

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Aplicación del método de circado en las labores de
desarrollo para reducir la dilución de mineral,
Unidad Minera Vicus**

Renato Paul Ortega Huarancca
Jesús Alberto Salazar Torres

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

A : Felipe Néstor Gutarra Meza
Decano de la Facultad de Ingeniería

DE : Jesus Fernando Martinez Ildefonso
Asesor de tesis

ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

FECHA : 24 de noviembre de 2023

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "APLICACIÓN DEL MÉTODO DE CIRCADO EN LAS LABORES DE DESARROLLO, PARA REDUCIR LA DILUCIÓN DE MINERAL, UNIDAD MINERA VICUS, perteneciente al/la/los/las estudiante(s) Renato Paul Ortega Huarancca, Jesus Alberto Salazar Torres, de la E.A.P. de Ingeniería de Minas; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 15 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

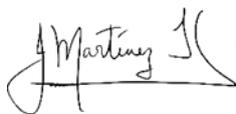
- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas: 20) SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

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

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



Asesor de tesis

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Jesus Alberto Salazar Torres, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 48916210, de la E.A.P. de Ingeniería de Minas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "APLICACIÓN DEL MÉTODO DE CIRCADO EN LAS LABORES DE DESARROLLO, PARA REDUCIR LA DILUCIÓN DE MINERAL, UNIDAD MINERA VICUS", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

22 de noviembre de 2023



Jesus Alberto Salazar Torres

DNI. No. 48916210

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Renato Paul Ortega Huarancca, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 75877530, de la E.A.P. de Ingeniería de Minas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

5. La tesis titulada: "APLICACIÓN DEL MÉTODO DE CIRCADO EN LAS LABORES DE DESARROLLO, PARA REDUCIR LA DILUCIÓN DE MINERAL, UNIDAD MINERA VICUS.", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas.
6. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
7. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
8. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

22 de noviembre de 2023



Renato Paul Ortega Huarancca

DNI. No. 75877530

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE CIRCADO EN LAS LABORES DE DESARROLLO, PARA REDUCIR LA DILUCIÓN DE MINERAL, UNIDAD MINERA VICUS

ORIGINALITY REPORT

15% SIMILARITY INDEX	15% INTERNET SOURCES	1% PUBLICATIONS	4% STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	---------------------------	-----------------------------

PRIMARY SOURCES

1	repositorio.ucv.edu.pe Internet Source	2%
2	www.coursehero.com Internet Source	2%
3	repositorio.upn.edu.pe Internet Source	2%
4	vsip.info Internet Source	1%
5	repositorio.unasam.edu.pe Internet Source	1%
6	1library.co Internet Source	1%
7	www.scribd.com Internet Source	1%
8	tesis.pucp.edu.pe Internet Source	1%

dspace.unitru.edu.pe

9	Internet Source	1 %
10	repositoriodemo.continental.edu.pe Internet Source	1 %
11	es.slideshare.net Internet Source	1 %
12	repositorio.uncp.edu.pe Internet Source	1 %
13	core.ac.uk Internet Source	<1 %
14	doku.pub Internet Source	<1 %
15	pt.scribd.com Internet Source	<1 %
16	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Student Paper	<1 %
17	link.springer.com Internet Source	<1 %
18	repositorio.pucp.edu.pe Internet Source	<1 %
19	www.slideshare.net Internet Source	<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches < 20 words

Exclude bibliography Off

ASESOR

Ing. Jesus Fernando Martinez Idefonso

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Continental.

A los catedráticos de la EAP de Ingeniería de Minas, por sus sabias enseñanzas, que contribuyeron en nuestra formación profesional.

DEDICATORIA

Yo Renato, dedico mi trabajo, a Dios, docentes y especialmente a mis padres, que en el transcurso de mi vida me supieron inculcar valores y confiaron en mi persona y en mis deseos de superación, depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba, sin dudar ni un solo momento en mi capacidad. Es por ello que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

Yo Jesús, dedico esta tesis a mi Padre Celestial, por ser el forjador de mi camino, ser mi escudo, mi salvación y por regalarme el más grande don que es la vida.

A mis padres: Celina Torres Quispe y Luis Salazar Hichpas, por su amor, trabajo y sacrificio, quienes siempre estuvieron conmigo apoyándome en las buenas y en las malas, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí, es un privilegio ser su hijo.

A mi padrino Saúl Torres Quispe, quien depositó toda su confianza en mi camino profesional, para contribuir y ser mejor persona ante esta sociedad.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
ASESOR	viii
AGRADECIMIENTO.....	ix
DEDICATORIA.....	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	xx
CAPÍTULO I	22
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	22
1.1 Planteamiento y Formulación del Problema	22
1.1.1 Planteamiento del problema	22
1.1.2 Formulación del problema	23
1.2 Objetivos.....	24
1.2.1 Objetivo general.....	24
1.2.2 Objetivos específicos	24
1.3 Justificación e Importancia.....	24
1.4 Hipótesis	24
1.4.1 Hipótesis general	24
1.4.2 Hipótesis específicas	25
1.5 Identificación de las variables	25
1.5.1 Variable.....	25
1.5.2 Variable dependiente	25
1.5.3 Matriz de operacionalización de variables	25
CAPÍTULO II	27
MARCO TEÓRICO.....	27
2.1 Antecedentes del problema	27
2.1.1 Antecedentes nacionales.....	27
2.2 Generalidades de la empresa minera Vicus	29

2.2.1 Ubicación	29
2.2.2 Accesibilidad	30
2.3 Bases teóricas	30
2.3.1 Plan de minado de la minera Vicus.....	30
2.4 Descripción del método de minado por corte y relleno	31
2.4.1 Parámetros	32
2.5 El ciclo de explotación de la Minera Vicus S.A.C.....	32
2.6 Plan de explotación por el método de circado	36
CAPÍTULO III	39
MÉTODO DE DESARROLLO DEL PROYECTO	39
3.1 Método y alcances de la investigación.....	39
3.1.1 Método general o teórico de la investigación	39
3.1.2 Alcance de la investigación.....	39
3.2 Diseño de la investigación	40
3.3 Población y muestra	40
3.3.1 Población	40
3.3.2 Muestra	40
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
3.4.1 Técnicas utilizadas en la recolección de datos	40
3.4.2 Instrumentos utilizados en la recolección de datos.....	40
CAPÍTULO IV.....	42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1 Aplicación del método de circado en las labores de desarrollo, para reducir la dilución de mineral en la unidad minera Vicus S.A.C.....	42
4.2 Desarrollar el estudio de la clasificación geomecánica del macizo rocoso, para la aplicación del método de circado en las labores de desarrollo en la unidad minera Vicus S.A.C.	47
4.2.1 Clasificación geomecánica de la galería Principal Sur del nivel 120.....	47
4.2.2 Clasificación geomecánica de la galería Principal Norte y Sur del nivel 180.....	47
4.3 Diseño de malla de perforación y voladura con circado en las labores de desarrollo, para reducir la dilución de mineral en la unidad minera Vicus S. A. C.....	49
CONCLUSIONES.....	61
RECOMENDACIONES	63

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXOS	66
Anexo 1 Matriz de consistencia.....	67
Anexo 2 Cálculo de la dilución en la rotura del mineral por el método de circado	68
Anexo 3 Evaluación de costos por metro lineal de avance de la galería Principal del nivel 120	69
Anexo 3 Evaluación de costos por metro lineal de avance de la galería principal de Norte y Sur del nivel 180	70
Anexo 4 Estándar de la galería principal para el transporte de mineral	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables.....	26
Tabla 2. Ubicación geográfica de la minera Vicus S. A. C.	30
Tabla 3. Resumen de reservas del año 2023 – Minera Vicus S.A.C.....	30
Tabla 4. Plan de programado y ejecutado de la etapa de desarrollo tajeo 5376-S, empresa minera Vicus S. A. C.....	46
Tabla 5. Parámetros generales de peroración y voladura en veta de la galería Principal Sur del nivel 120, empresa minera Vicus S. A. C.....	52
Tabla 6. Parámetros generales de peroración y voladura en descaje de la galería Principal Sur del nivel 120, empresa minera Vicus S. A. C.	53
Tabla 7. Parámetros generales de peroración y voladura en veta de la galería Principal Norte y Sur del nivel 180, empresa minera Vicus S. A. C.....	56
Tabla 8. Parámetros generales de peroración y voladura en descaje de la galería Principal Norte y Sur del nivel 180, empresa minera Vicus S. A. C.	57
Tabla 9. Evaluación del costo total de avance lineal de la galería principal de la etapa de desarrollo tajeo 5376-S, empresa minera Vicus S. A. C.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plano de localización y ubicación de la Empresa Minera Vicus S.A.C.....	29
Figura 2. Perforación convencional - cut and fill.....	31
Figura 3. Perforación convencional - cut and fill.....	33
Figura 4. Limpieza de minerales con cabrestante.....	34
Figura 5. Preparación de los tajeos y enmaderado de los chutes a rellenar – cut and fill	35
Figura 6. Estándar del método de minado cut and fill en la empresa minera Vicus S.A.C.	43
Figura 7. Tajeo del block mineralizado del tajeo 5376-S, empresa minera Vicus S. A. C.	44
Figura 8: Clasificación geomecánica de la galería Principal Sur del nivel 120, empresa minera Vicus S. A .C.....	47
Figura 9. Clasificación geomecánica de la galería Principal Norte del nivel 180, empresa minera Vicus S.A.C.....	48
Figura 10. Clasificación geomecánica de la galería Principal Sur del nivel 180, empresa minera Vicus S. A. C.....	49
Figura 11. Diseño de malla de perforación y voladura para la galería Principal Sur del nivel 120, empresa minera Vicus S. A. C.	51
Figura 12. Diseño de malla de perforación y voladura de la galería Principal Norte y Sur del nivel 180, empresa minera Vicus S. A. C.	55
Figura 13 .Clasificación geomecánica de la galería Principal Norte y Sur del nivel 180, empresa minera Vicus S. A. C.	58

RESUMEN

En la unidad minera Vicus se viene utilizando el método de minado corte y relleno ascendente para realizar las labores de desarrollo como las galerías principales, chimeneas de doble y triple compartimiento y subniveles. Debido a la mala malla de perforación y voladura, el mineral se diluye más y suele estar en contacto con panizo, relleno o calizas.

La ley promedio de oro (Au) actualmente es de 11.00 gramos por metro cúbico. Como medida correctiva se plantea realizar el análisis de la caracterización geomecánica de las rocas del yacimiento en el Nivel 180, tajeo 5376-S de la veta Daniela para que el desarrollo del método de explotación sea aplicable mediante el corte y relleno ascendente con circado y descaje o rotura de la roca caja posterior al circado de veta.

La clasificación geomecánica de la galería Principal Norte del nivel 120, cuenta con un tipo de roca IIIA y con rango del RMR de 51 a 60 de la calidad regular A. con una longitud de 99.33 metros de avance lineal. La clasificación geomecánica de la galería Principal Norte y Sur del nivel 180, cuenta con un tipo de roca IIIB y con rango del RMR de 41 a 50 de la calidad regular B. con una longitud de 176.98 metros de avance lineal.

Los parámetros generales de perforación y voladura en veta de la galería Principal Sur del nivel 120, se tiene una roca regular III A, el avance efectivo es de 1.5 metros de avance lineal, el número de taladros cargados es de 21 y los taladros de alivio es de 3, el diámetro de perforación es de 38 mm, el tonelaje roto es de 3.26 toneladas, el total en kilogramos de explosivo de Semexsa 65 % es de 15.12. el factor de potencia es de 4.64 kilogramos por tonelada. Los parámetros generales de perforación y voladura de descaje de la galería Principal Sur del nivel 120, el número de taladros cargados es de 17, el diámetro de perforación es de 38 mm, el tonelaje roto es de 16.18 toneladas, el total en kilogramos de explosivo de Semexsa 65 % es de 12.24. el factor de potencia es de 0.76 kilogramos por tonelada.

Los parámetros generales de perforación y voladura en veta de la galería Principal Norte y Sur del nivel 180, indican que se tiene una roca regular III B, el avance efectivo es de 1.5 metros de avance lineal, el número de taladros cargados es de 21 y los taladros de alivio es de 3, el diámetro de perforación es de 38 mm, el tonelaje roto es de 3.14 toneladas, el total en kilogramos de explosivo de Semexsa 65 % es de 15.12. el factor de potencia es de 4.82 kilogramos por tonelada. Los parámetros generales de perforación y voladura en descaje de la galería Principal Norte y Sur del nivel 180, el número de taladros cargados es de 14, el diámetro de perforación es de 38 mm, el tonelaje roto es de 16.30 toneladas, el total en kilogramos de explosivo de Semexsa 65 % es de 10.08. el factor de potencia es de 0.62 kilogramos por tonelada. Los trabajos se plantearon en una programación de 7 meses de trabajo de enero a julio del año 2023, con un costo total valorizada de 321 875.68 nuevos soles, con un total de 410 guardias entre día y noche.

Palabras clave: aplicación del método de circado

ABSTRACT

The Vicus Mining Unit has been mined with the ascending cut and fill mining method, in which the development work such as the main galleries, double and triple compartment chimneys and sublevels are carried out in vein, which is a product of the poor design of drilling and blasting mesh, there is an increase in the dilution of the mineral, and most of it is in contact with sandstone, fill or limestone.

It is currently being exploited with an average gold grade (Au) of 11.00 grs/Tm.

As a corrective measure, it is proposed to carry out the analysis of the geomechanical characterization of the rocks of the deposit at Level 180, stope 5376-S of the Daniela vein, so that the development of the exploitation method is applicable through upward cutting and filling with circulating and loosening or breakage of the rock behind the vein circling.

The Geomechanical classification of the North Main Gallery at level 120 has a rock type IIIA and an RMR range of 51 to 60 of regular quality A. with a length of 99.33 meters of linear advance. The Geomechanical classification of the North and South Main Gallery at level 180 has a rock type IIIB and an RMR range of 41 to 50 of regular quality B. with a length of 176.98 meters of linear advance.

The general parameters of drilling and vein blasting of the South Main Gallery of level 120, there is a regular III A rock, the effective advance is 1.5 meters of linear advance, the number of loaded drills is 21 and the relief drills is 3, the drilling diameter is 38 mm, the broken tonnage is 3.26 tons, the total in kilograms of Semexsa 65% explosive is 15.12. the power factor is 4.64 kilograms per ton. The general parameters of drilling and blasting of the South Main Gallery of level 120, the number of loaded drills is 17, the drilling diameter is 38 mm, the broken tonnage is 16.18 tons, the total in kilograms of explosive of Semexsa 65% is 12.24. The power factor is 0.76 kilograms per ton.

The general parameters of drilling and vein blasting of the North and South Main Gallery of level 180, there is a regular III B rock, the effective advance is 1.5 meters of linear advance, the number of loaded drills is 21 and the drills relief is 3, the drilling diameter is 38 mm, the broken tonnage is 3.14 tons, the total in kilograms of Semexsa 65% explosive is 15.12. the power factor is 4.82 kilograms per ton. The general parameters of drilling and stripping blasting of the Main North and South Gallery of level 180, the number of loaded drills is 14, the drilling diameter is 38 mm, the broken tonnage is 16.30 tons, the total in kilograms of Semexsa 65% explosive is 10.08. The power factor is 0.62 kilograms per ton. The work was planned in a 7-month schedule of work from January to July 2023, with a total valued cost of 321,875.68 new soles, with a total of 410 guards between day and night.

Keywords: Application of the circling method.

INTRODUCCIÓN

En la unidad minera Vicus se viene minando con el método de minado corte y relleno ascendente, en el que las labores de desarrollo como las galerías principales, chimeneas de doble e triple compartimiento y subniveles se realizan en veta, que producto del deficiente diseño de malla de perforación y voladura se tiene un aumento de la dilución del mineral, así mismo en su mayoría se encuentra en contacto con panizo, relleno o calizas.

Actualmente se viene explotando con una ley promedio de oro (Au) de 11.00 g/m³. Como medida correctiva se plantea realizar el análisis de la caracterización geomecánica de las rocas del yacimiento en el Nivel 180, tajeo 5376-S de la veta Daniela para que el desarrollo del método de explotación sea aplicable mediante el corte y relleno ascendente con circado y descaje o rotura de la roca caja posterior al circado de veta.

Los trabajos de desarrollo (galerías, niveles y chimeneas) se realizarán con equipo manual de perforación Jackleg y Stoper. En función a la voladura se va a desarrollar en dos etapas: en la primera se realizará el disparo en las cajas donde se encuentra el material estéril, con explosivo emulsión (cebo), con dinamita (columna de carga), y en la segunda se realizará el disparo en la veta (mineral) con explosivo emulsión.

Para los servicios mina, en la ventilación después de cada disparo, se realizará por medio de aire insuflado con ventiladores mecánicos a través de una manga de lona de 24" al frente de avance, para luego ser evacuado por el circuito de ventilación.

Los parámetros generales de perforación y voladura en veta de la galería Principal Sur del nivel 120, indican que se tiene una roca regular III A, el avance efectivo es de 1.5 metros de avance lineal, el número de taladros cargados es de 21 y los taladros de alivio es de 3, el diámetro de perforación es de 38 mm, el tonelaje roto es de 3.26 toneladas, el total en kilogramos de explosivo de

Semexsa 65 % es de 15.12. el factor de potencia es de 4.64 kilogramos por tonelada. Los parámetros generales de perforación y voladura de desencaje de la galería Principal Sur del nivel 120, el número de taladros cargados es de 17, el diámetro de perforación es de 38 mm, el tonelaje roto es de 16.18 toneladas, el total en kilogramos de explosivo de Semexsa 65 % es de 12.24. el factor de potencia es de 0.76 kilogramos por tonelada.

Los parámetros generales de perforación y voladura en veta de la galería Principal Norte y Sur del nivel 180, indican que se tiene una roca regular III B, el avance efectivo es de 1.5 metros de avance lineal, el número de taladros cargados es de 21 y los taladros de alivio es de 3, el diámetro de perforación es de 38 mm, el tonelaje roto es de 3.14 toneladas, el total en kilogramos de explosivo de Semexsa 65 % es de 15.12. el factor de potencia es de 4.82 kilogramos por tonelada. Los parámetros generales de perforación y voladura en desencaje de la galería Principal Norte y Sur del nivel 180, el número de taladros cargados es de 14, el diámetro de perforación es de 38 mm, el tonelaje roto es de 16.30 toneladas, el total en kilogramos de explosivo de Semexsa 65 % es de 10.08. el factor de potencia es de 0.62 kilogramos por tonelada.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y Formulación del Problema

1.1.1 Planteamiento del problema

Durante muchos años, las empresas mineras pequeñas, medianas y gran minería a nivel mundial han buscado reducir la dilución del mineral en la explotación mediante el uso de diversos métodos de minado, desde los trabajos de preparación y desarrollo hasta la etapa de explotación. Como resultado, se están constantemente explorando nuevas formas o nuevos métodos de explotación que ayuden a optimizar la productividad mediante el control de parámetros y factores en la perforación y voladura.

En el Perú, actualmente se están llevando a cabo proyectos mineros de pequeña, mediana y gran escala. Las compañías buscan disminuir la dilución del mineral mediante el uso de métodos de circado o métodos selectivos de minado, con el fin de mejorar la recuperación del mineral.

En la unidad minera Vicus se viene utilizando el método de minado corte y relleno ascendente para realizar las labores de desarrollo como las galerías principales, chimeneas de doble y triple compartimiento y subniveles. Debido a la mala malla de perforación y voladura, el mineral se diluye más y suele estar en contacto con panizo, relleno o calizas.

La ley promedio de oro (Au) actualmente es de 11.00 gramos por metro cúbico. Se propone realizar un análisis de la caracterización geomecánica de las rocas del yacimiento en el Nivel 180, tajeo 5376-S de la veta Daniela, como medida correctiva. Esto permitirá aplicar el método de explotación mediante el corte y relleno ascendente con circado y el descaje o rotura de la roca caja posterior al circado de la veta.

Los trabajos de desarrollo (galerías, niveles y chimeneas) se llevarán a cabo con equipos de perforación Jackleg y Stoper que se utilizarán manualmente. Se llevará a cabo en dos etapas según la voladura. En primer lugar, se disparará en las cajas con el material estéril con emulsión de explosivo (cebo) y dinamita (columna de carga), en segundo lugar, se disparará en la veta (mineral) con emulsión de explosivo. Para los servicios de mina, el aire se insufla a través de ventiladores mecánicos a través de una manga de lona de 24" al frente de avance después de cada disparo, y luego se evacua por el circuito de ventilación.

1.1.2 Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

¿De qué manera se realizará la aplicación del método de circado en las labores de desarrollo, para reducir la dilución de mineral en la unidad minera Vicus?

1.1.2.2. Problemas específicos

- ¿De qué manera el estudio de la clasificación geomecánica del macizo rocoso ayudará para la aplicación del método de circado en las labores de desarrollo en la unidad minera Vicus?
- ¿De qué manera se realizará el diseño de malla de perforación y voladura con circado en las labores de desarrollo para reducir la dilución de mineral en la unidad minera Vicus?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Desarrollar la aplicación del método de circado en las labores de desarrollo para reducir la dilución de mineral en la unidad minera Vicus.

1.2.2 Objetivos específicos

- Desarrollar el estudio de la clasificación geomecánica del macizo rocoso para la aplicación del método de circado en las labores de desarrollo en la unidad minera Vicus.
- Desarrollar el diseño de malla de perforación y voladura con circado en las labores de desarrollo para reducir la dilución de mineral en la unidad minera Vicus.

1.3 Justificación e Importancia

En la unidad minera Vicus se viene utilizando el método de minado corte y relleno ascendente para realizar las labores de desarrollo como las galerías principales, chimeneas de doble y triple compartimiento y subniveles. Debido a la mala malla de perforación y voladura, el mineral se diluye más y suele estar en contacto con panizo, relleno o calizas.

La ley promedio de oro (Au) actualmente es de 11.00 gramos por metro cúbico. Se propone realizar un análisis de la caracterización geomecánica de las rocas del yacimiento en el Nivel 180, tajeo 5376-S de la veta Daniela, como medida correctiva. Esto permitirá aplicar el método de explotación mediante el corte y relleno ascendente con circado y el descaje o rotura de la roca caja posterior al circado de la veta.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis general

La aplicación del método de circado en las labores de desarrollo es factible y viable, para reducir la dilución de mineral en la unidad minera Vicus.

1.4.2 Hipótesis específicas

- El estudio de la clasificación geomecánica del macizo rocoso influye positivamente, para la aplicación del método de circado en las labores de desarrollo en la unidad minera Vicus.
- El diseño de malla de perforación y voladura con circado en las labores de desarrollo, influye positivamente para reducir la dilución de mineral en la unidad minera Vicus.

1.5 Identificación de las variables

1.5.1 Variable

Aplicación del método de circado.

1.5.2 Variable dependiente

Reducir la dilución de mineral

1.5.3 Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES
V.I: Aplicación del Método de circado	Es el método de explotación de mineral muy selectivo que consta de dos etapas de trabajo en la primera es la perforación y voladura en veta y la segunda es en cajas, ideal para vetas reducidas.	<p>Caracterización geomecánica</p> <p>Diseño de malla de perforación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Índices RMR, RQD y Q del macizo rocoso • Familias de discontinuidades • Parámetros de las discontinuidades • Factores y parámetros de perforación • Metros perforados • Cantidad de aceros de perforación • Longitud de desviación de taladros (cm)
V.D: Reducir la dilución de mineral	Es el control de las leyes de mineral minimizando la mezcla de material estéril con el mineral extraído.	<p>Concentración de ley de mineral</p> <p>Evaluación de los costos de operación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ley de mineral • Dilución de mineral • Costo de perforación (\$/m) • Costo de voladura (\$/m) • Costo de limpieza (\$/m) • Costo de sostenimiento (\$/m) • Costo de relleno (\$/m)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

2.1.1 Antecedentes nacionales

- Tesis titulada: “*Reducción de dilución mediante la aplicación de voladura diferenciada en labores de Breasting dentro de la mina Pallancata*”. Este trabajo de investigación es para la obtención del título de Ingeniero de Minas en la Pontificia Universidad Católica del Perú, el objetivo es proporcionar una técnica experimental adecuada para reducir la dilución actual en los tajeos de corte y relleno utilizando voladura diferenciada. Su investigación utiliza métodos cualitativos y cuantitativos. Para la muestra, se realizaron las labores BA1905 y GL2087. Se observó una disminución de la dilución del 88.88% en la labor BA1905 y una disminución del 76.48 % en la labor GL2087, lo que resultó en una reducción promedio del 83.20 %. Durante los 22 disparos realizados se logró separar 560.26 toneladas de desmonte de un inicial de 2077.50 toneladas, lo que significó una disminución significativa de la dilución (83% de reducción) y, por lo tanto, la recupera (1).

- Tesis titulada “*Aplicación del método Cut & Fill con circado y su influencia en el control de la dilución en el nivel 4455 en Compañía Minera Santa Luisa S. A., Ancash -2021*”. Este trabajo de investigación es para la obtención del título de Ingeniero de Minas en la Universidad Continental, el objetivo es evaluar el impacto del uso del método *cut & fill* con circado en el control de la dilución en el nivel 4455 en la Compañía Minera Santa Luisa S.A., Áncash - 2021. Su

enfoque de investigación se emplea. La dilución de mineral promedio para la muestra, que se realizó en el tajo L-598 V5 en el nivel 4455, es del 13,09 %. Por otro lado, en mayo de 2021, se obtuvo el 8.47 % de la dilución de mineral utilizando el método de corte y llenado con circado, lo que mejoró las leyes de mineral y facilitó el proceso metalúrgico (2).

- Tesis titulada: “*Minado selectivo para explotar vetas angostas de oro en la Minera Marsa S.A. Pataz – Región la Libertad*”. Este trabajo de investigación es para la obtención título de Ingeniero de Minas en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, el objetivo es determinar un método de minado selectivo para la extracción de vetas de oro en la mina Marsa S.A. Pataz, en la región de la Libertad. Su enfoque de investigación se emplea. Para la muestra, se utilizaron vetas de oro angostas. El método selectivo redujo significativamente la dilución promedio de 75 % a 8 % en la extracción de vetas de oro de la minera Marsa. Además, se logró reducir los costos de minado de 154,75 \$/TM a 149.12 \$/TM, lo que representa un ahorro de 5.63 \$/TM. obteniendo un total de 135 120 \$/24 000 TM en un año (3).
- Tesis titulada: “*Estudio del Método de Circado para la Explotación de Vetas Angostas en la Mina Nueva Esperanza Nivel II – Algamarca*”. Este trabajo de investigación es para la obtención del título de Ingeniero de Minas en la Universidad Cesar Vallejo, el objetivo es llevar a cabo un análisis del método de circado para la explotación de vetas estrechas en la mina Nueva Esperanza Nivel II de Algamarca. Su enfoque de investigación se emplea. El estudio geomecánico para determinar la viabilidad del método del circado en la mina Nueva Esperanza - Nivel II se llevó a cabo en el Nivel II de la zona Nueva Esperanza (4). Los parámetros geológicos y geomecánicos recolectados del yacimiento de las diferentes labores son la base para la evaluación del método en el estudio geomecánico. Es necesario llevar a cabo un estudio detallado en las vetas estrechas, ya que se busca la selectividad en el proceso de explotación. El desafío en el logro de este objetivo es llevar a cabo el estudio geomecánico de la zona mineralizada, la caja de techo y la caja de piso, ya que cada uno tiene características únicas que son esenciales para determinar el método de explotación selectivo (4).

- Tesis titulada: "*Explotación de vetas angostas con métodos de circado - corte y relleno ascendente para mejorar productividad - Unidad Minera Virgen de Chapi 87 de Ica S. A. C. - 2019*". Este trabajo de investigación es para la obtención título de Ingeniero de Minas en la Universidad Nacional del Centro del Perú. El objetivo es evaluar la eficiencia de la explotación de vetas angostas mediante métodos de circado en la unidad minera Virgen de Chapi 87 de Ica S. A. C. Su enfoque de investigación se emplea. La muestra se tomó en vetas estrechas de la Unidad Minera Virgen de Chapi 87 de Ica S.A.C. El volumen del mineral roto antes del nuevo diseño de malla era de 4 Tm, pero ahora se puede obtener hasta 5 Tn con el nuevo diseño. Esto indica un aumento del 25%. El rendimiento, que antes era de 4 toneladas por hombre, ha aumentado a 5,5 toneladas por hombre, lo que representa un aumento del alrededor del 37,5% más que antes (5).

2.2 Generalidades de la empresa minera Vicus

2.2.1 Ubicación

Situada en el norte del Perú, la minera Vicus S. A. C se encuentra a 138 km sureste de la provincia de Barranca y el departamento de Lima. Políticamente, pertenece al centro poblado Las Minas, distrito de Supe (6).

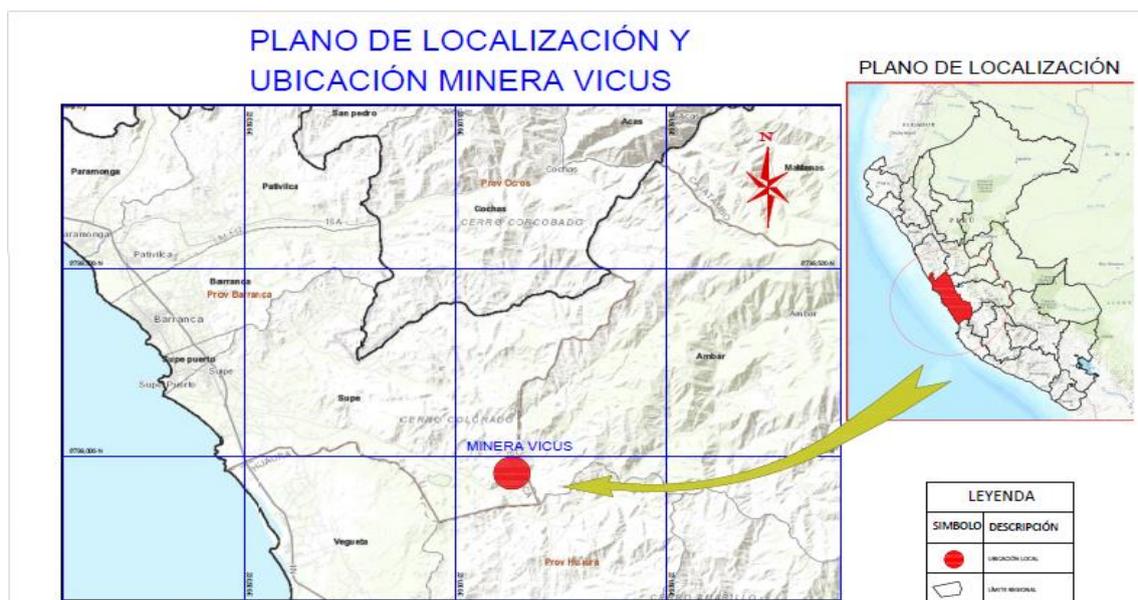


Figura 1. Plano de localización y ubicación de la Empresa Minera Vicus S.A.C. Tomado de Reservas y recursos minerales: Empresa minera Vicus S. A. C, 2022 (6)

2.2.2 Accesibilidad

En la tabla siguiente se muestra el itinerario del acceso vía terrestre.

Tabla 2. Ubicación geográfica de la minera Vicus S. A. C.

Lugar	Distancia (km.)	Tiempo	Tipo de carretera
Lima- Supe	160	2 h 30 min.	Asfaltada
Supe - Caral	35	30 min.	Afirmada
Caral - Vicus	3	10 min.	Afirmada
	198	3 h 10 min.	

Tomada de Informe del estudio de las reservas y recursos minerales - Barranca: Empresa minera Vicus S.A.C, 2022 (6)

2.3 Bases teóricas

2.3.1 Plan de minado de la minera Vicus

- Reservas de mineral

A continuación, se muestra la tabla de resumen de servas de mineral del año 2023 (7).

Tabla 3. Resumen de reservas del año 2023 – Minera Vicus S.A.C

VETA	MINERAL PROBADO			MINERAL PROBABLE			TOTAL RESERVAS		
	TONELAJE	POT VETA	LEY DIL	TONELAJE	POT VETA	LEY DIL	TONELAJE	POT VETA	LEY DIL
VALERIA	6.405,21	0,09	16,98	2329,08	0,08	14,03	8734,28	0,08	15,51
VALERIA SPLIT W	1823,28	0,07	20,97	208,35	0,06	18,80	2031,63	0,07	19,89
SONIA	567,43	0,07	14,24	222,10	0,06	11,70	789,53	0,06	12,97
PRINCIPAL	737,26	0,15	18,85	0,00	0,00	0,00	737,26	0,08	9,43
ESCONDIDA	964,86	0,09	14,12	493,94	0,08	12,70	1458,80	0,09	13,41
DANIELA	444,72	0,12	8,32	0,00	0,00	0,00	444,72	0,06	4,16
TOTAL	10942,75	0,10	17,03	3253,46	0,07	13,98	14196,22	0,07	15,11

Tomada de Resumen de reservas año 2022 - Empresa minera Vicus S.A.C. (7)

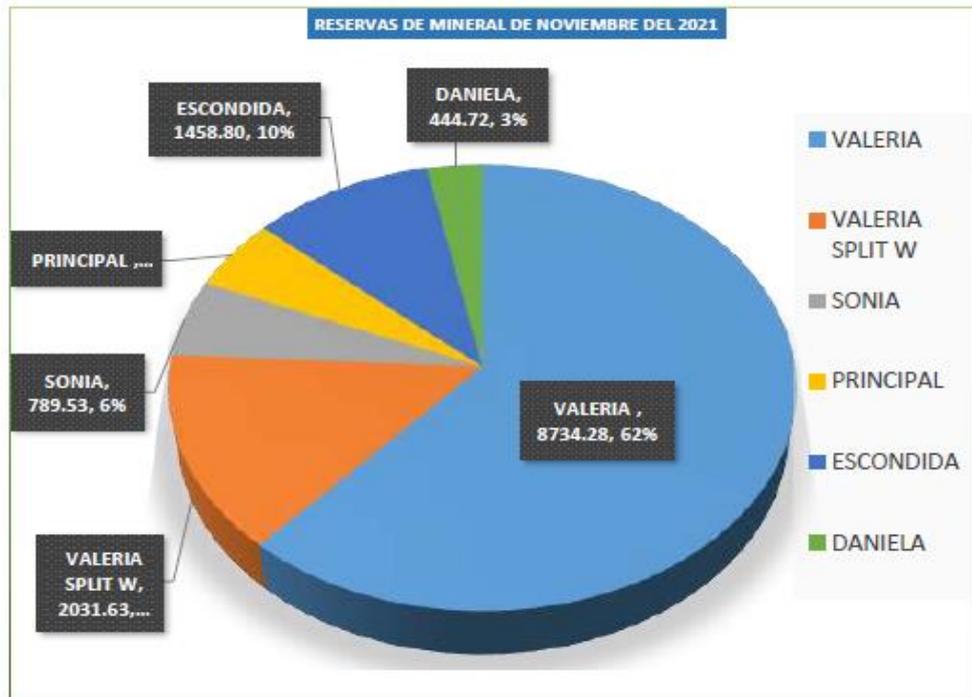


Figura 2. Perforación convencional - cut and fill
Tomada de Resumen de reservas año 2022 - Empresa minera Vicus S.A.C. (7)

2.4 Descripción del método de minado por corte y relleno

El mineral se extrae mediante franjas horizontales o verticales comenzando en la parte inferior de un tajeo y avanzando hacia arriba (8).

En el momento en que se realiza la extracción toda la franja completa, el volumen a rellenar correspondiente con el material estéril (relleno), que sirve como piso de trabajo para los trabajadores y al mismo tiempo permite soportar los divisores de las cajas y, en algunos casos, el techo (8).

En este método existe la posibilidad de aplicación muy amplias, se sugiere particularmente en aquellos yacimientos donde las cajas no son confiables y la caracterización geomecánica de rocas no es buena (8). La altura máxima de trabajo entre dos tajadas es de (2.5 – 3 m) es factible de controlar las cajas con el empernado de pernos de anclaje o acuñando cualquier indicio de derrumbe (8).

En la siguiente tabla se muestra los parámetros de aplicación del método de minado por *cut and fill* ascendente (8).

Este método tiene perspectivas de aplicación muy amplias, se sugiere particularmente en aquellos yacimientos donde las cajas no son confiables y la caracterización geomecánica de la roca no es buena". (9). En este método más eficaz para trabajar con la mayor altura. comparable a la altura de dos cortes (2,5 - 3 m) es factible de controlar disparando o acuñar cualquier indicio de derrumbe (8).

2.4.1 Parámetros

- Buzamiento de la veta pronunciado (8).
- Potencia media considerable (8).
- Tipo de Roca en cajas y mineral media a mala (8).
- Recuperación de mineral alto (8).

2.5 El ciclo de explotación de la Minera Vicus S.A.C.

A. Trabajos de perforación

La perforación se realiza de la siguiente forma:

- Perforación vertical, ideal aplicabilidad para rocas duras y con barrenos de 4 y 6', el realce es en menor tiempo en el área de trabajo (8)
- Perforación inclinada viene hacer rentable, ya que es más eficiente (8)

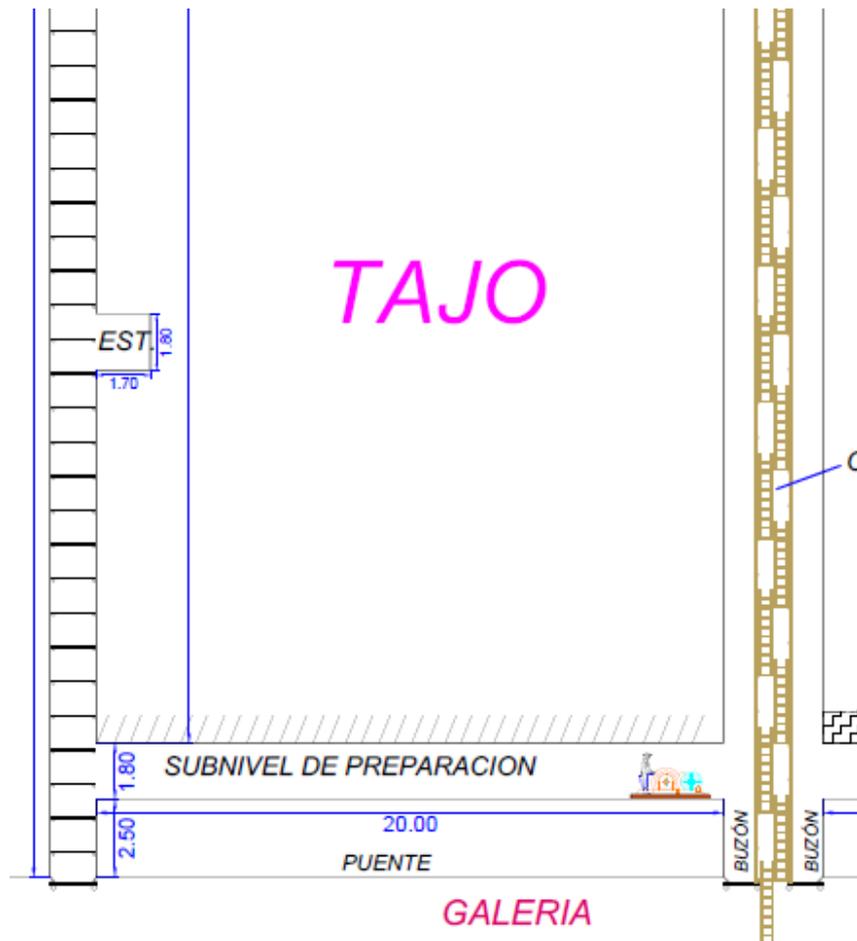


Figura 3. Perforación convencional - cut and fill
 Tomada del método de minado - ciclo de minado de la minera Vicus S. A. C.

B. Trabajos de limpieza minerales

Las actividades de limpieza se desarrollan de la siguiente manera:

- **Con pala de mano:** el cual es carga y lanzada directamente al chut de mineral (8)
- **“Con Winche:** viene hacer un equipo compuesto por cables metálico, polea y rastillo el cual jala el mineral al chut (8)
- **“Con LHD:** viene hace la limpieza del material con equipo mecanizado LHD que llevan el mineral a los Ore Pass” (8)

C. Trabajos de carguío y acarreo

Una vez depositado el mineral en el chut esto en la parte inferior llevan las tolvas que facilitan el carguío respectivamente en los equipos siguientes (8)

- Equipo con carro minero sobre rieles (8)
- Equipo Scooptram (8)

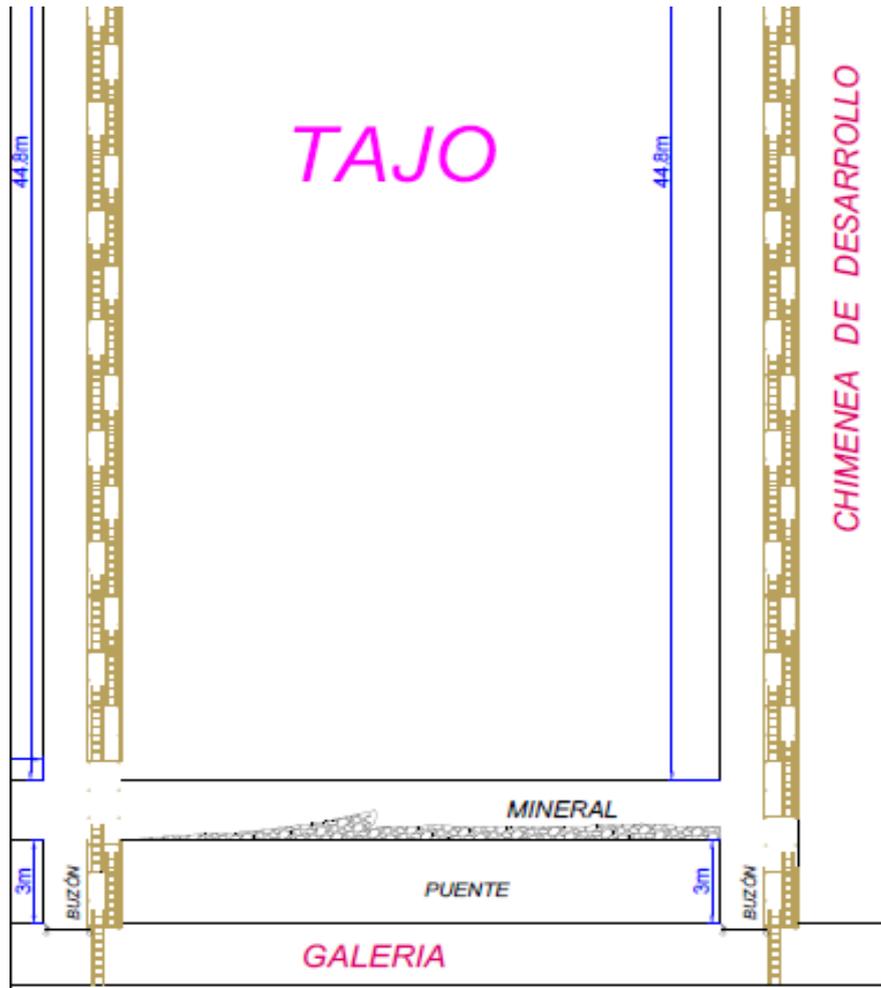


Figura 4. Limpieza de minerales con cabrestante
 Tomada del método de minado - ciclo de minado de la minera Vicus S. A. C.

D. Trabajos de relleno

Se realizar de dos maneras como son:

- **El relleno hidráulico:** mayormente se utiliza el material detrito mezclado con el relave y el concreto armado (8).
- **El relleno detrítico:** viene hacer material sin valore procede de interior como también transportado de fuera de las labores mineras (8).

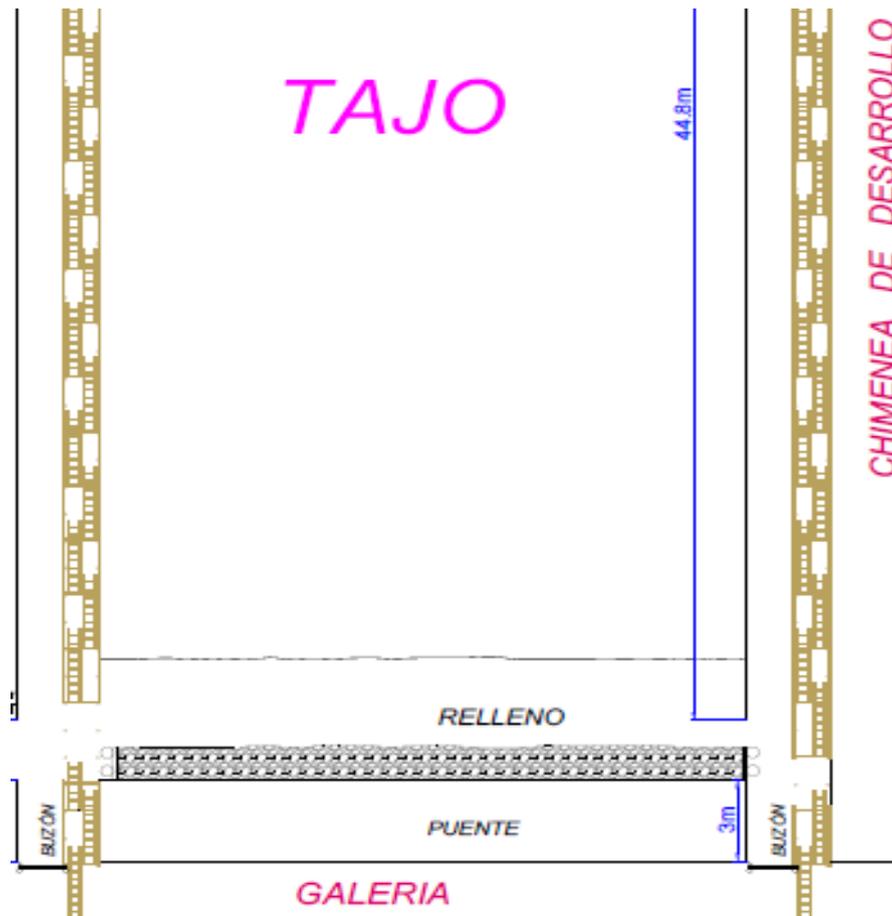


Figura 5. Preparación de los tajeos y enmaderado de los chutes a rellenar – cut and fill Tomada del método de minado - ciclo de minado de la minera Vicus S. A. C.

E. Trabajos de drenaje de agua

Es fundamental el estudio en la minería subterránea porque tiene como objetivo resolver problemas de la presencia de agua en los macizos rocosos, conocer en los distintos contextos en los que debe analizar del agua en minería, conocer la sistematización la que se aborda de un problema de drenaje de una explotación minera (10).

El drenaje de agua en los distintos niveles desemboca en una poza en cada pie de inclinado de cada nivel, la extracción se hace mediante bombeo del nivel -230 hacia el nivel 0, con una bomba de 5 HP y una red de tubería de 1 pulgada (10).

F. Trabajos de sostenimiento en las labores

En el método de minado corte y relleno, mayormente el costo de sostenimiento con madera es muy elevado, pero a su vez juega un papel importante ya que

resguarda la seguridad del trabajador en la prevención de accidentes, por otro lado, este tipo de sostenimiento es acorde al tipo de roca presente en la empresa minera (10).

En rocas de regular a mala, en las labores de frentes de avance en los trabajos de preparación y desarrollo se emplea también el sostenimiento con malla y pernos de anclaje Split set acorde al tipo de roca y labor minera (10).

2.6 Plan de explotación por el método de circado

Dentro del plan de minado para el año 2022, se ha estimado un programa de 7207.72 t de mineral de tajos que se irán preparando en el transcurso de las labores de desarrollo y preparación. estimando así un promedio de producción mensual de 1040.44 t de mineral y en total del año 2022 se prevé producir 12485.29 t de mineral con un *cutt off* de 13.00 g /t Au. Para obtener un contenido fino de 137.34 kg de Au. Para esto estamos considerando los mejores estándares existentes en la actualidad, tomando en cuenta todos los parámetros y controles geológicos, geotécnicos y geomecánicos (10).

2.6.1. Perforación en el método de circado en veta y caja en frente de avance

Para la perforación, se realiza en circado en veta de acuerdo al buzamiento de la veta, este proceso será con una malla de perforación en zigzag (corte angular) empleando un burden y espaciamiento de acuerdo al tipo de terreno y dejando los taladros acumulados en la parte estéril (caja) , para todo este procedimiento se utilizará máquinas perforadoras stoper marca PHQ, accionadas con aire comprimido, durante la perforación se emplearán barras cónicas de 6 pies con broca de 38mm para todos los taladros tanto en veta como en caja, toda la perforación del tajo es una sola operación (10).

El tiempo de promedio de perforación por taladro es de 4.5 min, haciendo un total de 100 taladros de los cuales 3 son de alivio. El tiempo total de perforación empleado en toda la Malla será de 7 horas incluyendo el tiempo de instalación y desinstalación del equipo perforadora (10).

2.6.2. Voladura con el método de circado en frente de avance

A. Voladura circado en frente de avance

El explosivo utilizado es el Semexsa 65 % encartuchada, ya que este explosivo nos ayuda a controlar cajas y corona de la labor, el consumo en función a la cantidad de explosivo el cual se detalla en la tabla de estandarización para cada labor, los accesorios de voladura utilizada es el Carmex y la mecha rápida (10).

2.6.3. Cálculo de la dilución

El método de minado por corte y relleno, en sus variantes, se utiliza principalmente para minar vetas de oro debido a su selectividad, con una recuperación promedio del 90 al 95 % y una dilución promedio del 15 al 20 % (11)

El método de circado mejora la recuperación y la dilución, lo que se puede calcular utilizando las expresiones siguientes:

A. Cálculo de la dilución según Jang (2020), en función a los parámetros siguientes

La siguiente expresión planteada es para el cálculo de la dilución de mineral

$$Dilución = \frac{n(n-1)x^2}{\left(\frac{(w)1}{2}\right) * \text{sen } a}$$

Donde:

- k: constante (11)
- w: potencia de veta (11)
- α : buzamiento veta (11)

B. Cálculo de la dilución según Louwerse (2020), en función a los parámetros siguientes

Las siguientes expresiones planteadas son para el cálculo de la dilución de mineral (12)

- Primera expresión de cálculo de la dilución del mineral.

$$Dilución = D(\%) \frac{\text{Estéril(toneladas)}}{\text{Mineral (toneladas)}} \quad (12)$$

- Segunda expresión de cálculo de la dilución del mineral.

$$\mathbf{Dilución} = D(\%) \frac{\text{Estéril(toneladas)}}{\text{Mineral (toneladas)+Estéril (tonelada)}} \quad (12)$$

- Tercera expresión de cálculo de la dilución del mineral.

$$\% \mathbf{Dilución} = \frac{(\text{ALTURA Labor-POTENCIA veta}) * \text{densidad del mineral}}{P\text{veta} * \text{densidad del desmonte} + (\text{ALTURA Labor-POTENCIA veta}) * \text{densidad del mineral}} \quad (12)$$

CAPÍTULO III

MÉTODO DE DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Método y alcances de la investigación

3.1.1 Método general o teórico de la investigación

A. Método general

Método deductivo: al desarrollar la aplicación del método de circado en las labores de desarrollo, ayudara a reducir la dilución de mineral en la unidad minera Vicus.

B. Método específico

Es el método experimental deductivo, porque al aplicar el método de circado en las labores de desarrollo se podrá reducir la dilución de mineral en la unidad minera Vicus.

3.1.2 Alcance de la investigación

A. Tipo de investigación

Es aplicativa, porque el objetivo de la investigación es aplicar el método de circado en las labores de desarrollo para reducir la dilución de mineral en la unidad minera Vicus.

B. Nivel de investigación

Es explicativo, porque para aplicar el método de circado en las labores de desarrollo, se podrá reducir la dilución de mineral en la unidad minera Vicus, el cual llevará a analizar y estudiar la caracterización del macizo rocoso para poder

aplicar el método de circado en las labores de preparación.

3.2 Diseño de la investigación

Es experimental

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

Todas las labores de desarrollo de la unidad minera Vicus.

3.3.2 Muestra

Las labores de desarrollo del Nivel 180, tajeo 5376-S, de la veta Daniela de la unidad minera Vicus.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas utilizadas en la recolección de datos

Observación: se realizará la recolección de datos en campo, mediante la técnica observacional y procesamiento de datos actuales de la perforación y voladura, representado en las labores de desarrollo del Nivel 180, tajeo 5376-S, veta Daniela, unidad minera Vicus.

Para la investigación se utilizará como instrumento de campo. Cuaderno de notas, planos, vernier, flexómetro, y herramientas de gestión de la unidad minera Vicus.

Recopilación: recolección de datos de la perforación, factores y parámetros, control de uso y consumo, utilizando programa Excel y hacer uso de tesis, libros y laptop para el procesamiento de los datos.

3.4.2 Instrumentos utilizados en la recolección de datos

- Informes
- Publicaciones
- Tesis
- Planos

- Fichas
- Libros
- Internet
- PC.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Aplicación del método de circado en las labores de desarrollo, para reducir la dilución de mineral en la unidad minera Vicus S.A.C.

La extracción de mineral se realiza delimitando cada tajeo del block mineralizado por medio de una galería superior, inferior como parte del trabajo de desarrollo y en los trabajos de preparación como son las chimeneas y subniveles. El método de minado utilizado es el corte y relleno ascendente, como se muestra en la siguiente figura.

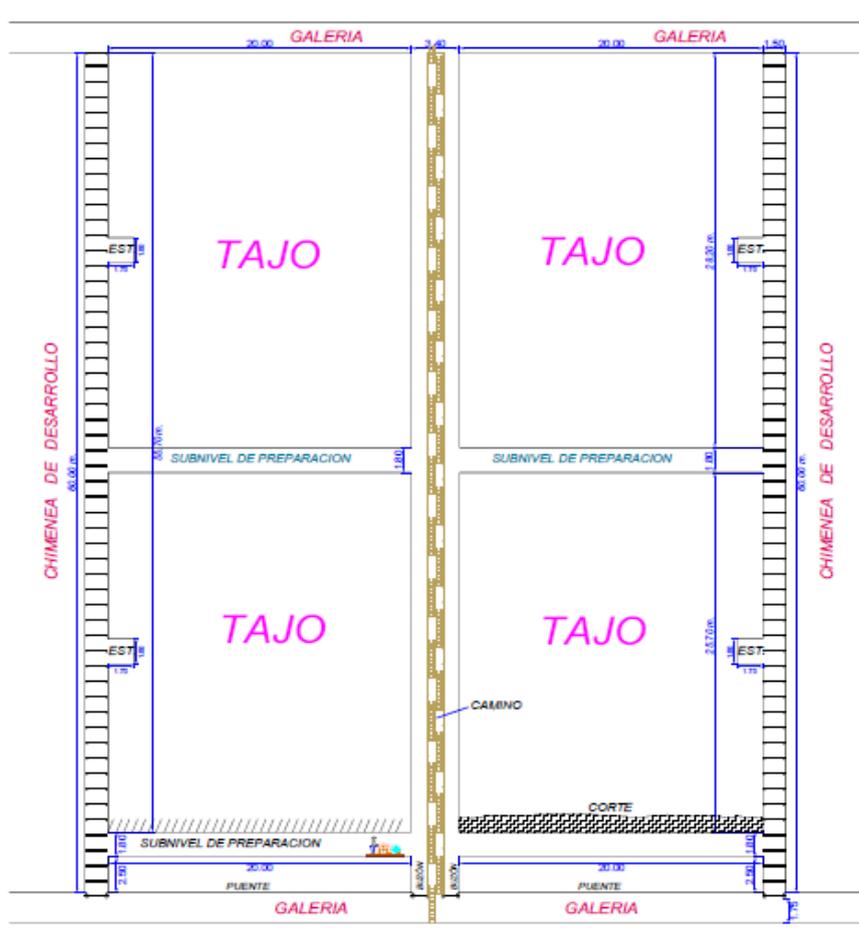


Figura 6. Estándar del método de minado cut and fill en la empresa minera Vicus S.A.C. Tomada del Área de Planeamiento unidad minera Vicus S.A.C., 2023 (13)

En la delimitación del block mineralizado los trabajos de desarrollo vienen hacer la realización de la galería superior del nivel 120 y la galería inferior del nivel 180, para delimitar el tajeo 5376 - S, de la veta Daniela de la unidad minera Vicus.

En la siguiente figura se muestra el block mineralizado del tajeo 5141 - S, empresa minera Vicus S. A. C.

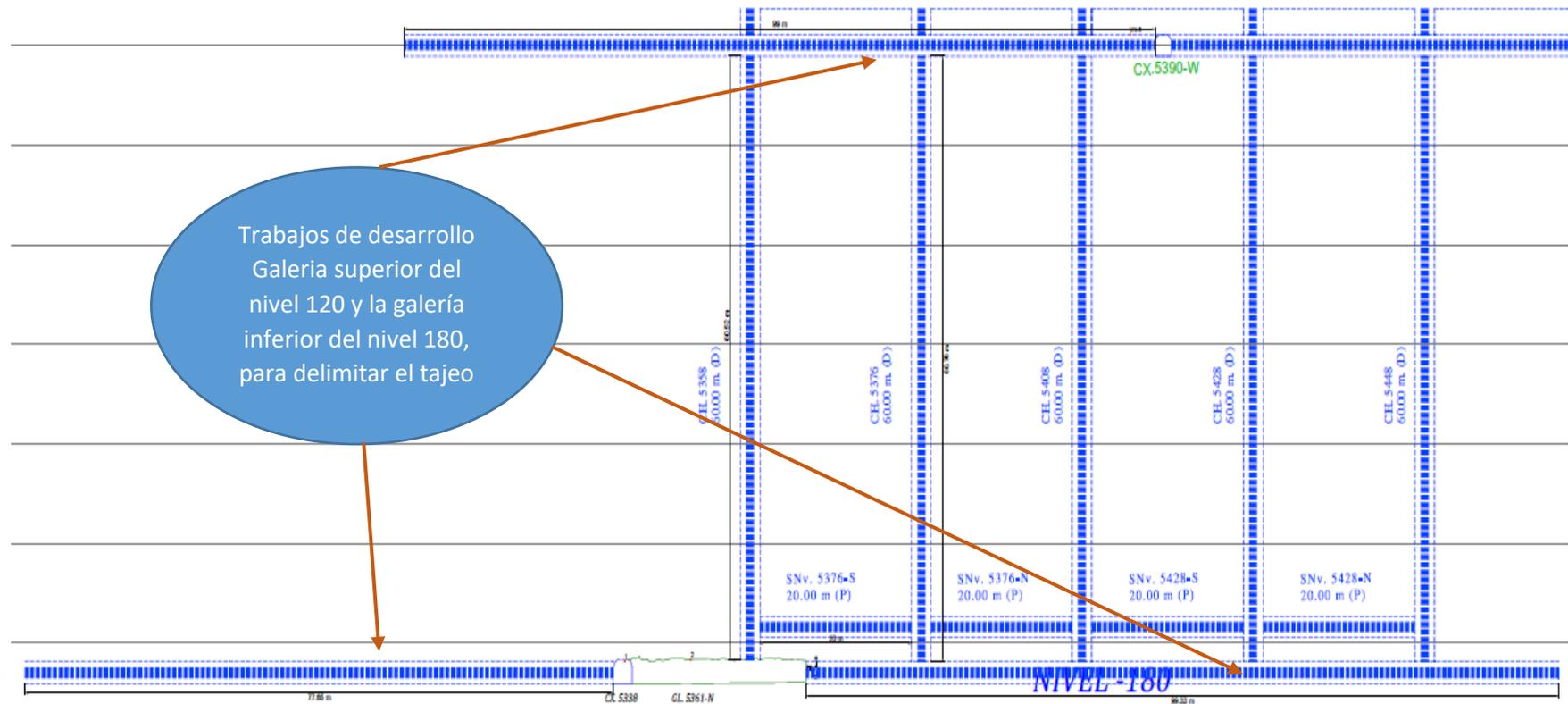


Figura 7. Tajeo del block mineralizado del tajeo 5376-S, empresa minera Vicus S. A. C. Tomada del Área de Planeamiento unidad minera Vicus S.A.C., 2022 (13)

Interpretación

En la figura se puede apreciar lo siguiente:

- La galería superior del nivel 120 cuenta con una longitud de 99 metros
- La galería inferior del nivel 180 cuenta con una longitud de 176.98 metros

El total del avance lineal de las galerías es de 275.98 metros, los que son programados y ejecutados según los niveles de trabajo las galerías tiene una sección de 2.1 metros por 2.2 metros respectivamente.

En la siguiente tabla se muestra el plan de programado y ejecutado de la etapa de desarrollo tajeo 5141 - S, empresa minera Vicus S. A. C.

Tabla 4. Plan de programado y ejecutado de la etapa de desarrollo tajeo 5376-S, empresa mnera Vicus S. A. C.

Nivel 180, tajeo 5376-S, de la veta Daniela						2023													
ETAPA 1	LABORES	SECCIÓN	UNIDAD	Metros de labores	Avance/Disparo	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO	
						31	62	28	56	31	54	30	60	31	58	30	60	31	60
Desarrollo	Galería Principal S - Nv 120	4.5 x 4.0	m	99	1.5	45	62	41	56	13	17								
	Galería Principal N - Nv 180	4.5 x 4.0	m	78	1.5					27	37	44	60	7	10				
	Galería Principal S - Nv 180	4.5 x 4.0	m	99	1.5									35	48	44	60	20	60

Interpretación

De la tabla se muestra los siguiente:

Para los trabajos de desarrollo del tajeo 5376-S, de la veta Daniela se realizará 3 que viene hacer la galería Principal S - Nv 120 con una longitud de 99 metros, la galería Principal N - Nv 180 con una longitud de 78 metros y la galería Principal S - Nv 180 con una longitud de 99 metros, los trabajos se plantearon en una programación de 7 meses de trabajo de enero a julio del año 2023, con una fuerza laboral de un solo grupo de trabajo que viene hacer un ayudante y un maestro perforista.

Los trabajos de desarrollo de las galerías se realizar sobre veta mineraliza aplicación del método de circado se procedió ordenar los trabajos de la siguiente manera:

- El circado en veta se realiza en la guardia día, el ciclo de trabajo viene hacer la perforación, voladura y limpieza.
- El desquinche de cajas se realiza en la guardia noche, el ciclo de trabajo viene hacer la perforación, voladura y relleno.

4.2 Desarrollar el estudio de la clasificación geomecánica del macizo rocoso, para la aplicación del método de circado en las labores de desarrollo en la unidad minera Vicus S.A.C.

La veta Daniela tiene una longitud de avance 60 metros, según el mapeo geomecánico se en promedio se tiene un buzamiento de 45° SW, presenta relleno de cuarzo blanco, calcopirita, marmatita y galena principalmente.

4.2.1 Clasificación geomecánica de la galería Principal Sur del nivel 120

En la clasificación geomecánica de la galería Principal Norte del nivel 120, cuenta con un tipo de roca IIIA y con rango del RMR de 51 a 60 de la calidad regular A. con una longitud de 99.33 metros de avance lineal.

En la siguiente figura se muestra la clasificación geomecánica de la galería Principal Sur del nivel 120, empresa minera Vicus S. A. C.

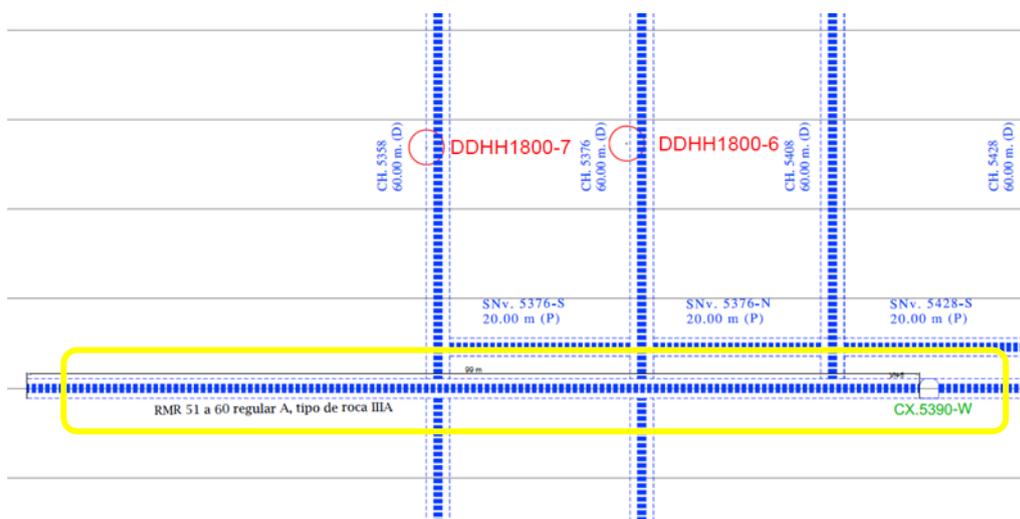


Figura 8: Clasificación geomecánica de la galería Principal Sur del nivel 120, empresa minera Vicus S. A .C.
Tomada del Área de Paneamiento unidad minera Vicus S.A.C., 2022 (13)

4.2.2 Clasificación geomecánica de la galería Principal Norte y Sur del nivel 180

- **Clasificación geomecánica de la galería Principal Norte del nivel 180**

En la clasificación geomecánica de la galería Principal Norte del nivel 180 cuenta con un tipo de roca IIIB y con rango del RMR de 41 a 50 de la calidad regular B. con una longitud de 77.65 metros de avance lineal.

En la siguiente figura se muestra la clasificación geomecánica de la galería Principal norte del nivel 180, empresa minera Vicus S. A. C.

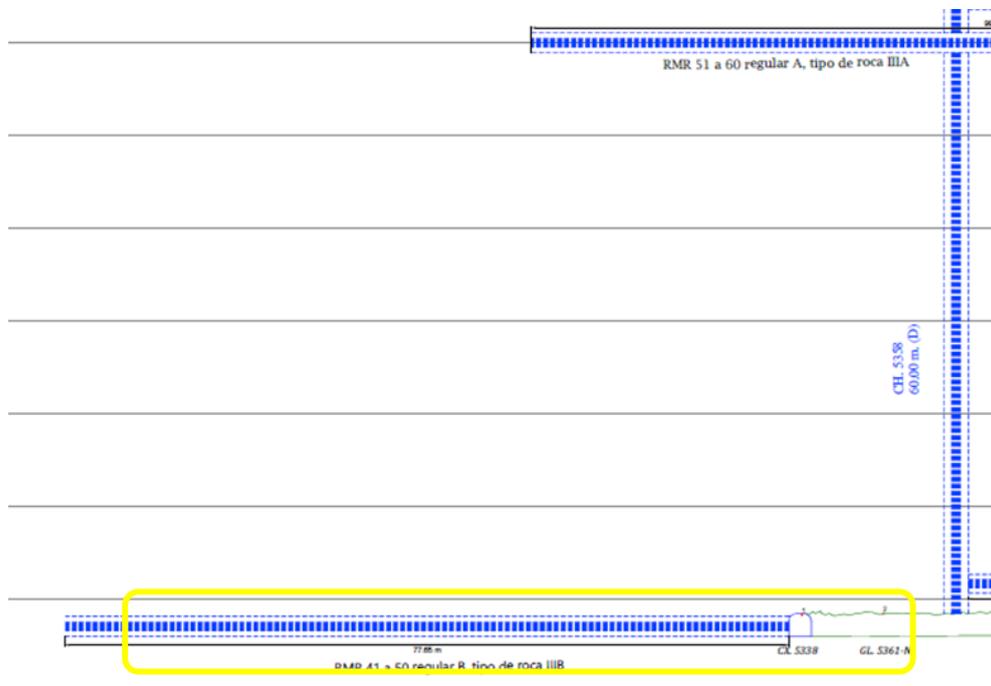


Figura 9. Clasificación geomecánica de la galería Principal Norte del nivel 180, empresa minera Vicus S.A.C.
Tomada del Área de Planeamiento unidad minera Vicus S.A.C., 2022 (13)

- **Clasificación geomecánica de la galería Principal Sur del nivel 180**

En la clasificación geomecánica de la galería Principal Norte del nivel 180, cuenta con un tipo de roca IIIB y con rango del RMR de 41 a 50 de la calidad regular B. con una longitud de 99.33 metros de avance lineal.

En la siguiente figura se muestra la clasificación geomecánica de la galería Principal Sur del nivel 180, empresa minera Vicus S. A. C.

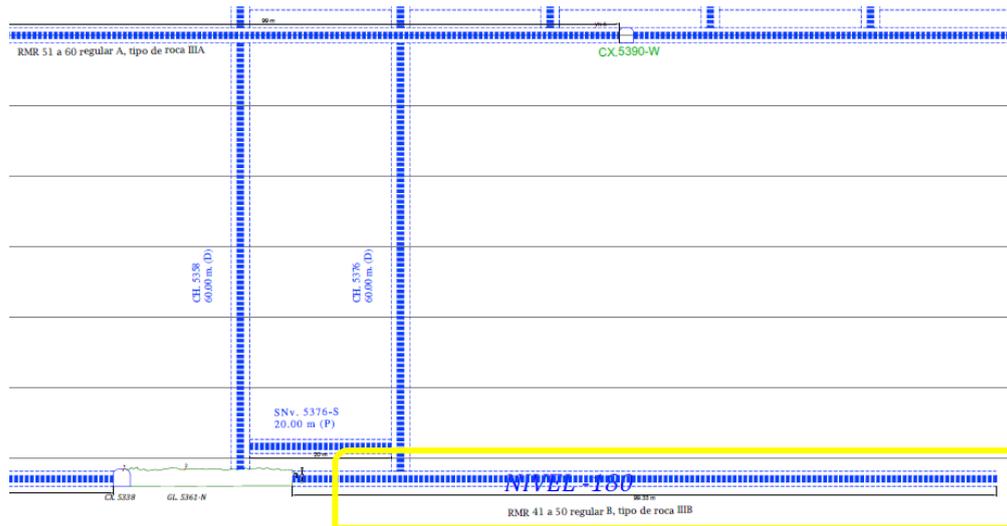


Figura 10. Clasificación geomecánica de la galería Principal Sur del nivel 180, empresa minera Vicus S. A. C.
Tomada del Área de Planeamiento Unidad minera Vicus S.A.C., 2022 (13)

4.3 Diseño de malla de perforación y voladura con circado en las labores de desarrollo, para reducir la dilución de mineral en la unidad minera Vicus S. A. C.

Tras la evaluación de la caracterización geomecánica tenemos dos tipos de rocas, en función a las 3 galerías a desarrollar y son:

- La clasificación geomecánica de la galería Principal Norte del nivel 120, cuenta con un tipo de roca IIIA y con rango del RMR de 51 a 60 de la calidad regular A.
- La clasificación geomecánica de las galerías principales norte y sur del nivel 180, cuenta con un tipo de roca IIIB y con rango del RMR de 41 a 50 de la calidad regular B.

Según este análisis se ha realizado dos diseños de malla de perforación y voladura en función al método de circado en ambos tipos de rocas a fin de controlar la dilución de mineral.

4.3.1 Diseño de malla de perforación y voladura para la galería Principal Sur del nivel 120

Los trabajos de exploración son mediante el desarrollo de las galerías con una sección de 2.10m x 2.20m, los trabajos de perforación se realizan con equipo Jack Leg, y para la voladura se utilizará el explosivo Semexsa de 65 % en el

circado de veta y en la voladura de desquinche de roca caja. Los trabajos de la perforación y voladura se realizar en dos guardias, en la primera guardia día se realiza el disparo en la veta y en la segunda guardia noche se realiza en cajas o descaje.

Para la ventilación de la galería se realizará mediante ventiladores el cual será insuflado desde el nivel 120, con mangas de lona de 24”.

Los trabajos de la limpieza tanto como de mineral y desmonte se realizan mediante palas mecánicas y carros mineros sobre rieles.

A. Galería Principal Sur del nivel 120 disparo de circado en veta.

- **Perforación con el método de circado en veta galería Principal Sur del nivel 120.**

La perforación se realiza con barreno de 6 pies y broca de 38 mm y equipo Jackleg, el diseño de malla propuesto tiene un trazo en zigzag, el tipo de arranque es en paralelo

La perforación se realiza en se realiza en la veta mineraliza a fin de no diluir el mineral, una vez realizado el disparo en veta se procede a cumplir con el ciclo de minado, ventilar, regar, desatar y limpieza con pala neumática, en base a los PETS, de trabajo.

- **Voladura con el método de circado en veta galería Principal Sur del nivel 120.**

Una vez realizada la perforación se lleva a cargar los taladros con explosivo Semexsa de 65 % y accesorios Carmex y mecha rápida según diseño de la malla de perforación y voladura. La voladura controlada es en toda la extensión de la veta a fin de no diluir el mineral, para poder romper

En la siguiente figura, se muestra el diseño de malla de perforación y voladura para la galería Principal Sur del nivel 120, empresa minera Vicus S.A.C.

Tabla 5. Parámetros generales de perforación y voladura en veta de la galería Principal Sur del nivel 120, empresa minera Vicus S. A. C.

Voladura en veta

Datos Generales		Datos Generales	
Sección programado (m)	2.2 x 2.1	Mecha rápida (m)	4
Sección ejecutado (m)	0.33 x 2.5	carmex 2.1 m (unid.)	21
Tipo de roca:	IIIA	Semexsa 7/8" x 1" 65%: (Cart)	189
Densidad de roca (gr/cm ³)	2.7	Kg. de Explosivo	15.12
Long. Perf. (pies)	6		
Avance efectivo - 90%(m)	1.5		
Nº de taladros	24		
Nº de taladros de alivio	3		
Nº de taladros de cargados	21		
Diámetro de perforación (mm)	38		
Volumen roto (m ³)	1.21		
Tonelaje roto (ton)	3.26		
Factor de potencia (kg/t)	4.64		

Tomada del Área de Planeamiento unidad minera Vicus S.A.C., 2022 (13)

Interpretación:

Se tiene una roca regular III A, el avance efectivo es de 1.5 metros de avance lineal, el número de taladros cargados es de 21 y los taladros de alivio es de 3, el diámetro de perforación es de 38 mm, el tonelaje roto es de 3.26 toneladas, el total en kilogramos de explosivo de Semexsa 65% es de 15.12. el factor de potencia es de 4.64 kilogramos por tonelada.

B. Galería Principal Sur del nivel 120 disparo de descaje

- **Perforación en caja del nivel 120 disparo de descaje**

Una extraído la veta mineralizada de la labor se genera la cara libre del frente de avance el cual nos sirve para poder realizar la perforación de las cajas en material estéril a fin de conseguir las dimensiones de la sección de la Galería con la dirección correspondiente.

- **Voladura en caja del nivel 120 disparo de descaje**

Una vez perforado los taladros en las cajas se procedió a realizar el carguío a fin de realizar el disparo y volar por desquinche toda la sección.

En la siguiente tabla, se muestra los parámetros generales de perforación y voladura en descaje de la galería Principal Sur del nivel 120, empresa minera Vicus S. A. C.

Tabla 6. Parámetros generales de perforación y voladura en descaje de la galería Principal Sur del nivel 120, empresa minera Vicus S. A. C.

Voladura en descaje	
Datos Generales	
Sección programado (m)	2.2 x 2.1
Sección ejecutado (m)	2.22 x 2.13
Tipo de roca:	IIIA
Densidad de roca (gr/cm ³)	2.7
Long. Perf. (pies)	6
Avance efectivo - 90%(m)	1.5
Nº de taladros	17
Nº de taladros de alivio	
Nº de taladros de cargados	17
Diámetro de perforación (mm)	38
Volumen roto (m ³)	5.99
Tonelaje roto (ton)	16.18
Factor de potencia (kg/t)	0.76

Datos Generales	
Mecha rápida (m)	5
carrex 2.1 m (unid.)	17
Semexsa 7/8" x 1" 65%: (Cart)	153
Kg. de Explosivo	12.24

Tomada del Área de Planeamiento unidad minera Vicus S.A.C., 2022 (13)

Interpretación

Se tiene una roca regular III A, el avance efectivo es de 1.5 metros de avance lineal, el número de taladros cargados es de 17, el diámetro de perforación es de 38 mm, el tonelaje roto es de 16.18 toneladas, el total en kilogramos de explosivo de Semexsa 65 % es de 12.24. el factor de potencia es de 0.76 kilogramos por tonelada.

4.3.2 Diseño de malla de perforación y voladura para la galería Principal Norte y Sur del nivel 180

A. Galería Principal Norte y Sur del nivel 180 perforación y voladura en circado en veta.

- **Perforación con el método de circado en veta galería Principal Norte y Sur del nivel 180**

La perforación se realiza con barrenos de 6 pies y broca de 38 mm y equipo Jackleg, el diseño de malla propuesto tiene un trazo en zigzag, el tipo de arranque es en paralelo

La perforación se realiza en la veta mineralizada a fin de no diluir el mineral, una vez realizado el disparo en veta se procede a cumplir con el ciclo de minado, ventilar, regar, desatar y limpieza con pala neumática en base a los PETS de trabajo.

- **Voladura con el método de circado en veta galería Principal Norte y Sur del nivel 180**

Una vez realizada la perforación se lleva a cargar los taladros con explosivo Semexsa de 65 % y accesorios Carmex y mecha rápida según diseño de la malla de perforación y voladura. La voladura controlada es en toda la extensión de la veta a fin de no diluir el mineral, para poder romper

En la siguiente figura se muestra el diseño de malla de perforación y voladura de la galería Principal Norte y Sur del nivel 180, empresa minera Vicus S. A. C.

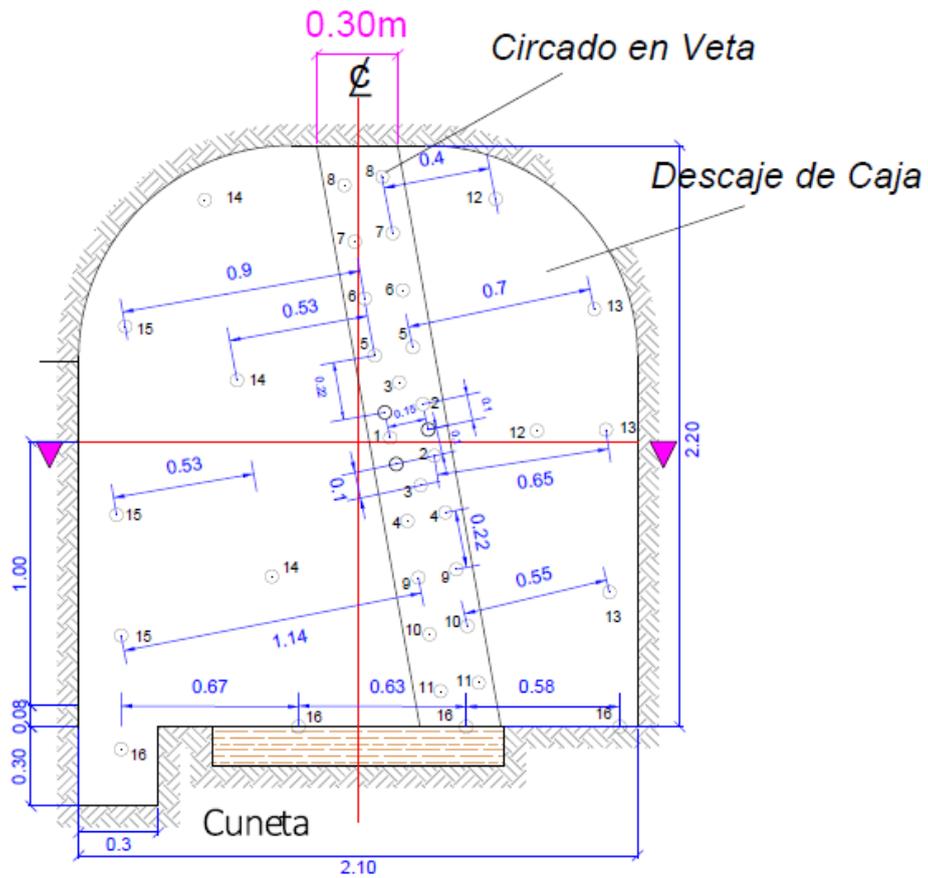


Figura 12. Diseño de malla de perforación y voladura de la galería Principal Norte y Sur del nivel 180, empresa minera Vicus S. A. C. Tomada del Área de Planeamiento unidad minera Vicus S.A.C., 2022 (13)

El disparo se realizará en veta mineralizada, una vez limpio el frente se procederá a cargar los taladros de las cajas para luego ser disparados y la carga quede como relleno

En la siguiente tabla se muestra los parámetros generales de perforación y voladura en veta de la galería Principal Norte y Sur del nivel 180, empresa minera Vicus S. A. C.

Tabla 7. Parámetros generales de perforación y voladura en veta de la galería Principal Norte y Sur del nivel 180, empresa minera Vicus S. A. C.

Voladura en veta	
Datos Generales	
Sección programado (m)	0.30 x 2.25
Sección ejecutado (m)	0.35 x 2.27
Tipo de roca:	IIIB
Densidad de roca (gr/cm ³)	2.7
Long. Perf. (pies)	6
Avance efectivo - 90%(m)	1.5
Nº de taladros	24
Nº de taladros de alivio	3
Nº de taladros de cargados	21
Diámetro de perforación (mm)	38
Volumen roto (m ³)	1.16
Tonelaje roto (ton)	3.14
Factor de potencia (kg/t)	4.82

Datos Generales	
Mecha rápida (m)	4
carmex 2.1 m (unid.)	21
Semexsa 7/8" x 1" 65%: (Cart)	189
Kg. de Explosivo	15.12

Tomada del Área de Planeamiento unidad minera Vicus S.A.C., 2022 (13)

Interpretación

Se tiene una roca regular III B, el avance efectivo es de 1.5 metros de avance lineal, el número de taladros cargados es de 21 y los taladros de alivio es de 3, el diámetro de perforación es de 38 mm, el tonelaje roto es de 3.14 toneladas, el total en kilogramos de explosivo de Semexsa 65 % es de 15.12. el factor de potencia es de 4.82 kilogramos por tonelada.

B. Galería Principal Norte y Sur del nivel 180 perforación y voladura en descaje

- **Perforación en descaje de la galería Principal Norte y Sur del nivel 180 perforación y voladura en descaje**

Una extraído la veta mineralizada de la labor se genera la cara libre del frente de avance el cual nos sirve para poder realizar la perforación de las cajas en material estéril a fin de conseguir las dimensiones de la sección de la Galería con la dirección correspondiente.

- **Voladura en descaje de la galería Principal Norte y Sur del nivel 180 perforación y voladura en descaje**

Una vez perforado los taladros en las cajas se procedió a realizar el carguío a fin de realizar el disparo y volar por desquinche toda la sección.

Tabla 8. Parámetros generales de perforación y voladura en descaje de la galería Principal Norte y Sur del nivel 180, empresa minera Vicus S. A. C.

Voladura en descaje	
Datos Generales	
Sección programado (m)	2.2 x 2.1
Sección ejecutado (m)	2.23 x 2.14
Tipo de roca:	IIIB
Densidad de roca (gr/cm ³)	2.7
Long. Perf. (pies)	6
Avance efectivo - 90%(m)	1.5
Nº de taladros	14
Nº de taladros de alivio	
Nº de taladros de cargados	14
Diametro de perforacion (mm)	38
Volumen roto (m ³)	6.04
Tonelaje roto (ton)	16.30
Factor de potencia (kg/t)	0.62

Datos Generales	
Mecha rapida (m)	6
carmex 2.1 m (unid.)	14
Semexsa 7/8" x /" 65%: (Cart)	126
Kg. de Explosivo	10.08

Tomada del Área de Planeamiento unidad minera Vicus S.A.C., 2022 (13)

Interpretación

Se tiene una roca regular III B, el avance efectivo es de 1.5 metros de avance lineal, el número de taladros cargados es de 14, el diámetro de perforación es de 38 mm, el tonelaje roto es de 16.30 toneladas, el total en kilogramos de explosivo de Semexsa 65 % es de 10.08. el factor de potencia es de 0.62 kilogramos por tonelada.

C. Mejora de la dilución en la rotura de mineral en la veta

El cálculo de la dilución por rotura de mineral en el tramo de toda la extensión de la galería principal se tomó en promedio a cada disparo realizado para cada labor desarrollada como son:

- La galería principal del tajeo 5376, Nv 120 - sur
- La galería principal del tajeo 5376, Nv 180 - norte
- La galería principal del tajeo 5376, Nv 180 – sur
-

En el anexo 4 se muestra el cálculo de la dilución en la rotura del mineral por el método de circado.

En la siguiente figura se muestra la dilución por rotura de mineral por cada extensión de galería principal desarrollada en promedio.

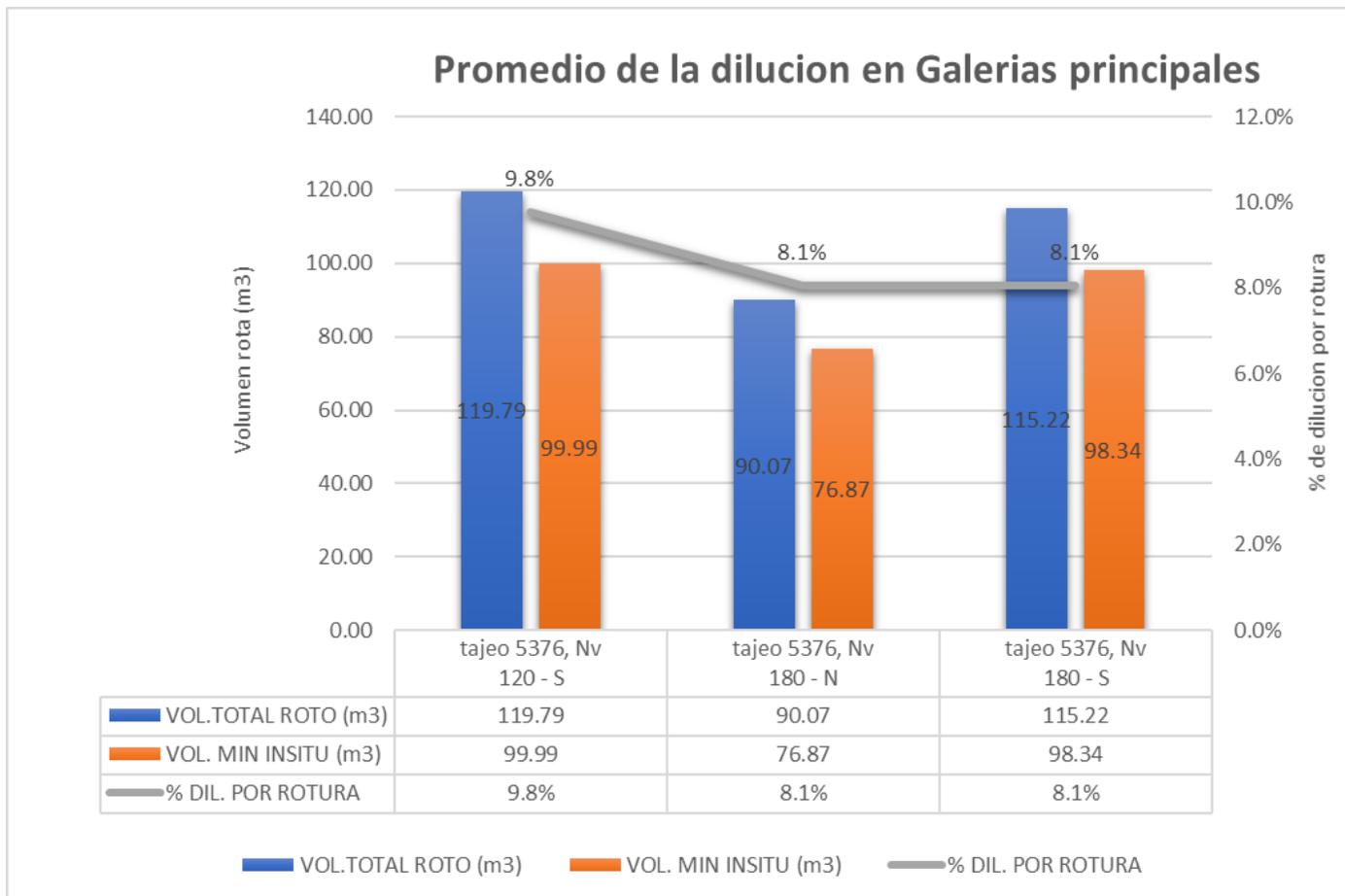


Figura 13 .Clasificación geomecánica de la galería Principal Norte y Sur del nivel 180, empresa minera Vicus S. A. C. Tomada del Área de Planeamiento unidad minera Vicus S.A.C., 2023 (13)

Interpretación

De la figura se aprecia lo siguiente:

- En la galería principal del tajeo 5376, Nv 120 – sur, el total de volumen roto por disparo en promedio es de 119.79 m³, el volumen *in situ* es de 99.99 m³ y la dilución por rotura es de 9.8 %.
- En la galería principal del tajeo 5376, Nv 180 – norte, el total de volumen roto por disparo en promedio es de 90.07 m³, el volumen *in situ* es de 76.87 m³ y la dilución por rotura es de 8.1%.
- En la galería principal del tajeo 5376, Nv 180 – sur, el total de volumen roto por disparo en promedio es de 115.22 m³, el volumen *in situ* es de 98.34 m³ y la dilución por rotura es de 8.1%.

D. Costo total por metro lineal de avance de la galería Principal

La evaluación de costos por metro lineal de avance de la galería Principal del nivel 120, se muestra en el anexo 5

La evaluación de costos por metro lineal de avance de la galería principal de Norte y Sur del nivel 180, se muestra en el anexo 6

Tabla 9. Evaluación del costo total de avance lineal de la galería principal de la etapa de desarrollo tajeo 5376-S, empresa minera Vicus S. A. C.

Galería principal Nivel 120 y Nivel 180 de la veta Daniela						2023														TOTAL (m)	P.U. (.S/)	C.P. (.S/)	CANTIDAD DE GUARDIAS	DIAS
ETAPA 1	LABORES	SECCIÓN	UNIDAD	Metros de labores	Avance/ Disparo	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO						
						31	62	28	56	31	54	30	60	31	58	30	60	31	60					
Desarrollo	Galería Principal S - Nv 120	4.5 x 4.0	m	99	1.5	45	62	41	56	13	17									99.0	1180.38	116,857.82	135	68
	Galería Principal N - Nv 180	4.5 x 4.0	m	78	1.5					27	37	44	60	7	10					77.7	1158.42	89,951.61	106	53
	Galería Principal S - Nv 180	4.5 x 4.0	m	99	1.5									35	48	44	60	20	60	99.3	1158.42	115,066.24	168	84
																							410	205
																							410	205

Interpretación

Evaluación del costo total de avance lineal de la galería Principal de la etapa de desarrollo tajeo 5376-S:

- La galería Principal S - Nv 120 con una longitud de 99 metros, con un costo total valorizada de 116 857.82 nuevos soles.
- La galería Principal N - Nv 180 con una longitud de 77.7 metros, con un costo total valorizada de 89 951.61 nuevos soles.
- La galería Principal S - Nv 180 con una longitud de 99.3 metros, con un costo total valorizada de 115 066.24 nuevos soles.

Los trabajos se plantearon en una programación de 7 meses de trabajo de enero a julio del año 2023, con un costo total valorizada de 321 875.68 nuevos soles, con un total de 410 guardias entre día y noche.

CONCLUSIONES

1. Se realizarán tres trabajos de desarrollo del tajeo 5376-S de la veta Daniela: la galería Principal S - Nv 120 con una longitud de 99 metros, la galería Principal N - Nv 180 con una longitud de 78 metros y la galería Principal S - Nv 180 con una longitud de 99 metros. Los trabajos se plantearon en una programación de 7 meses de trabajo de enero a julio del año 2023, con una fuerza laboral de un solo grupo de trabajo que viene hacer un ayudante y un maestro perforista.
2. La clasificación geomecánica de la galería Principal Norte del nivel 120 cuenta con un tipo de roca IIIA y con rango del RMR de 51 a 60 de la calidad regular A. con una longitud de 99.33 metros de avance lineal. La clasificación geomecánica de la galería Principal Norte y Sur del nivel 180, cuenta con un tipo de roca IIIB y con rango del RMR de 41 a 50 de la calidad regular B. con una longitud de 176.98 metros de avance lineal.
3. Los parámetros generales de perforación y voladura en veta de la galería Principal Sur del nivel 120 indican que se tiene una roca regular III A, el avance efectivo es de 1.5 metros de avance lineal, el número de taladros cargados es de 21 y los taladros de alivio es de 3, el diámetro de perforación es de 38 mm, el tonelaje roto es de 3.26 toneladas, el total en kilogramos de explosivo de Semexsa 65 % es de 15.12. el factor de potencia es de 4.64 kilogramos por tonelada. Los parámetros generales de perforación y voladura de desencaje de la galería Principal Sur del nivel 120 indican que el número de taladros cargados es de 17, el diámetro de perforación es de 38 mm, el tonelaje roto es de 16.18 toneladas, el total en kilogramos de explosivo de Semexsa 65 % es de 12.24. el factor de potencia es de 0.76 kilogramos por tonelada.

Los parámetros generales de perforación y voladura en veta de la galería Principal Norte y Sur del nivel 180 indican que se tiene una roca regular III B, el avance efectivo es de 1.5 metros de avance lineal, el número de taladros cargados es de 21 y los taladros de alivio es de 3, el diámetro de perforación es

de 38 mm, el tonelaje roto es de 3.14 toneladas, el total en kilogramos de explosivo de Semexsa 65 % es de 15.12. el factor de potencia es de 4.82 kilogramos por tonelada. Los parámetros generales de perforación y voladura en descaje de la galería Principal Norte y Sur del nivel 180, el número de taladros cargados es de 14, el diámetro de perforación es de 38 mm, el tonelaje roto es de 16.30 toneladas, el total en kilogramos de explosivo de Semexsa 65 % es de 10.08. el factor de potencia es de 0.62 kilogramos por tonelada. La dilución de mineral en la galería principal del tajeo 5376, Nv 120 – sur, es de 9.8 %, en la galería principal del tajeo 5376, Nv 180 – norte, la dilución por rotura es de 8.1% y la galería principal del tajeo 5376, Nv 180 – sur, la dilución por rotura es de 8.1%. Los trabajos se plantearon en una programación de 7 meses de trabajo de enero a julio del año 2023, con un costo total valorizada de 321 875.68 nuevos soles, con un total de 410 guardias entre día y noche.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar el plan de programación y ejecución de labores ya sea en preparación o desarrollo a fin de llevar el control del desarrollo de la galería principal mes a mes, por otro lado, también ayuda a explorar el yacimiento ya que son realizadas en veta mineralizada.
2. Es recomendable realizar la caracterización geomecánica del macizo rocoso ayudara a identificar el tipo de roca que se encuentra en la galería principal a fin de establecer mejor el diseño de malla de perforación y voladura.
3. Es recomendable aplicar el método de circado con un diseño de malla específico para cada tipo de roca en función a dos etapas de trabajo, en la primera etapa el disparó sobre veta y en el segundo disparo en el descaje de hastiales para que sirva de relleno y evitar la dilución del mineral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. HINOSTROZA, Franco y YABAR, Gian Pierre. Reducción de dilución mediante la aplicación de voladura diferenciada en labores de Breasting dentro de la Mina Pallancata. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2023, 66 pp.
2. MORENO, Erika y ROJAS, Erick. Aplicación del método Cut & Fill con circado y su influencia en el control de la dilución en el nivel 4455 en Compañía Minera Santa Luisa S. A., Ancash -2021. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Huancayo : Universidad Continental, 2021.
3. ARTEAGA, Jhosmell. Minado selectivo para explotar vetas angostas de oro en la Minera Marsa S.A. Pataz – Región la Libertad. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Cerro de Pasco : Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2021.
4. DE LA CRUZ, Katherine y VALDIVIA, Nahomi. Estudio del Método de circado para la explotación de vetas angostas en la mina Nueva Esperanza Nivel II – Algamarca. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Chiclayo : Universidad Cesar Vallejo, 2020, 88 pp.
5. ACOSTA, Ruben. Explotación de vetas angostas con métodos de circado - corte y relleno ascendente para mejorar productividad - Unidad Minera Virgen de Chapi 87 de Ica S.A.C. - 2019. Tesis (Título de Ingeniero de Minas)
6. ÁREA DE GEOLOGÍA, UNIDAD CAPACHO DE ORO I. *Estudios geológico y reservas*. Barraca : Empresa Minera Vicus, 2021.
7. ÁREA DE GEOLOGÍA Y PLANEAMIENTO . *Resumen de reservas*. Barranca : Empresa Minera Vicus S.A.C, 2022.

8. INSTITUTO DE INGENIEROS DE MINAS DEL PERÚ . *Explotación Subterránea Métodos y Casos Prácticos*. Puno : Facultad de Minas de la Universidad Nacional del Altiplano, 1999.
9. ÁREA DE OPERACIONES MINA, UNIDAD CAPACHO DE ORO I. *Plan de explotación minera*. Barranca : Empresa Minera Vicus S.A.C, 2021.
10. ÁREA DE OPERACIONES MINA. *Plan de minado* . Barranca : Minera Vicus S.A.C, 2022.
11. JANG, H., TOPAL, E. y KAWAMURA, Y. Unplanned dilution and ore loss prediction in longhole stoping mines via multiple regression and artificial neural network analyses. *Revista del Instituto de Minería y Metalurgia de África Meridional*, 2015, Vol. 115 n.5 .
12. LOUWERSE, D. *Waste Rock Dilution in Stopping of Steeply Dipping Narrow-Vein Deposits*. Otaniemi : School of Engineering, 2018.
13. ÁREA DE PLANEAMIENTO. *Plan de minado anual 2022*. Lima : Unidad Minera Vicus S.A.C., 2021.

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de consistencia

Aplicación del método de circado en las labores de desarrollo, para reducir la dilución de mineral, unidad minera Vicus

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
¿De qué manera se realizará la aplicación del método de circado en las labores de desarrollo, para reducir la dilución de mineral en la Unidad Minera Vicus?	Desarrollar la aplicación del método de circado en las labores de desarrollo, para reducir la dilución de mineral en la Unidad Minera Vicus.	La aplicación del método de circado en las labores de desarrollo, es factible y viable para reducir la dilución de mineral en la Unidad Minera Vicus.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS
¿De qué manera el estudio de la clasificación geomecánica del macizo rocoso, ayudará para la aplicación del método de circado en las labores de desarrollo en la Unidad Minera Vicus?	Desarrollar el estudio de la clasificación geomecánica del macizo rocoso, para la aplicación del método de circado en las labores de desarrollo en la Unidad Minera Vicus.	El estudio de la clasificación geomecánica del macizo rocoso, influye positivamente, para la aplicación del método de circado en las labores de desarrollo en la Unidad Minera Vicus.
¿De qué manera se realizará el diseño de malla de perforación y voladura con circado en las labores de desarrollo, para reducir la dilución de mineral en la Unidad Minera Vicus?	Desarrollar el diseño de malla de perforación y voladura con circado en las labores de desarrollo, para reducir la dilución de mineral en la Unidad Minera Vicus.	El diseño de malla de perforación y voladura con circado en las labores de desarrollo, influye positivamente para reducir la dilución de mineral en la Unidad Minera Vicus.

Anexo 2

Cálculo de la dilución en la rotura del mineral por el método de circado

VETA	NIVEL	LABOR	MATERIAL	TIPO	METODO	LONG. MEDIDA	VOL.TOTAL ROTO (m3)	VOL. MIN INSITU (m3)	VOL. MIN ROTO (m3)	VOL. DES. ROTO (m3)	TMS	BUZ.	A.V.	% DIL. POR ROTURA	%DIL PLAN.	ALTO EJE	ANCHO PROG	S.DIL .	VOL. PROG
Diana	120	tajeo 5376, Nv 120 - S	MINERAL	Galeria	M. Circado	1.5	119.79	99.99	105.99	13.80	381.23	75	0.31	9.8%	86%	2.20	2.10	99%	1.21
Diana	180	tajeo 5376, Nv 180 - N	MINERAL	Galeria	M. Circado	1.5	90.07	76.87	81.49	8.59	287.63	73	0.32	8.1%	85%	2.20	2.10	99%	1.16
Diana	180	tajeo 5376, Nv 180 - S	MINERAL	Galeria	M. Circado	1.5	115.22	98.34	104.24	10.99	367.94	75	0.31	8.1%	86%	2.20	2.10	99%	1.16

Anexo 3

Evaluación de costos por metro lineal de avance de la galería Principal del nivel 120

Datos Técnicos:					
Tipo de roca:	Regular				
Ancho Labor:	2.1	m	Efic.Perf.	90%	
Alto Labor:	2.2	m	Efic.Disp.	90%	
Long. Barra (pie)	6.0	pies	Long. Carg	1.10	m
NºTal. Frente	41	tal	Avanc.Efect	1.5	m
NºTal. Cargados	38.0	tal	m³ / Disp.	6.84	m3
Factor de carga:	19.0	Kg/m	avance de perforación	1.65	mts
kg explosivo	20.8	Kg	kilogramos/ taladro	0.55	

ESTRUCTURA DE COSTOS: Galería principal 2.1 x 2.2 (JACKLEG)

Taladros Perforados /disparo	41.0	Longitud efectiva Perforación mts	1.65
Taladros cargados	38.0	Eficiencia perforación	90%
Factor de carga (Kg/taladro) :	0.5	Rendimiento (m/disparo):	1.5

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	NCIDENCIA	P.U.	Total Si.	Total
				\$/Unid	\$/	\$/MET.
1.1 Mano de Obra						537.78
Capataz	tarea	0.2	1.42	191.06	54.17	
Bodeguero	tarea	0.2	1.42	135.26	38.35	
Mecánico	tarea	0.4	2.84	212.94	241.50	
electricista Mina	tarea	0.2	1.42	169.18	47.97	
Operador locomotora	tarea	1.30	50%	191.06	124.19	
Maestro Perforista	tarea	1.30	80%	144.02	149.78	
Ayudante	tarea	1.30	80%	135.26	140.67	
1.2 Aceros de perforación						74.27
Aceite de Perforación	Gln	0.25	100%	21.91	5.48	
Barras de Perforación	pp	221.40	100%	0.29	63.58	
Brocas de perforación 38 mm	pp	221.40	100%	0.19	40.96	
1.3 Herramientas						14.81
Lampa	pieza	2.00	100%	0.53	1.06	
Pico	pieza	2.00	100%	0.59	1.18	
Combo 6 Lbs	pieza	1.00	100%	0.39	0.39	
Llave Stilson de 8"	pieza	1.00	100%	0.27	0.27	
LLave Francesa 8"	pieza	1.00	100%	0.24	0.24	
Barretilla de 4"	pieza	1.00	100%	0.99	0.99	
Barretilla de 6"	pieza	1.00	100%	1.17	1.17	
Barretilla de 8"	pieza	1.00	100%	1.30	1.30	
Disco de jebe	pieza	1.00	100%	0.20	0.20	
Taco de Arcilla	pieza	38.00	100%	0.20	7.60	
Ocre Polvo Rojo	kg	0.13	100%	10.00	1.30	
Escaleras telescopicas	pieza	1.00	100%	5.59	5.59	
Arco de sierra + hoja	pieza	1.00	100%	0.65	0.65	
1.4 Implementos de Seguridad						16.62
Tareas sin ropa de agua	tareas	0.65	100%	8.59	5.58	
Tareas con ropa de agua	tareas	2.08	100%	9.15	19.03	
1.5 Equipos en Operación						296.97
Perforadora	pp	221.40	100%	0.38	84.93	
Manguera de jebe de 1"	m	30.00	100%	0.10	2.91	
Manguera de jebe de 1/2"	m	30.00	100%	0.04	1.26	
LOCOMOTORA A BATERIA	Hm	1.00	100%	92.42	92.42	
CARRO MINERO U6	Hm	5.00	200%	25.84	258.40	
(A) Total Costo Directo						940.44
(B) UTILIDAD		8.5%				79.94
(C) Explosivos y Acc. Voladura						160.00
Dinamita Semexa 65% 7/8" x 7"	kg	27.35	100%	6.24	170.55	
Carmex	und	38.00	100%	1.50	56.89	
Mecha rapida	m	9.00	100%	1.06	9.58	
COSTO TOTAL POR UNIDAD VALORIZADA (A+B+C)						1180.38

Tomada del Área de Planeamiento unidad minera Vicus S.A.C., 2022 (13)

Anexo 3

Evaluación de costos por metro lineal de avance de la galería principal de Norte y Sur del nivel 180

Datos Técnicos:					
Tipo de roca:	Regular IIIB				
Ancho Labor:	2.1	m	Efic.Perf.	90%	
Alto Labor:	2.2	m	Efic.Disp.	90%	
Long. Barra (pie)	6.0	pies	Long. Carg	1.10	m
NºTal. Frente	38	tal	Avanc.Efect	1.5	m
NºTal. Cargados	35.0	tal	m³ / Disp.	6.84	m3
Factor de carga:	19.0	Kg/m	avance de perforación	1.65	mts
kg explosivo	20.8	Kg	kilogramos/taladro	0.59	

ESTRUCTURA DE COSTOS: Galería principal 2.1 x 2.2 (JACKLEG)

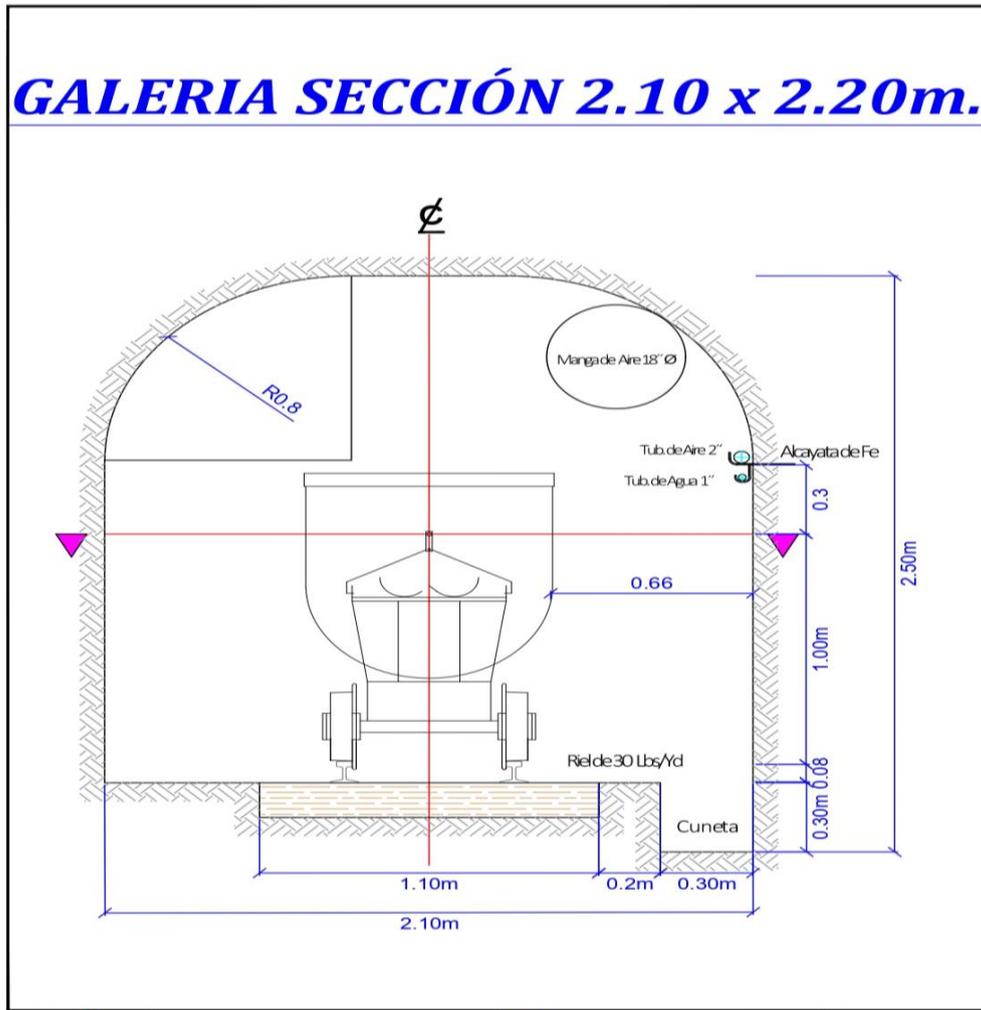
Taladros Perforados /disparo	38.0	Longitud efectiva Perforación mts	1.65
Taládras cargados	35.0	Eficiencia perforación	90%
Factor de carga (Kg/taladro) :	0.6	Rendimiento (m/disparo):	1.5

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	INCIDENCIA	P.U.	Total S/.	Total
				S/./Unid	S/.	S/./MET.
1.1 Mano de Obra						537.78
Capataz	tarea	0.2	1.42	191.06	54.17	
Bodeguero	tarea	0.2	1.42	135.26	38.35	
Mecánico	tarea	0.4	2.84	212.94	241.50	
electricista Mina	tarea	0.2	1.42	169.18	47.97	
Operador locomotora	tarea	1.30	50%	191.06	124.19	
Maestro Perforista	tarea	1.30	80%	144.02	149.78	
Ayudante	tarea	1.30	80%	135.26	140.67	
1.2 Aceros de perforación						69.10
Aceite de Perforación	Gln	0.25	100%	21.91	5.48	
Barras de Perforación	pp	205.20	100%	0.29	58.93	
Brocas de perforación 38 mm	pp	205.20	100%	0.19	37.96	
1.3 Herramientas						14.40
Lampa	pieza	2.00	100%	0.53	1.06	
Pico	pieza	2.00	100%	0.59	1.18	
Combo 6 Lbs	pieza	1.00	100%	0.39	0.39	
Llave Stilson de 8"	pieza	1.00	100%	0.27	0.27	
LLave Francesa 8"	pieza	1.00	100%	0.24	0.24	
Barretilla de 4"	pieza	1.00	100%	0.99	0.99	
Barretilla de 6"	pieza	1.00	100%	1.17	1.17	
Barretilla de 8"	pieza	1.00	100%	1.30	1.30	
Disco de jebe	pieza	1.00	100%	0.20	0.20	
Taco de Arcilla	pieza	35.00	100%	0.20	7.00	
Ocre Polvo Rojo	kg	0.13	100%	10.00	1.30	
Escaleras telescópicas	pieza	1.00	100%	5.59	5.59	
Arco de sierra + hoja	pieza	1.00	100%	0.65	0.65	
1.4 Implementos de Seguridad						16.62
Tareas sin ropa de agua	tareas	0.65	100%	8.59	5.58	
Tareas con ropa de agua	tareas	2.08	100%	9.15	19.03	
1.5 Equipos en Operación						292.78
Perforadora	pp	205.20	100%	0.38	78.71	
Manguera de jebe de 1"	m	30.00	100%	0.10	2.91	
Manguera de jebe de 1/2"	m	30.00	100%	0.04	1.26	
LOCOMOTORA A BATERIA	Hm	1.00	100%	92.42	92.42	
CARRO MINERO U6	Hm	5.00	200%	25.84	258.40	
(A) Total Costo Directo						930.68
(B) UTILIDAD						79.11
(C) Explosivos y Acc. Voladura						148.64
Dinamita Semexa 65% 7/8" x 7"	kg	25.20	100%	6.24	157.15	
Carmex	und	35.00	100%	1.50	52.40	
Mecha rapida	m	10.00	100%	1.06	10.64	
COSTO TOTAL POR UNIDAD VALORIZADA (A+B+C)						1158.42

Tomada del Área de Planeamiento unidad minera Vicus S.A.C., 2022 (13)

Anexo 4

Estándar de la galería principal para el transporte de mineral



Tomada del Área de Planeamiento unidad minera Vicus S.A.C., 2022 (13)