

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Análisis del rendimiento operacional en equipos de
transporte y acarreo en el Nv. 4330 - zona Yessica para
el cumplimiento de los planes de producción en
Compañía Minera Kolpa S. A**

Alessandro Gabriel Caballero Capcha
Juan Bryan Narvaez Monterrey

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2024

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Ing. Javier Carlos Córdova Blancas
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 23 de Abril de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO OPERACIONAL EN EQUIPOS DE TRANSPORTE Y ACARREO EN EL NV 4330 – ZONA YESSICA, PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS PLANES DE PRODUCCIÓN EN COMPAÑÍA MINERA KOLPA S.A.

Autores:

1. ALESSANDRO GABRIEL CABALLERO CAPCHA – EAP. Ingeniería de Minas
2. JUAN BRYAN NARVAEZ MONTERREY – EAP. Ingeniería de Minas

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (10): SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,


 **JAVIER CARLOS CORDOVA BLANCAS**
INGENIERO DE MINAS
CIP Nº 138244

Asesor de trabajo de investigación

ÍNDICE DE CONTENIDO

ASESOR-----	II
AGRADECIMIENTO-----	III
DEDICATORIA-----	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO-----	V
ÍNDICE DE TABLAS-----	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS-----	IX
RESUMEN-----	XI
ABSTRACT-----	XIII
INTRODUCCIÓN-----	XV
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO-----	16
1.1. Planteamiento y formulación del problema-----	16
1.1.1. Planteamiento del problema-----	16
1.1.2. Formulación del problema-----	17
1.2. Objetivos-----	17
1.2.1. Objetivo general-----	17
1.2.2. Objetivos específicos-----	17
1.3. Justificación e importancia-----	18
1.3.1. Justificación social - práctica-----	18
1.3.2. Justificación académica-----	18
1.4. Hipótesis de la investigación-----	19
1.4.1. Hipótesis general-----	19
1.4.2. Hipótesis específicas-----	19
1.5. identificación de las variables-----	19
1.5.1. Variable independiente-----	19
1.5.2. Variable dependiente-----	19
1.5.3. Matriz de operacionalización de variables-----	20
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO-----	21
2.1 Antecedentes del problema-----	21
2.1.1 Antecedentes internacionales-----	21
2.1.2 Antecedentes nacionales-----	22

2.2	Generalidades de la unidad minera Kolpa -----	23
2.2.1	Ubicación de la mina -----	23
2.2.2	Accesibilidad a la mina Bienaventurada -----	24
2.3	Geología general -----	25
2.3.1	Geología regional -----	25
2.3.2	Geología local -----	27
2.3.3	Geología económica -----	29
2.4	Consideraciones operacionales -----	31
2.4.1	Características geomecánicas de la mina Bienaventurada -----	31
2.4.2	Características del método de minado -----	34
2.5	Bases teóricas -----	36
2.5.1	Variables operacionales -----	37
2.5.2	Actividades asociadas al proceso de acarreo -----	38
2.5.3	Granulometría asociada al proceso de acarreo -----	40
2.5.4	Rendimiento de los equipos de acarreo (scoops 3.5 – 4.2 yd ³) -----	43
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN -----		45
3.1	Método y alcances de la investigación -----	45
3.1.1	Método de la investigación -----	45
3.1.2	Alcances de la investigación -----	46
3.2	Diseño de la investigación -----	46
3.3	Población y muestra -----	46
3.3.1	Población -----	46
3.3.2	Muestra -----	47
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos -----	47
3.4.1	Técnicas utilizadas en la recolección de datos -----	47
3.4.2	Instrumentos utilizados en la recolección de datos -----	47
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS -----		48
4.1	Análisis de las variables operacionales de acarreo -----	48
4.2	Análisis de las actividades de incumplimiento de tonelaje -----	57
4.3	Análisis de la granulometría post voladura -----	63
4.4	Análisis del rendimiento de equipos de transporte y acarreo -----	67
4.5	Validación de la hipótesis -----	71

CONCLUSIONES -----	76
RECOMENDACIONES -----	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	80
ANEXOS-----	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de matriz de operacionalización de variables	20
Tabla 2. Acceso a la unidad minera	25
Tabla 3. Calidad del macizo rocoso – veta Bienaventurada	34
Tabla 4. Variables operacionales, zona Yessica	37
Tabla 5. Actividades del proceso de acarreo, zona Yessica, periodo enero a setiembre	39
Tabla 6. Parámetros operacionales de acarreo, zona Yessica, periodo enero	49
Tabla 7. Parámetros operacionales de acarreo, zona Yessica, periodo enero	50
Tabla 8. Resumen de parámetros operacionales, periodo enero-febrero	52
Tabla 9. Parámetros operacionales de acarreo, zona Yessica, periodo abril	53
Tabla 10. Parámetros operacionales de acarreo, zona Yessica, periodo mayo.....	55
Tabla 11. Resumen de parámetros operacionales, periodo abril - mayo	56
Tabla 12. Diagrama de Pareto, actividades de acarreo, periodo enero - febrero.....	58
Tabla 13. Diagrama de Pareto, actividades de acarreo, periodo abril - mayo.....	60
Tabla 14. Resumen de actividades, incumplimiento de la producción, periodo enero a mayo.....	62
Tabla 15. Análisis de la granulometría, periodo enero y febrero.....	65
Tabla 16. Análisis de la granulometría, periodo enero y febrero.....	67
Tabla 17. Rendimiento de scoop, periodo enero y febrero	68
Tabla 18. Rendimiento de camión, periodo enero y febrero	69
Tabla 19. Rendimiento de scoop, periodo abril y mayo	70
Tabla 20. Rendimiento de camión, periodo abril y mayo	71
Tabla 21. Validación de parámetros operacionales de acarreo	72
Tabla 22. Comparativo de producción, número de cucharas y distancia	73
Tabla 23. Validación del rendimiento de equipos de transporte y acarreo	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la mina Bienaventurada	24
Figura 2. Geología regional de la mina Bienaventurada	26
Figura 3. Estratigrafía de la mina Bienaventurada.....	27
Figura 4. Geología local, mina Bienaventurada.....	28
Figura 5. Zona mineralizadas presentes en la mina Bienaventurada	30
Figura 6, Diagrama estereográfico de contornos del compósito de discontinuidades.....	31
Figura 7. Diagrama estereográfico de planos principales del compósito de discontinuidades.....	32
Figura 8. Diagrama de roseta del compósito de discontinuidades.....	32
Figura 9. Zonificación geomecánica, de la veta Bienaventurada	33
Figura 10. Método de minado SLS – bench and fill	35
Figura 11. Relación de producción, combustible y horas ejecutadas, zona Yessica.....	37
Figura 12. Relación de producción, número de cucharas y distancia, zona Yessica.....	38
Figura 13. Diagrama de Pareto, proceso de acarreo, zona Yessica.....	40
Figura 14. Diagrama de gestión mine to mill	41
Figura 15. Diagrama de grado de fragmentación	42
Figura 16. Relación producción, combustible y horas ejecutadas, enero	49
Figura 17. Relación producción, número cucharas y distancia, enero	50
Figura 18. Relación producción, combustible y horas ejecutadas, febrero	51
Figura 19. Relación producción, número cucharas y distancia, febrero.....	51
Figura 20. Resumen de producción, combustible y horas ejecutadas, enero-febrero	52
Figura 21. Resumen de producción, número cucharas y distancia, enero-febrero	52
Figura 22. Relación producción, combustible y horas ejecutada, abril	54
Figura 23. Relación producción, distancia y número cucharas, abril	54
Figura 24. Relación producción, combustible y horas ejecutada, mayo	55

Figura 25. Relación producción, distancia y número de cucharas, mayo	55
Figura 26. Resumen de producción, combustible y horas ejecutadas, abril-mayo	56
Figura 27. Relación total, tonelaje y número de viajes, periodo setiembre	59
Figura 28. Relación promedio, tonelaje y número de viajes, periodo setiembre	61
Figura 29. Resumen de incumplimiento de producción	62
Figura 30. Muestra de análisis post voladura, cancha mineral, enero - febrero.....	63
Figura 31. Análisis de granulometría, cancha mineral, enero - febrero.....	64
Figura 32. Perfil de granulometría, cancha mineral, enero - febrero.....	64
Figura 33. Muestra de análisis post voladura, cancha mineral, abril - mayo.....	65
Figura 34. Análisis de granulometría, cancha mineral, abril - mayo.....	66
Figura 35. Perfil de granulometría, cancha mineral, abril - mayo.....	66
Figura 36. Comparativo de producción, combustible y horas ejecutadas	72
Figura 37. Comparativo de producción, número de cucharas y distancia.....	72
Figura 38. Comparativo de granulometría post voladura.....	73
Figura 39. Comparativo de rendimiento de equipos de acarreo (scoop 4.2 yd ³)	74
Figura 40. Comparativo de rendimiento de equipos de transporte (camión 20 t)	75

RESUMEN

El presente trabajo analiza las variables operacionales de acarreo, así como el grado de fragmentación posvoladura para medir el comportamiento del rendimiento de los equipos de transporte y acarreo en el Nv. 4330, zona Yessica, durante los periodos de enero a febrero y el periodo optimizado de abril a mayo, con la finalidad de cumplir con el plan de minado en la Compañía Minera Kolpa S. A.

El método aplicado es inductivo – deductivo, donde se plantea el cumplimiento del plan de producción mediante el análisis del rendimiento de los equipos de transporte y acarreo. Para lo cual se analiza las diferentes variables operacionales en el proceso de acarreo como tonelaje, consumo de combustible, horas ejecutadas, número de cucharas y distancia asociada, los que son relacionados con la granulometría y porcentaje pasante posvoladura para determinar el rendimiento de los equipos de acarreo (scoops de 4.2 yd³) y su incidencia con los equipos de transporte durante los periodos evaluados.

Los resultados obtenidos consideran una mejora del tonelaje acarreado durante el segundo periodo en 7,819.72 toneladas, con una disminución de 0.74 galones de combustible diario y una disminución de 0.23 horas ejecutadas diarias de acarreo. Asimismo, la mejora de los parámetros considera una disminución de número de cucharas diarias en 0.74 cucharas y un incremento de distancia de 11.54 metros.

La mejora del tonelaje, producido durante el segundo periodo de análisis en 7,819.72 toneladas, es producto de la disminución de la granulometría en 14.07 cm y una mejora en el porcentaje pasante en 8.61%. Así mismo, la disminución de la granulometría (mejora en la fragmentación) considera la mejora en el factor de llenado de 70 % a 85 % en el segundo periodo de análisis.

Finalmente, la mejora de rendimiento de los equipos durante el segundo periodo de estudio: abril y mayo considera el incremento de 15 t/h en scoops y de 3.91 t/h

en camiones, esta mejora, está relacionado a la disminución de la granulometría posvoladura en 14.07 cm, mejorando el factor de llenado en 15 %.

Palabras clave: rendimiento, granulometría, consumo combustible, producción, horas máquina, P80, porcentaje pasante, etc.

ABSTRACT

The development of this work analyzes the operational hauling variables, as well as the degree of post-blast fragmentation, to measure the performance behavior of the transport and hauling equipment in the Lv. 4330, Yessica zone, during the periods from January to February and the optimized period from April to May, in order to comply with the mining plan at Compañía Minera Kolpa S. A.

The method applied is inductive - deductive, where compliance with the production plan is proposed through the analysis of the performance of transportation and hauling equipment. For which the different operational variables in the hauling process are analyzed, such as tonnage, fuel consumption, hours executed, number of buckets and associated distance, which are related to the granulometry and post-blasting through percentage, to determine the performance of hauling equipment (scoops of 4.2 yd³) and its impact on transport equipment, during the evaluated periods.

The results obtained consider an improvement in the tonnage hauled during the second period by 7,819.72 tons, with a decrease of 0.74 gallons of fuel per day and a decrease of 0.23 hours of hauling performed daily. Likewise, the improvement of the parameters considers a decrease in the number of spoons per day by 0.74 spoons and an increase in distance of 11.54 meters.

The improvement in the tonnage produced during the second period of analysis by 7,819.72 tons is the product of the decrease in granulometry by 14.07 cm, and an improvement in the passing percentage by 8.61%. Likewise, the decrease in granulometry (improvement in fragmentation) considers the improvement in the filling factor from 70% to 85% in the second analysis period.

Finally, the improvement in equipment performance during the second study period, April and May, considers the increase of 15 t/h in scoops and 3.91 t/h in

trucks. This improvement is related to the decrease in post granulometry. blasting in 14.07 cm., improving the filling factor by 15%.

Keywords: performance, granulometry, fuel consumption, production, machine hours, P80, through percentage, etc.