



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“COMPARACIÓN DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN CORTE Y RELLENO ASCENDENTE SEMI – MECANIZADO Y EL MÉTODO LONG WALL MINING EN LA VETA VALERIA DE UNA MINA SUBTERRÁNEA, LA LIBERTAD - 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Jefferson Gonzalez Arevalo

Asesor:

Mg. Ing. Elmer Ovidio Luque Luque

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

Dedico esta investigación principalmente a Dios, por haberme dado vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional, a mis padres, docentes, compañeros y a todas las personas que confían en mí, gracias a la dedicación y esfuerzo que eh demostrado.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, empezar agradeciendo a Dios, por darme la salud, la fuerza, y la valentía de seguir adelante y llegar hasta el lugar que estoy. También agradecer a mis padres por todo el esfuerzo que han puesto en mi educación durante todo este trayecto de vida universitaria; por último, dar las infinitas gracias al Ing. Elmer Ovidio Luque Luque quien con sus conocimientos y paciencia me orientó para concluir el presente trabajo de investigación.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN.....	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. MÉTODO	17
CAPÍTULO III. RESULTADOS	23
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	43
REFERENCIAS	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	24
Tabla 2.....	25
Tabla 3.....	29
Tabla 4.....	30
Tabla 5.....	31
Tabla 6.....	31
Tabla 7.....	32
Tabla 8.....	33
Tabla 9.....	34
Tabla 10.....	36
Tabla 11.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Parte del plano de cubicación de reservas geológicas, noviembre 2010.....	24
Figura 2: Método de explotación long wall mining.....	28
Figura 3: Comparación de la producción mensual de los métodos de explotación.....	
Figura 4: Diagrama comparativo de costos, entre los métodos de explotación corte y relleno - long wall mining.....	39
Figura 5: Foto veta Valeria.....	41
Figura 6: Configuración esquemática de la veta Valeria.....	42

RESUMEN

La unidad minera de operación subterránea en la zona de la Libertad se caracteriza principalmente por la extracción de oro, el cual lo realiza mediante galerías de acceso como túneles, rampas, cámaras, etc encontrándose a largas distancias de la superficie, para ello analiza constantemente el nivel y avance de producción de sus labores, para cumplir eficientemente con el abastecimiento a planta. Es por esto que durante el desarrollo y ejecución de la presente tesis, nos basamos en comparar el método de explotación corte y relleno ascendente semi – mecanizado y el método Long Wall Mining para determinar sus ventajas económicas y productivas en la veta Valeria perteneciente a esta unidad minera, aplicando una metodología del tipo de investigación explicativo – aplicativo, con un diseño de investigación no experimental y con un tipo de corte transversal el cual analiza datos de variables recopiladas en un periodo de tiempo utilizando diversas herramientas informáticas y basando principalmente sobre nuestra muestra de estudio en el Nivel 2770 Veta Valeria tajo 464, reuniendo información de las distintas áreas presentes en la mina y diferentes estudios preliminares, obteniendo resultados principales como la producción mensual en la cual el método LWM presenta 655 TM y el método C&R 378 TM, así como también el costo por tonelada métrica el cual es de 149.12 U\$\$/TM y 154 U\$\$/TM respectivamente, concluyendo así que el método más óptimo, aceptable y adecuado es el método Long Wall Mining por el avance, seguridad, tiempo, producción, abastecimiento completo a la planta e inversión que este brinda y es sumamente ventajoso a comparación del método de corte y relleno ascendente semi – mecanizado.

Palabras clave: Método de explotación, producción, costo, tonelada métrica.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

A través de los años y en las últimas décadas se ha hecho significativos avances con respecto a la tecnología empleada en minería, la cual dejó de ser artesanal y convencional pasando a ser una actividad totalmente automatizada basada en nuevas tecnologías; en el Perú también se está implementando estos procesos para una mejora continua, sin embargo, debido al desconocimiento de toda la tecnología aplicable al sector minero, determinar el mejor método de explotación se hace complicado ya que se debe hacer un análisis y evaluación constante de los procesos por ser dinámicos y cambiantes para asegurar el crecimiento paulatino. (Arbaiza , Cateriano , & Meza, 2017)

Para mejorar la producción y los costos se deben aplicar diferentes tipos de métodos de explotación como el método de Corte Relleno Ascendente semi - mecanizado, donde el mineral es arrancado por franjas horizontales y/o verticales comenzando de la parte baja y avanzando hacia arriba. El mineral roto es cargado y extraído completamente del tajo, cuando toda la tajada ha sido disparada, el volumen extraído es rellenado con un material estéril (relleno) proveniente de las labores de desarrollo de la mina y es distribuido mecánicamente sobre el área tajeada.

En un minado moderno de corte y relleno es común el uso del relleno hidráulico que procede de los relaves de la planta concentradora, mezclado con agua y transportado a la mina a través de tuberías; cuando el agua del relleno es drenado entonces queda un relleno competente con una superficie uniforme, en algunos casos el material es mezclado con cemento que proporciona una superficie más dura y mejora las características del soporte de las cajas que sirve de piso de trabajo a los obreros y al mismo tiempo permite sostener las

paredes, y en algunos casos especiales el techo, proporcionando una plataforma mientras la próxima tajada sea minada.

En cuanto al método Long Wall Mining que consiste en aislar la zona de trabajo e ir avanzando por el frente “fila a fila”, dejando tras de sí el derrumbe del techo, de forma que ayude a la estabilidad y libere de carga a los pilares realizados previamente, en una primera fase se realizarán los trabajos necesarios para alcanzar la cota de trabajo, mediante un pozo o una rampa (igual que en todas las galerías que se realicen , hay que tener en cuenta que valdrán tanto para la evacuación del material, como para los conductos de ventilación), se perforará una galería que será la vía principal paralela a los frentes de trabajo y la zonificación de trabajo mediante dos galerías paralelas por donde se dará salida al material y permita el acceso de maquinaria. (De la Cruz, 2016)

En la sierra de la Libertad está ubicada la mina subterránea en estudio, en un importante distrito aurífero filoneano, conformada por fuertes pendientes y relieves accidentados, en la cual se desconocen los parámetros y características del yacimiento, métodos de explotación subterránea y sus criterios de aplicación, esta falta de conocimiento es por no contar con un asesoramiento técnico, que conlleva a una explotación desordenada, sin método de explotación definido para el desarrollo de sus operaciones, tampoco se puede dejar de lado los problemas sociales, la minera es responsable de disminuir impactos ambientales, sociales y visuales; para esto, estas empresas a nivel general debe contar con tecnología adecuada para este sector, así como los mejores métodos de explotación que permitan desarrollar la actividad de forma segura y eficiente.

Actualmente la tecnología de explotación en la minería subterránea ha evolucionado por los diferentes estudios, en este trabajo se revisaron estudios sobre la implementación del método

de Corte Relleno Semi-Secanizado y el método Long Wall Mining, también las investigaciones realizadas relacionadas al tema.

(Quispe, 2016) Demuestra que el método de explotación Long Wall Mining permitirá incrementar la producción a un menor costo, el cual se debe basar en trabajos de campo realizando una descripción y estudio del entorno geomecánico para la adecuación del nuevo método de explotación, luego se debe describir técnicamente este método y aplicarlo en el yacimiento. Si aplicando el método Long Wall Mining en la explotación el costo de operación (minado) disminuye en un 18 %, en relación a la explotación aplicando el método Corte y relleno ascendente entonces el método es el idóneo.

Buendía (2016) afirma que “a través de la optimización del método de corte y relleno ascendente semi-mecanizado se obtiene una mejora de la productividad para lo cual primero se debe utilizar como metodología la recolección y aplicación de datos y estadísticas” ;obtenidas por el Ministerio de Energía y Minas, informes operacionales y de seguridad de la empresa, para obtener resultados sobre el método del Corte y Relleno Ascendente Mecanizado eficaces y verdaderos, también indica que este método requiere una eficiente mecanización, exigiendo contar con una excelente toma de decisiones en lo concerniente a planeamiento, implementación, verificación y control de las operaciones de minado.

Para Chambi (2016) el objetivo de investigación es demostrar la óptima aplicación de ambos métodos, para ello se utiliza como recursos la caracterización del macizo rocoso, costos y rendimiento de equipos; después de hacer una tabla comparativa de ambos métodos y una evaluación técnico- económico para optimizar los costos operativos de mina hizo un diagnóstico del estado actual de los métodos de explotación llegando a la conclusión con los indicadores de evaluación económica como el VAN y el TIR evaluando el método de Long

Wall frente al método de Corte y Relleno Ascendente Mecanizado se tiene mayor retorno en con el primer método que permitirá recuperar lo invertido en corto tiempo.

Así mismo Cabello (2015) indica que las condiciones geológicas, geométricas e hidrogeológicas y el análisis geomecánico de la veta Piedad sirvieron como base para la selección técnica de los métodos aplicables para la explotación de la veta Piedad. Posteriormente estos métodos se evalúan bajo ciertas consideraciones económicas como: dilución, recuperación de reservas geológicas, valor del mineral y costo de producción. Con estas consideraciones se realiza la evaluación económica empleando los criterios del “VAN” y “TIR” con este análisis finalmente permitirá seleccionar el método más óptimo para la explotación de la veta Piedad

Guevara (2019) demuestra que el nivel de eficiencia alcanzado al variar un método de explotación y pasar de un sistema tradicional a un sistema mecanizado aplicando un estudio comparativo permitirá comprobar el nivel de eficiencia alcanzado al variar el método de explotación, se afianzo en bases teórica sobre costos de producción, capital y ventajas a largo plazo de ambos métodos y se concluyó que el método de corte y relleno ascendente es más eficiente en cuanto a la producción y ganancias, sin embargo es bueno recalcar que al cambiar de método debe hacerse por completo para alcanzar la eficiencia esperada.

Asimismo, teóricamente hablando de cada tipo de método a emplear, comenzamos con el método de explotación corte y relleno ascendente convencional, el cual se aplica a yacimientos verticales de pequeña potencia e irregulares, así como también a cuerpos de forma tabular vertical o subvertical de espesor variable desde unos cuantos centímetros hasta un metro. Se prefiere a otras alternativas cuando la roca encajonante presenta malas condiciones de estabilidad, es decir son incompetentes, en cambio el mineral debe ser estable

y competente, especialmente cuando se trata de cuerpos de gran espesor. La explotación de corte y relleno puede utilizarse en yacimientos que presenten fuerte buzamiento, superior a los 50° de inclinación, características físico-mecánicas del mineral y roca de caja relativamente mala (roca incompetente), potencia moderada y límites regulares del yacimiento; tiene una posibilidad de aplicación bastante amplia, se aconseja especialmente en aquellos yacimientos donde las cajas no son seguras y las características mecánicas de la roca no son satisfactorias. Como se trabaja con una altura máxima equivalente a la altura de dos tajadas (2.5- 3 m) es posible controlar mediante apernado o acuñadura cualquier indicio de derrumbe, ofrece bastante seguridad en todo a lo que refiere al obrero contra desprendimiento de roca ya sea del techo o las paredes; cuenta también con una recuperación en general bastante buena, siempre que se tome la precaución de evitar pérdidas de mineral en el relleno. Cabe agregar, que este método permite seguir cualquier irregularidad de la mineralización, puede existir una pequeña dilución de la ley en el momento de cargar los últimos restos de mineral arrancado que quede en contacto con el relleno. Esto se puede evitar estableciendo una separación artificial entre el mineral y el relleno, solución que en casos excepcionales (mineral de gran ley) resulta antieconómico. Entonces se debe aceptar que algo de mineral se mezcle con el relleno, asimismo los rendimientos se pueden considerar satisfactorios. En caserones sin mecanización, se alcanza normalmente rendimientos de orden 4-8 ton/hombre, según el ancho del caserón. En caserones mecanizados, este rendimiento es duplicado, es decir se alcanza una cifra decente del orden de 14 ton/hombre, sin tomar en cuenta el abastecimiento del relleno. Si se trata de relleno hidráulico, con caserones mecanizados, se obtienen rendimientos netamente superiores. (Araucano Dominguez E. y Mamani Oviedo F., 2017).

Las ventajas más resaltantes para este método es la recuperación que es cercana al 100%, además es altamente selectivo, lo que significa que se pueden trabajar secciones de alta ley y dejar aquellas zonas de baja ley sin explotar, es un método seguro, puede alcanzar un alto grado de mecanización, se adecua a yacimientos con propiedades físicas – mecánicas incompetentes.

Por lo contrario tiene desventajas como costo de explotación elevado, bajo rendimiento por la paralización de la producción como consecuencia del relleno y consumo elevado de materiales de fortificación. (Luque Cutipa, 2001).

Para la aplicación de este yacimiento se tiene condiciones de diseño en yacimientos con buzamientos pronunciados, en cualquier depósito y terreno con cajas medianamente competentes, las cajas del yacimiento pueden ser irregulares y no competentes, el mineral debe tener buena ley y disponibilidad del material de relleno. Estas operaciones están constituidas por el reconocimiento geológico y geotécnico de una parte, la realización de la estructura por otra parte. El reconocimiento geológico de la mina comprende: trazado de los subniveles, si los niveles están muy distanciados, así como la abertura de algunas labores verticales en el mineral.

Las operaciones denominadas geotécnicas determinan el comportamiento de la resistencia de las cajas del mineral. La explotación por corte y relleno constituye un método particularmente flexible de operar y se adapta a los yacimientos irregulares. Las tajadas ascendentes rellenadas se ajustan a distancias entre niveles de 25-50 m. a más, mineral pobre se deja en forma de relleno. La resistencia del mineral en el techo puede ser verificada con la excavación de una cámara en el nivel mismo de la galería de base, en resumen, todo esto

es muy favorable, por lo que es uno de los menos costosos que se conoce. (Aguise Cornejo Rutber, 2015).

El segundo en mención es método de explotación long wall mining, llamado también tajeos largos, este método se puede utilizar en la explotación de yacimientos estratificados, delgados y de espesor uniforme e inclinaciones preferentemente pequeñas a moderadas. Inicialmente se aplicó en carbón, y posteriormente se ha extendido a la explotación de vetas auríferas, donde el arranque se efectúa por perforación y voladura.

- El método de minado Long Wall es aplicado generalmente en los yacimientos de carbón, donde se corta en rebanadas de 60 m a 150 m al mineral.
- Usándose también en yacimientos de oro con vetas sub-horizontales.
- El tamaño del yacimiento debe ser lo suficientemente grande para que justifique el costo de capital, así como en el desarrollo.
- La potencia de veta mineral el cual será exitosamente minado por el método Long Wall varía en un rango de 0.60 m a más de 6.00 m y estas deben ser de forma tabular con buzamiento de 0° a 45, para permitir que el mineral fluya.
- En el tipo de roca tanto las características físico – mecánicas del mineral y la roca de caja deben ser relativamente buenas (roca competente).

Las ventajas más resaltantes de este método es que es aplicable a gran escala, permite ciclos de operaciones casi simultáneos, disminución de los tiempos muertos, método seguro, ya que no está expuesto a las zonas explotadas al ser un método en retirada, operaciones concentradas, facilitando transporte, suministros y ventilación. En contraste a esto tenemos desventajas como, reducción de la mano de obra, colapsos y subsidencias ocurren en grandes áreas, aproximadamente 10-80% de la zona explotada; controlable, método muy inflexible

y rígido en su diseño y ejecución; no selectivo, los cortes trabajan zonas de alta y baja ley.

(Ramírez Gómez, 2010, págs. 35,36)

1.1. Formulación del problema

¿Qué características de producción, costo de minado, así como también geomecánicas, geológicas y geométricas diferencian al método corte y relleno ascendente semi – mecanizado del método Long Wall Mining para definir cuál es el mejor método de explotación a nivel económico y productivo en la veta Valeria de una mina subterránea, la Libertad -2020?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Comparar el método de explotación corte y relleno ascendente semi – mecanizado y el método Long Wall Mining para determinar sus ventajas económicas y productivas en la veta Valeria de una mina subterránea.

1.2.2. Objetivos específicos

Describir las características generales de la veta Valeria en la mina subterránea.

Determinar la producción del método Long Wall Mining y el método corte y relleno ascendente semi – mecanizado en la extracción de la veta Valeria en la mina subterránea.

Determinar los costos de minado del método Long Wall Mining y el método corte y relleno ascendente semi – mecanizado de la veta Valeria en la mina subterránea.

Determinar qué método entre el corte y relleno ascendente semi - mecanizado y el Long Wall Mining es el más óptimo para aplicar en la extracción de la veta Valeria en la mina subterránea.

1.3.Hipótesis

1.3.1. Hipótesis general

La aplicación del método de Corte y Relleno Ascendente Semi-mecanizado es más beneficioso que el método Long Wall Mining, por lo cual aumentaría la capacidad de producción y mejorará considerablemente el nivel económico de una mina subterránea.

1.3.2. Hipótesis específicas

- Se incrementa la producción de mineral al aplicar el método corte y relleno ascendente semi – mecanizado.
- Al aplicar el método Long Wall Mining reduciremos el costo productivo de las distintas operaciones.
- El método de explotación corte y relleno ascendente semi – mecanizado es rentable y el más eficiente para utilizarlo en la mina subterránea.

CAPÍTULO II. MÉTODO

2.1. Tipo de investigación

✓ El tipo de investigación es **Explicativo - Aplicativo**, porque este tipo de estudios tiene como propósito medir el grado de relación que existe entre dos o más variables y conforma a los propósitos y naturaleza del estudio, la investigación está ubicada en el nivel descriptivo puesto que se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente. Es aplicativo porque esta investigación apunta a evaluar el éxito de la intervención en cuanto a los resultados.

✓ El nivel de la investigación será explicativo y el diseño de investigación es **no experimental**, con un tipo de **corte transversal** el cual analiza datos de variables recopiladas en un periodo de tiempo sobre una población muestra o subconjunto predefinido, en un momento dado. Hay que cerciorarse de que la muestra elegida sea representativa de la población de estudio. Cada sujeto de estudio solo es investigado una vez.

2.2. Materiales y equipos.

2.2.1. Materiales de estudio.

- El presente proyecto de estudio se sitúa en el tajo de la veta Valeria H, con un macizo rocoso de microdioritas-dioritas de tipo IIIB, de densidad 2.85 g/cm³ en la mina aurífera subterránea en el nivel 2770.

2.2.2. Equipos:

- Computadora personal.
- Calculadora.

2.2.3. Herramientas informáticas:

- AutoCAD.
- Phase.
- Microsoft Excel.

2.2.4. Población.

Las operaciones o labores mineras subterráneas que corresponden a la unidad minera.

2.2.5. Muestra.

Para la presente investigación está representada por la Veta Valeria tajo 464 que se encuentra ubicada en el Nivel 2770 dentro de una mina subterránea. Está comprendido superior e inferiormente por el Nivel 2820 hasta el Nivel 2770 respectivamente y limitado verticalmente con CHI 2780- 10S – CHI 2780-12N. El cual para poder acceder debemos trasladarnos desde la bocamina ubicado en el Nivel 3220 por medio del pique principal hacia la rampa Patrick el cual nos llevará directo hacia el Nivel 2770 donde se encuentra la muestra de nuestro estudio. La veta Valeria se viene minando desde el Nivel 2620

2.2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Con respecto a las técnicas e instrumentos de recolección de datos que permita analizar el proyecto de manera no experimental en la minera subterránea, se consideró:

- **Técnicas utilizadas son:**
 - ✓ Observación, recopilación documental y entrevistas.
 - ✓ Trabajos de gabinete como:
 - Recolección de datos referenciales y exploratorios.
 - Recolección de imágenes y planos.

- Procesamiento de datos del área de productividad.
 - ✓ Revisión y recopilación de fuentes bibliográficas referidas al tema de investigación (libros, informes de tesis, publicaciones, revistas etc.)
 - ✓ Reportes técnicos de las diferentes labores presentes en el proyecto o nivel a evaluar.
 - ✓ Análisis documental en la revisión de los registros de producción de informes estudiados anteriormente.
 - ✓ Comparaciones con otros resultados de investigaciones pasadas.
- **Instrumentos:**
 - ✓ Fichas de observación.
 - ✓ Datos estadísticos del área en estudio.
 - ✓ Zonificación del área de influencia.
 - ✓ Planos topográficos, geológicos y geomecánicos existentes de la zona del proyecto.
 - ✓ Fichas de resumen.
 - ✓ Observaciones del investigador y colaboradores, con fundamentos teóricos concernientes al tema de la investigación.
 - ✓ Guía de observación del investigador.
 - ✓ Entrevistas estructuradas a informantes claves.

2.2.7. Procedimiento de recolección de datos.

- Reconocimiento detallado de la zona del proyecto, realizando el acopio de recursos bibliográficos de la Empresa que proporcionaron información histórica y actual con relación al trabajo de campo: Fichas de campo, acceso a archivos técnicos, discusiones; así como también información virtual sobre sus

condiciones de diseño, costos y rentabilidad de cada método, lo cual ayudará a tener un panorama y criterio de selección de materiales, equipos y ciclo de minado.

- Recolección de información, la cual deberá obtenerse en forma física y digital: reservas, geometría de la veta, propiedades físicas del macizo rocoso, topografía superficial y de las labores mineras circundantes, estadísticas de la operación y efectividad o eficiencia del rendimiento de los métodos de explotación de los diferentes repositorios institucionales, bibliotecas, archivos, revistas, folletos o publicaciones científicas en buscadores como scielo, cybertesis, elsevier, scopus.
- Revisión de la información topográfica, geomecánica y geológica, planos de muestreo digital y físico, mapeos geológicos de la zona de estudio o del proyecto donde se va implementar el método, utilizando datos proporcionados y recolectados de la empresa e información virtual estilizando el internet.
- Manejo de los datos de informes o documentos anteriormente analizados, mediante la utilización de tablas, gráficos, planos, fotografías, herramientas informáticas, etc.

2.3.Procedimiento de tratamiento y análisis de datos.

- Se hará un estudio preliminar del método de explotación con corte y relleno ascendente semi – mecanizado recolectando información sobre la producción, para mejorar la comprensión se identificará las deficiencias usando el método Long Wall Mining sobre la veta Valeria identificando las diferentes operaciones.
- Se realizará un estudio geológico y geomecánico preliminar el cual nos brindará las características del macizo rocoso y el tipo de mineralización para determinar distinciones en los métodos en estudio.

- Se tratará la información bibliográfica, de revistas, folletos e información virtual acerca del método corte y relleno ascendente semi – mecanizado y Long Wall Mining, sus condiciones de diseño, costos y rentabilidad lo cual ayudará y aclarará el panorama de la elección de un método.
- Todos los datos que requieran ser tabulados y/o graficados se realizará con la ayuda de softwares y computadoras o calculadoras que nos puedan ayudar hacer un análisis respectivo.
- Se empleará también la estadística aplicada, mediante hojas de cálculo o cuadros comparativos en Excel.

2.4.Aspectos éticos.

- **Citado de acuerdo a manual APA y respeto de autoría:**

Todas las partes, estructuras o párrafos extraídos y utilizados en este estudio que no correspondan a la autoría propia, se han considerado estrictamente a los verdaderos autores, respetando y salvaguardando la propiedad intelectual, respecto a las teorías y conocimientos diversos que ellos plantean, mediante un adecuado y apropiado citado, precisando las fuentes bibliográficas de donde se han extraído o referenciado; es por esto que esta investigación es totalmente transparente en cuanto a la presentación de todo el tema en mención, sin incumplir con las normas correspondientes al derecho de la propiedad referida a los autores.

- Esta investigación está regido íntegramente a los protocolos presentados o establecidos por la Universidad, dando, mostrando y contribuyendo con importantes aportes con respecto a información del sector minero, puesto a disposición para investigaciones futuras o a quien la necesite y/o aproveche.

- Este proyecto no atenta contra ninguna organización, sindicato, comunidad, organización o localidad la cual vea afectada o vulnerada sus derechos, sus costumbres o tradiciones, puesto que esta se basa única y principalmente en el tajo y a la veta en mención y es realizado con datos específicamente de la mina subterránea,
- Con respecto al medio ambiente, no se genera ningún tipo de contaminación puesto que esta investigación es no experimental y analiza datos históricos de la mina e investigaciones pasadas.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Características generales de la veta Valeria.

Con respecto a las características generales esenciales y específicas obtenidas para la realización de este estudio se tomaron en cuenta las reservas, la evaluación geomecánica y los aspectos geológicos con la que cuenta la veta VALERIA.

Obteniendo las siguientes características:

- La veta Valeria es una estructura mineralizada vetiforme de primer orden inicialmente reconocido con sondajes largos desde el nivel 2950, explorado horizontalmente por más de 600 m e intersectado en buzamiento con labores convencionales por más de 400 m.
- La inclinación con la cual cuenta la veta Valeria varía entre 20 – 45° y su rumbo promedio es N 30° E y buzamiento de 20° a 25° SE. Presenta sinuosidades tanto en rumbo como en buzamiento con estrangulamientos locales tipo rosario. Acompaña a la estructura una falla longitudinal (reactivada) al techo y/o piso de la veta. Mineralógicamente está compuesta por cuarzo blanco lechoso y gris fracturado en mayor proporción arsenopirita, galena. La concentración de estos minerales varía en los diferentes niveles.
- Las alteraciones de la roca encajonante son: Silicificación, Sericitización, Cloritización, Caolinización.
- Su potencia varía de 0.50 m a 1.30 m. Estructuralmente la veta está dislocada por sistemas de fallas transversales de corto desplazamiento, siendo las de mayor desplazamiento las del sistema N 20° - 30° W.
- La veta se encuentra en actual exploración en todos los niveles de la rampa, y también con sondajes diamantinos para reconocerla al norte corredor H y al sur

corredores G y F. Los valores promedios de la Potencia, ley y reservas
cubicadas se observan en el siguiente cuadro:

Tabla 1

Reservas Geológicas de la veta Valeria.

Código de Veta	Veta	Nivel	TM	Potencia (m)	Ley (g-Au/TM)
40 H	Valeria H	2820	1.241	0.54	11.39
41 H	Valeria H	2770	121.503	0.93	18.42
42 H	Valeria H	2670	78.285	0.72	13.63
43 H	Valeria H	2620	3.372	0.41	15.34
Total			204.401	0.65	14.695

Nota. En la tabla se muestra los diferentes niveles en los cuales está dividido esta veta, también cuántas toneladas métricas secas se obtienen por cada nivel, mostrado en la potencia con la cual cuenta cada nivel, y la ley de gramos de oro por cada TM que presenta.

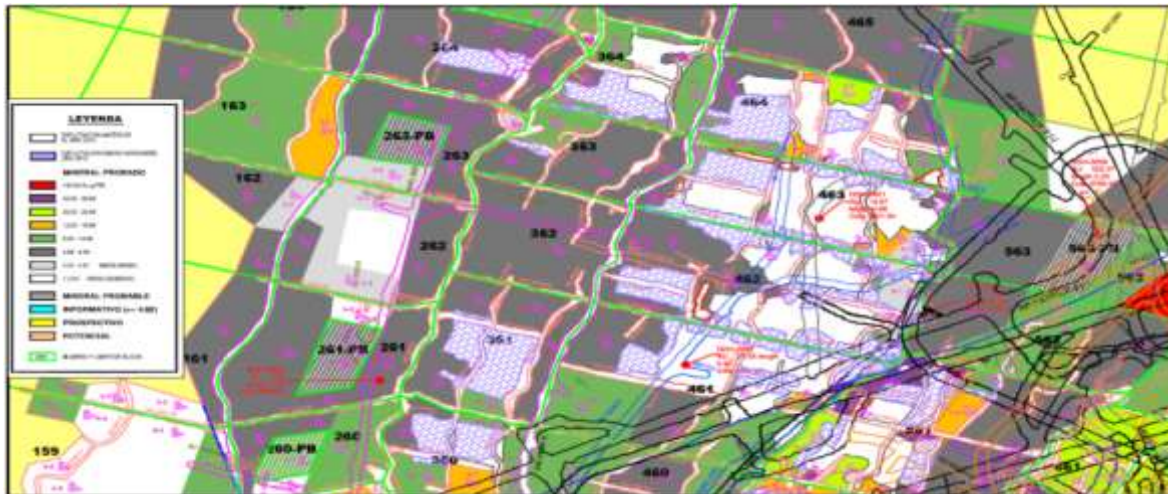


Figura 1. Parte del plano de cubicación de reservas geológicas, noviembre 2010. Extraído del Departamento de Geología - Reservas Geológicas Valeria 2009.

3.1.1. Evaluación geomecánica.

Para la evaluación geomecánica del presente estudio se hizo la utilización o aplicación en un solo bloque, en particular, de forma aleatoria seleccionamos por ejemplo el

464, este está comprendido superior e inferiormente por el Nivel 2820 hasta el Nivel 2770 respectivamente y limitado verticalmente con CHI 2780- 10S – CHI 2780-12N, para el caso se ha mapeado los componentes de la veta: caja piso, caja techo y mineral. De éste modo se obtiene siguientes resultados.

Tabla 2

Parámetros influyentes en el minado.

Veta Valeria					
Configuración Geométrica			Calidades de la Roca Según RMR		
Rumbo Promedio	Buzamiento Promedio	Potencia Veta Promedio	Techo	Piso	Mineral
N 27° E	22° SE	1.2 m.	RMR promedio 52	RMR promedio 45	RMR promedio 30

Nota. Los datos son proporcionados por el área de geología y geo mecánica de la minera.

El control geomecánico se lleva de manera regular en los tajos, donde se controla el dimensionamiento de la subsidencia, áreas abiertas y el tiempo de abertura del tajo. Un factor determinante para que el Departamento de Geomecánica determine el cierre, paralización o que se rellene el tajo son los puntos de convergencia, donde pasado los 29mm de dimensionamiento están en puntos críticos.

3.2. Evaluación de método de explotación Corte y Relleno Ascendente Semi – Mecanizado.

Características generales del método de explotación:

- Este método tiene posibilidades de aplicación bastante amplias, especialmente en yacimientos con cajas no muy competentes, además como se trabaja con una altura máxima equivalente a la altura de dos tajadas (2,5 m – 3,0 m.), es

posible controlar mediante apernado o acuñadura cualquier indicio de derrumbe.

- Este método es aplicable en yacimientos tipo vetas con buzamientos pronunciados mayores a 55°.
- El mineral debe tener buena ley y debe existir una disponibilidad de material detrítico para el relleno.
- Sus rendimientos en tajeos sin mecanización, se alcanza normalmente rendimientos del orden 4 - 8 ton/hombre, según el ancho del tajeo. En tajeos mecanizados, este rendimiento es duplicado, es decir se alcanza una cifra decente del orden de 14 ton/hombre, sin tomar en cuenta el abastecimiento del relleno. Si se trata de relleno hidráulico, con tajeos mecanizados, se obtienen rendimientos netamente superiores.

3.2.1. Ventajas y desventajas del método por corte y relleno.

a). Ventajas

- ✓ La recuperación es cercana al 100%.
- ✓ Es altamente selectivo, lo que significa que se pueden trabajar secciones de alta ley y dejar aquellas zonas de baja ley sin explotar.
- ✓ Es un método seguro.
- ✓ Puede alcanzar un alto grado de mecanización.
- ✓ Se adecua a yacimientos con propiedades físicos – mecánicas incompetentes

b). Desventajas

- ✓ Costo de explotación elevado.
- ✓ Bajo rendimiento por la paralización de la producción como
- ✓ Consecuencia del relleno.
- ✓ Consumo elevado de materiales de fortificación.

3.3. Evaluación del método de explotación Long Wall Mining.

3.3.1. Requerimientos para aplicar el “Long Wall Mining”

Este método debe cumplir con los siguientes parámetros.

a) Tamaño del Yacimiento. Debe ser lo suficientemente grande para que justifique la inversión de capital y en el equipamiento - infraestructura, así como en el desarrollo.

b) Potencia de Veta. La potencia del mineral debe variar en un rango de 0.60 m a de 2.00 m y estas deben ser de forma tabular.

c) Buzamiento. Las vetas deben tener un buzamiento de 0° a 40°, para permitir que el mineral fluya con facilidad.

d) Tipo de Roca. Características físico-mecánicas del mineral y roca de caja relativamente buena (roca competente).

3.3.2. Ventajas y desventajas del Long Wall Mining.

- **Ventajas:**

- Método altamente seguro, método en retirada.
- Alta Productividad, método aplicable a gran escala y dinámico.
- Favorece continuidad producción, permite ciclos de operaciones casi simultáneos.
- Reduce Costos de operación.
- Disminución de los tiempos de limpieza.
- Utilización óptima de los equipos (winche y rastra)

- Operaciones concentradas, facilitando transporte, insumos y ventilación.
- La recuperación es alta, recupera los pilares.
- Disminución del Factor de Voladura.
- Se hace buena selectividad, se controla la dilución.

• **Desventajas:**

- Colapsos y subsidencias ocurren en grandes áreas, aproximadamente 10-80% de la zona explotada; controlable.
- Método muy inflexible y rígido en su diseño y ejecución; al explotar el bloque en rebanadas los cortes salen de alta y baja ley.
- Es un método que tiene que ir de la mano con el relleno. No se debe dejar áreas abiertas. Existen problemas de subsidencia.

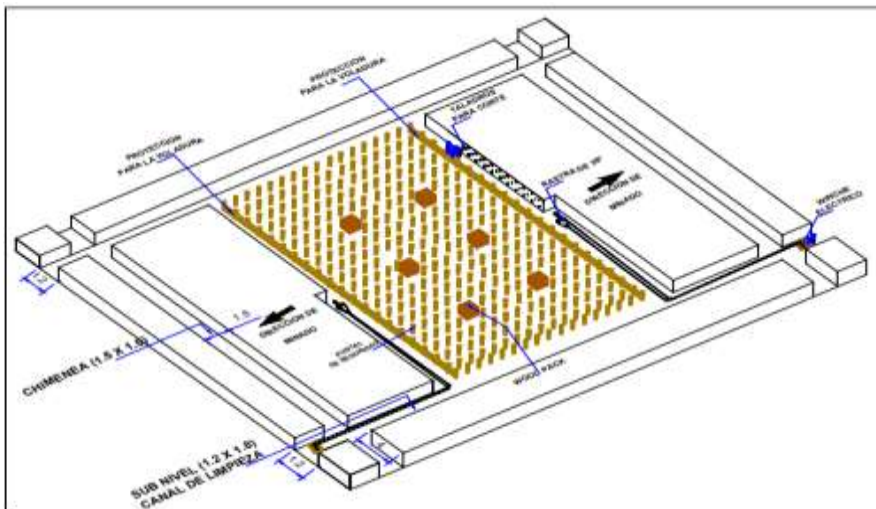


Figura 2. Método de explotación Long Wall Mining.

3.4. Costos de minado y producción de los métodos de explotación corte y relleno semi - mecanizado y Long Wall Mining.

Tabla 3

Indicadores de productividad del método de explotación corte y relleno ascendente semi – mecanizado.

Indicadores de Productividad del Método Corte y Relleno Ascendente		
Indicador	Unidades	
CARACTERÍSTICAS DEL TAJEO		
Longitud de corte	m.	12
Ancho de corte promedio	m.	1.2
Altura de minado promedio	m.	1.2
Potencia de veta promedio	m.	0.5
Potencia de veta diluido	m.	0.82
Toneladas de mineral diluido	m.	35.2
Tiempo de ejecución	G día	9.58
INDICADORES DE PRODUCCIÓN	TM/G día	3.43
Nº de tareas	Tareas	32
INDICADORES DE MANO DE OBRA	TM/H-G	1.18
Disparos	Unid.	9
Tal. Cargados	Unid.	40
Tal. Alivio	Unid.	0
Pies perforados	p.p	200
INDICADORES DE PERFORACIÓN	P.P	5.8
Hidrogel	Cartuchos	120
Kg de explosivo	Kg.	11.28
INDICADOR DE VOLADURA	Kg./TM	0.34
Cuadros	Pza.	11
Área sostenida	m.^2	14.5
Volumen de madera	pies^3	64.3
INDICADOR DE SOSTENIMIENTO	PIES^3/m.^2	4.4
TM mineral diluido/disparo	TM/disparo	5.2
Tiempo de limpieza winche/disparo	H/disparo	3
INDICADOR DE LIMPIEZA	TM/H	1.31

Nota. Los datos son proporcionados por el área de Superintendencia de planeamiento e ingeniería.

Tabla 4

Costo de producción del método de explotación Corte y Relleno Ascendente Semi - mecanizado.

Costo por Tonelada - Corte y Relleno Ascendente			
Método	Corte y Relleno Ascendente	Nº de Taladros	28
Equipo	Perforadora Jack Leg - Winche	Nº de Disparos/Guardia	1
ITEM	DESCRIPCIÓN	S/. TM	
1	Mano de obra	111.66	
2	Implementos de seguridad	8.89	
3	Materiales y herramientas	13.48	
4	Equipos	4.32	
5	Explosivos	8.22	
6	Madera	16.15	
7	Relleno hidráulico	7.47	
8	Subtotal costos directos	171.19	
9	Costos directos	46.19	
10	Costo total por TM	387.57	

Nota. Los datos son proporcionados por el área de Superintendencia de planeamiento e ingeniería.

Tabla 5

Indicadores de producción del método de explotación Long Wall Mining.

Indicadores de Productividad del Método Long Wall Mining		
Indicador	Unidades	
CARACTERÍSTICAS DEL TAJEO		
Longitud de corte	m.	11.8
Ancho de corte promedio	m.	1.5
Altura de minado promedio	m.	1.3
Potencia de veta promedio	m.	0.5
Potencia de veta diluido	m.	0.82
Toneladas de mineral diluido	m.	43.2
Tiempo de ejecución	G día	5.8
INDICADORES DE PRODUCCIÓN	TM/G día	7.5
Nº de tareas	Tareas	16.8
INDICADORES DE MANO DE OBRA	TM/H-G	2.57
Disparos	Unid.	7.8
Tal. Cargados	Unid.	36.3
Tal. Alivio	Unid.	15.5
Pies perforados	p.p	258.8
INDICADORES DE PERFORACIÓN	P.P	6
Hidrogel	Cartuchos	108
Kr de explosivo	Kg.	10.2
INDICADOR DE VOLADURA	Kg./TM	0.24
Cuadros	Pza.	8
Área sostenida	m. ²	18
Volumen de madera	pies ³	88.6
INDICADOR DE SOSTENIMIENTO	PIES ³ /m. ²	4.94
TM mineral diluido/disparo	TM/disparo	6.6
Tiempo de limpieza winche/disparo	H/disparo	1.7
INDICADOR DE LIMEPIEZA	TM/H	3.79

Nota. Los datos son proporcionados por el área de Superintendencia de planeamiento e ingeniería.

Tabla 6

Costo de producción del método de explotación Long Wall Mining.

Costo por Tonelada - Long Wall Mining			
Método	Cámaras y Pilares Provisionales	Nº de Taladros	28
Equipo	Perforadora Jack Leg - Winche	Nº de Disparos/Guardia	1
ITEM	DESCRIPCIÓN	S/. TM	
1	Mano de obra	68.24	
2	Implementos de seguridad	5.92	
3	Materiales y herramientas	10.84	
4	Equipos	8.38	
5	Explosivos	16.13	
6	Madera	21.05	
7	Relleno hidráulico	11.2	
8	Subtotal costos directos	141.76	
9	Costos directos	35.59	
10	Costo total por TM	319.11	

Nota. Los datos son proporcionados por el área de Superintendencia de planeamiento e ingeniería.

Tabla 7

Precios unitarios lineales, servicios y explotación.

Precios Unitarios de Labores, Servicios y Explotación			
Labor	Unidad	Corte y Relleno Ascendente	Long Wall Mining
Galería de 7' x 8' (6 pies)	S/. m.	291.12	291.12
Chimenea inclinada de 5' x 5' (5 pies)	S/. m.	245.44	245.44
Chimenea inclinada de 5' x 8' (5 pies)	S/. m.	340.64	340.64
Subnivel de 4' x 6' (5 pies)	S/. m.	248.08	248.08
By - Pass de 7' x 8' (6 pies)	S/. m.	292.68	292.68
Chimenea de servicios 5' x 5' (5 pies)	S/. m.	208.1	208.1
Costo de preparación (S/. /m.)	S/. m.	1626.06	1626.06
Construcción de tolva	S/. m.	526.17	526.17
Costo de explotación	(US\$/TM)	63.01	52.97

Ahorro (US\$/M ³)	(US\$/TM)	10.04
-------------------------------	-----------	-------

Nota. Los datos son proporcionados por el área de Superintendencia de planeamiento e ingeniería.

Tabla 8

Cuadro comparativo de los métodos de explotación.

Descripción	Métodos	
	Corte y Relleno	Long Wall Mining
Dimensión de corte (m.)	3.0 x 1.0	4.0 x 1.0
Número de guardias	2	1
Número de taladros	18	17
Longitud de taladros (m.)	1.43	1.72
Malla de perforación (m.)	0.3 x 0.5	0.4 x 0.6
Trabajadores por turno	2	3
Tiempo de perforación	01:58:49	01:45:00
Tiempo de limpieza	05:08:12	02:00:00
Tiempo de sostenimiento	01:15:00	00:45:00
Sostenimiento (puntual)	3	3
Volumen roto (m. ³)	4.2	4.8
Dilución	31.10%	29.20%
Tonelaje (TM)	12.6	14.4
Número de carros	8	9
Factor de voladura	1.29	0.89
Rendimiento (tonelaje/taladro)	1.01	1.31
Eficiencia (tonelaje/hombre - guardia)	3.15	4.5
Producción mensual (TM)	378	655
Tiempo de explotación del bloque	13 (meses)	6 (meses)

Nota. Los datos son proporcionados por el área de Superintendencia de planeamiento e ingeniería.

Tabla 9

Cuadro comparativo de los costos de producción.

Procesos	Costo de Producción (US\$/TM)	
	Costo y Relleno Ascendente	Long Wall Mining
Explotación - Desarrollo	29.09	29.07
Preparación - Operación		
Explotación	32.73	28.44
Extracción	2.59	2.55
Transporte	6.77	5.5
Servicios Auxiliares Mina	5.98	5.95
Supervisión	11.49	11.49
Equipos Mina	1.91	1.91
Gastos Generales Mina	4	4
Energía - Eq. Mina	1.78	1.78
Aire - Eq. Mina	1.5	1.5
Sub Total	97.82	92.19
Planta Beneficio	21.49	21.49
Gastos Adm. Mina	18.07	18.07
Exp, Dist - Gastos Adm.	17.37	17.37
Sub Total	56.93	56.93
Costo Total (US\$/TM)	154.75	149.12

Nota. Se aprecia en este cuadro que el Método de Long Wall Mining es más económico que el Corte y Relleno y saca la diferencia en el costo de explotación, \$ 28.44/TM VS \$ 32.73/TM del Corte y Relleno. Los datos son proporcionados por el área de Superintendencia de planeamiento e ingeniería.

3.5.Determinación del método más adecuado para la óptima producción en la extracción de la veta Valeria en la mina subterránea.

3.5.1. Recopilando información histórica con respecto a los métodos de explotación utilizados en la mina.

En la zona denominada Patrick, se encuentra ubicada la veta VALERIA, la cual se ha venido explotando desde el 2008 convencionalmente por el método de “Corte y Relleno Ascendente”, el cual ha dado resultados positivos; sin embargo, por la característica del macizo rocoso, el ritmo de trabajo y por las referencias de otra CIA minera cercana a la zona de estudio, el método de Long Wall Mining da mejores resultados y puede mejorar las actividades y procesos de operación de la mina subterránea. Por ello que se ha optado en cambiar paulatinamente el método de explotación a LONG WALL MINING desde fines del 2009.

Teniendo como base estos antecedentes con respecto a los métodos de explotación empleados en la mina subterránea, y realizado un cuadro donde se muestra la relación que existe en los métodos de explotación de corte y relleno ascendente semi – mecanizado y el método Long Wall Mining, se hizo la evaluación del COSTO / BENEFICIO, y se determinó como resultado final en la presente investigación que el método más adecuado para emplear en la explotación de la veta VALERIA es el del Long Wall Mining, puesto que genera un ahorro considerable de tiempo, dinero y un avance óptimo de producción y abastecimiento completo de la planta de producción.

Tabla 10

Análisis total del COSTO / BENEFICIO del MÉTODO LONG WALL MINING.

Descripción	Costo/Beneficio	
	Corte y Relleno Ascendente	Long Wall Mining
Material Roto (TM)	6 528	7 296
Ley Geológica (g Au/TM)	18.62	18.62
Dilución	33.10%	28.20%
Ley Minable (g Au/TM)	12.46	13.37
Desmante Evacuado TM	216	0
	Costo Total (US\$)	
Preparación	50 615.63	50 615.63
Explotación	11 373.44	107 799.04
Transporte de Mineral	41 616	41 616
Transporte de Desmante	1 377	0
Genra. Energía Eléctrica	38 569	38 569
Genra. Aire Comprimido	5 766	5 766
Supervisión	7 158	7 158
Relleno Hidráulico	14 100	14 100
Costo Total (US\$)	276 575.07	165 623.67
Ahorro con la Aplicación del Método Long Wall Mining (US\$/Tajeo)		10 951.4
Recuperación de Planta	88%	88%
Ley Minable	12.46	13.37
Ley de Concentrado	62%	62%
Valor del Oro (US\$/onza)	1 100	1 100
Valor del Oro (US\$/gramo)	40	40
Gramos de Concentrado	71 551	76 791
Costo Total (US\$)	276 575.30	265 623.67
Valor del Mineral (US\$)	2 862 021.93	3 071 646.86
		209 624.93

Ganancia con la Aplicación del Método
Long Wall Mining (US\$)

<u>COSTO/BENEFICIO</u>	<u>0.0966</u>	<u>0.0865</u>
------------------------	---------------	---------------

Nota. Los datos son proporcionados por el área de Superintendencia de planeamiento e ingeniería.

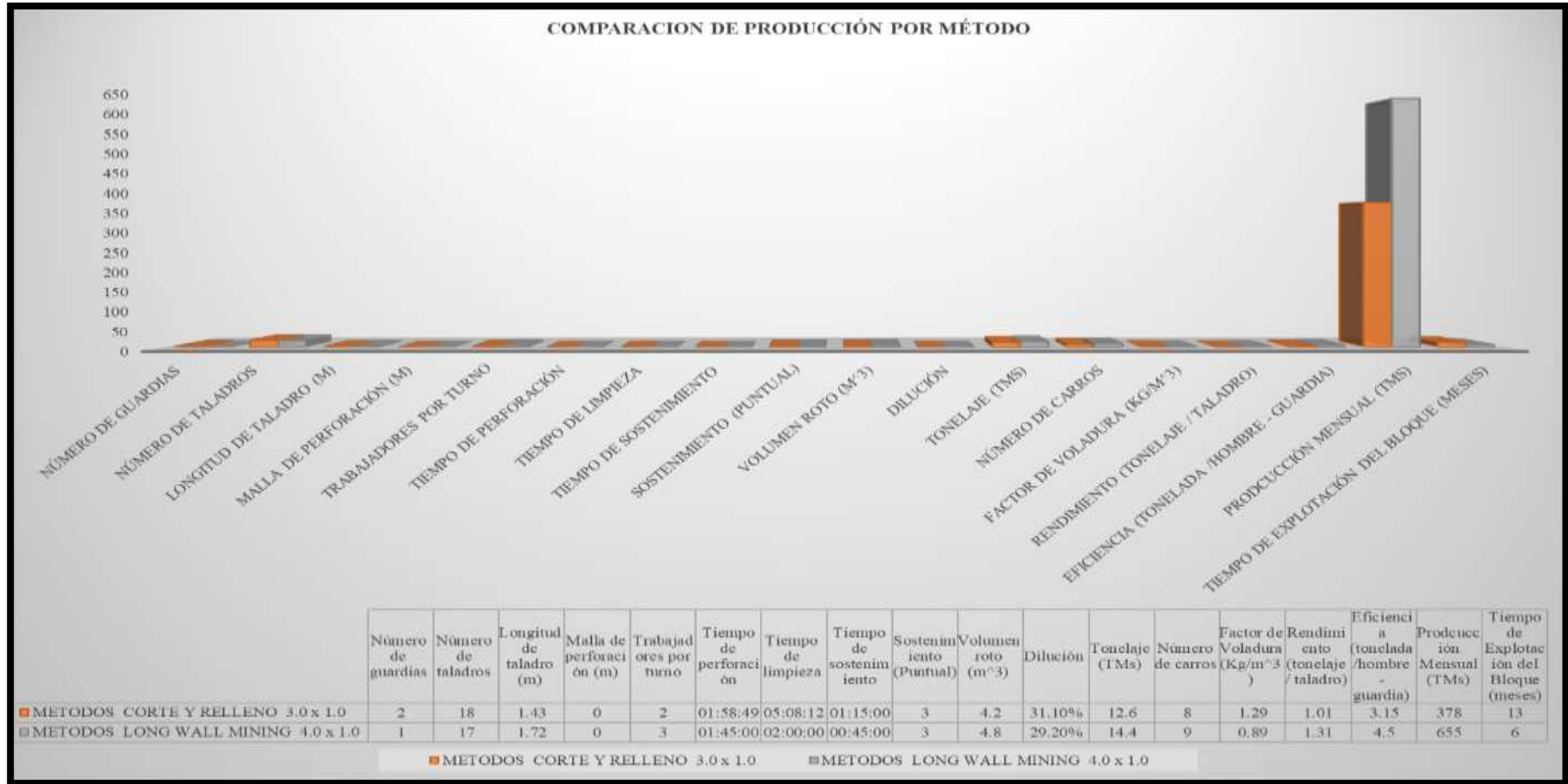


Figura 3: Comparación de la producción mensual de los métodos de explotación.

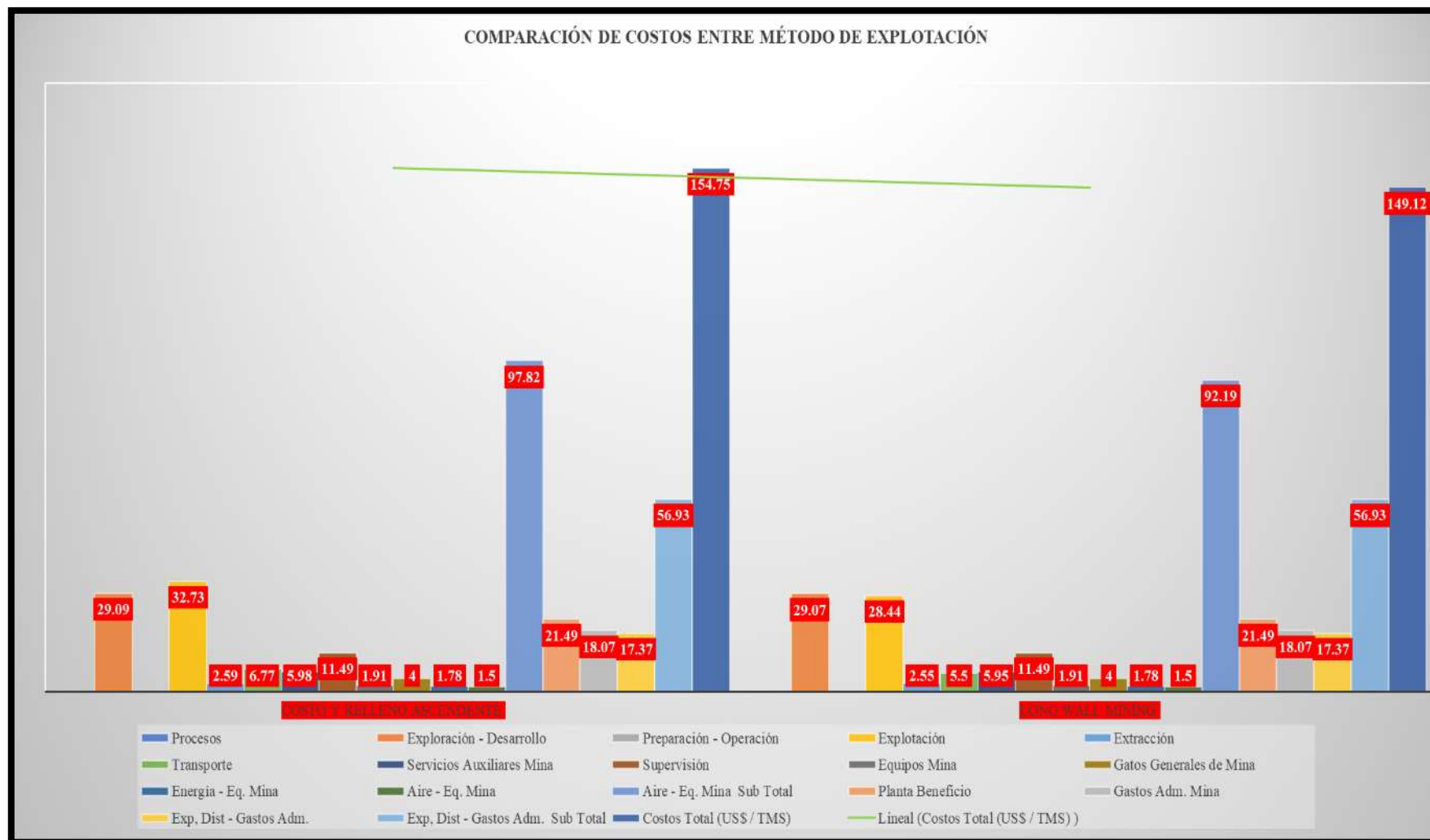


Figura 4: Diagrama comparativo de costos, entre los métodos de explotación Corte y Relleno - Long Wall Mining.

3.5.2. La veta Valeria cumple con los requerimientos que el método Long Wall Mining exige; por las consideraciones siguientes:

1. En el tamaño del yacimiento, en esta mina es justificado su aplicación por las reservas que se tienen en Valeria (Ver tabla 1), además es una zona nueva y es manejable su minado desde la preparación, hay los recursos. También hay que tener en cuenta que esta es una mina de oro, por tal motivo se tiene que aprovechar su explotación rápida; pero segura, aprovechando el precio actual del metal precioso.

Tabla 11

Estimación de reservas y recursos.

Categoría	TM	g/TM Au	Oz
Reserva	349 710	8.27	90 000
Recurso Indicado	415 000	8.7	120 000
Recurso Inferido	436 000	8.5	120 000
Total	1 200 710	8.48	330 000

2. Respecto a la potencia de la veta, la estructura de Valeria tiene un comportamiento sinusoidal (tipo rosario) por el cual varían las potencias, pero casi nunca es menor a 0.50m, si fuera así debe tener una muy buena calidad de mineral (ley) para que sea justificable su aplicación por el long wall mining ya que en éste caso la dilución va a ser mayor a 30%. También, hay que tener presente que no sólo es tener buenas potencias, también hay que ver el tema de las cajas que deben ser moderadamente competente a más, esto es muy

importante para que se pueda controlar el sostenimiento temporal hasta su pronto relleno.



Figura 5. Foto veta Valeria.

3. En el buzamiento, con relación a esto, el caso de Valeria, su buzamiento está entre 20° - 30° esto hace que el mineral fluya con facilidad cuando se hace la limpieza con la rastra, se aprovecha la gravedad. Trabajar con buzamientos moderados hace que uno pueda desplazarse con tranquilidad sin estar expuestos a las caídas. Se puede hacer la limpieza, sostenimiento, perforación y voladura sin problemas.
4. El tipo de roca es otro requerimiento fundamental para este método, por lo cual en la zona Patrick la variación de la calidad de la roca varía en RMR: de 30 a 55. No es buena, pero deja trabajar y en zonas donde se tiene terrenos fracturados, con falsas cajas juega un papel importante el sostenimiento convencional con

puntales de Jack pot y los armados de Wood pack. El tipo de roca es importante en esta explotación ya que da un tiempo de autosoporte temporal hasta que ingrese el relleno, por ser una mina no tan profunda la subsidencia y estallidos de roca, son poco frecuente y hasta el momento no ha habido un reporte de incidente/accidente serio.

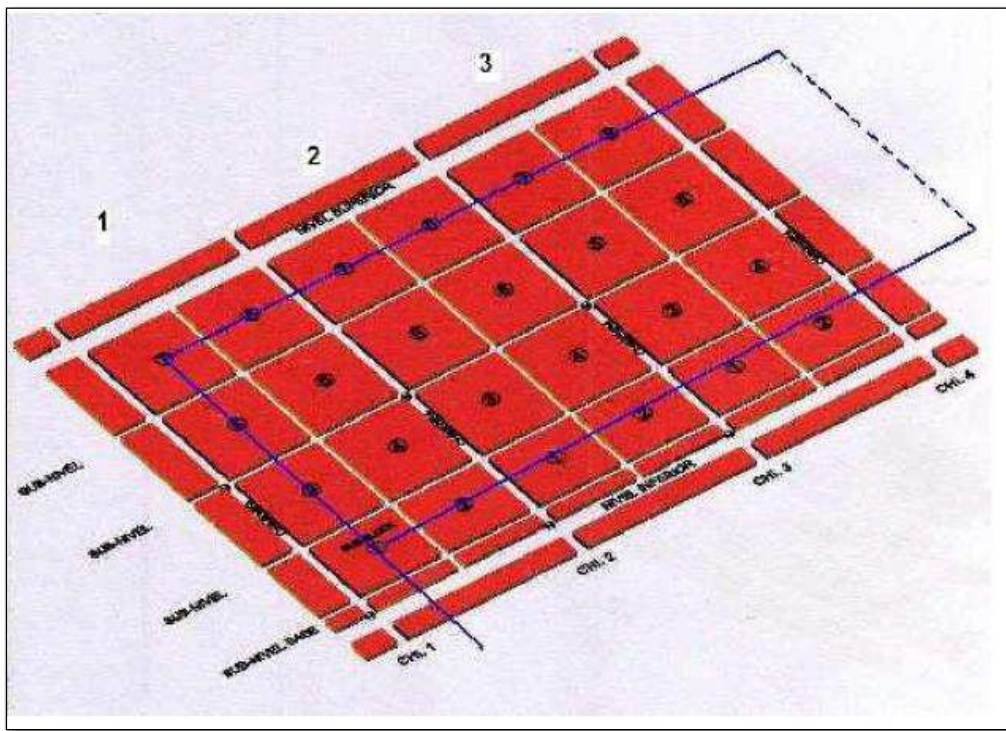


Figura 6: Configuración esquemática de la veta Valeria.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

En la investigación se demostró que las características geométricas, geomecánicas y costos de minado y producción en la Veta Valeria (tabla 2 y 9) sirvieron como base para la comparación de ambos métodos aplicable para la extracción del mineral a través del análisis comparativo numérico de selección.

Podemos reforzar con el aporte de:

Guevara (2019) quien expresa que la geometría del yacimiento, reservas geológicas (tabla 1), la resistencia de la roca (RMR y RQD) para la comparación numérica de los métodos de explotación. Sin embargo y de acuerdo con las características y el diseño, la elección del método será diferente a la de esta investigación debido a su aumento de producción y la necesidad de mecanizar y minimizar sus costos de explotación basado en sus características geológicas utilizará el método de corte y Relleno Ascendente Semi-Mecanizado ya que adecua a sus necesidades.

Según el aporte de Sánchez (2016) habla sobre los costos de minado y producción de los métodos de explotación Corte y Relleno y Long Wall Mining donde da a conocer los indicadores de productividad de cada método, costo por tonelada, precios unitarios de labores, servicios y explotación; donde llegó a comparar ambos métodos para determinar el más adecuado, también se basó en las ventajas y desventajas de cada uno, teniendo como resultado en su investigación que

el método más adecuado para emplear en esta veta es el método Long Wall Mining puesto que genera ahorro considerable de tiempo, dinero y avance óptimo de producción y abastecimiento completo de planta, siendo los mismos resultados para esta investigación; posteriormente estos métodos se evalúan bajo ciertas consideraciones económicas como: dilución, recuperación de reservas geológicas, valor del mineral y costo de producción. Con estas consideraciones se realiza la evaluación económica empleando los criterios del “VAN” y “TIR” comparativamente con investigaciones ya realizadas, con este análisis finalmente permitirá hacer la comparación de los métodos para la explotación de la veta Valeria. Esto implica que se debe de realizar la evaluación económica del método seleccionarlo Long Wall Mining para la explotación de la Veta Valeria.

Por lo tanto, en cuanto a la contrastación de la hipótesis general estudiada, se llega a un resultado el cual es el rechazo de esta, puesto que solo comparando dos puntos fundamentales en la investigación, el primero referido a costos, el método Long Wall Mining es de 28.44 U\$/TM Vs 32.73 U\$/TM del Corte y Relleno; y el segundo, la cantidad de producción, el método Long Wall Mining es 655/TM Vs con 378/TM en un tiempo de explotación del bloque de 6 meses y 13 meses respectivamente, indica claramente que seguir con el método Corte y Relleno ascendente, no beneficiará de la manera que se espera a la mina subterránea en la veta Valeria, por lo contrario cambiar de método al Long Wall Mining nos traerá

consigo mejoras considerables los cuales han sido estudiados y mostrados en la investigación.

4.2 Conclusiones

- ✓ Después de describir características y de la evaluación geomecánica y geométrica de la veta Valeria se determinó que tiene una estructura mineralizada vetiforme de primer orden inicialmente reconocida con sondajes largos desde el nivel 2950 explorados horizontalmente por más de 600 metros, su rumbo promedio N30°E y con buzamiento de 20° a 25° SE; presenta sinuosidades tanto en rumbo como en buzamiento con estrangulamiento tipo rosario.
- ✓ También se concluyó en cuanto a las ventajas de cada método e en la veta Valeria el método Long Wall Mining tiene un 100% de posibilidades y el método Corte y Relleno Ascendente un 85% de posibilidades a ser aplicados como método de explotación para la extracción de mineral.
- ✓ De la estimación geomecánica se concluye que mineralógicamente la veta está compuesta de cuarzo blanco lechoso y gris fracturado en mayor proporción de arsenopirita y galena, respectivamente se han mapeado los componentes de la veta: caja piso, caja techo y mineral obteniendo como resultado según la calidad y la clasificación del RMR se tiene que:

Techo RMR promedio: 52

Piso RMR promedio: 45

Mineral RMR promedio: 30

- ✓ Se concluyó que la producción mensual en TM en la Veta Valeria con el método Long Wall Mining es 655/TM y con el método Corte y Relleno 378/TM y el tiempo de explotación del bloque con el método Corte y Relleno es en 13 meses y con el método Long Wall Mining es 6 meses por lo que el método Long Wall Mining tiene un mejor rendimiento en la producción y avance.
- ✓ Se concluyó que el costo total por tonelada métrica del método Corte y Relleno Ascendente es de 154 U\$/TM y del método Long Wall Mining es 149.12U\$/TM (ver tabla 9) de producción por lo que concluyó que en el costo de producción del método Long Wall Mining es más económico que el método de Corte y Relleno sacando una diferencia en los costos de explotación de 28.44 U\$/TM Vs 32.73 U\$/TM de Corte y Relleno.

4.3. Como hallazgo final de la investigación, se hace las comparaciones de ambos métodos y se concluye que el método Long Wall Mining es el más adecuado puesto que genera ahorro considerable de tiempo, dinero y avance óptimo de producción y abastecimiento completo de planta, a diferencia del método Corte y Relleno Ascendente Semi-Mecanizado que el costo de explotación es muy elevado, y tienen un consumo elevado de materiales de fortificación.

4.4. Limitaciones

Se redujo a una investigación de diseño no experimental, sometida o limitada a un estudio básicamente teórico, ya que a raíz de la pandemia denominada COVID-19 el cual es una grave problema de salud pública, en consecuencia a esta el gobierno central decretó que estaba terminantemente prohibido los viajes o el traslado a otras regiones, y se tuvo que trabajar solo con la información encontrada en la web, libros, e información histórica y no se pudo visitar el área de trabajo y analizar específicamente nuestra muestra de estudio y sacar nuevos resultados, ya que la empresa no estaba aceptando visitas técnicas y no atendían otros temas diferentes al problema de la salud, sin embargo se hizo un estudio detallado y muy específico de cada método.

4.5. Recomendaciones

- Antes de decidir cambiar o aplicar cualquier método de explotación diferente al que se está trabajando o empleando actualmente, se debe hacer un estudio muy detallado de toda la operación haciendo ensayos y así llegando a que el tajo esté preparado para tal fin, de lo contrario ocasionará muchos contratiempos operativos.
- Una vez preparado el tajo y seleccionado el método de explotación es fundamental el tema de perforación y voladura, el cual debe hacerse a lo largo de la dimensión del tajo y evitar hacer el breasting (salvo recomendaciones de seguridad) ya que hacer un nivel, nos demanda de una extensión de tiempo y el equipo tiene que esperar por un largo período para entrar a la actividad de producción

- Se debe tener en cuenta la garantía de una planta de relleno para las futuras operaciones, el relleno detrítico en determinado momento será un limitante, ahora no se aprecia por la ejecución de labores de desarrollo, pero más adelante se deberá garantizar un piso de perforación y esto puede hacerse mediante la mecanización del relleno.
- Es importante habilitar mejores zonas para almacenar el mineral, el volumen que se mueve es mayor y se necesita garantizar esas condiciones, de lo contrario significara más paralizaciones dentro de la operación.

REFERENCIAS

- Arbaiza , L., Cateriano , J., & Meza, I. (2017). *Modelo de desarrollo sostenible en la pequeña minería subterránea: caso Kinacox*. Lima: ESAN Ediciones. Retrieved from <https://www.esan.edu.pe/publicaciones/2014/11/06/minera-kinacox.pdf>
- Dammert Lira , A., & Molinelli Aristondo , F. (2007, setiembre). *Panorama de la Minería en el Perú*. Retrieved from OSINERGMIN: http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Libro_Panorama_de_la_Mineria_en_el_Peru.pdf
- De la Cruz, E. (2016). Tecnologías de explotación empleadas en las minas subterráneas del Perú. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Geología, Minas, Metalúrgia y Ciencias Geográficas*.
- Hinostrosa, W. (2019). *Caracterización geomecánica en el análisis de estabilidad generados por Cerro de pasco*. Retrieved from http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1048/4/T026_72397760_T.pdf
- Instituto de Ingenieros de Minas del Perú. (2018). *Los proyectos mineros en carrera hasta el 2019*. Retrieved from <http://www.iimp.org.pe/actualidad/los-proyectos-mineros-en-carrera-hasta-el-2019>
- Quispe, J. C. (2016). *Anàlisis de producció n y costos del metodo long wall mining sore el metodo corte y rellno ascendente para su apicacion en U.E.A. MARSA* .

Rodríguez V., C., Huamaní, A., De la Cruz, L., Lázaro, V., de la Cruz, E., & Álvarez, Á. (2012). Métodos de explotación en la mediana minería del Perú. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 1.

Córdova Mondragón, Maria Loidi. «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, Universidad Nacional de Piura, 2019. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1899>

Chambi Medina, Guillermo Alberto. «Evaluación técnica y económica de los métodos de explotación corte y relleno mecanizado y sublevel Stopping en la Unidad Minera Pallancata para una óptima selección de minado». Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2013. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3851>

Quispe Urquiza, Juan Carlos. «Análisis de producción y costos del método Long Wall Mining sobre el método corte y relleno ascendente para su aplicación en U.E.A. Minera Aurífera Retamas S.A.» Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2014. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3917>

Rondon del Carmen, Carlos Eduardo. «Análisis comparativo entre los métodos de Explotación Sublevel Stopping vs Corte y relleno convencional en la Mina

Morococha.» Tesis, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2017.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2569>

De La Cruz Alanya, Eduardo Charly. «*Optimización económica aplicando el método de explotación long wall mining frente al método corte y relleno ascendente en Cía. Minera Poderosa S.A., Unidad Santa María.*» Universidad Nacional del Centro del Perú, 2015. <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3178/De%20La%20Cruz%20Alanya.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Guevara Suarez, Jose Juan. «*Ventajas económicas del método de explotación corte y relleno ascendente semi-mecanizado, sobre el método long wall, Cia Minera Poderosa.*» Tesis, Universidad Nacional de Trujillo, 2019.
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/132017>