

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Análisis de los indicadores de productividad en equipos
de carguío y acarreo para la mejora del rendimiento
operacional y reducción de costos en Compañía
Minera Kolpa S. A. - 2021**

Jorge Luis Mercado Silva
Jorge Iván Marín Chipana

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

ASESOR

Ing. Javier Córdova Blancas

AGRADECIMIENTO

Sean estas líneas, la expresión sincera de nuestros sentimientos de gratitud: a Dios, a nuestros padres y familiares, quienes, en todo momento, constituyen nuestro estímulo constante en nuestra vida personal y profesional.

A nuestro asesor, Ing. Javier Córdova Blancas, por habernos guiado en este proyecto, quien en base a su formación y experiencia ha sabido direccionar nuestro proyecto.

Adicionalmente, el agradecimiento respetuoso a las autoridades de la universidad Continental, a los catedráticos, al transmitir sus conocimientos y todas sus experiencias en el ámbito profesional de la Ingeniería de Minas y a quienes fueron parte de nuestra vida en el campus de la Universidad.

DEDICATORIA

A nuestros padres, por los valores y fortaleza que nos inculcaron en la vida y quienes siempre fueron ejemplo de fuerza, voluntad y constancia.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA	I
ASESOR	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO	V
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XVI
INTRODUCCIÓN	XVIII
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	20
1.1. Planteamiento y formulación del problema	20
1.1.1. Planteamiento del problema	20
1.1.2. Formulación del problema	21
1.2. Objetivos	22
1.2.1. Objetivo general	22
1.2.2. Objetivos específicos	22
1.3. Justificación e importancia	22
1.3.1. Justificación social - práctica	22
1.3.2. Justificación académica	23
1.4. Hipótesis de la investigación	23
1.4.1. Hipótesis general	23
1.4.2. Hipótesis específicas	23
1.5. Identificación de las variables	23
1.5.1. Variable independiente	23
1.5.2. Variables dependientes	23
1.5.3. Matriz de operacionalización de variables	24
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	25
2.1. Antecedentes del problema	25
2.1.1. Antecedentes internacionales	25

2.2. Generalidades de la mina-----	26
2.2.1. Ubicación accesibilidad y generalidades -----	26
2.3. Geología general-----	27
2.3.1. Geología regional-----	27
2.3.1. Geología local -----	29
2.3.2. Geología estructural -----	32
2.3.3. Geología económica-----	33
2.4. Cuadro de recursos y reservas -----	35
2.5. Minado subterráneo -----	36
2.5.1. Zonas de operación -----	36
2.5.2. Estructuras de la mina-----	37
2.6. Método de minado -----	38
2.6.1. Tajeo por subniveles (SLS) – taladros largos -----	39
2.6.2. Características geológicas y geomecánicas-----	40
2.7. Operación minera -----	41
2.7.1. Descripción de la mina -----	41
2.7.2. Diseño de la mina -----	42
2.7.3. Ciclo de minado en tajeos -----	43
2.7.4. Perforación -----	44
2.7.5. Voladura -----	44
2.7.6. Control de estabilidad de las cajas-----	45
2.7.7. Limpieza, acarreo y transporte de mineral -----	46
2.7.8. Relleno de tajeos -----	46
2.7.9. Ciclo de minado en labores de avance -----	48
2.7.10. Perforación-----	48
2.7.11. Voladura -----	49
2.7.12. Limpieza y carguío -----	49
2.7.13. Transporte-----	49
2.7.14. Ventilación -----	49
2.7.15. Sostenimiento -----	49
2.7.16. Relleno -----	50
2.7.17. Drenaje-----	50

2.7.18. Sistemas auxiliares -----	50
2.7.19. Labores de profundización -----	50
2.7.20. Sistema de ventilación -----	51
2.8. Bases teóricas -----	52
2.8.1. Indicadores de productividad de equipos -----	55
2.8.2. Rendimiento de equipos de carguío, acarreo y perforación -----	60
2.8.3. Consumo de combustible de equipos de carguío, acarreo y perforación --	63
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN -----	68
3.1. Método y alcances de la investigación -----	68
3.1.1. Método de la investigación -----	68
3.1.2. Alcances de la investigación -----	69
3.2. Diseño de la investigación -----	69
3.2.1. Tipo de diseño de investigación -----	69
3.3. Población y muestra -----	70
3.3.1. Población -----	70
3.3.2. Muestra -----	70
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos -----	70
3.4.1. Técnicas utilizadas en la recolección de datos -----	70
3.4.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos -----	70
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	71
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información -----	71
4.1.1. Cálculos previos al análisis de indicadores de productividad en equipos de carguío y acarreo -----	71
4.1.2. Análisis de los indicadores de productividad en equipos -----	86
4.1.3. Análisis de actividades operacionales en equipos de carguío y acarreo mediante Pareto - Kolpa -----	99
4.1.4. Análisis de costos en equipos de carguío y acarreo -----	104
4.1.5. Análisis del <i>dashboard</i> en parámetros de perforación y voladura -----	105
CONCLUSIONES -----	110
RECOMENDACIONES -----	114
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	116
ANEXOS -----	118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de matriz de operacionalización de variables	24
Tabla 2. Ruta geográfica	27
Tabla 3. Resumen de recursos minerales de la U.E.A. Huachocolpa Uno	35
Tabla 4. Resumen de reservas minerales de la U.E.A. Huachocolpa Uno	36
Tabla 5. Métodos de minado subterráneo en orden de costos	38
Tabla 6. Calidad de la masa rocosa – veta Bienaventurada.....	40
Tabla 7. Disponibilidad y utilización de equipos carguío, acarreo y perforación, periodo 2021	54
Tabla 8. Disponibilidad de equipos de perforación, carguío y acarreo, periodo enero a junio del 2021	56
Tabla 9. Utilización de equipos de perforación, carguío y acarreo, periodo enero a junio del 2021	58
Tabla 10. Rendimiento de equipos de perforación, carguío y acarreo, periodo enero a junio del 2021	61
Tabla 11. Incidencia del rendimiento de equipos de perforación, carguío y acarreo, periodo enero a junio del 2021.....	62
Tabla 12. Consumo de combustible en equipos de carguío, acarreo y perforación periodo enero a junio del 2021	64
Tabla 13. Consumo de combustible en equipos de carguío, acarreo y perforación programado y ejecutado, enero a junio del 2021	66
Tabla 14. Disponibilidad de equipos de carguío, periodo enero a junio del 2021	72
Tabla 15. Utilización de equipos de carguío, periodo enero a junio del 2021	73
Tabla 16. Promedio de disponibilidad de equipos de carguío, periodo enero a junio del 2021	74
Tabla 17. Promedio de la Utilización de equipos de carguío, periodo enero a junio del 2021	75
Tabla 18. Promedio del rendimiento de equipos de carguío, periodo enero a junio del 2021	76

Tabla 19. Promedio de consumo de combustible en equipos de carguío, periodo enero a junio del 2021	77
Tabla 20. Disponibilidad de equipos de acarreo, periodo enero a junio del 2021	78
Tabla 21. Promedio de disponibilidad de equipos de acarreo, periodo enero a junio del 2021	79
Tabla 22. Promedio de la Utilización de equipos de carguío, periodo enero a junio del 2021	80
Tabla 23. Promedio del rendimiento de equipos de acarreo, periodo enero a junio del 2021	81
Tabla 24. Promedio de consumo de combustible en equipos de acarreo, periodo enero a junio del 2021	82
Tabla 25. Disponibilidad y utilización de equipos de perforación, periodo enero a junio del 2021	83
Tabla 26. Promedio de disponibilidad de equipos de perforación, periodo enero a junio del 2021	84
Tabla 27. Promedio del rendimiento de equipos de perforación, periodo enero a junio del 2021	86
Tabla 28. Disponibilidad de equipos de carguío de 4,2 y 2 yd ³ - Kolpa, periodo enero a junio del 2021	88
Tabla 29. Promedio de la disponibilidad de equipos de carguío – Kolpa, periodo enero a junio del 2021	89
Tabla 30. Promedio de la utilización de equipos de carguío – Kolpa, periodo enero a junio del 2021	90
Tabla 31. Rendimiento de equipos de carguío de 4,2 y 2 yd ³ - Kolpa, periodo enero a junio del 2021	92
Tabla 32. Consumo de combustible de equipos de carguío de 4,2 y 2 yd ³ - Kolpa, periodo enero a junio del 2021	92
Tabla 33. Consumo promedio de combustible de equipos de carguío – Kolpa, periodo enero a junio del 2021	93
Tabla 34. Disponibilidad de equipos de acarreo dumper 15 TM - Kolpa, periodo enero a junio del 2021.	95

Tabla 35. Utilización de equipos de acarreo dumper 15 TM	
- Kolpa, periodo enero a junio del 2021	95
Tabla 36. Rendimiento de equipos de acarreo dumper 15 TM	
- Kolpa, periodo enero a junio del 2021	97
Tabla 37. Rendimiento de equipos de acarreo dumper 15 TM	
- Kolpa, periodo enero a junio del 2021	97
Tabla 38. Análisis de tiempos (Asarco) en compañía minera Kolpa S.A.	99
Tabla 39. Análisis de tiempos en equipos de carguío scoop SC-07, Kolpa	100
Tabla 40. Incidencia de actividades de Scoop SC-07, Kolpa.....	101
Tabla 41. Análisis de tiempos en equipos de acarreo dumper DU-01, Kolpa	102
Tabla 42. Incidencia de actividades del dumper DU-01, Kolpa.....	103
Tabla 43. Análisis de costos de consumo de combustible de equipos	
de carguío Scoop, Kolpa	104
Tabla 44. Análisis de costos de consumo de combustible de equipos	
de acarreo dumper, Kolpa	105
Tabla 45. Análisis de los indicadores de sobre costo de voladura en labores	
de avance, enero a junio del 2021, empresa ECOGESA.....	107
Tabla 46. Análisis de sobre rotura periodo enero - agosto	108
Tabla 47. Análisis de costos de consumo de voladura programado y	
real, Kolpa	108
Tabla 48. Análisis de costos de consumo de voladura programado y real,	
ECCOGESA.....	109
Tabla 49. Tabla de matriz de operacionalización de variables	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación y acceso a la mina	27
Figura 2. Mapa geológico regional del área de mina	28
Figura 3. Geología local del área de estudio.	30
Figura 4. Sección transversal de la veta Bienaventurada	31
Figura 5. Mapa estructural de Huachocolpa	32
Figura 6. Ubicación de las vetas principales	34
Figura 7. Método de sublevel & bench and fill	40
Figura 8. Vista isométrica tajeo 801- Preparación del método de minado tajeos por subniveles con taladros largos	43
Figura 9. Vista longitudinal 3d proyecto TJ407 SLS	43
Figura 10. Esquema básico de secuencia método bench and fill (B&F)	48
Figura 11. Consumo de combustible, equipos de carguío programado y ejecutado, periodo enero – junio 2021	66
Figura 12. Consumo de combustible, equipos de acarreo programado y ejecutado, periodo enero – junio 2021	67
Figura 13. Consumo de combustible, equipos de perforación programado y ejecutado, periodo enero – junio 2021	67
Figura 14. Disponibilidad de equipos de carguío, ejecutado y objetivo, periodo enero a junio del 2021	74
Figura 15. Utilización de equipos de carguío real y objetivo, periodo enero a junio del 2021	75
Figura 16. Rendimiento de equipos de carguío, periodo enero a junio del 2021	76
Figura 17. Consumo de combustible en equipos de carguío, periodo enero a junio del 2021	77
Figura 18: Disponibilidad de equipos de acarreo real y objetivo, periodo enero a junio del 2021	79
Figura 19: Utilización de equipos de acarreo real y objetivo, periodo enero a junio del 2021	80

Figura 20. Rendimiento de equipos de acarreo, periodo enero a junio del 2021	81
Figura 21. Consumo de combustible en equipos de acarreo, periodo enero a junio del 2021	82
Figura 22. Disponibilidad de equipos de perforación real y objetivo, periodo enero a junio del 2021	84
Figura 23. Utilización de equipos de perforación real y objetivo, periodo enero a junio del 2021	85
Figura 24. Rendimiento de equipos de perforación, periodo enero a junio del 2021	86
Figura 25. Disponibilidad de equipos de carguío, scoops de 4.2 yd ³ , periodo enero a junio del 2021	89
Figura 26. Disponibilidad de equipos de perforación real y objetivo, periodo enero a junio del 2021	89
Figura 27. Utilización de equipos de carguío, scoops de 4.2 yd ³ , periodo enero a junio del 2021	90
Figura 28. Utilización de equipos de carguío, scoops de 2 yd ³ , periodo enero a junio del 2021	90
Figura 29. Consumo de combustible de equipos de carguío, scoops de 4 yd ³ , periodo enero a junio del 2021	93
Figura 30. Consumo se combustible de equipos de carguío, scoops de 2 yd ³ , periodo enero a junio del 2021	93
Figura 31. Disponibilidad de equipos de acarreo de 15 TM, periodo enero a junio del 2021	96
Figura 32. Utilización de equipos de acarreo de 15 TM, periodo enero a junio del 202.	96
Figura 33. Rendimiento de equipos de acarreo de 15 TM, periodo enero a junio del 2021	98
Figura 34. Consumo de combustible de equipos de acarreo de 15 TM, periodo enero a junio del 2021	98
Figura 35. Consumo de combustible de equipos de acarreo de 15 TM, periodo enero a junio del 2021	100

Figura 36. Consumo de combustible de equipos de acarreo de 15 TM, periodo enero a junio del 2021	102
Figura 37. Análisis de los indicadores de sobrecosto de voladura en labores de avance, periodo enero a junio del 2021, empresa Kolpa	106
Figura 38. Plano geológico de la Compañía Minera Kolpa S.A.	120
Figura 39. Perfil geológico de la Compañía Minera Kolpa S. A.	121
Figura 40. Malla de perforación, frentes Compañía Minera Kolpa S.A.	122
Figura 41. Material volado, observar grado de fragmentación y sobrerotura, Compañía Minera Kolpa S. A.	122
Figura 42. Equipo de perforación en Compañía Minera Kolpa S. A.....	123
Figura 43. Equipo de acarreo en Compañía Minera Kolpa S. A.	123

RESUMEN

La presente tesis aborda el análisis de los indicadores de productividad en equipos de carguío y acarreo para la mejora del rendimiento operacional y reducción de costos en Compañía Minera Kolpa S.A., periodo enero a junio del 2021.

Se utiliza el método analítico para el desarrollo del trabajo de investigación, siendo de carácter descriptivo y explicativo. El trabajo es preexperimental, para lo cual se observarán y analizarán las diferentes variables en equipos de carguío y acarreo de mineral y desmonte y la evaluación de los principales indicadores operacionales como la disponibilidad mecánica, utilización, rendimiento y consumo de combustible, asociada a las principales empresas contratistas y de compañía, durante el periodo de enero a junio del 2021, en Compañía Minera Kolpa S.A.

También, se concluye con el análisis de los indicadores operacionales a equipos de carguío y acarreo, asociado a la empresa Kolpa, el cual analizará equipos de carguío tipo *scoop* de 4.2 yd³ y de 2.0 yd³ y los equipos de acarreo tipo *dumper* de 15 toneladas. Las variables a analizar son la disponibilidad, utilización, rendimiento operacional y consumo de combustible para la reducción de costos. Finalmente, se realizará un análisis de los costos de voladura en labores de avance mediante la herramienta de gestión de información tipo *Dashboard* para su análisis.

Los resultados generados en el presente estudio generaron disponibilidades y utilizaciones menores a los programados de 85 % a 66 % y 55 %, respectivamente. El rendimiento de los equipos de carguío y acarreo fueron de 21.01 m³/h y 21.23 m³/h respectivamente. El consumo de combustible en equipos de carguío tiene un promedio real del 3.10 gal/h, donde el objetivo es de 3.03 gal/h con un ahorro de 0.07 gal/h y el consumo promedio de combustible en equipos de acarreo fueron de del 2.70 gal/h, siendo el objetivo de 4.00 gal/h, obteniendo un ahorro de 1.3 gal/h.

Finalmente, la aplicación del *Dashboard* en labores de avance realizó un análisis de costos de voladura real y programado. El costo de voladura real en la empresa Kolpa fue de 4,749.22 \$/m, siendo el costo programado en 3,579.77 \$/m. Esta distorsión generó un mayor costo de voladura en 1,169.45 \$/m, con una incidencia del 24.62 %. en Compañía Minera Kolpa S.A. Estos mayores costos en voladura, están asociadas directamente a la sobre rotura en 83.12 metros.

Palabras clave: utilización, disponibilidad, rendimiento operativo, *dashboard*, Pareto, costos de voladura, etc.

ABSTRACT

This thesis addresses the analysis of productivity indicators in loading and hauling equipment for the improvement of operational performance and cost reduction in Compañía Minera Kolpa S.A., period January to June 2021.

The analytical method is used for the development of the research work, being descriptive and explanatory. The work is pre-experimental, for which the different variables will be observed and analyzed in equipment for loading and hauling ore and waste and the evaluation of the main operational indicators such as mechanical availability, use, performance and fuel consumption, associated with the main contractor and company companies, during the period from January to June 2021, in Compañía Minera Kolpa S. A.

It also concludes with the analysis of the operational indicators for loading and hauling equipment, associated with the Kolpa company, which will analyze scoop-type loading equipment of 4.2 yd³ and 2.0 yd³ and the dumper-type hauling equipment of 15 tons. The variables to be analyzed are availability, use, operational performance and fuel consumption, for cost reduction. Finally, an analysis of blasting costs in advance work will be carried out using the Dashboard-type information management tool for analysis.

The results generated in the present study generated availabilities and uses lower than those programmed, from 85 % to 66 % and 55 % respectively. The performance of the loading and hauling equipment was 21.01 m³/h and 21.23 m³/h respectively. Fuel consumption in loading equipment has a real average of 3.10 gal/h, where the objective is 3.03 gal/h with a saving of 0.07 gal/h and the average fuel consumption in hauling equipment was 2.70 gal/h, being the objective of 4.00 gal/h, obtaining a saving of 1.3 gal/h.

Finally, the application of the Dashboard in advance work performed an analysis of actual and scheduled blasting costs. The actual blasting cost at the Kolpa

company was 4,749.22 US \$ / m, the scheduled cost being 3,579.77 US \$ / m. This distortion generated a higher blasting cost of 1,169.45 US \$ / m, with an incidence of 24.62%. at Compañía Minera Kolpa S.A. These higher blast costs are directly associated with the 83.12 meter overbreak.

Keywords: utilization, availability, operational performance, dashboard, Pareto, blasting costs, etc.

INTRODUCCIÓN

Generar programas de optimización y reducción de costos en operaciones mineras obliga al uso de diferentes herramientas de gestión operacional para su análisis e interpretación de la información de las diferentes áreas unitarias operativas.

Compañía Minera Kolpa S. A. analizará los principales indicadores de equipos de carguío y acarreo asociadas a las diferentes empresas prestadoras de servicios en diferentes sectores de la operación, siendo el análisis de la disponibilidad, utilización, rendimiento y consumo de combustible, mediante el uso de diferentes herramientas de gestión de información, los cuales monitorean, analizan y muestra en forma visual algunos indicadores de pérdida o ganancia de desempeño KPI.

El análisis de los indicadores de desempeño permitirá analizar en el corto plazo la incidencia que generan estos en el rendimiento de los equipos de carguío y acarreo generando programas de predictibilidad a futuro en el ciclo de minado desde la perforación, voladura, carguío y acarreo en Compañía Minera Kolpa. S.A.

El presente trabajo de investigación se desarrolla en 4 capítulos. En el Capítulo I se describe el tema de forma: el problema general y problemas específicos, el objetivo general y objetivos específicos y la hipótesis general e hipótesis específicos, así como la identificación de variables independientes y dependientes.

En el Capítulo II se detalla el marco teórico, los antecedentes del problema, así mismo se describe las generalidades del proyecto minero, como las bases teóricas describiendo las distintas variables de rendimiento de los equipos de carguío y transporte de material.

En el Capítulo III se detalla el marco de investigación, se describe la metodología, alcance, diseño y nivel de investigación a aplicar en la presente tesis, así mismo

explica la recolección y tratamiento de información referente al tema de investigación

En el Capítulo IV se analiza e interpreta los resultados, se evalúa las variables que inciden técnica y económicamente los equipos de carguío y acarreo en Compañía Minera Kolpa S. A., con el objetivo de mejorar la productividad y reducción de costos.

Los Autores

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

Compañía Minera Kolpa S. A. es una empresa ubicada en el distrito de Huachocolpa en la región Huancavelica, se dedica a labores de exploración, explotación y comercialización de minerales polimetálicos como Pb, Ag, Cu, tiene una producción diaria promedio de 1200 toneladas.

Uno de los objetivos operacionales de toda empresa minera es controlar los costos y mejorar el rendimiento de los equipos mineros, por tal motivo generar programas de optimización y reducción de costos es de vital importancia en toda operación minera. La actividad e incidencia de los equipos en minería es de vital importancia en la estructura de costos operacionales, por lo que una buena gestión permitirá el controlar y mejorar el rendimiento de los equipos en labores mineras a medida que se van profundizando.

Contar con un buen sistema de gestión operacional que permita el adecuado análisis de información en las diferentes áreas unitarias y medir los indicadores de productividad en su estado real permitirá la toma de desición en forma inmediata y realizar los planes preventivos.

Mejorar los rendimientos operacionales de los equipos de perforación, de carguío y acarreo de mineral y desmonte, mejorará la productividad de las distintas áreas unitarias operacionales de perforación y voladura, carguío y acarreo. Para lograr niveles pertinentes importantes de mejora en el rendimiento de los equipos en general permitirá conocer en detalle las distintas actividades que involucra a cada área operativa unitaria, por lo que relacionar e identificar la pérdida de tiempo operacional es de vital importancia, por tal motivo el uso de herramientas de gestión operacional como la metodología de Asarco y la herramienta de Pareto, nos brindará un análisis de las principales actividades y su relación con las horas operativas trabajadas.

La mejora del rendimiento de equipos de carguío y acarreo mediante el análisis de los indicadores operacionales para la mejora de la productividad y reducción de costos en Compañía Minera Kolpa permitirá el análisis de las variables de utilización y disponibilidad, siendo estas variables de carácter operacional y de mantenimiento respectivamente.

La disponibilidad está relacionado a las horas de mantenimiento preventivo y correctivo de cada equipo de carguío y acarreo, por lo que el análisis de las variables que inciden en el mantenimiento de los equipos influirá directamente en el cumplimiento del plan de minado de la unidad minera.

Las herramientas de gestión que permite controlar y mejorar los diferentes indicadores de rendimiento operacional es de vital importancia, por lo que en el presente trabajo de investigación se usará el manejo y aplicación del *Dashboard*, el cual permitirá ir analizando la variación de los principales KPIs.

1.1.2. Formulación del problema

a) Problema general

¿Cuál es el resultado al analizar los indicadores de productividad en equipos de carguío y acarreo para la mejora del rendimiento operacional y reducción de costos en la Compañía Minera Kolpa S. A?.

b) Problemas específicos

¿Cómo aplicar los criterios de disponibilidad en los equipos de carguío y transporte de mineral en la Compañía Minera Kolpa S. A.?

¿Cómo aplicar el *Dashboard* en la mejora de los principales KPIs operacionales en Compañía Minera Kolpa S. A.?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Analizar los indicadores de productividad en equipos de carguío y acarreo para la mejora del rendimiento operacional y reducción de costos en la Compañía Minera Kolpa S. A.

1.2.2. Objetivos específicos

- a) Evaluar los criterios de disponibilidad en equipos de carguío y transporte de mineral en la Compañía Minera Kolpa S. A.

- b) Aplicar el *dashboard* en la mejora de los principales KPIs operacionales en la Compañía Minera Kolpa S. A.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación social - práctica

El desarrollo de la presente tesis permite la mejora del rendimiento de los equipos de carguío y acarreo, por lo que permite una mejora de la rentabilidad económica de la operación. Esta mejora se canaliza con una mejor relación empresa y comunidad, generando e incrementando proyectos productivos, los que serán sostenibles con el tiempo,

Estos proyectos productivos permitirán la autonomía en gestión de las comunidades generando una mejora en la calidad de vida de la población.

1.3.2. Justificación académica

El uso de herramientas principales de gestión operacional, como la herramienta de Pareto, la metodología de Asarco y la herramienta del Dashboard serán una guía para los estudiantes que desean involucrarse en mayor medida en la gestión minera.

Desarrollar las herramientas de gestión permite analizar e interpretar las diferentes informaciones unitarias de carguío y acarreo, los cuales son interpretadas y se toman las medidas correctivas del caso.

1.4. Hipótesis de la investigación

1.4.1. Hipótesis general

Al analizar los indicadores de productividad en equipos de carguío y acarreo aumenta significativamente en mejora del rendimiento operacional y reducción de costos en la Compañía Minera Kolpa S. A.

1.4.2. Hipótesis específicas

- a) Al evaluar los criterios de disponibilidad en equipos de carguío, mejora la productividad en el transporte de mineral en la Compañía Minera Kolpa S.A.
- b) Al aplicar el Dashboard mejora, el análisis de los principales KPIs operacionales en la Compañía Minera Kolpa S.A.

1.5. Identificación de las variables

1.5.1. Variable independiente

- Análisis de variables operacionales

1.5.2. Variables dependientes

- Equipo de carguío y acarreo

1.5.3. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. Tabla de matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición	Definición operacional		
	Conceptual	Dimensiones	Sub-Dimensiones	Indicadores
<p>VI:</p> <p>Variables operacionales en los equipos de carguío y de carguío y acarreo.</p>	<p>Las variables operacionales en equipos de carguío y acarreo está referido a mejorar el rendimiento en estos equipos en diferentes áreas unitarias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Factores geológicos • Factores geomecánicos • Factores Operacionales 	<p>Variable geológica</p> <p>Variable geomecánica</p> <p>Productividad</p>	<p>Leyes, potencia estructura, mineralización, etc.</p> <p>Propiedades del macizo rocoso</p> <p>Utilización y disponibilidad de equipos de carguío y acarreo.</p>
<p>VD:</p> <p>Equipos de carguío y acarreo.</p>	<p>La relación de equipos de carguío y acarreo, será evaluado en función de la utilización y disponibilidad, considerando las diferentes actividades operativas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Variables Técnicas • Variables Económicas 	<p>Análisis Pareto</p> <p>Análisis Dash board</p>	<p>Actividades de equipos de carguío y acarreo.</p> <p>Costos de voladura, programada y real.</p>

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes internacionales

- Tesis titulada “*Aplicación de la simulación para la optimización del acarreo del mineral*”. El objetivo de la investigación es minimizar los costos, optimizando el tiempo en la actividad minera. Estos modelos de simulación tienen restricciones en función del precio de mineral y el costo de oportunidad, los cuales obliga permanentemente a buscar mecanismos y técnicas que permitan controlar estas variables. (1)

- Tesis titulada “*Evaluación técnica-económica para la futura ampliación de la capacidad del sistema de transporte de gas natural del proyecto Camisea*”. El objetivo de la investigación es evaluar la red actual del sistema de transporte, considerando con el incremento de diámetro de tuberías de 18” a 24”, el cual soportará la demanda de gas proyectada hasta el año 2027. La presente tesis utiliza herramientas de simulación y calculo estadístico. Las inversiones programadas son de US\$ M 18.20 considerando un TIR de 64 % con un retorno de inversión de 10 años. (2)

- Tesis titulada “*Optimización del carguío y acarreo por Zublin Chile caso minera*”. La finalidad de la investigación es optimizar las actividades de trasporte, donde

se está explotando el tajo San José desde el año de 1997, considerando un programa de perforaciones en el corto plazo. (3)

- Tesis titulada “*Aplicación del modelo matemático de simulación a las operaciones mineras unitarias de carguío y acarreo en tajos abiertos*”. La finalidad de la investigación es evaluar los sistemas de acarreo, analizando el proceso en detalladle en dos operaciones mineras. Para el estudio se aplicó la simulación de Montecarlo y se observa el potencial que tien la aplicación con el uso de números aleatorios. (4)
- Tesis titulada “*Productividad en el ciclo de carguío y acarreo en el tajo Ferrobamba - Las bambas*”. El objetivo de la investigación es determinar la gestión de los sistemas de carguío y acarreo para mejorar la productividad en el tajo Ferrobamba. (5)
- Tesis titulada “*Incremento de productividad mediante optimización del sistema de transporte con camiones en el Tajo Norte – Sociedad Minera El Broca*”. La finalidad de la investigación es la mejora de la productividad mediante la evaluación del sistema de transporte para la mejora de la productividad em el tajo Norte, para el planeamiento 2019 y 2020. (6)

2.2. Generalidades de la mina

2.2.1. Ubicación accesibilidad y generalidades

La unidad Huachocolpa de Compañía Minera Kolpa S.A., pertenece al distrito de Huachocolpa provincia y región de Huancavelica. La unidad minera está asociada geográficamente a la cordillera occidental de los Andes centrales con una altura media de 4480 m s. n. m.

Sus coordenadas U.T.M. son: Este: 502 230.55 / Norte: 8 555 752.86

Tabla 2. Ruta geográfica

RUTA	DISTANCIA	TIEMPO	TIPO DE VIA
Lima – Pisco – Huaytara – Rumichaca – Paso de Chonta - Mina	445 km	09 h	Asfalta y Afirmada
Lima – Pisco – Castrovirreyna – Paso de Chonta - Mina	462 km	10 h	Asfalta y Afirmada
Lima - Huancayo – Huancavelica – Paso de Chonta - Mina	565 km	12 h	Asfalta y Afirmada



Figura 1. Ubicación y acceso a la mina Tomado de Departamento de Geología

2.3. Geología general

2.3.1. Geología regional

El distrito minero de Huachocolpa, se emplazan rocas sedimentarias de edad Mesozoicas, rocas ígneas de edad del Terciario, travertinos y depósitos cuaternarios. Comprenden estructuras hidrotermales de baja temperatura alojadas en materiales sedimentarios calcáreos principalmente del grupo Pucara, que consta de la fm. Chambará, Aramachay y Condorsinga, siendo esta última la que alberga la mineralización, asociados a dolomitización y en materiales volcánicos.

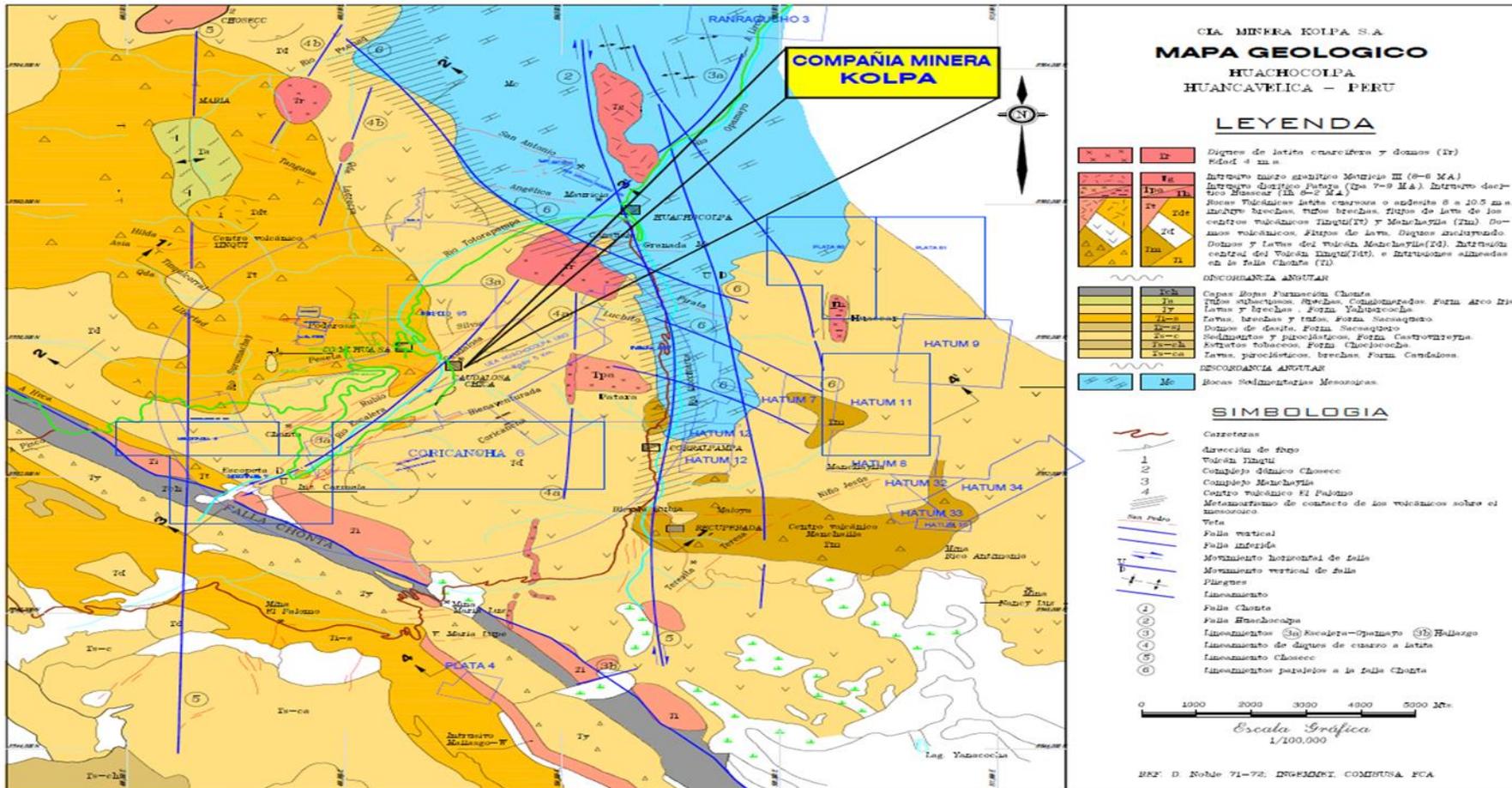


Figura 2. Mapa geológico regional del área de mina Tomado de Departamento de Geología

2.3.1. Geología local

En la unidad minera afloran rocas volcánicas de la formación Caudalosa, asociada a brechas y lavas andesíticas, dacíticas, riolíticas, porfíricas y andesíticas porfíricas.

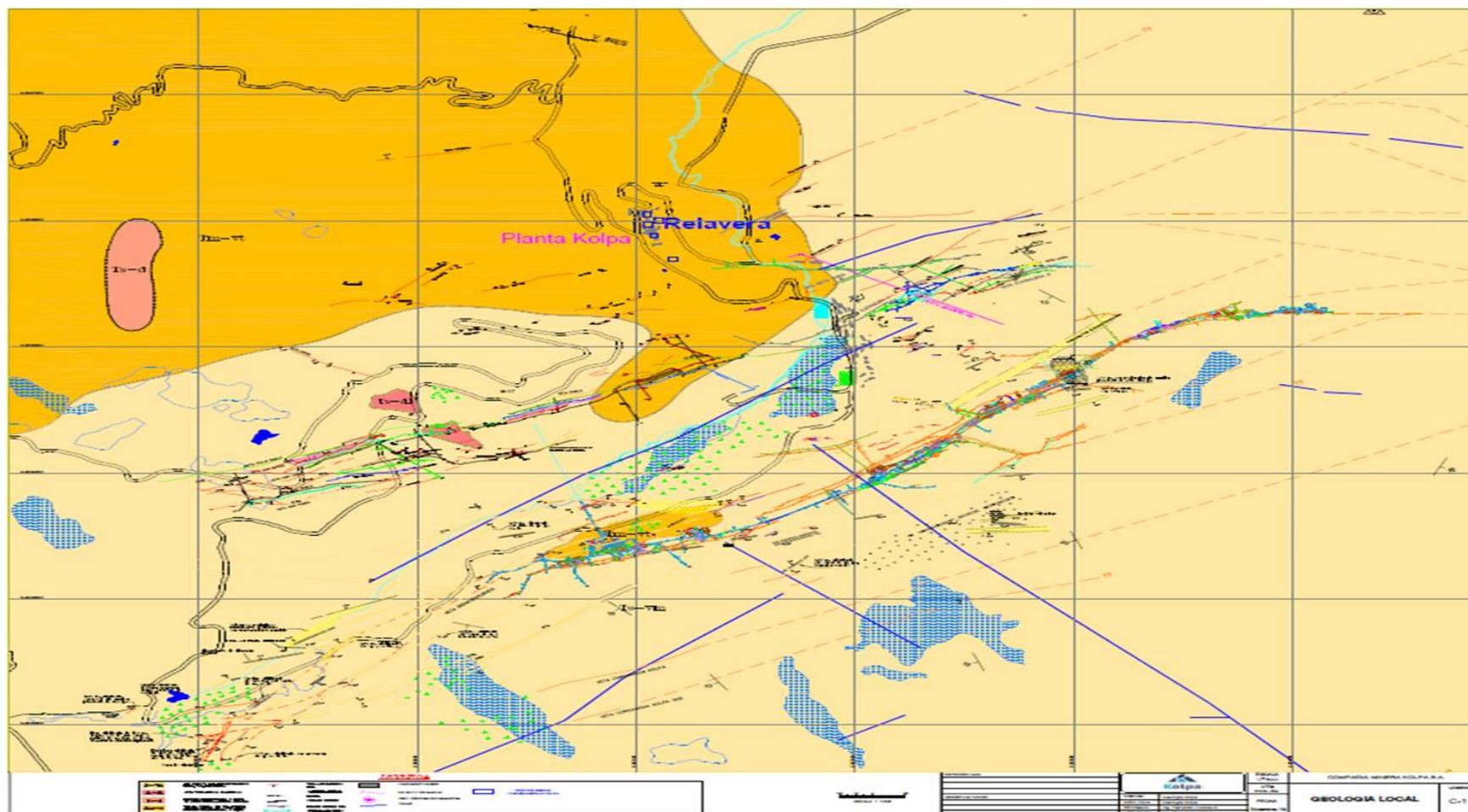
Las brechas compuestas principalmente por clastos andesíticos, estas afloran en los niveles inferiores de la mina Caudalosa Chica, así mismo se emplaza en el NW de Toromachay y en las márgenes del Rio Escalera. Se presenta la columna estratigráfica del área de la mina y la secuencia de las principales litologías del distrito de Huachocolpa así como la sección transversal de la veta Bienaventurada.

Las lavas andesíticas afloran predominantemente entre las alturas 4,200 y 4,450 msnm sobre yaciendo a las brechas volcánicas, con un color gris a gris verdoso cuando están frescas y blanquecinas cuando están alteradas. En la subunidad Bienaventurada son predominantes las andesitas con alteración argílica de color gris marrón amarillentas.

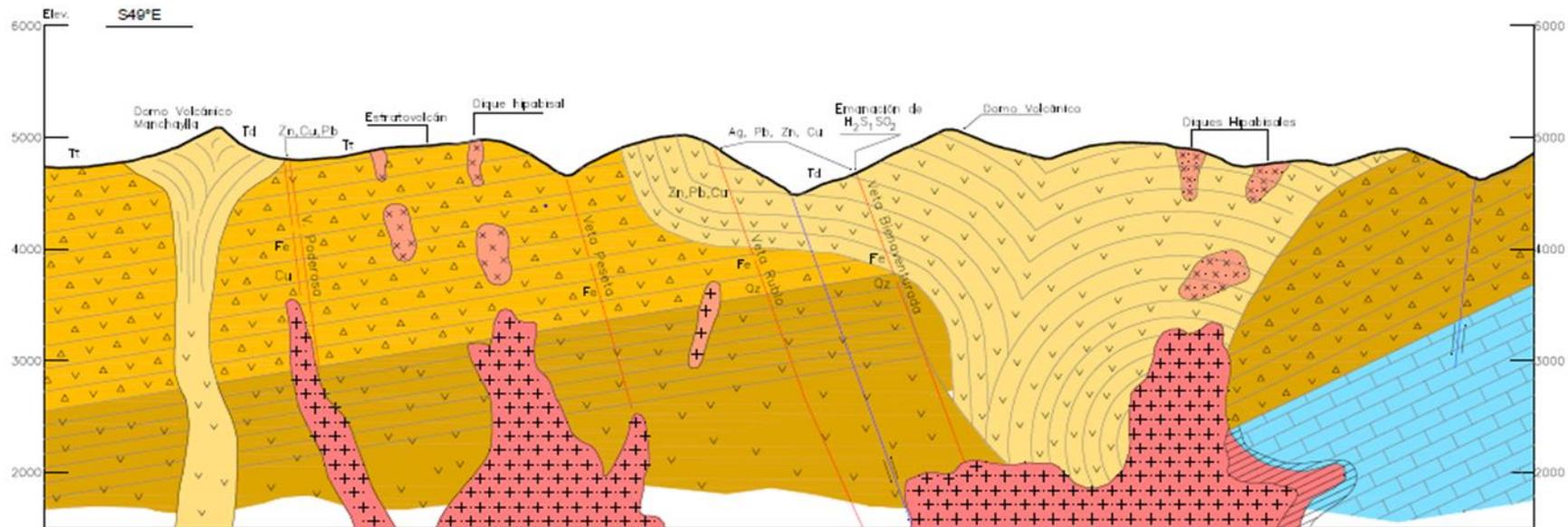
La estructura mineralizada veta Bienaventurada está asociada a rocas volcánicas andesíticas bandeadas, de rumbo N65°W y buzamiento 66° a 70° NE, así mismo la veta Sur tiene un rumbo N 50° a 60° E y buzamiento 50°NW.

Los lineamientos estructurales principales que sirvieron como migración de los fluidos mineralizantes, fueron lineamientos de rumbo N60°E a N60°W los que están asociados al tectonismo regional con esfuerzos compresivos y de cizalle.

Las estructuras mineralizas principales en la unidad minera tienen rumbo N45°E a N85°E asociadas con fallas tensionales EW. Siendo la veta Falla Rubio asociada a un rumbo de N55°E y buzamiento 70°S.



**Figura 3. Geología local del área de estudio.
Tomado del Departamento de Geología**



LEYENDA

-  DACITA PORRITICA
-  GRANODIORITA
-  ESTRATO VOLCAN
-  DOMO VOLCANICO
-  CALIZAS
-  ZONA DE ALTERACION

SECCION 1 - 1' - ESQUEMA DEL YACIMIENTO MINERO DE CAUDALOSA

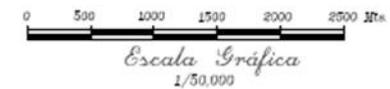


Figura 4. Sección transversal de la veta Bienaventurada Tomado del Departamento de Geología

2.3.2. Geología estructural

Las estructuras principales presentes están asociadas al tectonismo Andino durante diferentes ciclos evolutivos en la era del Cenozoico (Perú central). En el distrito de Huachocolpa se observan 3 fases compresivas. Se trata de las fases tectónicas: Incaica, Quechua II y Quechua III. Estas fases, se manifiestan en el distrito, creando estructuras que son reactivadas en sucesivos episodios y cuya interrelación explica el control estructural de las diferentes vetas en Huachocolpa Uno, como Caudalosa, Silvia, Rublo, San Mateo, San Lucas, San Pablo, San Pedro, Tatiana y Bienaventurada (ver Figura 5).

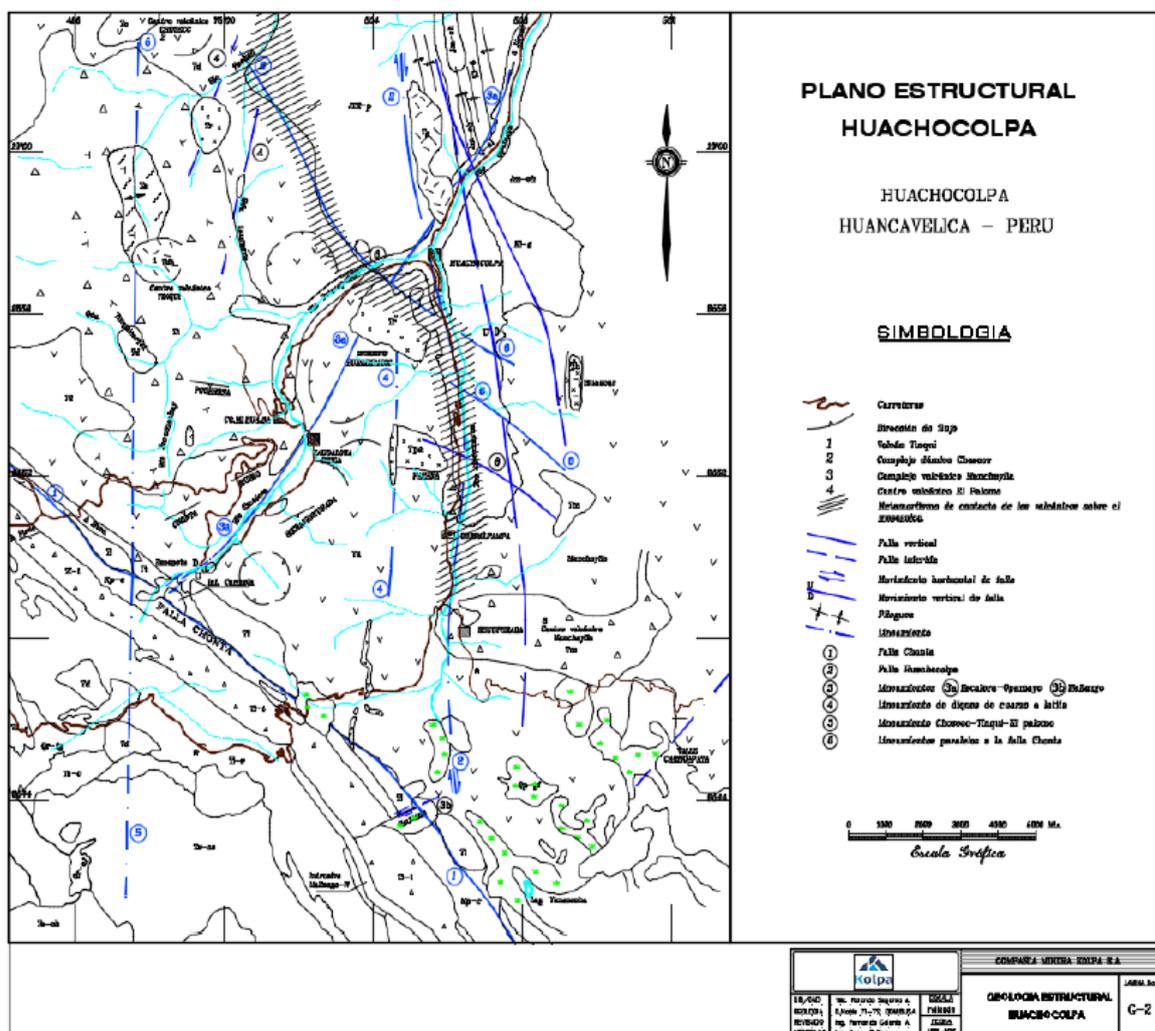


Figura 5. Mapa estructural de Huachocolpa
Tomado del Departamento de Geología

Las lavas volcánicas presentes en el área de mina se encuentran levemente plegadas, asociadas a unos domos de lava, con rumbo N30°- 40°W y buzamiento 10°SW – 15° NE, los cuales han sido cortados por fallas transversales generalmente mineralizadas.

Los esfuerzos tensionales sirvieron como mecanismo para la circulación y emplazamiento de soluciones mineralizantes en el área de estudio, tienen un rumbo N60°E a N60°W. Las principales estructuras mineralizadas presentes asociadas al sub distrito Caudalosa, Chonta, Rubio y Bienaventurada, asociadas principalmente a fracturas de:

- a) El sistema de fracturas de tensión y cizalla con rumbo N45°- 70°E y buzamientos de 60° a 75° SE representan las estructuras de mayor incidencia en el área de estudio, presentes como sigmoides y ramales. A este tipo de fracturas están asociadas las vetas Bienaventurada, Caudalosa1, Viviana, Caudalosa2, entre otras. Una característica principal de estas estructuras es que se encuentran falladas hacia el techo, con clastos sub redondeados de volcánicos, asociados a movimientos *dextrales*.
- b) El sistema de fracturas EW con buzamiento 75°S, asociados a la veta Silvia con rumbo EW.

2.3.3. Geología económica

La mineralización presente en la unidad minera está asociada a relleno de fracturas, como reemplazamiento y tipo filoniano de minerales de Zn, Pb, Ag y Cu. Las estructuras asociadas a ambientes metasomáticos están entre las calizas y rocas volcánicas, generando aureolas de metasomatismo de contacto.

Las estructuras mineralizadas presentan longitudes mayores a 1000 metros, los mejores valores de leyes se presentan en clavos irregulares en longitud y profundidad, separados por tramos mineralizados de baja ley, así como la veta Bienaventurada.

Las estructuras mineralizadas se presentan en forma tipo Rosario, asociados a los volcánicos del terciario.

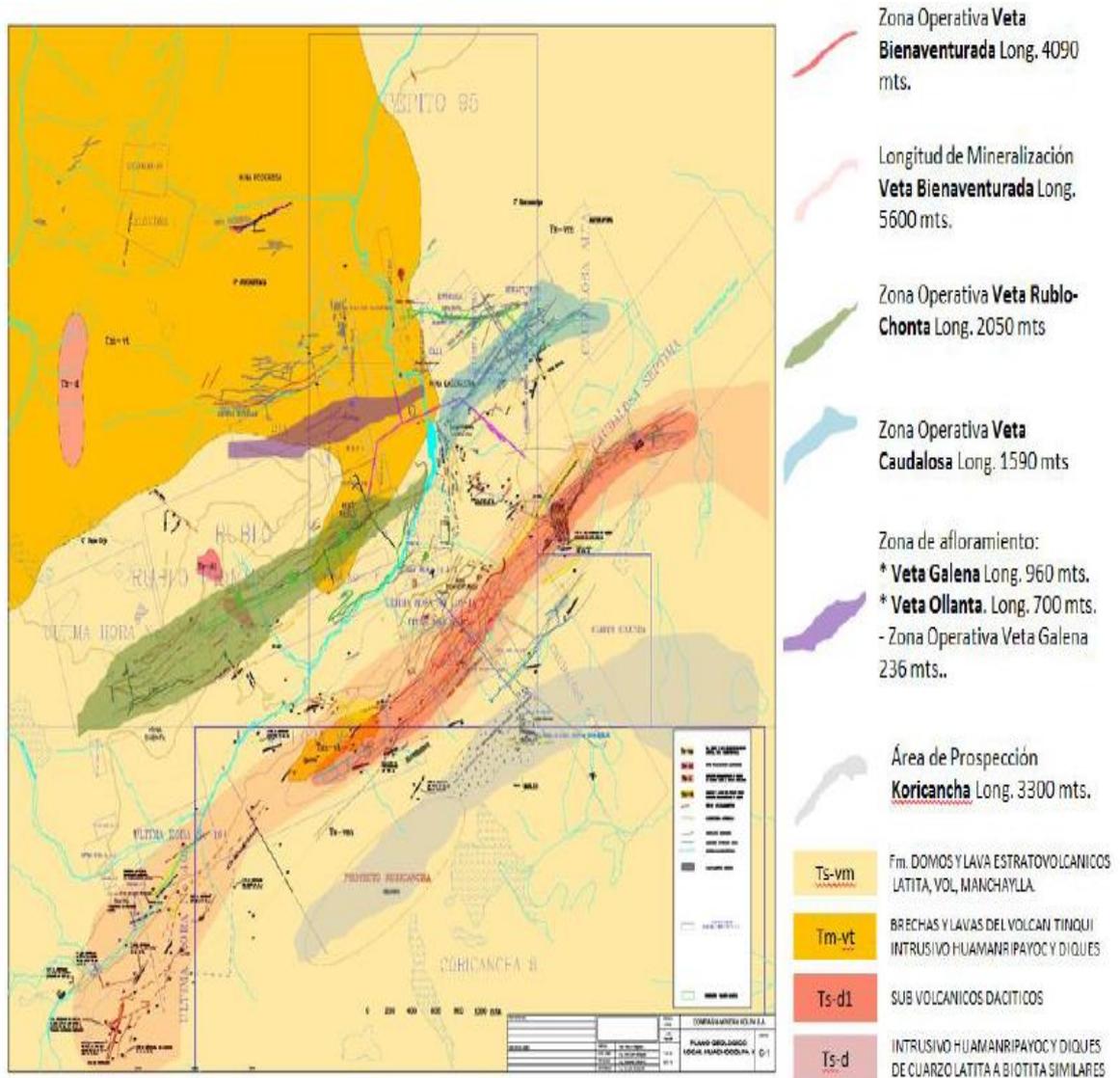


Figura 6. Ubicación de las vetas principales Tomado del Departamento de Geología

Por su temperatura de formación el yacimiento es clasificado como mesotermal a epitermal de plomo-zinc con contenido de plata y cobre. Los minerales de mena que se aprecian macroscópicamente son: esfalerita (esf), galena (gn), galena argentífera (gn, arg), calcopirita (cpy). La variedad de la esfalerita que se observa es la blenda rubia y marmatita.

La mineralización está asociado a un control estructural, siendo las principales estructuras de rumbo NW, así como la veta Bienaventurada con potencias entre 0.5 a 6 metros, con promedios de 1.20 a 1.50 metros de rumbo N58°E, con buzamiento 70 a 75° SE.

Las diferentes estructuras como Jessica, Elizabeth, Gladys y Rubio con rumbo NE, presentan mineralizaciones similares a la veta Bienaventurada, con clavos mayores a 100 m.

2.4. Cuadro de recursos y reservas

Al 31 de diciembre del 2020, los Recursos Minerales son:

Tabla 3. Resumen de recursos minerales de la U.E.A. Huachocolpa Uno

RESUMEN GENERAL DE RECURSOS DE MINERAL- 31 DE DICIEMBRE 2020						
POR SU CERTEZA	T.M.S.	A.M.	Oz/Ag	% Pb	% Zn	% Cu
MEDIDO	303,540	1.49	2.65	4.08	4.93	0.38
INDICADO	733,950	1.43	4.16	2.89	4.35	0.29
TOTAL	1,037,490	1.45	3.72	3.24	4.52	0.32
INFERIDO	2,580,080	1.28	3.15	2.88	3.51	0.31
TOTAL	3,617,570	1.33	3.32	2.98	3.80	0.31

Tomado del Departamento de Geología

Al 31 de diciembre del 2020, las reservas actualizadas son:

Tabla 4. Resumen de reservas minerales de la U.E.A. Huachocolpa Uno

RESUMEN GENERAL DE RESERVA DE MINERAL AL 31 DE DICIEMBRE 2020

A) POR SU VALOR	T.M.S.	A.M.	OzAg	Pb%	Zn%	Cu%
MENA	2,004,765	1.76	3.21	3.53	3.63	0.31
MARGINAL	160,035	1.21	1.72	1.24	1.61	0.13
TOTAL	2,164,800	1.72	3.10	3.36	3.48	0.29
B) POR SU CERTEZA						
PROBADO	1,605,040	1.71	3.15	3.47	3.49	0.31
PROBABLE	559,760	1.77	2.94	3.04	3.47	0.26
TOTAL	2,164,800	1.72	3.10	3.36	3.48	0.29
C) POR SU ACCESIBILIDAD						
ACCESIBLE	1,822,870	1.77	3.22	3.39	3.45	0.29
EV. ACCESIBLE	341,930	1.45	2.44	3.21	3.64	0.29
TOTAL	2,164,800	1.72	3.10	3.36	3.48	0.29

Tomado del Departamento de Geología

2.5. Minado subterráneo

2.5.1. Zonas de operación

Para la operación de la veta Bienaventurada se consideran tres zonas:

- a) La zona Este, ubicada hacia el lado NE del yacimiento, que abarca una longitud de unos 1,160 m desde la coordenada E-502,350 hasta la coordenada E-503,250. En esta zona se ha explotado en su mayor parte por el método de corte y relleno ascendente es del Nv. 4330 hasta el Nv. 4520, quedando en el Nv. 4320 tan solo el Tj 796 ya preparado en sus 200 m de largo por 50 m de altura y el Tj 856 E en el Nv. 4480 de 100 m de largo por 50 m de alto.

En el Nv. 4520 ya está por concluir la explotación de: Tj 978, Tj 591 y Tj 320. En el Nv. 4555 se está explotando el Tj 570 de 450 m de largo por 50 m de altura.

- b) La zona Centro, ubicada en la parte intermedia de la veta, que abarca la longitud más grande, de unos 1,950 m, desde la coordenada E-500,800 hasta la coordenada E- 502,350. Esta zona ha sido explotada en su totalidad desde el Nv. 4330 hasta el Nv. 4600.

Actualmente se está explotando en niveles inferiores: en el Nv. 4230 el Tj 156 que falta poco para concluir, y en el Nv. 4280 también están por concluir los tajeos

Tj 846 y Tj 940. En este nivel está preparado para explotar el Tj 179 de 370 m de largo por 75 m de altura donde puede aplicarse un nuevo método dependiendo de las características del macizo rocoso encajonante. En este tramo aún no hay proyecto de profundización.

c) La zona Oeste, ubicada hacia el SW del yacimiento, que abarca una longitud de unos 1,000 m, desde la coordenada E-500,000 hasta la coordenada E-500,800. Esta zona es nueva, se está explotando actualmente desde el Nv. 4180 hacia arriba. En el Nv. 4180 se está explotando el Tj 063 y se tiene preparado el Tj 062 y el Tj 064.

En el Nv. 4230 se está explotando los tajeos: Tj 882 y Tj 140. En el Nv. 4280 se está explotando el Tj 749 y el Nv. 4330 el Tj 990 que está en fase inicial. Debajo del Nv. 4180 existen varios bloques en proyecto de profundización: En el Nv. 4080 se tienen los tajeos Tj 05 y Tj 06.

En el Nv. 4130 están el Tj 01, Tj 02, Tj 03 y Tj 04 que puede ser materia de un nuevo diseño de minado. Hacia esta zona está concentrado el presente estudio.

2.5.2. Estructuras de la mina

Para acceder a las labores de interior mina de la veta Bienaventurada se cuenta con dos rampas principales: la Rampa 1, cuya bocamina está ubicado al lado SW del yacimiento, a 4,465 msnm, tiene una sección de 4 m de ancho por 5 m de altura, desciende con gradiente de -12 % hasta el Nv. 4230 y tiene una longitud aproximada de 2.5 km; y, la Rampa 2, cuya bocamina está ubicada al lado NE del yacimiento, a 4480 msnm, tiene una sección de 4 m por 5 m y desciende con gradiente de -12% hasta el Nv. 4230, también tiene una longitud aproximada de 2.5 km.

Ambas rampas se interconectan en el Nv. 4230 mediante el BP 156 E y el BP 179 W. Para la profundización debajo del Nivel 4230 bajan otras dos rampas: la RP 063 (-) y la RP 950 (-).

Para su explotación, el yacimiento mineralizado de la veta Bienaventurada se ha dividido verticalmente en niveles, inicialmente de 37 m, 38 m y 45 m de altura hasta el Nv. 4480, más abajo los niveles son a cada 50 m, construyéndose *bypass* y galerías en cada uno de estos niveles a partir de las rampas de acceso.

Los *bypass* son labores que se construyen en roca estéril, en la caja piso de la veta, paralela a su estructura, alejado horizontalmente unos 35 m de esta, con secciones de 4 m de ancho por 4 m de altura. Las galerías son labores que se construyen en la veta, en el piso de cada nivel, a partir de un crucero que ingresa del Bypass, como preparación para iniciar la explotación del yacimiento. La sección de las galerías es de 2.70 m de ancho por 3.00 m de altura.

2.6. Método de minado

De acuerdo a las consideraciones geológicas, geomecánicas y económicas se clasifican los diferentes métodos de minado aplicado en la unidad minera, siendo estos en orden de importancia:

Tabla 5. Métodos de minado subterráneo en orden de costos

Orden	Método de minado	Abreviación	Selección
1	Room and Pillar	R&P	No aplica
2	Sub Level Stoping	SLS	Aplica
3	Sub Level Caving	SLC	No aplica
4	Cut and Fill Stoping	C&F	Aplica
5	Vertical Crater Retreat	VCR	No aplica
6	Top Slicing	TS	No aplica
7	Shrinkage Stoping	SHS	No aplica
8	Square Set Stoping	SQS	No aplica

Tomado del Departamento de Geología

El SLS puede ser aplicado en las condiciones geomecánicas más favorables, es decir, considerando masas rocosas del dominio DE-IIIB y hacia arriba. En las condiciones geomecánicas más desfavorables de la masa rocosa (DE-IVA) y hacia abajo, particularmente en las cajas, no es recomendable utilizar este método SLS.

El C&F es el método que se adecua a cualquier condición de la masa rocosa según el proceso de selección y ha sido utilizado en mina Kolpa tradicionalmente. El resto de los métodos de minado tienen costos más altos y/o no se adaptan a la morfología del yacimiento. De acuerdo con los análisis geomecánicos los métodos recomendables de aplicar al yacimiento de Kolpa son:

- Tajeo por subniveles con taladros largos (*sublevel stopping* – SLS)
- Corte y relleno (cut & fill)

Según los métodos de minado subterráneo el SLS sería el método más usado para la Cía. Minera Kolpa seguido del método C&F se utilizará en las zonas cuyas características geológicas, geomecánicas, ubicación, valor del mineral sean rentables para su aplicación.

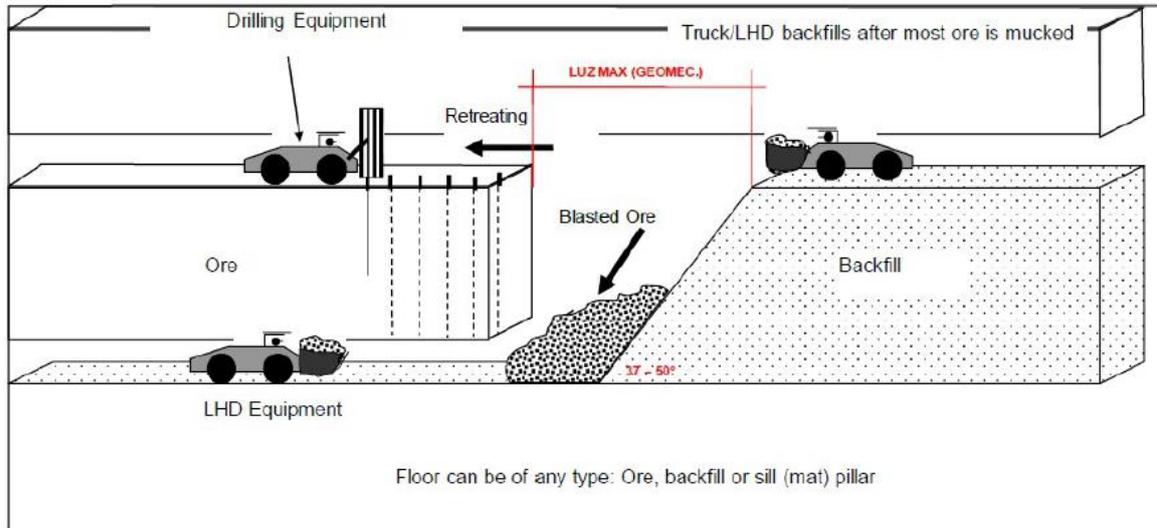
2.6.1. Tajeo por subniveles (SLS) – taladros largos

El método de minado por “tajeos por subniveles con taladros largos” (*sublevel stopping* -SLS), se caracteriza por tener minado masivo y la posibilidad de aumentar la producción planeada. Los análisis de diseño (ver estudio geomecánico DCR Ingenieros) indica que se puede utilizar para la explotación de la veta Bienaventurada el método de minado SLS pero con relleno, esto lleva a aplicar en el método de minado “banqueo y relleno” (*bench & fill* – B&F), o denominado también AVOCA, este método nace producto de la aplicación del SLS y el C&F, siendo más productivo que el C&F, el cual se aplica cuando las condiciones geomecánicas se adecuen, donde las cajas son de calidad regular a mala.

El método de minado B&F se caracteriza por minar en forma longitudinal a la estructura mineralizada. Se desarrollan subniveles inferior y superior, dejando un pilar de mineral entre ambos subniveles, el cual es minado con taladros largos en forma progresiva.

Conforme se va rompiendo el mineral del banco por un frente, en retirada, y se va limpiando el mismo por el subnivel inferior, se va relleno el tajeo por el otro frente desde el subnivel superior, con relleno detrítico de preferencia seco, de esta

manera se limita la longitud de las cajas expuestas, el relleno realiza el sostenimiento de las cajas; esto se muestra en la figura siguiente.



**Figura 7. Método de sublevel & bench and fill
Tomado del Departamento de Planeamiento**

2.6.2. Características geológicas y geomecánicas

La estructura mineralizada de mayor importancia es la veta Bienaventurada con una longitud de 3.5 kilómetros y ancho de veta de 1.50 m, con algunos tramos que superan los 4 metros, con un buzamiento de 58 a 72° y mineralización de esfalerita, marmatita, galena argentífera y trazas de calcopirita. La calidad del macizo rocoso se expresa en el siguiente cuadro.

Tabla 6. Calidad de la masa rocosa – veta Bienaventurada

Litología	Rango RMR	Calidad
Caja techo alejada	31 - 72	IVA, IIIB, IIIA, y II
Caja techo inmediata	23 - 56	IVB, IVA, IIIB y IIIA
Estructura mineralizada	24 - 54	IVB, IVA, IIIB y IIIA
Caja piso inmediata	25 - 52	IVB, IVA, IIIB y IIIA
Caja piso alejada	43 - 61	IIIB, IIIA y II

Tomado del Departamento de Planeamiento

2.7. Operación minera

2.7.1. Descripción de la mina

La mina cuenta con dos rampas principales de acceso a toda la operación (Rampa 01 y Rampa 02), los cuales están integrados en el nivel 4230; asimismo, la mina cuenta con niveles principales ya ejecutados como los niveles 4555, 4518, 4480, 4430, 4380, 4330, 4280, 4230, 4180, 4130. Operativamente las operaciones se han distribuido en dos zonas, la zona Este y zona Oeste.

También se tienen zonas antiguas que se han trabajado en las vetas Caudalosa, Jessica, Elizabeth, Rublo, Silvia, etc., en las que se han desarrollado labores de exploración, desarrollo, preparación y explotación y se continúa en alguna de ellas. En la zona Este y Oeste tenemos labores de exploración, desarrollo, preparación y explotación en los niveles 4130-4180-4230-4330-4380-4430-4555 con las labores: TJ500, TJ250, TJ064, TJ840, TJ991, TJ180, TJ179, TJ850, TJ590, TJ570, GL227, BP767, RP156, RP060, RP063, RP227, RP950, CX220 entre otros.

Se tiene proyectado ejecutar sondajes diamantinos en profundidad entre los niveles (Nv 4230 – Nv 4080), con la finalidad de confirmar la mineralización en profundidad (reservas-recursos) como justificación para seguir profundizando con la Rampa 02 Rampa 01. También se tiene proyectado ejecutar sondajes diamantinos en la zona Oeste hacia la zona de Escopeta-Cola de Caballo (BP 767).

Los taladros diamantinos ejecutados en esta zona debajo del nivel 4130 han dado buenos resultados en potencia y ley, por lo que se está profundizando debajo de este nivel con la RP063, RP 060, RP 380, RP 227 hasta la cota 4080, se debe considerar el aumento de agua y temperatura en esta cota.

En el nivel 4130 se va desarrollar el BP 327 en paralelo a la exploración con la GI 327 todo hacia el Oeste esto con el objetivo de definir una zona base de extracción del TJ 400W2.

En el nivel 4230 desarrollamos el BP 767 donde se realizará un nuevo nivel de exploración y futuras labores de explotación en la zona de Cola de Caballo (continuidad oeste del yacimiento de veta Bienaventurada); y a Elizabeth (sur) por el Nivel 4330 en Rampa 02. En el nivel 4480 (BP 092) se está preparando y explotando la veta Bienaventurada (Este) y se está retomando labores como TJ 320 en altura.

2.7.2. Diseño de la mina

La principal estructura mineralizada es la veta Bienaventurada, con desarrollos de *splits* en los extremos E y W, el cual se observa en el Nv 4330.

Para el minado de los tajeos se utiliza equipos de perforación tipo Jumbo y Scoop para la limpieza, siendo la explotación por tajeos por subniveles con taladros largos.

Se construye un *bypass* alejado de la veta en una distancia de 20 metros. A partir del *bypass* y en la parte central del tajeo se inicia una rampa positiva con +15 % de gradiente positiva, el cual sirve como preparación y acceso al tajeo. A partir de esta rampa se construyen los cruceros de 2% hacia la estructura mineralizada, minado bancos de 8 a 10 metros de acuerdo a la característica de la roca.

Las dimensiones de los tajeos son de 200 a 400 metros de longitud con alturas de 50 a 100 metros, las chimeneas de echadero de mineral y desmonte se construyen en la rampa cercana a los cruceros, los cuales estarán conectados mediante ventanas desde la rampa, así mismo se construirán chimeneas de ventilación cercano a la rampa.

Las secciones de rampas de acceso y crucero serán de 3 x 3 m, así como las chimeneas *fill pass* serán de 3 x 3 x 8 m, los ore pass será de 4 x 4 x 10 m, la chimenea ore pass derá de sección de 1.8 x 1.8 y avanzarán de acuerdo como avanza el minado. Los *fill pass* tendrán una sección de 1.8 x 1.8 m con longitudes de de 45 a 90 m. Se utilizará el desmonte de las labores de avance para el relleno de los tajeos minados. Las chimeneas son construidos mediante Alimak, con longitudes de 80 m aproximadamente.

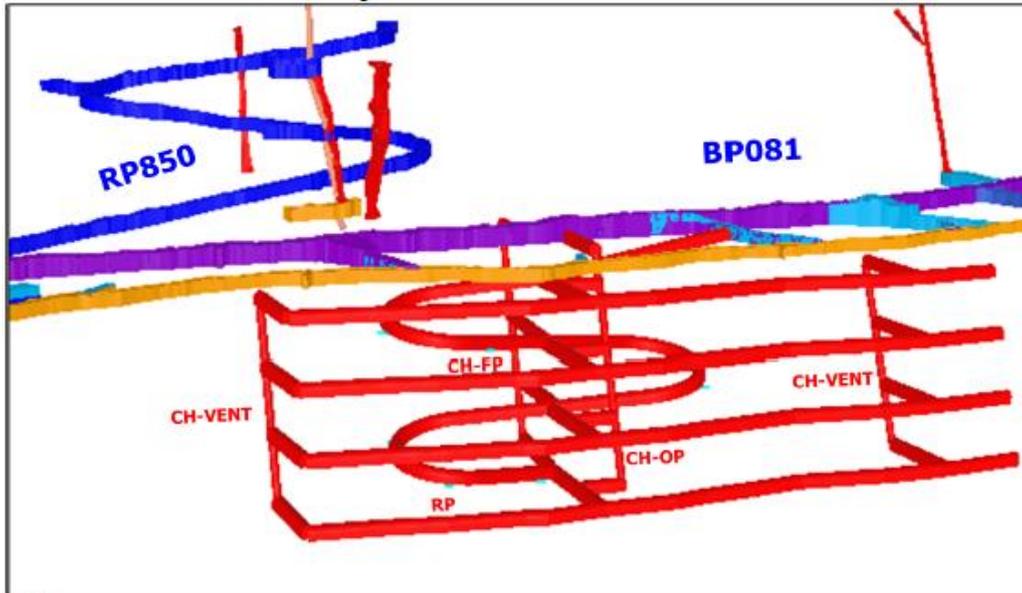


Figura 8. Vista isométrica tajeo 801- Preparación del método de minado tajeos por subniveles con taladros largos
Tomado del Departamento de Planeamiento

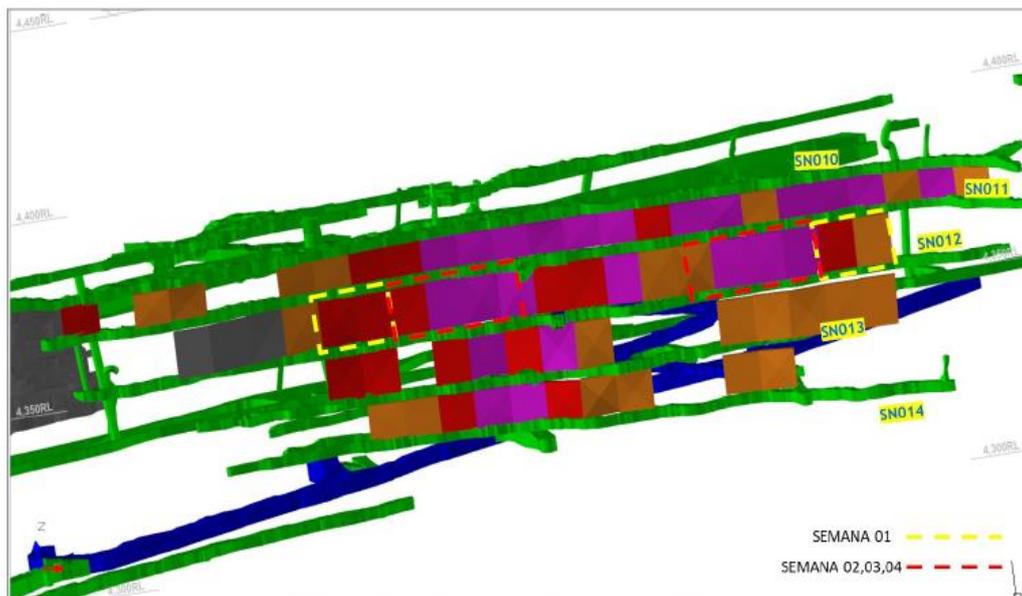


Figura 9. Vista longitudinal 3d proyecto TJ407 SLS
Tomado del Departamento de Planeamiento

2.7.3. Ciclo de minado en tajeos

Lograr una gestión adecuada de los recursos humanos y de los equipos en el ciclo de minado, es de vital importancia, ya que permite el cumplimiento de los planes de minado programados.

Cumplir con la perforación, voladura, carguío y acarreo en los métodos de minado con taladros largos (SLS), controlando la desviación de taladros, dilución, recuperación, factor de potencia, etc, es de vital importancia para el cumplimiento del Budget propuesto.

Como parte de la gestión de producción se ha estructurado un Sistema de Control Operativo, para garantizar las tendencias planificadas, el que tendría el siguiente esquema:

2.7.4. Perforación

La perforación es la base del ciclo de minado ya que con un buen control nos garantiza un buen inicio del ciclo de minado.

Para la perforación de taladros de producción se utilizará equipo especial para taladros largos adecuado para aplicar el método de “tajeo por subniveles” (SLS), este equipo puede perforar hasta 12 m de banco controlando su desviación, el ancho mínimo de rotura en veta es de 0.80 m y el buzamiento de veta para que el método funcione debe ser mayor a 65°. La sección de perforación ideal para este equipo es 3.0 m de ancho de labor por 3.3 m de altura con piso horizontal.

2.7.5. Voladura

Controlar la voladura es poder entender el grado de fragmentación y la dilución permitirá entender variables que inciden directamente definiendo:

a) Variables no controlables:

- Controles geológicos y geomecánicos
- Controles estructurales
- Parámetros hidrogeológicos

b) Variables controlables:

- Parámetros de perforación (espaciamiento, burden, diámetro de taladro, longitud de taladro, etc)
- Propiedades fisicoquímicas (densidad, VOD, volumen de la mezcla)

- Parámetros de tiempo (retardos y secuencias)
- Parámetros operativos (experiencia, fragmentación requerida)

La voladura se realizará por tramos perforados de 8 m a 10 m de banco y cada 5 a 10 filas dependiendo de la calidad de la masa rocosa (mineral y cajas), los explosivos a utilizar son: explosivo tipo Anfo, emulsión y dinamita, esta última usada para realizar voladuras de precorte. El factor de potencia y factor lineal por disparo se deberá ajustar de acuerdo con las condiciones de las cajas y mineral, así como la producción de mineral que se quiera alcanzar para luego establecer estándares. Después de cada voladura es necesaria la evaluación de la zona minada para proceder la limpieza del mineral. Esta actividad se llevará a cabo con personal especializado.

2.7.6. Control de estabilidad de las cajas

En la etapa de preparación los subniveles deben estar correctamente sostenidos de acuerdo al estándar y/o a la recomendación de geomecánica, esto considera el soporte del sub nivel y del sostenimiento previo de las cajas del tajeo SLS esto permitirá que después de ejecutada la voladura las cajas puedan auto sostenerse con un tiempo que pueda permitir la limpieza o extracción del mineral que estará definido por el radio hidráulico para cada tajeo.

Luego de la voladura, una vez verificada la ventilación, se procede a evaluar las cajas por si hubiere alguna condición de inestabilidad de alguna caja con potencial de desprendimiento, se procede a definir el método para hacer caer el banco o roca y luego continuar con el ciclo hasta terminar la limpieza. El sostenimiento como parte del ciclo de minado, se ha convertido en una herramienta muy importante para el control de accidentes por desprendimiento de rocas y se hace indispensable en todas sus variantes. Para el Plan de Minado se ha previsto los siguientes tipos de sostenimiento:

- Pernos Split Set combinado con malla metálica electrosoldada.
- Pernos helicoidales combinado con mallas metálicas electrosoldadas.
- Cables, pernos (mayor a 10') para las cajas.

➤ Shotcrete reforzado con fibra metálica

La selección del tipo de sostenimiento dependerá del tipo de roca, de la sección abierta, de las aberturas máximas, del tiempo de exposición y del grado de alteración de la masa rocosa. Otro método para mantener la estabilidad de las cajas luego de la limpieza es el *bench and fill* esto se explica mejor en la sección o ciclo de Relleno (5.4.5).

2.7.7. Limpieza, acarreo y transporte de mineral

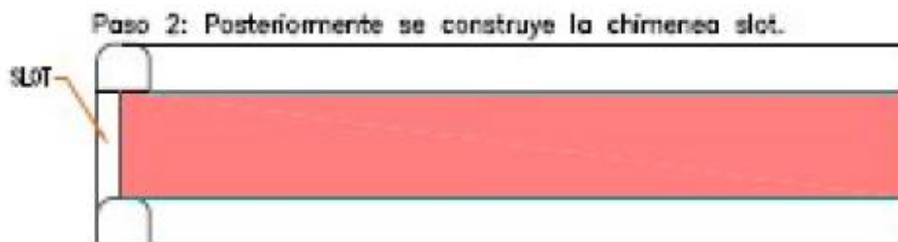
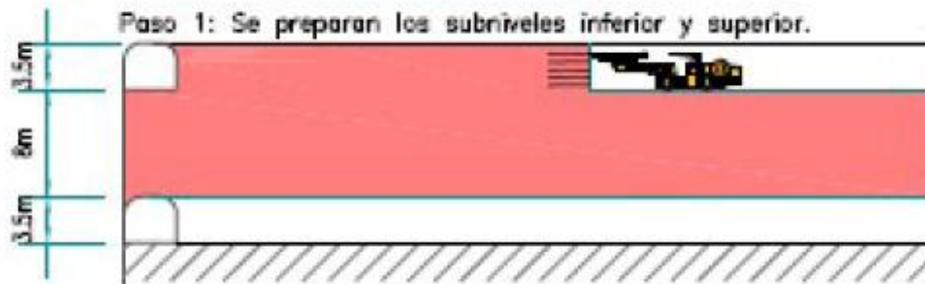
La limpieza y acarreo de mineral en tajeo se llevará a cabo con *scooptram* con telemando (control remoto) de 2.2 yd³, 3.5yd³ según la potencia de la veta. El mineral será trasladado a cámaras de carguío o hacia las chimeneas de echaderos de mineral situadas en la rampa de preparación o desarrollo, el mineral será cargado directo al volquete o será recepcionado en el nivel en la tolva electrohidráulico para trasladar el mineral mediante volquetes de 12 m³ hasta la planta de beneficio de la U.E.A. Huachocolpa Uno. Una vez limpiada totalmente la labor se inicia con el relleno detrítico en avanzada *bench and fill* (B&F) para mantener estabilizado el tajeo.

2.7.8. Relleno de tajeos

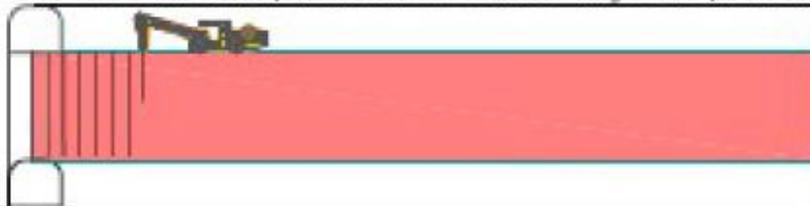
El proceso de relleno consiste en disponer el desmonte (seco o con poca humedad) en el área explotada, de manera que la altura (8 m a 10m) de veta extraída del tajeo quede rellena hasta la altura de la base del subnivel superior que será el nivel de limpieza para el siguiente banco e iniciar el siguiente tajeo (SLS).

Cuando el macizo rocoso tenga un RMR menor a 40 el método de relleno a utilizar es el *bench and fill*; que consiste en ingresar el relleno en avanzada por el extremo opuesto al lugar de perforación y voladura del banco, la distancia entre la cara del relleno y la del mineral estará definido por el tipo de roca cálculo del área de geomecánica.

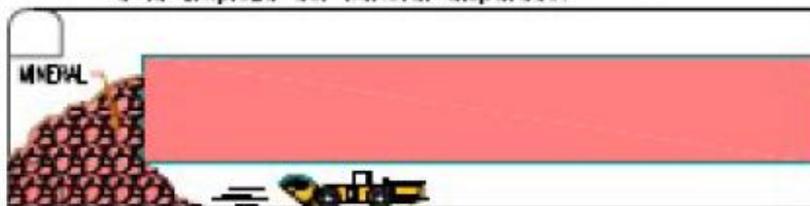
El ciclo de minado gráficamente se representa de la siguiente manera:



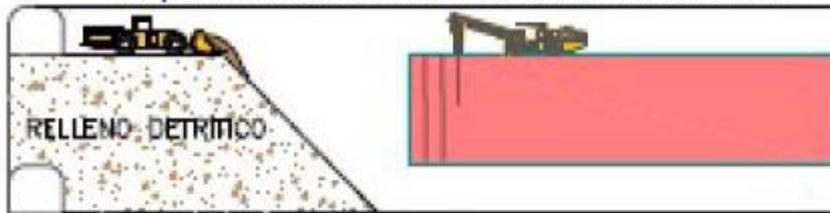
Paso 3: Se inicia la perforación de taladros largos de producción.



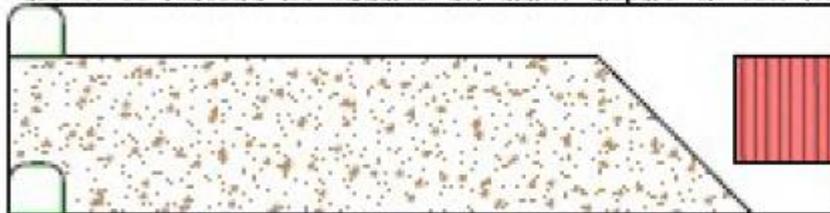
Paso 4: Se dispara las primera filas de taladros, luego se procederá a la limpieza del mineral disparado.



Paso 5: Cuando se ha realizado la limpieza del mineral disparado se procede inmediatamente al relleno en avanzada.



Paso 6: Se muestra los taladros del último disparo en este horizonte.



Paso 7: Finalización del ciclo con el relleno total en todo el horizonte explotado.

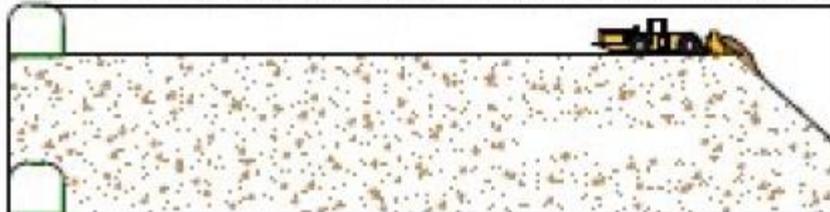


Figura 10. Esquema básico de secuencia método bench and fill (B&F)
Tomado del Departamento de Planeamiento

2.7.9. Ciclo de minado en labores de avance

2.7.10. Perforación

La perforación se realiza con jumbos electrohidráulicos de un brazo para los frentes de 3.0m x 3.0m, 4.0m x 4.0m y 4.5m x 4.0m, con un avance promedio de 2.9 metros por disparo.

Para los frentes de secciones para subniveles o estocadas (3m x 3.5m; 1.5m x 1.8m) se utiliza jumbo electrohidráulico y *jack leg* respectivamente. En las chimeneas cortas (menores a 20 m) se utilizarán el equipo de perforación larga y para las chimeneas largas mayor a 60 m se utilizará el método *Raise Climber* con

equipo *Alimak* utilizando máquinas perforadoras convencionales *jack leg* y/o tipo *stopper*.

2.7.11. Voladura

La voladura se realiza utilizando como cebo a las emulsiones encartuchadas; como carga primaria se usa Anfo. Los accesorios de voladura son no eléctricos para la mayoría de los frentes (horizontales, inclinados o verticales), excepto para las chimeneas tipo *Raise Climber (Alimak)* donde se usan fulminantes eléctricos para la detonación. El carguío de los taladros se realiza en forma manual.

2.7.12. Limpieza y carguío

La limpieza y el carguío se realizan con equipos de bajo perfil tipo *scooptram* de combustión diésel de 3.5 yd³; 4.0 yd³ para las de mayor sección y 2.2 yd³ para secciones menores a 3 m x 3 m. El desmonte y/o mineral producto de estos avances será trasladado hasta las cámaras de acumulación en cada nivel; donde se encontrarán los volquetes (12 m³) para el traslado final del desmonte.

2.7.13. Transporte

La selección y dimensionamiento de flota en el área unitaria de transporte, está asociada a volquetes de 12 m³ de capacidad, los cuales son planificados para desmonte y mineral. El material remanente de los diferentes frentes, serán usados para el relleno de los tajeos, los que son enviados a a las cámaras de acumulación. El mineral será transportado a la planta concentradora de la unidad minera.

2.7.14. Ventilación

La ventilación es mecanizada, utilizando ventiladores secundarios, los cuales están asociados a la línea principal de ventilación, mediante mangas de ventilación hasta 30 m antes del tope donde se disparó.

2.7.15. Sostenimiento

El sostenimiento en labores de avance, estará asociado a su categoría si son permanentes o temporales, durante la vida operacional del proyecto.

Para completar el ciclo de minado con el sostenimiento de las labores de avance (permanente y temporal), se manejan los tiempos de auto soporte y el diseño de los sostenimientos basados en las clasificaciones geomecánicas (RMR89-Bieniawski) y diseño de sostenimiento.

Se ha previsto los siguientes tipos de sostenimiento:

a) Labor permanente:

- Pernos helicoidales combinado con mallas metálicas electrosoldadas.
- Shotcrete reforzado con fibra metálica
- Cimbras metálicas

b) Labor temporal:

- Pernos *split set* combinado con malla metálica electrosoldada
- Shotcrete reforzado con fibra sintética

2.7.16. Relleno

Las labores de avance solo se rellenarán si se entregan como labores para cierre, siguiendo las normas vigentes establecidas para tal caso.

2.7.17. Drenaje

En las labores horizontales, por gradiente mínima, se colectarán hacia los accesos, para ser derivadas al sistema de drenaje de la rampa.

En las labores negativas se utilizará una bomba de achique de 15 hp para el agua de perforación hacia el circuito principal de drenaje de la rampa.

2.7.18. Sistemas auxiliares

2.7.19. Labores de profundización

El acceso a la veta Bienaventurada es por las dos rampas, al este y oeste respectivamente. Ambas rampas se han integrado en el nivel 4230, la zona de la Rampa 01 sigue profundizando con la rampa 063 (Nivel 4130 actual) que es base del tajeo 400 en una longitud de 800 m en el sector oeste de la mina y se sustenta

por la confirmación de la mineralización en profundidad con sondaje diamantino (DDH). En la Rampa 02 se tiene construido el sistema de bombeo principal de la mina, esta zona (centro este) en proceso de perforación con DDH para la confirmación de mineral en profundidad con la cámara 335 y cámara 309 de la veta BNV.

La zona Rublo se ha explorado por superficie con sondajes diamantinos DDH donde se verifica que las estructuras (network) solo son superficiales (70 m) en profundidad; por el Nv 4230 mediante el crucero 077 (tope del crucero) se realizará perforaciones para evidenciar estructuras superficiales proyectadas a profundidad, por otro lado, se está desarrollando el BP 767 (1500 m) como labor de exploración principal hacia el oeste (Cola de Caballo).

En la zona Centro-Este se realizará la Rampa 950 como labor de desarrollo debajo del Nv 4230 con sección 4m x 4m y la Rampa 156 (-) para dar continuidad a la preparación del tajeo 336 hasta la cota 4130.

2.7.20. Sistema de ventilación

Se tiene un sistema de ventilación mecánica o forzada, mediante una ventilación principal con evacuación de aire viciado generado por ventiladores inyectores y extractores de 100,000 cfm con 10.5 pulgadas de columna de agua de presión y 60,000 cfm a superficie, con chimeneas de ventilación Alimak de 2.5 m x 2.5 m de sección.

El ingreso de aire limpio a las labores es por las Bocaminas de las Rampa 01 y Rampa 02, generados por la diferencia de presión que generan los extractores. Para la ventilación secundaria con ventiladores booster de 60,000 cfm, los cuales apoyan al circuito principal.

En la ventilación auxiliar se tienen frentes de avance con ventiladores de 30,000 cfm y 20,000 cfm enseriados, empleando mangas de rafia de polietileno de

ventilación de 32, 30 y 24 pulgadas de diámetro, para la insuflación de aire limpio a las labores.

Rampa 01:

El ingreso del aire limpio es por la bocamina de la Rampa 01 hacia las labores. La salida de aire viciado es por la chimenea de ventilación *Alimak 796* de 2.5 m x 2.5 m de sección, del nivel 4330 conectado a superficie, en donde se tienen instalados dos ventiladores de 60 000 cfm, de 10.5" de H2O de presión (doble etapa) y uno de 30,000 cfm por donde evacuamos el aire viciado de la zona Rampa 01 con un caudal promedio de 119,000 cfm. Debajo del Nv 4330 se ha ejecutado la CH-RC 081, dicha chimenea sirve como extracción de aire viciado de la zona de Rampa 01 desde el Nv 4180, en donde se tiene un ventilador de 60,000 CFM

Rampa 02:

El ingreso del aire limpio es por la Bocamina de la Rampa 02 hacia las labores. La salida de aire viciado es por la chimenea de ventilación *Alimak 071* de 2.5 m x 2.5 m de sección, del nivel 4480 conectado a superficie, en donde se tiene un ventilador de 100.000 cfm de 12.5" de H2O de presión (doble etapa), por donde se evacúa el aire viciado de la zona Rampa 02 con un caudal de 88,500 cfm hacia superficie. Se tiene otra CH-RC 395 conectado a superficie para evacuar el aire viciado de la zona Centro de la mina que tiene base el Nv 4280 y tiene instalado un extractor de 60,000 CFM.

Para la ventilación de labores que se prolongan hacia el Oeste (caso BP 767) se realizarán cámaras cada 500 m para tener una conexión en paralelo y la utilización de mangas elípticas para minimizar la resistencia (por mayor área) y garantizar la provisión de aire en el tope de la labor hasta lograr su objetivo de 1500 m, lugar donde se realizará la conexión a superficie CH-RC (400m).

2.8. Bases teóricas

La presente tesis permitirá realizar el análisis de los indicadores de productividad en equipos de carguío y acarreo en la Compañía Minera Kolpa, este análisis

permitirá la mejora del rendimiento operacional y reducción de costos. Las variables a analizar en el rendimiento de equipos, estará asociado a los parámetros de utilización y disponibilidad, siendo la utilización de carácter operacional y la disponibilidad asociada al mantenimiento mecánico y eléctrico, los equipos a ser analizados serán los scoops de 1.5 yd³, 2.2 yd³, 2.5 yd³, 3.5 yd³ y 4.2 yd³, los dumpers de 12 y 15 toneladas y volquetes de 20 toneladas de capacidad.

El análisis de las variables permitirá definir los diferentes rendimientos de los equipos de carguío y acarreo, para definir programas de optimización y reducción de costos.

El cálculo de la flota requerida para los trabajos mineros que dan sostenibilidad a la producción se resume en el siguiente cuadro, donde se muestra la relación de los equipos utilizados en operaciones mina compañía para perforación, voladura, carguío, transporte, servicios, mantenimiento y supervisión.

Tabla 7. Disponibilidad y utilización de equipos carguío, acarreo y perforación, periodo 2021

DISPONIBILIDAD - UTILIZACIÓN EQUIPOS TRACKLES							
EQUIPO	HORA INICIAL	HORA FINAL	HORAS TRABAJADAS	HORAS PROGRAMADAS	% DISPONIB. MECÁN. EJE.	% UTILIZACIÓN	COMENTARIO
SCO - 01	8,781.00	8,853.00	72.00	140.00	85%	51.43%	SE REALIZÓ MANTENIMIENTO PREVENTIVO PM 125 SE CAMBIÓ CILINDRO DE DIRECCIÓN SE CAMBIÓ ESPÁRRAGOS DE RUEDA POSTERIORES PENDIENTE: CAMBIO DE VÁLVULA DE CONTROL. DIRECCIÓN Y BARRENADO DE LA ARTICULACIÓN CENTRAL
SCO - 02	7062.00	7135.00	73.00	140.00	82%	52.14%	SE REALIZÓ EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PM 1000 PRESENTÓ FALLAS ELÉCTRICAS CON EL ARRANQUE DIESEL PENDIENTE: CORREGIR EL EXCESO DE HUMO. CAMBIAR LOS INYECTORES, TURBO Y RADIADOR POR RECALENTAMIENTO DE MOTOR DIESEL
SCO - 03	5,539.00	5,633.00	94.00	140.00	88%	67.14%	SE REALIZÓ ENGRASE E INSPECCIÓN GENERAL PENDIENTE: REPARACIÓN Y CAMBIO DE LA CUCHARA
SCO - 04	1,807.00	1,852.00	45.00	140.00	84%	32.14%	SE REALIZÓ EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PM 250 PRESENTÓ FUGA DE ACEITE HYD POR EL PEDAL DE FRENO ROTACIÓN DE LLANTAS P3 P4 PRESENTÓ FALLAS ELÉCTRICAS CON LA MARCHA
SCO - 05	1,483.00	1,542.00	59.00	140.00	85.00%	42.14%	PRESENTÓ FALLAS ELÉCTRICAS CON EL ARRANQUE DIESEL SE CAMBIÓ BATERIAS CAMBIO DE NEUMÁTICOS DELANTEROS PENDIENTE: CAMBIAR LAS LLANTAS POSTERIORES
SCO - 06	10,652.80	10,735.00	82.20	140.00	86.00%	58.71%	SE REALIZÓ ENGRASE E INSPECCIÓN GENERAL PENDIENTE: REPARACIÓN DE LA ARTICULACIÓN CENTRAL POR RAJADURA
DUM - 01	5,674.00	5,764.00	90.00	140.00	88.00%	64.29%	SE REALIZÓ ENGRASE E INSPECCIÓN GENERAL PENDIENTE: CAMBIAR LAS LLANTAS POSTERIORES ESTÁN DESGASTADAS
RAP - MCEISA	5,621.00	5,665.00	44.00	140.00	86.00%	31.43%	PRESENTÓ FALLAS ELÉCTRICAS EN EL ARRANQUE ELÉCTRICO SE CAMBIÓ VÁLVULA REGULADOR DE AVANCE SUMBAR Y MANGUERAS HVD PRESENTÓ FALLAS ELÉCTRICAS PENDIENTE: CAMBIO DE LA PERFORADORA, CILINDRO DE TECHO.
RAP - 01	2,043.00	2,126.10	83.10	140.00	85.00%	59.36%	SE REPARÓ LA CAÑERÍA DE LA UNIDAD DE GIRO CON TRABAJOS DE SOLDADURA CAMBIO DE MANGUERAS HVD, SHANK, VÁLVULA CHECK PRESENTÓ FALLAS ELÉCTRICAS
MUKI FF - 01	2,428.00	2,472.00	44.00	140.00	87.00%	31.43%	PRESENTÓ PROBLEMAS ELÉCTRICOS CON EL CABLE 440V
MUKI LM - 02	1,704.00	1,742.00	38.00	140.00	86.00%	27.14%	SE CAMBIÓ MORDAZA DEL CILINDRO BULL PRESENTÓ FALLAS ELÉCTRICAS EN MOTOR ELÉCTRICO
PROMEDIO					86%	47%	

Tomado del Departamento de Planeamiento

El plan de minado para el periodo 2021 considera los equipos de carguío, acarreo y perforación considerando la disponibilidad y utilización como variables para medir el rendimiento de los equipos en la unidad minera. El programa de la disponibilidad de equipos de carguío considera un promedio de 85%, en equipos de acarreo el 88% y en los equipos de perforación el 86%.

Asimismo, el programa de la utilización de los equipos de carguío considera un promedio de 50.625, en equipos de acarreo el 64.29% y en los equipos de perforación el 37.34%. Estos promedios considerados en los indicadores de utilización y disponibilidad de equipos de carguío, acarreo y perforación, considera las diferentes actividades a realizar en el programa de mantenimiento preventivo.

2.8.1. Indicadores de productividad de equipos de carguío, acarreo y perforación

Durante el presente estudio se consideró el análisis de los indicadores de utilización, disponibilidad, rendimiento y consumo de combustible de los equipos de carguío, acarreo y perforación asociadas a compañía y empresas contratistas en las diferentes áreas unitarias operativas de la unidad minera. Siendo los equipos asociados a las empresas: Kolpa (compañía), Corimayo, RYD, MCEISA y ECCOGESA.

El periodo de estudio se realizó durante el mes de enero a junio del 2021, considerando los resultados promedios de los diferentes equipos asociados a los diferentes procesos unitarios de carguío, acarreo y perforación siendo los resultados promedios como: el promedio de disponibilidad mecánica y eléctrica de los diferentes equipos es del 65 % ejecutado, siendo el 85 % el programado, generando un déficit del 20.06%; el promedio de la variable de utilización en los diferentes equipos es del 58 % ejecutado, siendo el 85 % en el programado, generando un déficit del 27.48 %.

Esta diferencia entre lo programado y ejecutado en las variables de disponibilidad y utilización inciden directamente en el rendimiento de los equipos por ende en mayor costo operacional, por lo que en la presente tesis se evaluará unitariamente por empresa prestadora de estos servicios.

Tabla 8. Disponibilidad de equipos de perforación, carguío y acarreo, periodo enero a junio del 2021

DISPONIBILIDAD												
EMPRESA	TIPO EQUIPO	CAPACIDAD	CÓD. EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	RESULTADO PRIMER SEMESTRE	OBJETIVO	
KOLPA	SCOOPTRAM	4.2 YD3	SC-01	62%	73%	52%	80%	69%	72%	68%	●	85%
		4.2 YD3	SC-02	80%	70%	78%	82%	72%	71%	75%	●	85%
		4.2 YD3	SC-03	84%	82%	80%	74%	79%	67%	78%	●	85%
		4.2 YD3	SC-06	89%	86%	59%	55%	80%	82%	75%	●	85%
		4.2 YD3	SC-07		67%	77%	67%	64%	72%	69%	●	85%
		2 YD3	SC-04	27%	70%	12%	17%			31%	●	85%
		2 YD3	SC-05	73%	68%	69%	72%	44%	80%	68%	●	85%
	DUMPER	15 TM	DU-01	73%	86%	81%	70%	80%	79%	78%	●	85%
	TALADROS LARGOS		MU-01	78%	75%	51%	73%	73%	72%	70%	●	85%
			MU-02	77%	81%	65%	71%	76%	75%	74%	●	85%
			RP-01	82%	73%	74%	50%	76%	78%	72%	●	85%
			RP-02	40%	72%	72%	70%	57%	72%	64%	●	85%
CORIMAYO	SCOOPTRAM	1.5 YD3	SCA-08	58%	85%	86%	80%	74%	84%	78%	●	85%
		1.5 YD3	SCA-09	16%						16%	●	85%
		2.2 YD3	SCA-07	62%	89%	41%	81%	81%	85%	73%	●	85%
		2.2 YD3	SCA-04	76%	65%	77%	78%	72%	41%	68%	●	85%
		2.2 YD3	SCA-05	79%	84%	85%	85%	82%	82%	83%	●	85%
		4.2 YD3	SCA-01	87%	87%	87%	82%	80%	65%	81%	●	85%
		4.2 YD3	SCA-03	75%	84%	77%	80%	80%	83%	80%	●	85%
	JUMBO FRONTONERO	14 FT	JUM-01	37%						37%	●	85%
	MUKI	10 FT	JUM-04	34%	76%	5%	5%	10%	85%	36%	●	85%
		10 FT	JUM-03	86%	47%	81%	80%	79%	83%	76%	●	85%
	VOLQUETE	25 TM	CV-07	84%	84%	83%				84%	●	85%
		25 TM	CV-06	88%	86%	87%				87%	●	85%
RYD	SCOOPTRAM	2.5 YD3	SC-2.5	72%	75%	54%	88%	74%	85%	75%	●	85%
		3.5 YD3	SC-3.5	51%	78%	42%	78%	78%	82%	68%	●	85%
		3.5 YD3	SCR-3.5			79%	83%	76%	84%	81%	●	85%
	DUMPER	12 TM	DU-02	35%	89%	69%	61%	71%	80%	68%	●	85%

EMPRESA	TIPO EQUIPO	CAPACIDAD	CÓD. EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	RESULTADO PRIMER SEMESTRE	OBJETIVO	
MCEISA	SCOOPTRAM	2.2 YD3	SC-21			65%	69%	72%	76%	70%	●	85%
		2.2 YD3	SC-26	72%	85%	67%	66%	45%	27%	61%	●	85%
		2.2 YD3	SC-28	80%	44%	52%	12%	10%	45%	40%	●	85%
		2.2 YD3	SC-33	77%	83%	75%				78%	●	85%
		2.2 YD3	SC-35	31%	66%	19%	37%	55%	74%	47%	●	85%
		2.2 YD3	SC-36	68%	67%	21%	45%	67%	68%	56%	●	85%
		4.2 YD3	SC-22	81%	41%	41%	70%	56%	50%	56%	●	85%
		4.2 YD3	SC-25	52%	70%	84%	86%	83%	79%	76%	●	85%
		4.2 YD3	SC-30	48%	36%	73%	78%	77%	25%	56%	●	85%
		4.1 YD3	SC-34	87%	62%	76%	48%	79%	82%	72%	●	85%
	4.1 YD3	SC-37			38%	5%			60%	34%	●	85%
	JUMBO FRONTONERO	10 FT	JU-19	68%	71%	76%	80%	77%	74%	74%	●	85%
		12 FT	JU-17	78%	64%	51%	78%	68%	77%	69%	●	85%
		12 FT	JU-20			49%	5%			27%	●	85%
	MUKI	10 FT	JU-13	79%	31%	56%	71%	61%	64%	60%	●	85%
		10 FT	JU-18	70%	67%	46%	52%	19%	74%	54%	●	85%
	VOLQUETE	20 TM	V-01	79%	68%	75%	72%	75%	55%	71%	●	85%
		20 TM	V-02	75%	65%	75%	57%	62%	75%	68%	●	85%
		20 TM	V-03				89%	79%	76%	81%	●	85%
		20 TM	V-04	64%	26%	72%	74%	77%	74%	64%	●	85%
20 TM		V-05	77%	76%	60%	58%	76%	61%	68%	●	85%	
20 TM		V-06	65%	78%	71%	68%	35%	59%	63%	●	85%	
20 TM		V-07	65%	71%	80%	81%	76%	68%	74%	●	85%	
20 TM		V-08	78%	83%	76%	77%	73%	75%	77%	●	85%	
20 TM		V-10	70%	72%	62%	47%	79%	82%	69%	●	85%	
ECCOGESA		SCOOPTRAM	0.75 YD3	SCE-03	77%	18%	41%	12%	0%	9%	26%	●
	1.5 YD3		SCE-05	56%	43%	64%	28%	46%	72%	52%	●	85%
	4.2 YD3		SCE-08	90%	88%	85%	54%	72%	72%	77%	●	85%
	0.75 YD3		SCE-09		73%	73%	83%	80%	83%	78%	●	85%
	1.8 YD3		SCE-10	64%	81%	42%	73%	67%	66%	65%	●	85%
	JUMBO FRONTONERO	14 FT	DD-310	88%	90%	21%	5%	53%	60%	53%	●	85%
PROMEDIO										65%	●	85%

Tabla 9. Utilización de equipos de perforación, carguío y acarreo, periodo enero a junio del 2021

UTILIZACIÓN												
EMPRESA	TIPO EQUIPO	CAPACIDAD	CÓD. EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	RESULTADO PRIMER SEMESTRE	OBJETIVO	
KOLPA	SCOOPTRAM	4.2 YD3	SC-01	61%	68%	65%	65%	66%	70%	66%	●	85%
		4.2 YD3	SC-02	69%	59%	68%	61%	68%	72%	66%	●	85%
		4.2 YD3	SC-03	68%	71%	65%	62%	65%	67%	66%	●	85%
		4.2 YD3	SC-06	63%	72%	60%	64%	73%	72%	67%	●	85%
		4.2 YD3	SC-07		64%	62%	66%	65%	73%	66%	●	85%
		2 YD3	SC-04	56%	62%	39%	56%		0%	43%	●	85%
		2 YD3	SC-05	68%	68%	66%	64%	58%	65%	65%	●	85%
	DUMPER	15 TM	DU-01	43%	57%	60%	60%	69%	68%	59%	●	85%
	TALADROS LARGOS		MU-01	36%	55%	55%	36%	36%	37%	42%	●	85%
			MU-02	32%	33%	38%	28%	18%	29%	30%	●	85%
		RP-01	28%	40%	36%	33%	32%	38%	34%	●	85%	
		RP-02	39%	48%	41%	39%	39%	41%	41%	●	85%	
CORIMAYO	SCOOPTRAM	1.5 YD3	SCA-08	26%	25%	46%	54%	55%	56%	44%	●	85%
		1.5 YD3	SCA-09	39%						39%	●	85%
		2.2 YD3	SCA-07	70%	71%	60%	72%	73%	69%	69%	●	85%
		2.2 YD3	SCA-04	61%	57%	53%	62%	62%	57%	59%	●	85%
		2.2 YD3	SCA-05	49%	58%	60%	59%	64%	53%	57%	●	85%
		4.2 YD3	SCA-01	65%	61%	67%	65%	66%	52%	63%	●	85%
	4.2 YD3	SCA-03	74%	60%	66%	66%	60%	57%	64%	●	85%	
	JUMBO FRONTONERO	14 FT	JUM-01	70%						70%	●	85%
	MUKI	10 FT	JUM-04	46%	58%	0%	0%	30%	36%	28%	●	85%
		10 FT	JUM-03	58%	56%	64%	55%	50%	45%	55%	●	85%
VOLQUETE	25 TM	CV-07	81%	81%	91%					84%	●	85%
	25 TM	CV-06	67%	84%	88%					80%	●	85%
RYD	SCOOPTRAM	2.5 YD3	SC-2.5	51%	36%	53%	2%	22%	15%	30%	●	85%
		3.5 YD3	SC-3.5	55%	57%	49%	54%	71%	62%	58%	●	85%
		3.5 YD3	SCR-04			57%	61%	70%	59%	62%	●	85%
	DUMPER	12 TM	DU-02	49%	56%	52%	61%	70%	58%	58%	●	85%

EMPRESA	TIPO EQUIPO	CAPACIDAD	CÓD. EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	RESULTADO PRIMER SEMESTRE	OBJETIVO		
MCEISA	SCOOPTRAM	2.2 YD3	SC-21			55%	57%	67%	57%	59%	●	85%	
		2.2 YD3	SC-26	55%	59%	59%	70%	76%	36%	59%	●	85%	
		2.2 YD3	SC-28	64%	51%	72%	46%	44%	48%	54%	●	85%	
		2.2 YD3	SC-33	35%	48%	50%				44%	●	85%	
		2.2 YD3	SC-35	2%	36%	44%	27%	46%	40%	32%	●	85%	
		2.2 YD3	SC-36	28%	32%	37%	60%	32%	23%	35%	●	85%	
		4.2 YD3	SC-22	52%	48%	62%	72%	54%	61%	58%	●	85%	
		4.2 YD3	SC-25	51%	56%	67%	71%	67%	68%	63%	●	85%	
		4.2 YD3	SC-30	37%	59%	70%	75%	80%	70%	65%	●	85%	
		4.1 YD3	SC-34	71%	68%	76%	75%	81%	83%	75%	●	85%	
	4.1 YD3	SC-37			51%	0%			65%	39%	●	85%	
	JUMBO FRONTONERO	10 FT	JU-19	40%	28%	55%	43%	43%	44%	42%	●	85%	
		12 FT	JU-17	41%	54%	70%	44%	49%	48%	51%	●	85%	
		12 FT	JU-20			58%	0%			29%	●	85%	
	MUKI	10 FT	JU-13	54%	58%	64%	71%	70%	70%	65%	●	85%	
		10 FT	JU-18	50%	54%	56%	54%	47%	63%	54%	●	85%	
	VOLQUETE	20 TM	V-01	85%	86%	83%	86%	89%	84%	86%	●	85%	
		20 TM	V-02	77%	77%	79%	90%	89%	82%	82%	●	85%	
		20 TM	V-03				88%	91%	88%	89%	●	85%	
		20 TM	V-04	90%	75%	89%	90%	87%	80%	85%	●	85%	
		20 TM	V-05	77%	78%	76%	87%	95%	88%	84%	●	85%	
		20 TM	V-06	38%	78%	76%	86%	67%	77%	70%	●	85%	
		20 TM	V-07	64%	83%	0%	87%	88%	86%	68%	●	85%	
		20 TM	V-08	72%	90%	83%	90%	90%	82%	84%	●	85%	
	20 TM	V-10	45%	69%	62%	76%	88%	90%	71%	●	85%		
	ECCOGESA	SCOOPTRAM	0.75 YD3	SCE-03	31%	30%	44%	3%	0%	44%	25%	●	85%
			1.5 YD3	SCE-05	34%	44%	56%	50%	63%	58%	51%	●	85%
			4.2 YD3	SCE-08	62%	59%	63%	50%	64%	73%	62%	●	85%
0.75 YD3			SCE-09		48%	59%	57%	64%	65%	59%	●	85%	
1.8 YD3			SCE-10	54%	54%	51%	61%	61%	60%	57%	●	85%	
JUMBO FRONTONERO		14 FT	DD-310	24%	14%	18%	0%	63%	64%	30%	●	85%	
PROMEDIO										58%	●	85%	

2.8.2. Rendimiento de equipos de carguío, acarreo y perforación

El rendimiento de equipos de carguío, acarreo y perforación está relacionado a los equipos de las empresas contratistas y de compañía durante el periodo enero a junio del 2021, siendo los siguientes resultados asociados:

- ✓ Rendimiento de equipos de carguío: El rendimiento de equipos de carguío está relacionado a los *scoops* (distintas dimensiones), cuyos rendimientos de acuerdo a empresa son: MCEISA con 30.37 m³/h con una incidencia del 29.29 %, KOLPA con 28.88 m³/h con una incidencia del 27.26 %, CORIMAYO con 16.81 m³/h con una incidencia del 16.22 %, ECCOGESA con 14.83 m³/h con una incidencia del 14.31 % y RYD con 12.77 m³/h con una incidencia del 12.32 %.

- ✓ Rendimiento de equipos de acarreo: El rendimiento de equipos de acarreo está relacionado a los *dumpers* y volquetes (distintas dimensiones), cuyos rendimientos de acuerdo a empresa son: KOLPA con 53.65 m³/h con una incidencia del 60.22 %, RYD con 18.35 m³/h con una incidencia del 20.59 %, MCEISA con 12.24 m³/h con una incidencia del 13.73 % y CORIMAYO con 4.86 m³/h con una incidencia del 5.45 %.

- ✓ Rendimiento de Equipos de Perforación: El rendimiento de equipos de perforación está relacionado a los jumbos frontoneros, muki y taladros largos (distintas longitudes de perforación), cuyos rendimientos de acuerdo a empresa son: CORIMAYO con 50.16 m-perf/h con una incidencia del 40.30 %, MCEISA con 45.28 m-perf/h con una incidencia del 36.37%, KOLPA con 20.96 m-perf/h con una incidencia del 16.84 %, y ECCOGESA con 8.08 m-perf/h con una incidencia del 6.49 %.

El rendimiento promedio de equipos de carguío, acarreo y perforación durante el periodo enero a junio del 2021 consideran los promedios de: equipos de carguío en 20.73 m³/h, equipos de acarreo en 22.27 m³/h y equipos de perforación en 31.12 m-per/h.

Tabla 10. Rendimiento de equipos de perforación, carguío y acarreo, periodo enero a junio del 2021

RENDIMIENTO

EMPRESA	TIPO DE EQUIPO	UNIDAD	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PROMEDIO
CORIMAYO	SCOOPTRAM	m3/hr	21.49	15.78	20.70	12.83	13.25		16.81
	JUMBO FRONTONERO	m-perf/hr	70.34						70.34
	MUKI	m-perf/hr	36.26	25.79	39.40	20.51	27.92	15.70	29.98
	VOLQUETE	m3/hr	4.86						4.86
KOLPA	TALADROS LARGOS	m-perf/hr	20.92	21.35	23.66	14.44	24.41	21.50	20.96
	SCOOPTRAM	m3/hr	33.13		30.62	20.85	30.92	32.14	28.88
	DUMPER	m3/hr	67.50	51.80	55.12	47.41	46.44	59.54	53.65
RYD	SCOOPTRAM	m3/hr			6.89	18.66	12.77	15.79	12.77
	DUMPER	m3/hr			15.53		21.16	1.56	18.35
MCEISA	SCOOPTRAM	m3/hr	33.46	27.57		29.41	31.01		30.37
	JUMBO FRONTONERO	m-perf/hr	49.37	59.21	52.74	59.28	63.21	63.88	56.76
	MUKI	m-perf/hr	37.99	34.87	32.88	30.58	32.66	25.88	33.79
	VOLQUETE	m3/hr	15.11	14.70	2.53	14.24	14.60	14.83	12.24
ECCOGESA	SCOOPTRAM	m3/hr	17.62	16.55	11.94	14.37	13.66	14.68	14.83
	JUMBO FRONTONERO	m-perf/hr	8.08						8.08

Tabla 11. Incidencia del rendimiento de equipos de perforación, carguío y acarreo, periodo enero a junio del 2021.

RENDIMIENTO						
EMPRESA	RENDIMIENTO			INCIDENCIA		
	CARGUÍO	ACARREO	PERFORACIÓN	CARGUÍO	ACARREO	PERFORACIÓN
CORIMAYO	16.81	4.86	50.16	16.22%	5.45%	40.30%
KOLPA	28.88	53.65	20.96	27.86%	60.22%	16.84%
RYD	12.77	18.35	-	12.32%	20.59%	-
MCEISA	30.37	12.24	45.28	29.29%	13.73%	36.37%
ECCOGESA	14.83	-	8.08	14.31%	-	6.49%
PROMEDIO	20.73	22.27	31.12	20.00%	25.00%	25.00%

2.8.3. Consumo de combustible de equipos de carguío, acarreo y perforación

El consumo de combustible asociado a equipos de carguío, acarreo y perforación durante el periodo enero a junio del 2021, se resume:

✓ Consumo de combustible en equipos de carguío: el consumo de combustible de equipos de carguío está relacionado a los *scoops* (distintas dimensiones), cuyos consumos de acuerdo a empresa son: KOLPA con un consumo ejecutado de 3.87 gal/h y un programado de 3.57 gal/h; CORIMAYO con un consumo ejecutado de 2.46 gal/h y un programado de 2.79 gal/h; RYD con un consumo ejecutado de 4.26 gal/h y un programado de 3.50 gal/h; MCEISA con un consumo ejecutado de 3.40 gal/h y un programado de 3.18 gal/h y ECCOGESA con un consumo ejecutado de 1.77 gal/h y un programado de 2.10 gal/h.

✓ Consumo de Combustible en Equipos de Acarreo: El consumo de combustible de equipos de acarreo está relacionado a los *dumpers* y volquetes (distintas dimensiones), cuyos consumos de acuerdo a empresa son: KOLPA con un consumo ejecutado de 2.30 gal/h y un programado de 4.0 gal/h; CORIMAYO con un consumo ejecutado de 2.11 gal/h y un programado de 4.0 gal/h; RYD con un consumo ejecutado de 3.37 gal/h y un programado de 4.0 gal/h y MCEISA con un consumo ejecutado de 3.05 gal/h y un programado de 4.0 gal/h.

✓ Consumo de Combustible en Equipos de Perforación: El consumo de combustible de equipos de perforación está relacionado a los jumbos frontoneros, taladros largos y muquis (distintas longitudes de perforación), cuyos consumos de acuerdo a empresa son: KOLPA con un consumo ejecutado de 0.44 gal/h y un programado de 0.25 gal/h; CORIMAYO con un consumo ejecutado de 0.79 gal/h y un programado de 1.0 gal/h; MCEISA con un consumo ejecutado de 0.33 gal/h y un programado de 1.0 gal/h y ECCOGESA con un consumo ejecutado de 1.42 gal/h y un programado de 1.0 gal/h.

Tabla 12. Consumo de combustible en equipos de carga, acarreo y perforación periodo enero a junio del 2021

CONSUMO DE COMBUSTIBLE (GL/HR)

EMPRESA	TIPO DE EQUIPO	CAPACIDAD	COD. EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	Resultado	OBJETIVO		
KOLPA	SCOOPTRAM	4.2 YD3	SC-01	4.28	4.47	4.52	2.87	4.35	4.21	4.12		4.00	
		4.2 YD3	SC-02	4.20	4.13	4.04	4.49	4.57	4.48	4.32		4.00	
		4.2 YD3	SC-03	4.89	4.65	4.67	4.66	4.29	4.14	4.55		4.00	
		4.2 YD3	SC-06	4.60	4.30	4.45	4.68	4.77	4.20	4.50		4.00	
		4.2 YD3	SC-07		4.01	4.37	4.70	3.74	3.68	4.10		4.00	
		2 YD3	SC-04	3.12	2.05	4.01	4.49			3.42		2.50	
	DUMPER	2 YD3	SC-05	1.97	1.92	1.69	2.73	2.28	2.09	2.11		2.50	
		15 TM	DU-01	2.27	2.12	2.39	2.32	2.40	2.32	2.30		4.00	
	TALADROS LARGOS			MU-01	0.11	0.21	0.79	0.45	0.62		0.44		0.25
				MU-02	0.16	0.24		0.16	0.43		0.25		0.25
			RP-01	0.28	0.41		0.92	0.54		0.54		0.25	
			RP-02					0.54		0.54		0.25	
CORIMAYO	SCOOPTRAM	1.5 YD3	SCA-08	0.89	0.75	0.97	0.33	0.55	0.86	0.72		2.00	
		1.5 YD3	SCA-09	2.07						2.07		2.00	
		2.2 YD3	SCA-07	2.82	2.45	2.38	2.45	2.24	2.20	2.42		2.50	
		2.2 YD3	SCA-04	2.52	2.27	2.17	2.20	2.08	2.13	2.23		2.50	
		2.2 YD3	SCA-05	2.25	2.37	2.26	2.27	1.97	2.33	2.24		2.50	
		4.2 YD3	SCA-01	3.33					3.44	3.38		4.00	
		4.2 YD3	SCA-03	4.00					4.29	4.14		4.00	
	JUMBO FRONTONERO	14 FT	JUM-01	1.69						1.69		1.00	
	MUKI	10 FT	JUM-04	0.69	1.03		0.63	0.13		0.62		1.00	
		10 FT	JUM-03	0.08	0.03				0.10	0.07		1.00	
VOLQUETE	20 TM	CV-07	0.13	2.88	3.16				2.06		4.00		
	20 TM	CV-06	0.50	3.13	2.87				2.17		4.00		
RYD	SCOOPTRAM	2.5 YD3	SC-2.5	3.39	2.95	2.99	18.94	9.35	3.71	6.89		4.00	
		3.5 YD3	SC-3.5	2.84	3.45	3.05	2.66	0.79	3.89	2.78		3.50	
		3.5 YD3	SCR-04			3.80	2.22	2.96	3.49	3.12		3.00	
	DUMPER	12 TM	DU-02	5.87	2.42	2.80	2.67	2.88	3.61	3.37		4.00	

EMPRESA	TIPO DE EQUIPO	CAPACIDAD	COD. EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	Resultado	OBJETIVO		
MCEISA	SCOOPTRAM	2.2 YD3	SC-21			1.77	2.27	2.42	2.42	2.22		2.50	
		2.2 YD3	SC-26	2.26	2.13	2.54	2.04	2.25	3.14	2.39		2.50	
		2.2 YD3	SC-28	2.13	2.86	1.91	4.28	3.64	2.88	2.95		2.50	
		2.2 YD3	SC-33	2.91	2.17	2.97				2.68		2.50	
		2.2 YD3	SC-35	14.00	0.76	2.31	1.01	1.16	1.15	3.40		2.50	
		2.2 YD3	SC-36	0.86	1.24	1.70	1.02	1.04	1.28	1.19		2.50	
		4.2 YD3	SC-22	5.78	5.41	5.49	4.55	4.68	4.70	5.10		4.00	
		4.2 YD3	SC-25	5.08	5.20	4.21	4.09	3.55	4.45	4.43		4.00	
		4.2 YD3	SC-30	5.55	5.43	4.74	4.92	4.39	4.79	4.97		4.00	
		4.1 YD3	SC-34	4.20	4.75	4.53	0.78	3.76	4.00	3.67		4.00	
	4.1 YD3	SC-37			3.45				5.27	4.36		4.00	
	JUMBO FRONTONERO	10 FT	JU-19	0.46	0.20	0.20	0.21	0.23		0.26		1.00	
		12 FT	JU-17	0.43	0.49	0.86	0.85	0.70	0.40	0.62		1.00	
		12 FT	JU-20									1.00	
	MUKI	10 FT	JU-13	0.22	0.23		0.26	0.34		0.26		1.00	
		10 FT	JU-18	0.25	0.13		0.08	0.36	0.09	0.18		1.00	
	VOLQUETE	20 TM	V-01	2.68	2.89	2.57	3.83	3.43	3.84	3.21		4.00	
		20 TM	V-02	3.44	3.48	2.98	4.01	2.65	3.16	3.29		4.00	
		20 TM	V-03						2.86			4.00	
		20 TM	V-04	3.04	2.55	3.18	1.64	3.15	3.06	2.77		4.00	
		20 TM	V-05	2.75	3.04	2.78	3.80	2.72	2.03	2.85		4.00	
		20 TM	V-06	3.82	2.66	2.76	3.07	4.84	2.89	3.34		4.00	
		20 TM	V-07	3.27	2.77	2.74	2.85	2.93	3.38	2.99		4.00	
		20 TM	V-08	3.43	2.74	3.01	2.91	2.82	3.09	3.00		4.00	
	20 TM	V-10	3.31	2.81	2.83	2.85		3.01	2.96		4.00		
	ECCOGESA	SCOOPTRAM	0.75 YD3	SCE-03	0.63	1.88	1.17			1.16	1.21		1.50
			1.5 YD3	SCE-05	2.38	1.61	1.61	1.81	1.32	1.43	1.69		2.00
			4.2 YD3	SCE-08	4.28	4.30	4.09	4.89	3.40	3.34	4.05		4.00
0.75 YD3			SCE-09		0.03	0.19	0.06	0.75	1.07	0.42		1.50	
1.8 YD3			SCE-10	1.27	1.35	1.47	1.76	1.71	1.37	1.49		1.50	
JUMBO FRONTONERO		14 FT	DD-310	0.21	0.90	3.14				1.42		1.00	
PROMEDIO										2.54		2.75	

Las mayores diferencias de consumo de combustible, se relaciona a equipos de carguío y equipos de perforación siendo los resultados: KOLPA con un excedente en equipos de carguío fueron de 0.30 gal/h y en equipos de perforación en 0.19 gal/h; RYD con un excedente en equipos de carguío fueron de 0.76 gal/h, MCEISA con un excedente en equipos de carguío fueron de 0.22 gal/h y ECCOGESA con un excedente en equipos de perforación fueron de 0.42 gal/h.

Tabla 13. Consumo de combustible en equipos de carguío, acarreo y perforación programado y ejecutado, periodo enero a junio del 2021

CONSUMO COMBUSTIBLE (GL/HR)									
EMPRESA	CONSUMO COMBUSTIBLE EJECUTADO			CONSUMO COMBUSTIBLE PROGRAMADO			DIFERENCIA CONSUMO COMBUSTIBLE		
	CARGUÍO	ACARREO	PERFORACIÓN	CARGUÍO	ACARREO	PERFORACIÓN	CARGUÍO	ACARREO	PERFORACIÓN
KOLPA	3.87	2.30	0.44	3.57	4.00	0.25	-0.30	1.70	-0.19
CORIMAYO	2.46	2.11	0.79	2.79	4.00	1.00	0.33	1.89	0.21
RYD	4.26	3.37	-	3.50	4.00	-	-0.76	0.63	-
MCEISA	3.40	3.05	0.33	3.18	4.00	1.00	-0.22	0.95	0.67
ECCOGESA	1.77	-	1.42	2.10	-	1.00	0.33	-	-0.42
PROMEDIO	3.15	2.71	0.75	3.03	4.00	0.81	-0.13	1.29	0.07

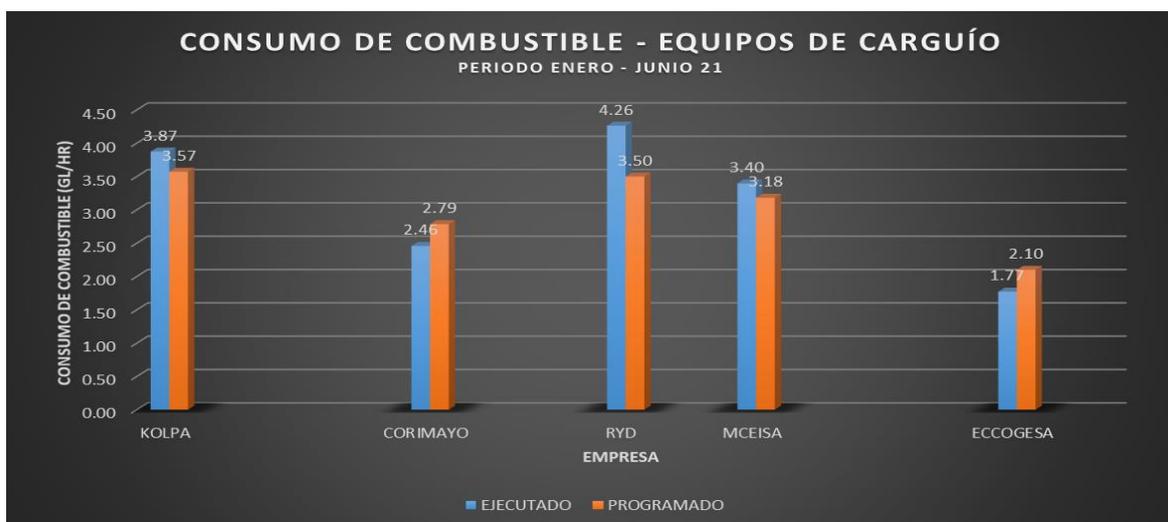


Figura 11. Consumo de combustible, equipos de carguío programado y ejecutado, periodo enero – junio 2021

Tomado del Departamento de Planeamiento

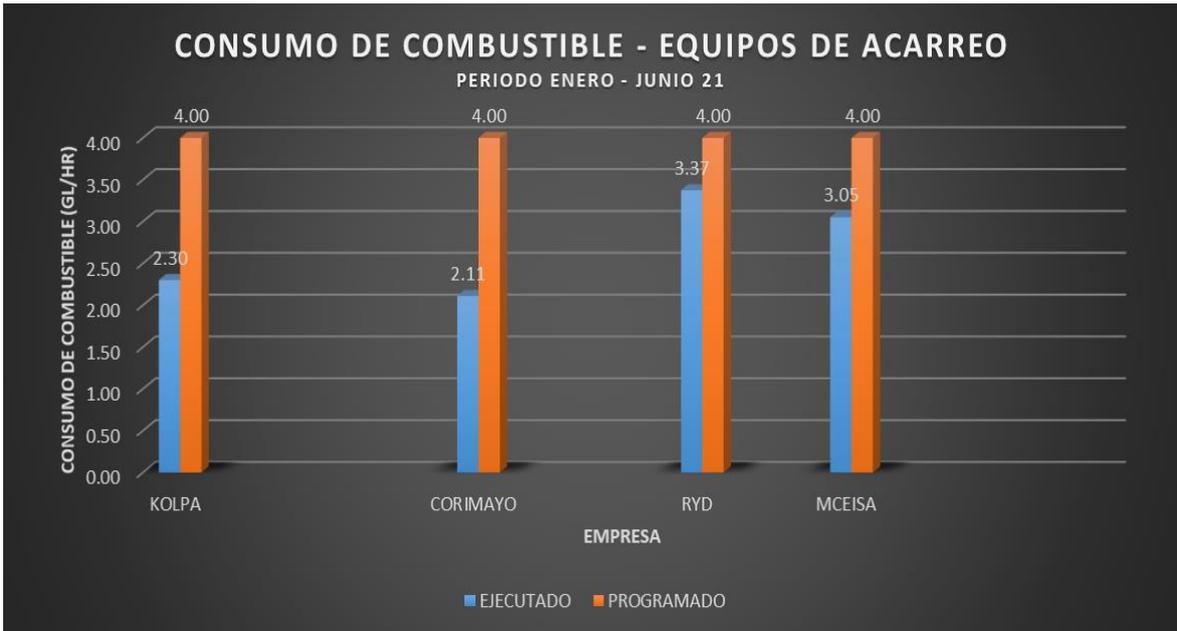


Figura 12. Consumo de combustible, equipos de acarreo programado y ejecutado, periodo enero – junio 2021
Tomado del Departamento de Planeamiento

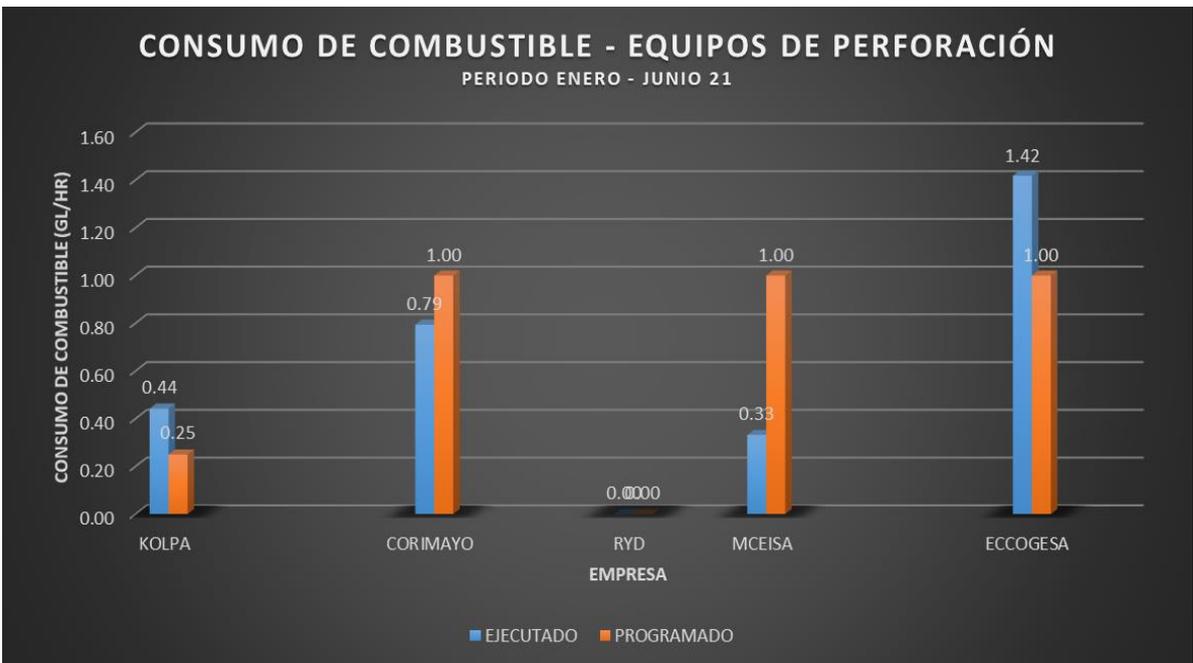


Figura 13. Consumo de combustible, equipos de perforación programado y ejecutado, periodo enero – junio 2021
Tomado del Departamento de Planeamiento

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método y alcances de la investigación

3.1.1. Método de la investigación

El tipo de investigación es aplicada con un nivel explicativo, donde se busca la mejora del rendimiento de los equipos de carguío y acarreo en la unidad minera Huachocolpa Uno.

El método a desarrollar es inductivo - deductivo, donde se inicia de casos particulares a generales para ser analizadas e interpretadas, donde el resultado es la mejora de la productividad.

a) Método general

El método aplicado en la investigación es inductivo – deductivo, donde se observa e investiga los diferentes parámetros operacionales asociados a las actividades de carguío y acarreo de mineral. El análisis de las variables operacionales, ayudarán a entender la gestión de equipos de carguío y acarreo y su consecuente optimización en la unidad mMinera Huachocolpa Uno.

b) Métodos específicos

En los métodos específicos se describe la forma o procedimiento de recolección de datos, donde se puede analizar los diferentes indicadores operacionales, donde se considera:

- ✓ **Recopilación de informes anteriores.** Se obtuvo y describió los informes anteriores de las áreas operativas asociada a los parámetros geológicos, parámetros geomecánicos, parámetros operacionales del área de mina, planta y planeamiento.
- ✓ **Trabajo de campo.** Se observará y analizará el trabajo de campo, con observaciones de mapeo, monitoreo, análisis de variables de rendimiento de equipos como disponibilidad y utilización de la unidad minera Huachocolpa Uno.
- ✓ **Trabajo de gabinete.** Se analizará e interpretará las variables operacionales de equipos de carguío y acarreo.
- ✓ **Resultados.** Se expondrá los diferentes resultados en equipos de carguío y acarreo de mineral de la unidad minera Huachocolpa Uno.

3.1.2. Alcances de la investigación

3.2. Diseño de la investigación

El diseño de investigación consistirá en analizar los indicadores de productividad en equipos de carguío y acarreo que influyen en la mejora del rendimiento operacional y reducción de costos en la unidad minera Huachocolpa Uno. Se desarrollará en un periodo de 03 meses y luego se analizarán para la obtención de resultados.

3.2.1. Tipo de diseño de investigación

El tipo de diseño de investigación es aplicada donde se usa las teorías y conocimientos que se usan en las investigaciones básicas, donde su aplicación depende de los resultados que se obtendrán. Se fundamentará en las ciencias básicas como la geología, geomecánica, mina, etc.

GNO: 01 (T1, T2, T3, T4)

02 (T1, T2, T3, T4)

GNO: 01 y 02

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población pertenece a la unidad minera Huachocolpa Uno de Compañía Minera Kolpa S.A., de las diferentes labores de producción.

3.3.2. Muestra

Pertenece los diferentes puntos de carguío y descarga de la unidad minera Huachocolpa Uno.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas utilizadas en la recolección de datos

- ✓ Recopilación de información
- ✓ Observación
- ✓ Información de datos de campo
- ✓ Información del área de mantenimiento

3.4.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos

- ✓ Información de internet
- ✓ Plantillas de Excel
- ✓ Laptop
- ✓ Libros
- ✓ Otros

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

La presente tesis analiza los indicadores de productividad de equipos de carguío y acarreo para la mejora del rendimiento operacional y por ende la reducción de costos operacionales en Compañía Minera Kolpa S.A.

4.1.1. Cálculos previos al análisis de indicadores de productividad en equipos de carguío y acarreo

El análisis de los indicadores de productividad en equipos de carguío y acarreo en la Compañía Minera Kolpa, asociada a las empresas contratistas que desarrollan estas actividades y asociarla a las realizada por compañía en las mismas actividades. Las empresas asociadas son: Kolpa (compañía), Corimayo, RYD, MCEISA y ECCOGESA (contratistas).

Las diferentes variables a analizar son la disponibilidad, utilización, rendimiento y consumo de combustible en equipos de carguío, acarreo y perforación asociados a las distintas empresas contratistas y de compañía, durante el periodo enero a junio del 2021. Posteriormente, analizarán los indicadores de rendimiento de equipos de carguío, acarreo y perforación en la empresa Kolpa, el cual permitirá generar programas de optimización y reducción de costos.

a) Indicadores de productividad en equipos de carguío por empresa

Tabla 14. Disponibilidad de equipos de cargaío, periodo enero a junio del 2021

DISPONIBILIDAD												
EMPRESA	TIPO EQUIPO	CAPACIDAD	CÓD. EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	RESULTADO PRIMER SEMESTRE	OBJETIVO	
KOLPA	SCOOPTRAM	4.2 YD3	SC-01	62%	73%	52%	80%	69%	72%	68%	●	85%
		4.2 YD3	SC-02	80%	70%	78%	82%	72%	71%	75%	●	85%
		4.2 YD3	SC-03	84%	82%	80%	74%	79%	67%	78%	●	85%
		4.2 YD3	SC-06	89%	86%	59%	55%	80%	82%	75%	●	85%
		4.2 YD3	SC-07		67%	77%	67%	64%	72%	69%	●	85%
		2 YD3	SC-04	27%	70%	12%	17%			31%	●	85%
		2 YD3	SC-05	73%	68%	69%	72%	44%	80%	68%	●	85%
CORIMAYO	SCOOPTRAM	1.5 YD3	SCA-08	58%	85%	86%	80%	74%	84%	78%	●	85%
		1.5 YD3	SCA-09	16%						16%	●	85%
		2.2 YD3	SCA-07	62%	89%	41%	81%	81%	85%	73%	●	85%
		2.2 YD3	SCA-04	76%	65%	77%	78%	72%	41%	68%	●	85%
		2.2 YD3	SCA-05	79%	84%	85%	85%	82%	82%	83%	●	85%
		4.2 YD3	SCA-01	87%	87%	87%	82%	80%	65%	81%	●	85%
		4.2 YD3	SCA-03	75%	84%	77%	80%	80%	83%	80%	●	85%
RYD	SCOOPTRAM	2.5 YD3	SC-2.5	72%	75%	54%	88%	74%	85%	75%	●	85%
		3.5 YD3	SC-3.5	51%	78%	42%	78%	78%	82%	68%	●	85%
		3.5 YD3	SCR-3.5			79%	83%	76%	84%	81%	●	85%
MCEISA	SCOOPTRAM	2.2 YD3	SC-21			65%	69%	72%	76%	70%	●	85%
		2.2 YD3	SC-26	72%	85%	67%	66%	45%	27%	61%	●	85%
		2.2 YD3	SC-28	80%	44%	52%	12%	10%	45%	40%	●	85%
		2.2 YD3	SC-33	77%	83%	75%				78%	●	85%
		2.2 YD3	SC-35	31%	66%	19%	37%	55%	74%	47%	●	85%
		2.2 YD3	SC-36	68%	67%	21%	45%	67%	68%	56%	●	85%
		4.2 YD3	SC-22	81%	41%	41%	70%	56%	50%	56%	●	85%
		4.2 YD3	SC-25	52%	70%	84%	86%	83%	79%	76%	●	85%
		4.2 YD3	SC-30	48%	36%	73%	78%	77%	25%	56%	●	85%
		4.1 YD3	SC-34	87%	62%	76%	48%	79%	82%	72%	●	85%
ECCOGESA	SCOOPTRAM	4.1 YD3	SC-37			38%	5%		60%	34%	●	85%
		0.75 YD3	SCE-03	77%	18%	41%	12%	0%	9%	26%	●	85%
		1.5 YD3	SCE-05	56%	43%	64%	28%	46%	72%	52%	●	85%
		4.2 YD3	SCE-08	90%	88%	85%	54%	72%	72%	77%	●	85%
		0.75 YD3	SCE-09		73%	73%	83%	80%	83%	78%	●	85%
		1.8 YD3	SCE-10	64%	81%	42%	73%	67%	66%	65%	●	85%
PROMEDIO										64%	●	85%

Tabla 15. Utilización de equipos de carga, periodo enero a junio del 2021

UTILIZACIÓN												
EMPRESA	TIPO EQUIPO	CAPACIDAD	CÓD. EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	RESULTADO PRIMER SEMESTRE	OBJETIVO	
KOLPA	SCOOPTRAM	4.2 YD3	SC-01	61%	68%	65%	65%	66%	70%	66%	●	85%
		4.2 YD3	SC-02	69%	59%	68%	61%	68%	72%	66%	●	85%
		4.2 YD3	SC-03	68%	71%	65%	62%	65%	67%	66%	●	85%
		4.2 YD3	SC-06	63%	72%	60%	64%	73%	72%	67%	●	85%
		4.2 YD3	SC-07		64%	62%	66%	65%	73%	66%	●	85%
		2 YD3	SC-04	56%	62%	39%	56%		0%	43%	●	85%
CORIMAYO	SCOOPTRAM	2 YD3	SC-05	68%	68%	66%	64%	58%	65%	65%	●	85%
		1.5 YD3	SCA-08	26%	25%	46%	54%	55%	56%	44%	●	85%
		1.5 YD3	SCA-09	39%						39%	●	85%
		2.2 YD3	SCA-07	70%	71%	60%	72%	73%	69%	69%	●	85%
		2.2 YD3	SCA-04	61%	57%	53%	62%	62%	57%	59%	●	85%
		2.2 YD3	SCA-05	49%	58%	60%	59%	64%	53%	57%	●	85%
RYD	SCOOPTRAM	4.2 YD3	SCA-01	65%	61%	67%	65%	66%	52%	63%	●	85%
		4.2 YD3	SCA-03	74%	60%	66%	66%	60%	57%	64%	●	85%
		2.5 YD3	SC-2.5	51%	36%	53%	2%	22%	15%	30%	●	85%
		3.5 YD3	SC-3.5	55%	57%	49%	54%	71%	62%	58%	●	85%
		3.5 YD3	SCR-04			57%	61%	70%	59%	62%	●	85%
		2.2 YD3	SC-21			55%	57%	67%	57%	59%	●	85%
MCEISA	SCOOPTRAM	2.2 YD3	SC-26	55%	59%	59%	70%	76%	36%	59%	●	85%
		2.2 YD3	SC-28	64%	51%	72%	46%	44%	48%	54%	●	85%
		2.2 YD3	SC-33	35%	48%	50%				44%	●	85%
		2.2 YD3	SC-35	2%	36%	44%	27%	46%	40%	32%	●	85%
		2.2 YD3	SC-36	28%	32%	37%	60%	32%	23%	35%	●	85%
		4.2 YD3	SC-22	52%	48%	62%	72%	54%	61%	58%	●	85%
		4.2 YD3	SC-25	51%	56%	67%	71%	67%	68%	63%	●	85%
		4.2 YD3	SC-30	37%	59%	70%	75%	80%	70%	65%	●	85%
		4.1 YD3	SC-34	71%	68%	76%	75%	81%	83%	75%	●	85%
		4.1 YD3	SC-37			51%	0%		65%	39%	●	85%
ECCOGESA	SCOOPTRAM	0.75 YD3	SCE-03	31%	30%	44%	3%	0%	44%	25%	●	85%
		1.5 YD3	SCE-05	34%	44%	56%	50%	63%	58%	51%	●	85%
		4.2 YD3	SCE-08	62%	59%	63%	50%	64%	73%	62%	●	85%
		0.75 YD3	SCE-09		48%	59%	57%	64%	65%	59%	●	85%
		1.8 YD3	SCE-10	54%	54%	51%	61%	61%	60%	57%	●	85%
PROMEDIO										55%	●	85%

- ✓ Disponibilidad y utilización de equipos de carguío

Tabla 16. Promedio de disponibilidad de equipos de carguío, periodo enero a junio del 2021

PROMEDIO DISPONIBILIDAD - CARGUÍO			
EMPRESA	REAL	OBJETIVO	DIFERENCIA
KOLPA	66%	85%	-18.63%
CORIMAYO	68%	85%	-16.56%
RYD	75%	85%	-10.38%
MCEISA	59%	85%	-26.14%
ECCOGESA	60%	85%	-25.35%
PROMEDIO	66%	85%	-19.41%

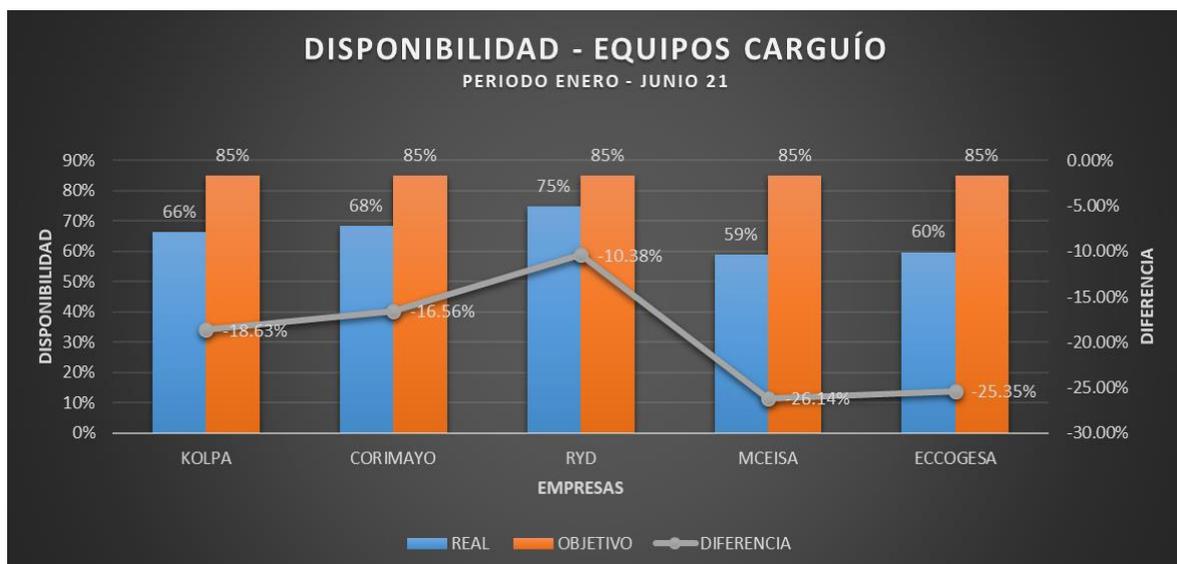


Figura 14. Disponibilidad de equipos de carguío, ejecutado y objetivo, periodo enero a junio del 2021

La disponibilidad de los equipos de carguío durante el periodo enero a junio tiene un promedio real del 66 %, siendo el objetivo para este mismo periodo del 85 %, considerando una diferencia del 19.41 % de déficit. Esta diferencia entre el objetivo y lo real considera a la empresa MCEISA con un déficit del 26.14 % generando menor rendimiento en sus equipos de carguío, producto de mayor tiempo en el área de mantenimiento. Este mayor déficit también está asociado a los equipos de compañía Kolpa con un déficit del 18.63 %, los cuales serán analizados en detalles en párrafos posteriores para determinar las actividades que inciden en forma directa al rendimiento de los equipos de carguío.

Tabla 17. Promedio de la Utilización de equipos de carguío, periodo enero a junio del 2021

PROMEDIO UTILIZACIÓN - CARGUÍO			
EMPRESA	REAL	OBJETIVO	DIFERENCIA
KOLPA	63%	85%	-22.31%
CORIMAYO	56%	85%	-28.66%
RYD	50%	85%	-35.16%
MCEISA	53%	85%	-31.82%
ECCOGESA	51%	85%	-34.28%
PROMEDIO	55%	85%	-30.45%

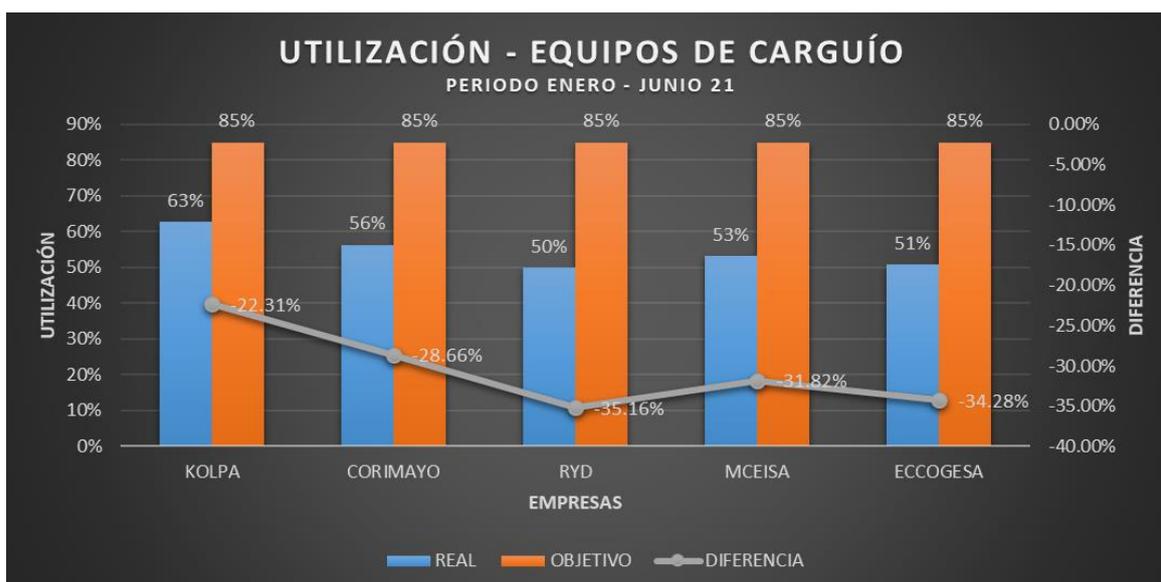


Figura 15. Utilización de equipos de carguío real y objetivo, periodo enero a junio del 2021

La utilización de los equipos de carguío durante el periodo enero a junio tiene un promedio real del 55 %, siendo el objetivo para este mismo periodo del 85 %, considerando una diferencia del 30.45 % de déficit. Esta diferencia entre el objetivo y lo real considera a la empresa RYD con un déficit del 35.16 % genera menor rendimiento en los equipos de carguío, producto de menores frentes de operación.

Este mayor déficit también está asociado a los equipos de compañía Kolpa con un déficit del 22.31 %, los cuales serán analizados en detalle en párrafos posteriores para determinar las actividades que inciden en forma directa al rendimiento de los equipos de carguío.

✓ Rendimiento de equipos de carguío

Tabla 18. Promedio del rendimiento de equipos de carguío, periodo enero a junio del 2021

PROMEDIO RENDIMIENTO - CARGUÍO			
EMPRESA	RENDIMIENTO (m ³ /hr)	DISPONIBILIDAD	UTILIZACIÓN
KOLPA	29.53	66%	63%
CORIMAYO	16.81	68%	56%
RYD	13.53	75%	50%
MCEISA	30.37	59%	53%
ECCOGESA	14.80	60%	51%
PROMEDIO	21.01	65.59%	54.55%

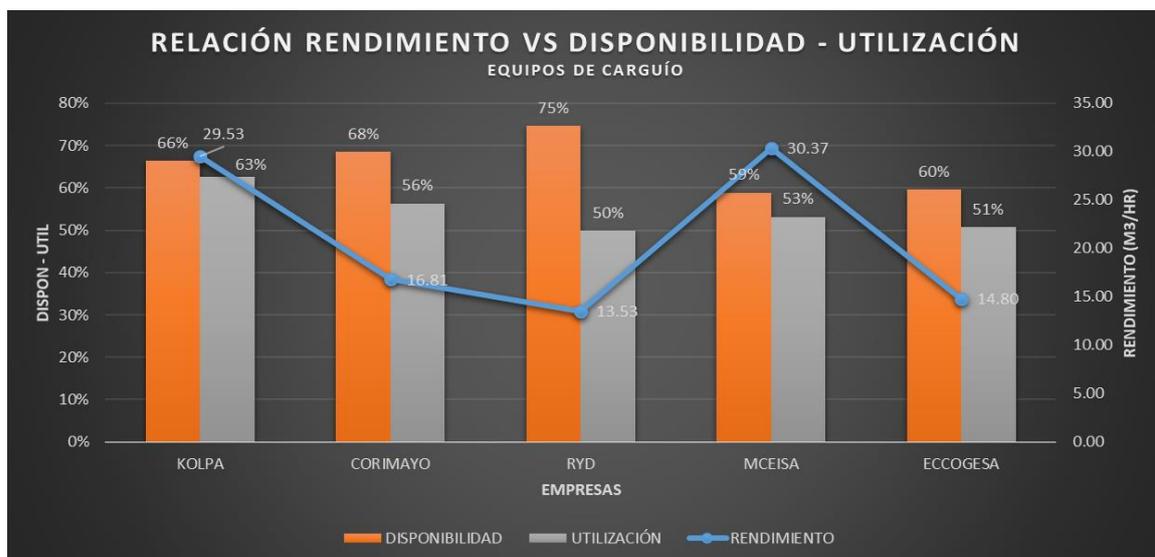


Figura 16. Rendimiento de equipos de carguío, periodo enero a junio del 2021

El rendimiento de los equipos de carguío durante el periodo enero a junio tiene un promedio real del 21.01 m³/h, donde la empresa que tiene mayor rendimiento es MCEISA con 30.37 m³/h y el de menor rendimiento la empresa RYD con 13.53 m³/h, asimismo el rendimiento en la compañía KOLPA es de 29.53 m³/h. Este menor rendimiento está asociado directamente al movimiento del material en los distintos frentes operacionales, por lo que la variable utilización incide directamente en la mejora del rendimiento.

✓ Consumo de combustible en equipos de carguío

Tabla 19. Promedio de consumo de combustible en equipos de carguío, periodo enero a junio del 2021

PROMEDIO CONSUMO DE COMBUSTIBLE - CARGUÍO			
EMPRESA	REAL (G/HR)	OBJETIVO	DIFERENCIA
KOLPA	3.61	3.57	0.04
CORIMAYO	2.46	2.79	-0.33
RYD	4.26	3.50	0.76
MCEISA	3.40	3.18	0.22
ECCOGESA	1.77	2.10	-0.33
PROMEDIO	3.10	3.03	0.07

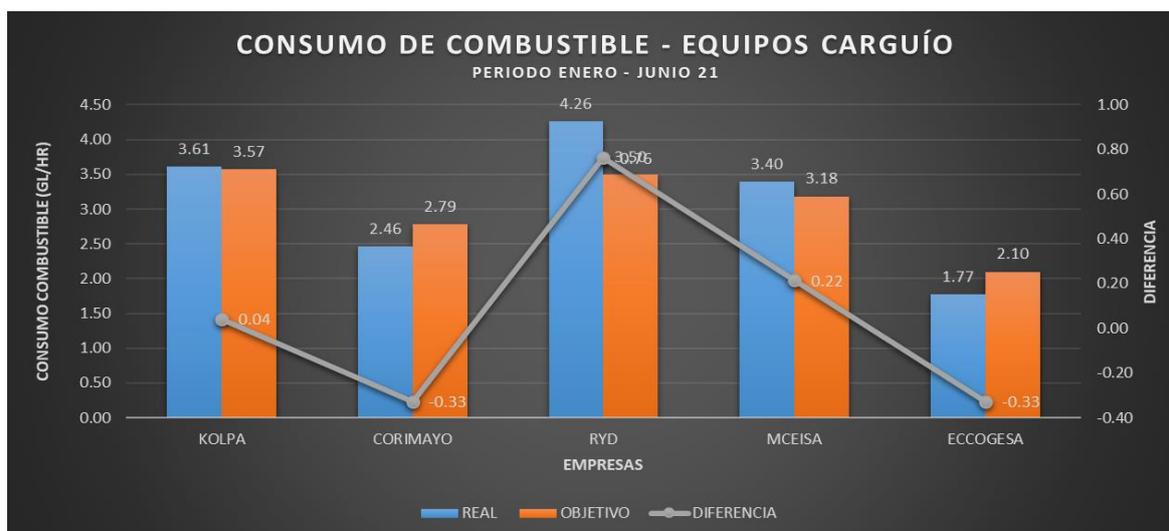


Figura 17. Consumo de combustible en equipos de carguío, periodo enero a junio del 2021

El consumo de combustible en los equipos de carguío durante el periodo enero a junio tiene un promedio real del 3.10 gal/h, donde el objetivo es de 3.03 gal/h, con un excedente de 0.07 gal/h. La empresa que tiene mayor consumo de combustible es RYD con 4.26 gal/h considerando un objetivo de 3.50 gal/h y un excedente de 0.76 gal/h. La empresa que tiene menor consumo de combustible es ECCOGESA con 1.77 gal/h considerando un objetivo de 2.10 gal/h y un ahorro de 0.33 gal/h. El consumo real de la compañía KOLPA es de 3.61 gal/h, siendo el objetivo de 3.57 gal/h, generando un consumo excedente de 0.04 gal/h. Este mayor consumo de combustible está asociado directamente a las actividades operacionales y disponibilidad en equipos de carguío.

b) Indicadores de productividad en equipos de acarreo por empresa

Tabla 20. Disponibilidad de equipos de acarreo, periodo enero a junio del 2021

DISPONIBILIDAD												
EMPRESA	TIPO EQUIPO	CAPACIDAD	CÓD. EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	RESULTADO PRIMER SEMESTRE	OBJETIVO	
KOLPA	DUMPER	15 TM	DU-01	73%	86%	81%	70%	80%	79%	78%		85%
CORIMAYO	VOLQUETE	25 TM	CV-07	84%	84%	83%				84%		85%
		25 TM	CV-06	88%	86%	87%				87%		85%
RYD	DUMPER	12 TM	DU-02	35%	89%	69%	61%	71%	80%	68%		85%
MCEISA	VOLQUETE	20 TM	V-01	79%	68%	75%	72%	75%	55%	71%		85%
		20 TM	V-02	75%	65%	75%	57%	62%	75%	68%		85%
		20 TM	V-03				89%	79%	76%	81%		85%
		20 TM	V-04	64%	26%	72%	74%	77%	74%	64%		85%
		20 TM	V-05	77%	76%	60%	58%	76%	61%	68%		85%
		20 TM	V-06	65%	78%	71%	68%	35%	59%	63%		85%
		20 TM	V-07	65%	71%	80%	81%	76%	68%	74%		85%
		20 TM	V-08	78%	83%	76%	77%	73%	75%	77%		85%
		20 TM	V-10	70%	72%	62%	47%	79%	82%	69%		85%
		PROMEDIO										73%
UTILIZACIÓN												
EMPRESA	TIPO EQUIPO	CAPACIDAD	CÓD. EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	RESULTADO PRIMER SEMESTRE	OBJETIVO	
KOLPA	DUMPER	15 TM	DU-01	43%	57%	60%	60%	69%	68%	59%		85%
CORIMAYO	VOLQUETE	25 TM	CV-07	81%	81%	91%				84%		85%
		25 TM	CV-06	67%	84%	88%				80%		85%
RYD	DUMPER	12 TM	DU-02	49%	56%	52%	61%	70%	58%	58%		85%
MCEISA	VOLQUETE	20 TM	V-01	85%	86%	83%	86%	89%	84%	86%		85%
		20 TM	V-02	77%	77%	79%	90%	89%	82%	82%		85%
		20 TM	V-03				88%	91%	88%	89%		85%
		20 TM	V-04	90%	75%	89%	90%	87%	80%	85%		85%
		20 TM	V-05	77%	78%	76%	87%	95%	88%	84%		85%
		20 TM	V-06	38%	78%	76%	86%	67%	77%	70%		85%
		20 TM	V-07	64%	83%	0%	87%	88%	86%	68%		85%
		20 TM	V-08	72%	90%	83%	90%	90%	82%	84%		85%
		20 TM	V-10	45%	69%	62%	76%	88%	90%	71%		85%
		PROMEDIO										77%

- ✓ Disponibilidad y utilización de equipos de acarreo

Tabla 21. Promedio de disponibilidad de equipos de acarreo, periodo enero a junio del 2021

PROMEDIO DISPONIBILIDAD - ACARREO			
EMPRESA	REAL	OBJETIVO	DIFERENCIA
KOLPA	78%	85%	-6.76%
CORIMAYO	86%	85%	0.50%
RYD	68%	85%	-17.48%
MCEISA	70%	85%	-14.51%
PROMEDIO	75%	85%	-9.56%

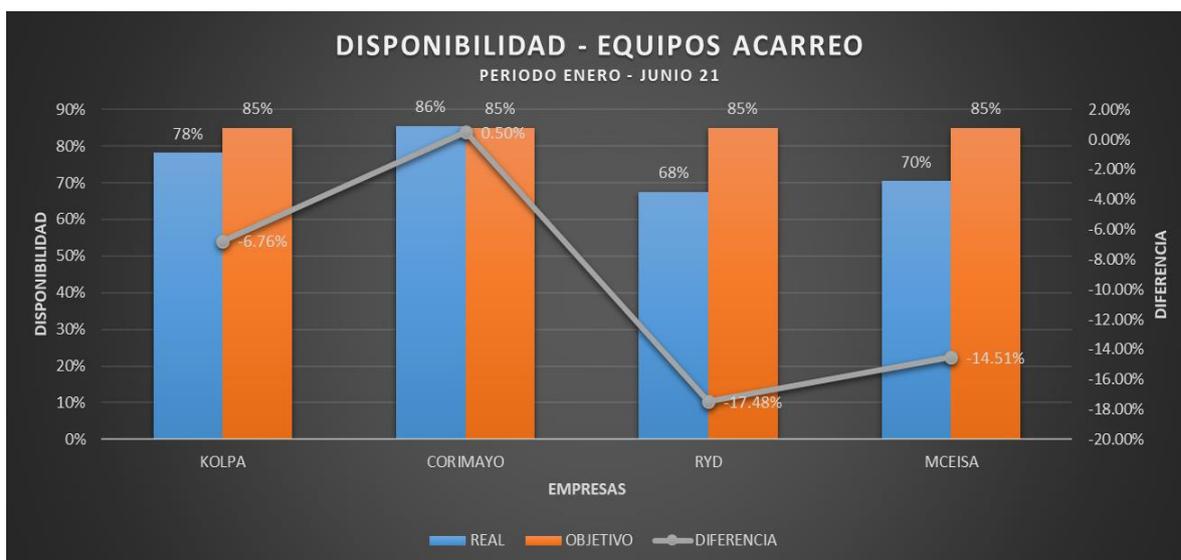


Figura 18: Disponibilidad de equipos de acarreo real y objetivo, periodo enero a junio del 2021

La disponibilidad de los equipos de acarreo durante el periodo enero a junio tiene un promedio real del 75 %, siendo el objetivo para este mismo periodo del 85 %, considerando una diferencia del 9.56 % de déficit. Esta diferencia entre el objetivo y lo real considera a la empresa RYD con un déficit del 17.48 % generando menor rendimiento en sus equipos de acarreo, producto de mayor tiempo en el área de mantenimiento. Este mayor déficit también está asociado a los equipos de compañía Kolpa con un déficit del 6.76 %, los cuales serán analizados en detalle en párrafos posteriores para determinar las actividades que inciden en forma directa al rendimiento de los equipos de acarreo.

Tabla 22. Promedio de la Utilización de equipos de carguío, periodo enero a junio del 2021

PROMEDIO UTILIZACIÓN - ACARREO			
EMPRESA	REAL	OBJETIVO	DIFERENCIA
KOLPA	59%	85%	-25.61%
CORIMAYO	82%	85%	-3.21%
RYD	58%	85%	-27.45%
MCEISA	80%	85%	-5.04%
PROMEDIO	70%	85%	-15%

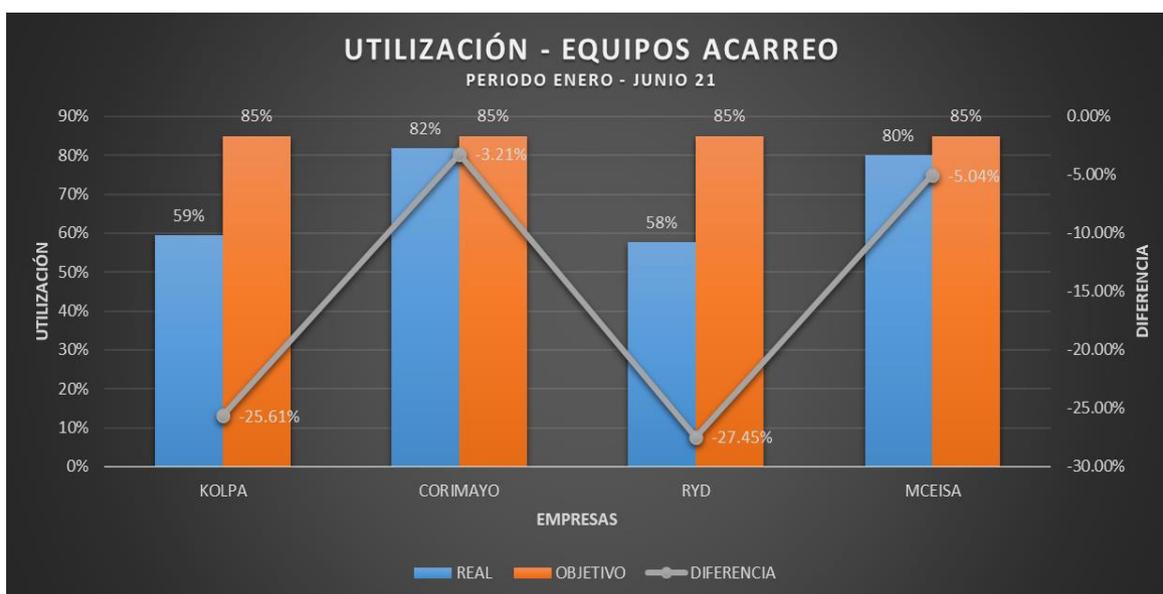


Figura 19: Utilización de equipos de acarreo real y objetivo, periodo enero a junio del 2021

La utilización de los equipos de acarreo durante el periodo enero a junio tiene un promedio real del 70 %, siendo el objetivo para este mismo periodo del 85 %, considerando un déficit del 15.00 % de déficit. Esta diferencia entre el objetivo y lo real considera a la empresa RYD con un déficit del 27.45 % generando menor rendimiento en sus equipos de acarreo, producto de menores frentes de operación y una mayor presencia en el área de mantenimiento. Este mayor déficit también está asociado a los equipos de compañía KOLPA con un déficit del 25.61 %, los cuales serán analizados en detalles en párrafos posteriores para determinar las actividades que inciden en forma directa al rendimiento de los equipos de acarreo.

✓ Rendimiento de equipos de acarreo

Tabla 23. Promedio del rendimiento de equipos de acarreo, periodo enero a junio del 2021

PROMEDIO RENDIMIENTO - ACARREO			
EMPRESA	RENDIMIENTO (m3/hr)	DISPONIBILIDAD	UTILIZACIÓN
KOLPA	54.63	78%	59%
CORIMAYO	4.86	86%	82%
RYD	12.75	68%	58%
MCEISA	12.67	70%	80%
PROMEDIO	21.23	75.44%	69.67%

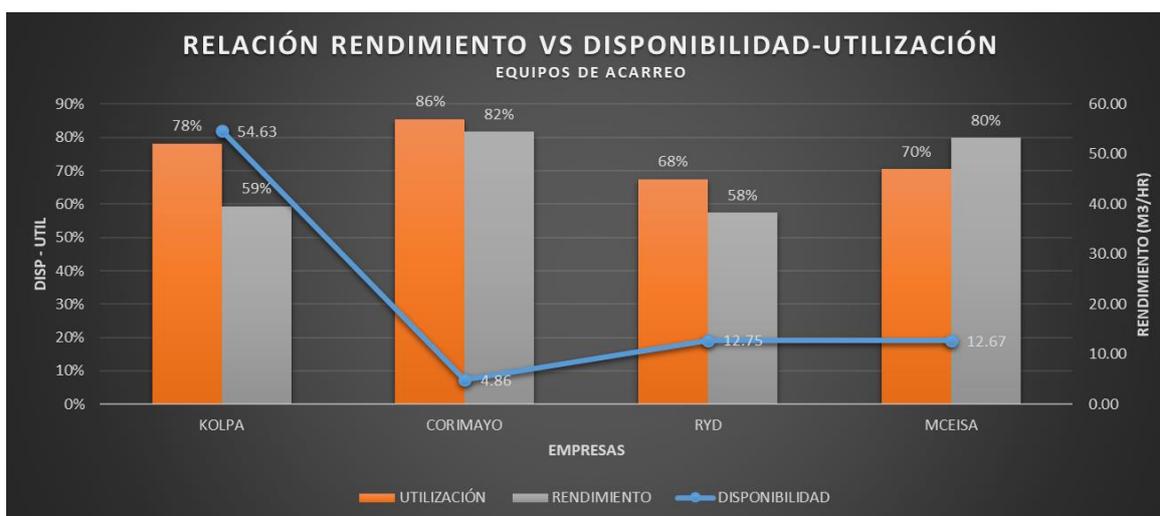


Figura 20. Rendimiento de equipos de acarreo, periodo enero a junio del 2021

El rendimiento de los equipos de acarreo durante el periodo enero a junio tiene un promedio real del 21.23 m³/h, donde la empresa que tiene mayor rendimiento es RYD con 12.75 m³/hr y el de menor rendimiento la empresa CORIMAYO con 4.86 m³/h, así mismo el rendimiento en la compañía Kolpa es de 54.63 m³/h. Este menor rendimiento está asociado directamente al movimiento del material en los distintos frentes operacionales, por lo que la variable utilización incide directamente en la mejora del rendimiento, como se observa en la empresa Corimayo dejando de operar en los meses de febrero a junio, generando menor uso en los diferentes frentes de operación.

✓ Consumo de combustible en equipos de carguío

Tabla 24. Promedio de consumo de combustible en equipos de acarreo, periodo enero a junio del 2021

PROMEDIO CONSUMO DE COMBUSTIBLE - ACARREO			
EMPRESA	REAL (G/HR)	OBJETIVO	DIFERENCIA
KOLPA	2.30	4.00	1.70
CORIMAYO	2.11	4.00	1.89
RYD	3.37	4.00	0.63
MCEISA	3.03	4.00	0.97
PROMEDIO	2.70	4.00	1.30

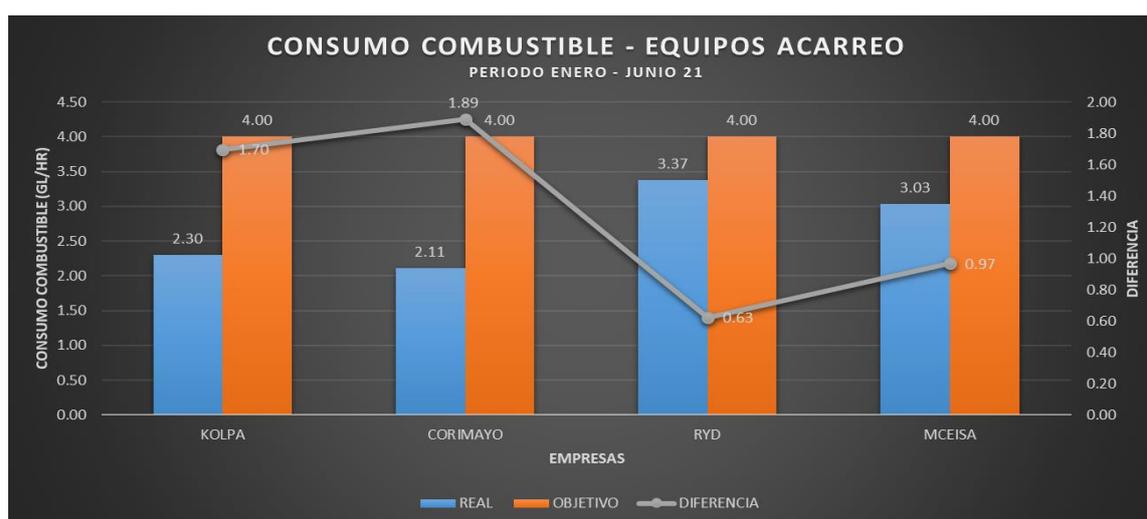


Figura 21. Consumo de combustible en equipos de acarreo, periodo enero a junio del 2021

El consumo de combustible en los equipos de acarreo durante el periodo enero a junio tiene un promedio real del 2.70 gal/h, donde el objetivo es de 4.00 gal/h, con un menor consumo de 1.30 gal/h. La empresa que tiene mayor consumo de combustible es RYD con 3.37 gal/h considerando un objetivo de 4.00 gal/h, generando un ahorro de 0.63 gal/h. La empresa que tiene menor consumo de combustible es CORIMAYO con 2.11 gal/h considerando un objetivo de 2.11 gal/h y un ahorro de 1.89 gal/h. El consumo real de la compañía KOLPA es de 2.30 gal/h, siendo el objetivo de 4.00 gal/h, generando un ahorro de 1.70 gal/h. El ahorro de consumo de combustible en equipos de acarreo, está asociado a un control adecuado del *payload*, cumplimiento de plan de producción, etc., asociado directamente a las actividades operacionales y disponibilidad de equipos de acarreo.

c) Indicadores de productividad en equipos de perforación por empresa

Tabla 25. Disponibilidad y utilización de equipos de perforación, periodo enero a junio del 2021

DISPONIBILIDAD												
EMPRESA	TIPO EQUIPO	CAPACIDAD	CÓD. EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	RESULTADO PRIMER SEMESTRE		OBJETIVO
KOLPA	TALADROS LARGOS		MU-01	78%	75%	51%	73%	73%	72%	70%	●	85%
			MU-02	77%	81%	65%	71%	76%	75%	74%	●	85%
			RP-01	82%	73%	74%	50%	76%	78%	72%	●	85%
			RP-02	40%	72%	72%	70%	57%	72%	64%	●	85%
CORIMAYO	JUMBO FRONTONERO	14 FT	JUM-01	37%						37%	●	85%
	MUKI	10 FT	JUM-04	34%	76%	5%	5%	10%	85%	36%	●	85%
		10 FT	JUM-03	86%	47%	81%	80%	79%	83%	76%	●	85%
MCEISA	JUMBO FRONTONERO	10 FT	JU-19	68%	71%	76%	80%	77%	74%	74%	●	85%
		12 FT	JU-17	78%	64%	51%	78%	68%	77%	69%	●	85%
		12 FT	JU-20			49%	5%			27%	●	85%
	MUKI	10 FT	JU-13	79%	31%	56%	71%	61%	64%	60%	●	85%
		10 FT	JU-18	70%	67%	46%	52%	19%	74%	54%	●	85%
ECCOGESA	JUMBO FRONTONERO	14 FT	DD-310	88%	90%	21%	5%	53%	60%	53%	●	85%
PROMEDIO										59%	●	85%
UTILIZACIÓN												
EMPRESA	TIPO EQUIPO	CAPACIDAD	CÓD. EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	RESULTADO PRIMER SEMESTRE		OBJETIVO
KOLPA	TALADROS LARGOS		MU-01	36%	55%	55%	36%	36%	37%	42%	●	85%
			MU-02	32%	33%	38%	28%	18%	29%	30%	●	85%
			RP-01	28%	40%	36%	33%	32%	38%	34%	●	85%
			RP-02	39%	48%	41%	39%	39%	41%	41%	●	85%
CORIMAYO	JUMBO FRONTONERO	14 FT	JUM-01	70%						70%	●	85%
	MUKI	10 FT	JUM-04	46%	58%	0%	0%	30%	36%	28%	●	85%
		10 FT	JUM-03	58%	56%	64%	55%	50%	45%	55%	●	85%
MCEISA	JUMBO FRONTONERO	10 FT	JU-19	40%	28%	55%	43%	43%	44%	42%	●	85%
		12 FT	JU-17	41%	54%	70%	44%	49%	48%	51%	●	85%
		12 FT	JU-20			58%	0%			29%	●	85%
	MUKI	10 FT	JU-13	54%	58%	64%	71%	70%	70%	65%	●	85%
		10 FT	JU-18	50%	54%	56%	54%	47%	63%	54%	●	85%
ECCOGESA	JUMBO FRONTONERO	14 FT	DD-310	24%	14%	18%	0%	63%	64%	30%	●	85%
PROMEDIO										44%	●	85%

- ✓ Disponibilidad y utilización de equipos de perforación

Tabla 26. Promedio de disponibilidad de equipos de perforación, periodo enero a junio del 2021

PROMEDIO DISPONIBILIDAD - PERFORACIÓN			
EMPRESA	REAL	OBJETIVO	DIFERENCIA
KOLPA	70%	85%	-14.90%
CORIMAYO	49%	85%	-35.58%
MCEISA	57%	85%	-27.89%
ECCOGESA	53%	85%	-32.33%
PROMEDIO	57%	85%	-27.67%

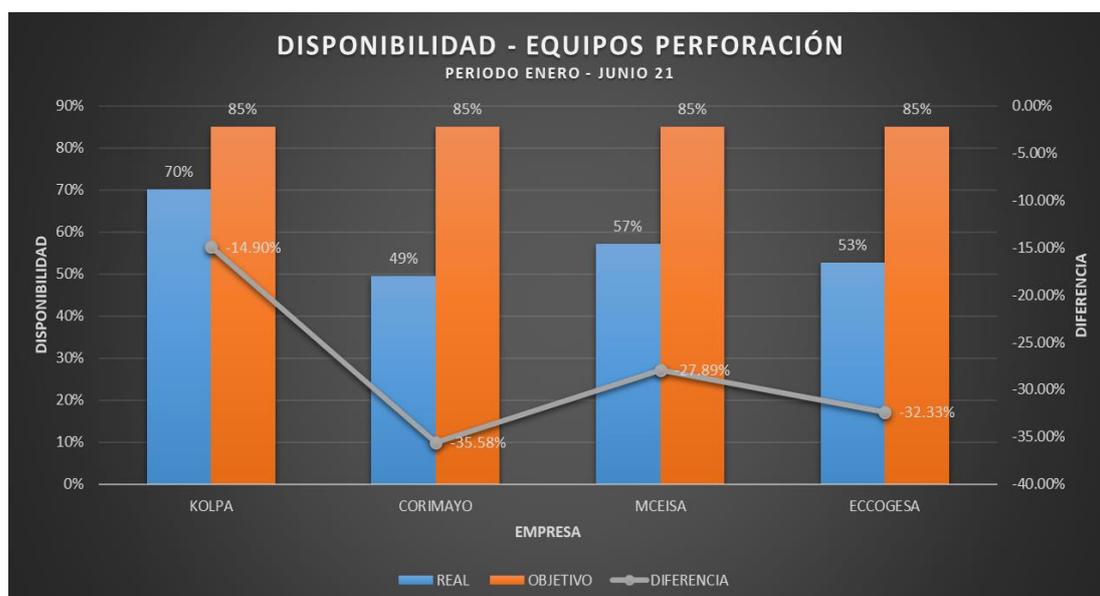


Figura 22. Disponibilidad de equipos de perforación real y objetivo, periodo enero a junio del 2021

La disponibilidad de los equipos de perforación durante el periodo enero a junio tiene un promedio real del 57 %, siendo el objetivo para este mismo periodo del 85%, considerando una diferencia del 27.67 % de déficit. Esta diferencia entre el objetivo y lo real considera a la empresa Corimayo con un déficit del 35.58 % generando menor rendimiento en sus equipos de perforación, producto de mayor tiempo en el área de mantenimiento. En el caso de la empresa Kolpa genera una disponibilidad real del 70 % y un objetivo del 85 %, con un déficit de 15 %, los cuales serán analizados en detalle en párrafos posteriores para determinar las actividades que inciden en forma directa al rendimiento de los equipos de perforación.

Tabla 26. Promedio de la Utilización de equipos de perforación, periodo enero a junio del 2021

PROMEDIO UTILIZACIÓN - PERFORACIÓN			
EMPRESA	REAL	OBJETIVO	DIFERENCIA
KOLPA	37%	85%	-48.09%
CORIMAYO	51%	85%	-33.82%
MCEISA	48%	85%	-36.83%
ECCOGESA	30%	85%	-54.63%
PROMEDIO	42%	85%	-43.35%

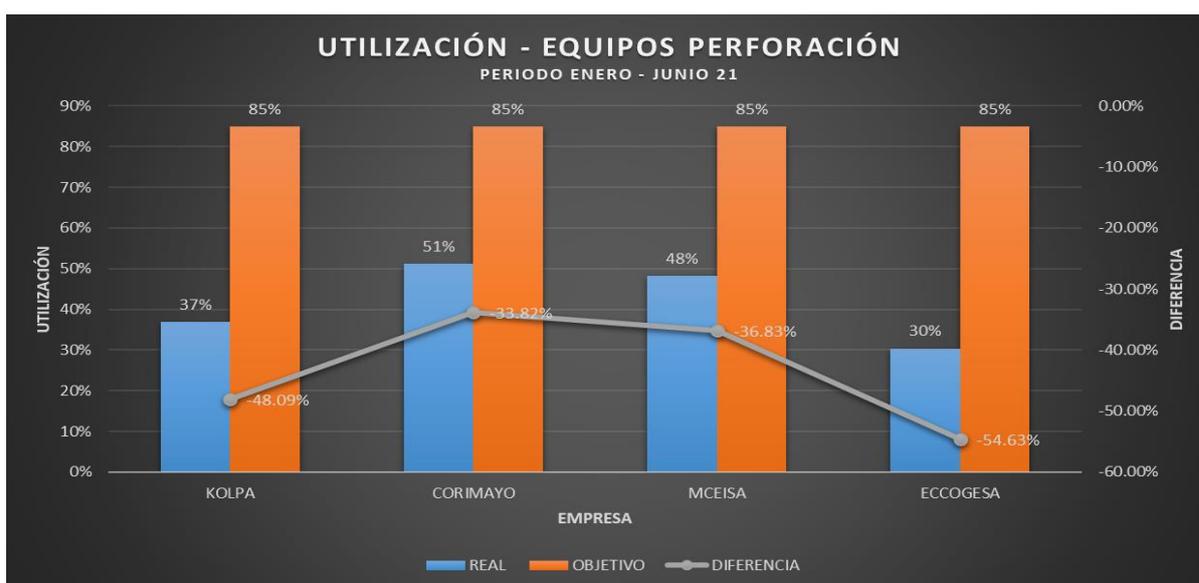


Figura 23. Utilización de equipos de perforación real y objetivo, periodo enero a junio del 2021

La utilización de los equipos de perforación durante el periodo enero a junio tiene un promedio real del 42 %, siendo el objetivo para este mismo periodo del 85 %, considerando un déficit del 43.35% de déficit. Esta diferencia entre el objetivo y lo real considera a la empresa ECCOGESA con un déficit del 54.63 % generando menor rendimiento en sus equipos de perforación, producto de menores frentes de operación y una mayor presencia en el área de mantenimiento. Este mayor déficit también está asociado a los equipos de compañía Kolpa con un déficit del 48.09 %, los cuales serán analizados en párrafos posteriores para determinar las actividades que inciden en forma directa al rendimiento de los equipos de perforación.

✓ Rendimiento de equipos de perforación

Tabla 27. Promedio del rendimiento de equipos de perforación, periodo enero a junio del 2021

PROMEDIO RENDIMIENTO - PERFORACIÓN			
EMPRESA	RENDIMIENTO (m-perf/hr)	DISPONIBILIDAD	UTILIZACIÓN
KOLPA	21.05	70%	37%
CORIMAYO	48.97	49%	51%
MCEISA	45.21	57%	48%
ECCOGESA	8.08	53%	30%
PROMEDIO	30.83	57.33%	41.65%

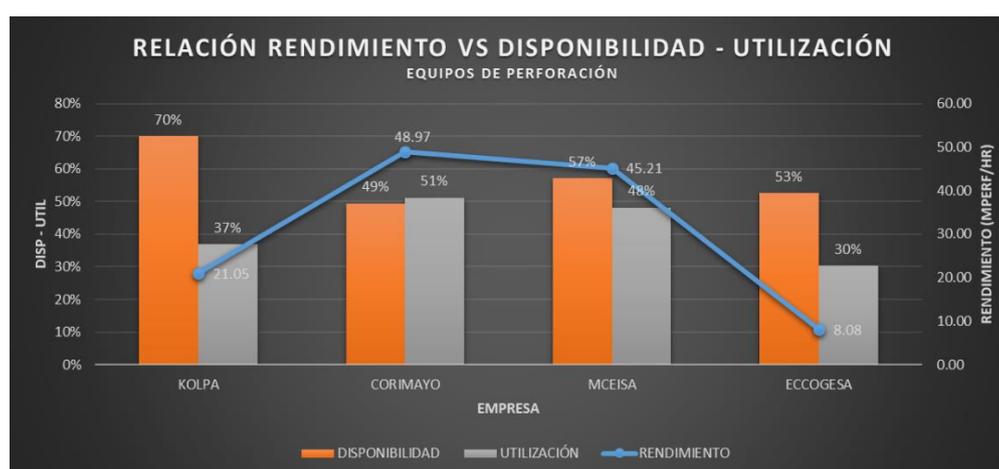


Figura 24. Rendimiento de equipos de perforación, periodo enero a junio del 2021

El rendimiento de los equipos de perforación durante el periodo enero a junio, tienen un promedio real del 30.83 m-perf/h, donde la empresa que tiene mayor rendimiento es Corimayo con 48.97 m-perf/h y el de menor rendimiento la empresa ECCOGESA con 8.08 m-perf/h, así mismo el rendimiento en la compañía Kolpa es de 21.05 m-perf/h. Este menor rendimiento está asociado directamente a las características del macizo rocoso, velocidad de perforación, factor de carga, etc. Así mismo, las variables de utilización y disponibilidad inciden directamente en el rendimiento de la perforación.

4.1.2. Análisis de los indicadores de productividad en equipos de carguío, acarreo y perforación en Kolpa

Para definir los criterios de disponibilidad en equipos de carguío, acarreo y perforación se basó en la metodología de Asarco, el cual permitió analizar los tiempos efectivos operacionales en cada área unitaria de operación.

El análisis está relacionado directamente a los equipos asociados a Kolpa (compañía), durante los periodos enero a marzo y de abril a junio, donde se verá la mejora del rendimiento de los equipos de carguío, acarreo y perforación.

a) Análisis de equipos de carguío - Kolpa

Los equipos de carguío analizados en el periodo enero a junio, son los *Scoops* de 4.2 yd³ con su codificación respectiva (SC-01, SC-02, SC-03, SC-06 y SC-07) y los *Scoops* de 2 yd³ con código (SC-04 y SC-05).

✓ Disponibilidad y utilización de equipos de carguío - Kolpa

La disponibilidad promedio de los equipos de carguío de 4.2 yd³ durante el periodo enero a junio fue del 73 %, siendo el objetivo (programado) para el mismo periodo de 85 %, generando un déficit del 12 %. Esta menor disponibilidad afecta directamente al cumplimiento de los planes de producción, ya que los equipos pasan mayor tiempo en el área de mantenimiento.

Asimismo, la disponibilidad de los equipos de carguío de 2 yd³ durante el periodo enero a junio fue del 50%, siendo el objetivo (programado) durante el mismo periodo de 85 %, generando un déficit del 35 %. En este caso hay que considerar que el *Scoop* SC-04 dejó de operar durante los meses de mayo y junio, considerando que el equipo tuvo una disponibilidad promedio del 31 % de enero a junio. Por lo que, el análisis de este equipo sugiere su reemplazo, ya que genera menores tiempos operacionales, y un costo elevado en mantenimiento.

La utilización de los equipos de carguío *scoop* de 4.2 yd³ durante el periodo enero a junio fue del 66 %, siendo el objetivo (programado) durante el mismo periodo de 85 %, generando un déficit del 19 %, en el caso de equipos de carguío *scoop* de 2 yd³ la utilización fue de 54 %, siendo el programado de 85 %, generando un déficit del 31 %, este mayor déficit fue principalmente por estar inoperativo en los meses de mayo y junio.

Tabla 28. Disponibilidad de equipos de carguío de 4,2 y 2 yd³ - Kolpa, periodo enero a junio del 2021

DISPONIBILIDAD

EMPRESA	TIPO EQUIPO	CAPACIDAD	CÓD. EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	PROMEDIO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PROMEDIO	RESULTADO PRIMER SEMESTRE	OBJETIVO	
KOLPA	SCOOPTRAM	4.2 YD3	SC-01	62%	73%	52%	63%	80%	69%	72%	74%	67%	●	85%
		4.2 YD3	SC-02	80%	70%	78%	76%	82%	72%	71%	75%	75%	●	85%
		4.2 YD3	SC-03	84%	82%	80%	82%	74%	79%	67%	73%	78%	●	85%
		4.2 YD3	SC-06	89%	86%	59%	78%	55%	80%	82%	72%	75%	●	85%
		4.2 YD3	SC-07		67%	77%	72%	67%	64%	72%	67%	70%	●	85%
		2 YD3	SC-04	27%	70%	12%	36%	17%			17%	32%	●	85%
		2 YD3	SC-05	73%	68%	69%	70%	72%	44%	80%	66%	68%	●	85%

UTILIZACIÓN

EMPRESA	TIPO EQUIPO	CAPACIDAD	CÓD. EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	PROMEDIO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PROMEDIO	RESULTADO PRIMER SEMESTRE	OBJETIVO		
KOLPA	SCOOPTRAM	4.2 YD3	SC-01	61%	68%	65%	65%	65%	66%	70%	67%	66%	●	85%	
		4.2 YD3	SC-02	69%	59%	68%	65%	61%	68%	72%	67%	66%	●	85%	
		4.2 YD3	SC-03	68%	71%	65%	68%	62%	65%	67%	65%	67%	67%	●	85%
		4.2 YD3	SC-06	63%	72%	60%	65%	64%	73%	72%	70%	67%	67%	●	85%
		4.2 YD3	SC-07	0%	64%	62%	42%	66%	65%	73%	68%	53%	53%	●	85%
		2 YD3	SC-04	56%	62%	39%	52%	56%	0%	0%	19%	38%	38%	●	85%
		2 YD3	SC-05	68%	68%	66%	67%	64%	58%	65%	62%	65%	65%	●	85%

- Análisis de la disponibilidad y utilización en equipos de carguío 4.2 y 2 yd³:

Tabla 29. Promedio de la disponibilidad de equipos de carguío – Kolpa, periodo enero a junio del 2021

DISPONIBILIDAD - CARGUÍO				
EQUIPO	PERIODO	PROMEDIO	PERIODO	PROMEDIO
SCOOPS 4.2 yd3	En - marz	74%	Abr - jun	72%
SCOOPS 2 yd3	En - marz	53%	Abr - jun	41%

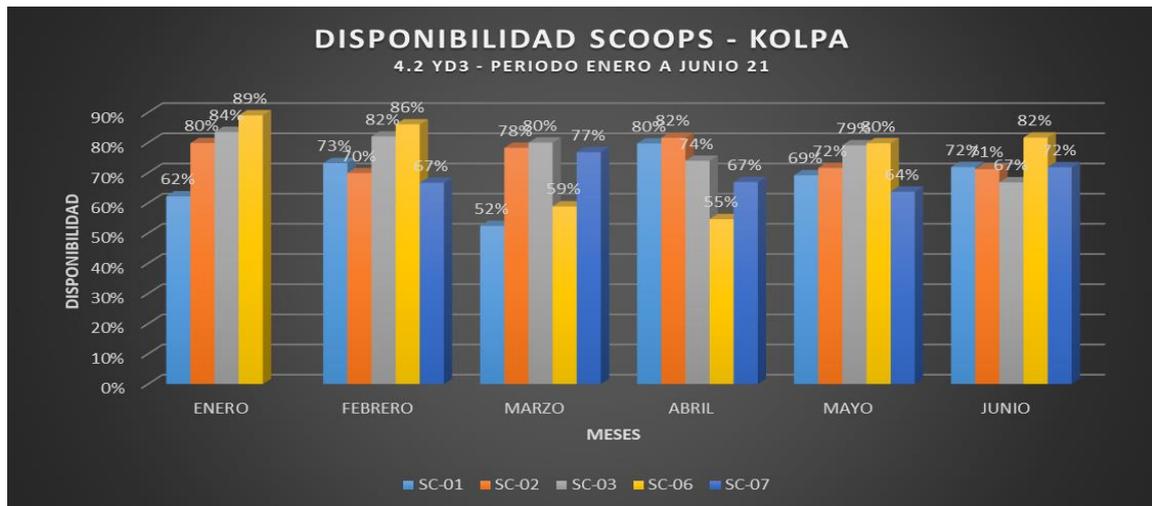


Figura 25. Disponibilidad de equipos de carguío, scoops de 4.2 yd3, periodo enero a junio del 2021



Figura 26. Disponibilidad de equipos de perforación real y objetivo, periodo enero a junio del 2021

Tabla 30. Promedio de la utilización de equipos de carguío – Kolpa, periodo enero a junio del 2021

UTILIZACIÓN - CARGUÍO				
EQUIPO	PERIODO	PROMEDIO	PERIODO	PROMEDIO
SCOOPS 4.2 yd3	En - marz	61%	Abr - jun	67%
SCOOPS 2 yd3	En - marz	60%	Abr - jun	41%

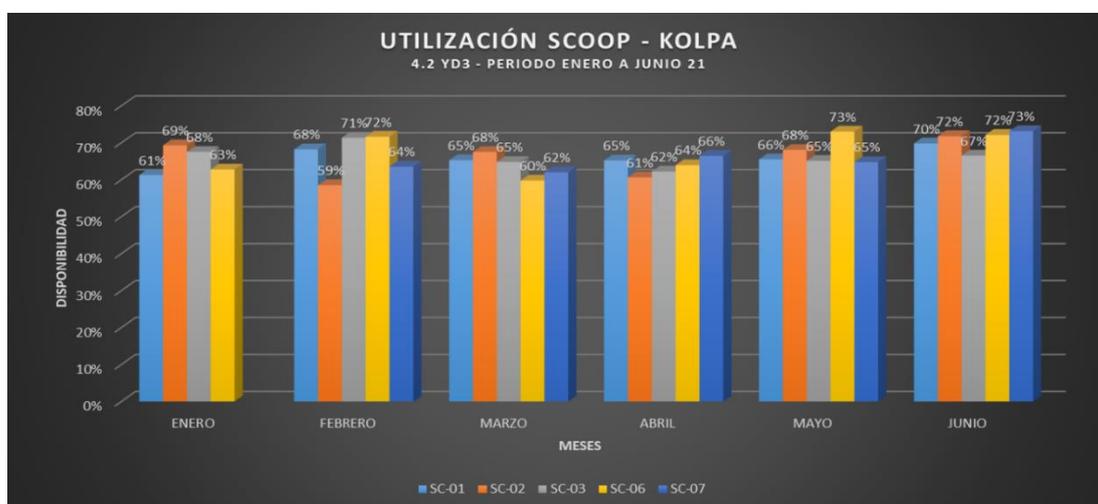


Figura 27. Utilización de equipos de carguío, scoops de 4.2 yd³, periodo enero a junio del 2021

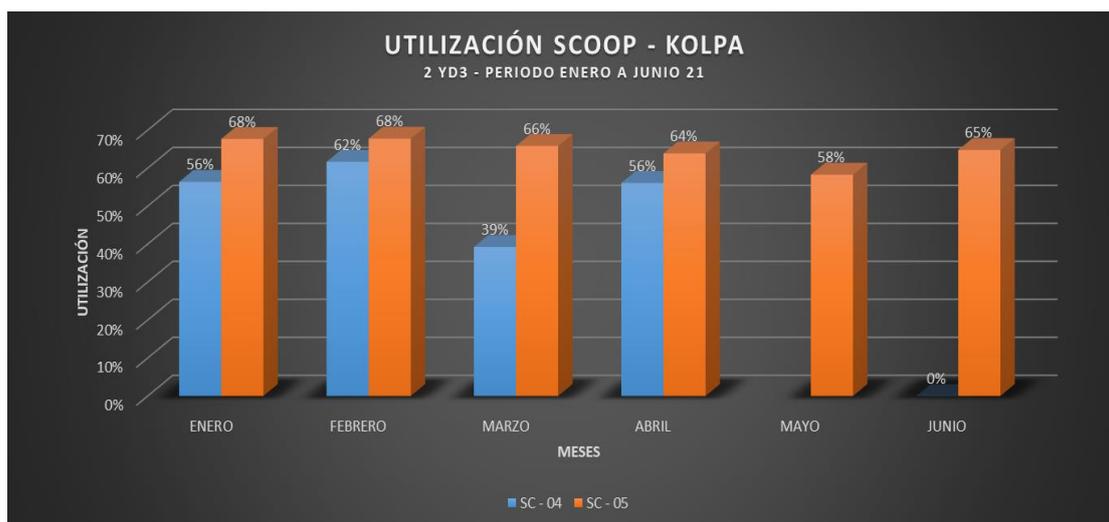


Figura 28. Utilización de equipos de carguío, scoops de 2 yd³, periodo enero a junio del 2021

La disponibilidad de los equipos de carguío scoops de 4.2 yd³ durante el periodo enero a marzo fue de 74 % y durante el periodo abril a junio de 72 %, esta disminución de la disponibilidad está relacionado a los equipos: scoop SC-03, el cual disminuyó de 82 % a 73 % y scoop SC-07 con una disminución del 72% al

67%, los cuales estuvieron mayor tiempo en el área de mantenimiento. De acuerdo a este análisis, los *scoops* 3 y 7, generan menores niveles de productividad incrementando los costos de carguío por un menor movimiento de material y mayores costos de mantenimiento.

La disponibilidad de los equipos de carguío *scoops* de 2 yd³ durante el periodo enero a marzo fue de 53 % y durante el periodo abril a junio de 41 %, esta disminución de la disponibilidad está relacionado a los equipos: *scoop* SC-04, el cual disminuyó de 36 % a 17 % y *scoop* SC-05 con una disminución del 70% al 66%, los cuales estuvieron mayor tiempo en el área de mantenimiento. De acuerdo a este análisis, el *scoop* SC-04 tiene los niveles más bajos de disponibilidad, lo que genera menor nivel de productividad incrementando los costos de carguío por un menor movimiento de material y mayores costos de mantenimiento, por lo que se sugiere un reemplazo del equipo de carguío.

La utilización de los equipos de carguío *scoops* de 4.2 yd³ durante el periodo enero a marzo fue de 61 % y durante el periodo abril a junio de 67 %, este mayor incremento de la utilización está relacionado a los equipos: SC-01, SC-02, SC6 Y SC-07, mejorando en un 5 %, esta mejora está referido al uso de los equipos de carguío en mayores frentes operacionales, incrementando el tiempo efectivo operacional.

La utilización de los equipos de carguío *scoops* de 2 yd³ durante el periodo enero a marzo fue de 60% y durante el periodo abril a junio de 41 %. Esta disminución de la utilización, está relacionado al mayor tiempo de mantenimiento que generó el *scoop* SC-04, cuya utilización disminuyó del 52 % al 19 %. Mientras que el *scoop* SC-05 disminuyó de 67 % a 62 %.

Finalmente, la relación de la disponibilidad y utilización en equipos de carguío en KOLPA genera menores niveles de productividad con disminuciones del 7 % y 6 %, respectivamente, lo que implica mayores costos en mantenimiento y menores cumplimiento del plan de producción.

- Análisis del rendimiento y consumo combustible en equipos de carguío de 4.2 y 2 yd³:

Tabla 31. Rendimiento de equipos de carguío de 4,2 y 2 yd³ - Kolpa, periodo enero a junio del 2021

RENDIMIENTO								
EMPRESA	TIPO DE EQUIPO	UNIDAD	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
KOLPA	SCOOPTRAM	m3/hr	33.13	0.00	30.62	20.85	30.92	32.14
		PROMEDIO	ENERO - MARZO		21.25	ABRIL - JUNIO		27.97

Tabla 32. Consumo de combustible de equipos de carguío de 4,2 y 2 yd³ - Kolpa, periodo enero a junio del 2021

CONSUMO DE COMBUSTIBLE (GL/HR)														
EMPRESA	TIPO DE EQUIPO	CAPACIDAD	COD. EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	PROMEDIO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PROMEDIO	Resultado		OBJETIVO
KOLPA	SCOOPTRAM	4.2 YD3	SC-01	4.28	4.47	4.52	4.42	2.87	4.35	4.21	3.81	4.16		4.00
		4.2 YD3	SC-02	4.20	4.13	4.04	4.13	4.49	4.57	4.48	4.51	4.29		4.00
		4.2 YD3	SC-03	4.89	4.65	4.67	4.73	4.66	4.29	4.14	4.36	4.58		4.00
		4.2 YD3	SC-06	4.60	4.30	4.45	4.45	4.68	4.77	4.20	4.55	4.49		4.00
		4.2 YD3	SC-07		4.01	4.37	4.19	4.70	3.74	3.68	4.04	4.12		4.00
		2 YD3	SC-04	3.12	2.05	4.01	3.06	4.49			4.49	3.35		2.50
		2 YD3	SC-05	1.97	1.92	1.69	1.86	2.73	2.28	2.09	2.37	2.08		2.50

Tabla 33. Consumo promedio de combustible de equipos de carguío – Kolpa, periodo enero a junio del 2021

CONSUMO DE COMBUSTIBLE - CARGUÍO				
EQUIPO	PERIODO	PROMEDIO	PERIODO	PROMEDIO
SCOOPS 4.2 yd ³	En - marz	4.39	Abr - jun	4.25
SCOOPS 2 yd ³	En - marz	2.46	Abr - jun	3.43



Figura 29. Consumo de combustible de equipos de carguío, scoops de 4 yd³, periodo enero a junio del 2021

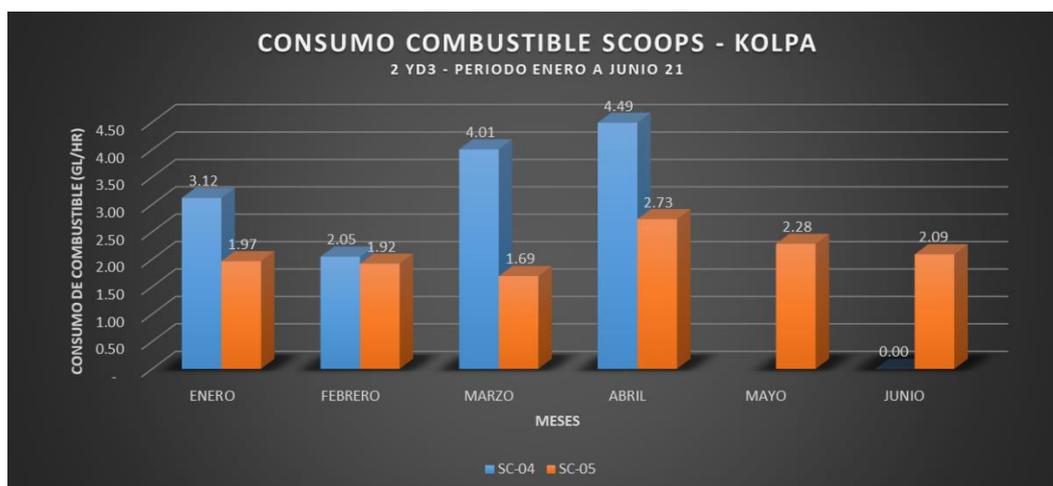


Figura 30. Consumo se combustible de equipos de carguío, scoops de 2 yd³, periodo enero a junio del 2021

El rendimiento de los equipos de carguío scoops de 4.2 yd³ y de 2 yd³ durante el periodo enero a marzo fue de 21.25 m³/h y durante el periodo abril a junio de 27.97 m³/h, este incremento del rendimiento durante el segundo periodo de estudio de abril a junio, está relacionado a una mayor utilización de los equipos de carguío de scoops de 4.2 yd³ de 61 % a 67 %, considerando un mayor tonelaje cargado en los diferentes frentes de operación.

De acuerdo a este análisis, los *scoops* de 4.2 yd³ que generaron un mayor tiempo efectivo operacional fueron SC-01, SC-02 SC-06 y SC-07, con incremento de utilizaciones de 2 % a 26 %. Asimismo, los equipos que generaron menor utilización fueron los *scoops* de 2 yd³, que generaron menor rendimiento en el periodo de estudio.

El consumo de combustible de los equipos de carguío *scoops* de 4.2 yd³ durante el periodo enero a marzo fue de 4.39 gal/h y durante el periodo abril a junio de 4.25 gal/h, esta disminución del consumo de combustible está relacionado a los equipos: *scoop* SC-01, el cual disminuyó de 4.42 a 3.81 gal/h, *scoop* SC-03 con una disminución del 4.73 gal/h a 4.36 gal/h y el *scoop* SC-07 con una disminución del 4.19 gal/h a 4.04 gal/h. Esta disminución del consumo de combustible, en los equipos de carguío fueron de: SC-01 con un ahorro de 0.61 gal/h, SC-03 con un ahorro de 0.37 gal/h y del SC-07 con un ahorro de 0.15 gal/h.

El consumo de combustible de los equipos de carguío *scoops* de 2 yd³ durante el periodo enero a marzo fue de 2.46 gal/h y durante el periodo abril a junio de 3.43 gal/h, este mayor incremento está relacionado a una menor utilización y disponibilidad producto de tener mayor tiempo en el área de mantenimiento.

b) Análisis de equipos de acarreo – Kolpa

Los equipos de acarreo analizado en el periodo enero a junio, son los *dumper* de 15 toneladas de capacidad con su codificación respectiva (DU-01).

✓ Disponibilidad y utilización de equipos de acarreo – Kolpa

La disponibilidad promedio del equipo de acarreo *dumper* Du-01 durante el periodo enero a junio fue del 78 %, siendo el objetivo (programado) para el mismo periodo de 85 %, generando un déficit del 6 %. La utilización promedio del *dumper* DU-01 fue de 59 % y su objetivo del 85 %, con un déficit del 26%. Esta menor disponibilidad y utilización afecta directamente al cumplimiento de los planes de producción, ya que los equipos pasan mayor tiempo en el área de mantenimiento y tiene menor tonelaje a transportar.

Tabla 34. Disponibilidad de equipos de acarreo dumper 15 TM - Kolpa, periodo enero a junio del 2021.

DISPONIBILIDAD

EMPRESA	TIPO EQUIPO	CAPACIDAD	CÓD. EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	PROMEDIO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PROMEDIO	RESULTADO PRIMER SEMESTRE	OBJETIVO
KOLPA	DUMPER	15 TM	DU-01	73%	86%	81%	80%	70%	80%	79%	76%	78%	85%

Tabla 35. Utilización de equipos de acarreo dumper 15 TM - Kolpa, periodo enero a junio del 2021.

UTILIZACIÓN

EMPRESA	TIPO EQUIPO	CAPACIDAD	CÓD. EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	PROMEDIO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PROMEDIO	RESULTADO PRIMER SEMESTRE	OBJETIVO
KOLPA	DUMPER	15 TM	DU-01	43%	57%	60%	53%	60%	69%	68%	66%	58%	85%

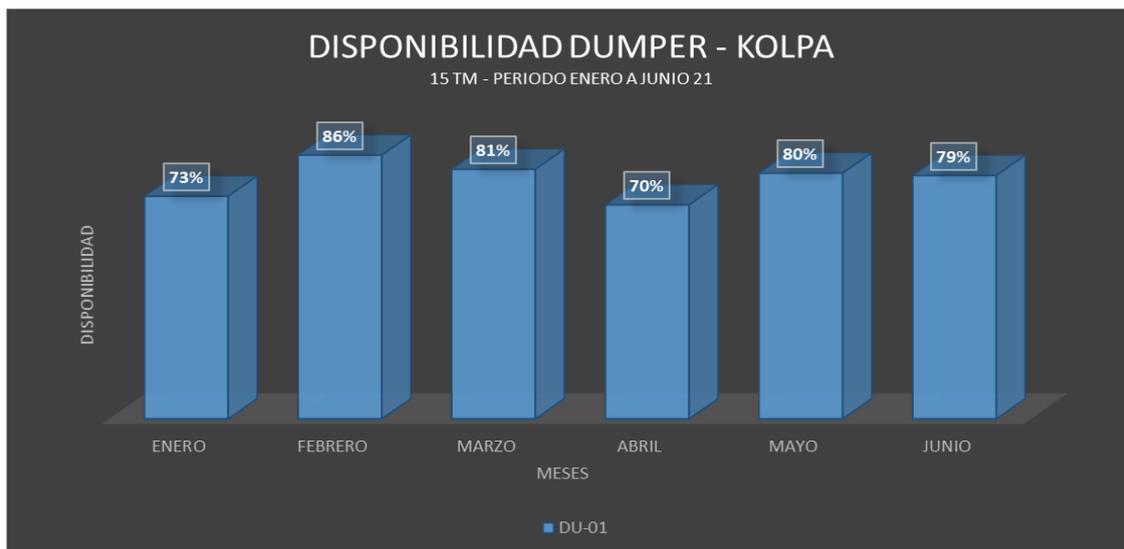


Figura 31. Disponibilidad de equipos de acarreo de 15 TM, periodo enero a junio del 2021

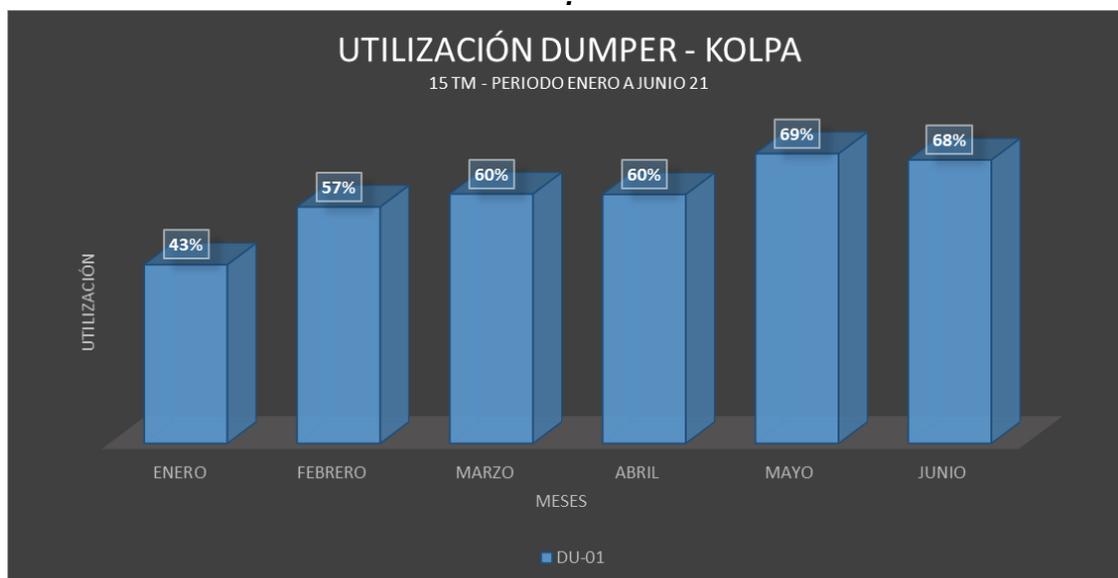


Figura 32. Utilización de equipos de acarreo de 15 TM, periodo enero a junio del 2021.

La disponibilidad de los equipos de acarreo *dumper* DU-01 de 15 toneladas de capacidad durante el periodo enero a marzo fue de 80 % y durante el periodo abril a junio de 76 %, esta disminución de la disponibilidad en el *dumper* DU-01 en 4%, afecta directamente al traslado de material en los diferentes frentes de operación, disminuyendo el rendimiento del equipo e incrementando el costo de mantenimiento.

La utilización de los equipos de acarreo *dumper* DU-01 de 15 toneladas de capacidad durante el periodo enero a marzo fue de 53 % y durante el periodo abril a junio de 66 %, si bien es cierto este incremento de la utilización del *dumper* DU-01 en 13 %, aún está por debajo del objetivo programado que es del 85 %.

Si bien es cierto que las variables de disponibilidad y utilización tienen una relación directa, es definitivamente en ambos casos mucho menor a lo programado en 7 % y 27 % respectivamente durante el periodo de estudio, esta evaluación conlleva a realizar un análisis de mayor detalle de las principales actividades asociadas a este equipo de acarreo y determinar la pérdida de tiempo operacional.

- Análisis del rendimiento y consumo combustible en equipos de acarreo:

Se realiza el análisis del rendimiento en m³/h de los equipos de acarreo *dumper* DU-01 y el consumo de combustible del mismo en gal/h, durante los periodos de análisis enero a marzo y abril a junio.

Tabla 36. Rendimiento de equipos de acarreo *dumper* 15 TM - Kolpa, periodo enero a junio del 2021

RENDIMIENTO										
EMPRESA	TIPO DE EQUIPO	UNIDAD	ENERO	FEBRERO	MARZO	PROMEDIO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PROMEDIO
KOLPA	DUMPER	m3/hr	67.50	51.80	55.12	58.14	47.41	46.44	59.54	51.13

Tabla 37. Rendimiento de equipos de acarreo *dumper* 15 TM - Kolpa, periodo enero a junio del 2021

CONSUMO DE COMBUSTIBLE (GL/HR)													
EMPRESA	TIPO DE EQUIPO	CAPACIDAD	COD. EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	PROMEDIO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PROMEDIO	Resultado	OBJETIVO
KOLPA	DUMPER	15 TM	DU-01	2.27	2.12	2.39	2.26	2.32	2.40	2.32	2.35	2.30	4.00

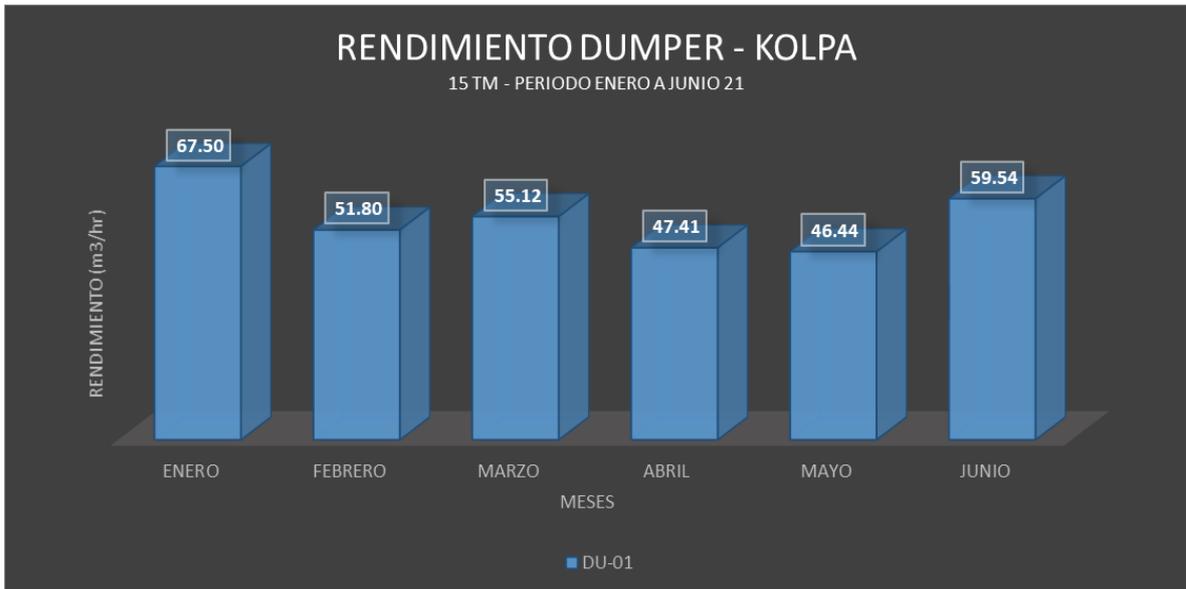


Figura 33. Rendimiento de equipos de acarreo de 15 TM, periodo enero a junio del 2021

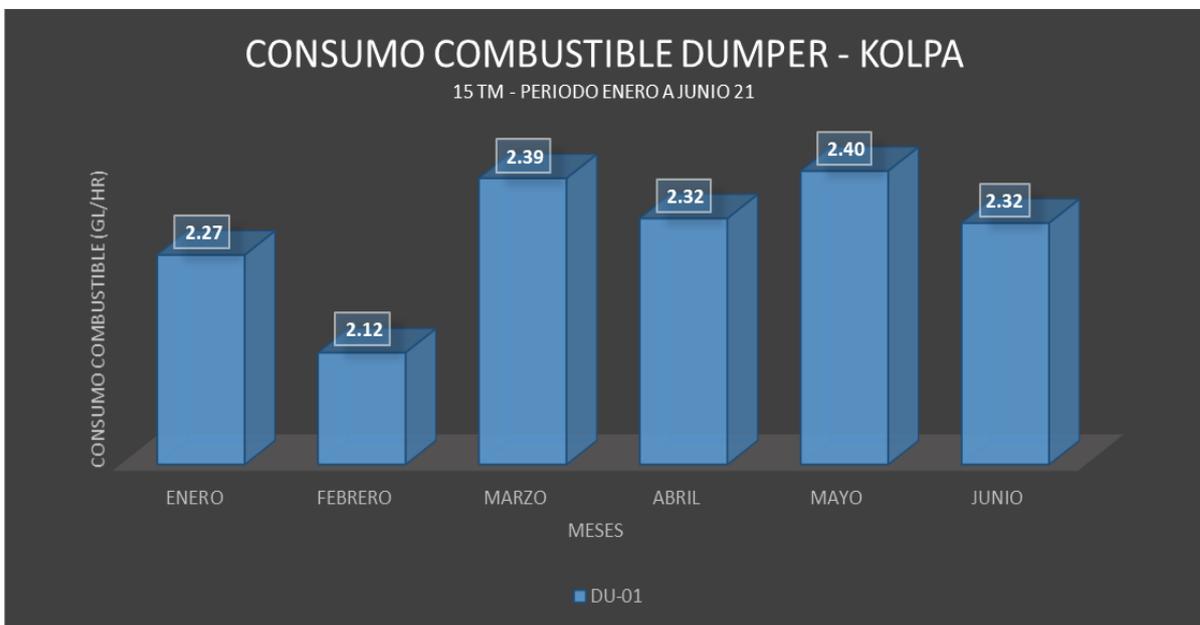


Figura 34. Consumo de combustible de equipos de acarreo de 15 TM, periodo enero a junio del 2021

El rendimiento de los equipos de acarreo *dumper* DU-01 de 15 toneladas de capacidad durante el periodo enero a marzo fue de 58.14 m³/h y durante el periodo abril a junio de 51.13 m³/h, esta disminución del rendimiento en el *dumper* DU-01 en 7.01 m³/h, este menor rendimiento está asociado directamente a una menor disponibilidad del equipo de acarreo en 7%.

El consumo de combustible en los equipos de acarreo *dumper* DU-01 de 15 toneladas de capacidad durante el periodo enero a marzo fue de 2.26 gal/h y durante el periodo abril a junio de 2.35 gal/h, este incremento del consumo de combustible en 0.09 gal/h, está asociado directamente al incremento de la utilización en 13 %.

Si bien es cierto que el análisis del rendimiento y consumo de combustible en equipos de acarreo está relacionado directamente a las variables de disponibilidad y utilización, es necesario realizar un análisis de la relación de equipos de carguío y acarreo como el número de pases, factor de llenado, densidad del material, etc.

4.1.3. Análisis de actividades operacionales en equipos de carguío y acarreo mediante Pareto - Kolpa

Para definir los criterios de disponibilidad y utilización en equipos de carguío y acarreo, se analizarán las principales actividades relacionadas a estas variables mediante la herramienta de Pareto.

Tabla 38. Análisis de tiempos (Asarco) en compañía minera Kolpa S.A.

TIEMPO PROGRAMADO			
TIEMPO DISPONIBLE		DEMORAS NO OPERATIVAS (MANTENIMIENTO)	
		PROGRAMADO	CORRECTIVO
ACTIVIDADES OPERATIVAS	DEMORAS OPERATIVAS		
	PREVISTAS	NO PREVISTAS	

El análisis de Pareto relacionará las principales actividades con sus respectivos tiempos que inciden a las variables asociadas al rendimiento de los equipos de carguío y acarreo en Kolpa.

El tiempo programado estará relacionado directamente al tiempo disponible (considera las actividades y demoras operativas) y a demoras no operativas (considera el mantenimiento programado y correctivo).

Para el análisis del presente estudio en equipos de carguío y acarreo estará directamente relacionado al mantenimiento correctivo (demoras no operativas).

a) Análisis de Pareto en equipos de carguío - Kolpa

Tabla 39. Análisis de tiempos en equipos de carguío scoop SC-07, Kolpa

DIAGRAMA DE PARETO - EQUIPO DE CARGUÍO				
SCOOP - SC07				
ACTIVIDAD	FRECUENCIA HORAS	% FRECUENCIA	ACUMULADO	% ACUMULADO
Mantenimiento Correctivo-Falla Mecanica	266.50	23.35%	266.50	23.35%
Relleno detrítico	204.55	17.92%	471.05	41.27%
Acumulación de Mineral/Desmorte	120.58	10.56%	591.63	51.83%
Carguío de Mineral/Desmorte	106.48	9.33%	698.12	61.16%
Traslado de equipo a labor	56.02	4.91%	754.13	66.07%
Reparto de guardia	45.60	3.99%	799.73	70.06%
Ingreso de personal	43.20	3.78%	842.93	73.84%
Refrigerio	37.82	3.31%	880.75	77.16%
Servicios	36.48	3.20%	917.23	80.35%
Salida de personal	28.00	2.45%	945.23	82.81%
Mantenimiento Correctivo-Falla Electrica	25.58	2.24%	970.82	85.05%
Equipo inoperativo	22.08	1.93%	992.90	86.98%
Mantenimiento de vías	18.50	1.62%	1,011.40	88.60%
Limpieza de Mineral/Desmorte en frentes	16.78	1.47%	1,028.18	90.07%
Operador apoya otros trabajos	16.58	1.45%	1,044.77	91.53%
Actividades de seguridad	15.62	1.37%	1,060.38	92.89%
Mantenimiento Programado	15.17	1.33%	1,075.55	94.22%
Capacitación	13.33	1.17%	1,088.88	95.39%
Otras Demoras No Operativas	10.63	0.93%	1,099.52	96.32%
Abastecimiento de combustible	8.20	0.72%	1,107.72	97.04%
Lavado de equipo	7.58	0.66%	1,115.30	97.70%
Otros trabajos en labor	6.03	0.53%	1,121.33	98.23%
Limpieza de Mineral/Desmorte en chimeneas	5.50	0.48%	1,126.83	98.72%
Esperando volquete o dumper	4.33	0.38%	1,131.17	99.09%
Otras demoras operativas	4.00	0.35%	1,135.17	99.45%
Equipo en Stand By	2.33	0.20%	1,137.50	99.65%
Limpieza de mineral de tajo	1.67	0.15%	1,139.17	99.80%
Falta de combustible	1.17	0.10%	1,140.33	99.90%
Desatado de rocas	0.67	0.06%	1,141.00	99.96%
Limpieza de lodos de pozas	0.50	0.04%	1,141.50	100.00%
TOTAL GENERAL	1,141.50	100.00%		

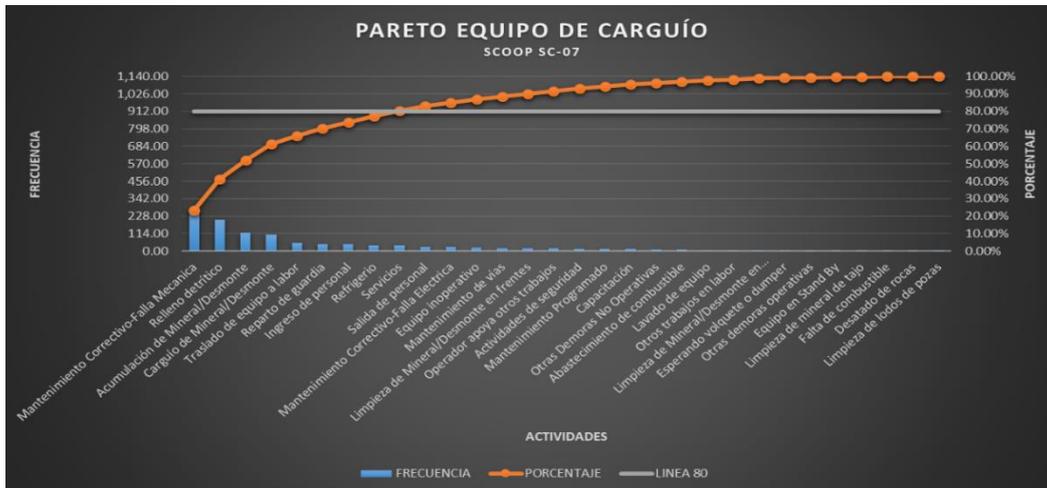


Figura 35. Consumo de combustible de equipos de acarreo de 15 TM, periodo enero a junio del 2021

El análisis de Pareto se realizó en el equipo de carguío *scoop* SC-07, el cual considera una disminución en la disponibilidad de 4 % y un incremento en la utilización de 26 % durante el periodo de estudio.

El descenso de la disponibilidad está asociada directamente a los problemas mecánicos del equipo, con una incidencia del 23.35%, mientras que la mejora de la utilización está asociada al incremento de tiempo de las actividades como: relleno detrítico, acumulación mineral/desmonte y carguío de mineral/desmonte.

Tabla 40. Incidencia de actividades de Scoop SC-07, Kolpa.

INCIDENCIA DE ACTIVIDADES - SCOOPS (SC-07)				
CATEGORÍA	FREC. HORAS	CORRECTIVO	OPERATIVO	DEMORAS
DEMORA NO OPERATIVA	266.50	266.50		
ACTIVIDAD OPERATIVA	204.55		524.12	
ACTIVIDAD OPERATIVA	120.58			
ACTIVIDAD OPERATIVA	106.48			
ACTIVIDAD OPERATIVA	56.02			
DEMORA OPERATIVA PREVISTA	45.60			126.62
DEMORA OPERATIVA PREVISTA	43.20			
DEMORA OPERATIVA PREVISTA	37.82			
ACTIVIDAD OPERATIVA	36.48			
TOTAL	917.23			
INCIDENCIA ANUAL %		29.05%	57.14%	13.80%

ACTIVIDADES CORRECTIVAS - EQUIPO CARGUÍO (SC-07)		
CATEGORIA	ACTIVIDADES	TOTAL
DEMORA NO OPERATIVA	Mantenimiento Correctivo-Falla Mecanica	266.50
	TOTAL	266.50

De acuerdo a lo expuesto, la incidencia de demoras no operativas en el equipo de carguío *scoop* SC-07 considera la actividad de mantenimiento correctivo como falla mecánica, considerando un total de 266.50 horas como pérdida de tiempo y una incidencia del 29.05 % durante el tiempo de estudio. Asimismo, es importante considerar que las demoras operativas están asociadas a una pérdida de 650.73 horas y una incidencia del 70.95 %, considerando las actividades: relleno detrítico, acumulación de mineral/desmonte, carguío de mineral/desmonte, traslado de equipo a labor, reparto de guardia, ingreso de personal, refrigerio y servicios.

b) Análisis de Pareto en equipos de acarreo - Kolpa

Tabla 41. Análisis de tiempos en equipos de acarreo dumper DU-01, Kolpa

DIAGRAMA DE PARETO - EQUIPO DE CARGUÍO				
DUMPER DU - 01				
ACTIVIDAD	FRECUENCIA HORAS	% FRECUENCIA	ACUMULADO	% ACUMULADO
Transporte de desmonte	319.98	28.11%	319.98	28.11%
Transporte de mineral	164.05	14.41%	484.03	42.52%
Mantenimiento Correctivo-Falla Mecanica	139.00	12.21%	623.03	54.72%
Reparto de guardia	46.33	4.07%	669.37	58.79%
Equipo inoperativo	43.83	3.85%	713.20	62.64%
Esperando carga	43.42	3.81%	756.62	66.46%
Ingreso de personal	42.75	3.75%	799.37	70.21%
Traslado de equipo a labor	37.08	3.26%	836.45	73.47%
Refrigerio	35.67	3.13%	872.12	76.60%
Mantenimiento Correctivo-Falla Electrica	32.58	2.86%	904.70	79.46%
Salida de personal	29.92	2.63%	934.62	82.09%
Actividades de seguridad	29.65	2.60%	964.27	84.70%
Transporte de Agregados/Otros	28.67	2.52%	992.93	87.21%
Mantenimiento Programado	27.25	2.39%	1,020.18	89.61%
Capacitación	26.50	2.33%	1,046.68	91.94%
Lavado de equipo	23.83	2.09%	1,070.52	94.03%
Operador apoya otros trabajos	17.67	1.55%	1,088.18	95.58%
Otros trabajos en labor	14.17	1.24%	1,102.35	96.82%
Otras demoras operativas	13.07	1.15%	1,115.42	97.97%
Esperando frente de trabajo	5.75	0.51%	1,121.17	98.48%
Retorno de equipo vacio a labor	5.58	0.49%	1,126.75	98.97%
Otras Demoras No Operativas	5.17	0.45%	1,131.92	99.42%
Abastecimiento de combustible	3.75	0.33%	1,135.67	99.75%
Labor sin condiciones	1.25	0.11%	1,136.92	99.86%
Falta de combustible	1.08	0.10%	1,138.00	99.96%
Esperando orden	0.50	0.04%	1,138.50	100.00%
TOTAL GENERAL	1,138.50	100.00%		



Figura 36. Consumo de combustible de equipos de acarreo de 15 TM, periodo enero a junio del 2021

El análisis de Pareto se realizó en el equipo de acarreo *dumper* DU-01, el cual considera una disminución en la disponibilidad de 4 % y un incremento en la utilización de 13 % durante el periodo de estudio.

El descenso de la disponibilidad está asociada directamente a los problemas mecánicos y eléctricos del equipo, con incidencia del 12.21 % y 2.86 % respectivamente, mientras que la mejora de la utilización está asociada al incremento de tiempo de las actividades como: transporte de desmonte y transporte de mineral, con incidencia del 28.11 % y 14.41 % respectivamente.

Tabla 42. Incidencia de actividades del dumper DU-01, Kolpa

INCIDENCIAS DE ACTIVIDADES POR CATEGORIA - DUMPER (DU-01)				
CATEGORÍA	FREC. HORAS	CORRECTIVO	OPERATIVO	DEMORAS
ACTIVIDAD OPERATIVA	319.98		521.12	
ACTIVIDAD OPERATIVA	164.05			
DEMORA NO OPERATIVA	139.00	215.42		
DEMORA OPERATIVA PREVISTA	46.33			198.08
DEMORA NO OPERATIVA	43.83			
DEMORA OPERATIVA NO PREVISTA	43.42			
DEMORA OPERATIVA PREVISTA	42.75			
ACTIVIDAD OPERATIVA	37.08			
DEMORA OPERATIVA PREVISTA	35.67			
DEMORA NO OPERATIVA	32.58			
DEMORA OPERATIVA PREVISTA	29.92			
TOTAL	934.62			
INCIDENCIA ANUAL %		23.05%	55.76%	21.19%

ACTIVIDADES CORRECTIVAS - EQUIPOS ACARREO (DU-01)		
CATEGORIA	ACTIVIDADES	TOTAL
DEMORA NO OPERATIVA	Mantenimiento Correctivo-Falla Mecanica	139.00
	Equipo inoperativo	43.83
	Mantenimiento Correctivo-Falla Electrica	32.58
TOTAL		215.42

De acuerdo a lo expuesto, la incidencia de demoras no operativas en el equipo de acarreo *dumper* DU-01, considera la actividad de mantenimiento correctivo como falla mecánica, falla eléctrica y equipo inoperativo, considerando un total de 215.42 horas como pérdida de tiempo y una incidencia del 23.05 % durante el tiempo de estudio. Asimismo, es importante considerar que las demoras operativas están asociadas a una pérdida de 719.20 horas y una incidencia del 76.95 %, considerando las actividades: transporte de desmonte/mineral, esperando carga, etc.

4.1.4. Análisis de costos en equipos de carguío y acarreo

El análisis de costos en equipos de carguío y acarreo relacionará las principales actividades ejecutadas en estas áreas unitarias. Se realizará el análisis de costos de consumo de combustible programado y ejecutado en gal/h durante el periodo de estudio en Kolpa.

a) Análisis de costos en equipos de carguío - Kolpa

Tabla 43. Análisis de costos de consumo de combustible de equipos de carguío Scoop, Kolpa

ANÁLISIS DE COSTOS - CONSUMO COMBUSTIBLE					
EQUIPO CARGUÍO - SCOOP					
ACTIVIDADES	HORAS	CONSUMO COMBUSTIBLE (US \$/HR)			SOBRE COSTO (US\$)
		EJECUTADO	PROGRAMADO	DIFERENCIA	
Limpieza de Mineral/Desmorte en frentes	699.13	3.87	3.57	-0.30	-1,038.55
Acumulación de Mineral/Desmorte	508.82				
Traslado de equipo a labor	476.72				
Carguío de Mineral/Desmorte	473.60				
Relleno detrítico	447.92				
Limpieza de mineral de tajo	365.57				
Servicios	136.05				
Limpieza de Mineral/Desmorte en chimeneas	124.53				
Mantenimiento de vías	115.33				
Otros trabajos en labor	65.08				
Construcción de diques	44.00				
Limpieza de lodos de pozas	4.75				
Limpieza y zarandeo de parrilla	0.33				
TOTAL	3,461.83				

El análisis de costos en equipos de carguío considera las principales actividades como: limpieza de mineral/desmorte, acumulación de mineral/desmorte, traslado de equipo a labor, carguío de mineral/desmorte, etc.

El costo unitario en equipos de carguío programado fue de 3.57 gal/h, el ejecutado de 3.87 gal/h con un incremento de consumo de combustible de 0.30 gal/h, generando un incremento de costos en 1,038.55 US \$ durante el periodo de estudio.

La actividad que genera mayores horas máquinas es limpieza de mineral/desmorte en frentes, por lo que sería necesario relacionar las horas máquinas con la sobre rotura (over break) y determinar su incidencia.

b) Análisis de costos en equipos de acarreo - Kolpa

Tabla 44. Análisis de costos de consumo de combustible de equipos de acarreo dumper, Kolpa

ANÁLISIS DE COSTOS - CONSUMO COMBUSTIBLE					
EQUIPO ACARREO - DUMPER					
ACTIVIDADES	HORAS	CONSUMO COMBUSTIBLE (US \$/HR)			AHORRO (US\$)
		EJECUTADO	PROGRAMADO	DIFERENCIA	
Transporte de desmante	380.15	2.30	4.00	1.70	1,138.49
Transporte de mineral	194.38				
Traslado de equipo a labor	43.75				
Transporte de Agregados/Otros	31.67				
Otros trabajos en labor	14.17				
Retorno de equipo vacío a labor	5.58				
TOTAL	669.70				

El análisis de costos en equipos de acarreo considera las principales actividades como: transporte de desmante, transporte de mineral, traslado de equipo a labor, transporte de agregados/otros, otros trabajos en labor y retorno de equipo vacío a labor.

El costo unitario en equipos de acarreo programado fue de 4.0 gal/h, el ejecutado de 2.30 gal/h con un ahorro de consumo de combustible en 1.70 gal/h, generando un ahorro de costos en 1,138.49 US \$ durante el periodo de estudio.

La actividad que genera mayores horas máquinas es transporte de desmante y mineral, por lo que sería necesario relacionar el payload (sobrecarga) con la capacidad real del equipo de acarreo, y el mantenimiento correctivo para determinar la incidencia de costos.

4.1.5. Análisis del *dashboard* en parámetros de perforación y voladura

El uso de la herramienta de gestión de información *dashboard* en la presente tesis, permitió el monitoreo y análisis de los indicadores de costos en labores de avance, considerando el costo por metro real y el programado en voladura, y para determinar el sobre costo de voladura, permitiendo así un mejor acercamiento a la problemática de los programas de reducción de costos en las diferentes empresas contratistas y la empresa minera en Kolpa.

ANÁLISIS DE VOLADURA REPORT

EMPRESA

ECCOGESA KOLPA

MCEISA SANTA CATALINA

COSTOS VOLADURA PROGRAMADA
(US \$/m)

3,579.77

COSTOS VOLADURA TOTAL
(US \$)

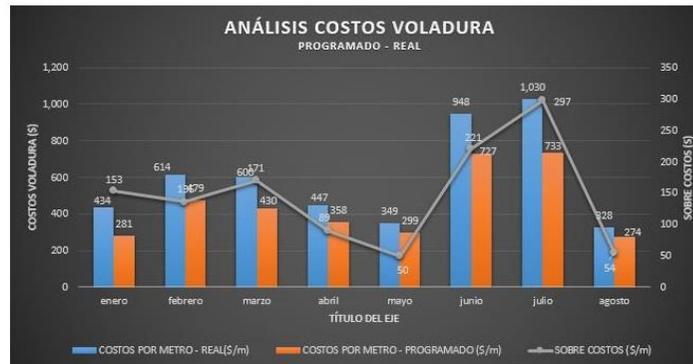
110,196.39

COSTOS VOLADURA REAL
(US \$/m)

4,749.22

COSTOS DE VOLADURA REAL - PROGRAMADO

PERIODO	COSTO POR METRO - REAL(\$/m)	COSTO POR METRO - PROGRAMADO (\$/m)	SOBRE COSTO(\$/m)
enero	433.51	280.67	152.84
febrero	614.41	478.83	135.58
marzo	600.25	429.57	170.68
abril	446.86	357.54	89.32
mayo	349.03	299.50	49.53
junio	947.59	727.01	220.58
julio	1,029.73	733.00	296.72
agosto	327.84	273.65	54.18
TOTAL	4,749.22	3,579.77	1,169.45
INCIDENCIA			24.62%



Sección

- 1.5X1.8
- 1.8X1.8
- 2.4X3
- 3.5X3.5
- 3X3
- 4X4

Labor

- BP010_43...
- BP122_43...
- BP327_41...
- CA072_42...
- CA220_40...
- CA222_40...
- CA295_41...
- CA436_41...
- CH181-VC...
- CH227_40...
- CX220-DD...
- CX227_40...
- CX227-3_...
- CX335_41...
- CX335-8_...
- CX380-3_...
- CX660_42...
- CX810_43...
- CX889_43...
- CX938_41...
- GL019_41...
- GL029_42...
- GL660_4230
- RFBP122_...
- RF-RP288...
- RFSN335_...
- RFSN380_...
- RP064-BS_...

Figura 37. Análisis de los indicadores de sobre costo de voladura en labores de avance, periodo enero a junio del 2021, empresa Kolpa

Tabla 45. Análisis de los indicadores de sobrecosto de voladura en labores de avance, periodo enero a junio del 2021, empresa ECOGESA

ANALISIS DE VOLADURA REPORT

EMPRESA

ECCOGESA KOLPA

MCEISA SANTA CATALINA

COSTOS VOLADURA PROGRAMADA
(US \$/m)

4,944.98

COSTOS VOLADURA TOTAL
(US \$)

91,443.32

COSTOS VOLADURA REAL
(US \$/m)

6,254.76

COSTOS DE VOLADURA REAL - PROGRAMADO

PERIODO	COSTO POR METRO - REAL(\$/m)	COSTO POR METRO - PROGRAMADO (\$/m)	SOBRE COSTO(\$/m)
enero	724.28	600.53	123.75
febrero	1,238.77	943.12	295.65
marzo	795.12	579.34	215.78
abril	893.14	662.60	230.54
mayo	936.74	691.85	244.88
junio	517.35	464.61	52.74
julio	544.72	462.03	82.70
agosto	604.63	540.90	63.73
TOTAL	6,254.76	4,944.98	1,309.78
INCIDENCIA			20.94%



Sección

1.5X1.5

1.5X1.8

1.6X3

1.8X1.8

1.8X3

2.1X3

Labor

BP497_43... BP684_43... BP767_42... CA233_43...

CA244_43... CA802_42... CH029_42... CH096_42...

CH304_43... CH321_44... CH323_41... CH323_41...

CH399_41... CH399_44... CH445_44... CH597_45...

CH684_43... CH802_42... CH856-OP... CH856-W...

CH951-OP... CX112_42... CX112_43... CX200_44...

CX284_44... CX438_43... CX820_42... GL444_4518

a) Análisis de sobrerotura

Tabla 46. Análisis de sobre rotura periodo enero - agosto

MES	OVERBREAK (SOBREROTURA) m					
	KOLPA	ECOGESA	MCEISA	SANTA CATALINA	TOTAL	INCIDENCIA MES (%)
Enero	6.14	5.36	14.57	0	26.06	10%
Febrero	12.49	7.01	13.72	0	33.23	13%
Marzo	5.35	3.54	14.04	0	22.93	9%
Abril	8.65	4.89	19.91	0.65	34.10	14%
Mayo	17.65	5.86	17.75	1.99	43.26	17%
Junio	6.59	4.38	13.22	2.11	26.29	10%
Julio	12.35	4.91	12.06	2.76	32.08	13%
Agosto	13.89	4.49	14.74	1.14	34.27	14%
TOTAL	83.12	40.45	120.00	8.65	252.22	100%
INCIDENCIA EMPRESA(%)	32.96%	16.04%	47.58%	3.43%	100.00%	

Durante el periodo enero a agosto se generó un total de 252.22 m de sobrerotura, generada por las diferentes empresas asociadas a la Compañía Minera Kolpa S. A.

La empresa que generó mayor sobre rotura durante el periodo de estudio fue la empresa MCEISA con 120 m y una incidencia del 47.58 % y el de menor sobre rotura la empresa ECOGESA con 40.45 m y una incidencia del 16.04 %.

Asimismo, la sobre rotura en la empresa Kolpa generó una sobre rotura de 83.12 m y una incidencia del 32.96 %.

b) Análisis de indicadores de costos en voladura, mediante *dashboard*, Kolpa

Tabla 47. Análisis de costos de consumo de voladura programado y real, Kolpa

COSTOS DE VOLADURA REAL - PROGRAMADO			
PERIODO	COSTO POR METRO - REAL(\$/m)	COSTO POR METRO - PROGRAMADO (\$/m)	SOBRE COSTO(\$/m)
enero	433.51	280.67	152.84
febrero	614.41	478.83	135.58
marzo	600.25	429.57	170.68
abril	446.86	357.54	89.32
mayo	349.03	299.50	49.53
junio	947.59	727.01	220.58
julio	1,029.73	733.00	296.72
agosto	327.84	273.65	54.18
TOTAL	4,749.22	3,579.77	1,169.45
INCIDENCIA			24.62%

El análisis de costos de voladura real en labores de avance, durante el periodo de estudio enero a agosto del 2021, en la empresa Kolpa fue de 4,749.22 \$/m, siendo el costo programado en el mismo periodo de 3,579.77 \$/m. Esta distorsión generó un mayor costo de voladura en 1,169.45 \$/m, el cual considera una incidencia del 24.62 % de los mayores costos de voladura en la Compañía Minera Kolpa S. A.

Estos mayores costos en voladura, tiene una influencia directa en la sobre rotura generada en el presente estudio, generando 83.12 m de sobre rotura, incrementando un mayor costo de voladura.

c) Análisis de indicadores de costos en voladura, mediante *dashboard*, Kolpa

Tabla 48. Análisis de costos de consumo de voladura programado y real, Eccogesa.

COSTOS DE VOLADURA REAL - PROGRAMADO			
PERIODO	COSTO POR METRO - REAL(\$/m)	COSTO POR METRO - PROGRAMADO (\$/m)	SOBRE COSTO(\$/m)
enero	724.28	600.53	123.75
febrero	1,238.77	943.12	295.65
marzo	795.12	579.34	215.78
abril	893.14	662.60	230.54
mayo	936.74	691.85	244.88
junio	517.35	464.61	52.74
julio	544.72	462.03	82.70
agosto	604.63	540.90	63.73
TOTAL	6,254.76	4,944.98	1,309.78
INCIDENCIA			20.94%

El análisis de costos de voladura real en labores de avance, durante el periodo de estudio enero a agosto del 2021, en la empresa ECCOGESA fue de 6,254.76 \$/m, siendo el costo programado en el mismo periodo de 4,944.98 \$/m.

Esta distorsión generó un mayor costo de voladura en 1,309.78 \$/m, el cual considera una incidencia del 20.94 % de los mayores costos de voladura en la Compañía Minera Kolpa S. A.

Estos mayores costos en voladura, tiene una influencia directa en la sobre rotura generada en el presente estudio, generando 40.45 m de sobre rotura, incrementando un mayor costo de voladura.

CONCLUSIONES

1. La disponibilidad de los equipos de carguío durante el periodo enero a junio tiene un promedio real del 66 %, siendo el objetivo para este mismo periodo del 85 %, considerando una diferencia del 19.41 % de déficit. Esta diferencia entre el objetivo y lo real considera a la empresa MCEISA con un déficit del 26.14 % generando menor rendimiento en sus equipos de carguío, producto de mayor tiempo en el área de mantenimiento. Este mayor déficit también está asociado a los equipos de compañía Kolpa con un déficit del 18.63 %.
2. La utilización de los equipos de carguío durante el periodo enero a junio tiene un promedio real del 55 %, siendo el objetivo para este mismo periodo del 85 %, considerando una diferencia del 30.45 % de déficit. Esta diferencia entre el objetivo y lo real considera a la empresa RYD con un déficit del 35.16 % generando menor rendimiento en sus equipos de carguío, producto de menores frentes de operación. Este mayor déficit también está asociado a los equipos de compañía Kolpa con un déficit del 22.31 %.
3. El rendimiento de los equipos de carguío durante el periodo enero a junio tiene un promedio real del 21.01 m³/h, donde la empresa que tiene mayor rendimiento es MCEISA con 30.37 m³/h y el de menor rendimiento la empresa RYD con 13.53 m³/h, así mismo el rendimiento en la compañía Kolpa es de 29.53 m³/h.
4. El consumo de combustible en los equipos de carguío durante el periodo enero a junio tiene un promedio real del 3.10 gal/h, donde el objetivo es de 3.03 gal/h, con un excedente de 0.07 gal/h. El consumo real de la compañía KOLPA es de 3.61 gal/h, siendo el objetivo de 3.57 gal/h, generando un consumo excedente de 0.04 gal/h. Este mayor consumo de combustible está asociado directamente a las actividades operacionales y disponibilidad en equipos de carguío.
5. La disponibilidad de los equipos de acarreo durante el periodo enero a junio tiene un promedio real del 75 %, siendo el objetivo para este mismo periodo del

85 %, considerando una diferencia del 9.56 % de déficit. Esta diferencia entre el objetivo y lo real considera a la empresa RYD con un déficit del 17.48% generando menor rendimiento en sus equipos de acarreo, producto de mayor tiempo en el área de mantenimiento. Este mayor déficit también está asociado a los equipos de compañía Kolpa con un déficit del 6.76.

6. La utilización de los equipos de acarreo durante el periodo enero a junio tiene un promedio real del 70 %, siendo el objetivo para este mismo periodo del 85 %, considerando un déficit del 15.00 % de déficit. Esta diferencia entre el objetivo y lo real considera a la empresa RYD con un déficit del 27.45 % generando menor rendimiento en sus equipos de acarreo, producto de menores frentes de operación y una mayor presencia en el área de mantenimiento. Este mayor déficit también está asociado a los equipos de compañía KOLPA con un déficit del 25.61 %.
7. El rendimiento de los equipos de acarreo durante el periodo enero a junio tiene un promedio real del 21.23 m³/h, donde la empresa que tiene mayor rendimiento es RYD con 12.75 m³/h y el de menor rendimiento la empresa CORIMAYO con 4.86 m³/h, así mismo el rendimiento en la compañía Kolpa es de 54.63 m³/h. Este menor rendimiento está asociado directamente al movimiento del material en los distintos frentes operacionales, por lo que la variable utilización incide directamente en la mejora del rendimiento, como se observa en la empresa Corimayo dejando de operar en los meses de febrero a junio, generando menor uso en los diferentes frentes de operación.
8. El consumo de combustible en los equipos de acarreo durante el periodo enero a junio tiene un promedio real del 2.70 gal/h, donde el objetivo es de 4.00 gal/h, con un menor consumo de 1.30 gal/h. El consumo real de la compañía KOLPA es de 2.30 gal/h, siendo el objetivo de 4.00 gal/h, generando un ahorro de 1.70 gal/h. El ahorro de consumo de combustible en equipos de acarreo, está asociado a un control adecuado del *payload*, cumplimiento de plan de producción, etc., asociado directamente a las actividades operacionales y disponibilidad de equipos de acarreo.

9. El análisis de Pareto se realizó en el equipo de carguío *scoop* SC-07, el cual considera una disminución en la disponibilidad de 4 % y un incremento en la utilización de 26% durante el periodo de estudio. El descenso de la disponibilidad está asociada directamente a los problemas mecánicos del equipo, con una incidencia del 23.35 %, mientras que la mejora de la utilización está asociada al incremento de tiempo de las actividades como: relleno detrítico, acumulación mineral/desmote y carguío de mineral/desmote.
10. El análisis de Pareto, se realizó en el equipo de acarreo *dumper* DU-01, el cual considera una disminución en la disponibilidad de 4 % y un incremento en la utilización de 13% durante el periodo de estudio. El descenso de la disponibilidad está asociada directamente a los problemas mecánicos y eléctricos del equipo, con incidencia del 12.21 % y 2.86 % respectivamente, mientras que la mejora de la utilización está asociada al incremento de tiempo de las actividades como: transporte de desmote y transporte de mineral, con incidencia del 28.11 % y 14.41 % respectivamente.
11. El análisis de costos en equipos de carguío en Kolpa, considera las principales actividades como: limpieza de mineral/desmote, acumulación de mineral/desmote, traslado de equipo a labor, carguío de mineral/desmote, etc. El costo unitario programado fue de 3.57 gal/h y el ejecutado de 3.87 gal/h generando un incremento de consumo de combustible en 0.30 gal/h y un total de costos en 1,038.55 US \$ durante el periodo de estudio. Siendo la actividad limpieza de mineral/desmote en frentes, la actividad que genera mayores horas máquinas asociados principalmente a la sobre rotura (*over break*).
12. El análisis de costos en equipos de acarreo considera las principales actividades como: transporte de desmote, transporte de mineral, traslado de equipo a labor, transporte de agregados/otros, otros trabajos en labor y retorno de equipo vacío a labor. El costo unitario programado fue de 4.0 gal/h y el ejecutado de 2.30 gal/h con un ahorro de consumo de combustible en 1.70 gal/h, generando un ahorro de costos en 1,138.49 US \$ durante el periodo de estudio. La actividad que genera mayores horas máquinas es transporte de

desmante y mineral, por lo que sería necesario relacionar el *payload* (sobrecarga) con la capacidad real del equipo de acarreo, sobre rotura y el mantenimiento correctivo para determinar la incidencia de costos.

13. La sobre rotura durante el periodo enero a agosto generó un total de 252.22 m, generada por las diferentes empresas asociadas a la Compañía Minera Kolpa S.A. La empresa que generó mayor sobre rotura durante el periodo de estudio fue la empresa MCEISA con 120 m y una incidencia del 47.58 % y el de menor sobre rotura la empresa ECOGESA con 40.45 m y una incidencia del 16.04 %. Así mismo, la sobre rotura en la empresa Kolpa generó una sobre rotura de 83.12 m y una incidencia del 32.96 %.
14. La aplicación del *dashboard* en labores de avance realizó un análisis de costos de voladura real y programado. El costo de voladura real en la empresa Kolpa fue de 4,749.22 \$/m, siendo el costo programado de 3,579.77 \$/m. Esta distorsión generó un mayor costo de voladura en 1,169.45 \$/m, con una incidencia del 24.62 % en Compañía Minera Kolpa S.A. Estos mayores costos en voladura, asociada directamente a la sobre rotura generada en 83.12 metros.
15. Finalmente, el uso de herramientas de gestión de información como Pareto y el *dashboard* permitirá realizar un análisis correctivo de las principales áreas unitarias que inciden en los mayores costos operacionales.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar estudios de grado de fragmentación, relacionado al tonelaje cargado y transportado en los distintos frentes de operación y determinar la utilización real de los equipos de carguío y acarreo.
2. Se recomienda realizar estudios de tiempos efectivos operacionales en el área de perforación, para así mejorar las variables de utilización en los diferentes frentes operacionales.
3. Se recomienda determinar un perfil de vida operacional de equipos de carguío, acarreo y perforación para generar planes de reemplazo de equipos, y mejorar el rendimiento de los equipos en general de la unidad minera.
4. Se recomienda realizar estudios complementarios asociado a las diferentes actividades relacionados a los equipos de carguío y acarreo, considerando el tiempo efectivo operacional, detallando el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo.
5. Se recomienda generar un programa de reemplazo de equipo de carguío *scoop* SC-04 de 2yd³, por su baja disponibilidad promedio del 31 %, generando el incremento de costos de carguío y el no cumplimiento de los planes de producción de corto plazo.
6. Se recomienda el remplazo del equipo de carguío *Scoop* SC-04 de 2 yd³, el cual tiene un bajo nivel de disponibilidad, generando menor productividad y mayores costos de mantenimiento.
7. Si recomienda realizar el análisis de tiempo, de las actividades asociadas al equipo de acarreo DU-01, para definir la pérdida de tiempo operacional y generar los correctivos respectivos.

8. Se recomienda relacionar las horas máquinas de equipos de carguío con la sobrerotura y determinar la incidencia con la actividad de limpieza de mineral/desmonte en frentes.
9. Se recomienda relacionar el *payload* (sobrecarga) con la capacidad real del equipo de acarreo, y el mantenimiento correctivo para determinar la incidencia de costos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MAXERA, Carlos. Aplicación de la simulación para la optimización del acarreo del Mineral. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Nacional San Marcos, 2019, 80 pp.
2. NUÑEZ, Sindi y SOSA, Carlos. Evaluación técnica-económica para la futura ampliación de la capacidad del sistema de transporte de gas natural del proyecto Camisea. Tesis (Título de Ingeniero Químico). Huacho: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, 2015.
3. DOMINGUEZ, Jorge. Optimización del carguío y acarreo por Zublin Chile caso minera Yanacocha. Tesis (Título de Minas). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2001, 89 pp.
4. TOMAIRO, Eder. Aplicación del modelo matemático de simulación a las operaciones mineras unitarias de carguío y acarreo en tajos abiertos. Tesis (Título de Minas). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2018, 174 pp.
5. MARURI, Dante. Productividad en el ciclo de carguío y acarreo en el tajo Ferrobamba - Las Bambas. Tesis (Título de Minas). Apurímac: Universidad Nacional Micaela Bastidas, 2016, 167 pp.
6. SEGAMA, Richard. Incremento de productividad mediante optimización del sistema de transporte con camiones en el Tajo Norte – Sociedad Minera El Brocal. Cuarta. Tesis (Título de Minas). Huancayo: Universidad Nacional del centro del Perú, 2019, 70 pp.

ANEXOS

Anexos A

Matriz de operacionalización de variables

Tabla 49. Tabla de matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición	Definición operacional		
	Conceptual	Dimensiones	Sub-Dimensiones	Indicadores
VI: Variables operacionales en los equipos de carguío y acarreo.	Las variables operacionales en equipos de carguío y acarreo está referido a mejorar el rendimiento en estos equipos en diferentes áreas unitarias.	<ul style="list-style-type: none"> • Factores geológicos • Factores geomecánicos • Factores Operacionales 	Variable geológica Variable geomecánica Productividad	Leyes, potencia estructura, mineralización, etc. Propiedades del macizo rocoso Utilización y disponibilidad de equipos de carguío y acarreo.
VD: Equipos de carguío y acarreo.	La relación de equipos de carguío y acarreo, será evaluado en función de la utilización y disponibilidad, considerando las diferentes actividades operativas.	<ul style="list-style-type: none"> • Variables Técnicas • Variables Económicas 	Análisis Pareto Análisis Dash board	Actividades de equipos de carguío y acarreo. Costos de voladura, programada y real.

Anexo B

Planos en sección y planta

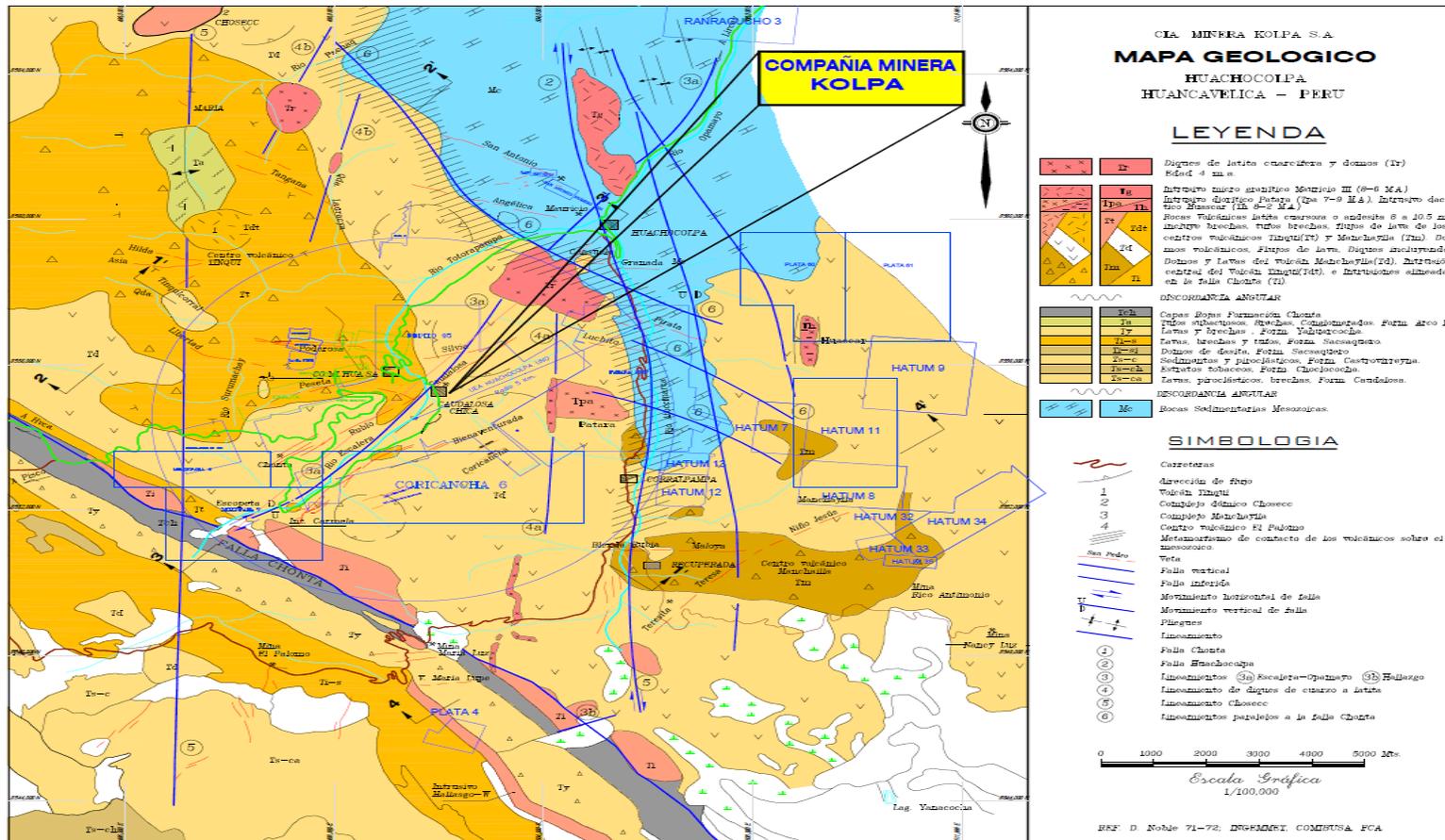
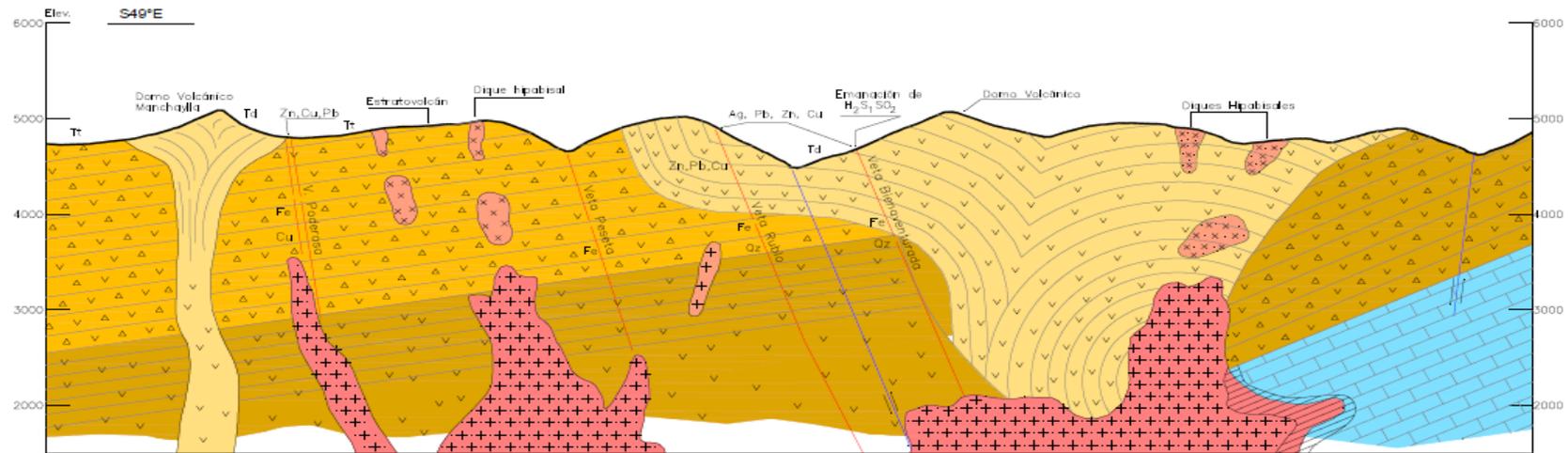


Figura 38. Plano geológico de la Compañía Minera Kolpa S.A.



LEYENDA

-  DACITA PORFIRITICA
-  GRANODIORITA
-  ESTRATO VOLCAN
-  DOMO VOLCANICO
-  CALIZAS
-  ZONA DE ALTERACION

SECCION 1 - 1' - ESQUEMA DEL YACIMIENTO MINERO DE CAUDALOSA

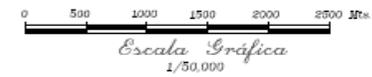


Figura 39. Perfil geológico de la Compañía Minera Kolpa S. A.

Anexo C
Fotografías



Figura 40. Malla de perforación, frentes Compañía Minera Kolpa S.A.



Figura 41. Material volado, observar grado de fragmentación y sobrerotura, Compañía Minera Kolpa S. A.



Figura 42. Equipo de perforación en Compañía Minera Kolpa S. A.



Figura 43. Equipo de acarreo en Compañía Minera Kolpa S. A.