

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Diseño de armado de barrera con losa de concreto  
para mejorar el ciclo de minado por corte y relleno  
ascendente, Minera Vicus S. A. C**

Junior Josue Mendoza Quinto

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2022

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



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

## **ASESOR**

Ing. Benjamín Manuel Ramos Aranda

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primera instancia a Dios por bendecirme en esta vida, por guiarme a lo largo de mi supervivencia, por ser el apoyo y brindarme fortaleza en aquellos momentos de dificultad.

Gracias a mis padres: Alejandro Mendoza y Elsa Quinto, por ser los principales impulsores de mis sueños y metas, por creer en mis expectativas, gracias por los consejos, valores y principios que me enseñaron desde mi niñez.

Agradezco de la misma forma a nuestros docentes de la carrera de Ingeniería de Minas de la universidad Continental, por haberme compartido sus conocimientos en mi jornada de preparación profesional; de manera especial, al Ingeniero Benjamín Ramos Aranda, asesor de mi proyecto de investigación quien me ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto investigativo lo dedico esencialmente a Dios, por ser el inspirador y darme conocimiento para continuar en este proceso de obtener uno de mis aspiraciones más deseadas.

A mis padres, por su cariño, trabajo y sacrificio en todos estos años de mi educación, gracias a ustedes he logrado llegar hasta donde estoy ahora y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el honor de ser su hijo, son los mejores padres.

A todas las personas que me han brindado su apoyo incondicional y han hecho que este trabajo se realice con éxito, en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos conmigo.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA .....	I
ASESOR.....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
DEDICATORIA .....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	V
ÍNDICE DE TABLAS .....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IX
RESUMEN .....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN .....	XII
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	13
1.1 Planteamiento y formulación del problema .....	13
1.1.1 Planteamiento del problema .....	13
1.1.2 Formulación del problema .....	14
1.2 Objetivos.....	15
1.2.1 Objetivo general .....	15
1.2.2 Objetivos específicos.....	15
1.3 Justificación e Importancia.....	15
1.3.1 Justificación practica.....	15
1.3.2 Justificación teórica .....	15
1.3.3 Justificación metodológica .....	16
1.4 Hipótesis.....	16
1.4.1 Hipótesis general .....	16
1.4.2 Hipótesis específicas .....	16
1.5 Identificación de variables.....	16
1.5.1 Variable independiente .....	16
1.5.2 Variable dependiente .....	16
1.5.3 Matriz de operacionalización de variables .....	16
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 Antecedentes del problema .....	18
2.1.1 Antecedentes nacionales.....	18

2.2 Descripción de la empresa minera Vicus .....	23
2.2.1 Ubicación y accesibilidad .....	23
2.3 Geología .....	24
2.3.1 Geología Regional .....	24
2.3.2 Geología Local .....	25
2.3.3 Geología estructural .....	26
2.4 Geomecánica .....	26
2.4.1 Metodología .....	26
2.5 Principales vetas: .....	28
2.6 Minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C. ....	30
2.7 Descripción del método de minado por corte y relleno .....	42
<b>CAPÍTULO III MÉTODO DE DESARROLLO DEL PROYECTO .....</b>	<b>44</b>
3.1 Método y alcances de la investigación .....	44
3.1.1 Métodos de la investigación .....	44
3.1.2 Alcances de la investigación .....	45
3.2 Diseño de la investigación .....	45
3.3 Población y muestra .....	45
3.3.1 Población .....	45
3.3.2 Muestra .....	45
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	45
3.4.1 Técnicas utilizadas en la recolección de datos .....	45
3.4.2 Instrumentos utilizados en la recolección de datos .....	46
<b>CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>47</b>
4.1 Evaluación del diseño de armado de barrera con losa de concreto para mejorar el ciclo de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C. ....	47
4.1.1 Plan de desarrollo .....	47
4.1.2 Diseño de armado de barrera con losa de concreto para mejorar el ciclo de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C. ....	48
4.2 Análisis del estudio geomecánico para el diseño de armado de barrera con losa de concreto en el método de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C. ....	53

4.2.1 Significado de la clasificación del macizo rocoso .....	55
4.2.2 Sostenimiento según RMR .....	55
4.3 Análisis del aumento de la producción del método de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S.A.C. ....	58
4.3.1 Costo por tonelada de la barrera con madera .....	58
4.3.2 Costo por tonelada de la barrera con losa de concreto .....	60
CONCLUSIONES .....	62
RECOMENDACIONES .....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	65
ANEXOS .....	67



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables .....	17
Tabla 2. Ubicación geográfica de las coordenadas de la empresa minera Vicus S. A. C .....	23
Tabla 3. Ubicación geográfica de las coordenadas de la minera Vicus S. A. C .....	24
Tabla 4. Criterios para clasificación de la masa rocosa .....	27
Tabla 5. Resumen de avances lineales del año 2022 .....	31
Tabla 6. Criterio para la clasificación de la masa rocosa del tajeo de la veta Valeria Nivel -230 .....	54
Tabla 7. Significado de la clasificación del macizo rocoso .....	55
Tabla N. 8: Sostenimiento según RMR .....	55
Tabla 9. Parámetros de costos unitarios de la barrera de madera .....	59
Tabla 10. Costo por tonelada de la barrera con madera para el método de minado corte y relleno ascendente - minera Vicus S. A. C .....	59
Tabla 11. Parámetros de costos unitarios de la barrera con losa de concreto .....	60
Tabla 12. Costo por tonelada de la barrera con losa de concreto para el método de minado corte y relleno ascendente - minera Vicus S. A. C .....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plano de localización y ubicación de la minera Vicus S. A. C, unidad Capacho de Oro I.....	24
Figura 2. Método de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.....	31
Figura 3. Diseño de la chimenea Piloto para el minado, corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.....	33
Figura 4. Diseño de la chimenea de doble compartimiento para el minado, corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.....	35
Figura 5. Diseño de la chimenea de doble compartimiento para el minado, corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.....	39
Figura 6. Diseño estándar de barrera con madera para el minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.....	48
Figura 7. Diseño de minado con la barrera de madera para el método por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.....	49
Figura 8. Barrera de madera para el método de minado, corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.....	50
Figura 9. Bloque para el encofrado de la barrera con losa de concreto del minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C. ....	51
Figura 10. Diseño de minado por corte y relleno ascendente con el armado de barrera con losa de concreto, minera Vicus S. A. C.....	52
Figura 11. Diseño del armado de barrera con losa de concreto para el método de minado, corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C. ....	53
Figura 12. Estabilidad de la barrera de losa de concreto para el minado de corte y relleno ascendente - minera Vicus S. A. C.....	57

## RESUMEN

La unidad minera Vicus S. A. C. cuenta con un yacimiento con vetas muy reducidas en potencia (filones), la planta de tratamiento tiene una capacidad de hasta 60 t/día. El método de *cut and fill stoping* (corte y relleno ascendente) generó deficiencias en el relleno tras el corte o sub nivel explotado. Esto se debe a que en el minado por corte y relleno ascendente, el armado de barrera de madera utilizó puntales de 7 y 8 pulgadas, los cuales se encontraban situadas en caja piso y caja techo con patillas de 1 pulgada de profundidad, después se colocaron rajados de 6 pulgadas partidos por la mitad horizontales espaciadas a 10 cm entre cada una y luego se procedía a rellenar con rocas del descaje, pero realizar este trabajo, en algunas ocasiones, ocasiona deficiencias porque esta barrera falló, ocasionando pérdidas materiales.

La evaluación geomecánica del macizo rocoso del tajo arroja un tipo de roca regular a mala y con presencia de agua, estos estudios ayudaron al diseño de la barrera con losa de concreto.

El costo de la madera para la barrera es de 96.42 dólares americanos, el costo total es de 171.60 dólares americanos, el tonelaje de corte es de 32.39 toneladas. Esta producción refleja las deficiencias operativas de la barrera con madera utilizada y por último el costo por tonelada es de 5.30 dólares americanos.

El costo de la madera para la barrera con losa de concreto es de 187.116 dólares americanos, el costo total es de 262.30 dólares americanos, el tonelaje de corte es de 50.40 toneladas, esto debido a la minimización de los trabajos secundarios producidos por deficiencias de la barrera con madera y por último el costo por tonelada es de 5.20 dólares americanos.

Dentro del Plan de Minado para el año 2022 se ha estimado un programa de 7564.00 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 1505.22 t de mineral.

**Palabras clave:** diseño de armado de barrera con losa de concreto.

## ABSTRACT

Unidad Minera Vicus S.A.C. has a deposit with veins very reduced in power (seams), the treatment plant has a capacity of up to 60 tons per day. The Cut and Fill Stopping method (Cut and Fill Stopping), the deficiencies in the backfilling after the exploited cut or sub level, in the mining by cut and fill stopping the wooden barrier reinforcement was used props of 7 and 8 inches were located in box floor and box ceiling with pins of 1 inch deep, and then placed 6-inch horizontal slits split in half spaced at 10 cm between each one and then proceeded to fill with rocks from the descaje, but this work is deficient in some occasions this barrier failed leaving all the filler to the chimney and causing material losses.

The geomechanical evaluation of the rock massif of the pit showed a regular to bad type of rock and the presence of water, these studies helped in the design of the barrier with concrete slab.

The cost of the wood for the barrier is US\$96.42, the total cost is US\$171.60, the cut tonnage is 32.39 tons, this production reflects the operational deficiencies of the barrier with wood used and finally the cost per ton is US\$5.30.

The cost of wood for the barrier with concrete slab is US\$187.116, the total cost is US\$262.30, the cutting tonnage is 50.40 tons, this is due to the minimization of secondary works produced by deficiencies of the barrier with wood and finally the cost per ton is US\$5.20.

Within the Mining Plan for the year 2022, it has been estimated a program of 7564.00 Tn. of ore from pits that will be prepared in the course of the Development and Preparation works. Thus estimating an average monthly production of 1505.22 TMS. of ore.

**Key words:** design of barrier reinforcement with concrete slab.

## INTRODUCCIÓN

La unidad minera Vicus S. A. C. cuenta con un yacimiento con vetas muy reducidas en potencia (filones), la planta de tratamiento tiene una capacidad de hasta 60 t/día. El método de *cut and fill stoping* (corte y relleno ascendente), presenta filones de veta con buzamiento sub vertical, entre 85° 89° y además muestra rocas de Tipo II a Tipo IV, catalogadas como roca buena a mala, tramos muy cortos de Tipo V, catalogadas como rocas muy malas y dentro de la franja de Rocas Tipo I catalogada como roca muy buena.

Debido a lo anterior, se presentan deficiencias en el relleno tras el corte o sub nivel explotado, en el minado por corte y relleno ascendente el armado de barrera de madera se utilizaba puntales de 7 y 8 pulgadas, los cuales se encontraban situadas en caja piso y caja techo con patillas de 1 pulgada de profundidad, después se colocan rajados de 6 pulgadas partidos por la mitad horizontales espaciadas a 10 cm entre cada una y luego se procedía a rellenar con rocas del descaje, pero realizar este trabajo, en algunas ocasiones, ocasiona deficiencias porque esta barrera falló, ocasionando pérdidas materiales.

Para evitar este inconveniente, se diseñó el armado de barrera con concreto para mejorar la seguridad en el método de minado por corte y relleno ascendente, y así evitar pérdidas materiales como accidentes fatales mejorando el método de minado en la minera Vicus S. A. C.

El costo por tonelada en el trabajo de la barrera de madera es de 5.30 dólares americanos y el costo por tonelada para la barrera con losa de concreto es de 5.20 dólares americanos.

Dentro del Plan de Minado para el año 2022 se ha estimado un programa de 7564.00 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 1505.22 t de mineral.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

### 1.1 Planteamiento y formulación del problema

#### 1.1.1 Planteamiento del problema

A nivel mundial existen empresas pequeñas en proceso de crecimiento, mayormente están aplicando el método de minado por corte y relleno ascendente, por ser más seguro ante otros métodos de minado. El ciclo de minado para este método se ajusta de acuerdo al macizo rocoso, frecuentemente se tiene problemas en el relleno después de haber corrido el corte del subnivel, la barrera de madera es usada para poder contener el paso del relleno a la chimenea, por ello se debe evaluar de una manera exhaustiva para poder realizar de la mejor manera posible.

Las empresas mineras de pequeña escala vienen aplicando mayormente este método al iniciar sus explotaciones en vetas muy reducidas, en potencia es muy favorable la aplicación de este método de minado.

La unidad minera Vicus S. A. C. cuenta con un yacimiento con vetas muy reducidas en potencia (filones), la planta de tratamiento tiene una capacidad de hasta 60 t/día. El método de *cut and fill stoping* (corte y relleno ascendente), presenta filones de veta con buzamiento sub vertical, entre 85° 89° y además muestra rocas de Tipo II a Tipo IV, catalogadas como roca buena a mala, tramos

muy cortos de Tipo V, catalogadas como rocas muy malas y dentro de la franja de Rocas Tipo I catalogada como roca muy buena.

Debido a lo anterior, se presentan deficiencias en el relleno tras el corte o sub nivel explotado, en el minado por corte y relleno ascendente el armado de barrera de madera se utilizaba puntales de 7 y 8 pulgadas, los cuales se encontraban situadas en caja piso y caja techo con patillas de 1 pulgada de profundidad, después se colocan rajados de 6 pulgadas partidos por la mitad horizontales espaciadas a 10 cm entre cada una y luego se procedía a rellenar con rocas del descaje, pero realizar este trabajo, en algunas ocasiones, ocasiona deficiencias porque esta barrera falló, ocasionando pérdidas materiales.

Para evitar este inconveniente, se diseñó el armado de barrera con concreto para mejorar la seguridad en el método de minado por corte y relleno ascendente, y así evitar pérdidas materiales como accidentes fatales mejorando el método de minado en la minera Vicus S. A. C.

### **1.1.2 Formulación del problema**

#### **1.1.2.1. Problema general**

¿Cómo influye el diseño de armado de barrera con losa de concreto para mejorar el ciclo de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.?

#### **1.1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cómo influye el análisis del estudio geomecánico para el diseño de armado de barrera con losa de concreto en el método de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.?
- ¿Cómo influye el diseño de armado de barrera con losa de concreto en el aumento de la producción del método de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Determinar el diseño de armado de barrera con losa de concreto para mejorar el ciclo de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Analizar el estudio geomecánico para el diseño de armado de barrera con losa de concreto en el método de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.
- El diseño y armado de barrera con losa de concreto influenciará en el aumento de la producción del método de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S.A.C.

## **1.3 Justificación e Importancia**

### **1.3.1 Justificación practica**

La unidad minera Vicus S. A. C. cuenta con un yacimiento con vetas muy reducidas en potencia (filones), la planta de tratamiento tiene una capacidad de hasta 60 t/día. El método de *cut and fill stopping* (corte y relleno ascendente), presenta filones de veta con buzamiento sub vertical, entre 85° 89° y además muestra rocas de Tipo II a Tipo IV, esto en cuanto a la caracterización geomecánica de las rocas para que el método de explotación sea aplicable. En cuanto al relleno de los tajos de explotación será detrítico, producto del descaje o rotura de roca caja, posterior al circado de veta.

### **1.3.2 Justificación teórica**

Las deficiencias en el relleno tras el corte o sub nivel explotado en el minado por corte y relleno ascendente se originan con el armado de barrera de madera que utiliza puntales de 7 y 8 pulgadas, las cuales se encuentran situadas en caja piso y caja techo con patillas de 1 pulgada de profundidad, después se colocan rajados de 6 pulgadas partidos por la mitad horizontales espaciadas a 10 cm entre cada una y luego se procedía a rellenar con rocas del descaje, pero realizar este trabajo, en algunas ocasiones, ocasiona deficiencias porque esta barrera falló, ocasionando pérdidas materiales.



### **1.3.3 Justificación metodológica**

Para evitar este inconveniente, se diseñó el armado de barrera con concreto para mejorar la seguridad en el método de minado por corte y relleno ascendente y así evitar pérdidas materiales como accidentes fatales mejorando el método de minado por corte y relleno ascendente en la minera Vicus S. A. C.

## **1.4 Hipótesis**

### **1.4.1 Hipótesis general**

El diseño de armado de barrera con losa de concreto es factible y viable para la mejora del ciclo de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.

### **1.4.2 Hipótesis específicas**

- El estudio geomecánico influye favorablemente en el diseño de armado de barrera con losa de concreto para el método de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.
- El diseño de armado de barrera con losa de concreto influye favorablemente para el aumento de la producción del método de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.

## **1.5 Identificación de variables**

### **1.5.1 Variable independiente**

El diseño de armado de barrera con losa de concreto

### **1.5.2 Variable dependiente**

Mejora del ciclo de minado por corte y relleno ascendente

### **1.5.3 Matriz de operacionalización de variables**

**Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables**

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores
V.I.: El diseño de armado de barrera con losa de concreto	Una vez concluido la limpieza de mineral se procederá a poner barrera a ambos extremos, la realización del armado de la barrera con losa de concreto, para ello con anterioridad se realiza el armado del encofrado de la estructura de barrera, luego terminado las barreras se procederá hacer el disparo de las cajas, nuevamente se ara la ventilación, el regado y el desatado de rocas sueltas, para concluir se hará el pampilleo con relleno detrítico de todo el tramo del tajo para así continuar nuevamente con el ciclo de minado.	Interpretación de la evaluación de la caracterización del macizo rocoso.  Evaluación del diseño de armado de barrera con losa de concreto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación geomecánica de Bieniawsky, RMR.</li> <li>• Familias de discontinuidades</li> <li>• Parámetros de las discontinuidades</li> <li>• Número de unidades de cemento</li> <li>• Numero de puntales para sobre cuadro</li> <li>• Longitud del puntal de seguridad (m).</li> <li>• Diámetro del puntal (pulgadas)</li> <li>• Numero de tablonos</li> </ul>
V.D.: Mejora del ciclo de minado por Corte y Relleno Ascendente	Es la minimización de las deficiencias en la operación del relleno de los cortes o subniveles en el minado por corte y relleno ascendente para así aumentar la producción de mineral y la eficiencia y eficacia en la explotación del mineral de la Minera Vicus S.A.C.	Evaluación del costo de minado por corte y relleno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad en toneladas</li> <li>• Longitud de tajeo</li> <li>• Costo de minado (\$/ton)</li> </ul>

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes del problema**

##### **2.1.1 Antecedentes nacionales**

a) Tesis titulada “*Trade off – Corte y Relleno Ascendente y Tajeo por Subniveles para el cuerpo Copola de la mina Francis*”. El objetivo del estudio fue aportar la evaluación de la posibilidad de aplicar el método de minado de tajeo por subniveles en el cuerpo Copola de la mina Francis y compararlo con el método de explotación usado actualmente en la mina (i.e. corte y relleno ascendente) con la finalidad de mejorar la productividad de la operación y, por consiguiente, hacer que la operación alcance una rentabilidad óptima. (1)

Además, la metodología tiene las siguientes características: (1)

- Cuando se tiene un solo cuerpo y no se cuenta con un arreglo de cuerpos dispuestos longitudinalmente para ser minados, es mejor realizar un diseño optimizado; donde, como es el caso del método tajeo por subniveles, solo se considera una rampa operativa y subniveles para poder acceder al cuerpo, se evitan los costos de avance lineal en cruceros y bypass, lo que resultara como un mayor beneficio cuando se realice el flujo de caja. (1)
  
- El VPN para las configuraciones de diseño optimizadas tiene valores más altos que para las configuraciones de diseño clásico; en el método de corte y

relleno ascendente es 16.6% más alto y en el método de tajeo por subniveles es 13.2% más alto. (1)

- El tiempo de explotación estimado a partir de la productividad presentada para el cuerpo Copola, identificamos que mediante el método de minado tajeo por subniveles es 11 meses menos que si fuera explotado mediante el método de corte y relleno ascendente. (1) Esto significa una ventaja desde el punto de vista operativo porque se tendrá una mejor productividad con el método de tajeo por subniveles y desde el punto de vista económico como un aporte en el flujo de caja, ya que la tasa de descuento no generará un impacto importante en el valor final del método de tajeo por subniveles. (1)
- b) Tesis titulada *“Mecanización del método de minado corte y relleno ascendente en el tajo 2590 de la mina Rosa Nv.2430, Unidad Parcoy – Consorcio Minero Horizonte S.A.C. Para Incrementar el Volumen de producción”*. El objetivo del estudio es aportar determinar ingreso mensual con la mecanización del método corte y relleno ascendente en el tajo 2590 mina Rosa CMH-S.A. para incrementar la producción, empleándose para ello los recursos e infraestructura existente. (2)

Además, la metodología tiene las siguientes características (2):

- Aplicando el método corte y relleno ascendente mecanizado logró obtener un ingreso mensual es de \$ 1.416.253, mientras que con el método corte y relleno ascendente convencional es de \$ 570.318 lo que conlleva una variación de \$ 845.938, respecto al método Corte y Relleno Ascendente Convencional. (2)
- Aplicando el corte y relleno ascendente mecanizado se observa que la variación en el tiempo de ciclo de minado es de 4,7 % respecto al método corte y relleno ascendente convencional. (2)
- Con la mecanización del método corte y relleno ascendente convencional se reduce el tiempo empleado en instalación de sostenimiento en 23 %. (2)

- Aplicando el método corte y relleno ascendente mecanizado en la explotación de la veta Rosa, el costo producción disminuye en 22 %. (2)
  - Aplicando el método corte y relleno ascendente mecanizado, el volumen de producción aumenta en 87 %. (2)
- c) Tesis titulada “*La influencia del método corte y relleno ascendente con taladros largos en la producción de la Mina Animón – Volcan*”. El objetivo del estudio es aportar una metodología experimental apropiada para determinar la influencia del método de minado corte y relleno ascendente con taladros largos en la producción de la mina Animón. (3)

Además, la metodología tiene las siguientes características (3):

- La producción de la mina Animón con el método de corte relleno ascendente con taladros largos se incrementa en 2.09 % que es reflejado en 3820 Tm con una ley de 2.18 %. (3)
- La dilución del método de corte y relleno con taladros largos es de 3.8 % y está en el rango esperado en el plan operativo. (3)
- La ley cut-off comparada entre el método de corte relleno convencional y el método de corte y relleno ascendente con taladros largos estos tienen una diferencia de 8.01 dólares por tonelada. (3)
- El sistema Lyner es una opción factible para comenzar a reducir el factor de potencia en un 52.63 %; en el método de corte y relleno ascendente con taladros largos y obtener los mismos resultados con menor cantidad de explosivos. (3)
- La extracción de mineral se ve afectada en su rendimiento ya que los tajeos tienen una longitud mayor a 200 m y así reduciendo la capacidad del scoop de un trabajo continuo. (3)

d) Tesis titulada "*Análisis del método de corte y relleno ascendente semimecanizado, frente al método Long Wall en la producción de mineral del Tajo 6520, Nv 2760, Compañía Minera Poderosa S.A.*". El objetivo del estudio es aportar una metodología experimental para analizar el método de corte y relleno ascendente semimecanizado, frente al método Long Wall para conocer las ventajas para la producción de mineral en el tajo 6520, NV 2760, Compañía Minera Poderosa S.A. (4).

Además, la metodología tiene las siguientes características (4):

- La versatilidad de la semimecanización es eficiente, ya que el scooptrams en actividad en el tajo es de gran aporte para las actividades de limpieza, relleno, disminuyendo los tiempos de ciclo de minado. (4)
- Se concluyó que la semimecanización del método, en el tajo 6520 cumplió con el programa asignado, superando la producción con 9 mil metros cúbicos de mineral el cual representa el 42 % en la producción de la empresa. (4)
- Se tiene que cambiar todo el método, el solo ingresar maquinaria por sí solo no llega a ser suficiente para alcanzar la eficiencia deseada, esto lo podemos ver gracias a la evaluación de disponibilidad de los equipos que nos está haciendo perder valiosas horas por no tener el tajo preparado para este fin. (4)
- Debe hacerse valer los resultados del análisis geomecánica para la zona, y tener en cuenta los factores de dilución, para evitar paradas innecesarias por seguridad en mina, debido a las grandes cavidades expuestas que se generan al hacer una voladura masiva. (4)
- La cancha de desmonte tendrá mayor vida útil, ya que la carga se quedará en interior mina para el relleno, y no será necesario evacuar la carga a superficie, de manera que la cancha de desmonte no podrá saturarse de carga. (4)

e) Tesis titulada "*Propuesta del método corte y relleno mecanizado para incrementar la producción en mina "Lourdes", U.E.A Parcoy, Consorcio Minero Horizonte S.A. 2016*". El objetivo del estudio es aportar una metodología experimental apropiada para aplicar el método de explotación corte y relleno mecanizado para incrementar la producción de mineral en Mina Lourdes, U.E.A Parcoy, Consorcio Minero Horizonte. (5).

Además, la metodología tiene las siguientes características (5):

- La aplicación del método de explotación corte y relleno mecanizado es una gran alternativa para incrementar la producción en Mina Lourdes, con 101, 612 TMS con una potencia diluida de 2.71m y ley diluida promedio de 12.63 g/TM. Las características geomecánicas favorables de la roca caja y el mineral, es aceptable el método a aplicar. (5)
- Se diseñaron las labores para aplicar el método de explotación corte y relleno mecanizado para un avance de 2,990 m y un ritmo de producción de 108 TMS/día; considerando rampas, cruceros de ventilación, chimenea de ventilación, ore pass, cruceros para pocktes OP y FP, cámaras, chimeneas de ventilación, chimeneas de servicios, poza de bombeo, rampas basculantes, galerías sobre veta y refugios cada 50 m en todas las labores. (5).
- Se determinó el valor de las actividades de preparación, que asciende a US\$ 2'560,140. para un avance de 2,990 m, concluyéndose que el costo de preparación es de US\$ /m 856.23. (5)
- Se determinó el valor de las inversiones que asciende a US\$ 26'622,077 para un avance de 2,990 m, concluyéndose que el costo del método es de US\$ /m 8,903.70 El cronograma de inversiones es para un periodo de 14 meses. (5)
- La evaluación económica realizada de manera específica para este proyecto nos indica que es viable y a la vez rentable (VAN: 20'835,210 TIR: 35 % C/B:

1.96). El periodo de retorno de la inversión inicial (CAPEX) es de 8 meses, ya que en el 8vo mes se recupera los 2'560.140 US\$ que se invertirán en la preparación de la mina para su explotación. (6) Esto nos indica que con la producción de 2 meses de un solo tajo se pagara todas las preparaciones. (6)

## 2.2 Descripción de la empresa minera Vicus

### 2.2.1 Ubicación y accesibilidad

#### a) Ubicación

La minera Vicus S. A. C se ubica en el norte de Lima a 138 km sureste de la provincia de Barranca y departamento de Lima, políticamente pertenece al centro poblado Las Minas, distrito de Supe, provincia de Barranca, departamento de Lima.

En la siguiente figura se muestra la ubicación geográficamente las Coordenadas de la Empresa Minera Vicus S.A.C

**Tabla 2. Ubicación geográfica de las coordenadas de la empresa minera Vicus S. A. C**

Concesión	Área Hectáreas	Vértice	Este	Norte
Capacho de Oro I	478	1	231911	8798613
		2	230313	8793874
		3	229449	8794165
		4	230963	8798932

*Tomada de Estudio geológico y reservas de la unidad minera Capacho de Oro I: Empresa minera Vicus S. A. C, 2022 (7)*

En la siguiente figura, se muestra la ubicación de la minera Vicus S. A. C, unidad Capacho de Oro I





**Figura 1. Plano de localización y ubicación de la minera Vicus S. A. C, unidad Capacho de Oro I**

*Tomada de Estudio geológico y reservas de la unidad minera Capacho de Oro I: Empresa Minera Vicus S. A. C, 2022 (7)*

## b) Accesibilidad

El acceso desde Lima es por vía terrestre, según el siguiente itinerario:

**Tabla 3. Ubicación geográfica de las coordenadas 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
Lima - Vicus	198	3 h 10 min.	

*Tomada de Estudio geológico y reservas de la unidad minera Capacho de Oro I: Empresa minera Vicus S. A. C, 2022 (7)*

## 2.3 Geología

### 2.3.1 Geología Regional

El yacimiento aurífero Vicus se encuentra sobre una terraza fluvial del río Supe sobre depósitos de aluviones, la cual presenta dunas en dirección NE-SO, emplazada transversalmente sobre las Quebradas en donde se emplazan las principales vetas del yacimiento. (7)

Se identifican las unidades litológicas y los depósitos cuaternarios, especialmente los depósitos fluviales, aluviales, lacustres y eólicos. Se detallan

las unidades geomorfológicas locales. (7) La geoforma eólica (dunas formadas) y la geoforma plana están relacionadas entre sí. Se establecen los posibles métodos de fractura de bloques de dioritas de grano medio y bloques con intercalación de granodioritas de grano grueso con plagioclasas argilitizadas, incluido el aprovechamiento de la fractura horizontal, a modo de banquetas, y se identifican las zonas de canteras de explotación, de estas rocas. (7)

La zona habría tenido lugar a cuatro aluviones, de los cuales al menos dos flujos aluviónicos habrían afectado en plena ocupación por posible fenómeno de El Niño. Se describen los fenómenos geodinámicos, como los asentamientos y los aluviones, además de los peligros geológicos que afectarían los cerros arenosos. Se concluye que las principales unidades litológicas existentes son la diorita y la andesita, junto a las estructuras la presencia de arcillas como el caolín, la crisocola la calcita. (7)

### **2.3.2 Geología Local**

Vicus es un yacimiento filoneano de origen epitermal, en donde se encuentran vetas en filones y vetillas en forma de rosario, conformando ramales cismoides en horizontal, así como en vertical, con relleno de cuarzo y diseminaciones de pirita, presencia de sulfuros como galena, esfalerita, marmatita, arsenopirita, calcopirita, pirrotita hasta pirrotina con alta conductividad magnética, Incluyéndose también a la tetrahedrita sobre todo hacia el extremo norte del yacimiento. (7)

En estas franjas mineralizadas estructuralmente se encuentra varias fallas perpendiculares como diagonales, también afloran en la zona varios diques de Cuarzo Rodonita, Diorita Basáltica. (7)

Dentro de la concesión “Capacho de Oro I” existen varios sistemas de vetas que siguen direcciones NE-SW y NW-SE, los depósitos de filones de vetas que se encuentran en toda el área generalmente están alojadas dentro de rocas intrusivas de composición granodiorítico y diorítico, en algunos tramos de contacto se encuentran removilizados, en forma de fanglomerados con clastos irregulares que van desde centímetros a metros de diámetro. (7) El complejo

estructural en el yacimiento presenta fallas dextrales, sinextrales, inversas y de rumbo.

### **2.3.3 Geología estructural**

El yacimiento filoneo Vicus se encuentra ubicado en un área fracturada por un sistema de fallas principales con dirección noreste, sureste con buzamientos sub verticales, dentro del corredor Capacho de Oro que aún no se encuentra determinada tanto al este y al oeste, por la falta de personal no se realiza labores de exploración y desarrollo con mayor velocidad; sin embargo se puede decir con certeza la existencia de vetas principales con dirección NE – SW, como también vetas secundarias conocidas como las tensionales. (7)

El sistema de fallas está asociada a intrusiones granodioríticas como dioríticas por lo que dio lugar a la fracturación. Las fallas transversales son locales, mientras que las fallas longitudinales se han formado gracias a esfuerzos generados por la subducción con dirección noroeste, sureste. Por ende, se encuentran los filones con relleno de sulfuros con presencia de cuarzo lechoso. (7)

## **2.4 Geomecánica**

### **2.4.1 Metodología**

A partir de la planimetría realizada en toda la mina con estación total, se realiza una georreferenciación de puntos para el estudio geomecánico, tomando datos por cada cambio de alteración que se observa en la roca o por cada cambio en la litología, tomando como regla mínima estudiar en cada nivel o acceso permitido, determinando las propiedades estructurales del macizo rocoso, utilizando la clasificación geomecánica RMR y el índice de Q de Barton para generar un mapeo geomecánico de las discontinuidades, determinando así las familias principales, así como también la dirección de esfuerzos principales. Tomando en este caso lo más importante el vector de desplazamiento y así determinar la dirección de desplazamiento del macizo como la velocidad de asentamiento. (7)

Según las Normas ISRM 1979 (ISRM, International Society for Rock Mechanics, con base en Lisboa Portugal). La geomecánica es la unión de la

mecánica de los suelos más la mecánica de rocas. La línea divisoria entre ambas está en la Resistencia Compresiva Uniaxial (UCS). Para rocas con un UCS >0.25 MPa, se trata de mecánica de suelos. Para rocas con un UCS < 0.25 MPa se trata con mecánica de rocas. (7)

Para la clasificación geomecánica de la masa rocosa circundante a las labores programadas para el año 2021, se ha utilizado el criterio de clasificación RMR (Rock Mass Rating- Valoración de la Masa Rocosa) de Bieniawski, Considerándose de la siguiente manera. (7)

**Tabla 4. Criterios para clasificación de la masa rocosa**  
**CRITERIO PARA CLASIFICACIÓN DE MASA ROCOSA**

Tipo de roca	Rango RMR	Calidad Según RMR
I	81-100	MUY BUENA
II	61-80	BUENA
IIIA	51-60	REGULAR A
IIIB	41-50	REGULAR B
IV A	31-40	MALA A
IVB	21-30	MALA B
V	> 21	MUY MALA

*Tomada de Estudio geológico y reservas de la unidad minera Capacho de Oro I: Empresa minera Vicus S. A. C, 2022 (7)*

Los resultados del mapeo geomecánico realizado en el avance de las galerías de la veta Valeria al norte en el Nivel -180, según los datos tomados *in situ*, nos indican que la calidad de la masa rocosa en rocas dioríticas con intercalación de fragmentos de rocas intrusivas de composición granodiorítica y se ajusta al Tipo II, con RMR de 60-80, considerada como de calidad Buena. Mientras que el lado sur es de Tipo IV A, cuya composición es roca diorítica de grano medio con fuerte alteración propilítica, que se determina cómo Mala A, con un RMR de 31-40; por lo que su avance requiere sostenimiento con cuadros. (7)

Por lo general la evaluación realizada del macizo rocoso desde el Nivel -120 hasta el Nivel -180, la roca caja se clasifica Tipo III B considerada como Regular B con RMR de 41-50, hasta el Tipo II, que tiene RMR en un rango de 61-80

considerada como una roca buena; en algunos tramos las rocas cajas varían de calidad desde el Tipo IIIB Regular B, hasta Tipo IV B roca considerada como Mala. Siendo muy corto los tramos de roca Muy Mala o de Tipo V que viene hacer extremadamente mala. (7)

## **2.5 Principales vetas:**

### **2.5.1.Veta Valeria**

La veta Valeria tiene un rumbo de N 15° - 25°E, con buzamiento de 85°-86° SE, presentándose en forma de rosario con potencias variables de 0.05 – 0.12 m. esta estructura en algunos tramos se encuentra ramaleada dividida de 2 hasta 4 ramales, conformándose mediante lazos cismoides que se junta en longitudes de aproximadamente 15 a 30 metros. (7)

El relleno consta de cuarzo, pirita diseminada, marmatita, calcopirita; más en profundidad hay presencia de Pirrotita, hasta pirrotina. La veta Valeria es disturbada por varias fallas longitudinales y transversales de las cuales la más reconocida es la falla denominada FALLA "A", N-65°W, con buzamiento 45° SW con movimiento sinextral, llegando a desplazar a la veta en 1.50 m, falla reconocida como una falla post mineral. (7)

### **2.5.2.Veta Daniela**

La veta Daniela tiene un rumbo de N 25° - 35°E, con buzamiento de 80° a 81° SE, con potencias de 0.05 – 0.15 metros. La veta presenta relleno de sulfuros dentro de una matriz de cuarzo blanco con presencia de calcopirita, marmatita, galena. Siendo muy afectada por las fallas locales post mineral, distinguiéndose de la veta Valeria por encontrarse mucho más definida en profundidad, También es afectada y desplazada por la falla local, denominada Falla "A", N 65°W, con buzamiento promedio 45° SW. (7)

Con movimiento sinextral, llegando a desplazar a la veta por más de 1.80 m. en el tramo de impacto. Longitudinalmente la veta Daniela ha sido desarrollada en aproximadamente a 60 m. por lo que urge explorar en profundidad su continuidad. (7)

### **2.5.3.Veta Principal**

La veta Principal tiene un rumbo de N25° - 35°E, con buzamiento de 80° - 85° SE, con potencias desde 0.10 – 0.50 m, la veta principal es una de las estructuras más importantes por presentar anchos muy considerables de mineralización, siendo una de las vetas con mayor contenido de Arsenopirita en todo el tramo de su mineralización presenta pequeños lentes con leyes muy altos, la estructura se encuentra en algunos tramos intersectando algunas fallas longitudinales y transversales. (7)

Así como las otras vetas, también la veta principal se presenta formando cismoides en algunos tramos. Actualmente se conoce un poco más de cien metros de longitud, siendo muy necesario realizar más desarrollo tanto al norte como al sur. (7)

### **2.5.4.Veta Sonia**

La veta Sonia tiene un rumbo promedio de N 15°-35°E, buzamiento 75° - 85°SE, con potencia de 0.02 – 0.08 m, estructura mineralizada con algunos clavos de alta ley, los lazos cismoides no dejan de presentar como las otras vetas, en este caso la Veta Sonia se encuentra desplazada por dos fallas, siendo la falla transversal post mineral denominada Falla “C” de rumbo N 10° W, con buzamiento de 40° - 45° SW de componente dextral. Asimismo, la Veta Sonia se encuentra perturbada por otra falla transversal post mineral denominada Falla “B” N 60° - 65°W, con buzamiento 36° SW de componente sinextral, falla que desplaza 0.50 m. (7)

### **2.5.5.Veta Lady**

La veta Lady tiene un rumbo de N 25° - 35°E, buzamiento de 75° - 87° SE, con potencia promedio de 0.05 – 0.20 m. siendo una veta Tensional de la veta Valeria, desprendiéndose a manera de Split, en este caso no llega a conformar un cismoide con la veta Valeria, también es afectada con un desplazamiento afectado por la falla local denominada Falla “B” con dirección N 60° - 65°W, con buzamiento 36° SW de componente sinextral, llegando a desplazar hasta 1.50 metros. Algunos tramos tienen contenido de oro de alta Ley. (7)

### **2.5.6.Veta Karina**

La veta Karina tiene un rumbo de N 37°W, buzamiento de 67° SW, con potencia promedio de 0.05 – 0.12 m, siendo una veta Tensional de la veta Daniela, desprendiéndose a manera de Split y se encuentra entrelazada entre la veta Daniela y la veta Valeria, llegando a desplazar a la veta Valeria longitudinalmente hasta 13.50 metros. (7)

### **2.5.7.Veta Mikeyla**

La veta Mikeyla tiene un rumbo de N 35°E, buzamiento de 76° SW, con potencia promedio de 0.05 – 0.08 m. con ley promedio de 15 Grs./t. siendo una veta Tensional de la veta Principal, probablemente se encuentra desprendiéndose a manera de Split desde el extremo sur, unos 40 metros sobre el Nivel -120; el impacto reconocido se encuentra en el proyecto de integración. (7)

### **2.5.8.Veta Nico**

La veta Nico tiene un rumbo de N 15°E, buzamiento de 85° SW, con potencia promedio de 0.10 – 0.15 m. con ley promedio de 7.5 Grs./t, siendo una veta con alto contenido de sulfuros principalmente de arsenopirita, terahedrita, su contenido de Au. Aún está presente, falta explorar su comportamiento mineralógico en profundidad debajo del Nivel -720, para el cuál se realizará un pique. (7)

## **2.6 Minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.**

Para el cálculo de tonelaje explotable para el método *cut and fill stoping* (corte y relleno ascendente con relleno detrítico), con equipo Winche y Rastra, se está considerando alas de 20.00 metros en block de 40 metros; a un ancho mínimo de explotación de 0.30 m. El corte será tipo circado con malla tipo Zig -Zag, en donde se obtendrá un tonelaje promedio por corte de: 44.40 t de mineral, estimando así un promedio mensual de producción de tajos de 532.80 t y un acumulado de 6,393.60 t, el total de producción del año 2019. (8)

En la siguiente figura se muestra el método de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S.A.C.

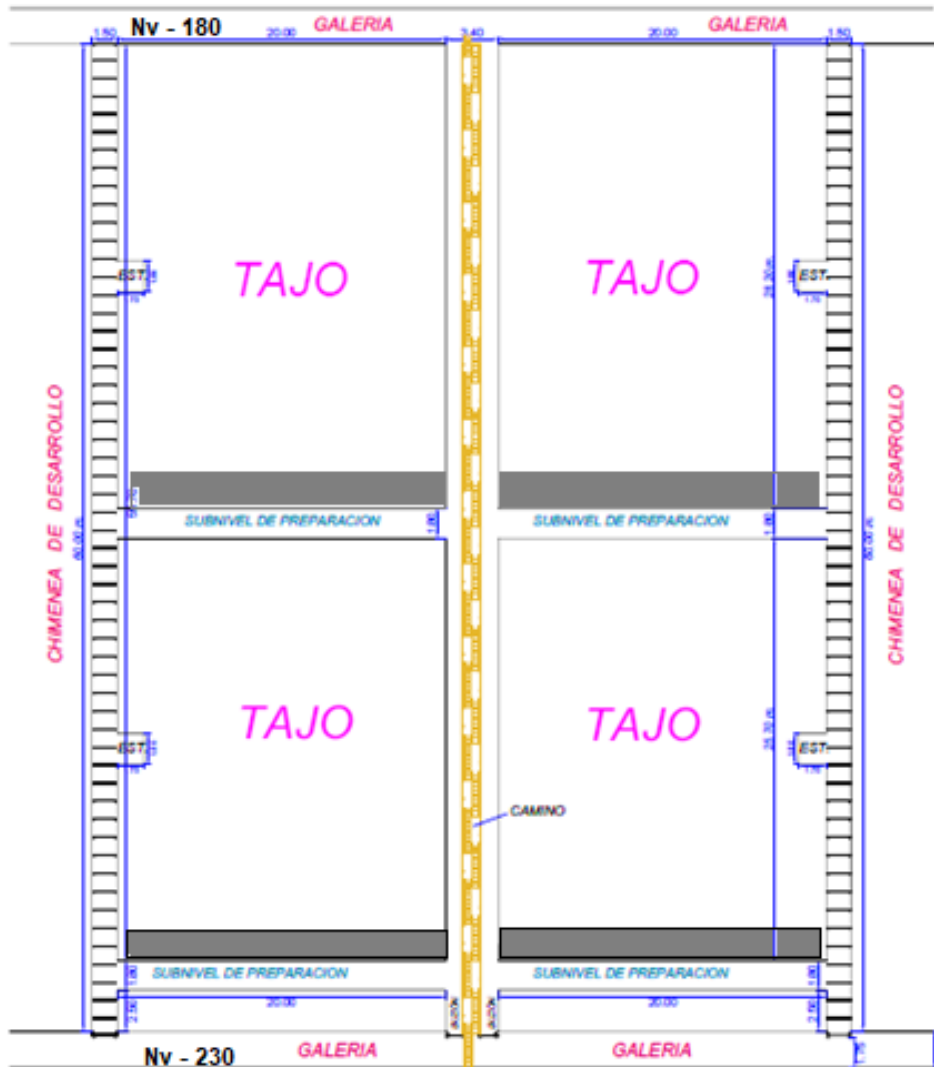


Figura 2. Método de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C. Tomada del área de Planeamiento: unidad minera Vicus S. A. C., 2021 (8)

### 2.6.1. Evaluación plan de exploración, desarrollo y preparación

Para el siguiente año 2021, se tiene un programa de 6,664.00 metros de avances lineales, considerados dentro del programa de exploración, desarrollos y preparación. (8)

Tabla 5. Resumen de avances lineales del año 2022  
RESUMEN DE AVANCES LINEALES 2022 (m.)

Exploración	Desarrollo	Preparación	Total:
500	4756	1408	<b>6664</b>

Tomada del área de Planeamiento: unidad minera Vicus S. A. C., 2021



## **2.6.2.Labores de desarrollo**

### **a) Chimeneas piloto**

Se ejecutarán dos dimensiones de chimeneas, el primero estará basada en chimenea piloto de sección 1.00 m. x 1.50m. Esta chimenea se llevará sobre veta con presencia de cuarzo y sulfuros, con trazas de esfalerita, marmatita, calcopirita. (8) Esta chimenea tendrá la particularidad de avanzar tramo corto de 40.00 metros lineal hasta llegar a comunicar a un sub nivel de preparación que servirá para el circuito de ventilación por lo tanto no contará con compartimientos, sin embargo partirá desde una chimenea corta de 8 metros de altura, para su avance, en esta chimenea será necesario preparar el camino y la zona de buzón, para ello cada 4 disparos se colocará camino, haciendo uso de puntales de madera con 7" y 8" de diámetro, tablas de 2 pulgadas x 3m. Y escaleras de 3 m. (8)

En cada descanso se colocará entablado de protección al lado de compartimiento de buzón, de la misma forma se levantará la ranfla cada 4 disparos y la preparación de puntales de avance se realiza en cada disparo. (8)

Asimismo, el avance va ser con puntales y tablas de madera de eucalipto, estas chimeneas tendrán los primeros 8 metros de doble compartimiento, compartido con buzón camino y además contara con una ranfla reforzada con doble capa de entablado para soportar el golpe del disparo a una altura mayor, esta a su vez cumple dos funciones sumamente importantes primero de proteger el camino y otro es dirigir la carga a lado del buzón, después de finalizar los 8 metros, se continuará con chimenea piloto hasta llegar a la comunicación que consiste en una altura promedio de 50.00 m. Posteriormente se reiniciará la chimenea con la misma sección hasta llegar al siguiente nivel. (8)



**Figura 3. Diseño de la chimenea Piloto para el minado, corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.**

**Tomada del área de Planeamiento: unidad minera Vicus S. A. C., 2021 (8)**

### **b) Perforación en chimenea piloto**

La perforación se realiza en forma vertical de acuerdo al buzamiento de la veta, haciendo uso de una máquina perforadora *stoper* con una sección de 1.5 m por 1 m con un total de 20 taladros de 4 pies, cada perforación será con el uso de arnés de seguridad durante la operación, después de cada disparo en chimenea se colocara dos puntales de avance de acuerdo al estándar, posteriormente se cumple con el ciclo de minado (ventilar, regar, desatar) y con el cumplimiento de los PETS establecido por la empresa. (8)

### **c) Voladura**

Para la ejecución de la voladura se utilizará explosivo emulsión 3000 y los accesorios a utilizar Carmex de 7 pies, mecha rápida 8 m hasta una altura de 30m y pasado los 25m de altura se proporcionará de 12 m de mecha rápida, para lo cual nos da un promedio de 10 m de mecha rápida por disparo y para la preparación del cebo se utilizará punzón de cobre. La voladura de todo el frente se realizará por sección completo. (8)

- **Parámetro de voladura en chimenea piloto**

El número de emulsiones será:

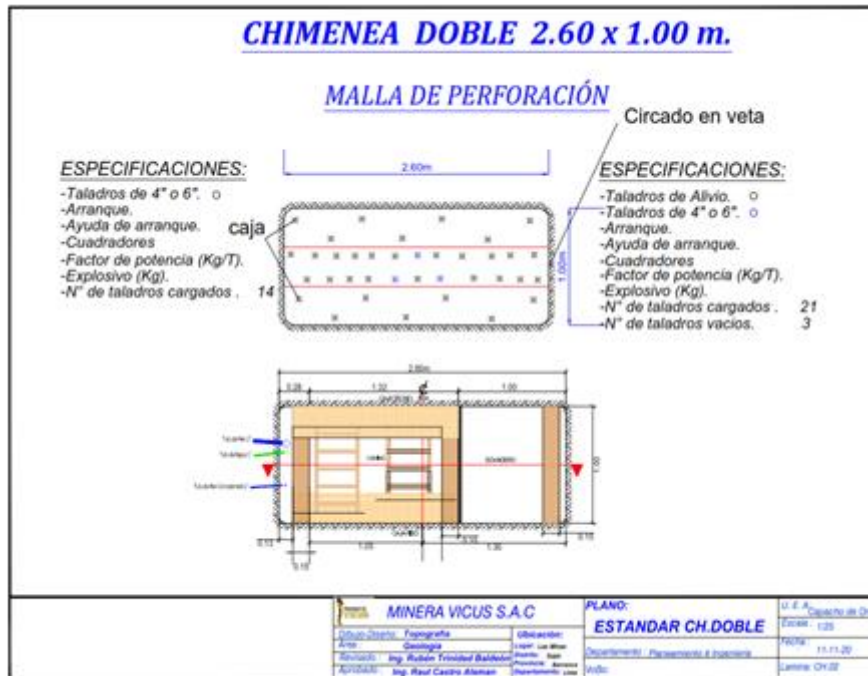
- ✓ Número de taladros = 3
- ✓ Número de taladros cargados = 20
- ✓ Numero de emulsiones/taladro = 5
- ✓ Total, de emulsión = 100 emulsiones.
- ✓ Kg de explosivo = 100 emulsiones x 0.09 Kg/emulsiones = 9 kg
- ✓ Tonelaje de desmonte roto = 6.56 t
- ✓ Factor de Potencia =  $9 \text{ kg} / 6.56 \text{ t} = 1.37 \text{ kg/t}$

El uso de accesorios de voladura será; 20 unidades de carmex de 7 pies y 10 metros de mecha rápida.

**d) Chimeneas doble compartimiento**

Las chimeneas de doble compartimiento van a ser de una sección de 1.00 m por 2.60 m, en ello la perforación se realizará con máquina perforadora *stoper*, con barras cónicas de 2 y 4 pies, con brocas de 38 y 36 mm respectivamente. Para la perforación se necesitará armar una plataforma, la altura promedio debe estar entre 2.30 m desde la plataforma hasta el techo de la labor, con la finalidad de ceder espacio a la instalación de la máquina perforadora para iniciar con la perforación sin dificultad. (8)

Para iniciar la perforación circado de la veta se utilizará el trazo en zigzag, el número de taladros a realizar en veta será de 21 taladros, de los cuales 3 serán de taladros de alivio por seguridad los taladros de descaje quedan ya perforados listos para disparar en ciclos distintos para evitar la contaminación de mineral, el número de taladros de descaje será de 14 taladros. (8)



**Figura 4. Diseño de la chimenea de doble compartimiento para el minado, corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C. Tomada del área de Planeamiento: unidad minera Vicus S. A. C., 2021. (8)**

**e) Perforación en chimenea doble compartimiento en circado en veta.**

La perforación se realiza en forma vertical de acuerdo al buzamiento de la veta, haciendo uso de una máquina perforadora *stoper* con una sección de 2.40 m por 0.30 m con un total de 21 taladros en veta (incluido 3 alivios) en cada perforación se inicia con un barreno de 2 pies y luego se empatara con barreno de 4 pies, después de cada disparo en chimenea se colocara dos puntales de avance de acuerdo al estándar, posteriormente se completara con la preparación de buzón y camino utilizando puntales de 7 y 8 pulgadas y con una ranfla para proteger el camino, luego se cumple con el ciclo de minado (ventilar, regar, desatar) como también los cumplimientos de los PETS establecidos por la empresa. (8)

**f) Voladura**

Para la ejecución de la voladura se utilizará cartuchos, y los accesorios a utilizar carmex de 7 pies, mecha rápida 8 m hasta una altura de 25 m y pasado los 25m de altura se proporcionará de 12 m de mecha rápida, para lo cual nos da un promedio de 10 m de mecha rápida por disparo y para la preparación del

cebo se utilizará punzón de cobre. La voladura de todo el frente se realizará por sección completo. (8)

Para la voladura se hará uso de cartuchos, la cantidad de explosivo a utilizar será de 6 unidades de cartucho por taladro, en un total de 21 taladros de un peso de 0.08 Kg cada uno, 21 Unidades de Carmex de 7 Pies y 10 metros de mecha rápida. (8)

- Parámetro de voladura en chimenea doble compartimiento circado en veta:

Número de taladros de alivio = 3

✓ Número de taladros cargados = 21

✓ Número de emulsiones/taladro = 6

✓ Total, de cartuchos/taladro = 6

✓ Total, de cartuchos = 126 cartuchos.

✓ Kg de explosivo = 126 cartuchos x 0.082 Kg = 10.332 kg

✓ Tonelaje de mineral roto = 3.91 t

✓ Factor de Potencia = 10.332 kg /3.91 t = 2.64 kg/t

El uso de accesorios de voladura será: 21 unidades de carmex de 7 pies y 10 metros de mecha rápida.

#### **g) Perforación en chimenea doble compartimiento en caja.**

La perforación se realiza en forma vertical de acuerdo al cara libre del circado anterior de la veta, haciendo uso de una máquina perforadora *stoper* con una sección de 2.40 m por 0.70 m con un total de 14 taladros en caja, esta perforación fue acumulado en el momento que se realizó la perfección en veta, en cada perforación se inicia con un barreno de 2 pies y luego se completa con barreno de 4 pies, después de cada disparo en chimenea se colocara dos puntales de avance de acuerdo al estándar, posteriormente se completara con la preparación de buzón y camino utilizando puntales de 7 y 8 pulgadas y con una ranfla para proteger el camino, luego se cumple con el ciclo de minado (ventilar, regar, desatar) como también los cumplimientos de los PETS establecidos por la empresa. (8)

## **h) Voladura**

Para la ejecución de la voladura se utilizará emulsiones, y los accesorios a utilizar es carmex de 7 pies, mecha rápida 8 m hasta una altura de 25 m y pasado los 25m de altura se proporcionará de 12 m de mecha rápida, para lo cual nos da un promedio de 10 m de mecha rápida por disparo y para la preparación del cebo se utilizará punzón de cobre. (8)

Para la voladura se hará uso de emulsiones, la cantidad de explosivo a utilizar será de 6 unidades de emulsiones por taladro, en un total de 14 taladros de un peso de 0.09 Kg cada uno, 14 unidades de carmex de 7 pies y 10 metros de mecha rápida. (8)

- **Parámetro de voladura en chimenea doble compartimiento en caja:**

El número de emulsiones será:

- ✓ Numero de taladros cargados = 14
- ✓ Numero de emulsiones/taladro = 6
- ✓ Total, de emulsiones = 70 emulsiones.
- ✓ kg de explosivo=70 emulsiones x0.09 kg/emulsiones=6.3 kg
- ✓ Tonelaje de desmonte roto = 14.77 t
- ✓ Factor de potencia = 6.3 kg /14.77 t = 14.77 kg/t

El uso de accesorios de voladura será: 14 unidades de carmex de 7 pies y 10 metros de mecha rápida.

### **2.6.3.Ventilación**

La ventilación en este tipo de chimenea utiliza la tercera línea con una tubería de 1" chimenea, con agujeros cada 3 m para llevar aire comprimido todo el tramo de la chimenea para mejorar la evacuación de gases. (8)

### **2.6.4.Limpieza**

Después de cada disparo y de haber finalizado con la ventilación, es necesario subir mediante las sogas de 1 pulgada hasta el techo de la labor, implementando dos tablas de 2 pulgadas como plataforma para verificar las rocas sueltas y lavar bien las cajas, antes de la limpieza se realizará el desatado de rocas sueltas, la

limpieza se realiza en retirada, desde los puntales, tablas, ranfla e incluido hasta el camino. (8)

Luego, para la limpieza de los chutes de mineral y desmonte se utiliza dos juegos de barretillas de 4 y 6 pies, con la finalidad de retirar los listones que tapan la boca del chut y así mismo descargar el material a los carros mineros, primero se realizará el chuteo con contenido en mineral dejando vacío el chut, para luego realizar con la voladura de caja y nuevamente proceder con el chuteo de carga de desmonte para luego seguir con el acarreo a pulso que será dirigiendo el carro minero al inclinado respectivo para su traslado. (8)

#### **2.6.5. Plan de explotación:**

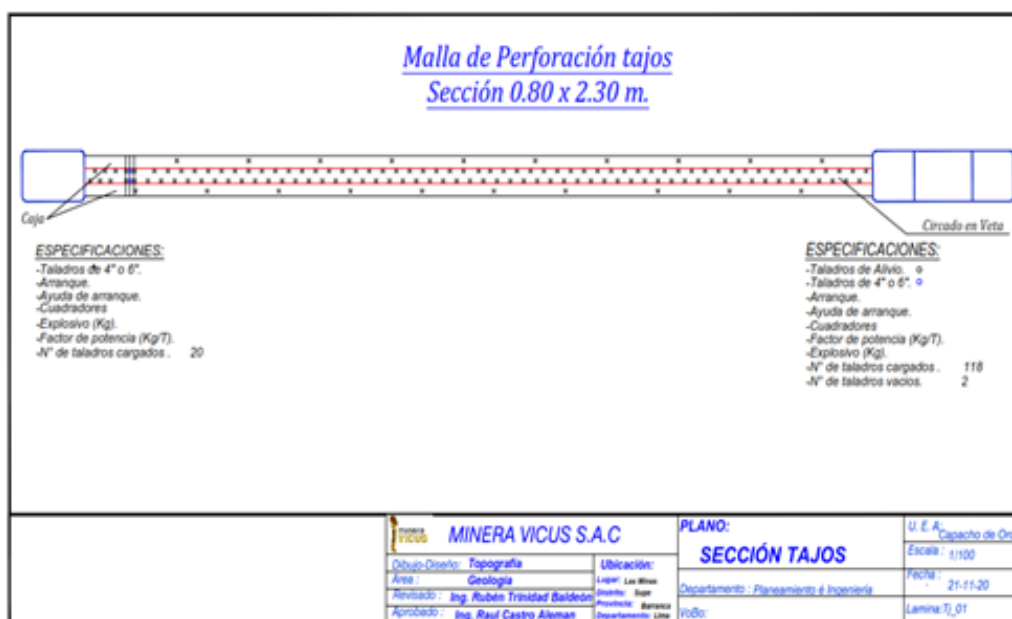
Dentro del Plan de Minado para el año 2022, se ha estimado un programa de 7264.00 t de mineral de tajos que se irán preparando en el transcurso de las labores de desarrollo y preparación. Estimando así un promedio de producción mensual de 1405.22 t de mineral y en total del año 2022 se prevé producir 17657.27 t de mineral con un *cutt off* de 11.00 Grs./t Au. Para obtener un contenido fino de 185.49 Kg de Au, de está considerando los mejores estándares existentes en la actualidad, tomando en cuenta todos los parámetros y controles geológicos y geotécnicos. (8)

#### **a) Perforación circado en veta y caja en tajo**

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 2 pies con broca de 38mm y barrenos cónicos de 4 pies con broca de 36mm para todos los taladros tanto en veta como en caja, toda la perforación del tajo es una sola operación. (8)

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. (8)



**Figura 5. Diseño de la chimenea de doble compartimiento para el minado, corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C. Tomada del área de Planeamiento: unidad minera Vicus S. A. C., 2021 (8)**

### b) Voladura circado en veta en tajo

En esta actividad se realiza la voladura en circado en veta, tomando en cuenta que el tipo de explosivo a utilizar son cartuchos semigelatinosos, lo cual este explosivo nos permite controlar el ancho de minado que es de 0.30m para obtener una buena dilución de mineral. Y Como segunda actividad posterior a la perforación se utilizará emulsión encartuchada el carguío se hará manualmente con uso de atacadores de madera y para la elaboración del cebo se utilizará punzón de cobre. (8)

La cantidad de explosivo que se utilizará se detalla en un cuadro para cada tipo de labor, cabe mencionar que para el presente Plan de Minado se está considerando el 80 % de uso de carmex, que reemplazará a la cantidad de fulminante, conectores y mecha blanca. (8)

- **Parámetro de voladura en tajo circado en veta:**

El número de accesorios de voladura será:



- ✓ Carmex = 80 piezas de 7 pies
- ✓ Mecha rápida = 20 metros
- ✓ el número de cartuchos será:
- ✓ Número de taladros cargados = 80
- ✓ Número de cartuchos/taladro = 5
- ✓ Total, de cartuchos = 400 cartuchos.
- ✓ kg de explosivo = 400 cartuchos x 0.082 kg/cartuchos = 32.8 kg
- ✓ Tonelaje de mineral roto = 24.88 t
- ✓ Factor de potencia = 39.36 kg / 24.88 t
- ✓ Factor de potencia = 1.31 kg/t

- **Parámetro de voladura de tajo en caja:**

El número de accesorios será:

- ✓ Número de Carmex = 20 piezas de 7 pies
- ✓ Mecha rápida = 18 metros
- ✓ Número de taladros cargados = 20
- ✓ Número de taladros de alivio = 3
- ✓ Número de emulsiones/taladro = 5
- ✓ Total, de emulsiones = 100 emulsiones.
- ✓ kg de explosivo = 100 emulsiones x 0.09 kg/emulsiones = 9 kg
- ✓ Tonelaje de desmonte roto = 44 t
- ✓ Factor de potencia = 9 kg / 4.4 t = 0.20 kg/t

### **c) Ventilación en tajo**

La ventilación en este tipo de tajo se realiza con aire comprimido 40% y 60% aire natural por las chimeneas comunicadas por los extremos hacia nivel superior, para mejorar la evacuación de gases dejando así la labor bien ventilada para el inicio de ciclo de minado. (8)

### **d) Limpieza en tajo**

Después de cada disparo y de haber finalizado con la ventilación, es necesario subir al tajo para proceder al regado y desatado de rocas sueltas en toda la parte superior del tajo, una vez desatado la labor la limpieza se hará en retirada contando con dos pares de lampas y picos más una carretilla para la evacuación

de mineral pallaqueando y desmante se queda en tajo para relleno. (8) Posteriormente se ara el chuteo de carga de mineral selectivo en carros mineros U 35, una vez concluido la limpieza de mineral se procederá a poner barrera a ambos extremos con puntal de 8 pulgadas y enrejados de 6 pulgadas, luego terminado las barreras se procederá hacer el disparo de las cajas, nuevamente se ara la ventilación, el regado y el desatado de rocas sueltas, para concluir se hará el pampilleo con relleno detrítico de todo el tramo del tajo para así continuar nuevamente con el ciclo de minado. (8)

#### **2.6.6. Drenaje de agua**

El drenaje de la mina subterránea como objetivo es conocer la problemática que se pone en 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. (8) 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 Nv 0. Con una bomba de 5 HP y una red de tubería de 1 pulgada de hdp. (8)

#### **2.6.7.Sostenimiento en las labores**

En toda explotación minera, el sostenimiento de las labores son trabajos adicionales de alto costo que reduce la velocidad de avance y/o producción, pero que, a la vez en un proceso esencial para proteger de accidentes al personal y al equipo, el tipo de sostenimiento en esta minería es de acuerdo al tipo de roca a presentarse según el avance. En rocas fracturadas en galería se utiliza un sostenimiento de cuadros de madera, malla electrosoldada con pernos Split Sets. (8) En algunos tajos se emplea puntales de seguridad con plantilla y en reparaciones de buzones se empleará guarda cabezas para proteger al personal de trabajo. (8)

#### **2.6.8.Relleno detrítico en tajo**

Es un relleno convencional cuyo material procede de la desagregación de los cuerpos baja ley o estéril, en la labor se requiere de rastrillos, winches manuales para extender las cargas y para quitar convenientemente las cajas y evitar los

espacios vacíos muy comunes en este tipo de relleno que permite los movimientos de las cajas. (8) Las obtenciones de relleno detrítico son:

- ✓ De las cajas hueco de perro
- ✓ De tajeo antiguos rellenos
- ✓ De las labores que se apertura en material pobre o estéril

### **2.6.9.Cálculo de tonelaje explotable**

Para el cálculo de tonelaje explotable para el método *cut and fill stoping* (corte y relleno ascendente con relleno detrítico) con equipo Winche y Rastra, se está considerando alas de 20.00 metros en block de 40 metros; a un ancho mínimo de explotación de 0.30 m. (9) El corte será tipo circado con malla tipo zig -zag, en donde se obtendrá un tonelaje promedio por corte de: 44.40 t (9) de mineral, estimando así un promedio mensual de producción de tajos de 532.80 t y un acumulado de 6,393.60 t, el total de producción del año 2019. (9)

### **2.6.10.Cálculo de movimiento de desmonte**

Para el cálculo de volumen de desmonte que se obtendrá de los diversos trabajos programados se ha estimado mover 31,203.74 t (9) de desmonte que van a ser trasladados a duperficie, 5,765.76 t de desmonte quedará en los tajos como relleno detrítico. (9)

## **2.7 Descripción del método de minado por corte y relleno**

El mineral se extrae mediante franjas horizontales o vertical comenzando en la parte inferior de un tajeo y avanzando hacia arriba. (10)

En el momento en que se realiza la extracción toda la franja completa, el volumen a relleno 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. (10)

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. (10) 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. (10)

En la siguiente tabla se muestra los parámetros de aplicación del método de minado por *cut and fill* ascendente. (10)

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. (10)

### **2.7.1.Parámetros**

- ✓ Se debe considerar un buzamiento considerable (10)
- ✓ Potencia moderada aceptable (10)
- ✓ Mineral y roca de empaque de moderada a desvalida (10)
- ✓ Cajas con irregular y macizo rocoso no competentes aceptable (10)
- ✓ Ley de mineral alto (10)

### **2.7.2.Ventajas y desventajas**

#### **a) Ventajas:**

- ✓ Recuperación está cerca del 100%. (10)
- ✓ Es excepcionalmente específico, lo que implica que los segmentos de alto grado y dejar esas regiones de segunda categoría sin explotar. (10)
- ✓ Es una estrategia protegida. (10)
- ✓ Puede llegar a un nivel grave de motorización. (10)
- ✓ Es razonable para repositorios con propiedades mecánicas reales ineptas.

#### **b) Desventajas:**

- ✓ Mayor costo de operación en la explotación. (10)
- ✓ Mínimo rendimiento de la producción debido a la actividad del relleno. (10)
- ✓ Alta adquisición de materiales para el sostenimiento. (10)

## **CAPÍTULO III**

### **MÉTODO DE DESARROLLO DEL PROYECTO**

#### **3.1 Método y alcances de la investigación**

##### **3.1.1 Métodos de la investigación**

###### **a) Método general**

En forma general se empleará el método científico, porque se construye a base de datos empíricos *in situ* el diseño de armado de barrera con losa de concreto ayudará a mejorar el ciclo de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.

###### **b) Método específico**

El método específico a emplear es el método experimental inductivo – deductivo. Se deduce que el diseño de armado de barrera con losa de concreto ayudará a reducir las deficiencias y evitar las pérdidas de materiales como accidentes fatales ocasionadas por la barrera con madera utilizada en el ciclo de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.

El método analítico, porque tras el diseño de armado de barrera con losa de concreto se evitará las pérdidas materiales que afectan al costo de minado, elevando en el desarrollo de las actividades secundarias en el ciclo de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.

### **3.1.2 Alcances de la investigación**

#### a) Tipo de investigación

La investigación es aplicada, porque el objetivo de la investigación es determinar el diseño de armado de barrera con losa de concreto para mejorar el ciclo de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.

#### b) Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo, porque trata de explicar que el diseño de armado de barrera con losa de concreto reducirá las deficiencias generadas por la barrera de madera utilizada en el ciclo de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.

### **3.2 Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación es experimental.

### **3.3 Población y muestra**

#### **3.3.1 Población**

Todos los tajeos donde aplican el método de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.

#### **3.3.2 Muestra**

Tajeo de la veta Valeria Nivel -230 método de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.4.1 Técnicas utilizadas en la recolección de datos**

En la presente investigación se realizará la recolección de datos en campo *in situ*, mediante la técnica observacional y procesamiento de datos pasados y actuales en los trabajos del ciclo de minado del método de minado por corte y relleno ascendente

Para la recolección de datos del área de Operaciones Mina y el área de Planeamiento de los trabajos realizados en los tajeos, informes diarios, informes mensuales y anuales, se usó tesis, libros y laptop para el procesamiento de los datos.

### **3.4.2 Instrumentos utilizados en la recolección de datos**

Como instrumento de campo: cuaderno de notas, planos, reporte de trabajos de operaciones mina de los tajeos, en el ciclo de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1 Evaluación del diseño de armado de barrera con losa de concreto para mejorar el ciclo de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.**

La veta Valeria del tajeo de la veta Valeria Nivel -230 tiene un rumbo de N15° - 25°E, con buzamiento de 85°-86° SE, presentándose en forma de rosario con potencias variables de 0.05 – 0.12 m. Esta estructura, en algunos tramos, se encuentra ramaleada dividida de 2 hasta 4 ramales, conformándose mediante lazos cismoides que se junta en longitudes de aproximadamente 15 a 30 metros. El relleno consta de cuarzo, pirita diseminada, marmatita, calcopirita; más en profundidad hay presencia de pirrotita. La veta Valeria es disturbada por varias fallas longitudinales y transversales de las cuales la más reconocida es la falla denominada FALLA "A", N-65°W, con buzamiento 45° SW con movimiento sinextral, llegando a desplazar a la veta en 1.50 m, falla reconocida como una falla post mineral.

##### **4.1.1 Plan de desarrollo**

Dentro del Plan de Desarrollo se realizará 4756.00 metros lineales dentro de ello se está considerando galerías con las mismas dimensiones con las que se ejecutarán las labores de exploración, con una sección de 2.10 m x 2.20 m, todo el procedimiento será lo mismo. También se ejecutarán chimeneas de desarrollo para conformar bloques de reservas y al mismo tiempo dimensionar los tajos, para su explotación las chimeneas a llevar son chimeneas piloto con una



sección de 1 m por 1.50 m, chimeneas dobles con sección de 1m por 2.40 y chimeneas triples con sección de 1 m por 3.60 m.

#### 4.1.2 Diseño de armado de barrera con losa de concreto para mejorar el ciclo de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.

En el método de explotación de corte y relleno ascendente, en la etapa de relleno con material detrítico del tajo, se realiza el enrejado del tajo por ambas alas para poder contener el material de relleno a fin de establecer el piso de trabajo para el siguiente corte a realizar.

#### 4.2.1.1 Barrera con madera método de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.

Para la barrera de madera se necesita puntales con diámetros de 7" y 8" para el enrejado de la barrera se utiliza madera de 2" x 3 m, una realizado la perforación y voladura el mineral volado en el tajo es limpiado con un Winche, en seguida es relleno para seguir avanzando con el minado, la barrera con madera se realiza en ambas alas del tajeo.

En la siguiente figura se muestra el diseño estándar de barrera con madera para el minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.

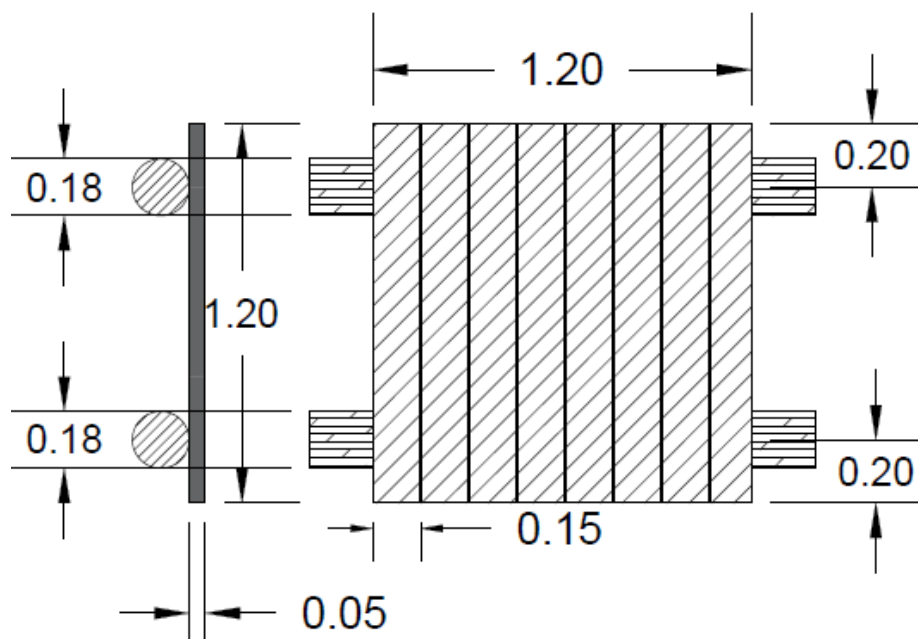


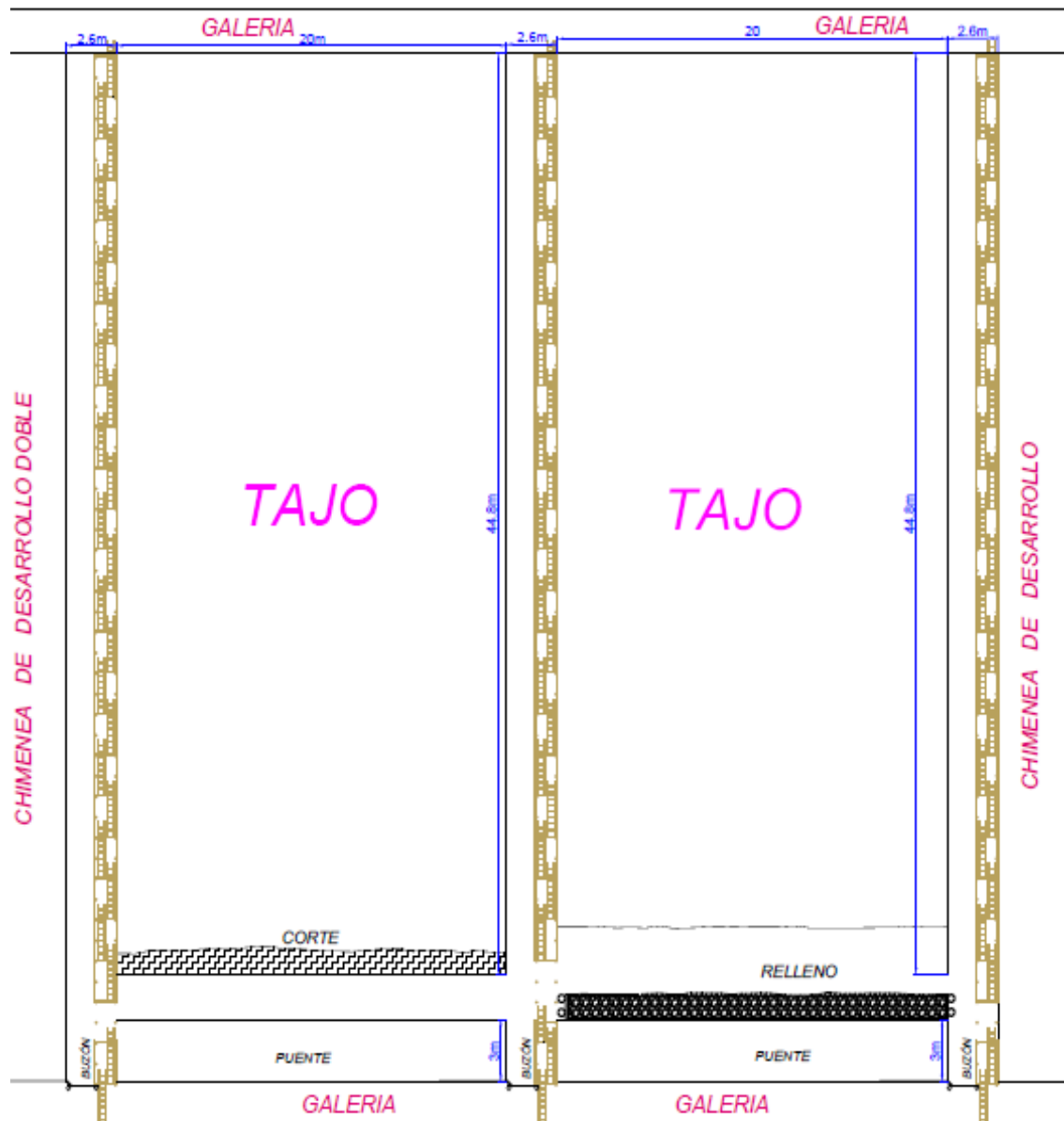
Figura 6. Diseño estándar de barrera con madera para el minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.

## Interpretación

Los materiales utilizados para este tipo de barrera con madera son:

- ✓ 2 puntales de madera de 7" o 8" de diámetro, con longitud de 1.60 metros.
- ✓ 8 tablas con ancho de 6" y de grosor 2", con un total de 10 metros.

En la siguiente figura se muestra el diseño de minado con la barrera de madera para el método por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.

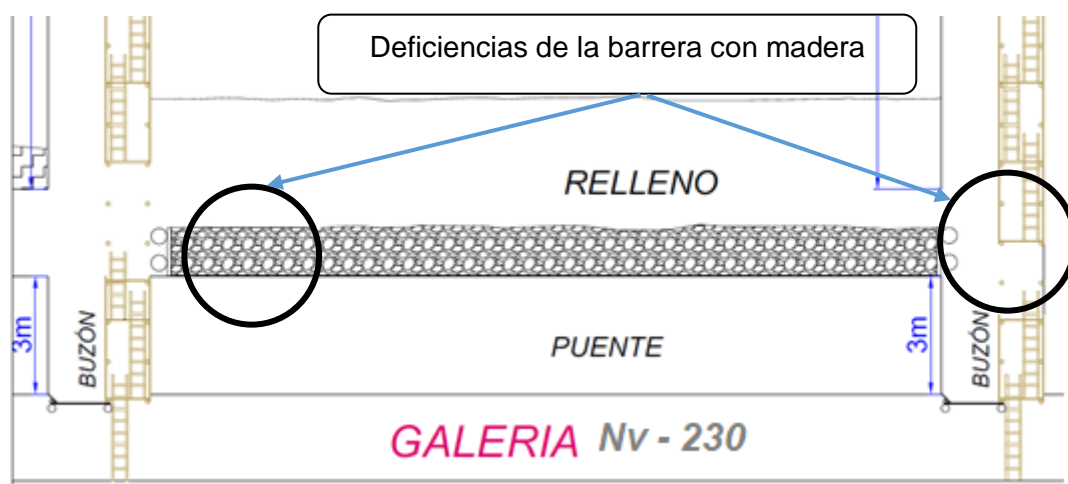


**Figura 7. Diseño de minado con la barrera de madera para el método por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.**

## Interpretación

De la figura se muestra un block mineralizado de dimensiones el largo de 20 m, el alto de 44 m y el ancho de 1.2 m, el volumen del bock mineralizado es de 1056 m<sup>3</sup> y en tonelaje se tiene 3020.16 t. Como se ve en la figura la barrera de madera para el relleno del piso del tajo se realiza en ambas alas respectivamente

En la siguiente figura, se detalla la barrera de madera para el método de minado, corte y relleno ascendente.



**Figura 8. Barrera de madera para el método de minado, corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.**

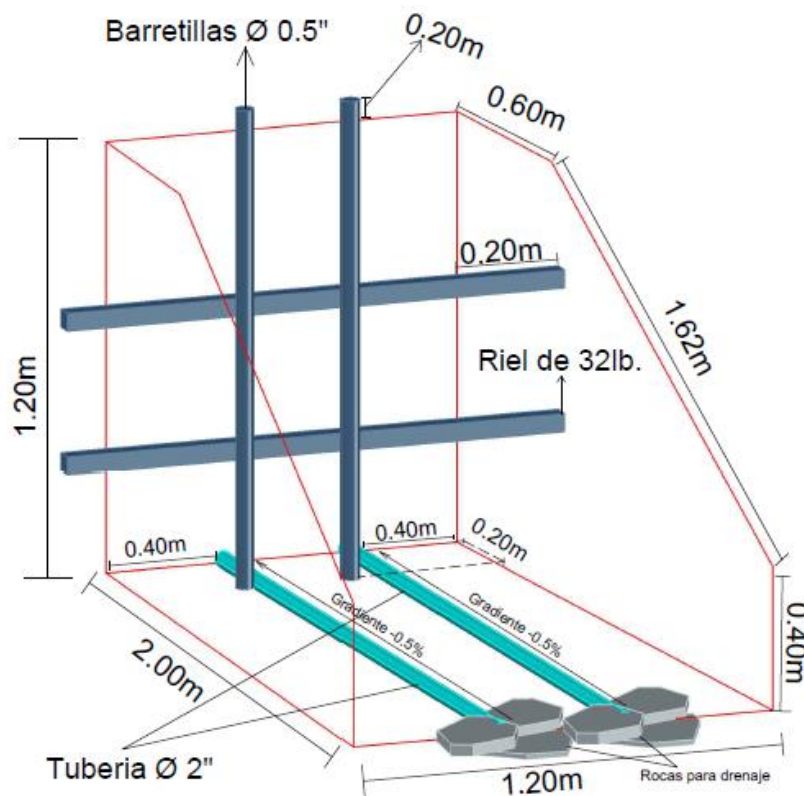
## Interpretación

De la figura, se visualiza la barrera de madera realizada en ambas alas del tajo, este tipo de trabajo, tuvo deficiencias ya que por ser dos alas para poder realizar las barreras se ejerce presión y cargas considerables en ambos extremos del nivel, esto provocó que cediera una de las barreras, perjudicando el ciclo de minado en los trabajos de remediación del subnivel para continuar minando y los trabajos de limpieza de la galería principal, aparte de generar pérdidas operativas y económicas, por otro lado también se podría ocasionar un accidentes fatales al trabajador.

### 4.2.1.2 Armado de barrera con losa de concreto para mejorar el ciclo de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.

Por las deficiencias señaladas en la anterior sección, se implementó el diseño del armado de barreras con losa de concreto a fin de minimizar definitivamente esta deficiencia que genera pérdidas operativas y económicas, como accidentes fatales que perjudicarían los trabajos de la minera Vicus S. A. C.

En la siguiente figura, se muestra el bloque para el encofrado de la barrera con losa de concreto del minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S.A.C.



**Figura 9. Bloque para el encofrado de la barrera con losa de concreto del minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.**

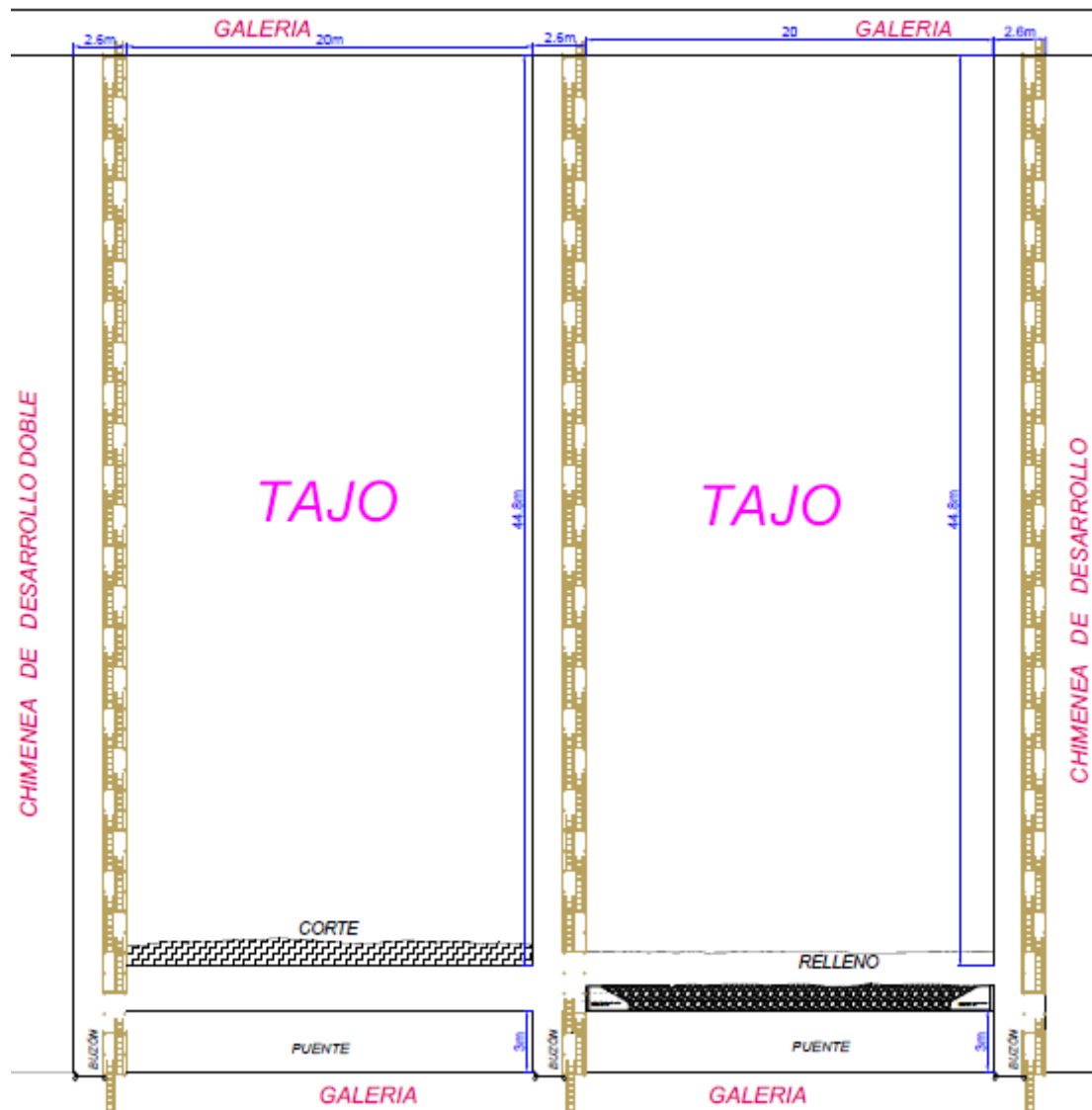
### Interpretación

Los materiales utilizados para este tipo de barrera con losa de concreto son:

- ✓ 2 unidades de Barretillas usadas de 0.5" diámetro de 4" cada una
- ✓ 2 rieles usados de 32 lb con una longitud de 1.60 metros
- ✓ 15 bolsas de cemento tipo 1
- ✓ 1.8 m<sup>3</sup> de confitillo (arena más piedra)
- ✓ 2 tuberías de 2" diámetro, con una longitud de 2 metros

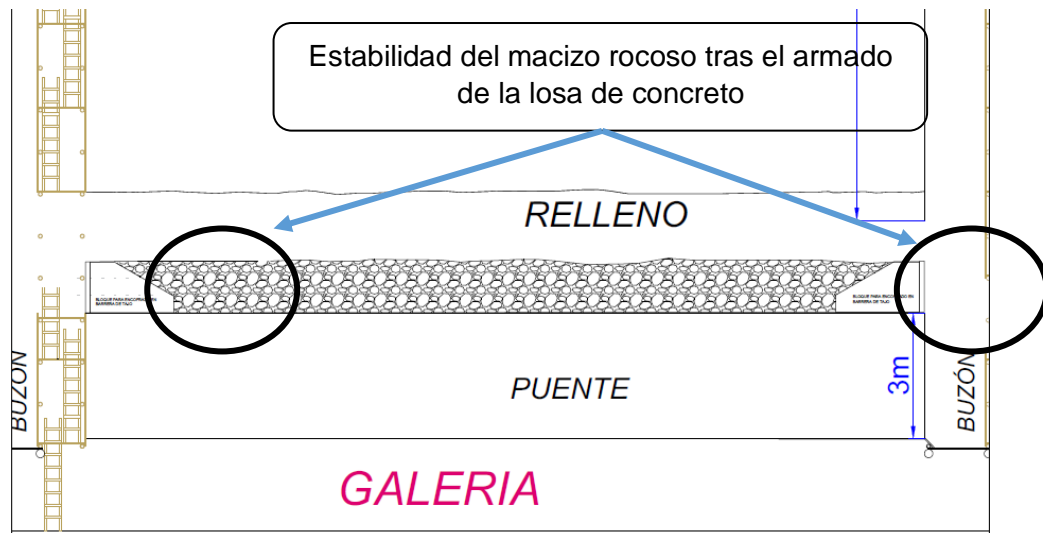
El volumen de la barrera de concreto con las dimensiones señaladas en la figura es de 2.30 m<sup>3</sup>.

En la siguiente figura se muestra el diseño de minado por corte y relleno ascendente con el armado de barrera con losa de concreto, minera Vicus S. A. C.



**Figura 10. Diseño de minado por corte y relleno ascendente con el armado de barrera con losa de concreto, minera Vicus S. A. C.**

En la siguiente figura, se detalla el diseño del armado de barrera con losa de concreto para el método de minado, corte y relleno ascendente.



**Figura 11.** *Diseño del armado de barrera con losa de concreto para el método de minado, corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.*

### Interpretación

De la figura, se visualiza el diseño del armado de barrera con losa de concreto, se tiene una buena estabilidad del macizo rocoso en las cajas del tajo, cuenta con una buena adherencia en el terreno brindando seguridad y eficiencia operativa del ciclo de minado por corte y relleno ascendente, evitando posibles roturas de la barrera del relleno del tajo.

### 4.2 Análisis del estudio geomecánico para el diseño de armado de barrera con losa de concreto en el método de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S. A. C.

El tajeo de la veta Valeria Nivel -230, a partir de la planimetría realizada en toda la mina con estación total se realiza una georreferenciación de puntos para el estudio geomecánico, tomando datos por cada cambio de alteración que se observa en la roca o por cada cambio en la litología, tomando como regla mínima estudiar en cada nivel o acceso permitido, determinando las propiedades estructurales del macizo rocoso, utilizando la clasificación geomecánica RMR y el índice de Q de Barton para generar un mapeo geomecánico de las discontinuidades, determinando así las familias principales, así como también la dirección de esfuerzos principales. Tomando en este caso lo más importante el vector de desplazamiento y así determinar la dirección de desplazamiento del macizo como la velocidad de asentamiento.

Según las Normas ISRM 1979 (ISRM, International Society for Rock Mechanics, con base en Lisboa Portugal). La geomecánica es la unión de la mecánica de los suelos más la mecánica de rocas. La línea divisoria entre ambas está en la Resistencia Compresiva Uniaxial (UCS). Para rocas con un UCS >0.25 MPa, se trata de mecánica de suelos. Para rocas con un UCS > 0.25 MPa se trata con mecánica de rocas.

Para la clasificación geomecánica de la masa rocosa circundante a las labores programadas para el año 2021, se ha utilizado el criterio de clasificación RMR (Rock Mass Rating- Valoración de la Masa Rocosa) de Bieniawski, considerándose de la siguiente manera:

En la siguiente tabla se muestra el criterio para la clasificación de la masa rocosa del tajeo de la veta Valeria Nivel -230.

**Tabla 6. Criterio para la clasificación de la masa rocosa del tajeo de la veta Valeria Nivel - 230**

CRITERIO PARA CLASIFICACIÓN DE MASA ROCOSA		
Tipo de roca	Rango RMR	Calidad Según RMR
I	81-100	MUY BUENA
II	61-80	BUENA
IIIA	51-60	REGULAR A
IIIB	41-50	REGULAR B
IV A	31-40	MALA A
IVB	21-30	MALA B
V	> 21	MUY MALA

#### 4.2.1 Significado de la clasificación del macizo rocoso

**Tabla 7. Significado de la clasificación del macizo rocoso**

Valoración RMR	100 a 81	80 a 61	60 a 41	40 a 21	Menor a 20
Clasificación N°	I	II	III	IV	V
Descripción	Roca muy buena	Roca buena	Roca regular	Roca mala	Roca muy mala
Tiempo medio de sostén para daro 5m.	10 años	6 meses para daro de 4m.	1 semana para daro de 3m.	5 horas para daro de 15 m.	10 minutos para daro de 0.5 m.
Parámetros geomecánicos					
Cohesión	30 ton/m <sup>2</sup>	20 a 30 tn/m <sup>2</sup>	15 a 30 tn/m <sup>2</sup>	10 a 15 tn/m <sup>2</sup>	Menor a 10 tn/m <sup>2</sup>
Ang. Recomendados	Mayor a 45°	40° a 45°	35° a 40°	30° a 35°	Menor a 30°

#### 4.2.2 Sosténimiento según RMR

**Tabla N. 8: Sosténimiento según RMR**

CLASE DE MACIZO ROCOSO	EXCAVACIÓN	SOSTENIMIENTO		
		PERNOS DE ANCLAJE REPARTIDO (∅=20mm)	HORMIGON PROYECTADO	CERCHAS DE ACERO
I Muy Buena RMR 81-100	A plena sección de avances de 3 m.	Generalmente no requieren sosténimiento excepto algún porno ocasional.		

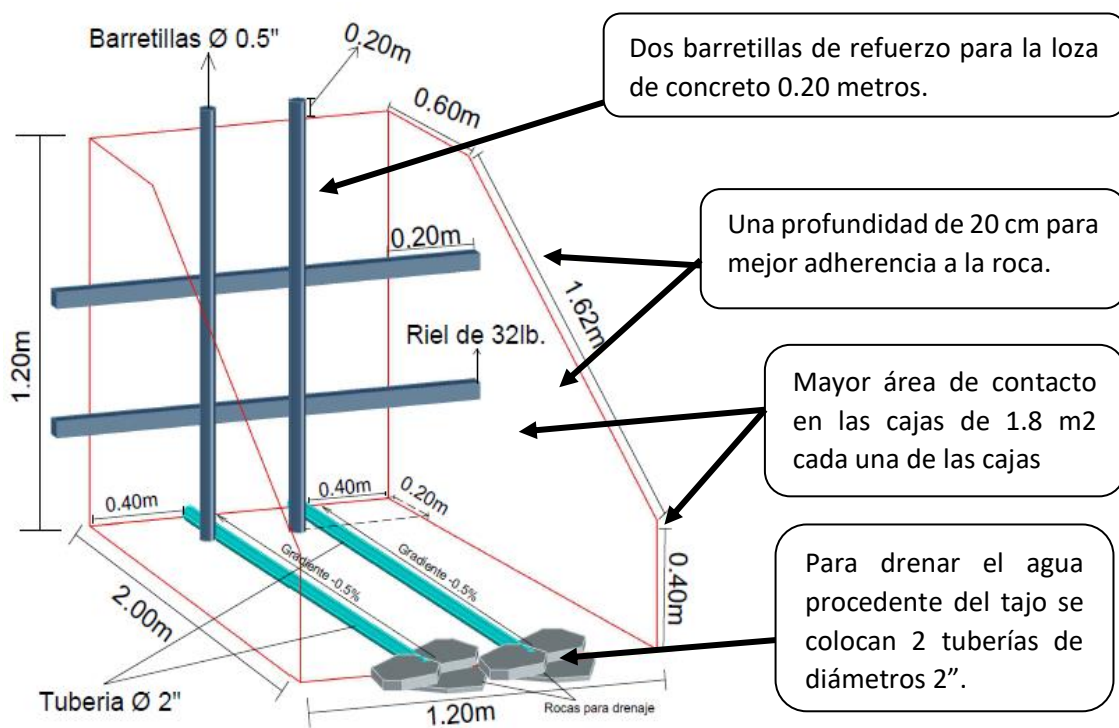


<p>II Buena RMR 61-80</p>	<p>A plena sección. Avances de 1 a 1,5 m finalizar el sostenimiento a 20m del frente.</p>	<p>Bulones locales en coronas de 3 m de longitud, espaciados 2,5 m y con malla ocasional</p>	<p>50 mm de corona donde requiera</p>	<p>Ninguna</p>
<p>III Media RMR 41-60</p>	<p>En bóveda y destroza. Avance de 1,5 – 3m en bóveda. Iniciar el sostenimiento después de cada pega. Finalizar el sostenimiento a 10 m del frente.</p>	<p>Empernado sistemático de 4 m de longitud espaciados 1,5 – 2m en corona y hastiales con malla en la corona.</p>	<p>En corona 50 – 100 mm y en hastiales 30 mm</p>	<p>Ninguna</p>
<p>IV Mala RMR 21-40</p>	<p>En bóveda y destroza. Avance de 1 – 1,5m en bóveda. Colocar el sostenimiento a medida que se excava.</p>	<p>Empernado sistemático de 4 - 5 m de longitud espaciados 1 - 1,5m en corona y hastiales con malla.</p>	<p>En corona 100 – 150 mm y en hastiales 100 mm</p>	<p>Donde se requieran cerchas ligeras espaciadas 1,5 m</p>
<p>V Muy mala RMR &lt; 20</p>	<p>En secciones múltiples. Avances de 0,5 – 1,5m en bóveda. Colocar el sostenimiento a medida que se excava. El hormigón proyectado se coloca lo antes posible después de la voladura.</p>	<p>Empernado sistemático de 5-6m de longitud, espaciados 1 - 1,5m en corona y hastiales, con malla y bulonado de piso.</p>	<p>En corona 150 - 200 mm, en hastiales 150 mm y en el frente 50mm</p>	<p>Cerchas medidas o pesadas espaciadas 0,75 m con blindaje de chapas y en caso necesario paraguas contra bóveda.</p>

## Interpretación

Los resultados del mapeo geomecánico realizado en el avance de las galerías de la veta Valeria del nivel -230, evaluación realizada del macizo rocoso desde el Nivel -180 hasta el Nivel -230, indican que la roca caja se clasifica Tipo III B considerada como Regular B con RMR de 41-50, hasta el Tipo II, que tiene RMR en un rango de 61-80 considerada como una roca Buena; en algunos tramos las rocas cajas varían de calidad desde el Tipo IIIB Regular B, hasta Tipo IV B roca considerada como Mala. Siendo muy corto los tramos de roca Muy Mala o de Tipo V que viene a ser extremadamente mala.

En la siguiente figura se muestra la estabilidad de la barrera de losa de concreto para el minado de corte y relleno ascendente.



**Figura 12. Estabilidad de la barrera de losa de concreto para el minado de corte y relleno ascendente - minera Vicus S. A. C.**

## Interpretación

Según la evaluación geomecánica se tiene un tipo de roca regular a mala y con presencia de agua en el tajo estos estudios ayudaron al diseño de la barrera con losa de concreto, los materiales son los siguientes:

- ✓ Dos barretillas de refuerzo para la losa de concreto 0.20 metros.

- ✓ Los dos rieles de 32 kilos tienen una profundidad de 20 cm para mejor adherencia a la roca en las cajas del tajo, esta mayor área de contacto en las cajas de 1.8 m<sup>2</sup> en promedio para cada una de las cajas.
- ✓ Para drenar el agua procedente del tajo se colocan 2 tuberías de diámetros 2” en la parte interior en el cual va el relleno se colocar rocas para el drenaje a fin de evitar que se obstruyan por el material a rellenar.

#### **4.3 Análisis del aumento de la producción del método de minado por corte y relleno ascendente, minera Vicus S.A.C.**

En el siguiente análisis se realizará la comparación del costo por tonelada de la barrera con madera y la barrera con concreto, este análisis se detallan los costos por tonelada de mineral extraído del tajo, este resultado está en función al costo total y el tonelaje de corte entre ambos escenarios.

##### **4.3.1 Costo por tonelada de la barrera con madera**

###### **4.3.1.1. Tonelaje explotable con la barrera de madera**

Para el cálculo de tonelaje explotable para el método *cut and fill stoping* (corte y relleno ascendente con relleno detrítico), con equipo Winche y Rastra, se está considerando alas de 20.00 metros en block de 40 metros; a un ancho mínimo de explotación de 0.30 m. El corte será tipo circado con malla tipo zig -zag, en donde se tiene un tonelaje promedio por corte de: 32.39 t.

Este tonelaje en promedio resulta de las deficiencias en la barrera de madera, ya que se tuvo muchas horas operativas en realizar trabajos de limpieza de la galería principal como el arreglo de la misma barrera para seguir minando entre otros más.

En la siguiente tabla se muestra los parámetros de costos unitarios de la barrera de madera

**Tabla 9. Parámetros de costos unitarios de la barrera de madera**

<b>Puntal de diámetro 8" con longitud de 3 metros</b>	<b>19.8</b>	US\$/unidad
2 puntales colocados para la barrera de madera		
<b>Tablas 6"x2"x10'</b>		US\$/unidad
8 tablas de la barrera de madera del relleno del tajo	<b>14.31</b>	
<b>Escaleras</b>		US\$/unidad
1 escaleras de 3 metros	<b>19.38</b>	

En la siguiente tabla se muestra el costo por tonelada de la barrera con madera para el método de minado corte y relleno ascendente Minera Vicus S.A.C

**Tabla 10. Costo por tonelada de la barrera con madera para el método de minado corte y relleno ascendente - minera Vicus S. A. C**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	INCIDENCIA	PRECIO	PARCIAL	TOTAL
				US\$	US\$	US\$
<b>MANO DE OBRA</b>						
Supervisor	guardia	1	60%	20.34	12.20	
Maestro Enmaderador	guardia	1	140%	18.06	25.28	
Ayudante Enmaderador	guardia	1	140%	16.76	23.46	<b>60.94</b>
<b>EQUIPOS DE SEGURIDAD</b>						
EPPs					4.05	<b>4.05</b>
<b>HERRAMIENTAS</b>						
Herramientas dispersas					10.19	<b>10.19</b>
<b>MADERA</b>						
Redondos de 7"x7"x10'	Pies	1		19.8	<b>19.8</b>	
Tablas de 6"x2"x10'	Pies	4		14.31	<b>57.24</b>	
Escaleras	m	1		19.38	<b>19.38</b>	<b>96.42</b>
<b>COSTO TOTAL</b>						<b>171.60</b>
<b>TM / CORTE</b>						<b>32.39</b>
<b>COSTO POR TONELADA</b>						<b>5.30</b>

### Interpretación

El costo de la madera para la barrera es de 96.42 dólares americanos, el costo total es de 171.60 dólares, el tonelaje de corte es de 32.39 toneladas, esta producción refleja las deficiencias operativas de la barrera con madera utilizada y por último el costo por tonelada es de 5.30 dólares.

### 4.3.2 Costo por tonelada de la barrera con losa de concreto

#### 4.3.2.1. Tonelaje explotable con la barrera con losa de concreto

El tonelaje explotable para el método cut and fill stoping (corte y relleno ascendente con relleno detrítico), con equipo Winche y Rastra, se está considerando alas de 20.00 metros en block de 40 metros; a un ancho mínimo de explotación de 0.30 m. El corte será tipo circado con malla tipo zig -zag, en donde se tiene un tonelaje promedio por corte de: 50.40 t.

Este tonelaje resulta de que eliminamos las deficiencias de pérdidas operativas en los trabajos secundarios y el ciclo de minado se realiza de manera eficiente sin demoras en el ciclo de minado respectivamente.

**Tabla 11. Parámetros de costos unitarios de la barrera con losa de concreto**  
*Barretillas usadas de 0.5" diámetro de 4"*

<i>usada</i>	<i>4.25 US\$/unidad</i>
<i>Rieles usadas de 32 lb con una longitud de 1.60 metros.</i>	<i>18.00 US\$/unidad</i>
<i>Bolsas de cemento tipo 1.</i>	<i>6.58 US\$/unidad</i>
<i>Confitillo (arena más piedra)</i>	<i>18.52 US\$/unidad</i>
<i>Tuberías de 2" diámetro, con una longitud de 2 metros.</i>	<i>5.29 US\$/unidad</i>

En la siguiente tabla se muestra el costo por tonelada de la barrera con losa de concreto para el método de minado corte y relleno ascendente Minera Vicus S. A. C

**Tabla 12. Costo por tonelada de la barrera con losa de concreto para el método de minado corte y relleno ascendente - minera Vicus S. A. C**

DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	INCIDENCIA	PRECIO	PARCIAL	TOTAL
				US\$	US\$	US\$
<b>MANO DE OBRA</b>						
Supervisor	guardia	1	60%	20.34	12.20	
Maestro Enmaderador	guardia	1	140%	18.06	25.28	
Ayudante Enmaderador	guardia	1	140%	16.76	23.46	<b>60.94</b>
<b>EQUIPOS DE SEGURIDAD</b>						
EPPs					4.05	<b>4.05</b>
<b>HERRAMIENTAS</b>						
Herramientas dispersas					10.19	<b>10.19</b>
<b>MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION DE LA BARRERA DE CONCRETO</b>						
Barretillas usadas de 4"		2		4.25	8.5	
Rieles Usadas de 32 lb		2		18.00	36	
Bolsas de Cemento tipo 1.		15		6.58	98.7	
Confitillo (arena más piedra) m3		1.8		18.52	33.336	
Tuberías de 2" diámetro		2		5.29	10.58	<b>187.116</b>
<b>COSTO TOTAL</b>						<b>262.30</b>
<b>TM / CORTE</b>						<b>50.4</b>
<b>COSTO POR TONELADA</b>						<b>5.20</b>

### Interpretación

El costo de la madera para la barrera con losa de concreto es de 187.116 dólares americanos, el costo total es de 262.30 dólares, el tonelaje de corte es de 50.40 toneladas, esto debido a la minimización de los trabajos secundarios producidos por deficiencias de la barrera con madera y por último el costo por tonelada es de 5.20 dólares americanos.

#### 4.3.2.2. Mejora del costo por tonelada del método de minado, corte y relleno ascendente con la barrera con losa de concreto

Dentro del Plan de Minado para el año 2022 se ha estimado un programa de 7564.00 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 1505.22 t de mineral.

Se obtuvo una reducción de 0.10 dólares americanos por tonelada. Con esta mejora en este año 2022 se estaría ahorrando 756 dólares americanos.

En seguridad estaríamos reduciendo el riesgo de accidentes fatales por caída del material de relleno de los tajos.

## CONCLUSIONES

1. La barrera con madera realizada en ambas alas del tajo tuvo deficiencias al realizar el enmaderado de las barreras, ya que se ejerce presión y cargas considerables en ambos extremos del nivel, esto provocó que cediera una de las barreras, perjudicando el ciclo de minado en los trabajos de remediación del subnivel para continuar minando y los trabajos de limpieza de la galería principal, aparte de generar pérdidas operativas y económicas, por otro lado también podría ocasionar accidentes fatales al trabajador.
2. El diseño del armado de barrera con losa de concreto tiene una buena estabilidad del macizo rocoso en las cajas del tajo, cuenta con una buena adherencia en el terreno brindando seguridad y eficiencia operativa del ciclo de minado por corte y relleno ascendente, evitando posibles roturas de la barrera del relleno del tajo.
3. Los resultados del mapeo geomecánico realizado en el avance de las galerías de la veta Valeria del nivel -230, evaluación realizada del macizo rocoso desde el Nivel -180 hasta el Nivel -230, indican que la roca caja se clasifica Tipo III B considerada como Regular B con RMR de 41-50, hasta el Tipo II, que tiene RMR en un rango de 61-80 considerada como una roca Buena; en algunos tramos las rocas cajas varían de calidad desde el Tipo III B Regular B, hasta Tipo IV B roca considerada como Mala. Siendo muy corto los tramos de roca Muy Mala o de Tipo V que viene a ser extremadamente mala.
4. La evaluación geomecánica del macizo rocoso del tajo indica que se tiene un tipo de roca Regular a Mala y con presencia de agua. Estos estudios ayudaron al diseño de la barrera con losa de concreto, los materiales son los siguientes:
  - ✓ Dos barretillas de refuerzo para la losa de concreto 0.20 metros.
  - ✓ Los dos rieles de 32 kilos tienen una profundidad de 20 cm para mejor adherencia a la roca en las cajas del tajo, esta mayor área de contacto en las cajas de 1.8 m<sup>2</sup> en promedio para cada una de las cajas

- ✓ Para drenar el agua procedente del tajo se colocan 2 tuberías de diámetros 2” en la parte interior en el cual va el relleno se colocar rocas para el drenaje a fin de evitar que se obstruyan por el material a rellenar.
- 5. El costo de la madera para la barrera, es de 96.42 dólares americanos, el costo total es de 171.60 dólares el tonelaje de corte es de 32.39 toneladas, esta producción refleja las deficiencias operativas de la barrera con madera utilizada y por último el costo por tonelada es de 5.30 dólares americanos.
- 6. El costo de la barrera con losa de concreto, es de 187.116 dólares americanos, el costo total es de 262.30 dólares, el tonelaje de corte es de 50.40 toneladas, esto debido a la minimización de los trabajos secundarios producidos por deficiencias de la barrera con madera y por último el costo por tonelada es de 5.20 dólares.
- 7. Dentro del Plan de Minado para el año 2022 se ha estimado un programa de 7564.00 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 1505.22 t de mineral.
- 8. Se obtuvo una reducción de 0.10 dólares americanos por tonelada. Con esta mejora en este año 2022 se estaría ahorrando 756 dólares americanos y en seguridad estaríamos reduciendo el riesgo de accidentes fatales por caída del material de relleno de los tajos.



## RECOMENDACIONES

- 1 Se recomienda el apoyo íntegro para ejecutar la barrera con losa de concreto que ayudará al ciclo de minado por el método de minado corte y relleno ascendente, la capacitación adecuada para la aplicación de la barrera con concreto.
- 2 Se recomienda el empleo de metodologías, estándares para los procesos, que incluyan sistemas de aseguramiento de la calidad para que nuestros proyectos nos lleven a buenos resultados que, de ser contrario, la consecuencia será de un proceso que no asegura la eficiencia y eficacia, se recomienda desarrollar el procedimiento escrito de trabajo seguro para la colocación de la barrera con losa de concreto.
- 3 Es recomendable realizar un estudio de las principales características del yacimiento y el tipo de roca del tajo, ya que esta va ir variando según vamos profundizando para el cambio de la barrera de madera a la barrera con losa de concreto es primordial para el diseño de la barrera y la estructura que va a tener esta barrera de concreto.
- 4 El plan de exploraciones para el cálculo de reservas estará centrada a labores “*brownfield*”, por el momento es recomendable no obviar los trabajos de exploración “*greenfield*” ya que son representativos para poder tener cálculos exactos de los recursos y reservas.
- 5 Es recomendable ir aumentando la extracción con eficiencia y eficacia, el cumplimiento para lo planeado entre labores lineales y labores de explotación será del 31.11 % para tajeos y 69.89 % para labores lineales.
- 6 Se recomienda mejorar ciclo de minado del método, corte y relleno ascendente, al existir una deficiencia en cualquier operación unitaria lleva a incrementar el costo de este proceso, pero ayudará a incrementar la producción de mineral a extraer y se minimizara el riesgo y peligro es dicha actividad minera subterránea.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CHACALTANA, Pedro. Trade off – Corte y Relleno Ascendente y Tajeo por Subniveles para el cuerpo Copola de la mina Francis. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2019, 69 pp.
2. PÉREZ, Cristian. Mecanización del método de minado corte y relleno ascendente en el Tajo 2590 de la mina Rosa Nv.2430, Unidad Parcoy – Consorcio Minero Horizonte S.A.C. para incrementar el volumen de producción. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo, 2019, 101 pp.
3. COMUN, Heberzon. La influencia del método corte y relleno ascendente con taladros largos en la producción de la Mina Animón – Volcan. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Perú, 2018, 71 pp.
4. CÓRDOVA, Maria. Análisis del método de corte y relleno ascendente semimecanizado, frente al método Long Wall en la producción de mineral del Tajo 6520, Nv 2760, Compañía Minera Poderosa S.A. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Piura : Universidad Nacional de Piura, 2019, 106 pp.
5. ORTIZ, José y SIGUENZA, Alex. Propuesta del método Corte y Relleno Mecanizado para incrementar la producción en mina “Lourdes”, U.E.A Parcoy, Consorcio Minero Horizonte S.A. 2016. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Cajamarca : Universidad Nacional del Norte, 2016, 79 pp.
6. GAOMA, Aderling. Optimización de la voladura, Mina la Virgen - de la Compañía Minera San Simón S.A. - Huamachuco Trujillo. Tesis (Título de Ingeniero de Minas) Piura : Universidad Nacional de Piura, 2015, 157 pp.

7. AREA DE GEOLOGIA, UNIDAD CAPACHO DE ORO I. *Estudios geologico y reservas*. Barraca : Empresa Minera Vicus, 2022.
8. ÁREA DE PLANEAMIENTO. *Plan de minado anual 2022*. Lima : Unidad Minera Vicus S.A.C., 2021.
9. ÁREA DE OPERACIONES MINA, UNIDAD CAPACHO DE ORO I. *Plan de explotacion minera*. Barranca : Empresa Minera Vicus S.A.C, 2022.
10. LLANQUE, Oscar, y otros. *Explotación subterránea métodos y casos prácticos*. Lima : Perú Offset Editores - Breña - Lima, 1999.

## **ANEXOS**


## Anexo 1

### Matriz de consistencia

<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>
¿Cómo influye el diseño de armado de barrera con losa de concreto para mejorar el ciclo de minado por Corte y Relleno Ascendente, Minera Vicus S.A.C.?	Determinar el diseño de armado de barrera con losa de concreto para mejorar el ciclo de minado por Corte y Relleno Ascendente, Minera Vicus S.A.C.	El diseño de armado de barrera con losa de concreto es factible y viable para la mejora del ciclo de minado por Corte y Relleno Ascendente, Minera Vicus S.A.C.
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>
¿Cómo influye el análisis del estudio geomecánico para el diseño de armado de barrera con losa de concreto en el método de minado por Corte y Relleno Ascendente, Minera Vicus S.A.C.?	Analizar el estudio geomecánico para el diseño de armado de barrera con losa de concreto en el método de minado por Corte y Relleno Ascendente, Minera Vicus S.A.C.	El estudio geomecánico influye favorablemente en el diseño de armado de barrera con losa de concreto para el método de minado por Corte y Relleno Ascendente, Minera Vicus S.A.C.
¿Cómo influye el diseño de armado de barrera con losa de concreto en el aumento de la producción del método de minado por Corte y Relleno Ascendente, Minera Vicus S.A.C.?	El diseño y armado de barrera con losa de concreto influenciará en el aumento de la producción del método de minado por Corte y Relleno Ascendente, Minera Vicus S.A.C.	El diseño de armado de barrera con losa de concreto influye favorablemente para el aumento de la producción del método de minado por Corte y Relleno Ascendente, Minera Vicus S.A.C.

## Anexo 2

### Programa de gestión SSO

		MINERA VICUS S.A.C. ANEXO - 02															
Objetivos y Programas de Gestion de SSO																	
CAPACITACIÓN																	
Política de SSO																	
Facilitar a nuestros trabajadores una formación Integral y continua en Seguridad y Salud en el trabajo con el fin de mejorar su nivel y desarrollo personal																	
Objetivos y Actividades SSO																	
Elevar el nivel de competencia de los colaboradores mediante la formación continuada																	
Diagnóstico situacional o la evaluación de los resultados del programa del año 2020																	
Análisis estadístico de las causas accidente producidos en el 2020																	
Metas																	
Abarcar el 100% en el cumplimiento del programa de desarrollo personal																	
N°	ACTIVIDADES	RESPONSABLE		CUMPLIMIENTO	CRONOGRAMA												CUMPLIMIENTO POR ACTIVIDAD (%)
		EJECUCION	REVISION		AÑO 2021												
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	Prevenir rocas sueltas	SSO	COMITÉ SSO	PROGRAMADO	1											1	
2	Ubicación, uso y control de sustancias y/o materiales peligrosos incluyendo la disponibilidad de antidotos para casos de emergencia	SSO	COMITÉ SSO	PROGRAMADO	1											1	
3	Preparación de cianuro	SSO	COMITÉ SSO	PROGRAMADO		1										1	
	Sostenimiento de labores mineras	SSO	COMITÉ SSO	PROGRAMADO		1										1	
	Lixiviación y cianuración	SSO	COMITÉ SSO	PROGRAMADO			1									1	
4	Seguridad con explosivos	SSO	COMITÉ SSO	PROGRAMADO			1									1	
	Molienda	SSO	COMITÉ SSO	PROGRAMADO				1								1	
5	Riesgos de la concentración residual de los gases en labores subterráneas	SSO	COMITÉ SSO	PROGRAMADO				1								1	
6	Bloqueo de emergencia (eléctrica, mecánica, hidráulica, neumática y otros)	SSO	COMITÉ SSO	PROGRAMADO					1							1	
7	Trabajos en espacios confinados	SSO	COMITÉ SSO	PROGRAMADO						1						1	
8	El uso de la información de la hoja de datos de seguridad de materiales (HDSM-MSDS)	SSO	COMITÉ SSO	PROGRAMADO							1					1	
9	Ventilación en mina	SSO	COMITÉ SSO	PROGRAMADO								1				1	
10	Sistema de izaje	SSO	COMITÉ SSO	PROGRAMADO									1			1	
11	Escaleras y andamios	SSO	COMITÉ SSO	PROGRAMADO										1		1	
12	Seguridad con herramientas manuales y eléctricas	SSO	COMITÉ SSO	PROGRAMADO											1	1	
13	Inducciones SSO	SSO	COMITÉ SSO	PROGRAMADO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ACTIVIDADES PROGRAMADAS															27		
GENERADO POR:		REVISADO POR:				APROBADO POR:											
ING. MENDOZA QUINTO JOSUE		ING. TRINIDAD BALDEON RUBEN				ING. CASTRO ALEMAN RAUL											

**Tomada del área de Planeamiento: unidad minera Vicus S. A. C., 2021. (8)**

## Anexo 3

### Pest de perforación y voladura en tajos de corte y relleno ascendente

	<b>PETS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA EN TAJOS DE CORTE Y RELLENO ASCENDENTE.</b>	<b>CODIGO</b> : SGSSO - PO-35 <b>VERSION</b> : 01 <b>FEC. APR</b> : ENERO-2021
		<b>Página 1 de 1</b>

#### 1. PERSONAL

- 1.1 Perforista
- 1.2 Ayudante de perforista

#### 2. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL

- |                                       |                             |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| 2.1 Casco c/barbiquejo.               | 2.6 Correa porta lámpara.   |
| 2.2 Lentes de seguridad.              | 2.7 Guantes de cuero o jebe |
| 2.3 Respirador contra polvo.          | 2.8 Tapones auditivos.      |
| 2.4 Mameluco con cinta reflectiva.    | 2.9 Lámpara minera.         |
| 2.5 Botas de jebe con punta de acero. |                             |

#### 3. EQUIPO/HERRAMIENTAS/MATERIALE



- |  |  |
|--|--|
| 3.1 Máquina perforadora Stoper                 | 3.10 Cucharillas de 4', 11'.                   |
| 3.2 Barrenos de 4', 6', 8' y 10'.              | 3.11 Comba de 4lb.                             |
| 3.3 Gamarrilla.                                | 3.12 Pintura para marcar malla de perforación. |
| 3.4 Lubricadora.                               | 3.13 Fósforo.                                  |
| 3.5 Barretillas (01 juego) de 2', 4', 6' y 8'. | 3.14 Manguera de 1" y 1/2".                    |
| 3.6 Flexómetro.                                | 3.15 Atacadores                                |
| 3.7 Llave francesa de 14"                      | 3.16 Abrazaderas de 1" y 1/2"                  |
| 3.8 Sacabarrenos                               | 3.17 Barretillas de 4",6" (2 juegos)           |
| 3.9 Guidores.                                  |  |

#### 4. PROCEDIMIENTO

- 4.1 Tener la orden clara del supervisor y llenar el IPERC inspeccionando la labor.
- 4.2 Verificar la máquina perforadora, la barra de avance y los niveles de aceite.
- 4.3 Antes de iniciar la perforación asegúrese que todas las conexiones de agua y aire de la máquina perforadora estén correctamente instaladas.
- 4.4 Perforar los taladros según la malla, manteniendo el paralelismo, usando el juego de barrenos y los guidores.
- 4.5 Durante la perforación realizar el redesatado de rocas sueltas.
- 4.6 Terminado la perforación, retirar las herramientas y accesorios a un lugar seguro y ordenado.
- 4.7 Proceder al carguío de explosivos haciendo uso de los atacadores.
- 4.8 Amarrar secuencialmente el disparo.
- 4.9 Chispear una vez coordinado con labores cercanas y cumpliendo el horario de disparo
- 4.10 Hacer orden y limpieza de la labor.
- 4.11 Reportar al supervisor sobre el trabajo concluido e incidentes si hubiera.

#### 5. RESTRICCIONES:

- 5.1 Nunca perfore en tacos de taladros que quedaron del disparo anterior.
- 5.2 No perfore cuando hay tiro cortado.
- 5.3 No manipular explosivos si no se encuentra debidamente autorizado por la SUCAMEC.

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 R. Cerrón	 Mendoza Quinto J.	 R. TRINIDAD	
JEFE DE GUARDIA Ing. Nelver Cerrón ENERO-2021	JEFE DE SEGURIDAD Ing. Josue Mendoza Quinto ENERO-2021	SUPERINTENDENTE Ing. Rubén, Trinidad Baldeón ENERO-2021	GERENTE DE OPERACIONES Ing. Raúl Castro Almandoz ENERO-2021

**Tomada del área de Planeamiento: unidad minera Vicus S.A.C., 2021. (8)**

### Anexo 3

#### Barrera con madera en tajos del método de minado corte y relleno ascendente





## Anexo 4

**Barrera con losa de concreto en tajos del método de minado corte y relleno ascendente**

