

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Análisis de las variables de perforación y voladura en la
rampa 8524 Nuevo Century - NV 734 para la mejora de
la productividad en la Unidad Minera San Juan de
Chorunga - Arequipa, 2021**

Alfonzo Obregon Gabriel
Junior Untiveros Arroyo

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

En primer lugar, nuestro agradecimiento a Dios, por guiarnos en el buen camino y fortalecernos espiritualmente para la culminación de nuestra carrera. A nuestros padres, por ser nuestro constante apoyo durante nuestras vidas y por hacernos personas de bien.

A la empresa Contratistas Mineros EDEMINC SAC, por el soporte de información para la realización del presente trabajo de investigación. Finalmente, al Ing. Javier Córdova Blancas por su apoyo constante para la culminación de la presente tesis.

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios por su guía y bendición. A nuestras familias por el constante apoyo durante nuestros estudios y vida diaria, por apoyarnos en momentos difíciles y por estar siempre allí, cuando los necesitamos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA	I
ASESOR	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO	V
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	19
1.1. Planteamiento y formulación del problema	19
1.1.1. Planteamiento del problema	19
1.1.2. Formulación del problema	20
1.2. Objetivos	20
1.2.1. Objetivo general	20
1.2.2. Objetivos específicos	21
1.3. Justificación e importancia	21
1.3.1. Justificación social - práctica	21
1.3.2. Justificación académica	21
1.3.3. Justificación económica	22
1.4. Hipótesis de la investigación	22
1.4.1. Hipótesis general	22
1.4.2. Hipótesis específicas	22
1.5. Identificación de las variables	22
1.5.1. Variable independiente	22
1.5.2. Variables dependientes	22
1.5.3. Matriz de operacionalización de variables	23
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	24
2.1. Antecedentes del problema	24

2.1.1. Antecedentes internacionales -----	24
2.1.2. Antecedentes nacionales -----	25
2.2. Generalidades de la unidad minera -----	26
2.2.1. Historia- -----	26
2.2.2. Ubicación accesibilidad y generalidades -----	26
2.3. Geología general -----	27
2.3.1. Geología regional -----	27
2.3.2. Geología local -----	32
2.3.3. Geología estructural -----	32
2.3.4. Mineralización en el área de estudio -----	36
2.3.5. Reservas minerales -----	36
2.4. Bases teóricas del estudio -----	38
2.4.1. Consideraciones operacionales -----	38
2.4.2. Parámetros de perforación y voladura -----	42
2.4.3. Parámetros de carguío en rampa 4 x 4 m -----	44
2.4.4. Precios unitarios de rampa 4 x 4 m -----	46
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN -----	48
3.1. Método y alcances de la investigación -----	48
3.1.1. Método de la investigación -----	48
3.1.2. Alcances de la investigación -----	49
3.2. Diseño de la investigación -----	49
3.2.1. Tipo de diseño de investigación -----	49
3.3. Población y muestra -----	50
3.3.1. Población -----	50
3.3.2. Muestra -----	50
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos -----	50
3.4.1. Técnicas utilizadas en la recolección de datos -----	50
3.4.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos -----	50
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	51
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información -----	51
4.1.1. Análisis operacionales de perforación y voladura -----	51
4.1.2. Análisis del avance efectivo -----	53

4.1.3. Análisis del factor de potencia-----	60
4.1.4. Análisis de costos de explosivos -----	66
4.1.5. Análisis de costos de limpieza (scoop)-----	74
CONCLUSIONES -----	81
RECOMENDACIONES -----	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	85
ANEXOS-----	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de variables	23
Tabla 2. Ruta geográfica	26
Tabla 3. Reservas minerales.....	38
Tabla 4. Clasificación geomecánica	39
Tabla 5. Distribución y total de explosivos por taladro.....	43
Tabla 6. Eficiencia de voladura en rampa 8524 Nuevo Century	44
Tabla 7. Cuadro de tiempos de scoops 4.1 yd ³ en rampa 8524 Nuevo Century	45
Tabla 8. Cuadro de producción de scoops 4.1 yd ³ en rampa 8524 Nuevo Century	45
Tabla 9. Cuadro de producción de scoops 4.1 yd ³ en rampa 8524 Nuevo Century	46
Tabla 10. Precios unitarios en la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734.....	47
Tabla 11. Parámetros de perforación y voladura programadas en la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734	52
Tabla 12. Movimiento de material programado en la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734	52
Tabla 13. Resumen de avance efectivo en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734	53
Tabla 14. Avance efectivo y producción de desmonte en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo.....	54
Tabla 15. Avance efectivo y producción de desmonte en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio	57
Tabla 16. Resumen de factor de potencia en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734	60
Tabla 17. Factor de potencia y consumo de explosivos en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo.....	61
Tabla 18. Factor de potencia y consumo de explosivos en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio	64

Tabla 19. Resumen de costos de explosivo para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734	67
Tabla 20. Costos de explosivos para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo	68
Tabla 21. Costos de explosivos para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio	71
Tabla 22. Resumen de costos de limpieza para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734	74
Tabla 23. Costos de limpieza para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo	75
Tabla 24. Costos de limpieza para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio	78
Tabla 25. Tabla de matriz de operacionalización de variables	87
Tabla 26. Precios unitarios rampa 4 x 4	91
Tabla 27. Horas hombre trabajadas EDEMINC SAC	92
Tabla 28. Estadísticas de seguridad y salud en el trabajo	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la mina.....	27
Figura 2. Plano geológico regional.....	28
Figura 3. Columna estratigráfica regional de la unidad minera.....	29
Figura 4. Formación Caravelí en el cerro Cuno.....	30
Figura 5. Volcánico Sencca, mirando al SE.....	31
Figura 6. Dique andesítico con estructura mineralizada al techo.....	32
Figura 7. Plano geológico local.....	33
Figura 8. Plano estructural.....	34
Figura 9. Evento anterior a la mineralización, representado por fallas.....	35
Figura 10. Evento de la formación de las estructuras mineralizadas.....	35
Figura 11. Perfil de operaciones y reservas minerales.....	37
Figura 12. Esquema de preparación de tajeo con chimeneas laterales dobles y alas de 30 m.....	41
Figura 13. Esquema de preparación de tajeo con chimeneas laterales y subnivel intermedio(variante).....	41
Figura 14. Diseño de malla de perforación en rampa Nuevo Century de sección de 4 x 4 m.....	42
Figura 15. Avance real en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo.....	55
Figura 16. Volumen real en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo.....	55
Figura 17. Relación de avance y volumen real en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo.....	56
Figura 18. Avance real en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio.....	58
Figura 19. Volumen real en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio.....	58
Figura 20. Relación de avance y volumen real en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio.....	59

Figura 21. Relación avance- explosivos y factor de potencia en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo.....	62
Figura 22. Relación explosivos y factor de potencia en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo.....	63
Figura 23. Relación avance - explosivos y factor de potencia en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio	65
Figura 24. Relación explosivos - volumen y factor de potencia en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio	65
Figura 25. Relación explosivos y factor de potencia en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio	66
Figura 26. Relación costos - explosivos y volumen de desmonte en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo.....	69
Figura 27. Relación costos – avance y factor de potencia en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo.....	69
Figura 28. Relación costos y avance en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo	70
Figura 29. Relación costos – explosivos y volumen en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio	72
Figura 30. Relación costos – avance y factor de potencia para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio	72
Figura 31. Relación costos y avance para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio	73
Figura 32. Relación tonelaje – nro. paladas y tiempo limpieza para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo.....	76

Figura 33. Relación tonelaje –costos limpieza y tiempo de limpieza para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo.....	76
Figura 34. Relación tonelaje –costos limpieza para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo.....	77
Figura 35. Relación tonelaje –nro. Paladas y tiempo de limpieza para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio	79
Figura 36. Relación tonelaje –costo limpieza y tiempo de limpieza para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio	79
Figura 37. Relación tonelaje –costo limpieza para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio	80
Figura 38. Plano geológico local.	88
Figura 39. Plano estructural	89
Figura 40. Perfil de reservas	90
Figura 41. Vetas de Au, asociadas a diques cortando el batolito de la costa (unidad Linga)	94
Figura 42. Contacto litológico del volcánico Sencca y el intrusivo de la unidad Linga.	94

RESUMEN

La presente tesis tiene por objetivo analizar las variables de perforación y voladura para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734 para la mejora de la productividad en la unidad minera San Juan de Chorunga de la compañía Century Mining Perú SAC, durante los periodos mayo y junio del 2021.

El desarrollo del presente trabajo de investigación considera el método analítico con un alcance descriptivo – explicativo, es de nivel pre experimental, donde observaremos las diferentes variables de perforación y voladura en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century de sección de 4 m x 4 m. Para lo cual se analizará el avance real durante los periodos mayo y junio, considerando el tonelaje producido de desmonte durante estos periodos y su factor de potencia ejecutado. Para, finalmente, relacionar los costos de explosivos usados en ambos periodos y los costos de limpieza o carguío (Scoop 4.1 yd3), para su optimización.

Los resultados obtenidos considerando el avance efectivo durante el mes de mayo fue de 34.81 metros y durante el mes de junio de 36.99 metros, considerando una mejora del 4.41 %, este mejor avance generó un incremento de desmonte producido en 34.88 m³.

Este mayor incremento de desmonte producido incrementó el factor de potencia de 0.84 kg/t a 1.05 kg/t durante los meses de mayo y junio respectivamente, incrementando el consumo de explosivos en 619.40 kilogramos.

Los costos de explosivos durante los periodos de mayo y junio fueron de 10,718.05 \$ y 11,389.25 \$ respectivamente, con un incremento producto del avance realizado en junio de 671.22 \$.

Finalmente, los costos de limpieza durante el mes de mayo fueron de \$ 3,088.09, considerando un total de 1,392.40 toneladas, tiempo de limpieza de 36.61 horas y un costo unitario de 2.22 \$/t. Los costos de limpieza durante el mes de junio fueron

de \$ 3,059.97, considerando un total de 1,479.60 toneladas, un tiempo de limpieza de 36.28 horas y un costo unitario de 2.07 \$/t. Esta mejora en los costos unitarios de limpieza con *scoop* se debe principalmente a un mejor control en el grado de fragmentación, producto de una mejor supervisión en los procesos unitarios de perforación y voladura.

Palabras clave: producción, perforación, voladura, explosivos, costos de limpieza, tiempo de limpieza, factor de potencia, desmonte, etc.

ABSTRACT

The objective of this thesis is to analyze the variables of drilling and blasting for the development of ramp 8524 Nuevo Century - Nv 734, for the improvement of productivity in the San Juan de Chorunga Mining Unit, of the company Century Mining Perú SAC, during the periods May and June 2021.

The development of this research work considers the analytical method with a descriptive - explanatory scope, it is of a pre-experimental level, where we will observe the different drilling and blasting variables in the development of the 8524 Nuevo Century ramp with a 4 m x 4 m section. For which the real progress will be analyzed during the May and June periods, considering the tonnage produced from dismantling during these periods and its executed power factor. To finally relate the costs of explosives used in both periods and the costs of cleaning or loading (Scoop 4.1 yd³), for optimization.

The results obtained considering the effective advance during the month of May was 34.81 meters and during the month of June it was 36.99 meters, considering an improvement of 4.41%. This better advance generated an increase in clearing produced by 34.88 m³.

This greater increase in stripping produced increased the power factor from 0.84 kg/t to 1.05 kg/t during the months of May and June, respectively, increasing the consumption of explosives by 619.40 kilograms.

The costs of explosives during the periods of May and June were 10,718.05 US\$ and 11,389.25 US\$, respectively, with an increase of 671.22 US\$ as a result of the progress made in June.

Finally, cleaning costs during the month of May were US \$3,088.09, considering a total of 1,392.40 tons, cleaning time of 36.61 hours and a unit cost of 2.22 US/Ton. Cleaning costs during the month of June were US\$3,059.97, considering a total of

1,479.60 tons, a cleaning time of 36.28 hours and a unit cost of 2.07 US/Ton. This improvement in the unit costs of cleaning with scoop is mainly due to a better control in the degree of fragmentation, product of a better supervision in the unit processes of drilling and blasting.

Keywords: production, drilling, blasting, explosives, cleanup costs, cleanup time, power factor, stripping, etc.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo analizará las variables de perforación y voladura para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, en la unidad minera San Juan de Chorunga, durante el periodo mayo y junio del 2021.

Uno de los procesos unitarios en una operación minera es la perforación y voladura y su influencia en los siguientes procesos unitarios operativos como: área unitaria de carguío, área unitaria de acarreo y área unitaria de conminución (chancado y molienda). Por tal motivo, el presente trabajo permitirá analizar las diferentes variables de perforación y voladura como factor de potencia, consumo de explosivos y su influencia en la optimización de los costos asociados en la etapa de carguío (limpieza de desmonte).

El desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century con una sección de 4 x 4 metros, permitirá analizar las diferentes variables de perforación y voladura para la mejora de la productividad en los equipos de carguío (scoop 4.1 yd³) durante los periodos de mayo y junio del 2021, considerando un disparo por día durante estos periodos por la complejidad de la operación y su proyección a 2 disparos por día, posterior a estos periodos.

El objetivo del presente trabajo de investigación es la mejora del rendimiento del equipo de carguío, mediante la mejora de las variables de perforación y voladura durante los periodos de estudio.

El desarrollo del presente trabajo de investigación se describe en 4 capítulos: el capítulo I considera el marco de forma considerando el planteamiento del problema, objetivo e hipótesis general y específicos, definiendo la relación de variables independientes y dependientes, considerados en la matriz de operacionalización de variables. El Capítulo II considera el desarrollo de los antecedentes, como resumir las generalidades de la unidad minera y las bases teóricas del presente trabajo de investigación. El Capítulo III desarrolla la metodología, alcances y diseño

de la investigación. El Capítulo IV describe el análisis e interpretación de los resultados de las variables de perforación y voladura para la mejora del rendimiento en los costos unitarios de carguío, en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, periodo mayo y junio del 2021.

Los autores

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

Una de las áreas unitarias de operación importantes en una unidad minera es la perforación y voladura, lo cual genera el control de un buen avance efectivo, el grado de fragmentación y el control de los costos asociados a la perforación y voladura. Generar programas de optimización y reducción de costos en procesos unitarios de perforación y voladura es de vital importancia, ya que la incidencia que genera los resultados en la voladura, influirá directamente en el rendimiento de los equipos de carguío y acarreo. Por tal motivo, controlar los costos operacionales asociados al programa de avances en labores subterráneas es de vital importancia, por la incidencia que genera en el cumplimiento del plan de minado de corto, mediano y largo plazo.

Al analizar las variables de perforación y voladura en la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734 mediante el análisis de las variables de factor de potencia, avance efectivo y los precios unitarios en el desarrollo de la rampa influirá positivamente en la mejora de la productividad en la unidad minera San Juan de Chorunga – 2021.

Dentro de la estructura de costos operacionales, el alto costo de acarreo o transporte se incrementará si no se cumple con un buen resultado de la perforación y voladura en los diferentes frentes operacionales de la unidad minera.

Los resultados de la voladura asociado al avance efectivo y relacionado al factor de potencia permitirá dar una primera aproximación de la estructura de costos asociada al precio unitario programado.

Una buena voladura permitirá el control del grado de fragmentación y el desplazamiento de material, analizando el tonelaje de material volado analizando la sobre rotura como variable que influye directamente la estructura de costos de carguío y acarreo.

1.1.2. Formulación del problema

- **Problema general**

¿Cuál es el resultado al analizar las variables de perforación y voladura en la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, para la mejora de la productividad en la unidad minera San Juan de Chorunga – Arequipa, 2021?

- **Problemas específicos**

a) ¿Cómo relacionar los criterios de factor de potencia y el avance efectivo real en la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, para la mejora de la productividad en la unidad minera San Juan de Chorunga – Arequipa, 2021?

b) ¿Cómo relacionar el avance efectivo real y los precios unitarios en la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, para la mejora de la productividad en la unidad minera San Juan de Chorunga – Arequipa, 2021?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Analizar las variables de perforación y voladura en la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734 para la mejora de la productividad en la unidad minera San Juan de Chorunga – Arequipa, 2021.

1.2.2. Objetivos específicos

- a) Relacionar los criterios de factor de potencia y el avance efectivo real en la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734 para la mejora de la productividad en la unidad minera San Juan de Chorunga – Arequipa, 2021.

- b) Relacionar el avance efectivo real y los precios unitarios en la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734 para la mejora de la productividad en la unidad minera San Juan de Chorunga – Arequipa, 2021.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación social - práctica

El desarrollo del presente trabajo de investigación permitirá la mejora de la productividad en la unidad minera, por lo que la rentabilidad económica de la empresa mejorará.

Esta mejora permitirá a la empresa en cumplir con los diferentes compromisos sociales y ambientales con las comunidades aledañas a la operación minera. Este cumplimiento permitirá una buena convivencia, el cual permitirá generar proyectos de inversión social, beneficiando a las diferentes comunidades con incidencia directa e indirecta a la operación minera.

1.3.2. Justificación académica

La presente investigación aplicará un análisis comparativo de las diferentes variables operacionales y económicas de perforación y voladura en el desarrollo de labores de avance (rampa). Este análisis permitirá relacionar el avance efectivo, el factor de potencia y sus costos asociados en el desarrollo de la rampa, mediante el uso de herramientas numéricas. Los resultados obtenidos en el trabajo de investigación, permitirá ser usado por otros investigadores para realizar comparaciones en estudios similares.

1.3.3. Justificación económica

La tesis mostrará la mejora del rendimiento operacional mediante el incremento de la productividad en perforación y voladura, analizando las variables como el factor de potencia, avance efectivo y los precios unitarios asociados al desarrollo de la rampa 8524, Nuevo Century en la unidad minera San Juan de Chorunga. Esta mejora de la productividad en perforación y voladura, permitirá una mejora en el rendimiento económico de la unidad minera.

1.4. Hipótesis de la investigación

1.4.1. Hipótesis general

Al analizar las variables de perforación y voladura en la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734 influye positivamente en la mejora de la productividad en la unidad minera San Juan de Chorunga – Arequipa, 2021.

1.4.2. Hipótesis específicas

- a) Al relacionar los criterios de factor de potencia y el avance efectivo real en la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734 influye positivamente en la mejora de la productividad en la unidad minera San Juan de Chorunga – Arequipa, 2021.

- b) Relacionar el avance efectivo real y los precios unitarios en la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734 influye positivamente en la mejora de la productividad en la unidad minera San Juan de Chorunga – Arequipa, 2021.

1.5. Identificación de las variables

1.5.1. Variable independiente

- Análisis de variables operacionales de perforación y voladura.

1.5.2. Variables dependientes

- Mejora de la productividad de la unidad minera como factor de potencia, avance efectivo y precios unitarios.

1.5.3. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. *Tabla de variables*

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional		
		Dimensiones	Sub-Dimensiones	Indicadores
VI: Variables operacionales de perforación y voladura.	Las variables operacionales de perforación y voladura están directamente asociado al rendimiento de los diferentes procesos unitarios en mina.	<ul style="list-style-type: none"> • Indicadores geológicos • Indicadores geomecánicos • Indicadores Operacionales 	Variable geológica Variable geomecánica Variable Perforación y voladura	Tipo de yacimiento, ley de mineral, etc. Características del macizo rocoso Mallas de perforación, espaciamiento y burden..
VD: Mejora de la productividad en la Rampa 8524 Nuevo Century.	Las variables asociadas a la mejora de la productividad en la rampa 8524 están directamente relacionadas a los parámetros de perforación y voladura.	<ul style="list-style-type: none"> • Indicadores técnicos • Indicadores económicos 	Variable Rampa 8524 Nuevo Century	Factor de potencia. Avance efectivo. Precios unitarios.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes internacionales

- Tesis titulada: “*Evaluación del efecto tronadura en la estabilidad y dilución de caserones en minería subterránea selectiva*” de la universidad de Chile. El objetivo de la presente tesis fue desarrollar y aplicar una metodología, para el análisis de la dilución y el efecto de la sobre rotura en frentes de producción en minería subterránea, para lo cual se consideró el empleo de modelos numéricos para la simulación de la voladura y su influencia asociada. Finalmente, se generó un modelo numérico, el cual permitió analizar y calcular el daño por voladura en la sobre excavación. (1)

- Tesis titulada: “*Mejoramiento de las prácticas operacionales mediante el uso de un modelo de gestión*” de la Universidad de Chile. El objetivo de la investigación fue identificar y analizar los factores operacionales que inciden en el rendimiento de equipos de carguío y acarreo, dándole un énfasis al sistema pala – camión y su efecto en la mejora de la productividad, incrementando la producción. Para la ejecución del presente estudio se realizó en un periodo de 613 días, considerando diferentes variables para su análisis utilizando el sistema Dispatch como base, generando buenos resultados en el control de tiempo y actividades en los equipos de carguío y acarreo. (2)

2.1.2. Antecedentes nacionales

- Tesis titulada: "*Evaluación de parámetros de diseño de perforación y voladura en taladros largos aplicado en vetas angostas para determinar su productividad en la U.M. San Rafael, Minsur S.A.*". El objetivo de la investigación fue analizar las variables de perforación y voladura en métodos de minado con taladros largos usado en vetas angostas y su efecto post voladura. Las variables analizadas fueron los estudios de tiempo de perforación, el grado de fragmentación, los costos asociados y los indicadores de gestión operativa. También, se realizó el análisis de las diferentes mallas de perforación asociadas a estructuras angostas y su efecto en la dilución. Los resultados al aplicar diferentes métodos de minado permiten visualizar el incremento de la producción desde 934,506 toneladas con leyes promedio de Sn@4.90 % en cuerpos mineralizados a producciones de 1049,707 con leyes promedio de Sn@1.52 % en vetas angostas. (3)
- Tesis titulada: "*Aplicación del método de explotación por taladros largos en veta Virginia de la unidad San Cristóbal de la Compañía Minera Volcan S.A.A.*". El objetivo del trabajo de investigación fue definir las características geomecánicas y geológicas de las principales estructuras mineralizadas, para la aplicación del método de minado con taladros largos. Los resultados consideraron un rango de potencias de 2.85 a 3.0 metros, considerando anchos de minado entre 3.0 a 4.0 metros. Las evaluaciones del yacimiento consideran un incremento de la potencia en profundidad con buzamientos entre 59° SE y 75° SE y considerando una dirección de excavación en N42° E. (4)
- Tesis titulada: "*Optimización de explotación del tajo 427- cuerpo Chiara 445 usando taladros largos paralelos - Cía. Minera Casapalca S.A. - 2017*". El principal objetivo fue optimizar la explotación del cuerpo mineralizado Chiara 445, utilizando taladros largos en paralelo en Compañía Minera Casapalca S.A. Los resultados, considera un factor de potencia de 0.35 kg/t en taladros paralelos los cuales son menores a taladros en abanico en 0.62 kg/t. Asimismo, considerando el resultado de la dilución se redujo de igual forma de 30% a 11 %,

con una mejora de recuperación de 78 % a 92 %. Finalmente, en la voladura secundaria se redujo de 40 % a 20 %, optimizando los costos de voladura. (5)

2.2. Generalidades de la unidad minera

2.2.1. Historia

La actividad minera se reporta desde el siglo XIX, siendo la sociedad inglesa y chilena la que inicia operaciones en el sector de Ocoña, el cual no tuvo buenos resultados, para luego en el año 1993 fue invadida por mineros peruanos, chilenos y alemanes donde se fundó la compañía Calata. Durante los periodos de 1958 se inició la explotación por Andaray Gold Mines Company y luego continuar por Compañía de Minas Ocoña durante el año 1969 con un ritmo de producción de 60 tpd.

Desde el 2006 a la actualidad, la explotación lo realiza Century Mining Perú SAC (CMP), en su unidad minera San Juan de Chorunga, explotando el yacimiento mediante sistemas de explotación subterránea de minerales auríferos.

2.2.2. Ubicación accesibilidad y generalidades

La operación se ubica en la quebrada de San Juan de Chorunga, distrito de Río Grande, provincia de Condesuyos y departamento de Arequipa.

El área de estudio, tiene como referencia las coordenadas UTM: 8 236 528 N y 712 473 E y 8 236 070 N y 712 987 E, con una altura promedio de 750 m s. n. m.

Tabla 2. Ruta geográfica

RUTA	DISTANCIA	TIPO VÍA	TIEMPO
Desde Arequipa a Ocoña	250 km	Asfaltado	4 h
Desde Ocoña a Mina San Juan	80 km	Trocha Carrozable	3 h
TOTAL	330 km		7 h

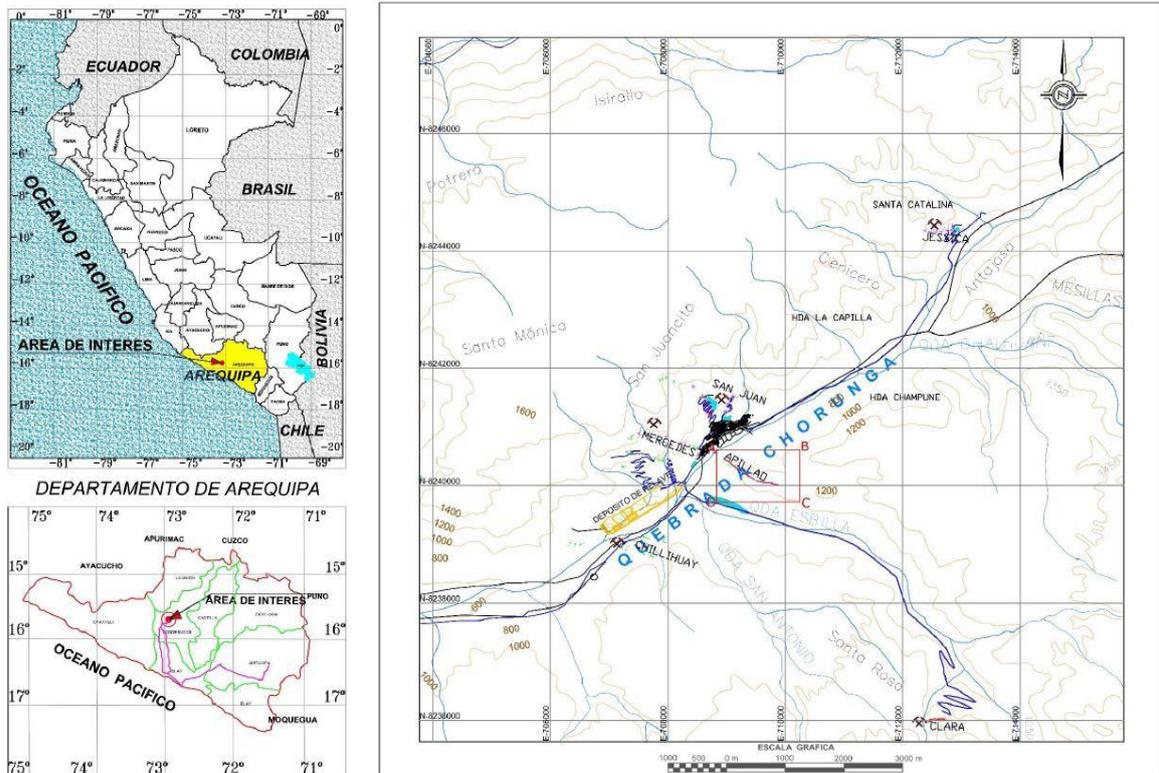


Figura 1. Ubicación de la mina.
Tomado del Departamento de Geología

2.3. Geología general

2.3.1. Geología regional

Está asociado principalmente a rocas sedimentarias, volcánicas y plutónicas, perteneciente principalmente al grupo Yura y compuesta por las formaciones Labra y Cachios, los cuales se ubican en el sector SW del sector de estudio.

ERA	SIST.	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	ESP (m)	LITOLOGIA	DESCRIPCION	EDAD	
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Depósitos Aluviales	150		Clastos de roca de diferente composición (andesita, anfibolita, tufo dacítico, aglomerados volcánicos, calizas, areniscas.	2.0	
		PLIOCENO	Volcánico Sencca	80		Tobas y brechas tobáceas de naturaleza dacítica a riolítica.	12.5	
	TERCIARIO	EOCENO	Formación Caraveli	Miembro Altos de Calpa	710		Conglomerados heterogeneos poco consolidados y mal clasificados, con areniscas y piroclastos que presentan niveles de tobas blanquecinas.	
				Miembro Cuno Cuno			Clastos bien estratificados y compactos que se alternan con niveles de conglomerados finos y limonitas.	
PALEOCENO	Miembro Cruz Blanca	Conglomerados redondeados a subredondeados que son de origen intrusivo, volcánico, sedimentario y metamórfico.						
MESOZOICO	JURASICO	MALM	Grupo Yura	280		COMPLEJO BELLA UNION Areniscas grises de grano medio, interestratificadas con cuarcitas blanquecinas de 10-50cm de grosor con niveles delgados de lutitas de color grises oscuras a negras	58.0	
Formación						Labra		
						Cachios		
NEOPROTEROZOICO	PRECAMBRIANO		Complejo Basal	2		BATOLITO DE LA COSTA Diorita Gneis	250	
							2000	

 DPTO. DE GEOLOGÍA U.E.A. SAN JUAN DE CHORUNGA DISTRITO: RÍO GRANDE PROVINCIA: CONDE SUYOS DEPARTAMENTO: AREQUIPA	MINA SAN JUAN DE CHORUNGA			FIGURA
	COLUMNA ESTRATIGRAFICA REGIONAL			
	HECHO POR: J. Arela J.	FUENTE: Ingemmet	FECHA: AGOSTO 2018	
	MODIFICADO POR: J. ARELA J.	DIBUJADO POR: J. Ramos		
	REVISADO: ING. M. Valdivia B.	APROBADO POR: J. Macedo F.		

**Figura 3. Columna estratigráfica regional de la unidad minera
Tomado del Departamento de Geología**

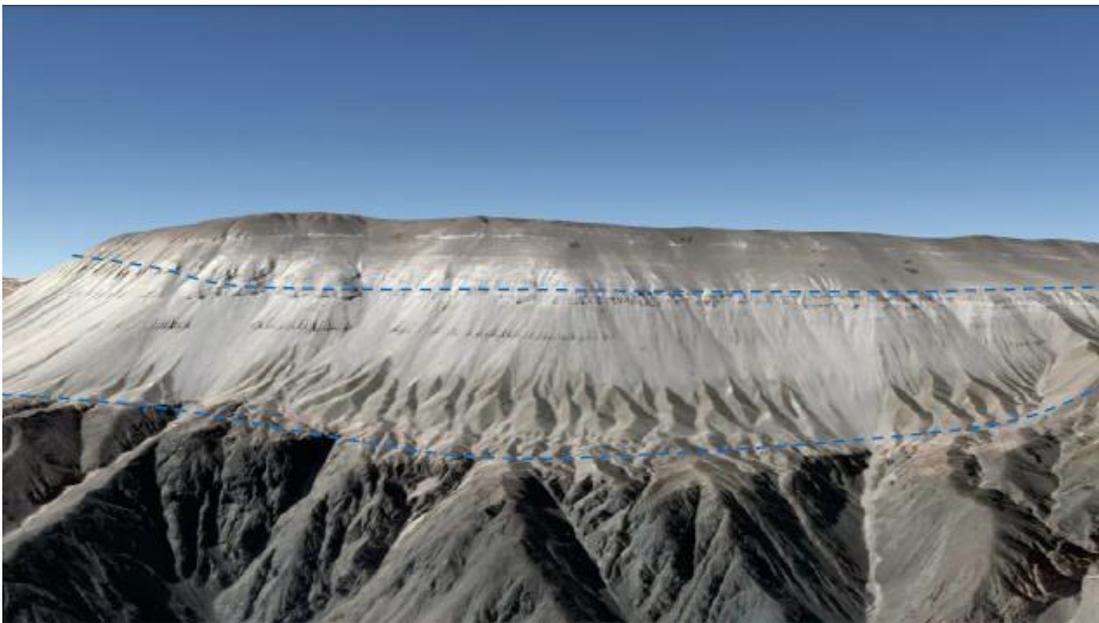
a) Grupo Yura (JsKi-yu)

Compuestas principalmente por areniscas y lutitas en los niveles superiores, asociados a las formaciones Labra y Cachios (Jurásico Superior). Estas rocas han sido intruídas y metamorizadas por rocas intrusivas hipoabisales del complejo Bella Unión.

Los grosores de las formaciones Cahios y Labra son de aproximadamente de 280 metros, con capas de cuarcitas de 10 a 50 centímetros, los cuales han sido intruídos por rocas hipabisales del complejo Bella Unión, y por diques micro dioríticos.

b) Formación Caravelí (Ti - cv)

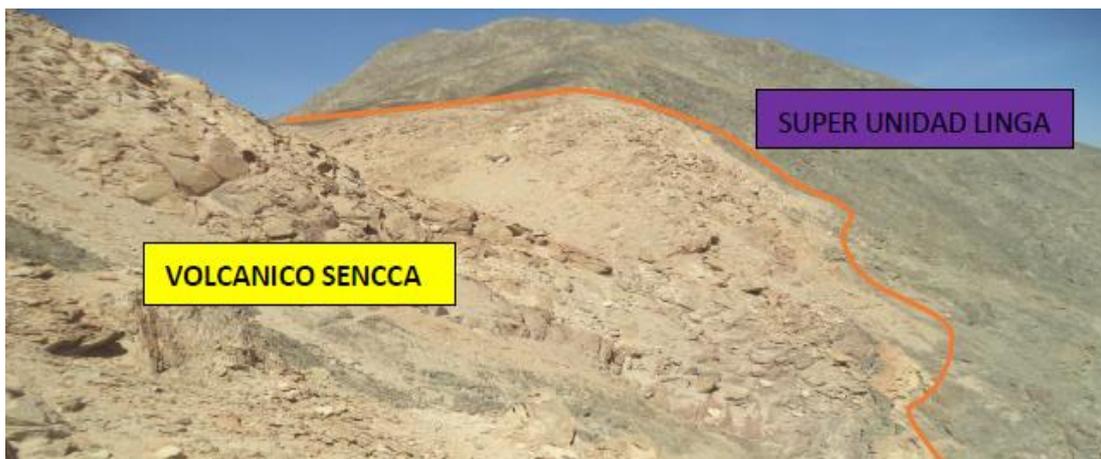
Están asociados a rocas de carácter molásico, como consecuencia de un ciclo erosivo, los miembros superior e inferior están compuestas por gruesas secuencias de conglomerados de fácil inconsistencia, mientras que los niveles intermedios están asociados a clastos bien compactos y estratificados. Los clastos presentes son sub redondeados de composición de cuarcita, sub volcánicos, calizas e intrusivos, con diámetros de 10 a 50 centímetros. Se asocia a una edad entre el Paleoceno Superior y Eoceno Inferior.



*Figura 4. Formación Caravelí en el cerro Cuno
Tomado del Departamento de Geología*

c) Volcánico Sencca (Ts – vse)

Constituido principalmente por tobas y brechas tobáceas principalmente de composición dacítica a riolítica. Se observa en bancos compactos que se intercala con arena gruesa y tobas retrabajadas., con un espesor máximo de 80 metros. Se le asigna una edad al Plioceno Medio a Superior.



*Figura 5. Volcánico Sencca, mirando al SE
Tomado del Departamento de Geología*

d) Complejo Basal (PE – gn)

Asociado principalmente de rocas metamórficas de composición gneis, granitos, diques básicos a intermedios y cuerpos tabulares de pegmatita granítica. Al sur del cerro Ancha, en la margen derecha del río Ocoña, se observan como techos colgados sobre el batolito de la costa. Se le asocia una edad del pre cámbrico.

e) Rocas intrusivas

Compuesta principalmente por cuerpos de composición dacítica y andesítica, con una orientación estructural de rumbo andino, emplazados en el flanco oeste del batolito de la costa. Estos cuerpos en contacto con las rocas metamórficas, han generado zonas de mineralización, asignándole una edad entre el cretáceo medio a cretáceo superior.

f) Batolito de la Costa

Se asocia principalmente a rocas intrusivas de intrusiones múltiples y complejas, formada por tonalitas y granodioritas, los cuales ocupan la parte central de la cordillera occidental, con una extensión de 1600 kilómetros de largo y 65 kilómetros de ancho. El batolito de la costa asociado a 5 segmentos, donde el segmento Arequipa está relacionado a las súper unidades: Tiabaya, Incahuasi, Patap, Pampahuasi y Linga, donde afloran regionalmente los 3 primeros. Estas super unidades están asociados a dioritas, granodioritas, tonalitas y monzonitas, los cuales fueron intruídas por diques y apófisis pequeños de edades más jóvenes.

2.3.2. Geología local

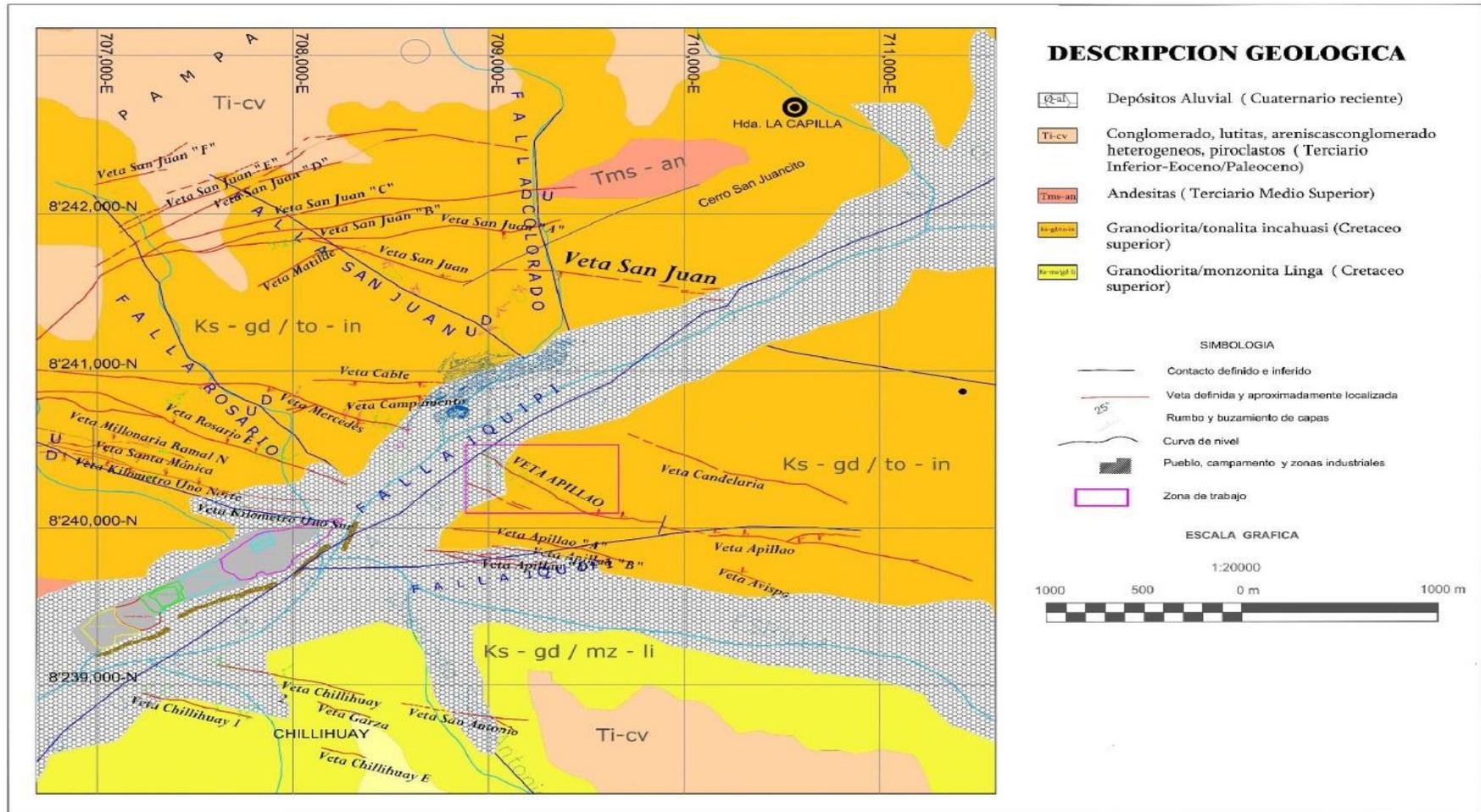
Está compuesta principalmente por hipabisales (complejo Bella Unión) e intrusivos de origen plutónico. El complejo Bella Unión, aflora en el área del proyecto, asociada a diques de monzonita y andesita, los cuales son responsables de la mineralización.

2.3.3. Geología estructural

Los principales rasgos estructurales están asociados a 3 sistemas de fracturamiento compuestos por familias: NW – SE; NE – SW y E – W. Los rasgos de mayor importancia en la operación son de fracturas y diques andesíticos con rumbo EW, los cuales están asociados a la mineralización, con edades probables de fines del cretáceo e inicios del terciario.

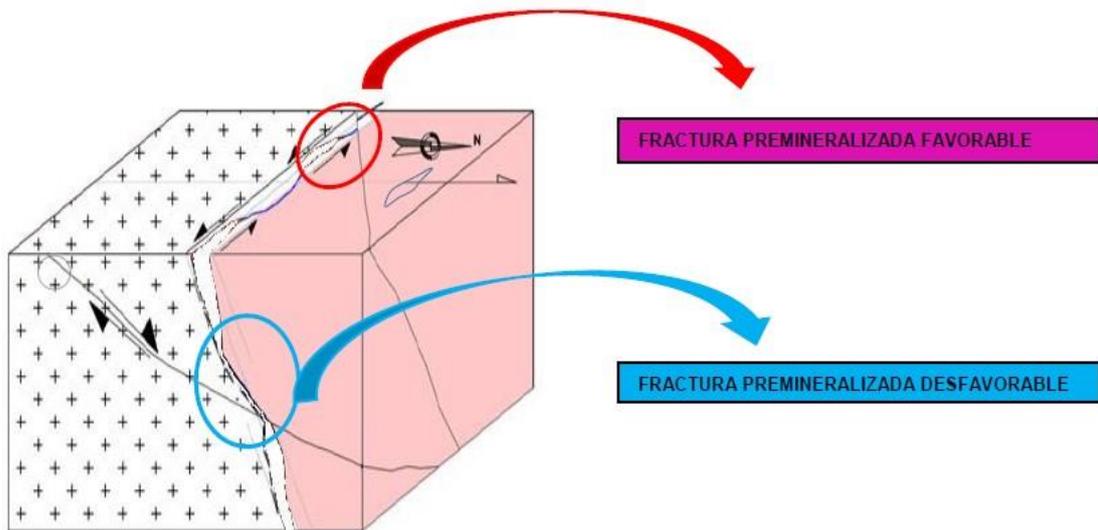


**Figura 6. Dique andesítico con estructura mineralizada al techo
Tomado del Departamento de Geología**



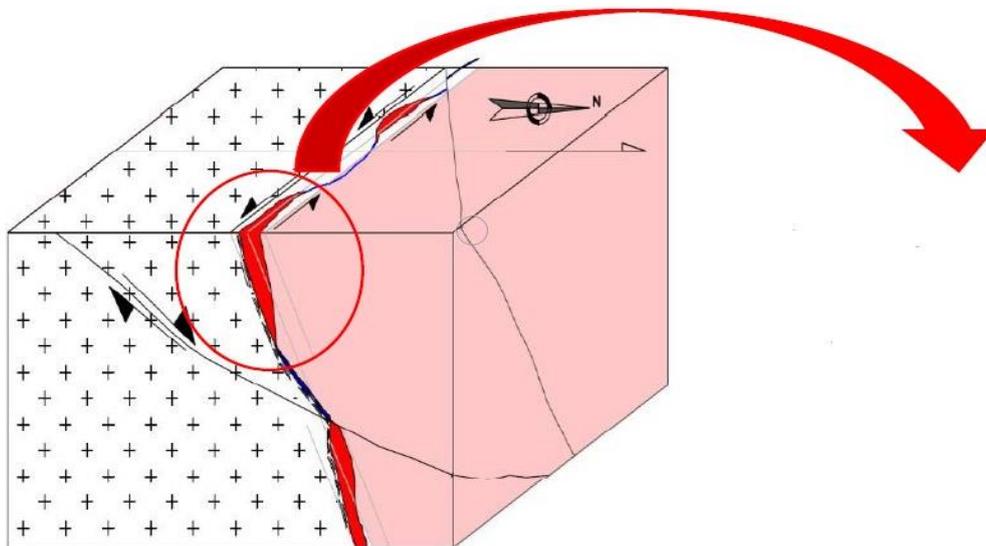
Las fracturas, pre mineral se formaron posterior a la consolidación y al enfriamiento del cuerpo ígneo, los cuales fueron sometidas a esfuerzos tectónicos, los que generaron fuerte fracturamiento, permitiendo la circulación y formación de estructuras mineralizadas con rumbo predominante E – W.

✓ 1ra etapa: formación de fallas pre mineral



**Figura 9. Evento anterior a la mineralización, representado por fallas
Tomado del Departamento de Geología**

✓ 2da etapa: formación de estructuras mineralizadas



**Figura 10. Evento de la formación de las estructuras mineralizadas
Tomado del Departamento de Geología**

2.3.4. Mineralización en el área de estudio

Localmente, se observa diversas estructuras mineralizadas que alberga innumerables minas de vetas angostas perteneciendo a la franja aurífera Nazca – Ocoña. La veta principal en el área de estudio es la veta Apillao, que está emplazado en la unidad Incahuasi, compuesta principalmente por granodioritas y en forma paralela a un dique andesítico, con una longitud de 1100 metros.

a) Veta Apillao

La veta Apillao se distribuye en numerosos clavos mineralizados con mineralización de oro con sectores de leyes altas, leyes bajas y zonas estériles, con relleno de las estructuras de cuarzo, hematita, limonita y pirita siendo el mineral económico el Oro libre (concentraciones marginales de Pb, Zn y Cu), tiene un rumbo N80°W y buzamiento 74°N.

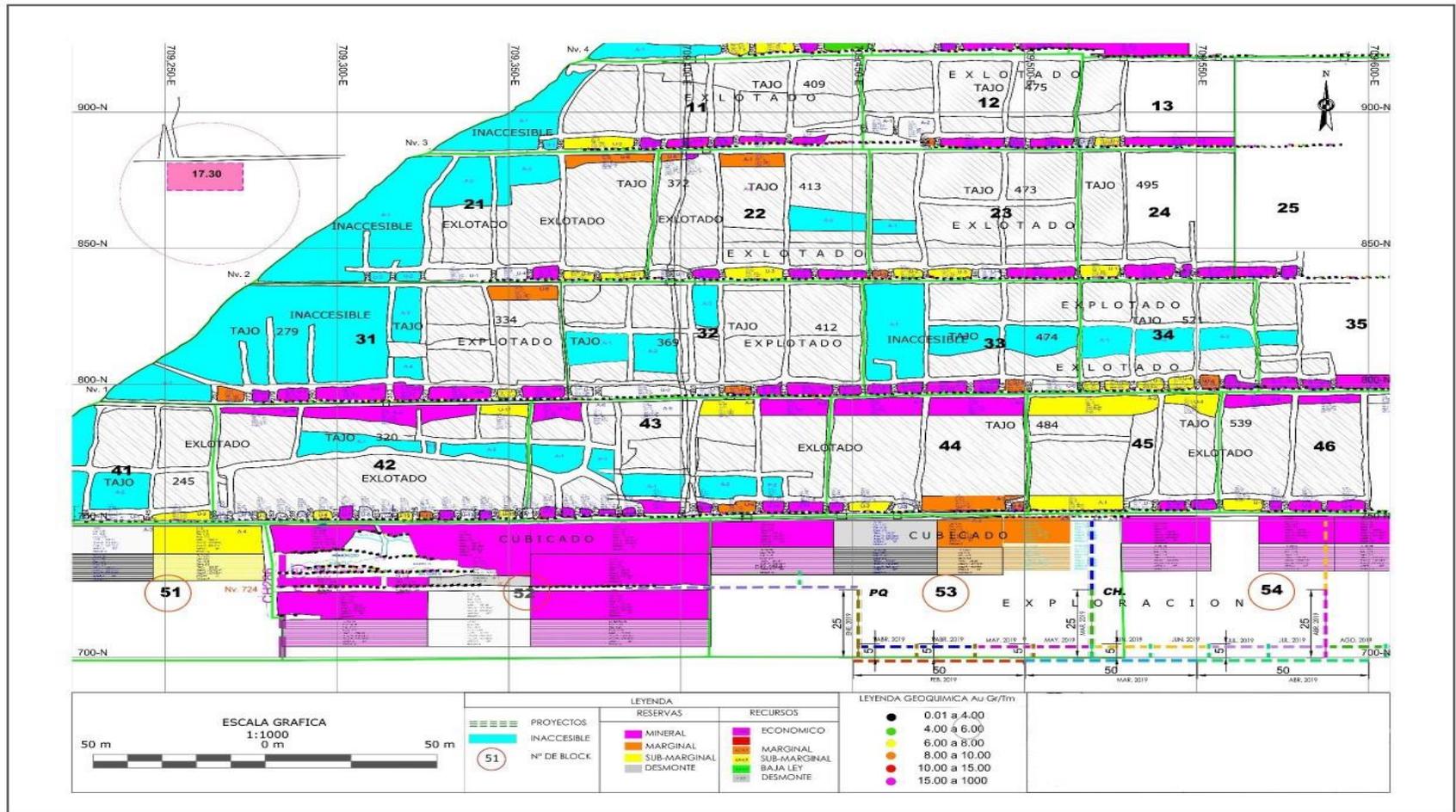
Las alteraciones hidrotermales presentes en la veta Apillao son la silicificación, seritización, piritización y principalmente la propilitización.

b) Tipo de yacimiento

El tipo de yacimiento asociado a la unidad minera San Juan de Chorunga está asociado estructuras tipo filoneanas de relleno de fracturas, de origen hidrotermal con niveles de formación intermedio y presiones moderadas a altas, cuya temperatura van en un rango de 150°C a 300°C.

2.3.5. Reservas minerales

Las reservas minerales han sido clasificadas por valor, por certeza y por accesibilidad. El total de mineral probado y probable considera un total de 109,995 toneladas, con una ley diluida de 17.67 gr/t de Au y con una potencia media de 0.63 metros.



**Figura 11. Perfil de operaciones y reservas minerales
Tomado del Departamento de Geología**

Tabla 3. Reservas minerales

RESERVAS TOTALES - POR ESTRUCTURAS			
VETA	TONELAJE TM	Ley Dil. Au (gr)	Potencia
APILLO	3,676	16.05	0.27
CHILLIHUAY	10,444	16.48	0.62
CLARA N	161	57.98	0.17
DIAGONAL 4	3,021	18.29	0.13
JESSICA	6,395	7.25	0.73
LUNA	4,139	13.72	0.56
MATILDE	7,640	22.68	0.13
MERCEDES N	23,831	22.85	0.80
MILLONARIA	247	21.21	0.15
ROSARIO	6,481	8.80	0.54
S.J. NORTE	7,946	20.62	0.80
SAN JUAN I	12,730	17.91	0.80
SAN JUAN S	14,315	11.77	0.80
SAN JUAN SPLIT - N	5,431	23.37	0.29
MERCEDES RAMAL SPLIT NC	1,283	25.13	0.50
SAN JUAN SUR - CERO	1,134	18.22	0.15
ZORAIDA	321	31.11	0.10
TOTAL GENERAL	109,195.00	17.67	0.63

Tomado del Departamento de Geología

2.4. Bases teóricas del estudio

El desarrollo de la presente tesis analizará las diferentes variables de perforación y voladura en la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734 para mejorar la productividad en la unidad minera San Juan de Chorunga. El rendimiento de los procesos unitarios de carguío y acarreo están directamente relacionados al resultado de la voladura, siendo el grado de fragmentación post voladura asociado al factor de potencia, avance efectivo real y sus costos asociados a la mejora de la productividad en la rampa 8524 Nuevo Century.

2.4.1. Consideraciones operacionales

La estructura mineralizada es de carácter mesotermal, con potencias entre 0.10 a 0.60 metros, con mineralización de oro en relleno de fracturas, siendo minadas por Century Mining Perú S.A.C.

Las operaciones están centralizadas en la zona Esperanza, donde el nivel de extracción principal Nv 734 al Nv 566, donde están concentrados la mayor parte de las operaciones, siendo el pique 8700 la principal labor de extracción de mineral y desmonte, con una producción diaria aproximada 150 tpd.

a) Caracterización geomecánica

La litología presente en el yacimiento está asociado al batolito de la costa, compuesta por granodioritas y tonalitas del grupo Incahuasi, los cuales fueron disturbadas estructural y mineralógicamente, formando diferentes vetas de Oro. Las rocas intrusivas que hospedan la mineralización de oro (vetas de cuarzo y pirita diseminada) representan las cajas, los cuales han sufrido diferentes tipos de alteración hidrotermal, generando diferentes propiedades del macizo rocoso.

Tabla 4. Clasificación geomecánica

CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA			
LITOLOGÍA	RMR	RMR (PROMEDIO)	CALIDAD
MINERAL	26 - 57	42	REGULAR B
INTRUSIVO	43 - 58	49	REGULAR B
DIQUE	30 - 45	35	MALA A
GRANODIORITA ALTERADO	25 - 37	30	MALA B
DIQUE ALTERADO	20 - 35	25	MALA B

Tomado del Departamento de Geología

La estructura mineralizada tiene un RMR promedio de 42, el intrusivo tiene un RMR promedio de 49, el Dique con un RMR promedio de 35, y la granodiorita alterada con un RMR promedio de 30 y el dique alterado con un RMR promedio de 25.

b) Método de minado

En función a las propiedades geomecánicas del macizo rocoso y la estructura mineralizada se define el método de minado a ser usado en las diferentes estructuras mineralizadas.

La importancia durante la aplicación del método de explotación es tener la secuencia del ciclo de minado y la velocidad de explotación, así como controlar la voladura a ser utilizada para controlar la estabilidad de las excavaciones. De acuerdo a las propiedades geológicas y geomecánicas, se considera la aplicación del método de explotación tipo corte y relleno ascendente con relleno detrítico y su variante con subniveles.

La aplicación de este método de minado es por ser un método selectivo, pudiendo controlar la dilución y mejorar la recuperación de mineral.

Las dimensiones de los tajeos son de 60 metros de largo y 40 a 50 metros de alto, considerando 2 chimeneas laterales y 1 chimenea en la parte central del tajeo, el que servirá como echadero, ventilación y servicios. Para dar mayor rapidez en la explotación de los tajeos se dividirán en 2 tajeos con alas de 15 m cada uno y un buzón central.

Los tajeos de producción estarán en función de la potencia de la veta:

- ✓ Potencias menores a 0.30 m.: se realizará perforaciones verticales y utilizará el relleno detrítico del desquinche de la caja piso, considera una sección de 0.60 x 1.80 metros en el tajeo.

- ✓ Potencias mayores a 0.30 m. y menores a 1.0 m.: se realizará perforaciones horizontales tipo breasting, considerado por tener un mayor volumen de producción, utilizando mayor cantidad de madera para el sostenimiento hacia las cajas y corona de la labor, el relleno se provee de las labores de desarrollo, la sección de la labor es de 1.5 x 2.10 metros en el tajeo.

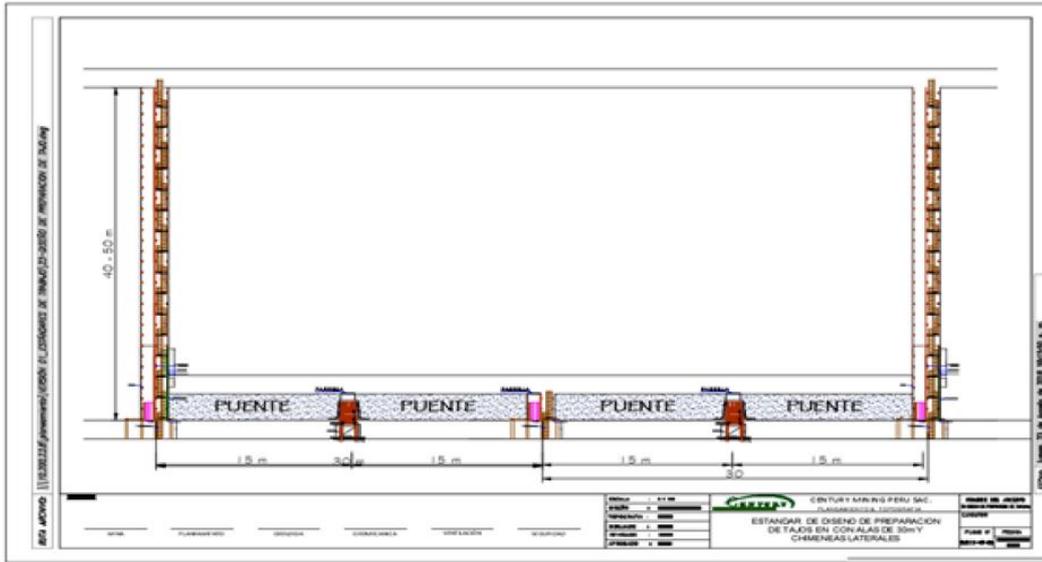


Figura 12. Esquema de preparación de tajeo con chimeneas laterales dobles y alas de 30 m Tomado del Departamento de Planeamiento

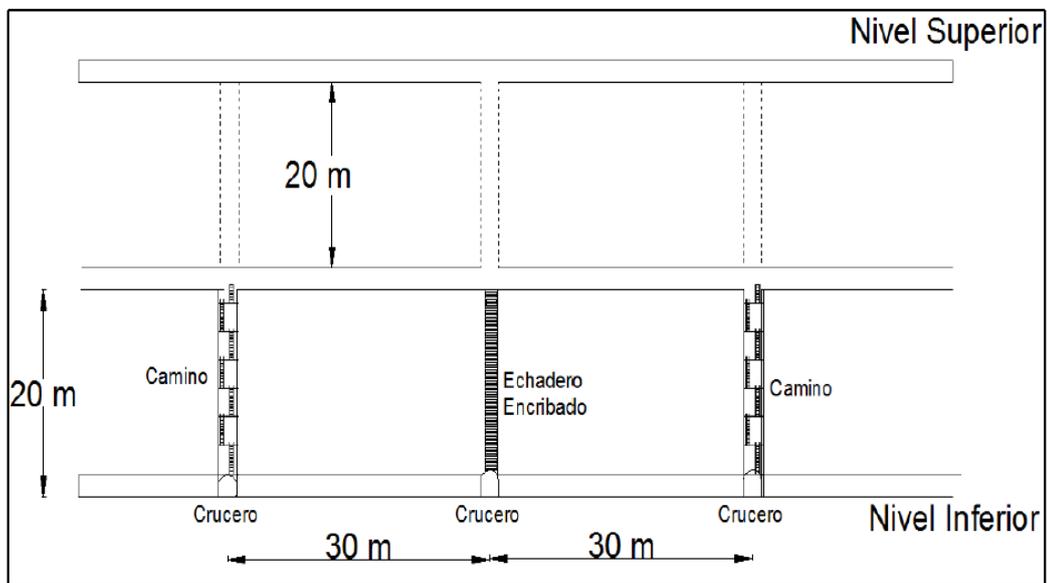


Figura 13. Esquema de preparación de tajeo con chimeneas laterales y subnivel intermedio(variante) Tomado del Departamento de Planeamiento

c) Carguío de mineral

Una vez realizado el minado en el tajeo, se usa el winche de arrastre hacia el echadero de mineral, luego es cargado en carros mineros U35 y acarreados hacia los echaderos principales y ser transportados por locomotoras hacia superficie.

d) Accesos y ventilación

Las chimeneas que limitan el tajeo en ambos extremos, son usados para servicios, vías de traspaso de personas, materiales, equipos, etc., y para integrar el circuito de ventilación.

2.4.2. Parámetros de perforación y voladura

La rampa 8524 Nuevo Century se encuentra en el Nivel 734 es la labor que permitirá mejorar el circuito de ventilación en la zona de Mercedes, acarreo de mineral, así como también realizar taladros de sondaje para comprobar los hallazgos de mineralización de las estructuras de veta Mercedes. la sección de la rampa es de 4 x 4 metros, las características de la roca es tipo 3 (Regular B).

a) Malla de perforación Rampa 4 x 4 m

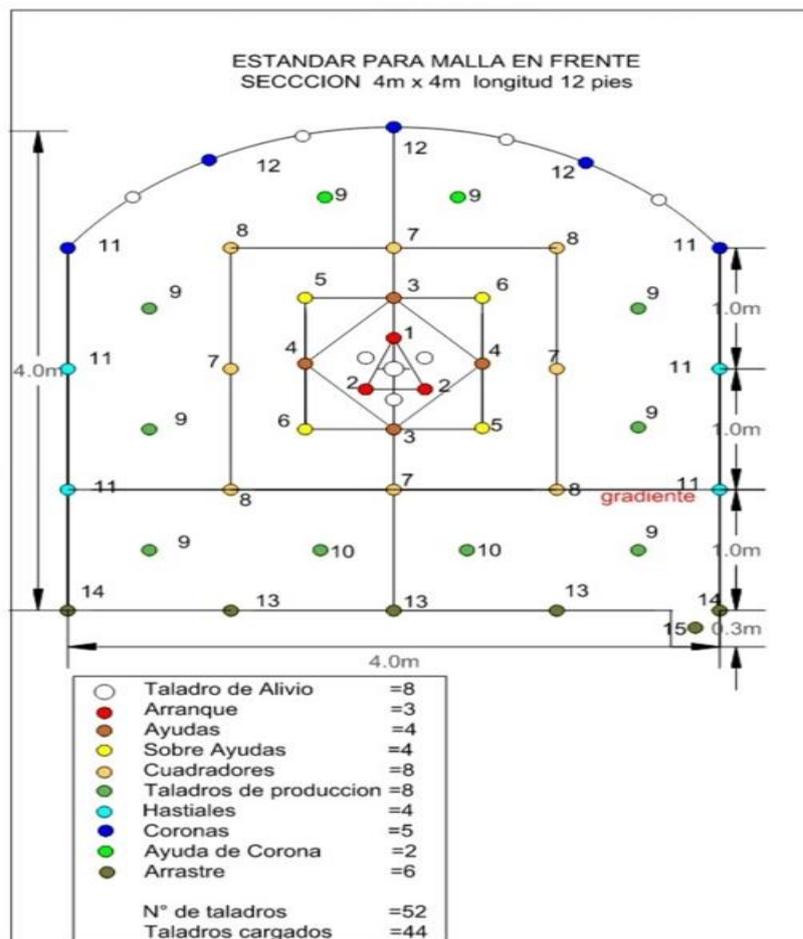


Figura 14. Diseño de malla de perforación en rampa Nuevo Century de sección de 4 x 4 m Tomado del Departamento de Planeamiento

Se considera un total de 52 taladros, considerando 44 taladros cargados y 8 de alivio.

b) Distribución de taladros.

La distribución de taladros, considera carguío con Emulnor 1000, 3000 y 5000, considerando su distribución como: en el arranque 30 unidades de emulnor 5000, en las ayudas 36 unidades de emulnor 3000 y 4 unidades de emulnor 5000, en las sobre ayudas 36 unidades de emulnor 3000 y 4 unidades de emulnor 5000, en los cuadradores 72 unidades de emulnor 3000 y 8 unidades de 5000, en los taladros de producción 72 unidades de emulnor 3000 y 8 unidades de emulnor 5000, en los hastiales 36 unidades de emulnor 3000 y 4 unidades de emulnor 5000, en ayuda de corona 18 unidades de emulnor 3000 y 4 unidades de emulnor 5000, en corona 45 unidades de emulnor 1000 y 5 unidades de emulnor 5000 y en el arrastre 54 unidades de emulnor 3000 y 6 unidades de emulnor 5000, con un total de 119.12 kg de explosivos.

Tabla 5. Distribución y total de explosivos por taladro

ROCA TIPO 3	CARGUIO CON EMULNOR					
	DISTRIBUCION	N° Tal	Cant. Cartucho x Tal	0.25	0.272	0.278
				1000 Emulnor 1 1/4 x 12	3000 Emulnor 1 1/4X12	50000 Emulnor 1 1/4X12
ARRANQUE	3	10			30	
AYUDA	4	10		36	4	
SOBRE AYUDAS	4	10		36	4	
CUADRADOR	8	10		72	8	
TALADROS DE PRODUCCION	8	10		72	8	
HASTIAL	4	10		36	4	
AYUDA CORONA	2	10		18	2	
CORONA	5	10	45		5	
ARRASTRE	6	10		54	6	
	44					
TALADROS ALIVIO CORONA	4					
TALADROS RIMADOS	4					
TOTAL TALADROS PERFORADOS	52		45	324	71	
PEDIDOS A REALIZAR AL POLVORIN			45	324	71	

Tomado del Departamento de Planeamiento

c) Parámetros de voladura

Los parámetros de voladura en la rampa 8524 Nuevo Century considera el explosivo tipo emulsión (emulnor 1000, 3000 y 5000) con una sección de 4 x 4 metros, con una longitud de taladro de 3.6 m, perforación efectiva de 3 m, considera un avance teórico (85 %) de 2.5 m/disparo, genera un tonelaje de 120 toneladas/disparo, considerando una densidad de 2.5. Se considera un total de 119.12 kg de explosivos, con un factor de carga de 2.48 kg/m³ y un factor de potencia de 0.99 kg/t.

Tabla 6. Eficiencia de voladura en rampa 8524 Nuevo Century

Eficiencia de voladura		
Datos	Unidades	Total
Total de explosivos	kg	119.12
Longitud de taladro	m	3.6
Perforación efectiva	m	3
Avance teórico (85%)	m/disparo	2.6
Sección	m ²	16
Volumen	m ³	48
Densidad desmonte	kg/m ³	2.50
Toneladas	Ton	120
Factor de carga	kg/m ³	2.48
Factor de potencia	kg/t	0.99
Factor lineal	kg/ml	39.71

Tomado del Departamento de Planeamiento

2.4.3. Parámetros de carguío en rampa 4 x 4 m

a) Tiempo de carguío y acarreo Scoop 4.1 yd³

Los parámetros en el ciclo de viaje con scoops de 4.1 yd³, considerando hasta distancias de 200 metros en rampas de 4 x 4 m, con velocidades de 5 km/h de material cargado y un tiempo total del ciclo de trabajo de 7.08 minuto, el cual considera tiempo de traslado en vacío y con carga, tiempo de carguío y descarga e imprevistos.

Tabla 7. Cuadro de tiempos de scoops 4.1 yd³ en rampa 8524 Nuevo Century

CUADRO DE TIEMPOS - CICLOS DE VIAJE CON SCOOPS				
Datos:	Unidad	Galerías	Rampas (+)	Rampas (-)
Velocidad promedio de equipo vacío	km/h	6.00	5.50	5.00
Velocidad promedio de equipo con carga	km/h	5.50	5.00	4.50
Distancia en estudio	m	200.00	200.00	200.00
Minutos traslado vacío	min	2.00	2.18	2.40
Minutos traslado con carga	min	2.18	2.40	2.67
Minutos Carguío + imprevistos	min	1.50	1.50	2.00
Minutos descarga + imprevistos	min	1.00	1.00	1.00
Total Ciclo de trabajo	min	6.68	7.08	8.07

Tomado del Departamento de Planeamiento

b) Producción horaria en Scoop 4.1 yd³

La producción horaria para scoops de 4.1 yd³ considera un peso específico in situ de 3.20, considerando un factor de esponjamiento del 35 % y un peso específico roto de 2.46, así mismo se considera un factor de llenado del 85 %, con una capacidad de cuchara de 6.56 toneladas o 3.90 m³.

Tabla 8. Cuadro de producción de scoops 4.1 yd³ en rampa 8524 Nuevo Century

Cuadro de producción horaria de equipos para una distancia determinada					
	6.0 yd ³	4.1 yd ³	3.5 yd ³	2.5 yd ³	2.2 yd ³
<i>Equipo</i>	<i>Scoop</i>	<i>Scoop</i>	<i>Scoop</i>	<i>Scoop</i>	<i>Scoop</i>
Marca	CAT	CAT	Tamrock	Tamrock	Wagner
Modelo	R1600H	R1300G	EJC-130	EJC-100	ST-2D
Capacidad en yd ³	6		3.5	2.5	2.5
Factor Llenado	85%	85%	85%	85%	85%
Pe in situ material	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20
Pe material roto (considerando factor esponjamiento 35%)	2.37	2.46	2.46	2.46	2.46
Capacidad Cuchara en m ³	3.90	2.66	2.27	1.62	1.62
Capacidad Cuchara en t	9.24	6.56	5.60	4.00	4.00
Distancia en estudio	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
Tiempo duración 1 ciclo en min en galerías horizontales	6.68	6.68	6.68	6.68	6.68
Tiempo duración 1 ciclo en min en rampas positivas	7.08	7.08	7.08	7.08	7.08
Tiempo duración 1 ciclo en min en rampas negativas	8.07	8.07	8.07	8.07	8.07
Ciclos por hora en galerías horizontales	8.23	8.23	8.23	8.23	8.23
Ciclos por hora en rampas positivas	7.77	7.77	7.77	7.77	7.77
Ciclos por hora en rampas negativas	6.82	6.82	6.82	6.82	6.82
	26.59	18.17	15.51	11.08	11.08

Tomado del Departamento de Planeamiento

c) Tiempo de limpieza en Scoop 4.1 yd³

El total de tiempo de limpieza en la rampa 8524 Nuevo Century con una sección de 4 x 4 m, con un total de 20.80 m³ de material roto considera un total de 1.14 horas de limpieza con scoops de 4.1 yd³.

Tabla 9. Cuadro de producción de scoops 4.1 yd³ en rampa 8524 Nuevo Century

CUADRO DE TIEMPO DE UTILIZACION DE EQUIPOS EN LIMPIEZA DE LABORES - SCOOP											6.0 yd ³	4.1 yd ³	3.5 yd ³	3.0 yd ³	2.2 yd ³
Equipo		Marca		Modelo		Scoop CAT R1600H	Scoop CAT R1300G	Scoop Tamrock EJC-130	Scoop Tamrock EJC-100	Scoop Wagner ST-2D	Horas de limpieza sin considerar traslados a labores				
Labor	Gradiente	Equipo	Ancho	Altura	Sección	Avance	Total m ³ Insitu	Factor Esponja.	Total m ³ Roto						
RAMPA NEGATIVA															
Rampa	-12.0%	Jumbo	5.50	5.00	5.5 X 5	1.00	27.50	30%	35.75	1.34	1.97	2.30	3.23	3.23	
Rampa	-12.0%	Jumbo	5.00	5.00	5 X 5	1.00	25.00	30%	32.50	1.22	1.79	2.10	2.93	2.93	
Rampa	-12.0%	Jumbo	5.00	4.50	5 X 4.5	1.00	22.50	30%	29.25	1.10	1.61	1.89	2.64	2.64	
Rampa	-12.0%	Jumbo	4.50	4.50	4.5 X 4.5	1.00	20.25	30%	26.33	0.99	1.45	1.70	2.38	2.38	
Rampa	-12.0%	Jumbo	4.50	4.00	4.5 X 4	1.00	18.00	30%	23.40	0.88	1.29	1.51	2.11	2.11	
Rampa	-12.0%	Jumbo	4.00	4.00	4 X 4	1.00	16.00	30%	20.80	0.78	1.14	1.34	1.88	1.88	
Rampa	-12.0%	Jumbo	4.00	3.50	4 X 3.5	1.00	14.00	30%	18.20	0.68	1.00	1.17	1.64	1.64	
Rampa	-12.0%	Jumbo	3.50	3.50	3.5 X 3.5	1.00	12.25	30%	15.93	0.60	0.88	1.03	1.44	1.44	
Rampa	-12.0%	Jumbo	3.50	3.00	3.5 X 3	1.00	10.50	30%	13.65	0.51	0.75	0.88	1.23	1.23	
Rampa	-12.0%	Jumbo	3.00	3.00	3 X 3	1.00	9.00	30%	11.70	0.44	0.64	0.75	1.06	1.06	
Rampa	-12.0%	Jumbo	2.50	2.50	2.5 X 2.5	1.00	6.25	30%	8.13				0.73	0.73	
Rampa	-12.0%	Jackleg	4.00	3.50	4 X 3.5	1.00	14.00	30%	18.20	0.68	1.00	1.17	1.64	1.64	
Rampa	-12.0%	Jackleg	3.50	3.50	3.5 X 3.5	1.00	12.25	30%	15.93	0.60	0.88	1.03	1.44	1.44	
Rampa	-12.0%	Jackleg	3.50	3.00	3.5 X 3	1.00	10.50	30%	13.65	0.51	0.75	0.88	1.23	1.23	
Rampa	-12.0%	Jackleg	2.70	3.00	2.7 X 3	1.00	8.10	30%	10.53				0.95	0.95	
Rampa	-12.0%	Jackleg	2.50	2.50	2.5 X 2.5	1.00	6.25	30%	8.13						

Tomado del Departamento de Planeamiento

2.4.4. Precios unitarios de rampa 4 x 4 m

Los parámetros considerados en el cálculo de los precios unitarios para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734 tiene un costo de 453.29 \$/m. Los parámetros operacionales de perforación y voladura que considera la rampa 8524 Nuevo Century de sección de 4 x 4 m son: roca intrusivo semiduro, usando el explosivo tipo Emulnor, con equipos de perforación tipo Jumbo de 12 pies y equipos de limpieza con Scoops de 4.2 yd³.

Los parámetros de perforación consideran las siguientes características: longitud de barra de 12 pies, con una eficiencia de perforación del 90%, con un total de taladros perforados de 47, con 39 taladros cargados y considera un avance de 2.96 m/disparo.

Las variables operacionales, considera 30 días programados, con 21 días solo de avance, 9 días de sostenimiento, con 187 m/mes de avance programado con 2 disparos por día.

Tabla 10. Precios unitarios en la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734

RAMPA (-) 4.0 x 4.0

TIPO ROCA:	SEMIDURA	Longitud de barra	12	pies
EXPLOSIVO:	EMULNOR	Eficiencia de perforacion	90%	
EQUIPOS:	JUMBO 12', SCOOP 4.2 yd3	N° Tal arranque:	4	
SECCION:	4.00 m x 4.00 m	N° Taladros:	47	und
		N° Tal.carg.:	39	und
		AVANCE:	2.96	m

ITEM	DESCRIPCION	INCIDENCIA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO		SUBTOTAL \$	TOTAL (\$)/ m
1.-	MANO DE OBRA	(SISTEMA 2X1)					
MOD01	OPERADOR DE JUMBO	1.28	Tarea	56.57	\$/Tarea	72.48	
MOD12	AYUDANTE DE JUMBO	1.28	Tarea	37.25	\$/Tarea	47.73	
MOD02	OPERADOR DE SCOOP	1.28	Tarea	51.05	\$/Tarea	65.41	
MOD06a	CARGADOR DE EXPLOSIVOS	1.28	Tarea	40.01	\$/Tarea	51.27	
MOD14	AYUDANTE CARGADOR DE EXPLOSIVOS	1.28	Tarea	37.25	\$/Tarea	47.73	
MOD13	OPERADOR DE BOMBA DE AGUA	1.28	Tarea	37.25	\$/Tarea	47.73	
						332.36	112.18
2.-	EPPs						
EPP003	OPERADOR DE JUMBO	1.28	Tarea	3.26	\$/Tarea	4.18	
EPP003	AYUDANTE DE JUMBO	1.28	Tarea	3.26	\$/Tarea	4.18	
EPP003	OPERADOR DE SCOOP	1.28	Tarea	3.26	\$/Tarea	4.18	
EPP003	CARGADOR DE EXPLOSIVOS	1.28	Tarea	3.26	\$/Tarea	4.18	
EPP003	AYUDANTE CARGADOR DE EXPLOSIVOS	1.28	Tarea	3.26	\$/Tarea	4.18	
EPP002	OPERADOR DE BOMBA DE AGUA	1.28	Tarea	3.43	\$/Tarea	4.40	
						25.31	8.54
3.-	EXPLOSIVOS						
31008429	EMULNOR 3000 1 1/4" X 12"	117.82	kg	2.10	\$/ kg		
31007933	SUPERFAM DOS	0.00	kg	0.85	\$/ kg		
31007952	FANEL MS N° 19 x 3 METROS	39	und	1.45	\$/ und		
31002998	ARMADA DE MECHA LENTA 3 M	2	und	0.86	\$/ und		
31008226	CORDON DETONANTE 5P	50	m	0.23	\$/ m		
	MECHA RAPIDA	1.0	m	0.46	\$/ m		
						0.00	0.00
4.-	ACEROS DE PERFORACION						
AC103	BROCA DE BOTONES DE 45 mm	155	m	0.38	\$/ m	58.79	
AC102	BARRA T38 H35 R32 12 PIES	155	m	0.18	\$/ m	28.36	
AC101	SHANK ADAPTER R-38	155	m	0.22	\$/ m	34.04	
AC105	BROCA ESCAREADORA DE BOTONES DE 4"	13	m	0.38	\$/ m	4.94	
AC106	ADAPTADOR PILOTO R32 x 120	13	m	0.16	\$/ m	2.14	
AC107	AFILADORA P/ BROCA DE BOTONES	155	m	0.09	\$/ m	13.92	
AC108	COPA P AFILAR BROCA 10MM	155	m	0.05	\$/ m	7.48	
						149.67	50.52
5.-	MATERIALES Y HERRAMIENTAS						
	HERRAMIENTAS C/JUMBO	1	Tarea	23.71	\$/Tarea	23.71	
AC118	TACO DE ARCILLA	0	und	0.10	\$/ und	0.00	
AC119	TUBO DE PVC	12	und	2.00	\$/ und	24.00	
						47.71	16.10
6.-	EQUIPOS						
EQ-005	Jumbo Sandvik DD210	3.00	h-m	105	\$/ h-m	315.00	
EQ-002	Scoop 4.1 yd3	3.39	h-m	85	\$/ h-m	288.29	
EQ-002	Scoop 4.1 yd3 carguio volante	0.47	h-m	85	\$/ h-m	40.29	
EQ-002	VENTILADOR DE 30,000 CFM	0.00	h-m	9.45	\$/ h-m	0.00	
EQ-012	ELECTROBOMBA DE 7.5 HP	3.00	h-m	2.47	\$/ h-m	7.41	
						650.99	219.73
7.-	SERVICIOS						
	ALCAYATAS PARA AIRE/AGUA	3.70	pp	1.00	\$/ pie	3.70	
	ALCAYATAS PARA ENERGIA	3.70	pp	1.00	\$/ pie	3.70	
	INSTALACION TUBERIA DE AIRE 4"	2.96	m	1.50	\$/ m	4.44	
	INSTALACION TUBERIA DE AGUA 2"	2.96	m	1.00	\$/ m	2.96	
						14.81	5.00
A.-	SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS					1220.85	412.08
8.-	COSTOS INDIRECTOS						
	Contingencias y prevención de pérdidas	0.00%			\$	0.00	0.00
	Gastos Generales	0.00%			\$	0.00	0.00
	Utilidad	10.00%			\$	122.09	41.21
B.-	SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS					122.09	41.21
TOTAL COSTO x METRO LINEAL EN DOLARES (\$ / m)						1,342.94	453.29

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

La investigación es aplicada en un nivel explicativo, donde se explicará la mejora de la productividad en los procesos unitarios de perforación y voladura en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734 de la unidad minera San Juan de Chorunga.

a) Método general

El método es inductivo – deductivo, el cual está orientado a observar e investigar los parámetros operacionales y económicos del proceso unitario de perforación y voladura para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734 de la unidad minera San Juan de Chorunga.

b) Métodos específicos

Se detalla el proceso de recolección y procesamiento de datos, donde se analiza los diferentes kpis de la perforación y voladura.

- ✓ **Recopilación de informes anteriores.** Se recopilará la data de procesos unitarios anteriores, en el proceso unitario de perforación y voladura de la rampa 8524 Nuevo

Century, considerando información de las áreas de mina, planeamiento, geomecánica y geología.

- ✓ **Trabajo de campo.** Se realiza la observación del proceso unitario de perforación y voladura en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century.

- ✓ **Trabajo de gabinete.** Se analiza y evalúa los resultados obtenidos, generando diferentes gráficos que expliquen el comportamiento de las variables operacionales de perforación y voladura.

- ✓ **Resultados.** Se analizará e interpretará los resultados y poder generar indicadores operacionales de mejora, en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734 de la unidad minera San Juan de Chorunga.

3.1.2. Alcances de la investigación

3.2. Diseño de la investigación

Permitirá el análisis y control de las variables operacionales y económicas de perforación y voladura, los cuales inciden en el avance del desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century.

3.2.1. Tipo de diseño de investigación

El trabajo de investigación es de diseño no experimental, de carácter aplicado. Se realizó durante el periodo de mayo y junio, con un control y registro de las variables operacionales de perforación y voladura en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century, donde se visualizarán los cambios que estos generan a través del tiempo. No se manipularán las variables, solo se enfocarán en observar e investigar las variables operacionales en la unidad minera.

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 San Juan de Chorunga, en las diferentes actividades de perforación y voladura.

3.3.2. Muestra

Está relacionado a los parámetros de perforación y voladura de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734 de la unidad minera San Juan de Chorunga.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas utilizadas en la recolección de datos

- ✓ Observación en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734.
- ✓ Recopilación de información bibliográfica de internet.
- ✓ Recopilación de información económica en el avance de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734.

3.4.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos

- ✓ Plantillas de excel
- ✓ Libros
- ✓ Bibliografía de internet
- ✓ Laptop
- ✓ Tablas estadísticas

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

A continuación, se analizan los resultados de las variables de perforación y voladura en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734 mediante el análisis de las variables de factor de potencia, avance efectivo y controlando los precios unitarios para la mejora de la productividad en la unidad minera San Juan de Chorunga,

4.1.1. Análisis operacionales de perforación y voladura

Los parámetros de perforación y voladura programados para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century, Nv 734 en la unidad minera San Juan de Chorunga considera los siguientes parámetros: sección de 4 x 4 m, longitud de perforación efectiva de 3.0 m, considera un tonelaje/disparo de 120 toneladas, con un avance teórico de 2.6 m/disparo y un factor de potencia de 0.99 kg/t.

La distancia de desarrollo programado para 284 metros de la rampa 8524, Nivel 734, el cual considera un tonelaje de desmonte programado de 11,360 toneladas o 4,544 m³, considerando una densidad rota de 2.5 kg/m³.

Tabla 11. Parámetros de perforación y voladura programadas en la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734

Eficiencia de voladura		
Datos	Unidades	Total
Total de explosivos	kg	119.12
Longitud de taladro	m	3.6
Perforación efectiva	m	3
Avance teórico (85%)	m/disparo	2.6
Sección	m ²	16
Volumen	m ³	41
Densidad desmonte	kg/m ³	2.50
Toneladas	t	102
Factor de carga	kg/m ³	2.92
Factor de potencia	kg/t	1.17
Factor lineal	kg/ml	39.71

Tomado del Departamento de Planeamiento

Tabla 12. Movimiento de material programado en la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734

Movimiento de material desmonte - programado							
Etapa	Tipo de labor	Inicio	Término	Sección	Avance programado		
					Avance (m)	Volúmen (m ³)	Toneladas (t)
ETAPA I	Rampa	BOCAMINA	NIVEL 734	4 x 4	284	4,544	11,360
ETAPA II	Rampa	NIVEL 734	NIVEL 690	4 x 4	284	4,544	11,360
ETAPA III	Rampa	NIVEL 690	NIVEL 440	4 x 4	284	4,544	11,360
					852.00	13,632.00	34,080.00

Tomado del Departamento de Planeamiento

Las variables operacionales consideran 30 días programados, con 21 días solo de avance y 9 días de sostenimiento, con 109.2 m/mes de avance programado y con 2 disparos por día.

El total de días programados, considerando el 100% de avance por día, se desarrollará en un total de 32 días o 45 días calendarios.

Los resultados del presente estudio, abarcará el análisis de las principales variables de factor de potencia, avance efectivo, los costos de explosivos y los costos de carguío, para la mejora de la productividad en la unidad minera San Juan de Chorunga.

4.1.2. Análisis del avance efectivo

El avance efectivo durante los periodos mayo y junio del 2021, considera un avance programado de 98.80 metros y un avance ejecutado de 71.80 metros, con un déficit de 27 metros.

La generación de desmonte producido durante los periodos mayo y junio fueron de 1148.8 m³, siendo el programado de 1580.8 m³ con un déficit de 432 m³.

Tabla 13. Resumen de avance efectivo en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734

RESÚMEN DE AVANCE								
Rampa 8524 - Nv 734								
PERIODO	AVANCE	AVANCE TEÓRICO	VOLÚMEN (m3)	VOLÚM. TEÓR.(m3)	DIF.AVANCE	DIF.VOLÚMEN	Kpi AVAN (%)	Kpi M3 (%)
MAYO	34.81	49.40	556.96	790.4	14.59	233.44	70.47	70.47
JUNIO	36.99	49.40	591.84	790.4	12.41	198.56	74.88	74.88
TOTAL	71.80	98.80	1148.8	1580.8	27.00	432	72.67	72.67

El KPi generado entre el avance efectivo y el avance programado o teórico durante el mes de mayo fue de 34.81 metros el cual representa el 70.47 % de lo programado, durante el mes de junio hubo una mejora en 4.41 % en referencia al mes de mayo, con un avance efectivo de 36.99 metros el cual representa el 74.88 % de lo programado.

El KPi generado entre los m³ ejecutados y los m³ programados durante el mes de mayo fue de 556.96 m³ el cual representa el 70.47 % de lo programado, durante el mes de junio hubo una mejora en 4.41 % en referencia al mes de mayo, con un volumen de desmonte de 591.84 metros el cual representa el 74.88 % de lo programado.

El detalle del avance y movimiento de material (desmonte) durante los meses de mayo y junio, se describe en los siguientes cuadros:

✓ Mes de mayo

Se relaciona el avance real con el volumen movido con el avance y volumen programado:

Tabla 14. Avance efectivo y producción de desmonte en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo

AVANCE MES MAYO									
Rampa 8524 - Nv 734									
FECHA	LABOR	NIVEL	AVANCE	AVANCE TEÓRICO	VOLÚMEN (m3)	VOLÚM. TEÓR.(m3)	DIF.AVANCE	DIF.VOLÚMEN	Kpi AVAN (%)
01-May	Rp 8524	734	1.80	2.60	28.80	41.6	0.80	12.80	69.23
05-May	Rp 8524	734	1.75	2.60	28.00	41.6	0.85	13.60	67.31
06-May	Rp 8524	734	1.69	2.60	27.04	41.6	0.91	14.56	65.00
06-May	Rp 8524	734	1.95	2.60	31.20	41.6	0.65	10.40	75.00
08-May	Rp 8524	734	1.88	2.60	30.08	41.6	0.72	11.52	72.31
09-May	Rp 8524	734	1.89	2.60	30.24	41.6	0.71	11.36	72.69
09-May	Rp 8524	734	1.79	2.60	28.64	41.6	0.81	12.96	68.85
11-May	Rp 8524	734	1.95	2.60	31.20	41.6	0.65	10.40	75.00
12-May	Rp 8524	734	1.80	2.60	28.80	41.6	0.80	12.80	69.23
13-May	Rp 8524	734	1.85	2.60	29.60	41.6	0.75	12.00	71.15
14-May	Rp 8524	734	1.95	2.60	31.20	41.6	0.65	10.40	75.00
16-May	Rp 8524	734	1.78	2.60	28.48	41.6	0.82	13.12	68.46
18-May	Rp 8524	734	1.79	2.60	28.64	41.6	0.81	12.96	68.85
19-May	Rp 8524	734	1.87	2.60	29.92	41.6	0.73	11.68	71.92
20-May	Rp 8524	734	1.88	2.60	30.08	41.6	0.72	11.52	72.31
26-May	Rp 8524	734	1.85	2.60	29.60	41.6	0.75	12.00	71.15
28-May	Rp 8524	734	1.75	2.60	28.00	41.6	0.85	13.60	67.31
29-May	Rp 8524	734	1.79	2.60	28.64	41.6	0.81	12.96	68.85
30-May	Rp 8524	734	1.80	2.60	28.80	41.6	0.80	12.80	69.23
TOTAL			34.81	49.40	556.96	790.4	14.59	233.44	70.47

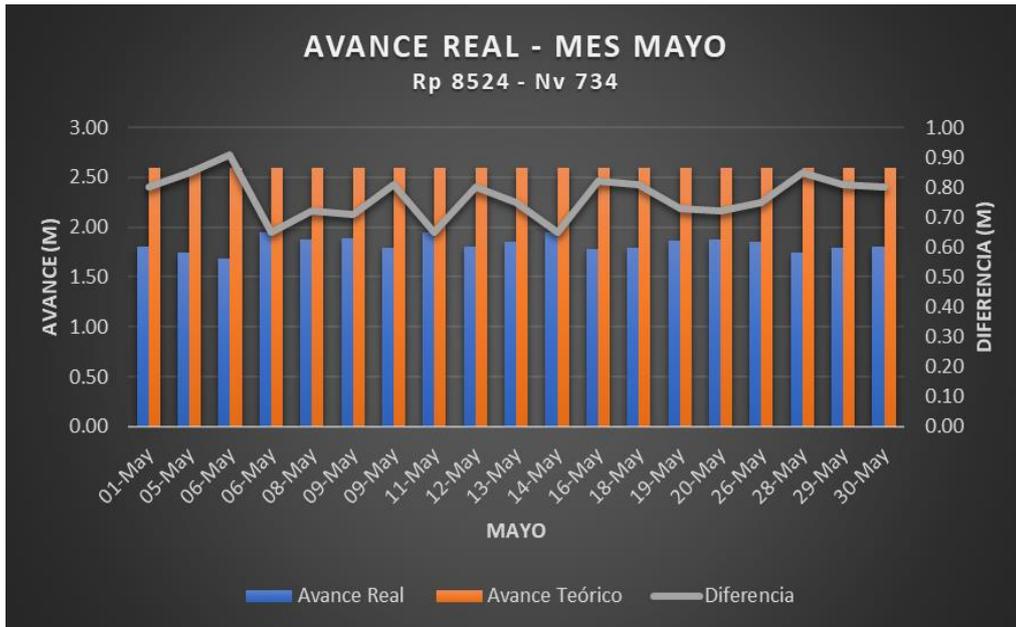


Figura 15. Avance real en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo

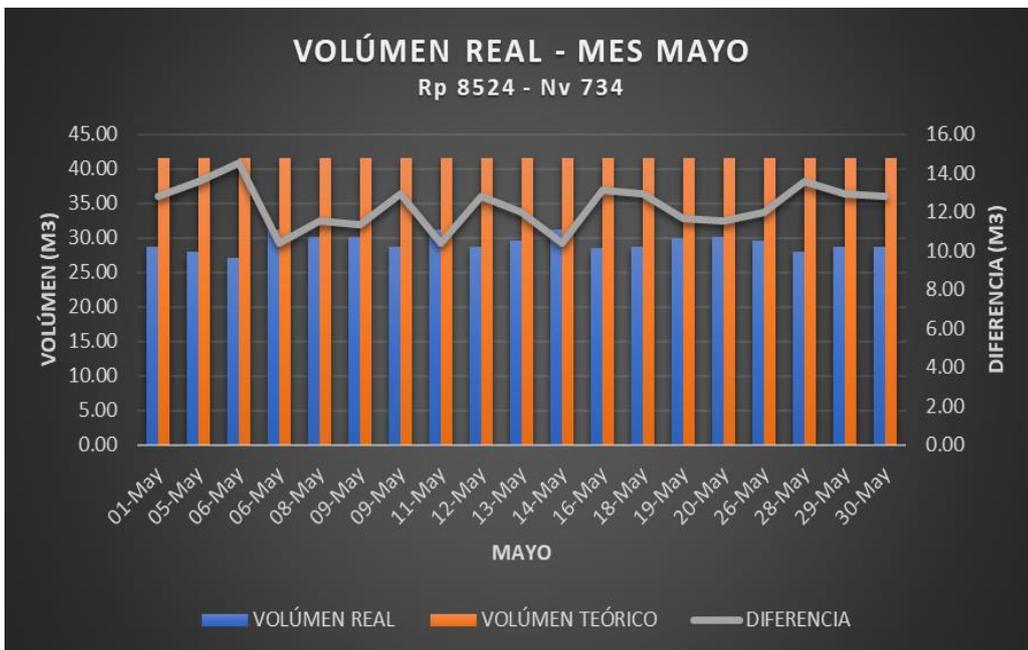


Figura 16. Volumen real en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo

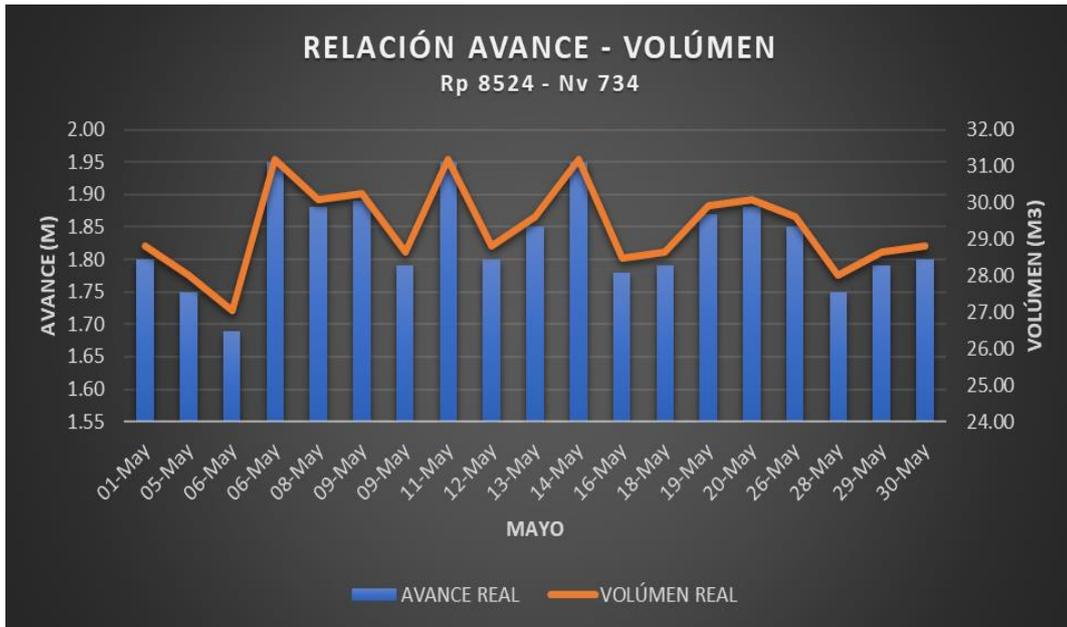


Figura 17. Relación de avance y volumen real en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo

El avance ejecutado durante el mes de mayo fue de 34.81 metros, con un promedio de avance por disparo de 1.83 metros y un déficit de 0.77 metros.

El volumen de material ejecutado durante el mes de mayo fue de 556.96 m³, con un promedio de volumen de desmonte de 29.31 m³ por disparo y un déficit de 12.29 m³.

Estos resultados generados en el avance y volumen ejecutado en la Rp 8524 – Nv 734, genera niveles de cumplimiento solo del 70.47 %, generando rendimientos menores en este periodo.

✓ **Mes de junio**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el periodo anterior, se considera en mayor detalle las supervisiones en la perforación y voladura, por lo que se genera una mejora durante el mes de junio.

Tabla 15. Avance efectivo y producción de desmonte en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio

AVANCE REAL MES JUNIO									
Rampa 8524 - Nv 734									
FECHA	LABOR	NIVEL	AVANCE	AVANCE TEÓRICO	VOLÚMEN (m3)	VOLÚM. TEÓR.(m3)	DIF.AVANCE	DIF.VOLÚMEN	Kpi AVAN (%)
01-Jun	Rp 8524	734	2.10	2.60	33.60	41.6	0.50	8.00	80.77
02-Jun	Rp 8524	734	1.90	2.60	30.40	41.6	0.70	11.20	73.08
04-Jun	Rp 8524	734	1.70	2.60	27.20	41.6	0.90	14.40	65.38
06-Jun	Rp 8524	734	1.95	2.60	31.20	41.6	0.65	10.40	75.00
08-Jun	Rp 8524	734	1.85	2.60	29.60	41.6	0.75	12.00	71.15
10-Jun	Rp 8524	734	1.88	2.60	30.08	41.6	0.72	11.52	72.31
12-Jun	Rp 8524	734	1.92	2.60	30.72	41.6	0.68	10.88	73.85
13-Jun	Rp 8524	734	2.05	2.60	32.80	41.6	0.55	8.80	78.85
14-Jun	Rp 8524	734	2.10	2.60	33.60	41.6	0.50	8.00	80.77
15-Jun	Rp 8524	734	1.95	2.60	31.20	41.6	0.65	10.40	75.00
16-Jun	Rp 8524	734	1.93	2.60	30.88	41.6	0.67	10.72	74.23
17-Jun	Rp 8524	734	1.85	2.60	29.60	41.6	0.75	12.00	71.15
18-Jun	Rp 8524	734	1.99	2.60	31.84	41.6	0.61	9.76	76.54
19-Jun	Rp 8524	734	2.10	2.60	33.60	41.6	0.50	8.00	80.77
20-Jun	Rp 8524	734	2.10	2.60	33.60	41.6	0.50	8.00	80.77
21-Jun	Rp 8524	734	1.85	2.60	29.60	41.6	0.75	12.00	71.15
22-Jun	Rp 8524	734	1.88	2.60	30.08	41.6	0.72	11.52	72.31
23-Jun	Rp 8524	734	1.97	2.60	31.52	41.6	0.63	10.08	75.77
24-Jun	Rp 8524	734	1.92	2.60	30.72	41.6	0.68	10.88	73.85
TOTAL			36.99	49.40	591.84	790.4	12.41	198.56	74.88

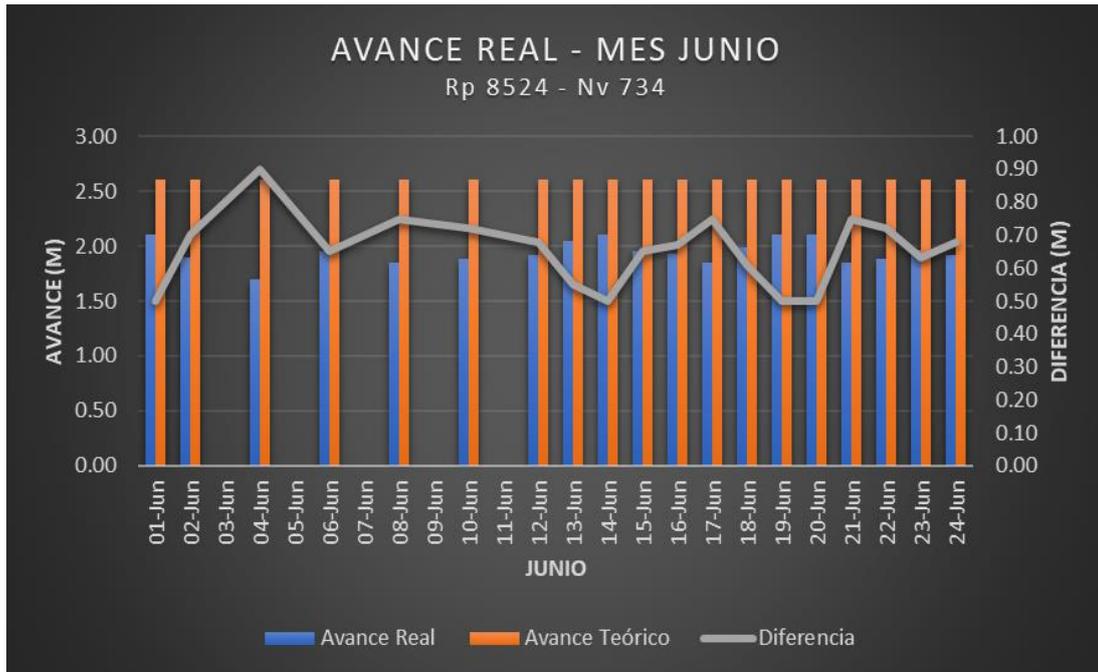


Figura 18. Avance real en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio

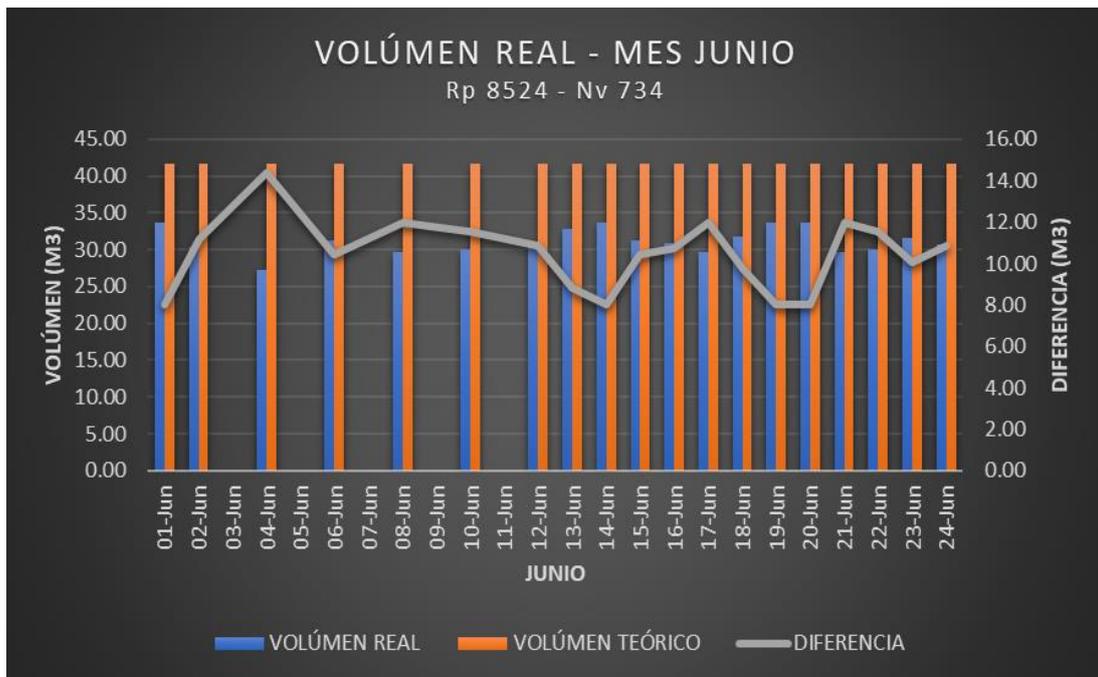


Figura 19. Volumen real en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio

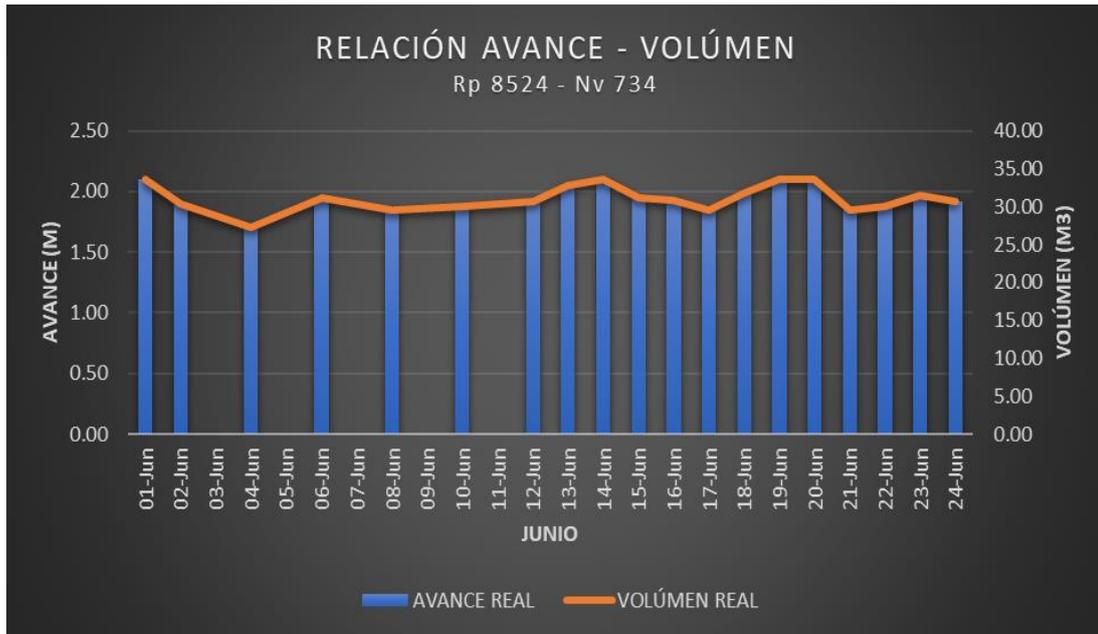


Figura 20. Relación de avance y volumen real en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio

El avance ejecutado durante el mes de junio fue de 36.99 metros, con un promedio de avance por disparo de 1.99 metros y un déficit de 0.65 metros.

El volumen de material ejecutado durante el mes de junio fue de 591.84 m³, con un promedio de volumen de desmonte de 31.15 m³ por disparo y un déficit de 10.45 m³.

El avance ejecutado durante el mes de mayo fue de 34.81 metros y durante el mes de junio de 36.99 metros, generando una mejora de 2.18 metros.

El total de volumen de desmonte generado durante el mes de mayo fue de 556.96 m³ y durante el mes de junio fue de 591.84 m³, generando una mejora de 34.88 m³.

Estos resultados generados en el avance y volumen ejecutado en la Rp 8524 – Nv 734, genera niveles de cumplimiento durante el mes de mayo y junio de 70.47 % y de 74.88 % respectivamente, la mejora se da en el segundo periodo de estudio con un incremento del 4.41 %.

4.1.3. Análisis del factor de potencia

El factor de potencia durante los periodos mayo y junio del 2021, considera un consumo de explosivos de 2485.29 kilogramos ejecutado, considerando un factor de potencia de 0.95 kg/t, y una diferencia del 0.12 kg/t.

El total de consumo de explosivos relacionado con el tonelaje generado fue de 2872 toneladas, con un nivel de cumplimiento del 95.55 %.

Tabla 16. Resumen de factor de potencia en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734

RESUMEN FACTOR DE POTENCIA							
Rampa 8524 - Nv 734							
FECHA	AVANCE	EXPLOSIVOS (Kg)	VOLÚMEN (m3)	FACTOR POT (Kg/Ton)	FACT. POT TEOR (Kg/Ton)	DIF.FACTOR POT.	Kpi (%)
MAYO	34.81	932.95	556.96	0.84	0.99	0.15	85.13
JUNIO	36.99	1552.35	591.84	1.05	0.99	0.09	105.98
TOTAL	71.80	2485.29	1148.8	0.95	0.99	0.12	95.55

El KPi generado en el factor de potencia programado y el factor de potencia teórico durante el mes de mayo fue de 0.84 kg/t el cual representa el 85.13 % de lo programado, durante el mes de junio hubo un incremento de consumo de explosivos en 20.85 % en referencia al mes de mayo, con un incremento en el factor de potencia de 1.05 kg/t, el cual representa el 105.98 % de lo programado.

El mayor consumo de explosivos durante el mes de junio en referencia al mes de mayo fue de 619.40 kilogramos, el cual representa un incremento del factor de potencia en 0.21 kg/t. Este mayor incremento del factor de potencia, es producto del incremento del avance en 2.18 metros en referencia al mes de mayo, lo que implica un mayor movimiento de mayor material estéril en 34.88 m³ o 87.2 toneladas a ser cargado y movido hacia la desmontera.

✓ Mes de mayo

Durante el periodo de mayo, se relacionará el consumo de explosivos y material movido, para definir el factor de potencia, siendo los resultados:

Tabla 17. Factor de potencia y consumo de explosivos en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo

FACTOR DE POTENCIA - MES MAYO								
Rampa 8524 - Nv 734								
FECHA	LABOR	NIVEL	AVANCE	EXPLOSIVOS (Kg)	VOLÚMEN (m3)	FACTOR POT (Kg/Ton)	FACT. POT TEOR (Kg/Ton)	DIF.FACTOR POT.
01-May	Rp 8524	734	1.80	48.24	28.80	0.83	0.99	0.16
05-May	Rp 8524	734	1.75	46.90	28.00	0.81	0.99	0.19
06-May	Rp 8524	734	1.69	45.29	27.04	0.78	0.99	0.21
06-May	Rp 8524	734	1.95	52.26	31.20	0.90	0.99	0.09
08-May	Rp 8524	734	1.88	50.39	30.08	0.86	0.99	0.13
09-May	Rp 8524	734	1.89	50.65	30.24	0.87	0.99	0.12
09-May	Rp 8524	734	1.79	47.97	28.64	0.82	0.99	0.17
11-May	Rp 8524	734	1.95	52.26	31.20	0.90	0.99	0.09
12-May	Rp 8524	734	1.80	48.24	28.80	0.83	0.99	0.16
13-May	Rp 8524	734	1.85	49.58	29.60	0.85	0.99	0.14
14-May	Rp 8524	734	1.95	52.26	31.20	0.90	0.99	0.09
16-May	Rp 8524	734	1.78	47.71	28.48	0.82	0.99	0.17
18-May	Rp 8524	734	1.79	47.97	28.64	0.82	0.99	0.17
19-May	Rp 8524	734	1.87	50.12	29.92	0.86	0.99	0.13
20-May	Rp 8524	734	1.88	50.39	30.08	0.86	0.99	0.13
26-May	Rp 8524	734	1.85	49.58	29.60	0.85	0.99	0.14
28-May	Rp 8524	734	1.75	46.90	28.00	0.81	0.99	0.19
29-May	Rp 8524	734	1.79	47.97	28.64	0.82	0.99	0.17
30-May	Rp 8524	734	1.80	48.24	28.80	0.83	0.99	0.16
TOTAL			34.81	932.95	556.96	0.84	0.99	0.15

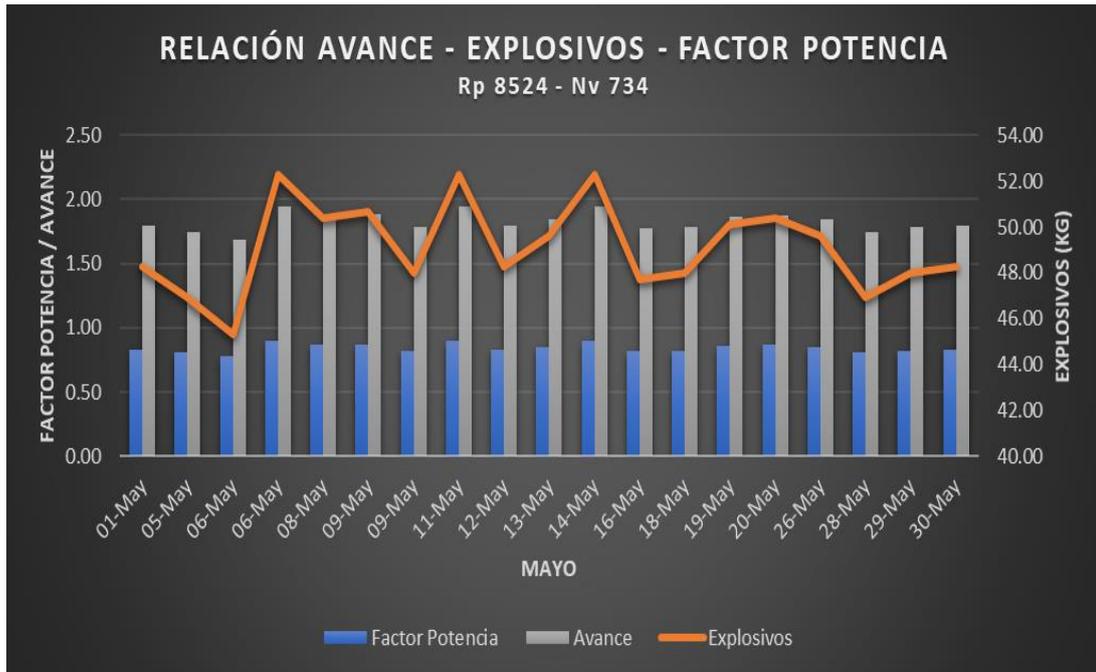
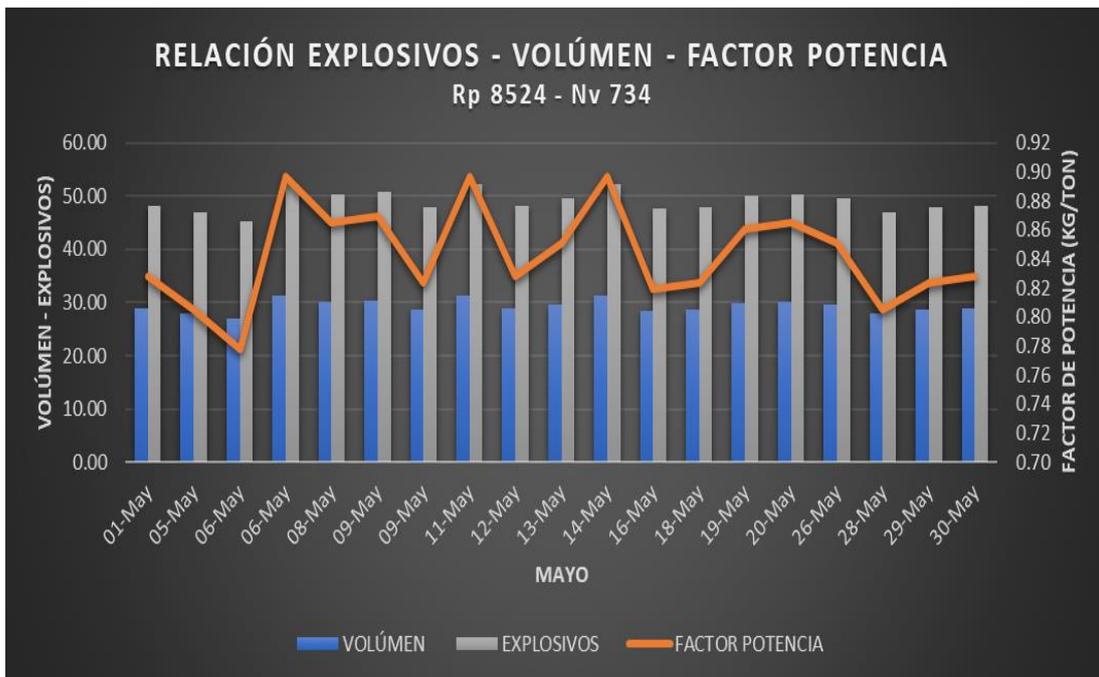


Figura 21. Relación avance- explosivos y factor de potencia en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo



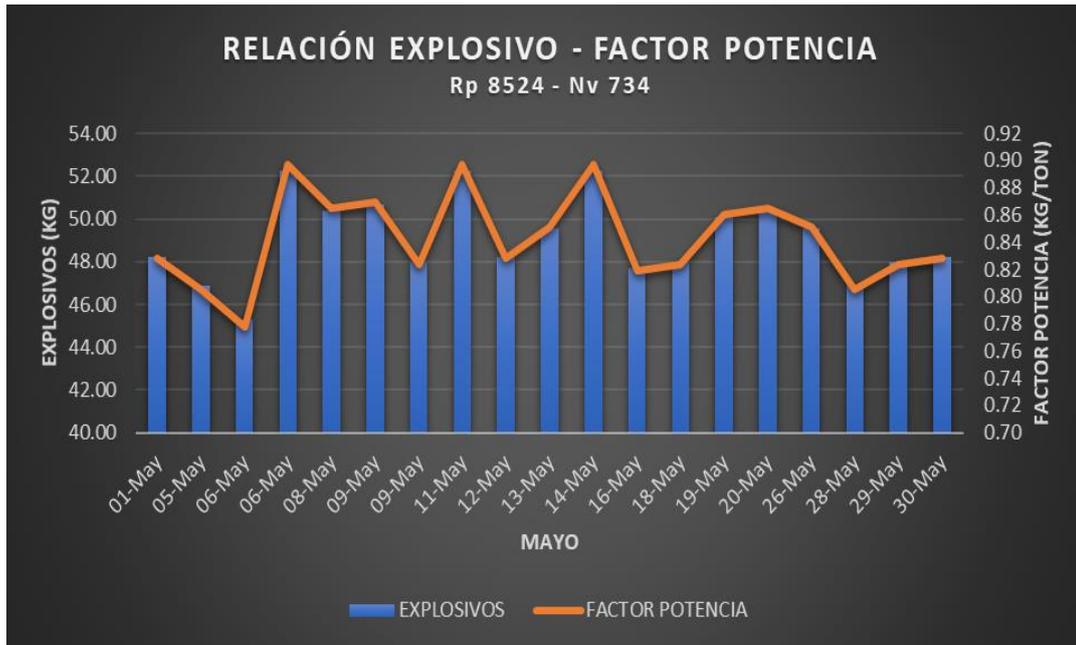


Figura 22. Relación explosivos y factor de potencia en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo

El factor de potencia ejecutado durante el mes de mayo fue de 0.84 kg/t con un consumo de explosivos de 932.95 kilogramos, considerando un avance promedio de 1.83 m/disparo y un volumen de desmonte promedio de 29.31 m³/disparo, este menor volumen de material del programado (41.6 m³/disparo) está relacionado al menor avance realizado.

✓ **Mes de junio**

Durante el periodo de junio, se relacionará el consumo de explosivos y material movido, para definir el factor de potencia, siendo los resultados:

Tabla 18. Factor de potencia y consumo de explosivos en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio

FACTOR POTENCIA - MES JUNIO								
Rampa 8524 - Nv 734								
FECHA	LABOR	NIVEL	AVANCE	EXPLOSIVOS (Kg)	VOLÚMEN (m3)	FACTOR POT (Kg/Ton)	FACT. POT TEOR (Kg/Ton)	DIF.FACTOR POT.
01-Jun	Rp 8524	734	2.10	88.13	33.60	0.97	0.99	0.02
02-Jun	Rp 8524	734	1.90	79.74	30.40	0.87	0.99	0.12
04-Jun	Rp 8524	734	1.70	71.34	27.20	0.78	0.99	0.21
06-Jun	Rp 8524	734	1.95	81.84	31.20	0.90	0.99	0.09
08-Jun	Rp 8524	734	1.85	77.64	29.60	0.85	0.99	0.14
10-Jun	Rp 8524	734	1.88	78.90	30.08	0.86	0.99	0.13
12-Jun	Rp 8524	734	1.92	80.58	30.72	0.88	0.99	0.11
13-Jun	Rp 8524	734	2.05	86.03	32.80	0.94	0.99	0.05
14-Jun	Rp 8524	734	2.10	88.13	33.60	0.97	0.99	0.02
15-Jun	Rp 8524	734	1.95	81.84	31.20	0.90	0.99	0.09
16-Jun	Rp 8524	734	1.93	81.00	30.88	0.89	0.99	0.10
17-Jun	Rp 8524	734	1.85	77.64	29.60	0.85	0.99	0.14
18-Jun	Rp 8524	734	1.99	83.51	31.84	0.92	0.99	0.07
19-Jun	Rp 8524	734	2.10	88.13	33.60	0.97	0.99	0.02
20-Jun	Rp 8524	734	2.10	88.13	33.60	0.97	0.99	0.02
21-Jun	Rp 8524	734	1.85	77.64	29.60	0.85	0.99	0.14
22-Jun	Rp 8524	734	1.88	78.90	30.08	0.86	0.99	0.13
23-Jun	Rp 8524	734	1.97	82.67	31.52	0.91	0.99	0.08
24-Jun	Rp 8524	734	1.92	80.58	30.72	0.88	0.99	0.11
TOTAL			36.99	1552.35	591.84	1.05	0.99	0.09

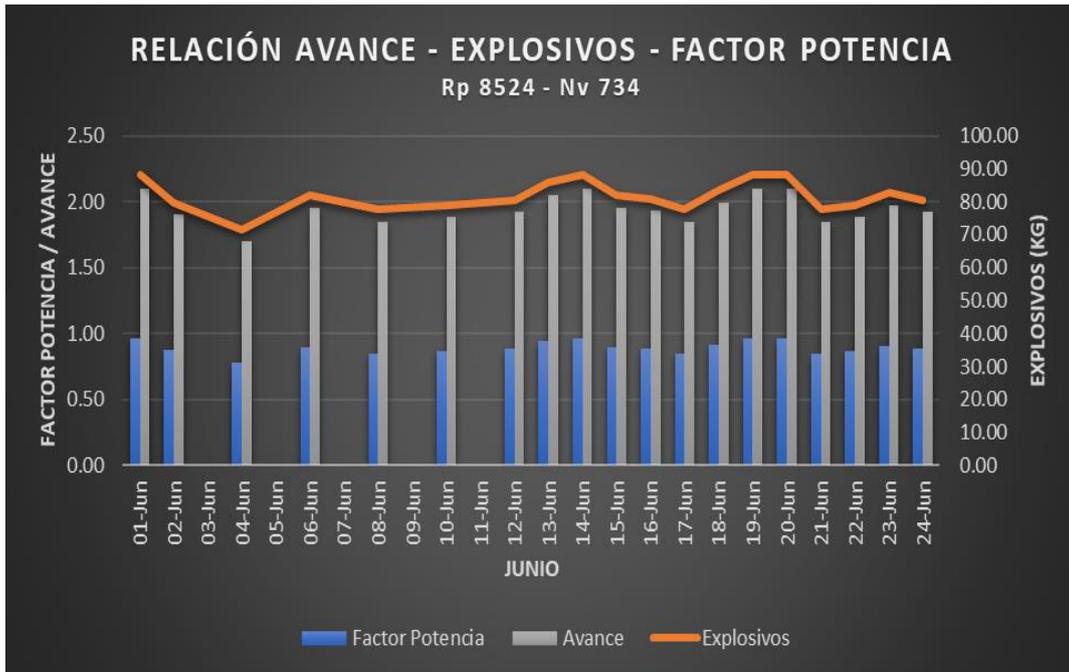


Figura 23. Relación avance - explosivos y factor de potencia en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio

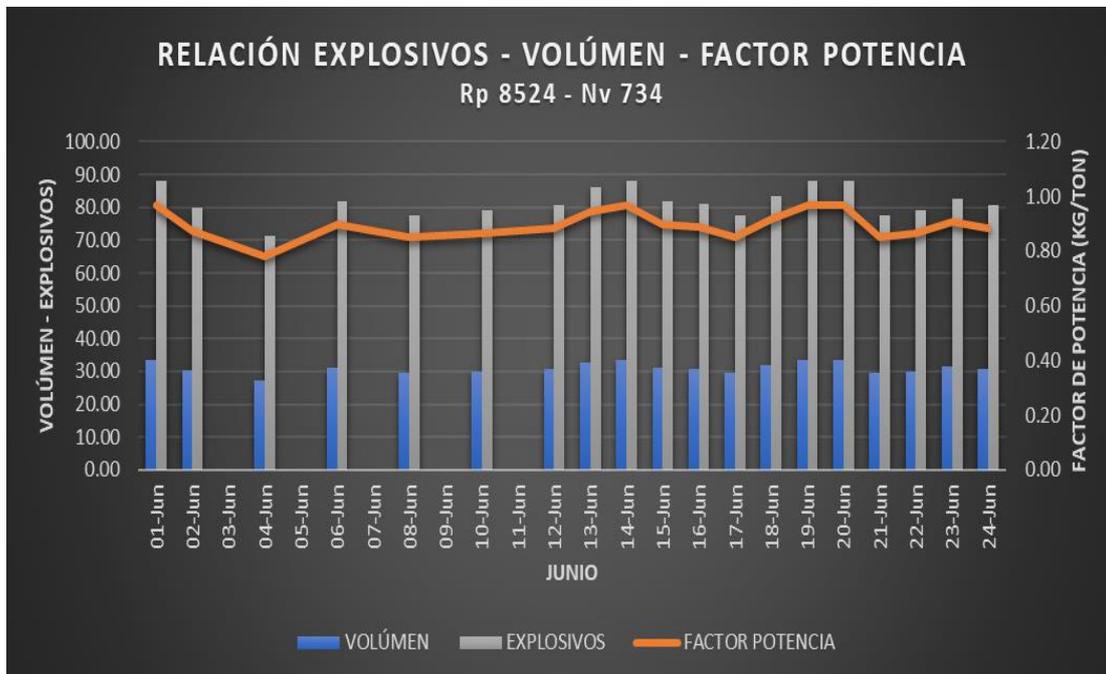


Figura 24. Relación explosivos - volumen y factor de potencia en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio

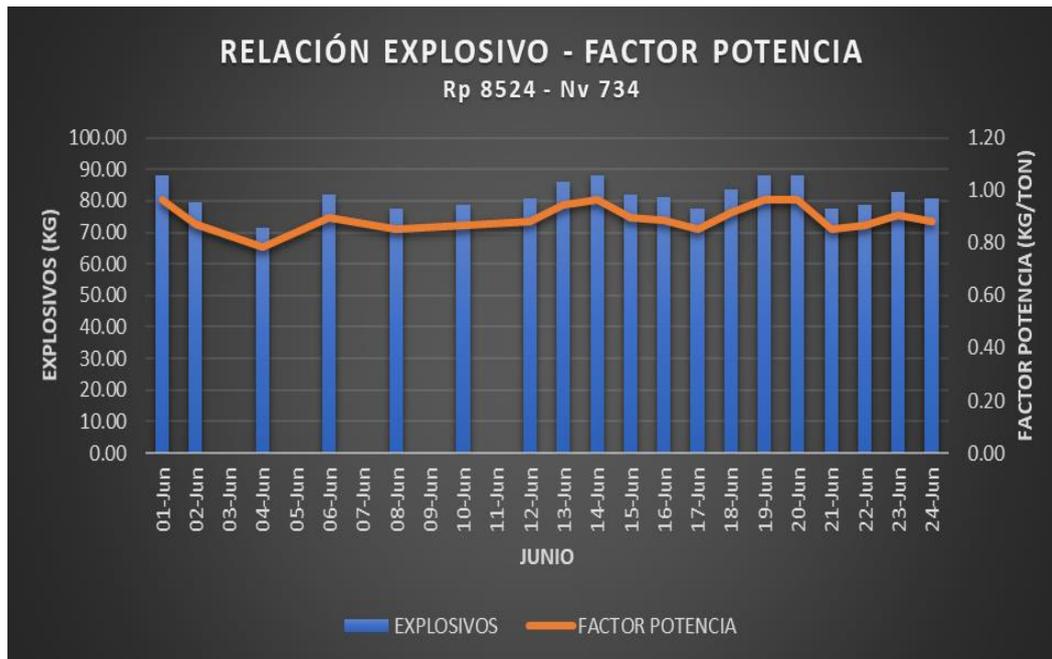


Figura 25. Relación explosivos y factor de potencia en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio

El factor de potencia ejecutado durante el mes de junio fue de 0.90 kg/t con un consumo de explosivos de 1552.35 kilogramos, considerando un avance promedio de 1.95 m/disparo y un volumen de desmonte promedio de 31.15 m³/disparo, este incremento de desmonte está relacionado al incremento de avance realizado en 0.12 m/disparo y un incremento de desmonte en 1.84 m³/disparo.

Estos resultados obtenidos en el volumen ejecutado y el consumo de explosivos asociado al factor de potencia en la Rp 8524 – Nv 734, genera niveles de cumplimiento durante el mes de mayo y junio del 85.13 % y del 105.98 % respectivamente, la mejora se da en el segundo periodo de estudio con un incremento del 20.85 %, por mayor consumo de explosivos e incremento del factor de potencia.

4.1.4. Análisis de costos de explosivos

Los costos de consumo de explosivos durante los periodos mayo y junio del 2021, son de \$ 22107.32, el cual considera un consumo de explosivos de 2485.29 kilogramos, un factor de potencia de 0.95 kg/t, y un volumen de desmonte de 1148.8 m³.

El total de costos asociados a los periodos de mayo y junio, considera un avance promedio de 1.89 m/disparo y un volumen promedio de 30.23 m³/disparo.

Tabla 19. Resumen de costos de explosivo para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734

RESUMEN DE COSTOS - EXPLOSIVO					
Rampa 8524 - Nv 734					
FECHA	AVANCE	EXPLOSIVOS (Kg)	VOLÚMEN (m3)	FACTOR POT (Kg/t)	COSTOS DE EXPLOSIVO (US\$)
MAYO	34.81	932.95	556.96	0.84	10,718.05
JUNIO	36.99	1552.35	591.84	1.05	11,389.27
TOTAL	71.80	2485.29	1148.8	0.95	22,107.32

Los costos de explosivos durante el mes de mayo fueron de \$ 10,718.05, con un total de 932.95 kilogramos de explosivos, con un factor de potencia promedio de 0.84 kg/t, con un promedio de avance de 1.83 m/disparo y un volumen de desmonte promedio de 29.31 m³/disparo.

Los costos de explosivos durante el mes de junio fueron de \$ 11,389.27, con un total de 1552.35 kilogramos de explosivos, con un factor de potencia promedio de 1.05 kg/t, con un promedio de avance de 1.95 m/disparo y un volumen de desmonte promedio de 31.15 m³/disparo.

✓ **Mes de mayo**

Durante el periodo de mayo, se relacionará el consumo de explosivos y material movido, asociados a los costos de explosivos, siendo los resultados:

Tabla 20. Costos de explosivos para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo

COSTOS EXPLOSIVOS- MES MAYO							
Rampa 8524 - Nv 734							
FECHA	LABOR	NIVEL	AVANCE	EXPLOSIVOS (Kg)	VOLÚMEN (m3)	FACTOR POT (Kg/Ton)	COSTOS DE EXPLOSIVO (US\$)
01-May	Rp 8524	734	1.80	48.24	28.80	0.83	554.22
05-May	Rp 8524	734	1.75	46.90	28.00	0.81	538.83
06-May	Rp 8524	734	1.69	45.29	27.04	0.78	520.35
06-May	Rp 8524	734	1.95	52.26	31.20	0.90	600.41
08-May	Rp 8524	734	1.88	50.39	30.08	0.86	578.85
09-May	Rp 8524	734	1.89	50.65	30.24	0.87	581.93
09-May	Rp 8524	734	1.79	47.97	28.64	0.82	551.14
11-May	Rp 8524	734	1.95	52.26	31.20	0.90	600.41
12-May	Rp 8524	734	1.80	48.24	28.80	0.83	554.22
13-May	Rp 8524	734	1.85	49.58	29.60	0.85	569.62
14-May	Rp 8524	734	1.95	52.26	31.20	0.90	600.41
16-May	Rp 8524	734	1.78	47.71	28.48	0.82	548.06
18-May	Rp 8524	734	1.79	47.97	28.64	0.82	551.14
19-May	Rp 8524	734	1.87	50.12	29.92	0.86	575.78
20-May	Rp 8524	734	1.88	50.39	30.08	0.86	578.85
26-May	Rp 8524	734	1.85	49.58	29.60	0.85	569.62
28-May	Rp 8524	734	1.75	46.90	28.00	0.81	538.83
29-May	Rp 8524	734	1.79	47.97	28.64	0.82	551.14
30-May	Rp 8524	734	1.80	48.24	28.80	0.83	554.22
TOTAL			34.81	932.95	556.96	0.84	10,718.05

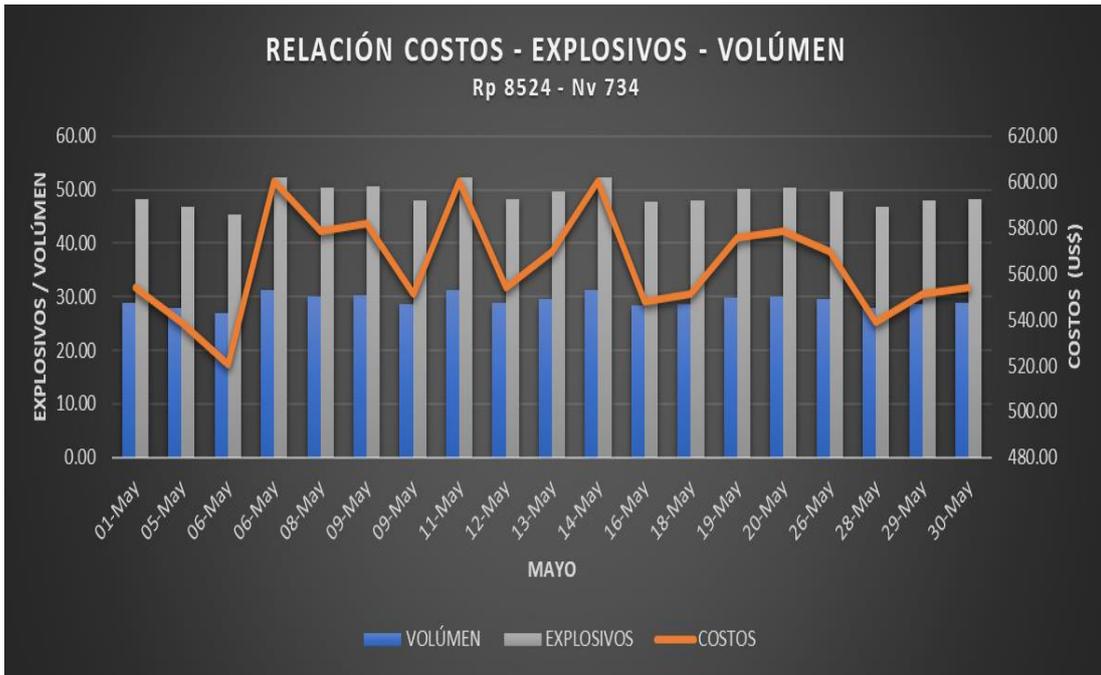


Figura 26. Relación costos - explosivos y volumen de desmonte en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo

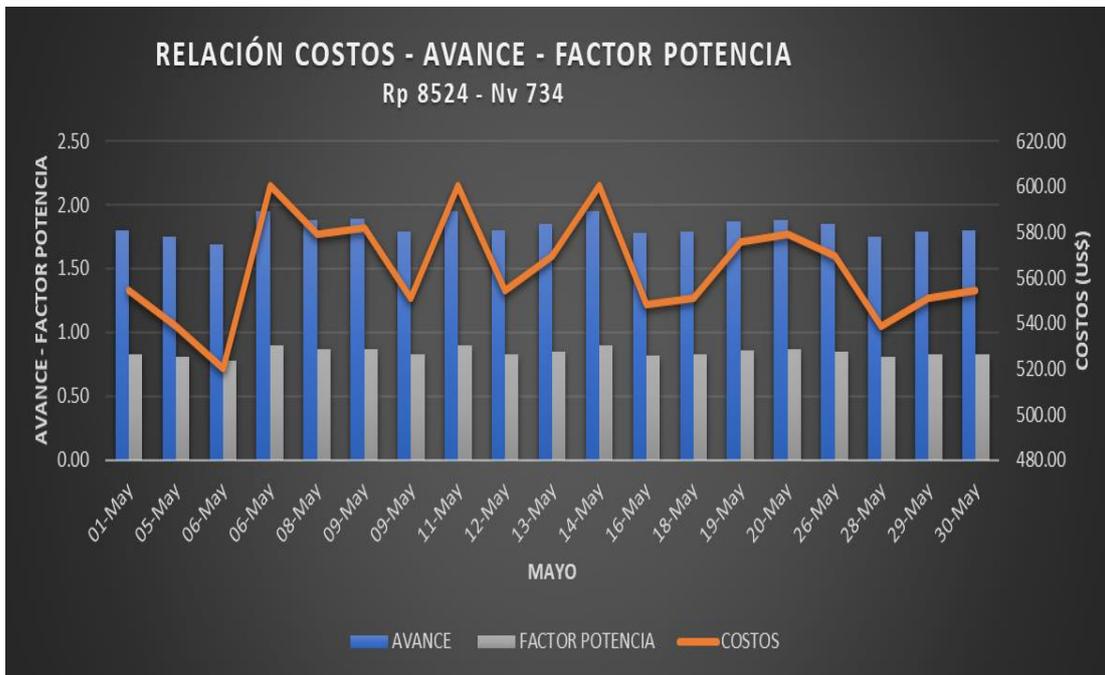


Figura 27. Relación costos – avance y factor de potencia en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo



Figura 28. Relación costos y avance en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo

Los costos de explosivos ejecutados durante el mes de mayo fueron de US \$ 10, 718.05, el cual considera un total de 34.81 metros mensuales de avance y un costo de explosivos promedio por disparo de \$ 564.11/disparo con un avance promedio de 1.83 m/disparo.

Los menores avances son durante las fechas del 5, 6 y 28 de mayo con 1.75 m, 1.69 m y 1.75 m respectivamente, considerando un promedio de avance por disparo de 1.73 m/disparo, un factor de potencia promedio de 0.80 kg/t y un costo promedio de explosivo 532.67 \$/disparo.

✓ **Mes de junio**

Durante el periodo de junio, se relacionará el consumo de explosivos y material movido, asociados a los costos de explosivos, siendo los resultados:

Tabla 21. Costos de explosivos para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio

COSTOS EXPLOSIVOS - MES JUNIO							
Rampa 8524 - Nv 734							
FECHA	LABOR	NIVEL	AVANCE	EXPLOSIVOS (Kg)	VOLÚMEN (m3)	FACTOR POT (Kg/Ton)	COSTOS DE EXPLOSIVO (US\$)
01-Jun	Rp 8524	734	2.10	88.13	33.60	0.97	646.59
02-Jun	Rp 8524	734	1.90	79.74	30.40	0.87	585.01
04-Jun	Rp 8524	734	1.70	71.34	27.20	0.78	523.43
06-Jun	Rp 8524	734	1.95	81.84	31.20	0.90	600.41
08-Jun	Rp 8524	734	1.85	77.64	29.60	0.85	569.62
10-Jun	Rp 8524	734	1.88	78.90	30.08	0.86	578.85
12-Jun	Rp 8524	734	1.92	80.58	30.72	0.88	591.17
13-Jun	Rp 8524	734	2.05	86.03	32.80	0.94	631.20
14-Jun	Rp 8524	734	2.10	88.13	33.60	0.97	646.59
15-Jun	Rp 8524	734	1.95	81.84	31.20	0.90	600.41
16-Jun	Rp 8524	734	1.93	81.00	30.88	0.89	594.25
17-Jun	Rp 8524	734	1.85	77.64	29.60	0.85	569.62
18-Jun	Rp 8524	734	1.99	83.51	31.84	0.92	612.72
19-Jun	Rp 8524	734	2.10	88.13	33.60	0.97	646.59
20-Jun	Rp 8524	734	2.10	88.13	33.60	0.97	646.59
21-Jun	Rp 8524	734	1.85	77.64	29.60	0.85	569.62
22-Jun	Rp 8524	734	1.88	78.90	30.08	0.86	578.85
23-Jun	Rp 8524	734	1.97	82.67	31.52	0.91	606.57
24-Jun	Rp 8524	734	1.92	80.58	30.72	0.88	591.17
TOTAL			36.99	1552.35	591.84	1.05	11,389.27

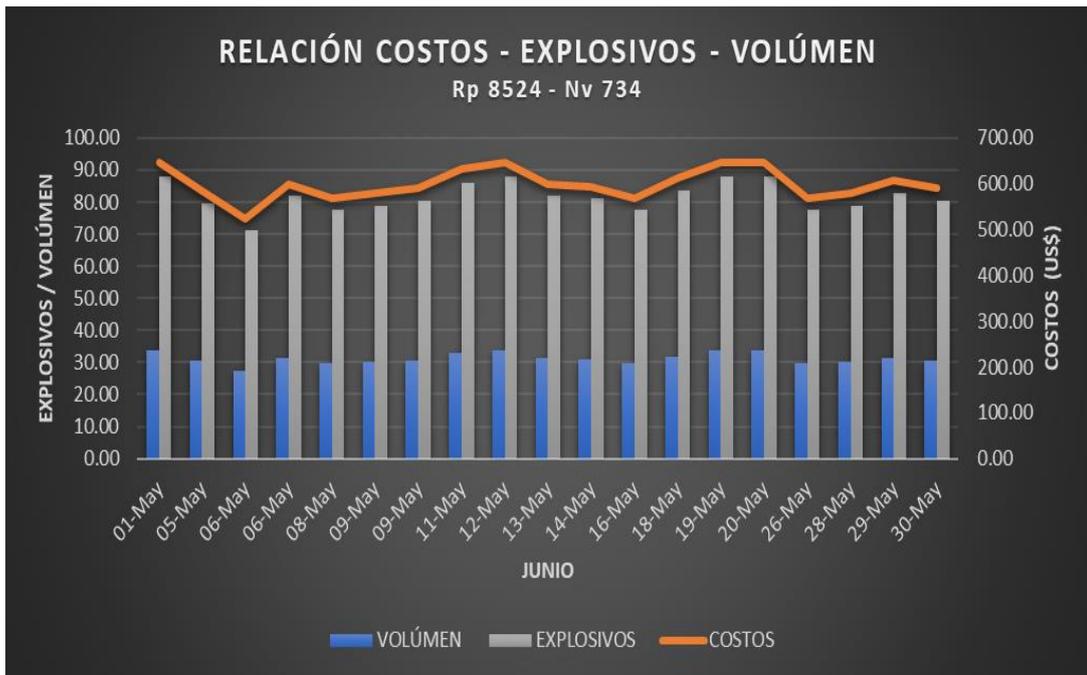


Figura 29. Relación costos – explosivos y volumen en el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio



Figura 30. Relación costos – avance y factor de potencia para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio

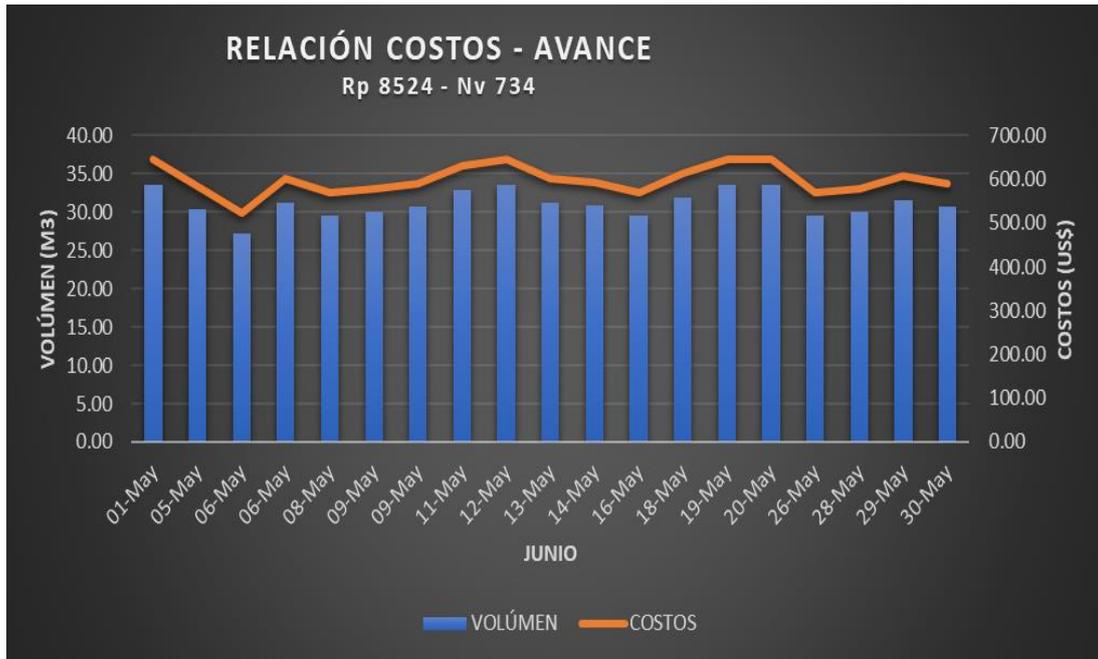


Figura 31. Relación costos y avance para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio

Los costos de explosivos ejecutados durante el mes de junio fueron de \$ 11,389.27, el cual considera un total de 36.99 metros mensuales de avance y un costo de explosivos promedio por disparo de \$ 599.14/disparo. Este mayor incremento del costo de consumo de explosivos en \$ 35.33/disparo es producto del incremento del factor de potencia en 0.21 kg/t y el avance efectivo en 2.18 metros, durante el mes de junio.

Los menores avances son durante las fechas del 4 y 17 de junio con 1.70 m y 1.85 m respectivamente, considerando un promedio de avance por disparo de 1.78 m/disparo, un factor de potencia promedio de 0.82 kg/t y un costo promedio de explosivo 546.52 \$/disparo.

El comparativo de costos durante los periodos mayo y junio, genera un incremento de consumo de explosivos en 619.40 kilogramos en el mes de junio, considerando un incremento de costos de explosivos en \$ 671.22, este incremento está asociado al incremento de avance en 2.18 metros en el mismo periodo.

4.1.5. Análisis de costos de limpieza (scoop)

Los costos de limpieza de desmonte en el desarrollo de la rampa 8524 – Nv 734 durante los periodos mayo y junio del 2021, son de US \$ 6,148.07, el cual considera un tonelaje total de 2,872 toneladas, con un total de tiempo de limpieza de 72.90 horas y un costo unitario de 2.14 \$/t.

El total de costos asociados a los periodos de mayo y junio, considera un avance promedio de 1.89 m/disparo y un volumen promedio de 30.23 m³/disparo.

Tabla 22. Resumen de costos de limpieza para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734

RESUMEN - COSTOS LIMPIEZA (Scoop)							
Rampa 8524 - Nv 734							
FECHA	AVANCE	TONELAJE (Ton)	VOLÚMEN (m3)	N° PALADAS DE SCOOP	TIEMPO LIMPIEZA (HRS)	COSTO LIMPIEZA (US\$)	COSTO UNIT(US\$/Ton)
MAYO	34.81	1392.40	556.96	11.17	36.61	3088.09	2.22
JUNIO	36.99	1479.60	591.84	11.87	36.28	3059.97	2.07
TOTAL	71.80	2872.00	1148.8	23.05	72.90	6148.07	2.14

Los costos de limpieza durante el mes de mayo fueron de \$ 3,088.09, considerando un total de 1,392.40 toneladas de limpieza, considerando un tiempo de limpieza de 36.61 horas y un costo unitario de 2.22 \$/t.

Los costos de limpieza durante el mes de junio fueron de US \$ 3,059.97, considerando un total de 1,479.60 toneladas de limpieza, considerando un tiempo de limpieza de 36.28 horas y un costo unitario de 2.07 \$/t.

Esta mejora en los costos unitarios de limpieza con *scoop*, se debe principalmente a un mejor control en el grado de fragmentación post voladura, incrementando un mayor consumo de explosivos y un mejor avance efectivo.

✓ Mes de mayo

Durante el periodo de mayo, se relacionará el costo de limpieza, tiempo de limpieza y el tonelaje de desmonte producido:

Tabla 23. Costos de limpieza para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo

COSTOS LIMPIEZA (Scoop) - MES MAYO								
Rampa 8524 - Nv 734								
FECHA	LABOR	NIVEL	AVANCE	TONELAJE (Ton)	VOLÚMEN (m3)	N° PALADAS DE SCOOP	TIEMPO LIMPIEZA (HRS)	COSTOS TOTAL (US\$)
01-May	Rp 8524	734	1.80	72.00	28.80	10.98	1.89	159.68
05-May	Rp 8524	734	1.75	70.00	28.00	10.67	1.84	155.25
06-May	Rp 8524	734	1.69	67.60	27.04	10.31	1.78	149.92
06-May	Rp 8524	734	1.95	78.00	31.20	11.89	2.05	172.99
08-May	Rp 8524	734	1.88	75.20	30.08	11.47	1.98	166.78
09-May	Rp 8524	734	1.89	75.60	30.24	11.53	1.99	167.67
09-May	Rp 8524	734	1.79	71.60	28.64	10.92	1.88	158.80
11-May	Rp 8524	734	1.95	78.00	31.20	11.89	2.05	172.99
12-May	Rp 8524	734	1.80	72.00	28.80	10.98	1.89	159.68
13-May	Rp 8524	734	1.85	74.00	29.60	11.28	1.95	164.12
14-May	Rp 8524	734	1.95	78.00	31.20	11.89	2.05	172.99
16-May	Rp 8524	734	1.78	71.20	28.48	10.86	1.87	157.91
18-May	Rp 8524	734	1.79	71.60	28.64	10.92	1.88	158.80
19-May	Rp 8524	734	1.87	74.80	29.92	11.40	1.97	165.89
20-May	Rp 8524	734	1.88	75.20	30.08	11.47	1.98	166.78
26-May	Rp 8524	734	1.85	74.00	29.60	11.28	1.95	164.12
28-May	Rp 8524	734	1.75	70.00	28.00	10.67	1.84	155.25
29-May	Rp 8524	734	1.79	71.60	28.64	10.92	1.88	158.80
30-May	Rp 8524	734	1.80	72.00	28.80	10.98	1.89	159.68
TOTAL			34.81	1392.40	556.96	11.17	36.61	3088.09

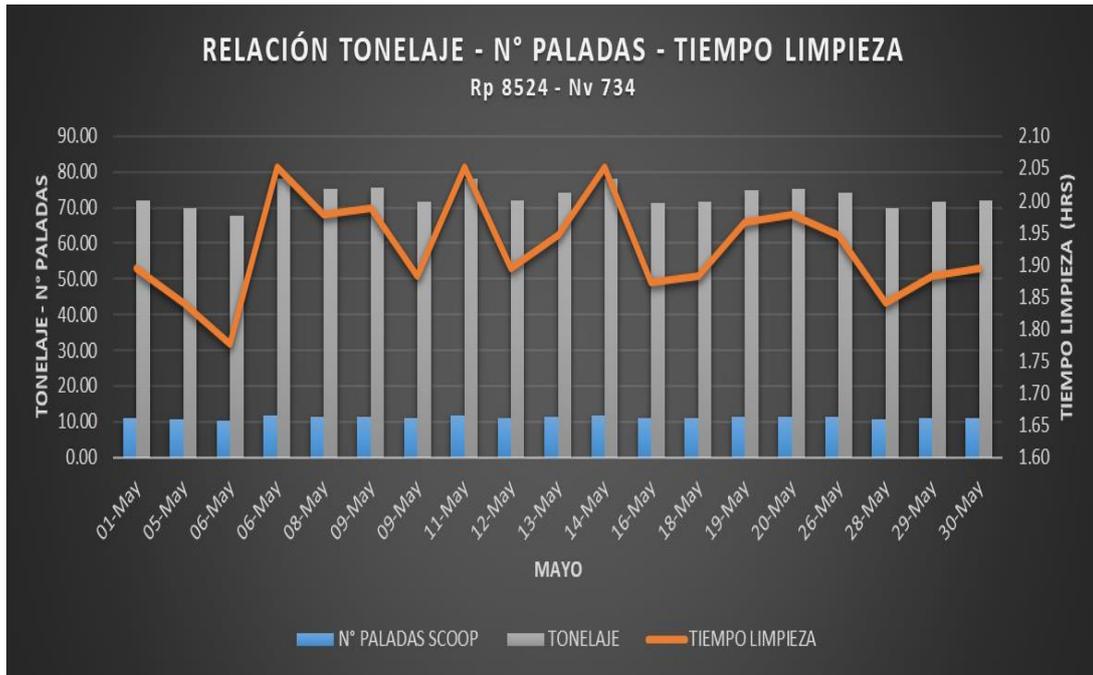


Figura 32. Relación tonelaje – nro. paladas y tiempo limpieza para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo

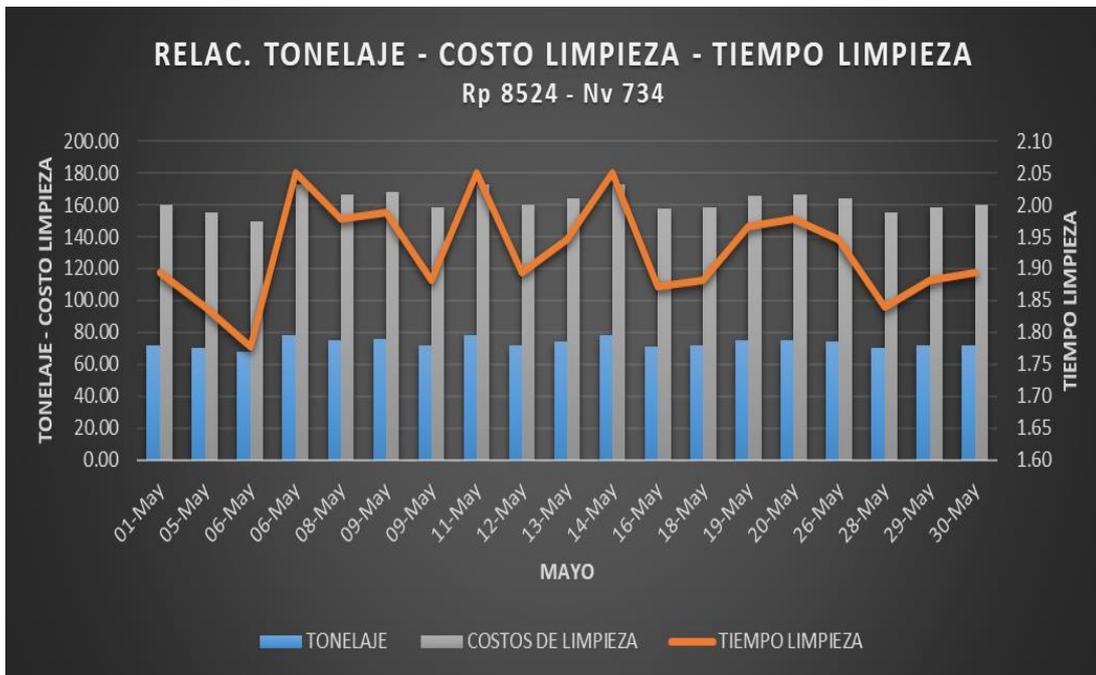


Figura 33. Relación tonelaje – costos limpieza y tiempo de limpieza para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo



Figura 34. Relación tonelaje –costos limpieza para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de mayo

Los costos de limpieza durante el mes de mayo fueron de \$ 3,088.09, considerando un total de 1,392.40 toneladas de limpieza.

El costo promedio de limpieza por disparo considera un valor de 162.53 \$/disparo, considerando un tonelaje promedio de 73.28 t/disparo y un tiempo de limpieza promedio de 1.93 h/disparo y un avance promedio de 1.83 m/disparo.

✓ **Mes de junio**

Durante el periodo de junio, se relacionará el costo de limpieza, tiempo de limpieza y el tonelaje de desmonte producido:

Tabla 24. Costos de limpieza para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio

COSTOS LIMPIEZA (Scoop) - MES JUNIO								
Rampa 8524 - Nv 734								
FECHA	LABOR	NIVEL	AVANCE	TONELAJE (Ton)	VOLÚMEN (m3)	N° PALADAS DE SCOOP	TIEMPO LIMPIEZA (HRS)	COSTOS TOTAL (US\$/Ton)
01-Jun	Rp 8524	734	2.10	84.00	33.60	12.81	1.93	162.78
02-Jun	Rp 8524	734	1.90	76.00	30.40	11.59	1.98	166.99
04-Jun	Rp 8524	734	1.70	68.00	27.20	10.37	1.79	150.81
06-Jun	Rp 8524	734	1.95	78.00	31.20	11.89	1.98	166.99
08-Jun	Rp 8524	734	1.85	74.00	29.60	11.28	1.95	164.12
10-Jun	Rp 8524	734	1.88	75.20	30.08	11.47	1.98	166.78
12-Jun	Rp 8524	734	1.92	76.80	30.72	11.71	1.92	161.93
13-Jun	Rp 8524	734	2.05	82.00	32.80	12.50	1.95	164.46
14-Jun	Rp 8524	734	2.10	84.00	33.60	12.81	2.01	169.52
15-Jun	Rp 8524	734	1.95	78.00	31.20	11.89	1.95	164.46
16-Jun	Rp 8524	734	1.93	77.20	30.88	11.77	1.90	160.25
17-Jun	Rp 8524	734	1.85	74.00	29.60	11.28	1.92	161.93
18-Jun	Rp 8524	734	1.99	79.60	31.84	12.14	1.85	156.03
19-Jun	Rp 8524	734	2.10	84.00	33.60	12.81	1.86	156.87
20-Jun	Rp 8524	734	2.10	84.00	33.60	12.81	1.82	153.50
21-Jun	Rp 8524	734	1.85	74.00	29.60	11.28	1.85	156.03
22-Jun	Rp 8524	734	1.88	75.20	30.08	11.47	1.87	157.72
23-Jun	Rp 8524	734	1.97	78.80	31.52	12.01	1.89	159.40
24-Jun	Rp 8524	734	1.92	76.80	30.72	11.71	1.89	159.40
TOTAL			36.99	1479.60	591.84	11.87	36.28	3059.97

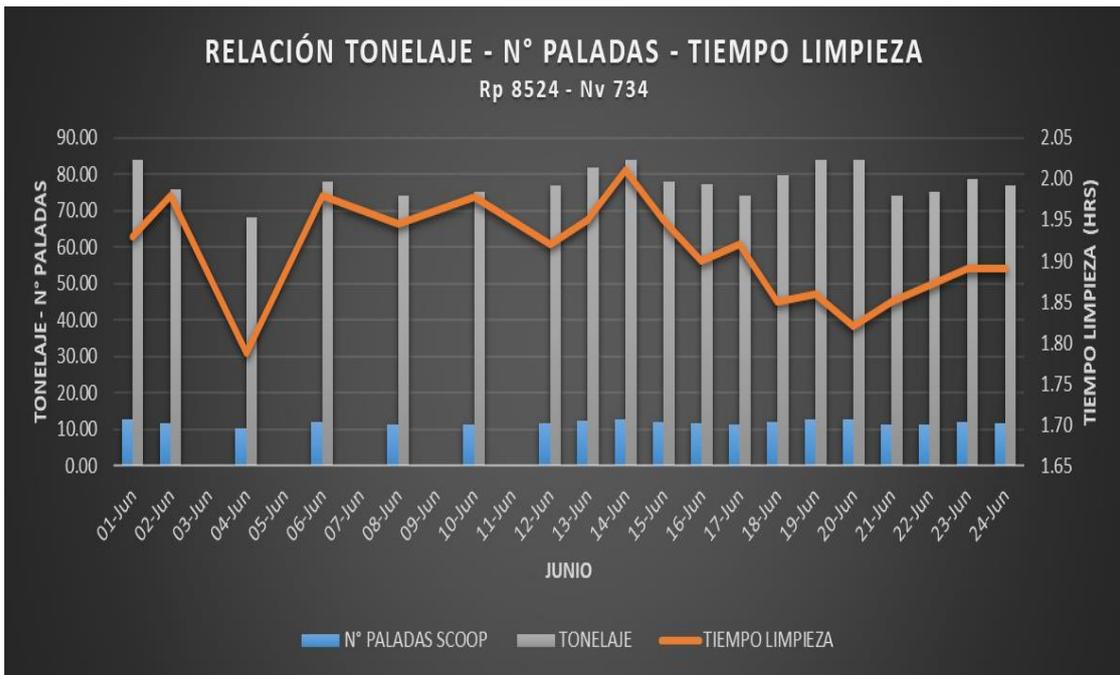


Figura 35. Relación tonelaje –nro. Paladas y tiempo de limpieza para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio

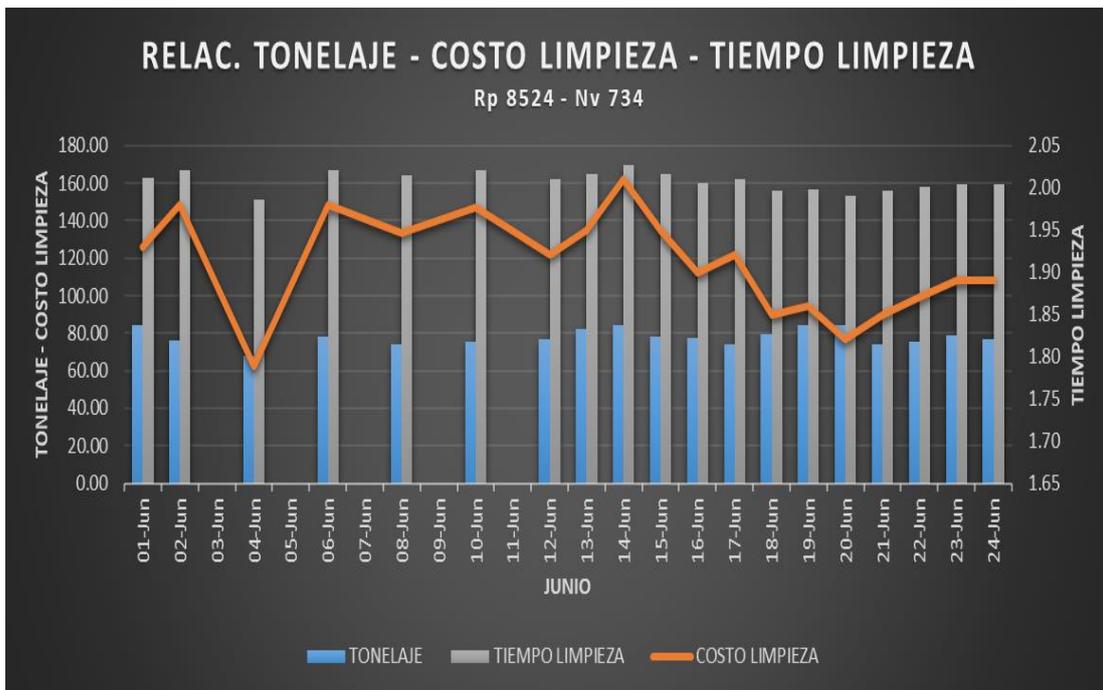


Figura 36. Relación tonelaje –costo limpieza y tiempo de limpieza para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio

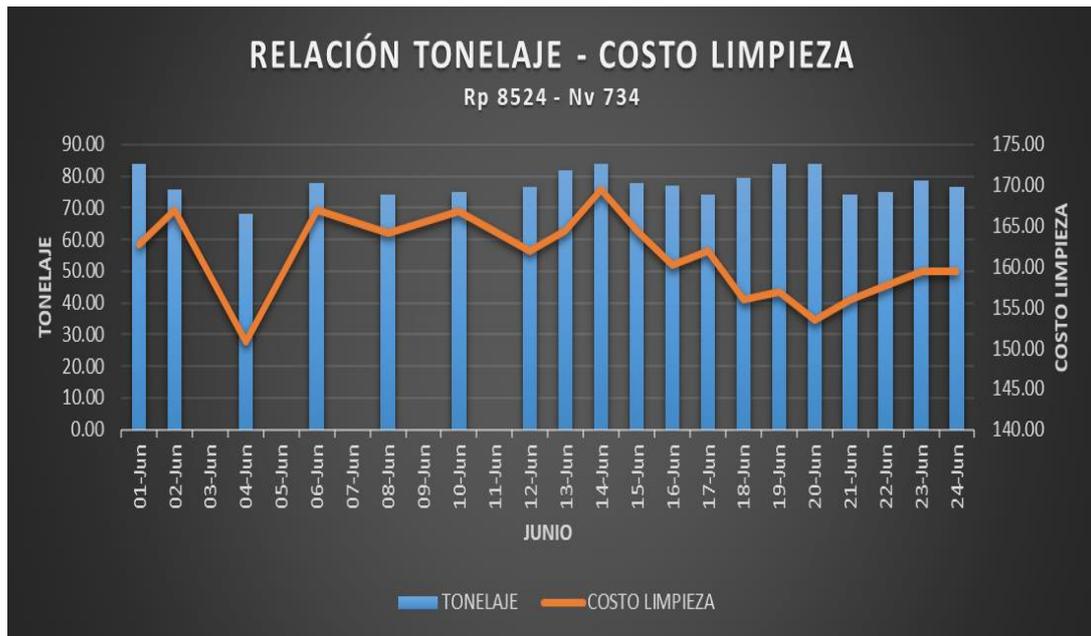


Figura 37. Relación tonelaje –costo limpieza para el desarrollo de la rampa 8524 Nuevo Century – Nv 734, mes de junio

Los costos de limpieza durante el mes de junio fueron de \$ 3,059.97, considerando un total de 1,479.60 toneladas de limpieza,

El costo promedio de limpieza por disparo considera un valor de 161.05 \$/disparo, considerando un tonelaje promedio de 77.87 ton/disparo y un tiempo de limpieza promedio de 1.91 h/disparo y un avance promedio de 1.95 m/disparo.

Esta mejora en los costos unitarios de limpieza con *scoop*, se debe principalmente a un mejor control en el grado de fragmentación post voladura, incrementando un mayor consumo de explosivos y un mejor avance efectivo.

CONCLUSIONES

1. El KPi generado entre el avance efectivo y el avance programado o teórico (49.40 m) durante el mes de mayo fue de 34.81 metros, con un nivel de cumplimiento del 70.47 % de lo programado, así mismo, durante el mes de junio hubo una mejora en 4.41 % de cumplimiento en referencia al mes de mayo, con un avance efectivo de 36.99 metros el cual representa el 74.88 % de lo programado.
2. El avance ejecutado durante el mes de mayo fue de 34.81 metros, con un promedio de avance por disparo de 1.83 metros y un déficit de 0.77 metros. El avance ejecutado durante el mes de junio fue de 36.99 metros, con un promedio de avance por disparo de 1.99 metros y un déficit de 0.65 metros.
3. El KPi generado entre los m³ ejecutados y los m³ programados (790.4 m³) durante el mes de mayo fue de 556.96 m³ con un nivel de cumplimiento del 70.47 % de lo programado, durante el mes de junio hubo una mejora en 4.41 % en referencia al mes de mayo, con un incremento del volumen de desmonte de 591.84 metros el cual representa el 74.88 % de lo programado.
4. El volumen de material ejecutado durante el mes de mayo fue de 556.96 m³, con un promedio de volumen de desmonte de 29.31 m³ por disparo y un déficit de 12.29 m³ por disparo. El volumen de material ejecutado durante el mes de junio fue de 591.84 m³, con un promedio de volumen de desmonte de 31.15 m³ por disparo y un déficit de 10.45 m³.
5. El KPi generado en el factor de potencia programado y el factor de potencia teórico (0.99 kg/t) durante el mes de mayo fue de 0.84 kg/t con un nivel de cumplimiento del 85.13 % de lo programado, durante el mes de junio hubo un incremento de consumo de explosivos en 20.85 % en referencia al mes de mayo, con un incremento en el factor de potencia de 1.05 kg/t, el cual representa el 105.98 % de lo programado.

6. El mayor consumo de explosivos durante el mes de junio en referencia al mes de mayo fue de 619.40 kilogramos, el cual representa un incremento del factor de potencia en 0.21 kg/t. Este mayor incremento del factor de potencia, es producto del incremento del avance en 2.18 metros en referencia al mes de mayo, lo que implica un mayor movimiento de estéril en 34.88 m³ o 87.2 toneladas a ser cargado y movido hacia la desmontera.
7. Los costos de explosivos durante el mes de mayo fueron de \$ 10,718.05, con un total de 932.95 kilogramos de explosivos, con un factor de potencia promedio de 0.84 kg/t, con un promedio de avance de 1.83 m/disparo y un volumen de desmonte promedio de 29.31 m³/disparo.
8. Los costos de explosivos durante el mes de junio fueron de \$ 11,389.27, con un total de 1552.35 kilogramos de explosivos, con un factor de potencia promedio de 1.05 kg/t, con un promedio de avance de 1.95 m/disparo y un volumen de desmonte promedio de 31.15 m³/disparo.
9. El comparativo de costos durante los periodos mayo y junio, genera un incremento de consumo de explosivos en 619.40 kilogramos en el mes de junio, considerando un incremento de costos de explosivos en \$ 671.22, este incremento está asociado al incremento de avance en 2.18 metros en el mismo periodo.
10. Los costos de limpieza durante el mes de mayo fueron de \$ 3,088.09, considerando un total de 1,392.40 toneladas de limpieza, considerando un tiempo de limpieza de 36.61 horas y un costo unitario de 2.22 \$/t.
11. Los costos de limpieza durante el mes de junio fueron de \$ 3,059.97, considerando un total de 1,479.60 toneladas de limpieza, considerando un tiempo de limpieza de 36.28 horas y un costo unitario de 2.07 \$/t.

12. Esta mejora en los costos unitarios de limpieza con *scoop* se debe principalmente a un mejor control en el grado de fragmentación post voladura, incrementando un mayor consumo de explosivos y un mejor avance efectivo.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar modelos geomecánicos, para ir diferenciando los sus diferentes dominios asociados a las estructuras mineralizadas.
2. Se recomienda seguir analizando las variables de perforación y voladura para seguir midiendo los diferentes KPis asocia estos.
3. Se recomienda realizar análisis del grado de fragmentación post voladura y relacionarlos a sus diferentes litologías y alteraciones hidrotermales presentes.
4. Se recomienda realizar un estudio de los rendimientos de los equipos de carguío (*scoops*), relacionando con los tiempos efectivos operacionales y el grado de fragmentación.
5. Se recomienda realizar un análisis económico del costo horario de los equipos de carguío (*scoops*), relacionándolos con la disponibilidad mecánica y utilización, para la generación de programas de optimización y reducción de costos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. VILLANUEVA, Juber. Evaluación de parámetros de diseño de perforación y voladura en taladros largos aplicado en vetas angostas para determinar su productividad en la U.M. San Rafael, Minsur S.A. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2018.
2. OLIVARES, Cristian. Diseño e implementación del método de explotación Bench And Fill Stoping en vetas angostas tipo Rosario, para incrementar la producción – minera Chalhuane SAC. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Arequipa – Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2018, 118 pp.
3. BELTRAN, Kevin. Optimización de explotación del tajo 427-Cuerpo Chiara 445 usando taladros largos paralelos – Cía. Minera Casapalca S.A.-2017. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Junín - Perú: Universidad del Centro del Perú, 2018, 120 pp.
4. MAXERA, Carlos. Aplicación de la Simulación para la Optimización del acarreo del Mineral. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima-Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2005, 80 pp.
5. DOMÍNGUEZ, Jorge. Optimización del carguío y acarreo por Zublin Chile caso minera Yanacocha. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima – Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2001.

ANEXOS

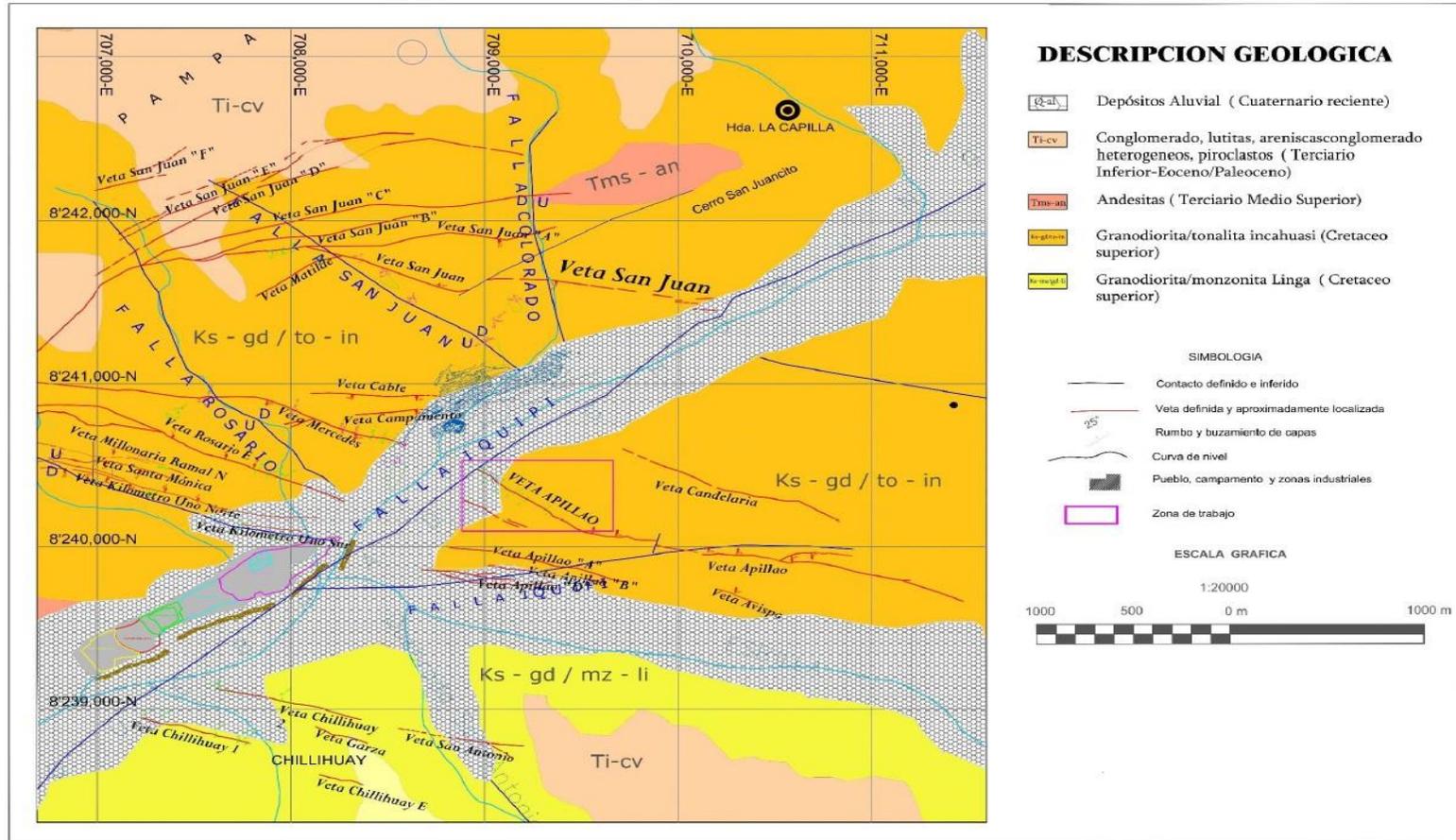
Anexo A

Matriz de operacionalización de variables

Tabla 25. Tabla de matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional		
		Dimensiones	Sub-Dimensiones	Indicadores
VI: Variables operacionales de perforación y voladura	Las variables operacionales de perforación y voladura están directamente asociado al rendimiento de los diferentes procesos unitarios en mina.	<ul style="list-style-type: none"> • Indicadores geológicos • Indicadores geomecánicos • Indicadores Operacionales 	Variable geológica Variable geomecánica Variable Perforación y voladura	Tipo de yacimiento, ley de mineral, etc. Características del macizo rocoso Mallas de perforación, espaciamiento y burden
VD: Mejora de la productividad en la Rampa 8524 Nuevo Century	Las variables asociadas a la mejora de la productividad en la rampa 8524 están directamente relacionadas a los parámetros de perforación y voladura.	<ul style="list-style-type: none"> • Indicadores técnicos • Indicadores económicos 	Variable Rampa 8524 Nuevo Century	Factor de potencia. Avance efectivo. Precios unitarios

Anexo B Planos en planta



Anexo C Tablas y fotos

Tabla 26. Precios unitarios rampa 4 x 4

RAMPA (-) 4.0 x 4.0							TC=	3.64
TIPO ROCA:	SEMIDURA			Longitud de barra	12	pies		
EXPLOSIVO:	EMULNOR			Eficiencia de perforacion	90%			
EQUIPOS:	JUMBO 12', SCOOP 4.2 yd3			N° Tal arranque:	4			
SECCION:	4.00 m x 4.00 m			N° Taladros:	47	und		
				N° Tal.carg.:	39	und		
				AVANCE:	2.96	m		

ITEM	DESCRIPCION	INCIDENCIA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO		SUBTOTAL \$	TOTAL (\$)/m
1.-	MANO DE OBRA	(SISTEMA 2X1)					
MOD01	OPERADOR DE JUMBO	1.28	Tarea	56.57	\$/Tarea	72.48	
MOD12	AYUDANTE DE JUMBO	1.28	Tarea	37.25	\$/Tarea	47.73	
MOD02	OPERADOR DE SCOOP	1.28	Tarea	51.05	\$/Tarea	65.41	
MOD06a	CARGADOR DE EXPLOSIVOS	1.28	Tarea	40.01	\$/Tarea	51.27	
MOD14	AYUDANTE CARGADOR DE EXPLOSIVOS	1.28	Tarea	37.25	\$/Tarea	47.73	
MOD13	OPERADOR DE BOMBA DE AGUA	1.28	Tarea	37.25	\$/Tarea	47.73	
						332.36	112.18
2.-	EPPs						
EPP003	OPERADOR DE JUMBO	1.28	Tarea	3.26	\$/Tarea	4.18	
EPP003	AYUDANTE DE JUMBO	1.28	Tarea	3.26	\$/Tarea	4.18	
EPP003	OPERADOR DE SCOOP	1.28	Tarea	3.26	\$/Tarea	4.18	
EPP003	CARGADOR DE EXPLOSIVOS	1.28	Tarea	3.26	\$/Tarea	4.18	
EPP003	AYUDANTE CARGADOR DE EXPLOSIVOS	1.28	Tarea	3.26	\$/Tarea	4.18	
EPP002	OPERADOR DE BOMBA DE AGUA	1.28	Tarea	3.43	\$/Tarea	4.40	
						25.31	8.54
3.-	EXPLOSIVOS						
31008429	EMULNOR 3000 1 1/4" X 12"	117.82	kg	2.10	\$/ kg		
31007933	SUPERFAM DOS	0.00	kg	0.85	\$/ kg		
31007952	FANEL MS N° 19 x 3 METROS	39	und	1.45	\$/ und		
31002998	ARMADA DE MECHA LENTA 3 M	2	und	0.86	\$/ und		
31008226	CORDON DETONANTE 5P	50	m	0.23	\$/ m		
	MECHA RAPIDA	1.0	m	0.46	\$/ m		
						0.00	0.00
4.-	ACEROS DE PERFORACION						
AC103	BROCA DE BOTONES DE 45 mm	155	m	0.38	\$/ m	58.79	
AC102	BARRA T38 H35 R32 12 PIES	155	m	0.18	\$/ m	28.36	
AC101	SHANK ADAPTER R-38	155	m	0.22	\$/ m	34.04	
AC105	BROCA ESCAREADORA DE BOTONES DE 4"	13	m	0.38	\$/ m	4.94	
AC106	ADAPTADOR PILOTO R32 x 120	13	m	0.16	\$/ m	2.14	
AC107	AFLADORA P/ BROCA DE BOTONES	155	m	0.09	\$/ m	13.92	
AC108	COPA P AFILAR BROCA 10MM	155	m	0.05	\$/ m	7.48	
						149.67	50.52
5.-	MATERIALES Y HERRAMIENTAS						
	HERRAMIENTAS C/JUMBO	1	Tarea	23.71	\$/Tarea	23.71	
AC118	TACO DE ARCILLA	0	und	0.10	\$/ und	0.00	
AC119	TUBO DE PVC	12	und	2.00	\$/ und	24.00	
						47.71	16.10
6.-	EQUIPOS						
EQ-005	Jumbo Sandvik DD210	3.00	h-m	105	\$/ h-m	315.00	
EQ-002	Scoop 4.1 yd3	3.39	h-m	85	\$/ h-m	288.29	
EQ-002	Scoop 4.1 yd3 cargaño volquete	0.47	h-m	85	\$/ h-m	40.29	
EQ-002	VENTILADOR DE 30,000 CFM	0.00	h-m	9.45	\$/ h-m	0.00	
EQ-012	ELECTROBOMBA DE 7.5 HP	3.00	h-m	2.47	\$/ h-m	7.41	
						650.99	219.73
7.-	SERVICIOS						
	ALCAYATAS PARA AIRE/AGUA	3.70	pp	1.00	\$/ pie	3.70	
	ALCAYATAS PARA ENERGIA	3.70	pp	1.00	\$/ pie	3.70	
	INSTALACION TUBERIA DE AIRE 4"	2.96	m	1.50	\$/ m	4.44	
	INSTALACION TUBERIA DE AGUA 2"	2.96	m	1.00	\$/ m	2.96	
						14.81	5.00
A.-	SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS					1220.85	412.08
8.-	COSTOS INDIRECTOS						
	Contingencias y prevención de pérdidas	0.00%			\$	0.00	0.00
	Gastos Generales	0.00%			\$	0.00	0.00
	Utilidad	10.00%			\$	122.09	41.21
B.-	SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS					122.09	41.21
TOTAL COSTO x METRO LINEAL EN DOLARES (\$ / m)						1,342.94	453.29

Tomado del Departamento de planeamiento

Tabla 27. Horas hombre trabajadas EDEMINC SAC

		HORAS HOMBRE TRABAJADAS CONTRATISTAS MINEROS EDEMINC SAC										U.M. SAN JUAN DE CHORUNGA
												AREA: SEGURIDAD
												CODIGO: F-SEG-
MES:	OCTUBRE	MENSUAL										
EMPRESA	UNIDAD	CATEGORIA	N° Trabajadores									Horas Hombre Trabajados HHT
			HOMBRES			MUJERES						
			TRABAJADORES LOCALES	TRABAJADORES REGIONALES	TRABAJADORES NACIONALES	TRABAJADORES LOCALES	TRABAJADORES REGIONALES	TRABAJADORES NACIONALES				
EDEMINC	ESPERANZA	N° EMPLEADOS	0	1	13	0	0	1				2593.5
EDEMINC	ESPERANZA	N° OBREROS	0	0	24	0	0	0				4,420.50
TOTAL			0	0	39	0	0	0				7014

Tomado del Departamento de Planeamiento

Tabla 28. Estadísticas de seguridad y salud en el trabajo

	FORMATO		CODIGO: F-MIN-SG-33
	ESTADISTICAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO		VERSION: 01
			PAGINA: 01 de 01

SEDE / OBRA	SAN JUAN DE CHORUNGA													AÑO	2021			
MES	N° Trabajad.			N° Incident.	N° Incident. Pelig.	N° Accid. Trab. Leves	ACCIDENTES INCAPACITANTES							N° Accid. Mortal	ENFERMEDADES OCUPACIONALES			
	Empleados	Obrero	total				N° Accid. Trab. Incap.	N° días Perdido.	Total Horas Homb. Trabaj.	Indice de Frec.	Indice de Grav.	Indice de Accid.	N° Enf. Ocup.		N° Trab. Exp. al agente	Tasa de Incid.	N° Trab. con Cancer Profes.	
Enero																		
Febrero																		
Marzo																		
Abril	6	55	61	0	0	2	1	30	19215	10.409	312.256	16.251	0	0	0	0	0	
Mayo	12	58	70	0	0	1	0	0	22050	0	0	0	0	0	0	0	0	
Junio	13	58	71	0	0	1	0	0	22365	0	0	0	0	0	0	0	0	
Julio	13	31	44	0	0	0	0	0	13860	0	0	0	0	0	0	0	0	
Agosto	12	35	47	0	0	0	0	0	14805	0	0	0	0	0	0	0	0	
Setiembre	14	27	41	0	0	0	0	0	12915.0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Octubre	15	24	39	0	0	1	0	0	7,014.0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Noviembre																		
Diciembre																		
ACUMULADO				0	0	5	1	30	112224	1.782	53.464	0.4764	0	0	0	0	0	

Tomado del Departamento de Planeamiento



Figura 41. Vetras de Au, asociadas a diques cortando el batolito de la costa (unidad Linga)

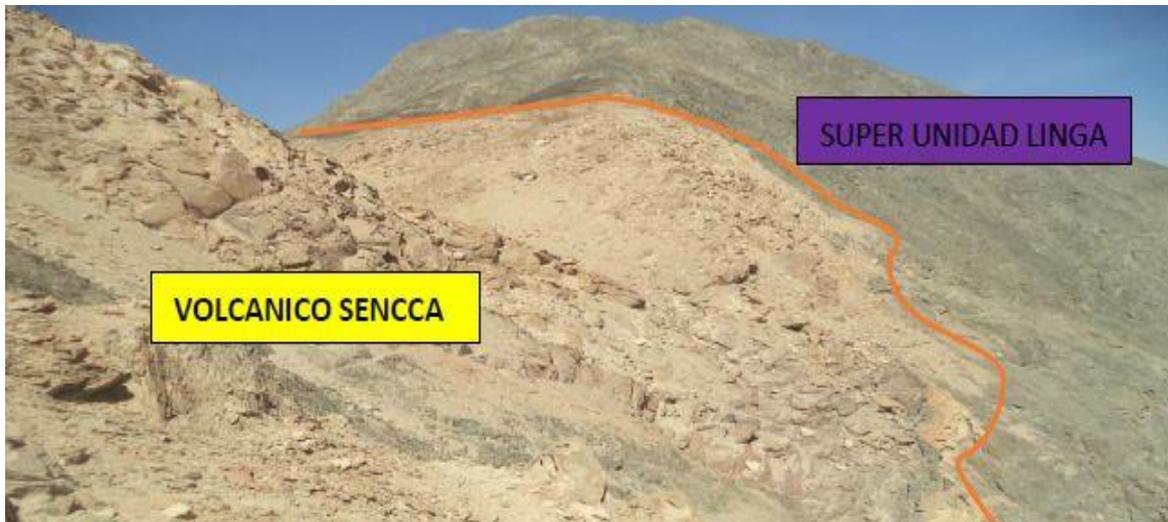


Figura 42. Contacto litológico del volcánico Sencca y el intrusivo de la unidad Linga.