzada, expresada en toneladas transportadas por hora efectiva de operación. Este indicador permite comparar el desempeño de los equipos y turnos, facilitando la toma de decisiones para optimizar la producción.

Ecuación 2. 3: Rendimiento efectivo

$$REF\ (tons/h) = \frac{Toneladas\ Transportadas}{Horas\ Efectivas}$$

Para calcular el rendimiento y la capacidad de llenados de los equipos de carguío, se utilizan fórmulas que relacionan la capacidad real de carga, la eficiencia, el tiempo de operación y el radio de giro de la pala lo que permite estimar la productividad en las labores mineras.

Esta fórmula permite calcular la cantidad de material que un equipo puede mover por hora, considerando su capacidad efectiva, la eficiencia de operación y el tiempo total del ciclo de trabajo.

Ecuación 2.4: Rendimiento de equipo de carguío

$$RH = Cap\ ef \times Ef \times \frac{3600}{tc}$$

Rh: Rendimiento horario en toneladas/hora

Cap ef: Capacidad efectiva en toneladas

Ef: % de eficiencia se anota en fracción decimal

Tc: Tiempo de ciclo en segundos

Este indicador determina la capacidad real de carga del equipo en función de su volumen nominal, el factor de llenado y la densidad del material.

Ecuación 2. 5: Capacidad de llenado de los equipos

$$Cap_{ef} = Cap_{nom} \times FF \times Densidad\ del\ material$$

Cap ef: Capacidad efectiva en toneladas

Cap nom: Capacidad nominal en m³

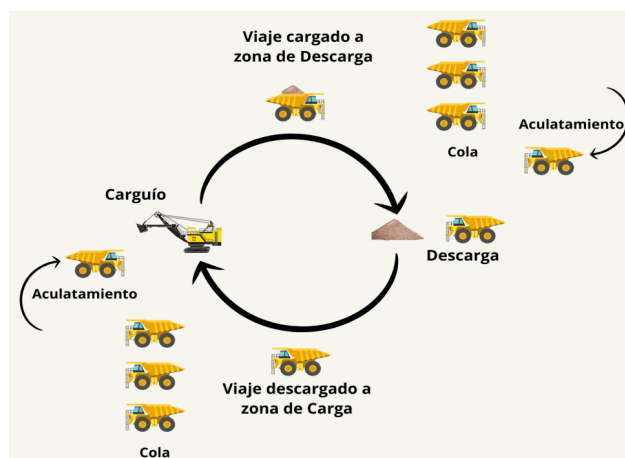
FF: Factor de llenado en fracción decimal

Densidad de mineral: En toneladas/m³

2.8: Tiempo ciclo de carguío

El tiempo ciclo de carguío corresponde al periodo total que un camión necesita para cumplir con todo su recorrido operativo. Este ciclo siempre comienza con el camión vacío. Primero, se traslada hasta el lugar donde será cargado, luego recibe el material y lo transporta hacia el sitio de descargas. Una vez allí lo descarga y finalmente retorna al punto de inicio, quedando listo para comenzar un nuevo ciclo. (Inglomayor, s.f).

Figura 2.6: Diagrama ciclo de carguío



Fuente: Inglo Mayor, s.f.

2. 9: Gestión de flota minera

La gestión de flota corresponde al proceso de planificación, control y monitoreo de los equipos de carguío y transporte dentro de una operación minera. Su propósito es optimizar el rendimiento de los recursos disponibles, reducir los tiempos improductivos y garantizar la continuidad de las operaciones.

Mediante herramientas tecnológicas como el sistema CAT MineStar, es posible registrar y analizar datos en tiempo real sobre disponibilidad, ubicación, desempeño y tiempos de operación de cada equipo. Esto permite tomar decisiones más precisas en la asignación de tareas, mantenimiento y optimización de rutas, mejorando así la eficiencia del proceso extractivo. (Caterpillar, 2023; Sernageomin, 2021)

2. 10: Sistema MineStar

En la actualidad, la innovación y la tecnología avanzan de manera constante, generando una transformación significativa en la industria minera. CAT MineStar de Caterpillar lidera este proceso, ofreciendo una solución integral que responde a las demandas de un entorno donde la información y los datos constituyen un recurso estratégico.

A nivel global, cada día se generan grandes volúmenes de información y el sector minero reconoce la relevancia de contar con sistemas confiables para su gestión. En este contexto, CAT MineStar se consolida como una herramienta diseñada para optimizar la eficiencia y la productividad de las operaciones mineras.

El sistema permite alcanzar estos objetivos mediante módulos configurables que se ajustan a las necesidades específicas de cada mina. A través de MineStar, las operaciones obtienen una visión integral de los procesos mineros mediante la gestión de la productividad, la asignación de tareas y el monitoreo en tiempo real de las maquinarias. (Finning CAT, s.f.).

2.11: Carguío y transporte en el sistema MineStar.

El sistema CAT MineStar permite gestionar de forma integral las actividades de carguío y transporte, registrando en tiempo real los ciclos de trabajo de los camiones mediante el módulo Fleet, lo que facilita evaluar la eficiencia de la flota y el rendimiento de los equipos (Caterpillar, 2023).

A través de datos GPS y sensores, el sistema optimiza la asignación entre camiones y palas, reduce tiempos improductivos y mejora la disponibilidad de los equipos. Además, sus reportes permiten detectar cuellos de botella y planificar mantenimientos, convirtiéndose en una herramienta clave para la toma de decisiones operacionales y la coordinación eficiente del ciclo minero (Maldonado y Pérez, 2021).

2. 12: Selección de rutas en minería.

La selección de rutas en minería a cielo abierto es un proceso clave para garantizar la eficiencia y continuidad del transporte de material. Las rutas deben diseñarse considerando la pendiente, el ancho de los caminos, la distancia, la visibilidad y el estado del terreno.

Una planificación inadecuada puede generar cuellos de botella, accidentes, sobreconsumo de combustible y desgaste prematuro de neumáticos y componentes mecánicos. Por ello, el análisis de rutas debe integrarse al control de la flota y a la planificación de los ciclos de transporte, de modo que se logre un equilibrio entre eficiencia operativa. (Morales y Lagos, 2021; Gonzales, 2020).

2. 13: Organización de los tiempos de trabajo.

En minería, los tiempos de trabajo representan la base del análisis de eficiencia operativa. Se dividen en tiempos productivos, de demora, de mantención y de reserva, cada uno con una influencia directa en la continuidad del proceso.

La correcta imputación de estos tiempos permite identificar brechas de conocimiento en los operadores, planificar capacitaciones específicas y establecer estrategias de mejora. Un registro erróneo o incompleto afecta la medición real del rendimiento y limita la posibilidad de aplicar acciones correctivas efectivas. (Salinas y Díaz, 2022).

2. 14: Relación entre los factores operacionales

La organización de los tiempos de trabajo, la gestión de la flota y la selección de rutas son tres componentes interdependientes que determinan la eficiencia global de una faena minera a cielo abierto. Un error o deficiencia en cualquiera de estos aspectos repercuten directamente en los otros, afectando la continuidad y el rendimiento de la operación.

Una correcta integración de estos factores permite optimizar los recursos humanos y materiales. En este contexto, el presente estudio busca analizar la relación entre estos elementos en la Mina Los Colorados, identificando oportunidades de mejora que contribuyan a un proceso más eficiente y sostenible. (Salinas y Díaz, 2022).

2.15: Programas de relevos en mina.

El programa de relevo en mina se establece como un proceso esencial para asegurar la continuidad de las operaciones en las faenas. Este procedimiento se basa en la comunicación efectiva entre los trabajadores que finalizan y los que inician su turno, permitiendo una transferencia clara de información sobre las condiciones del área, el estado de los equipos y las tareas pendientes. De esta manera, se evitan errores operacionales y se fortalece la trazabilidad y el control de las actividades. Además, el relevo promueve una cultura de responsabilidad compartida y disciplina operativa, contribuyendo a la eficiencia productiva establecida en la gestión minera. Este tipo de programas también incorpora un enfoque social, al priorizar la contratación de trabajadores provenientes de las localidades cercanas, favoreciendo la empleabilidad regional y el desarrollo sostenible de las comunidades aledañas (Antofagasta Minerals, 2024).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Tipo de metodología

La metodología utilizada fue de tipo cuantitativa y descriptiva, ya que se trabajó con datos reales provenientes de las operaciones mineras. Dichos datos permitieron analizar de manera objetiva la eficiencia en el uso de la flota, la organización de los turnos de trabajo y la elección de rutas en el transporte de material. Este enfoque posibilita obtener información precisa, pero al mismo tiempo entregó una descripción clara y detallada de la situación de la faena, lo cual fue esencial para comprender los procesos que se llevaron a cabo en la Mina Los Colorados.

El enfoque adoptado no se limitó únicamente a la descripción. Sino que incorporó un componente analítico y aplicado, que permitió interpretar los resultados y transformarlo en propuestas concretas de mejora. De esta forma la metodología buscó generar conocimiento útil que pudiera ser implementado en la práctica, contribuyendo a la optimización de la productividad en las operaciones mineras.

3.2 Carácter metodológico

El carácter metodológico del estudio se definió como mixto en tanto combina diferentes técnicas de levantamiento y procesamiento de información. Por un lado, se recurrió a la observación directa de terreno que se entregó una visión cercana sobre la organización del trabajo, la interacción de los equipos y la coordinación entre las distintas áreas operativas. Por otro lado, se utilizaron registros de producción y datos de control de equipos, que aportaron información objetiva y complementan lo observado en la faena. La integración de estas técnicas permitió alcanzar una visión más completa de la realidad minera, pues no solo se analizaron los aspectos técnicos, sino también aquellos vinculados a la gestión y organización del recurso humano. De esta manera, la metodología se convirtió en una herramienta que permitió comprender la operación en toda su complejidad, identificando tanto los elementos que favorecieron la eficiencia como aquellos que la limitaron.

3.3 Primer objetivo: Analizar la utilización de los tiempos de trabajo para identificar el nivel de conocimiento del personal.

Para cumplir con este objetivo se aplicó un cuestionario estructurado elaborado en google forms, compuesto por 5 ítems con un total de 33 preguntas de selección múltiple, dirigidas a 40 trabajadores del área de operaciones, considerando tanto el turno diurno como el nocturno, obteniendo 22 respuestas validadas, los ítems evaluaron el conocimiento del sistema MineStar, el uso de los estados operativos, la imputación de demoras y el registro de reservas. El cuestionario fue diseñado para recopilar información sobre la familiaridad del personal con el sistema, el entendimiento de los indicadores y la correcta asignación de los tiempos. También se revisaron los registros de tiempo base de datos del sistema MineStar, verificando la información observada en terreno con la declarada por los operadores.

Los resultados obtenidos a través de la plataforma Google Forms fueron exportados y organizados para su procesamiento, utilizando una escala de clasificación porcentual definida en tres niveles: alto ($\geq 80\%$), medio ($50-80\%$) y bajo ($< 50\%$), la cual se estableció como criterio metodológico para el procesamiento posterior de los datos.

Como parte del proceso, se verificó la confiabilidad del cuestionario mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, el cual permite evaluar la consistencia interna del instrumento, estableciendo el grado de interrelación entre los ítems que lo conforman (Tabla 3.1). Para este propósito, se consideraron los rangos de referencia generalmente aceptados: $\geq 0,9$, excelente; $0,8-0,89$, buena; $0,7-0,79$, aceptable; $0,6-0,69$, cuestionable; $0,5-0,59$, pobre; y $< 0,5$, inaceptable.

El instrumento evaluó el nivel de comprensión respecto al uso de los estados del sistema MineStar, para ello fue necesario ingresar al sistema MineStar, acceder al menú principal y abrir la pestaña “Asistente de Actualización de Flotas”, en cual se desplegó una pestaña donde se debía seleccionar un equipo de carguío y uno de transporte y acceder a la información para verificar los estados imputados por los operadores, incluyendo demoras, reservas y mantenimientos (Figura 3.1-3.3). Además, se realizaron

observaciones directas en terreno y en sala de control para verificar la coherencia entre lo declarado por los operadores y los registros del sistema.

Los resultados de la encuesta, las observaciones en terreno y los registros operativos de MineStar fueron integrados para obtener un diagnóstico del nivel de conocimiento del personal respecto al uso de los tiempos de trabajo. Este proceso permitió establecer de manera objetiva las brechas en la imputación de estados y su impacto en los indicadores operativos de la faena.

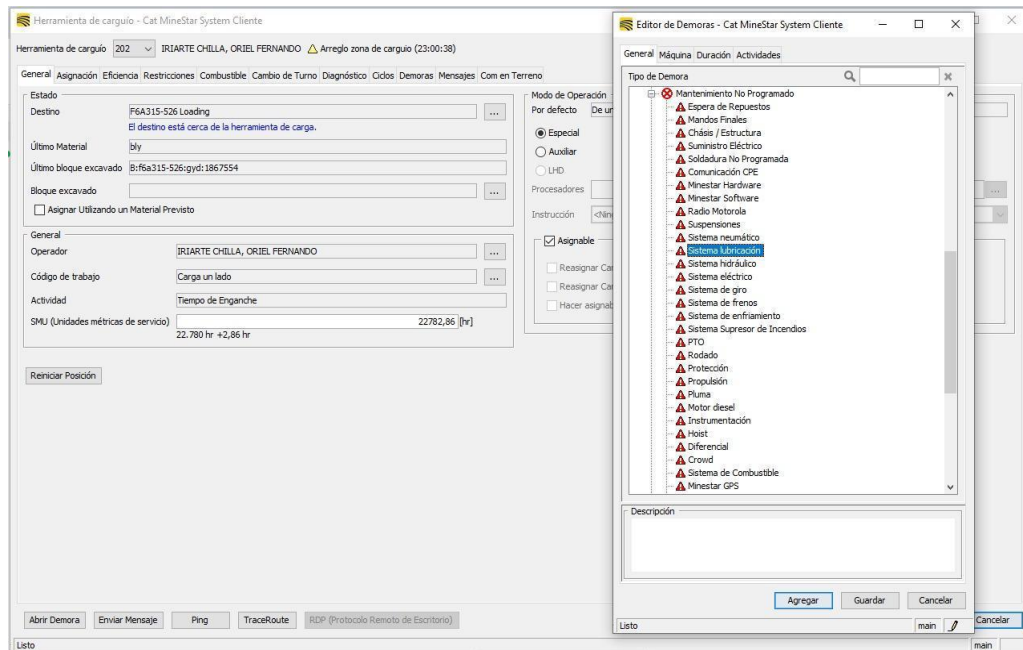
Además, es importante señalar que en la aplicación del cuestionario y en la revisión de los registros del sistema MineStar no se utilizaron datos personales de los trabajadores, toda la información recopilada fue empleada exclusivamente con la autorización de la supervisión correspondiente. Cabe destacar que MineStar es un sistema corporativo, por lo que la información operacional registrada se manejó con estricta responsabilidad, asegurando su uso adecuado y resguardando la confidencialidad requerida.

Tabla 3.1: Rangos del Alfa de Cronbach

Alfa de Cronbach	Consistencia Interna
$\alpha \geq 0,9$	Excelente
$0,8 \leq \alpha < 0,9$	Buena
$0,7 \leq \alpha < 0,8$	Aceptable
$0,6 \leq \alpha < 0,7$	Cuestionable
$0,5 \leq \alpha < 0,6$	Pobre
$\alpha < 0,5$	Inaceptable

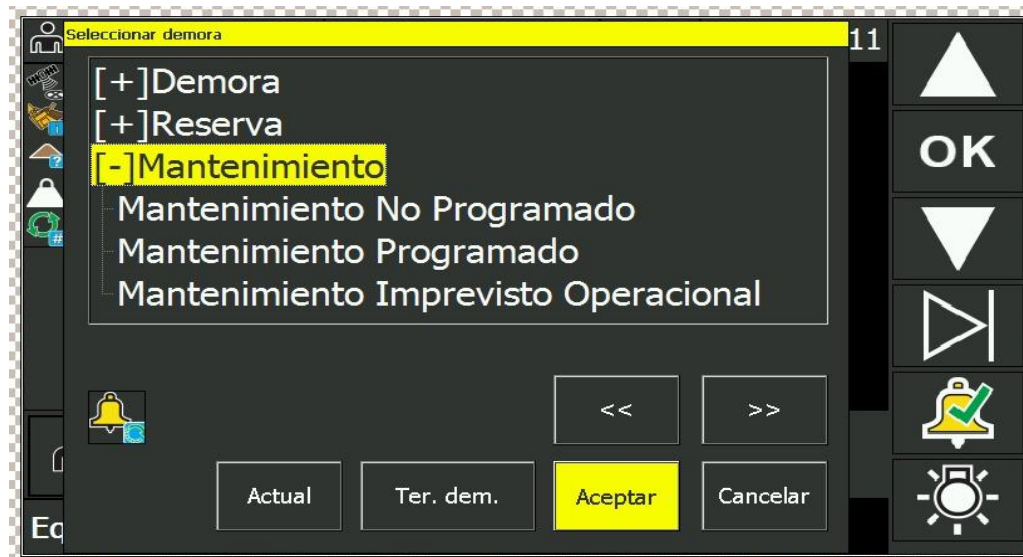
Fuente: Glp research, s.f.

Figura 3.1: Listado de mantenimiento visualizado desde la sala de control del despachador en su pantalla de trabajo en sistema minestar.



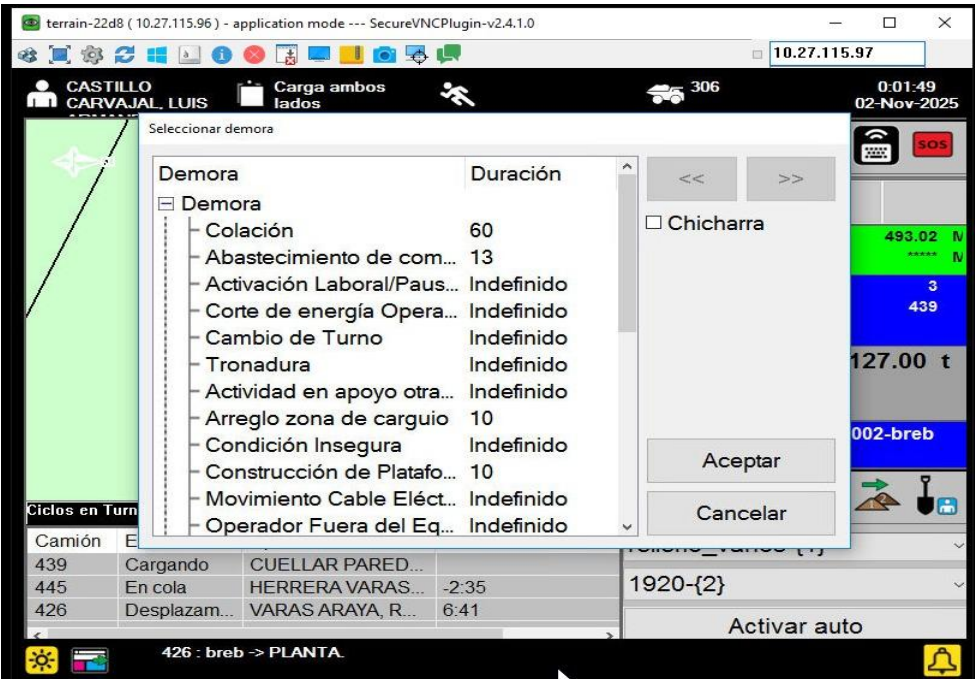
Fuente: CMP, Mina los Colorados, 2025.

Figura 3.2: Pantalla de trabajo camión de extracción, acciones de demora



Fuente: CMP, Mina los Colorados, 2025.

Figura 3.3: Pantalla equipo carguío.



Fuente: CMP, Mina los Colorados, 2025.

3.3.1 Segundo objetivo: Observación de la organización de los puntos de trabajo con el fin de conocer las debilidades en la continuidad de la operación.

Para el desarrollo de este objetivo se realizó una observación de la organización de los puntos de trabajo a partir de la información registrada en el sistema de gestión de flota MineStar, la cual fue complementada con observaciones directas en terreno. El procedimiento se llevó a cabo durante el turno noche, comprendido entre las 20:00 y las 08:00 horas.

La observación se inició desde la sala de control, accediendo al menú “Demora de Equipos” del sistema MineStar, en esta instancia se aplicaron filtros por tipo de equipo y tipo de demora, considerando camiones (serie 400), palas (ID 200) y cargadores frontales (ID 300), (Figura 3.4-3.5). A partir de la información visualizada en el sistema, se seleccionaron aquellas demoras de mayor duración, registradas automáticamente por MineStar, correspondientes a diferentes eventos (Tabla 3.2).

Las demoras seleccionadas fueron organizadas según tipo de equipo, tipo de evento y tiempo de detención, con el fin de documentar la distribución de las detenciones dentro de los distintos puntos de trabajo durante el turno observado.

De manera complementaria, se realizaron observaciones directas en terreno recorriendo los principales puntos de trabajo de la operación, tales como frentes de carguío, botaderos, sectores de espera y rutas inmediatas. Durante estos recorridos se observó la disposición operativa de los equipos, considerando su ubicación, secuencia de trabajo, flujo operacional e interacción entre los equipos de carguío y transporte.

Asimismo, se registraron las actividades asociadas a la continuidad operacional, tales como cambios de turno, tiempos de espera, coordinación entre equipos y movimientos dentro de los puntos de trabajo, sin modificar ni generar nuevos registros de tiempo en el sistema MineStar.

Finalmente, la información obtenida desde el sistema MineStar y las observaciones realizadas en terreno fueron registradas y organizadas de manera sistemática para su posterior utilización dentro del estudio.

Tabla 3.2: Instrumento de registro de demoras operacionales

Tipo de demora	Tiempo de duración	Frecuencia	Debilidad identificada

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 3.4: Demoras en inicio de turno.

Filtro de demoras		09-11-2025		Máquinas		75, PISO_390, PISO_405, PISO_465, PISO_615, PISO_780, PISO_R, EL LACO, PISO_R, PLEITO, PISO_R, ROMERAL, PISO_R, CNH, PISO_R, C	
Desde	08-11-2025	...	20: 00: 00	Vías			
A	09-11-2025	...	8: 00: 00	destinos:			
Objetivo de Demora	Tipo de Demora	Hora de Inicio	Tiempo de finalización	Duración	Informado por	Descripción	
177	▲ Cambio de Turno	19:47:40 08 nov 25	20:15:56 08 nov 25	28m 16s	SOLOAGA GONZALEZ, MAURICIO ELECODORO	MACHINE GEN Inició una demora: Cambio de Turno	
177	▲ Cambio de Turno	07:46:43 09 nov 25	08:08:10 09 nov 25	21m 27s		MACHINE GEN Inició una demora: Cambio de Turno	
178	▲ Cambio de Turno	19:41:50 08 nov 25	20:13:33 08 nov 25	31m 43s	CARVAJAL ALFARO, LUIS ALBERTO	MACHINE GEN Inició una demora: Cambio de Turno	
179	▲ Cambio de Turno	19:39:22 08 nov 25	20:17:54 08 nov 25	38m 32s	JOPPE AVALOS, HUGO ALEJANDRO	MACHINE GEN Inició una demora: Cambio de Turno	
179	▲ Cambio de Turno	07:52:20 09 nov 25	08:11:03 09 nov 25	18m 43s	Claudio Abarca		
203	▲ Cambio de Turno	19:55:07 08 nov 25	20:15:24 08 nov 25	20m 17s	Carlos Aravena		
203	▲ Cambio de Turno	07:53:17 09 nov 25	08:24:18 09 nov 25	31m 1s	Claudio Abarca		
213	▲ Cambio de Turno	19:55:07 08 nov 25	20:12:38 08 nov 25	17m 31s	Carlos Aravena		
213	▲ Cambio de Turno	07:48:31 09 nov 25	08:11:40 09 nov 25	23m 9s	JANAS CAMPOS, LUIS EDUARDO	MACHINE GEN Inició una demora: Cambio de Turno	
306	▲ Cambio de Turno	19:55:07 08 nov 25	20:11:49 08 nov 25	16m 42s	Carlos Aravena		
306	▲ Cambio de Turno	07:50:22 09 nov 25	08:11:32 09 nov 25	21m 10s	RODRIGUEZ CASTILLO, JUAN PABLO	MACHINE GEN Inició una demora: Cambio de Turno	
418	▲ Cambio de Turno	19:50:46 08 nov 25	20:07:56 08 nov 25	17m 10s	VALENCIA GONZÁLEZ, HÉCTOR FERNANDO	MACHINE GEN Inició una demora: Cambio de Turno	
418	▲ Cambio de Turno	07:53:05 09 nov 25	08:10:03 09 nov 25	16m 58s	Claudio Abarca		
420	▲ Cambio de Turno	07:53:05 09 nov 25	08:07:04 09 nov 25	13m 59s	Claudio Abarca		
421	▲ Cambio de Turno	07:53:05 09 nov 25	08:05:19 09 nov 25	12m 14s	Claudio Abarca		
423	▲ Cambio de Turno	19:54:20 08 nov 25	20:09:40 08 nov 25	15m 20s	Carlos Aravena		
423	▲ Cambio de Turno	07:53:05 09 nov 25	08:12:08 09 nov 25	19m 3s	Claudio Abarca		
427	▲ Cambio de Turno	07:38:41 09 nov 25	08:14:27 09 nov 25	35m 46s	SANGUINETTI ADAROS, CAROL MACARENA	MACHINE GEN Inició una demora: Cambio de Turno	
428	▲ Cambio de Turno	07:53:05 09 nov 25	08:13:51 09 nov 25	20m 46s	Claudio Abarca		
430	▲ Cambio de Turno	19:54:20 08 nov 25	20:15:35 08 nov 25	21m 15s	Carlos Aravena		
430	▲ Cambio de Turno	07:53:05 09 nov 25	08:04:53 09 nov 25	11m 48s	Claudio Abarca		
431	▲ Cambio de Turno	19:35:35 08 nov 25	20:19:51 08 nov 25	44m 16s	ARAYA HUERTA, LUZ AGUSTINA	MACHINE GEN Inició una demora: Cambio de Turno	
431	▲ Cambio de Turno	07:53:05 09 nov 25	09:48:51 09 nov 25	1hr 55m 46s	Claudio Abarca		
432	▲ Cambio de Turno	19:54:20 08 nov 25	20:15:57 08 nov 25	21m 37s	Carlos Aravena		
432	▲ Cambio de Turno	07:53:05 09 nov 25	08:07:09 09 nov 25	14m 4s	Claudio Abarca		
436	▲ Cambio de Turno	19:54:20 08 nov 25	20:21:33 08 nov 25	27m 13s	Carlos Aravena		
436	▲ Cambio de Turno	07:53:05 09 nov 25	08:13:51 09 nov 25	20m 46s	Claudio Abarca		
438	▲ Cambio de Turno	19:54:20 08 nov 25	20:04:33 08 nov 25	10m 13s	Carlos Aravena		
438	▲ Cambio de Turno	07:41:41 09 nov 25	08:09:32 09 nov 25	27m 51s	CORTES CRUZ, CLAUDIO OMAR	MACHINE GEN Inició una demora: Cambio de Turno	
439	▲ Cambio de Turno	19:39:21 08 nov 25	20:11:59 08 nov 25	32m 38s	QUINEDO MORALES, VERONICA DE LOURDES	MACHINE GEN Inició una demora: Cambio de Turno	
439	▲ Cambio de Turno	07:39:54 09 nov 25	08:12:22 09 nov 25	32m 28s	MORGADO CORTES, SEBASTIÁN REVEL	MACHINE GEN Inició una demora: Cambio de Turno	
440	▲ Cambio de Turno	19:42:01 08 nov 25	20:16:22 08 nov 25	34m 21s	VEAS ARROUJO, LUIS SERGIO	MACHINE GEN Inició una demora: Cambio de Turno	
441	▲ Cambio de Turno	19:50:15 08 nov 25	20:08:45 08 nov 25	18m 30s	ESPEJO ROJAS, BENEDICTO ORLANDO	MACHINE GEN Inició una demora: Cambio de Turno	
443	▲ Cambio de Turno	19:54:20 08 nov 25	20:18:40 08 nov 25	24m 20s	Carlos Aravena		
443	▲ Cambio de Turno	07:53:05 09 nov 25	08:06:56 09 nov 25	13m 51s	Claudio Abarca		
445	▲ Cambio de Turno	19:54:20 08 nov 25	20:14:57 08 nov 25	20m 37s	Carlos Aravena		
445	▲ Cambio de Turno	07:50:19 09 nov 25	08:15:26 09 nov 25	25m 7s	ROJAS VARGAS, PEDRO ELADIO	MACHINE GEN Inició una demora: Cambio de Turno	
446	▲ Cambio de Turno	19:52:17 08 nov 25	20:08:02 08 nov 25	15m 45s	SOLA MORENO, JUAN DOMINGO	MACHINE GEN Inició una demora: Cambio de Turno	
446	▲ Cambio de Turno	07:53:05 09 nov 25	08:04:40 09 nov 25	11m 35s	Claudio Abarca		
447	▲ Cambio de Turno	07:51:52 09 nov 25	08:03:53 09 nov 25	12m 1s	CUELLO VILLEGAS, MARCELO ADAN	MACHINE GEN Inició una demora: Cambio de Turno	
449	▲ Cambio de Turno	19:54:20 08 nov 25	20:12:51 08 nov 25	18m 31s	Carlos Aravena		

Fuente: CMP, Mina los Colorados, 2025.

Figura 3.5: Demoras en reserva y mantención.

Filtro de demoras		Turno 1 09 nov 2025		09-11-2025		Máquinas 75, PISO_390, PISO_405, PISO_465, PISO_615, PISO_780, PISO_R, EL LACO, PISO_R, PLEITO, PISO_R, ROMERAL, PISO_R,CNN, PISO_R,CRISTALES, PISO_R,DESIVO,NORTE, PISO_R,	
Desde 08-11-2025		20: 00: 00		Vias			
A 09-11-2025		8: 00: 00		destinos:			
Objetivo de Demora	Tipo de Demora	Hora de Inicio	Tiempo de finalización	Duración	Informado por	Descripción	Finaliz
443	▲ Falta de equipo co...	06:46:37 09 nov 25	07:53:05 09 nov 25	1hr 6m 28s	ARANDA COLLAO, BLANCA PAULINA	MACHINE GEN Inicó una demora: Falta de equipo complementario	system
445	▲ Falta de equipo co...	02:21:06 09 nov 25	04:59:20 09 nov 25	2hr 38m 14s	ROJAS VARGAS, PEDRO ELADIO	MACHINE GEN Inicó una demora: Falta de equipo complementario	system
446	▲ Falta de equipo co...	04:32:31 09 nov 25	07:53:05 09 nov 25	3hr 20m 34s	ZARATE TORRES, SERGIO DAVID	MACHINE GEN Inicó una demora: Falta de equipo complementario	system
447	▲ Falta de equipo co...	23:40:41 08 nov 25	02:11:49 09 nov 25	2hr 20m 8s	Carlos Aravena		system
449	▲ Falta de equipo co...	07:34:14 09 nov 25	07:53:05 09 nov 25	18m 51s	Carlos Aravena		system
420	▲ Mantenimiento Prev...	17:39:36 08 nov 25	22:10:25 08 nov 25	4hr 30m 49s	RIVERA BARRAZA, NORMA SUSANA	pre PM	Caaravenao
420	▲ Mantenimiento Prev...	22:10:51 08 nov 25	02:32:32 09 nov 25	4hr 21m 41s	Carlos Aravena	pre PM	Caaravenao
447	▲ Mantenimiento Prev...	17:07:18 08 nov 25	23:42:25 08 nov 25	6hr 35m 7s	Carlos Aravena	Pre P.M	Caaravenao
809	▲ Mantenimiento Prev...	04:53:50 09 nov 25	09:09:45 09 nov 25	4hr 15m 55s	Carlos Aravena	M.P de 500 hrs	Caaravenao
307	▲ Operaciones	14:36:32 03 nov 25	07:53:17 09 nov 25	5d 17hr 16m	Jorge Perez	Cambio de freno de parqueo mas cardan	system
516	▲ Operaciones	22:08:48 08 nov 25	07:52:20 09 nov 25	8hr 43m 32s	Carlos Aravena	Corte de cadena lado derecho	system
213	▲ Otras Demoras	22:03:18 08 nov 25	03:41:05 09 nov 25	5hr 37m 47s	LANAS CAMPOS, LUIS EDUARDO	TRACTOR CORTA CADENA EN LA FRENTE DE CARGUIJO	LANAS CAMPOS, LUIS EDUARDO
425	▲ Otras Demoras	06:44:53 09 nov 25	06:58:45 09 nov 25	13m 52s	CAMPILAY AGUILAR, DANIEL ALFONSO	MACHINE GEN Inicó una demora: Otras Demoras	system
439	▲ Otras Demoras	23:41:01 08 nov 25	23:45:36 08 nov 25	4m 35s	MORGADO CORTES, SEBASTIAN REVEL	MACHINE GEN Inicó una demora: Otras Demoras	MORGADO CORTES, SEBASTIAN REVEL
441	▲ Otras Demoras	06:35:01 09 nov 25	06:47:43 09 nov 25	12m 42s	ALFARO ALFARO, ANA MARÍA	MACHINE GEN Inicó una demora: Otras Demoras	ALFARO ALFARO, ANA MARÍA
443	▲ Otras Demoras	06:15:26 09 nov 25	06:43:44 09 nov 25	28m 18s	ARANDA COLLAO, BLANCA PAULINA	MACHINE GEN Inicó una demora: Otras Demoras	ARANDA COLLAO, BLANCA PAULINA
449	▲ Otras Demoras	06:58:39 09 nov 25	07:08:19 09 nov 25	9m 40s	CUEBLOS IRIARTE, DIANE PRISCILA	MACHINE GEN Inicó una demora: Otras Demoras	CUEBLOS IRIARTE, DIANE PRISCILA
432	▲ Otras Factores	05:38:16 09 nov 25	06:44:32 09 nov 25	1hr 6m 16s	REYES MONTA, YANARA ROCCIO	MACHINE GEN Inicó una demora: Otras Factores	REYES MONTA, YANARA ROCCIO
420	▲ Pista Obstruida	05:21:54 09 nov 25	05:22:38 09 nov 25	44s 0ms	RIVERA GONZALEZ, YOSIELIN CARINA	MACHINE GEN Inicó una demora: Pista Obstruida	RIVERA GONZALEZ, YOSIELIN CARINA
420	▲ Pista Obstruida	06:05:24 09 nov 25	06:05:54 09 nov 25	30s 0ms	RIVERA GONZALEZ, YOSIELIN CARINA	MACHINE GEN Inicó una demora: Pista Obstruida	RIVERA GONZALEZ, YOSIELIN CARINA
431	▲ Pista Obstruida	20:56:10 08 nov 25	20:56:47 08 nov 25	37s 0ms	RIVERA GONZALEZ, YOSIELIN CARINA	MACHINE GEN Inicó una demora: Pista Obstruida	RIVERA GONZALEZ, YOSIELIN CARINA
203	▲ Relievo	02:14:57 09 nov 25	02:18:55 09 nov 25	3m 58s	HARVAEZ DONOSO, OSCAR OMAR	MACHINE GEN Inicó una demora: Relievo	ZARATE POLANCO, SERGIO MAURICIO
306	▲ Relievo	02:37:38 09 nov 25	02:40:34 09 nov 25	2m 56s	RODRIGUEZ CASTILLO, JUAN PABLO	MACHINE GEN Inicó una demora: Relievo	ALDAY TORO, OSCAR EDUARDO
418	▲ Relievo	05:58:35 09 nov 25	06:03:33 09 nov 25	4m 58s	GODOY GODOY, BERNARDO ENRIQUE	MACHINE GEN Inicó una demora: Relievo	GODOY GODOY, BERNARDO ENRIQUE
202	▲ Sin Frente de cargu...	04:05:37 07 nov 25	21:11:05 10 nov 25	3d 17hr 5m	Carlos Aravena		system
421	▲ Sin Operador	22:24:17 08 nov 25	02:05:05 09 nov 25	3hr 40m 48s	Carlos Aravena		MANQUEZ CORTES, GILBERTO GABRIEL
449	▲ Sin Operador	00:43:18 09 nov 25	02:39:20 09 nov 25	1hr 56m 2s	Carlos Aravena		system
518	▲ Sin Operador	20:46:14 08 nov 25	00:33:44 10 nov 25	1d 3hr 45m	Carlos Aravena		Caaravenao
605	▲ Sin Operador	02:33:17 09 nov 25	04:54:30 09 nov 25	2hr 21m 13s	Carlos Aravena		system
608	▲ Sin Operador	20:46:33 08 nov 25	09:33:56 09 nov 25	12hr 47m 23s	Carlos Aravena		system
706	▲ Sin Operador	00:55:52 08 nov 25	09:44:58 10 nov 25	2d 8hr 46m	Carlos Aravena		Caaravenao
807	▲ Sin Operador	20:47:51 08 nov 25	08:07:01 10 nov 25	1d 11hr 19m	Carlos Aravena		Caaravenao
808	▲ Sin Operador	18:17:45 08 nov 25	09:09:29 09 nov 25	14hr 51m 44s	Carlos Aravena		Caaravenao
213	▲ Sistema de enfriam...	20:52:00 08 nov 25	21:16:57 08 nov 25	24m 57s	LANAS CAMPOS, LUIS EDUARDO	relleno de rieles	LANAS CAMPOS, LUIS EDUARDO
307	▲ Sistema de Freno	07:53:17 09 nov 25	18:04:54 09 nov 25	10hr 11m 37s	Claudio Albarca	Cambio de freno de parqueo mas cardan	Caaravenao
420	▲ Sistema eléctrico	02:32:39 09 nov 25	04:24:18 09 nov 25	1hr 51m 39s	Carlos Aravena	VOLTAGE SOBRE LO NORMAL	RIVERA GONZALEZ, YOSIELIN CARINA
420	▲ Sistema eléctrico	04:57:36 09 nov 25	05:12:46 09 nov 25	15m 10s	RIVERA GONZALEZ, YOSIELIN CARINA	alarma de sobrevoltaje	system
420	▲ Sistema eléctrico	06:22:41 09 nov 25	06:43:11 09 nov 25	20m 30s	RIVERA GONZALEZ, YOSIELIN CARINA	voltage sobre lo normal	system
422	▲ Sistema hidráulico	13:59:04 30 oct 25	04:46:17 11 nov 25	1w 4d	Jorge Perez	En instalación de enfriadores	Caaravenao
430	▲ Sistema Lubricación	21:09:51 08 nov 25	00:01:43 09 nov 25	2hr 51m 52s	Carlos Aravena	alarma 3 refrigerante	TORRES ALVAYAY, ROSENDO ANTONIO
203	▲ Traslado Corto	20:22:57 08 nov 25	20:28:49 08 nov 25	5m 52s	HARVAEZ DONOSO, OSCAR OMAR	MACHINE GEN Inicó una demora: Traslado Corto	HARVAEZ DONOSO, OSCAR OMAR

Fuente: CMP, Mina los Colorados, 2025.

3.3.2 Tercer objetivo: Analizar las rutas de transporte con el fin de determinar las características del terreno.

El análisis se desarrolló a partir de la información obtenida del sistema MineStar, para ello se siguió un procedimiento específico:

- Ingreso al sistema MineStar desde la sala de control. (Figura 3.6)
- Selección del menú “Contenido” y posterior acceso a “Seguimiento de máquina”.
- Apertura de la función 2 Monitor de Sitio, donde se visualizan todos los circuitos de transporte activos en la mina (Figuras 3.7-3.14).
- Selección de cada una de las rutas para revisar la información asociada, incluyendo longitud, inclinación de rampas, ancho de camino, números de curvas y condiciones de seguridad (pretiles).
- Revisión de los tiempos cargados directamente por el área de planificación en el yacimiento, lo que permitió verificar la información teórica con el comportamiento real de la flota.

Complementariamente, se efectuaron observaciones directas en terreno para verificar la información digital con el comportamiento real de los circuitos. El levantamiento de datos se realizó el 1 de septiembre de 2025 durante dos turnos consecutivos de 12 horas, recorriendo las principales rutas empleadas por los equipos de transporte.

Para obtener información in situ se autorizó el ascenso a un caex, desde el cual se registraron tiempos de traslado con y sin carga, distancias reales, radios de curvas, pendientes de rampas, puntos de congestión y zonas donde se generaban esperas o desvíos, durante este recorrido se llevó a cabo una simulación operativa en terreno utilizando el caex en movimiento por las mismas rutas visualizadas en MineStar, permitiendo registrar los tiempos de ciclo y comparar el comportamiento real del equipo con los valores teóricos entregados por el sistema. Durante el levantamiento se registró la cantidad de rutas activas disponibles en el momento de la observación (Tabla 3.3).

Las características físicas de las rutas:

- Longitud.
- Ancho de camino.
- Inclinación de rampas.
- Radios de curvas .
- Presencia de pretilas

Estas rutas fueron levantadas a partir de la información disponible en el sistema MineStar, el cual se accede en el siguiente paso:

- Menú Principal
- Contenidos
- Seguimiento de máquinas
- Monitor de sitio

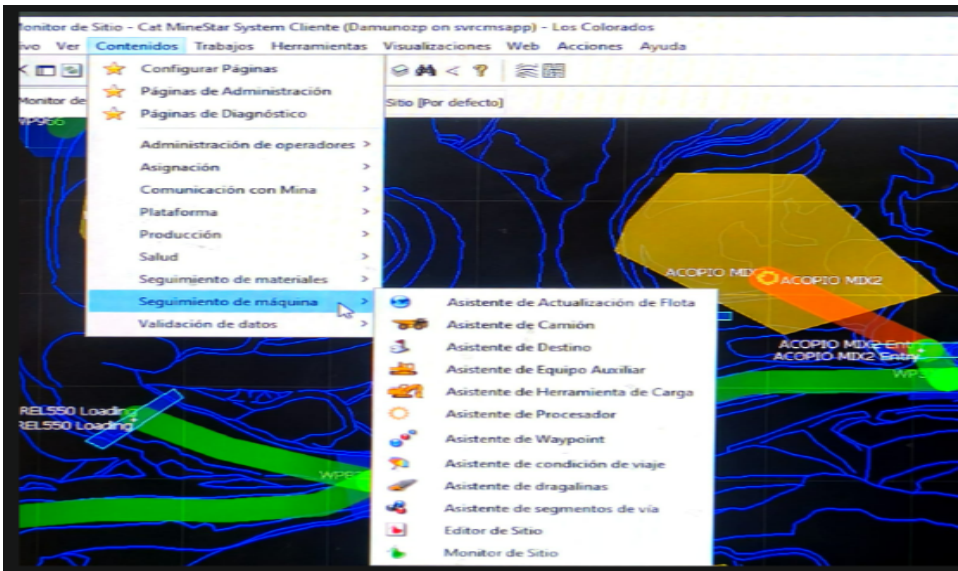
A continuación, la Tabla 3.3 corresponde al registro de datos de las rutas activas:

Tabla 3.3: Comparación de rutas

Ruta	Distancia (m)	Pendiente (%) aprox.	Ancho promedio (m)*	Condición del camino	Uso (Mineral/ Estéril)
Ruta 1					
Ruta 2					
Ruta 3					
Ruta 4					
Ruta 5					

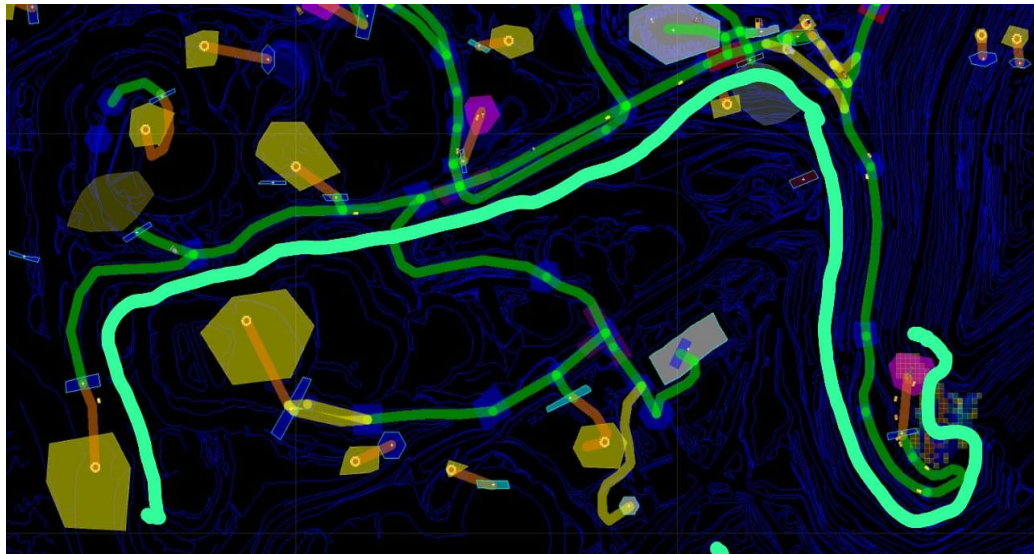
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 3.6: Acceso sistema MineStar



Fuente: CMP, Mina los Colorados, 2025.

Figura 3.7: Circuito o ruta 1 nivel 300 F6A a botadero sur 1.

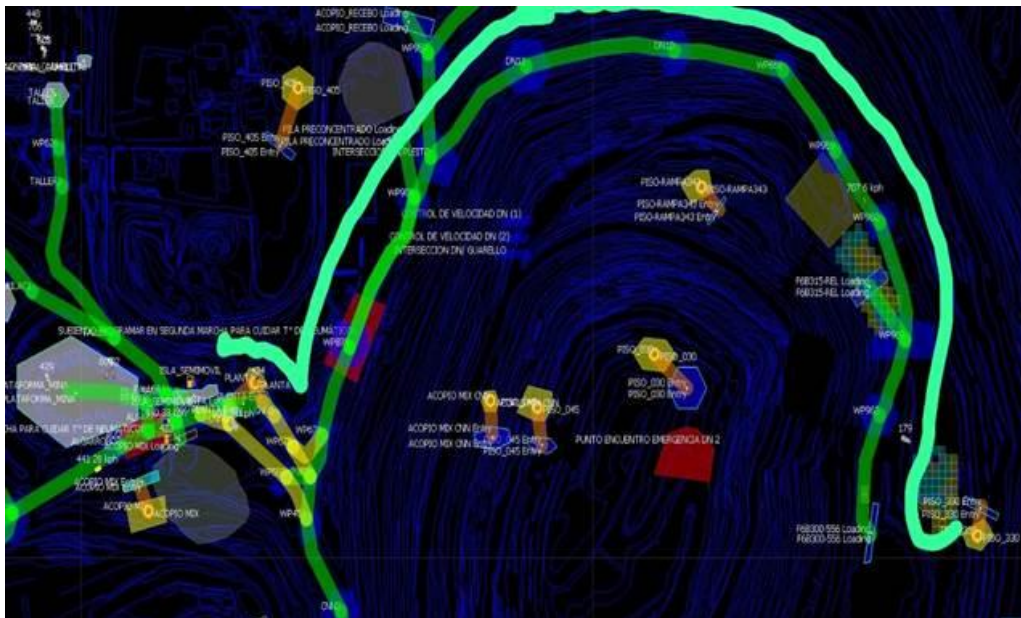


Fuente: CMP, Mina los Colorados, 2025.

Figura 3.8: Circuito o ruta 1 nivel 300 F6A a botadero sur 1.

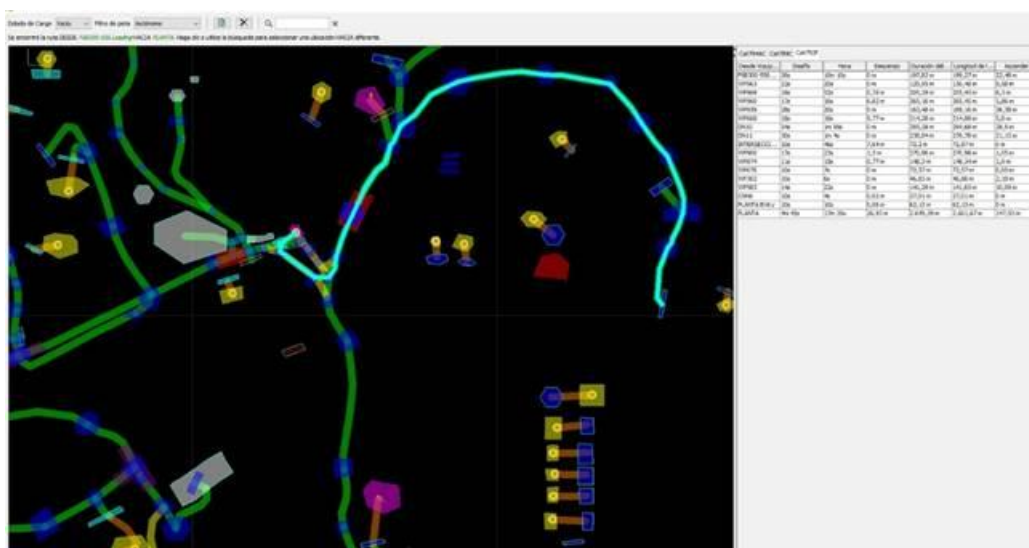


Figura 3.9: Circuito N300 F6B a planta



Fuente: CMP, Mina los Colorados, 2025

Figura 3.10: Circuito N300 F6B a plant

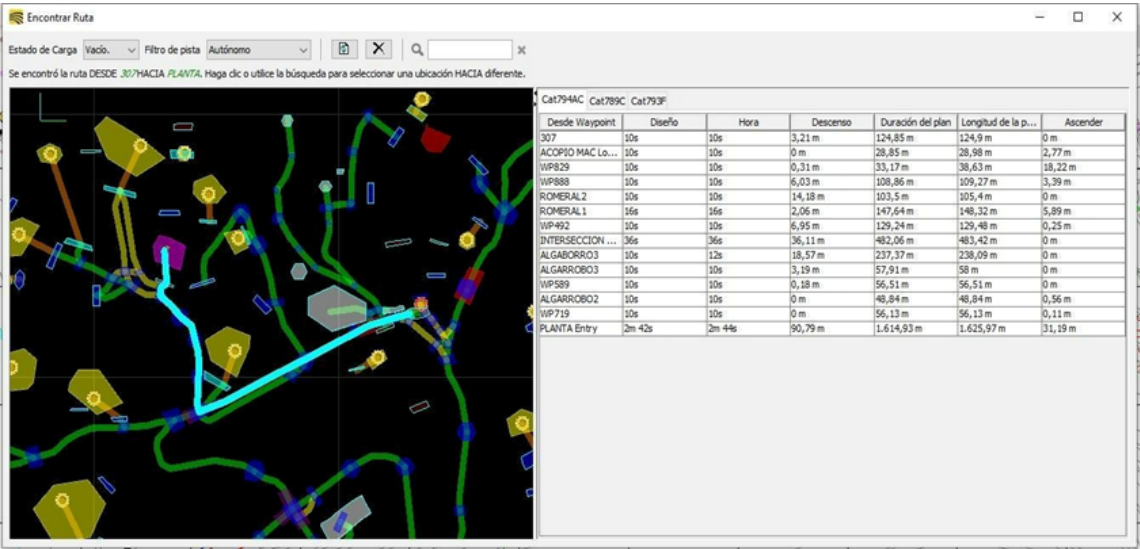


Fuente: CMP, Mina los Colorados, 2025.

Figura 3.12: Circuito 4 acopios (stock) a planta.

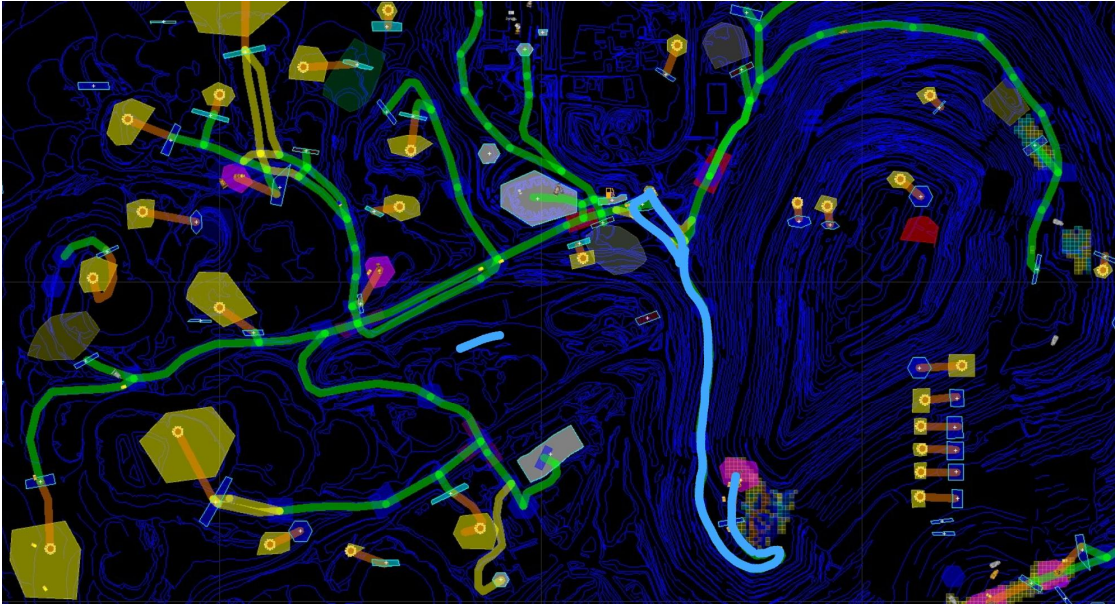
33

Figura 3.13: Circuito 4 acopios (stock) a planta.



Fuente: CMP, Mina los Colorados, 2025.

Figura 3.14: Circuito ruta nivel 300 F6A a planta de beneficio



Fuente: CMP, Mina los Colorados, 2025.

3.3.3 Cuarto objetivo: Determinar a través de un análisis las variaciones de utilización y disponibilidad de la fluctuación de las demoras.

El desarrollo de este objetivo inició con el acceso al sistema MineStar desde la sala de control, empleando el módulo “Asistente de Actualización de Flotas” para seleccionar los equipos involucrados en la operación diaria. Desde este módulo se obtuvieron los tiempos operativos correspondientes a cada unidad incluyendo tiempo disponible, tiempo operativo, tiempo efectivo, mantenciones programadas y no programadas, además demoras por causas operacionales. La información se presentó de manera segmentada, permitiendo identificar los períodos sin actividad productiva y verificar la correcta imputación de los estados por parte de los operadores.

Donde se desglosaron en los siguientes indicadores:

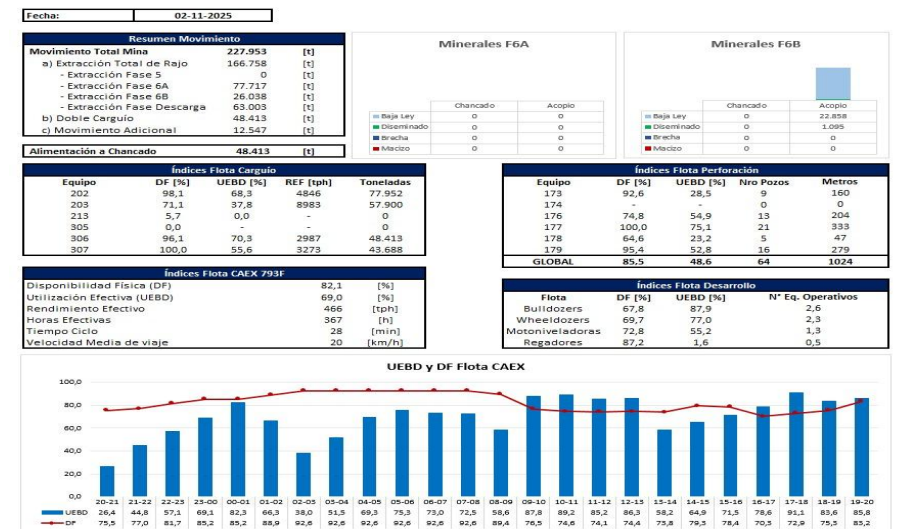
- Resumen de Movimiento
- Alimentación a Chancado
- Índice de flotas de carguío
- Índice flota de Caex
- Índice flota de Perforación
- Índice flota de Desarrollo
- UEBD (Utilización Efectiva en Base Disponible) y DF (Disponibilidad Física) flota de Caex

Si bien es cierto todas son importantes, pero se centró en el gráfico donde se muestra el movimiento de material por hora, permitiendo observar los tipos de eventos operativos presentes durante los distintos turnos, demoras por colaciones.

El sistema MineStar generó informes generales que incluían gráficos de barras, para este objetivo se seleccionaron siete informes (Figura 3.15-3.21), uno por cada día de la semana, cada gráfico abarcó un período de 24 horas, con registros aproximados cada una hora, cubriendo ambos turnos (diurno y nocturno) de cada jornada. Estos gráficos se emplearon para registrar las variaciones en la secuencia de barras conocida

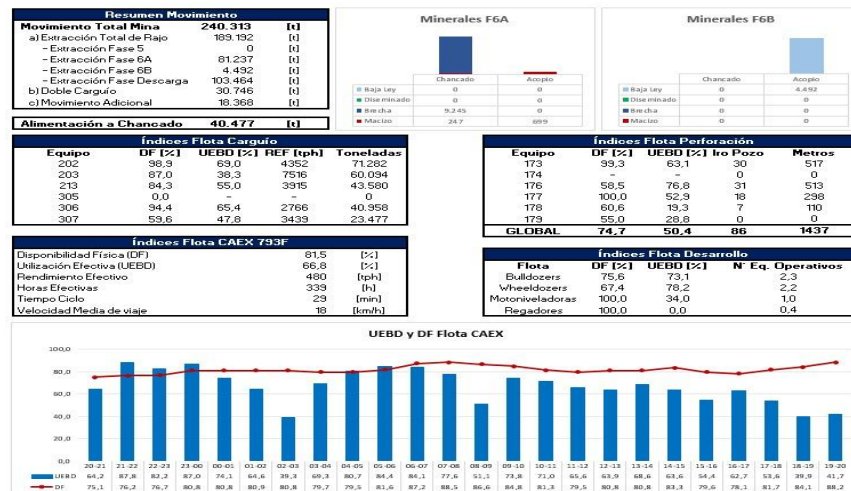
en faena como “gaviotas”, término que se utiliza para describir la alternancia de barras grandes y pequeñas en el gráfico, registrándose esta información para cada jornada.

Figura 3.15: Informe general de movimiento diario primer día de turno



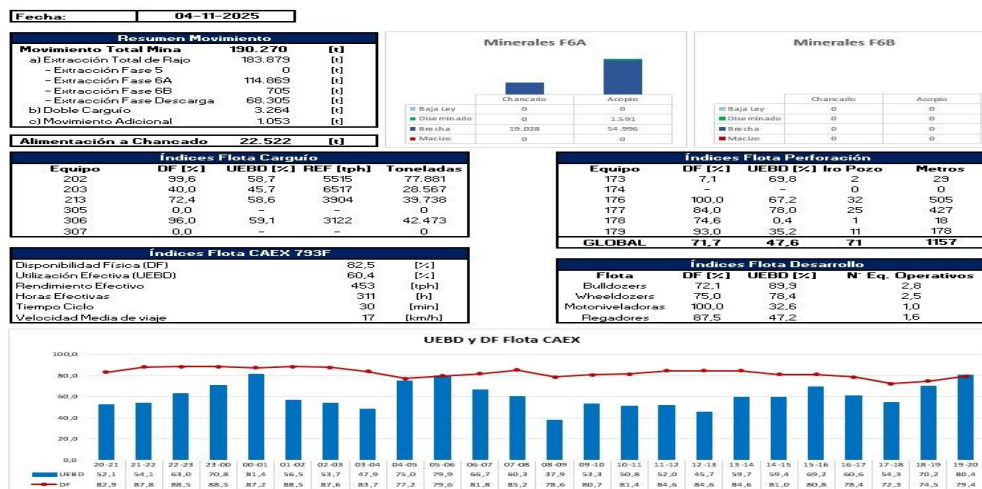
Fuente: CMP, Mina los Colorados, 2025.

Figura 3.16: Informe general de movimiento diario segundo día de turno



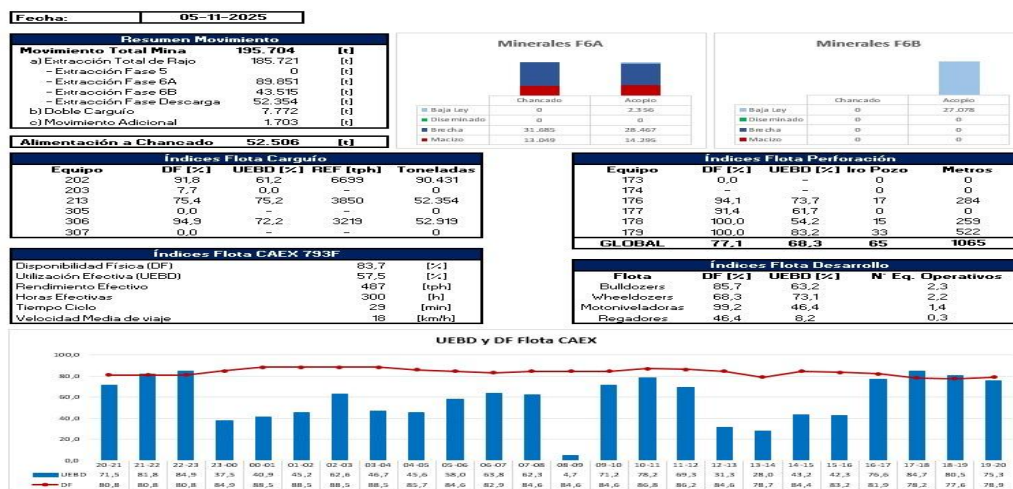
Fuente: CMP, Mina los Colorados, 2025.

Figura 3.17: Informe general de movimiento diario tercer día de turno



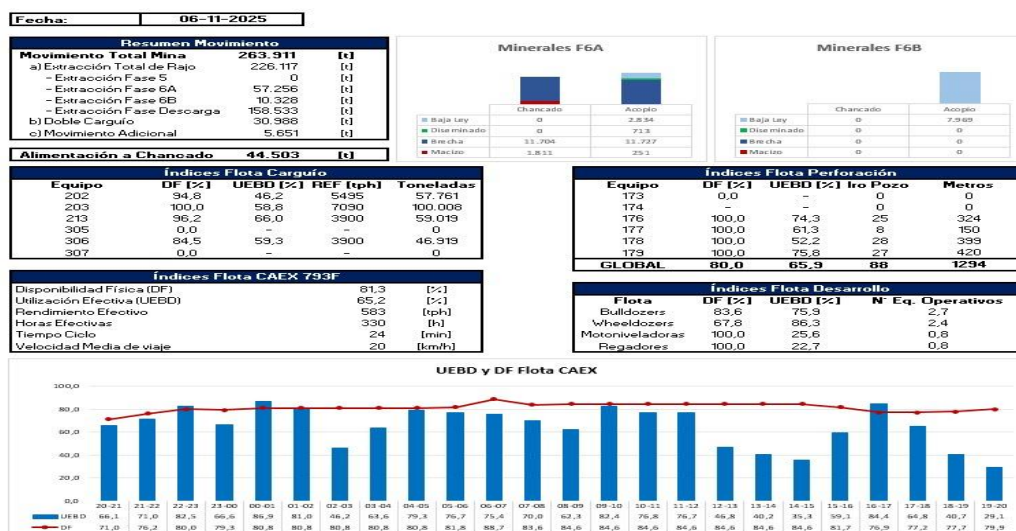
Fuente: CMP, Mina los Colorados, 2025.

Figura 3.18: Informe general de movimiento diario cuarto día de turno



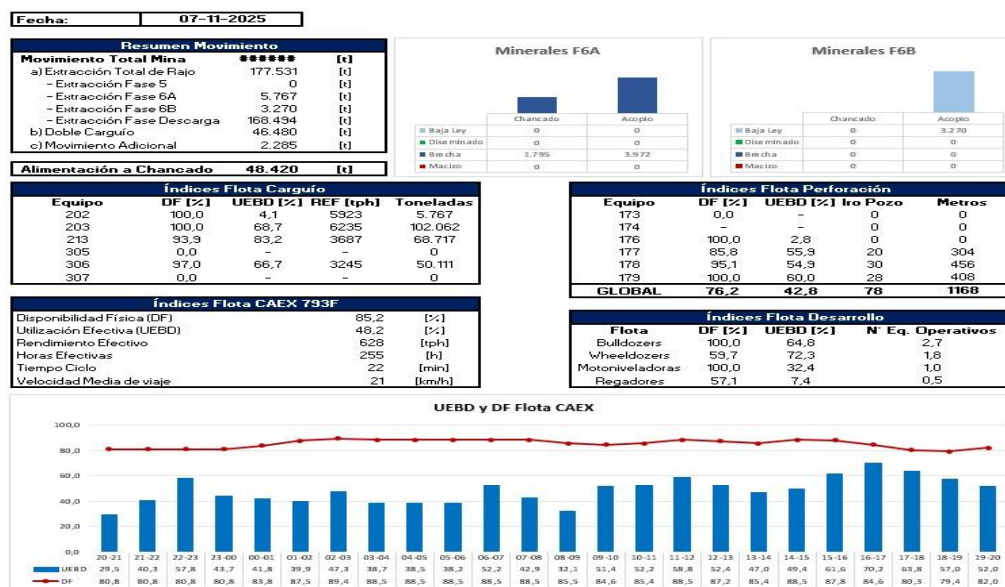
Fuente: CMP, Mina los Colorados, 2025.

Figura 3.19: Informe general de movimiento diario quinto día de turno



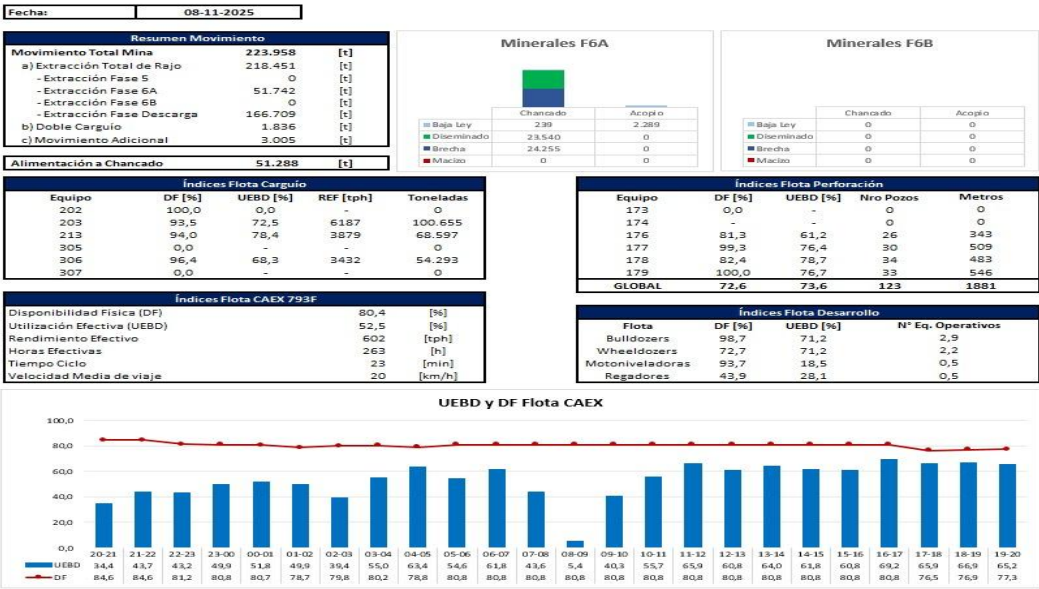
Fuente: CMP, Mina los Colorados, 2025.

Figura 3.20: Informe general de movimiento diario sexto día de turno



Fuente: CMP, Mina los Colorados, 2025.

Figura 3.21: Informe general de movimiento diario septimo dia de turno



Fuente: CMP, Mina los Colorados, 2025.

3.3.4 Quinto objetivo: Definir recomendaciones operativas para optimizar la gestión del personal, los equipos y las rutas contribuyendo a la eficiencia de los procesos extractivos.

Para el desarrollo de este objetivo, se realizó una revisión de la información obtenida en los objetivos anteriores, considerando los antecedentes relacionados con la utilización de los tiempos de trabajo, las demoras operativas y la organización de los puntos de trabajo durante los turnos de operación.

La revisión se efectuó a partir de los registros operacionales del sistema MineStar y de las observaciones en terreno, poniendo énfasis en los periodos asociados a cambios de turno, traslados a colación y disponibilidad de operadores y equipos. Esta información fue organizada de manera sistemática con el fin de identificar los procesos operativos donde se concentraban las interrupciones de la continuidad operacional.

A partir de esta revisión, se procedió a la formulación de recomendaciones operativas, las cuales fueron definidas considerando los antecedentes levantados y la revisión de modelos de referencia utilizados en otras faenas mineras, específicamente el modelo de relevos operativos implementado en Minera Los Pelambres (Figura 3.22), dicho modelo fue considerado como referencia metodológica para la elaboración de propuestas orientadas a mejorar la continuidad de la operación durante los periodos críticos.

Las recomendaciones fueron definidas en función de la información revisada y los procedimientos observados, sin implicar su aplicación directa, la implementación de las propuestas quedó sujeta a la evaluación y decisión de la administración de la faena. El propósito de este procedimiento fue establecer un conjunto de recomendaciones operativas mediante la revisión de antecedentes operacionales, la observación de los procesos críticos y la consideración de prácticas de referencia, orientadas a apoyar la gestión del personal, el uso de los equipos y la continuidad de la operación, como base metodológica para la mejora de la eficiencia de los procesos extractivos.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Primer objetivo: Analizar la utilización de los tiempos de trabajo para identificar el nivel de conocimiento del personal.

El análisis de los resultados del cuestionario aplicado al personal operativo, complementado con la revisión de los registros del sistema MineStar y las observaciones realizadas en terreno, permitió identificar el nivel de conocimiento del personal respecto a la utilización de los tiempos de trabajo, los estados operativos, la imputación de demoras y el registro de reservas, conforme a lo establecido en la metodología.

Del total de trabajadores encuestados, se validaron 22 respuestas, correspondientes al 55 % de la muestra considerada, el 100 % de los participantes que respondieron la encuesta utilizaba el sistema MineStar de manera constante durante sus turnos, lo que evidenció su uso permanente en la operación. De acuerdo con la escala de clasificación definida metodológicamente, el 69,7 % de los ítems (23 de 33) se ubicó en el nivel alto, con porcentajes de respuesta iguales o superiores al 80 %, estos ítems se asociaron principalmente a conocimientos operativos básicos y procedimentales del sistema. Asimismo, el 27,3 % de los ítems (9 de 33) se clasificó en un nivel medio, con porcentajes entre 50 % y 80 %, mientras que solo un ítem presentó un porcentaje inferior al 50 %, correspondiente al nivel bajo, esta distribución reflejó un conocimiento generalizado y relativamente homogéneo del sistema MineStar en el personal evaluado (Figura 4.1).

El análisis del índice de dificultad por ítem evidenció una alta concentración de valores superiores a 0,80, lo que indicó que la mayoría de las preguntas resultaron fáciles para los participantes y fueron respondidas correctamente por un alto porcentaje de la muestra. Solo un número reducido de ítems se ubicó dentro del rango de dificultad media y un ítem presentó un mayor nivel de dificultad. Esta distribución generó una baja variabilidad en las respuestas, lo que limitó la capacidad del instrumento para discriminar entre distintos niveles de conocimiento.

De forma complementaria, la distribución de los ítems según nivel de dificultad mostró una predominancia de ítems clasificados como fáciles (23 de 33), acompañados por un grupo menor de ítems de dificultad media (9 ítems) y un número mínimo de ítems de mayor complejidad. Desde el punto de vista del análisis, este resultado permitió establecer una línea base clara del dominio general del sistema, evidenciando que los conocimientos operativos básicos se encontraban consolidados en la muestra evaluada.

En relación con la confiabilidad del instrumento, el coeficiente Alfa de Cronbach obtenido fue de $\alpha = 0,29$, o que indicó una baja consistencia interna del instrumento. Este resultado se explicó por la predominancia de ítems fáciles y la escasa dispersión de las respuestas, lo que redujo la covarianza entre los ítems y afectó la medición consistente del constructo evaluado.

Respecto a la responsabilidad del registro de tiempos, el 81,8 % de los encuestados identificó correctamente al operador como responsable directo del ingreso de la información. No obstante, la revisión de los registros del sistema MineStar y las observaciones en terreno evidenciaron errores en cierres de eventos, descripciones incompletas y registros tardíos. Aunque el 77,3 % del personal indicó que el proceso de registro resultaba sencillo, un 45,5 % manifestó la necesidad de capacitación periódica, lo que evidenció brechas específicas en el uso práctico del sistema.

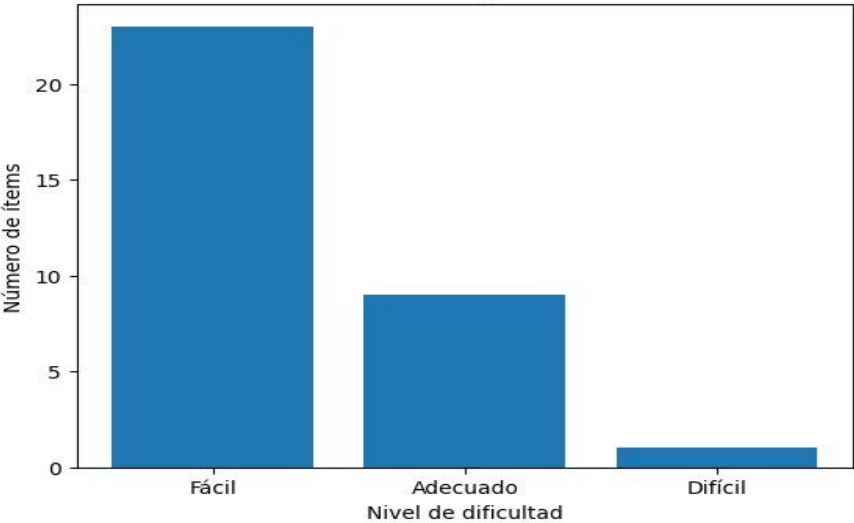
En síntesis, los resultados evidenciaron que el personal operativo presentó un nivel de conocimiento generalizado del sistema MineStar; sin embargo, se identificaron brechas en la correcta imputación de los tiempos de trabajo y en el manejo de situaciones menos frecuentes. Estos hallazgos permitieron fundamentar la necesidad de reforzar capacitaciones focalizadas y de revisar el instrumento de evaluación, incorporando ítems con mayor nivel de complejidad cognitiva, en concordancia con los objetivos del estudio.

Tabla 4.1. Resultados del cuestionario aplicado al personal operativo:

ITEM 1: SISTEMA MINESTAR							
1. ¿Con que frecuencia utiliza el sistema MineStar durante su turno de trabajo?							
	siempre		nunca		pocas veces		
cantidad de respuesta	22	100%	0	0%	0	0%	
2. ¿Conoce las principales funciones del modulo gestión de tiempos en MineStar?							
	si, completamente		parcialmente		solo lo basico		no conozco el modulo
cantidad de respuesta	15	68,20%	6	27,30%	1	4,50%	0
3. ¿Qué tipo de demora considera mas relevante registrar correctamente?							
	mecanica		reserva		demoras		todas las anteriores
cantidad de respuesta	0	0%	1	4,50%	0	0%	21
4. ¿Quién es responsable de ingresar o validar las demoras en el sistema MineStar?							
	operador		despachador		supervisor		no lo se
cantidad de respuesta	17	77,30%	5	22,70%	0	0%	0
5. ¿Sabe cuando debe ingresar el estado de demora, reserva o mecánica en un equipo en MineStar?							
	si, se acceder		si, pero necesito apoyo		no, nunca lo he hecho		no sabia que se podia hacer
cantidad de respuesta	19	86,40%	3	13,60%	0	0%	0
6. ¿Cómo se clasifican normalmente los estados en MineStar?							
	mecanica, demoras y reservas		cortas y largas		programadas y no programadas		no se clasifican
cantidad de respuesta	17	77,30%	0	0%	4	18,20%	1
7. ¿Recibió capacitación sobre el uso del sistema MineStar?							
	si, completa		parcial		solo instruccion intormal		ninguna
cantidad de respuesta	14	63,65%	3	13,60%	4	18,20%	1
8. ¿Qué tan fácil te resulta registrar una demora correctamente?							
	muy facil		facil		difícil		no se hacerlo
cantidad de respuesta	7	31,80%	14	63,60%	1	4,50%	0
9. ¿Qué aspecto considera mas importante mejorar en el uso de MineStar?							
	capacitacion del personal		exactitud de los registros		interpretacion de reportes		comunicacion entre area
cantidad de respuesta	12	54,60%	7	31,80%	1	4,50%	2
10. ¿Sabe cual es el objetivo principal de asignar una demora en MineStar?							
	aumentar la produccion registrada		identificar y registrar correctamente el motivo de la detencion del equipo		ajustar el tiempo de turno		reducir los reportes de mantencion
cantidad de respuesta	4	18,20%	17	77,30%	1	4,50%	0

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Gráfico 4.1: Distribución de los ítems según nivel de dificultad:



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Gráfico 4.2: Índice de dificultad por ítem del cuestionario de conocimiento del sistema MineStar:



Fuente: Elaboración propia, 2025.

4.2 Segundo objetivo: Observación de la organización de los puntos de trabajo con el fin de conocer las debilidades en la continuidad de la operación.

A partir de la observación directa en terreno y la revisión en tiempo real desde la sala de control, se identificaron diversas debilidades en la organización de los puntos de trabajo que afectaron la continuidad de la operación. El seguimiento de los equipos mediante su identificación por ID permitió comparar el desempeño observado con los registros del sistema MineStar, evidenciándose diferencias entre los tiempos reales de operación y los tiempos declarados en el sistema, lo que permitió detectar pérdidas operativas en los trayectos.

Uno de los principales hallazgos correspondió a la presencia de tiempos excesivos de viaje, tanto en condición de carga como en vacío. Estas pérdidas de tiempo se hicieron evidentes al contrastar los desplazamientos observados en terreno con los registros del sistema MineStar, reflejando ineficiencias en la organización del transporte y en la gestión de las rutas operativas.

Asimismo, se identificaron zonas de ocultamiento generadas por las condiciones del terreno y el ancho operacional de los caminos, las cuales afectaron la visibilidad entre los equipos. Estos puntos ciegos provocaron demoras principalmente en las zonas de carguío y descarga, interrumpiendo la secuencia normal de trabajo y generando tiempos de espera no productivos.

El análisis también evidenció discrepancias entre lo observado en terreno y lo registrado en el sistema MineStar, particularmente en los tiempos asociados a detenciones y desplazamientos. Estas diferencias afectaron la confiabilidad de la información disponible para la planificación y gestión operativa.

Por otra parte, factores geográficos y de infraestructura vial, como la distancia entre puntos, pendientes pronunciadas, curvas cerradas y condiciones deficientes de los caminos, influyeron negativamente en los tiempos de viaje. A ello se sumaron limitaciones mecánicas de algunos equipos, principalmente aquellos con mayor antigüedad o deterioro, los cuales presentaron un menor rendimiento y mayor variabilidad operacional.

Durante la jornada observada se detectaron descoordinaciones operativas entre los equipos de carguío y transporte, reflejadas en esperas prolongadas y acumulación de camiones en puntos específicos de la operación. Estas situaciones generaron congestión en sectores clave, reduciendo la eficiencia del flujo de trabajo y afectando la continuidad operacional.

Finalmente, la observación directa permitió identificar debilidades asociadas a la organización y desempeño del personal, relacionadas con la coordinación de las actividades de carguío y transporte. Estas debilidades influyeron directamente en la continuidad de la operación y evidenciaron oportunidades de mejora en la planificación y gestión operativa apoyada en la información registrada en el sistema MineStar.

Las principales demoras observadas y las debilidades asociadas a la organización de los puntos de trabajo se resumen en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2: Instrumento de registro de demoras operacionales

Tipo de demora	Tiempo de duración	Frecuencia	Debilidad identificada
Traslado cargado	Superior al tiempo esperado según distancia	Recurrente	Tiempos excesivos de viaje asociados a condiciones del terreno y a la organización de las rutas operativas.
Traslado en vacío	Superior al tiempo esperado según distancia	Recurrente	Pérdidas de tiempo en traslados en vacío debido a ineficiencias operativas.
Espera en carguío	Variable, con aumentos en determinados períodos del turno	Frecuente	Zonas de ocultamiento y descoordinación entre equipos de carguío y transporte.
Espera en descarga	Prolongado en sectores específicos	Frecuente	Congestión en zonas de descarga y limitaciones de la infraestructura vial.
Detención no programada	Variable	Ocasional	Diferencias entre los tiempos observados en terreno y los registrados en el sistema MineStar.
Espera por coordinación	Prolongado en puntos clave de la operación	Frecuente	Falta de sincronización operativa entre equipos de transporte y carguío.
Traslado operativo	Variable según ruta	Recurrente	Factores geográficos e infraestructura vial deficiente (pendientes, curvas y estado del camino).
Traslado con equipo	Mayor al promedio esperado	Ocasional	Limitaciones mecánicas de equipos con mayor antigüedad o deterioro.
Espera operativa	Variable	Ocasional	Debilidades en la organización y desempeño del personal durante la jornada de trabajo.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

4.3 Tercer objetivo: Analizar las rutas de transporte con el fin de determinar las características del terreno.

El análisis de las rutas de transporte permitió identificar las principales características del terreno que influyen en el desplazamiento de los equipos en operación. A partir de la información obtenida desde el sistema MineStar y las observaciones directas en terreno, se determinó que la pendiente, la longitud de los tramos, la geometría de las rutas y el estado del piso constituyen los factores más relevantes que condicionan el comportamiento del transporte en la faena.

Inicialmente, la operación contaba con ocho rutas activas; sin embargo, debido a restricciones geotécnicas en la pared oeste del rajo, el tránsito en dicho sector fue limitado, quedando finalmente cinco rutas operativas. Esta condición permitió identificar diferencias relevantes en las características del terreno entre los circuitos activos, especialmente en relación con pendientes más pronunciadas y mayor concentración de tránsito en los tramos disponibles.

La primera ruta corresponde al transporte de material estéril desde el punto de carguío A hasta el desmonte en el punto B, operada con una pala de cable y un promedio de 12 camiones Cat 793F. La ruta presenta una distancia aproximada de 5 km y contempla tres pendientes con inclinaciones entre 10° y 13°, además de cinco curvas. Estas características del terreno influyen directamente en la velocidad de desplazamiento de los camiones, particularmente en función del estado mecánico de los equipos y de las condiciones superficiales del camino.

En la segunda ruta, destinada al transporte de mineral hacia la planta de beneficio mediante un cargador frontal, la distancia es de 2,4 km. El circuito presenta dos pendientes con inclinaciones entre 10° y 13° y tres curvas, lo que introduce variabilidad en la operación, especialmente en condiciones de alto tránsito o deterioro del piso. Estas características permiten identificar un terreno de complejidad intermedia en comparación con otras rutas analizadas.

La tercera ruta se caracteriza por la presencia de dos pendientes por las cuales los camiones Cat 793F deben descender cargados. La distancia aproximada es de 3 km y las pendientes alcanzan inclinaciones cercanas a los 10°. Esta configuración del terreno exige mayor control operacional, ya que las condiciones de descenso influyen directamente en la dinámica de frenado y en la velocidad de circulación de los equipos.

La cuarta ruta corresponde a un circuito corto, con una distancia de 900 metros, utilizado para alimentar mineral desde un acopio hacia la planta de beneficio mediante un cargador frontal. El terreno presenta una pendiente de aproximadamente 10° y una curva, configurando un recorrido de baja complejidad geométrica, donde las características del terreno permiten un desplazamiento más controlado y continuo.

La quinta ruta, también destinada al transporte de mineral hacia la planta de beneficio, presenta una distancia aproximada de 1,2 km, con una pendiente cercana a los 10° y dos curvas. Estas características definen un terreno de complejidad moderada, donde la geometría del camino influye en la velocidad de desplazamiento y en la coordinación del tránsito.

En términos generales, el análisis de las rutas permitió determinar que las características del terreno en la faena se diferencian principalmente por la combinación de pendiente, longitud y geometría de los circuitos. Las rutas de mayor longitud y número de pendientes presentan condiciones más exigentes para el tránsito de camiones, mientras que los circuitos cortos y con menor complejidad geométrica evidencian condiciones más favorables para el desplazamiento operativo.

Tabla 4.3: Comparación de rutas

Ruta	Distancia (m)	Pendiente (%) aprox.	Ancho promedio (m)*	Condición del camino	Uso (Mineral/ Estéril)
Ruta 1	5.000 m	10% – 13% (3 pendientes)	30 metros	Camino con curvas y tramos variables, depende del estado mecánico	Estéril
Ruta 2	2.400 m	10% – 13% (2 pendientes)	30 metros	Ruta operativa con curvas, estable para alimentación	Mineral
Ruta 3	3.000 m	13% (2 pendientes en descenso cargado)	30 metros	Requiere mayor control por descenso cargado	Mineral
Ruta 4	900 m	10% (1 pendiente)	30 metros	Camino corto con una curva, baja distancia	Mineral
Ruta 5	1.200 m	13% (1 pendiente)	30 metros	Ruta corta con dos curvas	Mineral

Fuente: Elaboración propia, 2025.

4.4 Cuarto objetivo: Determinar a través de un análisis las variaciones de utilización y disponibilidad de la fluctuación de las demoras.

El análisis del comportamiento operacional evidenció que la producción presenta variaciones horarias significativas a lo largo de la jornada, repetidas de manera consistente durante los siete días analizados. Estas fluctuaciones afectan tanto al turno diurno como al nocturno y se reflejan directamente en el movimiento de material por hora, permitiendo identificar patrones operativos asociados a la organización del trabajo y a la gestión de los tiempos operativos.

El movimiento horario de material no se mantiene constante durante las 24 horas, sino que presenta disminuciones sistemáticas en momentos específicos, en particular, durante los cambios de turno se registran caídas relevantes entre las 08:00 y 09:00 horas y entre las 20:00 y 21:00 horas, asociadas a la reducción de la utilización efectiva de los equipos debido a procesos de relevo de personal, entrega de información operativa y normalización de actividades al inicio de cada turno. Adicionalmente, se observaron disminuciones durante los tiempos de colación: entre las 13:00 y 15:00 horas en el turno diurno y entre la 01:00 y 03:00 horas en el turno nocturno, estas caídas coinciden con periodos de menor disponibilidad operativa de equipos y operadores, afectando la continuidad del proceso productivo.

El patrón de alternancia entre periodos de mayor y menor movimiento de material, conocido operacionalmente como “gaviotas”, se observó de manera reiterada en cada jornada. Este patrón permitió identificar con claridad los tramos horarios donde se concentran las demoras y se reduce el desempeño productivo.

Desde la perspectiva de la disponibilidad, los equipos se mantienen operativamente activos durante gran parte del período analizado; sin embargo, la concentración de demoras en horarios específicos limita su aprovechamiento efectivo, las fluctuaciones observadas se explican principalmente por factores operacionales y organizacionales, más que por restricciones técnicas asociadas a fallas o mantenciones.

En conclusión, el análisis demuestra que las variaciones en la utilización efectiva y en la disponibilidad operativa de los equipos están directamente relacionadas con la concentración de demoras durante los cambios de turno y los tiempos de colación, la identificación de estos patrones proporciona una base objetiva para detectar debilidades operativas y definir oportunidades de mejora concretas, orientadas a optimizar la continuidad operacional y el uso eficiente de los recursos disponibles, cerrando así el ciclo de análisis sin dejar hallazgos inconclusos.

4.5 Quinto objetivo: Definir recomendaciones operativas para optimizar la gestión del personal, los equipos y las rutas contribuyendo a la eficiencia de los procesos extractivos.

Durante el desarrollo de este objetivo, se identificaron oportunidades de mejora relacionadas con los cambios de turno, los traslados a colación y la disponibilidad de los equipos. A partir de las observaciones en terreno y los registros del sistema MineStar, se evidenció que el inicio de turno no siempre se realizaba dentro del plazo definido, generando demoras operativas que afectaron la continuidad del proceso y provocaron pérdidas de tiempo acumuladas.

Las mayores ineficiencias se registraron durante los traslados a colación, donde los equipos de transporte contaban con un tiempo predeterminado en el sistema, pero los equipos de carguío dependían de un vehículo de acercamiento. Esta situación provocó esperas tanto en la ida como en el retorno, disminuyendo la eficiencia de los ciclos operativos y afectando la continuidad de la producción.

Como respuesta a estas debilidades, se plantearon recomendaciones operativas orientadas a mejorar la coordinación del personal y la continuidad de la producción, considerando la experiencia de Minera Los Pelambres, este modelo incluye reclutamiento previo, formación y entrenamiento de personal externo o aprendices, quienes se incorporan durante los horarios críticos, como los cambios de turno, los periodos de colación y los sectores donde se registran demoras más prolongadas, esta

estrategia permite cubrir los tiempos de transición, reducir esperas y mantener la continuidad operacional sin afectar las tareas del personal principal, el propósito de esta propuesta es asegurar la continuidad productiva en los horarios críticos, donde se detectó la mayor pérdida de tiempo, fomentando además la empleabilidad local y la igualdad de oportunidades para los trabajadores de las zonas aledañas.

De manera complementaria y en concordancia con los resultados obtenidos en el primer objetivo, se propuso la implementación de capacitaciones periódicas orientadas a fortalecer las competencias operativas del personal, particularmente en el uso de los sistemas de gestión y en la correcta ejecución de los procedimientos operativos, como apoyo a la optimización de la gestión del personal y a la reducción de demoras operacionales.

Adicionalmente, se recomienda estructurar la entrega de información durante los cambios de turno, de modo que se cumplan los horarios establecidos y se minimicen las demoras asociadas a la coordinación de tareas.

En conjunto, estas medidas permiten reducir pérdidas operativas, optimizar la gestión del personal y el uso de los equipos, contribuyendo a una operación más ordenada, eficiente, sostenible y productiva, respetando que la implementación final dependerá de la evaluación de la administración de la faena.

Figura 4.1: Hitos claves del programa de relevo en mina



Fuente: Programa de relevo, Antofagasta Minerals, 2025.

CAPÍTULO V: CONCLUSIÓN

El análisis de la utilización de los tiempos de trabajo permitió concluir que el nivel de conocimiento del personal operativo es “medio”, ya que si bien los tiempos asociados a las actividades operacionales principales fueron correctamente registrados, se identificaron brechas en la correcta imputación de demoras, reservas operacionales y mantenciones. Esta situación evidenció un manejo no homogéneo de los distintos estados operacionales del sistema, afectando la calidad y confiabilidad de la información utilizada para la gestión operacional.

La observación de la organización de los puntos de trabajo permitió identificar que las principales debilidades en la continuidad de la operación se concentran durante los cambios de turno, instancia en la cual se producen descoordinaciones entre los equipos de carguío y transporte, estas situaciones generan tiempos de espera, aumentan los periodos improductivos y retrasan la reanudación de las actividades, afectando la continuidad y eficiencia del proceso operacional.

El análisis de las rutas de transporte permitió determinar que las características del terreno, tales como pendientes pronunciadas, distancias variables entre los puntos de carguío y descarga, y una geometría irregular de los caminos, influyen directamente en los tiempos de traslado y en el desempeño de los equipos de transporte, estas condiciones generan variabilidad en los tiempos de ciclo y condicionan la eficiencia del proceso de transporte dentro de la operación minera.

Asimismo, se concluyó que las variaciones en la utilización y disponibilidad de los equipos están directamente asociadas a la fluctuación de las demoras operacionales, principalmente aquellas generadas durante los cambios de turno, los periodos de colación y las esperas en los puntos de trabajo, estas fluctuaciones responden en mayor medida a factores organizacionales y de coordinación operativa, más que a fallas mecánicas, impactando la continuidad y eficiencia de la operación.

Finalmente, a partir de los resultados obtenidos, se definieron recomendaciones operativas orientadas a fortalecer la capacitación del personal en la correcta imputación

de los tiempos de trabajo, optimizar la coordinación entre los equipos de carguío y transporte, especialmente durante los cambios de turno y mejorar la planificación y mantención de las rutas de transporte considerando las características del terreno. La aplicación de estas medidas contribuye a reducir demoras, optimizar el uso de la flota y aumentar la eficiencia del proceso extractivo.

En relación con el objetivo general del estudio, se concluye que la forma en que se organizan y utilizan los tiempos de trabajo, los puntos de trabajo, la elección de rutas de transporte y el tipo de equipo en una mina a cielo abierto influyen directamente en la coordinación de las operaciones, el uso eficiente de la flota y la eficiencia operativa del proceso extractivo, una gestión integrada y coordinada de estos elementos permite mejorar la continuidad operacional y el desempeño global de la operación minera.

BIBLIOGRAFÍA

CAP Minería. (s.f.). Nuestra compañía. <https://www.capmineria.cl/nuestra-compania/>

CAP Minería. (s.f.). Nuestros productos: Mina Los Colorados. <https://www.capmineria.cl/nuestros-productos/mina-los-colorados/>

CAP. (s.f.). Negocio CMP. <https://www.cap.cl/negocio/cmp/>

CMP. (s.f.). Operaciones: Valle del Huasco – Mina Los Colorados. <https://www.cmp.cl/operaciones/valle-del-huasco/mina-los-colorados/>

Docsity. (2024). La norma ASARCO en la minería. <https://www.docsity.com/es/docs/la-norma-asarco-en-la-mineria/10884921/>

Fractal. (2022). ¿Qué es el mantenimiento programado y cómo implementarlo? <https://www.fractal.com/es/blog/que-es-el-mantenimiento-programado-y-como-implementarlo>

Inglomayor. (s.f.). Sistema de despacho minero. https://www.inglomayor.cl/edicion22/Sistema%20de%20despacho%20minero_V2.pdf

Sernageomin. (2020). Explotación minera. <https://www.sernageomin.cl/explotacion-minera/>

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). (s.f.). ¿Qué es el SEIA? <https://www.sea.gob.cl/que-es-el-seia-0>

Tractian. (2025). Mantenimiento no planificado: causas y estrategias de prevención. <https://traction.com/es/blog/mantenimiento-no-planificado-causas-y-estrategias-de-prevencion>

ANEXOS

ENCUESTA DE CONOCIMIENTOS: USO DEL SISTEMA MINESTAR DE CATERPILLAR

Objetivo: Evaluar el nivel de conocimiento del personal sobre el uso de los tiempos, demoras, reservas y mantenciones en el sistema MineStar, aplicado a operaciones mineras a cielo abierto.

Área de trabajo: _____

1. ¿Con qué frecuencia utiliza el sistema MineStar durante su turno de trabajo?
 - A) Siempre
 - B) A veces
 - C) Rara vez
 - D) Nunca
2. ¿Conoce las principales funciones del módulo de gestión de tiempos en MineStar?
 - A) Sí, completamente
 - B) Parcialmente
 - C) Solo lo básico
 - D) No conozco el módulo
3. ¿Qué entiende por “tiempos productivos” en el sistema MineStar?
 - A) Tiempos en los que el equipo realiza actividades operativas
 - B) Tiempos de traslado sin carga
 - C) Tiempos de mantenimiento

D) No estoy Seguro

4. ¿Qué tipo de demora considera más relevante registrar correctamente?

A) Mecánicas

B) Reserva

C) Demoras

D) Todas por igual

5. ¿Quién es responsable de ingresar o validar las demoras en el sistema MineStar?

A) El operador

B) El despachador

C) El supervisor

D) No lo sé

6. ¿Qué ocurre si una demora no se registra correctamente en el sistema?

A) No afecta los reportes

B) Afecta los indicadores de disponibilidad y utilización

C) Solo afecta al turno actual

D) No tiene consecuencias

7. ¿Sabe cuándo debe ingresar el estado de demora, reserva o mecánica en un equipo en MineStar?

A) Sí, sé acceder

B) Sí, pero necesito apoyo

- C) No, nunca lo he hecho
 - D) No sabía que se podía hacer
8. ¿Qué indicador refleja la proporción de tiempo productivo frente al total disponible?
- A) Utilización
 - B) Disponibilidad mecánica
 - C) Eficiencia operativa
 - D) Horas totales registradas
9. ¿Cómo se clasifican normalmente los estados en MineStar?
- A) Mecánica, Demoras y Reserva
 - B) Cortas y largas
 - C) Programadas y no programadas
 - D) No se clasifican
10. ¿Si el equipo presenta fallas mecánicas que debe hacer?
- A) Ingresar un tipo de demora, dar aviso al Despachador y esperar.
 - B) Ingresar estado de Mecánica dar aviso al despachador y al jefe de mantención.
 - C) No estoy Seguro
 - D) Aviso por radio y espero
11. ¿Recibió capacitación formal sobre el uso del sistema MineStar?
- A) Sí, completa
 - B) Parcial

C) Solo instrucción informal

D) Ninguna

12. ¿Qué tan fácil le resulta registrar una demora correctamente?

A) Muy fácil

B) Fácil

C) Difícil

D) No sé hacerlo

13. ¿Cree que una buena gestión de tiempos y demoras puede mejorar la productividad minera?

A) Sí, significativamente

B) Sólo en algunos casos

C) Muy poco

D) No tiene impacto

14. ¿Qué aspecto considera más importante mejorar en el uso de MineStar?

A) Capacitación del personal

B) Exactitud de los registros

C) Interpretación de reportes

D) Comunicación entre áreas

15. ¿Cuál es el objetivo principal de asignar una demora en MineStar?

A) Aumentar la producción registrada

- B) Identificar y registrar correctamente el motivo de la detención del equipo
 - C) Ajustar el tiempo de turno
 - D) Reducir los reportes de mantención
16. ¿Qué información debe contener toda demora registrada?
- A) Solo la hora de inicio
 - B) Solo el tipo de demora
 - C) Hora de inicio, fin, tipo de demora y descripción del evento
 - D) Solo la duración total
17. ¿Quién puede asignar o modificar una demora mal registrada en el sistema?
- A) El operador directamente
 - B) El despachador o administrador del sistema MineStar
 - C) Cualquier usuario
 - D) El mecánico en terreno
18. ¿Qué representa una “reserva” en el contexto de MineStar?
- A) Tiempo libre del operador
 - B) Un evento planificado en el que el equipo queda fuera de operación por una causa conocida (ej. mantención o disponibilidad restringida)
 - C) Una falla inesperada
 - D) Un cambio de turno
19. ¿Qué tipo de reserva se aplica cuando un camión está detenido esperando mantenimiento programado?

- A) Demora operativa
- B) Reserva por mantenimiento
- C) Reserva administrativa
- D) Demora por clima

20. ¿Qué diferencia principal existe entre una demora y una reserva en MineStar?

- A) La demora es planificada y la reserva no
- B) La demora es no planificada; la reserva, planificada o programada
- C) La demora solo aplica a camiones
- D) La reserva no se registra en el sistema

21. ¿Cuál es el beneficio de registrar correctamente las reservas por mantención?

- A) Permite calcular disponibilidad mecánica real y planificar mantenimientos futuros
- B) Solo mejora los reportes del turno
- C) No tiene impacto
- D) Solo sirve para estadísticas

22. Si un equipo entra en mantención no planificada, ¿qué código debe aplicarse en MineStar?

- A) Reserva operativa
- B) Demora mecánica no planificada
- C) Demora administrativa

D) Reserva general

23. ¿Qué indicador se ve directamente afectado si no se registran correctamente las reservas de mantención?

A) Utilización

B) Disponibilidad mecánica

C) Eficiencia de operador

D) Producción acumulada

24. ¿Qué procedimiento debe seguir el operador antes de que su equipo entre a la mantención planificada?

A) Detener el equipo sin aviso

B) Informar al despacho y registrar la reserva correspondiente en el sistema

C) Cambiar el código de demora a “inactiva”

D) No es necesario registrar nada

USO DE ESTADOS EN MINESTAR

1. ¿Cuándo debe cambiar el operador el *estado* de su equipo a “En operación”?

A) Cuando el equipo está detenido por revisión

B) Cuando el equipo inicia su ciclo productivo o de transporte activo

C) Cuando se traslada sin carga

D) Cuando termina el turno

2. ¿Qué estado debe seleccionarse cuando el equipo se encuentra detenido por indicación del despacho, pero disponible para trabajar?

A) En mantenimiento

B) En espera operativa

- C) En falla mecánica
- D) En reserva administrativa

3. ¿Qué significa que un equipo esté en estado “Fuera de servicio”?

- A) Que el operador está en colación
- B) Que el equipo no está disponible para producción por falla o mantención
- C) Que el equipo está en desplazamiento
- D) Que el turno aún no comienza

DEMORAS

4. ¿Cuándo corresponde ingresar una demora operativa?

- A) Cuando el operador se encuentra esperando instrucciones
- B) Cuando hay interrupción no planificada por causas operativas (ej. congestión, espera de pala)
- C) Cuando el equipo está en mantenimiento
- D) Cuando el turno ha finalizado

5. ¿Qué tipo de demora se aplica cuando el operador detiene el camión por condiciones climáticas adversas?

- A) Administrativa
- B) Mecánica
- C) Operacional por condiciones externas
- D) Reserva general

6. ¿Cuándo debe cerrarse una demora registrada en el sistema?

- A) Al finalizar el turno
- B) Cuando la causa de la detención ha sido resuelta y el equipo retoma la operación
- C) Cuando el despacho lo solicite
- D) Al final del día siguiente

RESERVAS

7. ¿Cuándo se utiliza una *reserva programada* en MineStar?

- A) Cuando hay una falla repentina
- B) Cuando se conoce anticipadamente que el equipo no estará disponible (ej. *mantención planificada, calibración*)
- C) Cuando termina el turno
- D) Cuando hay cambio de operador

8. ¿Qué acción debe realizar el operador antes de aplicar una reserva?

- A) Detener el equipo y apagar el motor
- B) Notificar al despachador y confirmar la causa antes de registrarla
- C) Ingresar un código de demora
- D) Esperar el inicio del siguiente turno

9. ¿Cuándo se debe finalizar una reserva en el sistema?

- A) Cuando el equipo vuelve a estar disponible para producción
- B) Cuando termina el día
- C) Automáticamente al reiniciar el equipo
- D) Cuando se inicia una demora nueva

MECÁNICA

10. ¿Qué tipo de evento corresponde registrar como *demora mecánica*?

- A) Falta de operador
- B) Espera por despacho
- C) Falla o reparación que impide operar el equipo
- D) Descanso o colación

11. ¿Qué debe hacer el operador si detecta una anomalía mecánica menor pero el equipo sigue operativo?

- A) Detener el equipo inmediatamente
- B) Avisar por radio o mensaje al despacho para registrar observación preventiva
- C) Cambiar el estado a fuera de servicio
- D) Registrar una demora mecánica

12. ¿Cuándo se levanta una demora mecánica en MineStar?

- A) Cuando el operador decide
- B) Una vez que mantenimiento confirma la reparación y el equipo está operativo
- C) Cuando el turno cambia
- D) Al reiniciar el sistema

Resultados del cuestionario por ítem y porcentaje de respuestas

8. ¿Qué tan fácil te resulta registrar una demora correctamente?								
	muy facil		facil		dificil		no se hacerlo	
cantidad de respuesta	7	31,80%	14	63,60%	1	4,50%	0	0%
9. ¿Qué aspecto considera mas importante mejorar en el uso de MineStar?								
	capacitacion del personal		exactitud de los registros		interpretacion de reportes		comunicacion entre area	
cantidad de respuesta	12	54,50%	7	31,80%	1	4,50%	2	9,10%
10. ¿Sabe cual es el objetivo principal de asignar una demora en MineStar?								
	aumentar la produccion registrada		identificar y registrar correctamente el motivo de la detencion del equipo		ajustar el tiempo de turno		reducir los reportes de mantencion	
cantidad de respuesta	4	18,20%	17	77,30%	1	4,50%	0	0%
11. ¿Qué información debe contener toda demora registrada?								
	hora de inicio y tipo de demora		tipo de demora y duracion total		hora inicio, hora termino, tipo de demora y descripcion del evento		solo duracion total	
cantidad de respuesta	0	0%	1	4,50%	21	95,50%	0	0%
12. ¿Quién puede reasignar o modificar una demora mal registrada en el sistema?								
	el operador directamente		el despachador o administrador del sistema Minestar		cualquier usuario		el mecanico en terreno	
cantidad de respuesta	1	4,50%	21	95,50%	0	0%	0	0%
13. ¿Qué representa una "reserva" en el contexto de MineStar?								
	tiempo libre del operador		Evento planificado por causa conocida (ej. clima, falta de equipo)		falla imprevista		cambio de turno	
cantidad de respuesta	0	0%	20	90,90%	1	4,50%	1	4,50%
14. ¿Qué tipo de acción se aplica cuando un camión esta detenido esperando por falla mecánica?								
	demora operativa		reserva por mantenimiento		reserva administrativa		demora por clima	
cantidad de respuesta	4	18,20%	18	81,80%	0	0%	0	0%

	15. ¿Qué diferencia principal existe entre una demora y una reserva en MineStar?							
	la demora en planificada y la reserva no		la demora solo aplica a camiones		la demora no es planificada y la reserva es planificada		la reserva no se registra en el sistema	
cantidad de respuesta	6	27,30%	0	0%	15	68,20%	1	4,50%
	16. ¿Cuál es el beneficio de registrar correctamente las reservas por mantención?							
	no tiene impacto		permite calcular disponibilidad mecánica real y planificar mantenimientos		solo sirve para estadísticas		solo mejora los reportes	
cantidad de respuesta	0	0%	22	100%	0	0%	0	0%
	17. Si un equipo entra en mantención no planificada, ¿Que código debe aplicarse en MineStar?							
	reservas operativas		demora administrativa		demora mantención no programada		reserva general	
cantidad de respuesta	0	0%	0	0%	22	100%	0	0%
	18. ¿Qué indicador se ve directamente afectado si no se registran las reservas de mantención?							
	utilización		disponibilidad mecánica		eficiencia de operador		producción acumulada	
cantidad de respuesta	9	40,90%	10	45,50%	2	4,50%	2	9,10%
	19. ¿Qué procedimiento debe seguir el operador antes de que su equipo entre a mantención planificada?							
	detener el equipo sin aviso		informar al despacho y registrar el estado correspondiente en el sistema		cambiar el código de demora a "inactiva"		no es necesario registrar nada	
cantidad de respuesta	0	0%	22	100%	0	0%	0	0%

	ITEM 2: USO DE ESTADOS EN MINESTAR							
	20. ¿Cuándo debe cambiar el operador el estado de su equipo a "En operación"?							
	cuando el equipo está detenido por revisión		cuando el equipo inicia su ciclo productivo o de transporte activo		cuando se traslada sin carga		cuando termina el turno	
cantidad de respuesta	2	9,10%	19	86,40%	0	0%	1	4,50%
	21. ¿Qué significa que un equipo esté en estado "Fuera de servicio"?							
	que el operador está en colación		que el equipo no está disponible para producción por falla mecánica o mantenimiento		que el equipo está en desplazamiento		que el turno aún no comienza	
cantidad de respuesta	0	0%	22	100%	0	0%	0	0%
	22. ¿Qué estado debe seleccionarse cuando el equipo se encuentra detenido por indicación del despacho, pero disponible para trabajar?							
	en mantenimiento		reserva "falta equipo complementario"		en falla mecánica		en reserva administrativa	
cantidad de respuesta	0	0%	22	100%	0	0%	0	0%

	ITEM 3: DEMORAS							
	23. ¿Cuándo corresponde ingresar una demora operativa?							
	cuando el operador se encuentra esperando instrucciones		cuando hay interrupción no planificada por causas operativas		cuando el equipo está en mantenimiento		cuando el turno a finalizado	
cantidad de respuesta	3	13,60%	16	72,70%	2	9,10%	1	4,50%
	24. ¿Qué tipo de demora se aplica cuando el operador detiene el camión por cambio de operador?							
	administrativa		mecánica		demora por relevo		reserva general	
cantidad de respuesta	0	0%	0	0%	22	100%	0	0%
	25. ¿Cuándo debe detener una demora registrada en el sistema?							
	al finalizar el turno		cuando la causa de la detención ha sido resuelta y el equipo retoma la operación		cuando el despacho lo solicite		al final del día siguiente	
cantidad de respuesta	1	4,50%	21	95,50%	0	0%	0	0%
	26. ¿Qué acción debe ingresar cuando va a colación?							
	reserva por colación		demora por colación		demora "otras demoras"		demora 2 traslado por colación	
cantidad de respuesta	4	18,20%	15	68,20%	0	0%	3	13,60%
	27. ¿Si hay demora en chancador que acción debe ingresar?							
	espera humectación		factor externo		demora en planta		otras demoras	
cantidad de respuesta	0	0%	0	0%	22	100%	0	0%

	ITEM 4: RESERVAS							
	28. ¿Cuándo se utiliza una reserva programada en MineStar?							
	cuando hay una falla repentina		cuando se conoce anticipadamente que el equipo no estará disponible		cuando termina el turno		cuando hay cambio de operador	
cantidad de respuesta	2	9,10%	19	86,40%	1	4,50%	0	0%
	29. ¿Qué acción debe realizar el operador antes de aplicar una reserva?							
	detener el equipo y apagar el motor		ingresar un código de demora		esperar el inicio del siguiente turno		notificar al despachador y confirmar la causa antes de registrarla	
cantidad de respuesta	0	0%	1	4,50%	0	0%	21	95,50%
	30. ¿Cuándo se debe finalizar una reserva en el sistema?							
	cuando termina el día		automáticamente al reiniciar el equipo		cuando el equipo vuelve a estar disponible para producción		cuando se inicia una demora nueva	
cantidad de respuesta	0	0%	0	0%	22	100%	0	0%

	ITEM 5: MECÁNICA							
	31. ¿Qué tipo de evento corresponde registrar como demora mecánica?							
	falta de operador		espera por despacho		falla o reparación que impide operar equipo		descanso o colación	
cantidad de respuesta	0	0%	0	0%	22	100%	0	0%
	32. ¿Qué debe hacer el operador si detecta una anomalía mecánica menor pero el equipo inmediatamente?							
	detener el equipo inmediatamente		comunicar por radio al despachador y jefe de taller, marcar fuera de servicio		solo cambiar el estado a fuera de servicio		registrar una demora	
cantidad de respuesta	1	4,50%	21	95,50%	0	0%	0	0%
	33. ¿Cuándo se levanta una demora mecánica en MineStar?							
	cuando el operador decide		cuando el turno cambia		una vez que el mantenimiento confirma la reparación y el equipo esta operativo		al reiniciar el sistema	
cantidad de respuesta	1	4,50%	0	0%	21	95,50%	0	0%

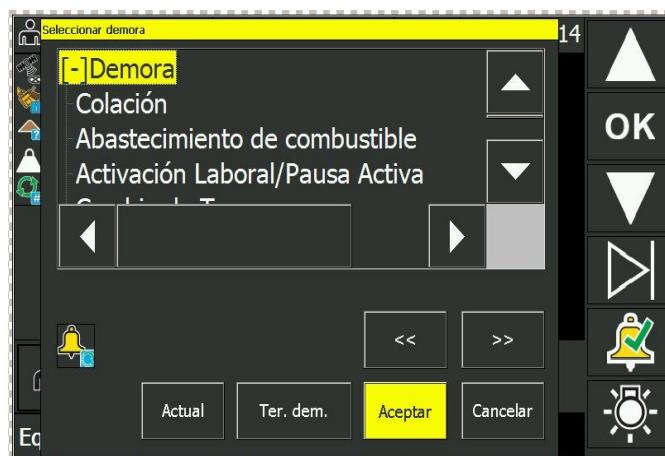
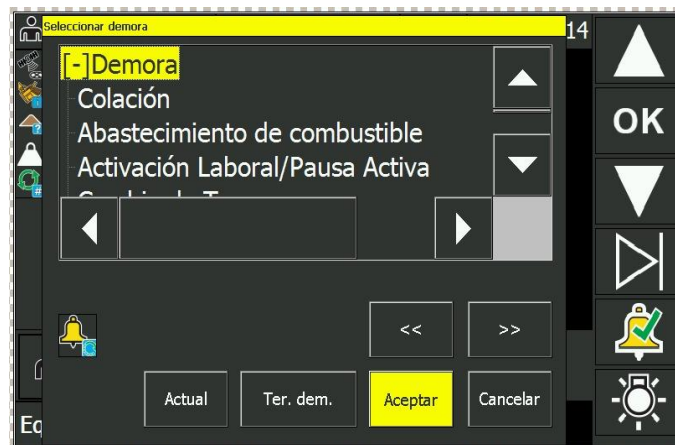
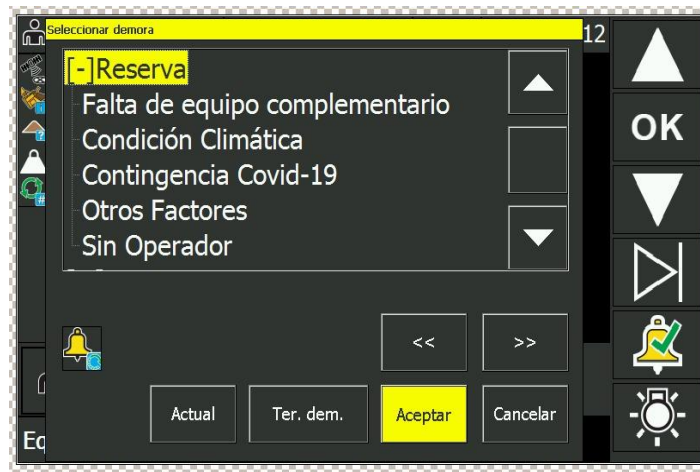
Listado de reservas

The screenshot shows the 'Herramienta de cargulo - Cat MineStar System Cliente' interface. The main window displays equipment details for 'Herramienta de cargulo' (302) and operator 'BRIARTE CHILLA, ORIEL FERNANDO'. The 'Editor de Demoras' window is open, showing a list of delay types. The 'Reserva' type is selected, and the 'Descripción' field is empty.

Listado de demoras

The screenshot shows the 'Herramienta de cargulo - Cat MineStar System Cliente' interface. The main window displays equipment details for 'Herramienta de cargulo' (302) and operator 'BRIARTE CHILLA, ORIEL FERNANDO'. The 'Editor de Demoras' window is open, showing a list of delay types. The 'Demora' type is selected, and the 'Descripción' field is empty.

Pantallas de trabajo camión de extracción, acciones de demora



Pantallas equipo de carguío

