



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
DE MINAS

Diseño del método de explotación basado en las características naturales de la Veta El Inca - Unidad de Producción Pallasca

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de Minas

AUTORES:

Maza Izquierdo, Manuel Arturo (ORCID:0000-0003-4510-2695)

Vásquez Rojas, Juan Andi (ORCID:0000-0003-3737-8632)

ASESORES:

Mgtr. Salazar Cabrejos, Rosa Eliana (ORCID: 0000-0002-1144-2037)

Mgtr. Salazar Ipanaque, Javier Ángel (ORCID: 0000-0002-7909-6433)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Evaluación de Yacimientos Minerales

CHICLAYO- PERÚ

2021

Dedicatoria

A MIS PADRES

Dedicada a mis padres, quienes me brindaron su apoyo durante toda mi carrera, por su trabajo y sacrificio. Todo mi agradecimiento hacia ellos, muchas gracias por llevarme hasta aquí.

A MI FAMILIA

Dedico esta tesis con todo amor a mi familia que me mostró todo su apoyo incondicional, brindándome día a día parte de su atención y enseñanzas, logrando que me enfoque y muestre un esfuerzo máximo en el desarrollo y culminación de mis estudios con esmero y dedicación.

Los autores

Agradecimiento

En primer lugar, agradecer a Dios por permitirnos Culminar el informe de investigación. Agradecemos a nuestros asesores Rosa Eliana Salazar Cabrejos y Javier Ángel Salazar Ipanaque, que con sus conocimientos y su amplia trayectoria se llegó a concluir uno de los objetivos de nuestra carrera profesional. También agradecer al Ingeniero Gilberto Donayres Quispe, a la ingeniera Carla Mena Nevado por el apoyo brindado en cuanto a enseñanzas y lugar de prácticas.

Los Autores

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Figuras	vi
Índice de Fórmulas	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- MARCO TEÓRICO	4
III.METODOLOGÍA	11
3.1.- Tipo de Investigación y diseño de investigación	11
3.2.- Variables y Operacionalización	12
3.3.- Población, Muestra y Muestreo	13
3.4.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
3.5.- Procedimiento	15
Primera etapa: Etapa de la planificación.....	15
Segunda etapa: Etapa de Aceptación de la investigación y aplicación de instrumentos.....	16
3.6.- Método de Análisis de Datos	16
3.7.- Aspectos Éticos	17
IV. RESULTADOS	18
V. DISCUSIÓN.....	38
VI. CONCLUSIONES	42
VII. RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1: <i>Análisis sistemático del Yacimiento</i>	21
Tabla 2: <i>Generalidades del Yacimiento-Veta el Inca</i>	22
Tabla 3: <i>Reporte Metalúrgico</i>	22
Tabla 4: <i>Resultados de Análisis Químico</i>	22
Tabla 5: <i>Parámetros del RMR</i>	24
Tabla 6: <i>Características Sistemáticas del macizo rocoso</i>	26
Tabla 7: <i>Propiedades de las discontinuidades</i>	27
Tabla 8: <i>Resistencia de la Caja Techo y Caja Piso</i>	28
Tabla 9: <i>Resultado Final del Método de explotación Óptimo</i>	30
Tabla 10: <i>Orden de los 3 métodos de explotación de acuerdo a su puntaje</i> ...	31
Tabla 11: <i>Cálculo del RQD según el número de fisuras</i>	32
Tabla 12: <i>Cálculo de RMR Bieniawski 1989</i>	32
Tabla 13: <i>Cálculo de GSI Hoek, Kaiser, & bawden, 1995</i>	33
Tabla 14: <i>Cálculo de resistencia a compresión simple con picota o martillo de geólogo</i>	33
Tabla 15: <i>Parámetros software Roc Lab</i>	34
Tabla 16: <i>Resumen de Parámetros de Granodiorita</i>	35

Índice de figuras

Figuras 1: <i>Diseño de la caja techo y caja piso de la veta el Inca</i>	37
Figuras 2: <i>Diseño del método de corte y relleno ascendente</i>	37

Índice de fórmulas

Formula 1 Parámetros para cálculo de RQD.....	8
Formula 1 : Cálculo de factor de seguridad.....	10

RESUMEN

El presente informe de investigación tuvo como finalidad Diseñar el método de explotación basado en las características naturales de la veta El Inca - Unidad Minera Pallasca. La investigación se originó en base al problema observado con respecto a la selección de un método de explotación inadecuado para la labor trabajada. Por ello, se trabajó en el Yacimiento de la Unidad de producción Pallasca, especialmente en la Veta El Inca; teniendo una investigación de tipo básica y un diseño no experimental de tipo transversal descriptivo. También, para el recojo de información se utilizó el método analítico, técnica de análisis documental y técnica de observación. Cuyos instrumentos utilizados fueron guías de análisis documental y guías de observación. Finalmente, se obtuvo como resultado que la Unidad de producción Pallasca-Veta el Inca no presenta un estudio geo mecánico detallado, asimismo no posee un método de explotación definido. Por consiguiente, se realizó un análisis de las condiciones naturales del yacimiento, donde se utilizó las tablas de clasificación geomecánica y cuadros de Nicholas. Concluyendo que teniendo en cuenta las características naturales del yacimiento, se seleccionó el método de corte y relleno ascendente por adaptarse a las características antes mencionadas que presenta la Veta el Inca.

Palabras claves: Geología, Yacimiento, geomecánica, macizo rocoso.

ABSTRACT

The purpose of this research report was Design the exploitation method based on the natural characteristics of the El Inca vein - Unidad Minera Pallasca. The investigation originated based on the problem observed regarding the selection of an inappropriate exploitation method for the work carried out. For this reason, work was carried out at the Pallasca Production Unit Field, especially at the El Inca Vein; having a basic type research and a descriptive cross-sectional non-experimental design. Also, for the collection of information the analytical method, documentary analysis technique and observation technique were used. Whose instruments used were documentary analysis guides and observation guides. Finally, it was obtained as a result that the Pallasca-Veta El Inca production unit does not present a detailed geomechanical study, nor does it have a defined exploitation method. Consequently, an analysis of the natural conditions of the reservoir was carried out, where the geomechanical classification tables and pictures of Nicholas were used. Concluding Taking into account the natural characteristics of the deposit, the ascending cutting and filling method was selected to adapt to the aforementioned characteristics of the El Inca Vein.

Keywords: Geology, Reservoir, geomechanics, rock massif

I.- INTRODUCCIÓN

En el Perú la minería es una actividad económica importante, ya sea subterránea o superficial. Pues genera ingresos importantes en los lugares donde se realiza la explotación, tanto las comunidades como las universidades reciben un porcentaje de regalías, esto genera desarrollo y crecimiento en el país.

La investigación se realizó en la Unidad de Producción Pallasca, ubicado en el Departamento de Ancash, Provincia de Pallasca y Distrito de Lacabamba, en las alturas del Centro Poblado de Chora. La ubicación del punto central de la actividad minera en coordenadas UTM WGS 84 – zona 18 son: Norte: 9086100 y Este: 177645, encontrándose este a una altitud de 3,200 msnm y la zona del Proyecto Pallasca a una altitud comprendida entre los 3,600 y 4,000 msnm.

En cuanto a su geología local, tiene un área de estudio que está comprendida por un gran cuerpo intrusivo que levantó toda la zona, donde se tiene gran presencia de granodiorita fresca, que se caracteriza por presentar áreas con fuerte alteración en la roca. También existe un fuerte fallamiento, donde se han formado quebradas que han sido profundizadas por procesos erosivos que tienen un rumbo similar con las estructuras mineralizadas.

La presente investigación tiene como realidad problemática el alto grado de fracturamiento en la roca, la humedad que presenta la labor y la falta de análisis en cuanto a la geología, geometría y geomecánica. También la falta de estudio del factor de seguridad en la unidad minera Pallasca. Por ello esto genera desconocimiento para el diseño de la sección, pues se está trabajando de manera artesanal, esto que traería un gran problema para la empresa y los trabajadores, por lo que podría ocasionar pérdidas y/o la paralización del proyecto.

Una de las causas principales es el alto grado de fracturamiento que presenta la roca en la Veta el Inca, lo que puede ocasionar el desprendimiento de rocas o la pérdida de la labor, para ello se realizó un estudio para conocer la geología y la geometría del cuerpo mineralizado, así como las propiedades geomecánicas de

la roca. Según cañas (2018) señala que las empresas mineras buscan soluciones que disminuyan la incertidumbre de las zonas vulnerables en mina, mediante investigaciones mejor realizadas, donde se emplea métodos y alta tecnología para tratar de predecir las zonas con mayor desventaja e inestabilidad. Cajaleón (2018) el desequilibrio del macizo rocoso en muchos casos se ve afectada por la presencia de discontinuidades, ya sea por fallas, diaclasas, etc. Estas deben estudiarse a mayor profundidad para no tener problemas en la operación minera.

También como causa objetiva está la falta de un estudio geológico, geométrico y geo mecánico, que suele traer como consecuencia inestabilidad en la labor e incertidumbre en cuanto a la estabilidad y factor de seguridad de la labor, que se refiere a la poca información del yacimiento, por ello al tener insuficiente data del macizo, se tendrá menos prevención. Huarsaya (2017), debe existir un estudio geológico, geométrico y geomecánico, a partir de esa información, establecer el método de explotación adecuado. Según Fereidooni, Reza y Mojtaba (2015), señala que mientras más datos cuantitativos, habrá mayor prevención, mediante diferentes métodos de clasificación de la roca intacta. Es claro mencionar una pobre información en un yacimiento puede ocasionar incertidumbre en las diferentes áreas de trabajo, para ello es de suma importancia realizar a detalle un estudio al macizo rocoso.

La Unidad de Producción Pallasca no cuenta con un factor de seguridad definido, esto podría ocasionar la caída de la caja techo y caja piso o una labor insegura, por lo que se estimó las cargas mediante distintos parámetros, para obtener la relación resistencia/esfuerzo, que debe ser mayor a 1.5. Según Medina (2017) señala que como en el caso de los países potencias en minería, donde existen muchos indicadores acerca de macizos rocosos que no cuentan con la estabilidad que se requiere, generando en efecto grandes pérdidas. Zenteno (2017), la falta de una evaluación geomecánica en minas subterráneas puede afectar en cuanto al factor de seguridad como es el caso de la Unidad de Producción Pallasca, ya que no se cuenta con información precisa para calcular la dureza y la calidad del macizo(propiedades). Es por ello que se realizó la

evaluación mediante parámetros (RMR, RQD, GSI, etc.), que predican pérdida de la labor.

Se planteó el estudio que podría traer beneficios para la elección del método de explotación y su diseño adecuado, que servirá de aporte al pequeño productor minero y artesanal. A la vez se genera la siguiente interrogante de estudio de la investigación ¿Cómo diseñar el método de explotación teniendo en cuenta las características geológicas, geométricas de la veta y geomecánicas del macizo rocoso en la unidad de producción Pallasca- Ancash?

Como justificación de esta investigación fue importante conocer el método de explotación para la unidad de producción Pallasca, teniendo como finalidad el diseño apropiado mediante las características geológicas, geométricas y geomecánicas. Este diseño estará reflejado al comportamiento del macizo rocoso y la estructura mineralizada de veta. Por otro lado, existe la finalidad de que servirá como aporte a las pequeñas empresas mineras y artesanales. Así mismo esta investigación es teórica-practico, ya que en lo teórico se utilizó diferente bibliografía, para realizar el estudio acerca del diseño del método de explotación óptimo. Para la parte práctica se tomó en cuenta la geología, geometría y geomecánica que presenta la veta El Inca. Se tomaron datos insitu para ser procesadas en tablas, las cuales dieron resultados acerca del yacimiento.

Por ello se creyó conveniente plantear el siguiente objetivo general: Diseñar el método de explotación basado en las características naturales de la veta El Inca - Unidad Minera Pallasca. De esta manera, también se plantearon los objetivos específicos: Analizar las características, geológicas, geométricas del Yacimiento y geomecánicas del macizo rocoso para determinar el método de explotación óptimo de la veta El Inca. Así también el siguiente objetivo específico explicar el factor de seguridad de acuerdo al estudio geo mecánico en la veta El Inca. Por último, el tercer objetivo específico, realizar el diseño del método de explotación óptimo en la veta El Inca.

En la investigación se planteó como hipótesis, si se realiza la geología, geometría de la veta y geomecánica del macizo rocoso entonces se obtendrá un diseño óptimo de método de explotación.

II.- MARCO TEÓRICO

Esta investigación de acuerdo al problema detallado anteriormente, busca reforzar por medio de **antecedentes**, relacionar y explicar toda la información buscada de acuerdo al tema de investigación, en la cual se resaltan los siguientes antecedentes: ,

Como antecedentes internacionales en el informe de investigación se tiene:

En el antecedente, donde Heidarzadeh, Saeidi, Lavoie, Rouleau (2021) en su artículo científico titulado “Características geomecánicas de la masa rocosa utilizando resultados de pruebas geológicas y de laboratorio: mina Niobec, Quebec; cuál **objetivo** fue la evaluación del producto obtenido en el levantamiento geológico con fines de mecánica de rocas. Como **resultado**, se tiene que los datos de laboratorio, así como los de campo, se utilizaron para cálculos en geomecánica y geología, considerados para la descripción del tipo de roca. En cuanto a la **conclusión** se estableció que las caracterizaciones geomecánicas y geológicas fueron necesarias para adoptar una interpretación de los datos de manera precisa, considerando descripciones de la litología, así como la geomecánica de un macizo rocoso.

Este artículo científico da a notar la importancia que se debe tomar en la recolección de datos de laboratorio y campo, para tener en cuenta la geomecánica del macizo rocoso insitu de acuerdo a su análisis. Es así que con los datos obtenidos se puede calcular RMR, Q, GSI, que son muy eficientes para las excavaciones de macizo rocoso, para un diseño óptimo.

Bagde, Sangode y Jhanwar (2017), en su artículo de investigación de título “Evaluación de parámetros de detención a través de instrumentos y modelado

numérico en mina de manganeso de la India”, cuyo **objetivo** se liga a parámetros de rebaje en relación con el comportamiento de la masa rocosa en mina subterránea con modelos numérico. Reflejó un **resultado**, donde se muestran modelados numéricos, indicando que debe haber condiciones estables y sugiriendo monitoreo acerca de la deformación de la roca con instrumentación. **Concluyendo** que los resultados de monitoreo indicaron que la estabilidad general de rebajes y unidades se mantiene estable durante el monitoreo. El modelado numérico también menciona que las condiciones generales que presenta son estables en rebajes y cortes transversales.

El artículo de investigación analizado hace mención de modelo numérico más el monitoreo constante con instrumentación, cumplen un rol fundamental en una investigación para la selección o búsqueda de resultados, en cuanto al macizo rocoso. Por lo que mantener estable la roca mediante el monitoreo es importante.

Es así que, Voloshyn y Riabtsev (2019), en su artículo de investigación “análisis geométrico de la deformación de la superficie en minería subterránea teniendo en cuenta métodos matemáticos” con el **objetivo** se analizó la importancia de la medición de la mecánica de rocas mediante métodos matemáticos. Como **resultado** se tiene actualmente la medición geomecánica de un yacimiento mediante diferentes fórmulas matemáticas, ya sean análisis matemáticos clásicos, que fueron fijados para la determinación de la deformación del macizo rocoso. Estas se dan mediante propiedades, ya sean físicas o químicas con las que cuenta la veta. **concluyeron** que, hoy en día existen diferentes técnicas matemáticas para conocer las deformaciones inducidas en minería subterránea.

Esta investigación se realizó para conocer técnicas de análisis de deformación en minería subterránea, teniendo en cuenta la medición de la geomecánica de un yacimiento mediante fórmulas matemáticas.

Para la presente investigación, también se realizaron antecedentes nacionales:

El antecedente de Vélez (2017) con su respectivo título “estudio de geología y economía de yacimiento minero Jarwatuna”, como **objetivo** se realizó la

evaluación Geológica y económica de Yacimiento Minero Jarwatuna. Como **resultado**, se mostró que la evaluación geológica y económica de la presente investigación, que da a conocer nuevas áreas que son de interés prospectivo, por ser estructuras mineralizadas menores, en los sectores Hurangal y deslizamiento Carpiza, Corichacra, zonas Lamoso y Santa Barbara. **Concluyeron** que, se cuenta con estructuras mineralizadas formadas por ramificaciones de tipo rosario, extensas y angostas de ancho, profundas y económicamente rentables, zonas mineralizadas de 200 a 240 m de longitud.

En la tesis analizada hizo referencia a los criterios geológicos y económicos que fueron tomados en el análisis de la zona mineralizada. Es por ello que se realizó una evaluación geológica, geométrica y geomecánica, considerando a su vez los criterios que ayudaron a conocer las nuevas áreas mineralizadas económicamente rentables.

Así también, Cañas (2018) en su tesis “caracterización geomecánica y geológica en mina san Joaquín, para el diseño del método de explotación de mineral”, el **objetivo** fue las características geomecánicas y geológica en mina San Joaquín, donde se diseñará del método de extracción de mineral. Como **resultado** se obtuvo el esquema de cámaras y pilares de barrera para la extracción de minerales, ya que las dimensiones son mayores a los pilares donde se realiza la explotación, actuando como protección, lo que otorga seguridad minera a las operaciones. **Concluyendo** que las dimensiones están influenciadas directamente por como se muestra la geología, geomecánica y la estructura del yacimiento.

La investigación hace mención que, de acuerdo a las condiciones de la geología y geomecánica de la roca, se determinará el método de explotación óptimo y a su vez el ajuste del factor de seguridad, para luego realizar el diseño; como es el caso de la Unidad de Producción Pallasca, la cual de acuerdo a la evaluación geomecánica se obtendrá el método de explotación y el factor de seguridad superando el 1.5 para su boceto.

También Minaya (2019) en su tesis “Evaluación de la geomecánica y la viabilidad técnica según metodología numérica d. Nicholas para elegir el método de explotación en veta delia, mina Colquirrumi”, mencionó el **objetivo** de la elección del método que más se acomode a las evaluaciones y condiciones geomecánicas. Como **resultado** señaló que el método adecuado es corte y relleno basado en los diferentes criterios técnicos. **Concluyendo** que el método más adecuado es corte y relleno, donde se tuvo en cuenta algunos criterios ya sean geológicos, técnicos, económicos.

Este estudio analiza la geomecánica de la roca, y se tiene en cuenta la metodología de Richolas, quien tiene criterios para analizar el método más adecuado. Esto da a notar que se consideran diferentes parámetros como la seguridad, vida de la mina y valorización. Es así que corte y relleno es el método para aplicar.

El antecedente de Aguilar y Cercado (2020) en su tesis donde “determina el método de extracción subterránea en la concesión Alta gracia-Yonán, 2020”, donde su **objetivo** la determinación del método de extracción adecuado en la Concesión Alta Gracia. De tal manera como **resultado** estableció que la geometría y geología de la veta, Caja Techo y Caja Piso son datos que llevan a la selección de Corte y Relleno ascendente como método, siendo técnicamente sostenible para la aplicación en la veta de Hierro en la Concesión Alta Gracia. Para **concluir** señalaron que el yacimiento es una veta de forma tabular, inclinación intermedia y leyes uniformes.

En la evaluación del macizo rocoso, las características del mineral, caja piso y caja techo, evidencian la elección de corte y relleno ascendente como método, ya que cuenta con una inclinación intermedia y posee una distribución de leyes uniforme, lo que hace que el método sea aplicable.

Para la presente investigación se tiene en cuenta las siguientes **bases teóricas**, conceptos que fundamentan y explican el problema planteado.

En cuanto a las teorías que están relacionadas al tema, se tiene como variable dependiente a las características naturales que presenta la veta El Inca en la unidad minera Pallasca. Según Mori (2017) hace referencia al índice Rock Quality Designation, definiéndolo con el rendimiento de muestras, en el tamaño deben ser mayores o iguales 10 cm de longitud, no se tiene en cuenta las roturas recientes del desarrollo de perforación respecto a la totalidad del sondeo. Jibaja y Zurita (2019), Parámetros para cálculo de RQD Priest y Hudson 1967. Dónde:

$$RQD: 100\lambda^{(-0.1)\lambda}[0.11 + \lambda]; \quad RQD = \frac{\geq 10cm}{Longitud - Total} * 100\%$$

Formula 2 : Parámetros para cálculo de RQD

Gonzales (2016) hace referencia a la clasificación, basada en el índice R.M.R, la cual estima el estado de la roca, su calidad, también la resistencia de la roca intacta, roca motriz, las diaclasas que presenten, el grado de alteración del agua, y en la excavación la posición relativa del diaclasado, etc. Asimismo, esta teoría ayuda a clasificar el macizo rocoso y a su vez permite que se relacione los índices de calidad, para luego diseñar y sostener las labores subterráneas.

Según Hoek y Brown (2019) donde señala la resistencia geológica, llamado GSI es utilizado en la caracterización de los macizos rocosos, de esta manera vinculando el criterio de falla con las distintas observaciones de la geología, es decir abordar la estructura y las juntas. El criterio también incorpora a la roca intacta, discontinuidades como las juntas que se caracterizan por el GSI. Diseñado para estimar el comportamiento del macizo rocoso ya sea en taludes, cimentaciones y túneles. Quién también propone el Cálculo de GSI mediante Hoek, Kaiser, & bawden, 1995; $GSI = RMR - 5$

Por un lado, Vardar, Zhang, Canbulat y Hebblewhite (2019) señalan que para la determinación de la resistencia se utiliza el ensayo uniaxial de resistencia a la compresión, se aplica una carga axial controlando la deformación, de tal manera se sabe que la roca se debilita conforme las discontinuidades aumentan. Por otro lado, Feijoo y Almache (2021) se conoce la compresión simple utilizando la picota o martillo de geólogo para determinar un rango. Así también Sierra (2019)

existen diferentes ensayos que permiten estimar la resistencia, como son el de carga puntual y el uso del esclerómetro.

El módulo de Young también es importante para conocer la roca, según Salinas (2018) menciona que es una característica la deformación de la roca, ya que entre la deformación transversal y axial hay una relación, haciendo que en el ensayo de compresión simple las dos sean constantes.

En la aplicación de Hoek-Brown, Kusumawardani, Cahyadi y Faizal (2016) consiste en considerar algunos factores como la dirección, el espaciado y la rugosidad del plano de discontinuidades que siempre varía, se decreta también la cohesión y el ángulo de fricción de un macizo rocoso. También para el análisis de resistencia del macizo rocoso a través del ROCLAB, que es un programa que mediante parámetros permite obtener datos fiables de propiedades. Este determina la resistencia que puede tener un macizo rocoso tomando como criterio de rotura a Hoek-Brown.

Por otro lado, Shen, Shi y Barton (2018) mencionan que la resistencia de Mohr-Coulomb depende del esfuerzo en el plano de corte. Este plano de corte cuenta con una relación no lineal a la compresión normal, es sometida a una muy alta presión confinada, siendo que, si la roca es débil, y es sometida a presión baja, también sigue la relación.

Por otro lado, Carrera, Ibarra y Molina (2018) para determinar la geología del yacimiento se necesita la compilación y el procesamiento de toda la información geológica de la roca. Lebedev y Romanevich (2020) Con ello se conoce las características de la geología, ya sea la geometría, la litología, tipos de límites, profundidad, relieve, entre otras. Una buena caracterización geológica implica una correcta información seleccionada y procesada, para determinar el mejor modelo geológico y las rocas que contiene.

El factor de seguridad también juega un rol de suma importancia, según Medina (2017), señala que la información obtenida acerca del macizo rocoso, cuánto de más cantidad sea y con mejor calidad, mejor será la estimación de sus cargas y

resistencia de la roca. Existe una relación de resistencia/esfuerzo, esta debe ser siempre mayor a la unidad, es decir la resistencia del sostenimiento debe ser mayor al esfuerzo que actúa sobre ello. También señala que, al existir mucha información, se debe proponer la utilización del factor de seguridad de 2-3. Por otro lado, si hay un estudio en laboratorio, utilizar el factor de 1.5-2.

$$f_s = \frac{\text{resistencia de sostenimiento}}{\text{esfuerzo actuante}} = \frac{S_s}{O_p}$$

Formula 3 : Cálculo de factor de seguridad

Para la variable independiente, el diseño del método de explotación, existen diferentes métodos de explotación, para determinar el método adecuado según las características que estos presentan. Según Maquera (2019) quien menciona que hay diferentes tipos de yacimientos, tales como vetas, pórfidos, mantos, etc. Elegir el método que mejor se adecue a cada yacimiento es el objetivo, según el conocimiento de la calidad de la roca y el yacimiento obtenido. Dehghani, Siami y Haghi (2016) existen diferentes tipos de métodos de explotación, como los métodos auto soportados; cámaras y pilares, cámaras almacén. Métodos soportados; corte y relleno ascendente. Baloyi y Meyer (2020), aquí se evalúa la geomecánica del mineral y la roca, su buzamiento, el RMR de caja techo y piso de la estructura mineralizada, también de la encajonante.

Kosenko (2021) en el método de explotación Cámaras por Subniveles se tiene en cuenta algunos parámetros para su elección; ya sea por la potencia de las vetas, rango de 0.5m a 40m. Veramendi (2017), también se toma en cuenta el buzamiento > 45° a 80°, asimismo se considera el RMR de la caja techo de 25 a 79. Por otro lado, Waclawik, Snuparek y Kukutsch (2017) el método de Cámaras y pilares toma tres parámetros fundamentales para la elección, el rango de potencia de 0.035m a 55 m. Considerando un buzamiento de 08° a 45°. Con un rango de RMR de la roca encajonante de 70 a 77.

Morocho (2019) el método de Cámaras almacén implica presentar un rango de potencia de 0.8m a 8 metros y buzamientos > 68° a 80°. Para el método de Corte y Relleno ascendente debe presentar el rango de la potencia de 0.8m a 6 metros y buzamientos > 35° a 80°.

Rodríguez (2016) para la elección del método de explotación debe tomarse la utilización de diferentes tablas propuestas por Nicholas 1981 para la elección del posible método. Bajic, Bajic, Gluscevic y Ristic (2020) se toman diferentes criterios dependiendo la información que se tiene para elegir el método de explotación adecuado. También Nakache, Boukellul, Bouhedja y fredj (2019) indica que la elección del método adecuado es posible mediante los cálculos analíticos y numéricos.

III. METODOLOGÍA

3.1.- Tipo de Investigación y diseño de investigación

Respecto al **modelo de análisis**, según Rodríguez (2020) señala que cualquier investigación básica o fundamental busca conocer la realidad de los fenómenos de la naturaleza, para cooperar a una sociedad cada vez más destacada y que responda de la mejor manera a los retos de la humanidad (parr.1). De esta manera, **respecto al tipo de investigación es básica** porque a través de la evaluación geológica, geométrica y geomecánica se proyectó y simuló el método de explotación óptimo, teniendo en cuenta las diferentes fórmulas aplicadas para el cálculo de las dimensiones, geometría y factor de seguridad.

El **diseño de investigación** que se aplicó en el informe es **no experimental**, según Escamilla (2020), menciona que un proyecto con diseño no experimental se efectúa sin tocar adrede las variantes. Fija básicamente en la comprobación de manifestaciones presentes en el ámbito de su naturaleza que luego serán analizados (p.2). Ya que el tema de informe de investigación se trató en la simulación del diseño adecuado del método de explotación, no alterando sus condiciones, geometría y dimensiones determinadas, debido a que se realizó una simulación para la Unidad de producción Pallasca. Donde las variables no son alteradas, ya que el fenómeno observado es la falta de un diseño del método explotación de acuerdo a las características naturales del macizo rocoso.

Nivel descriptivo, Vásquez (2016) señala que se utiliza con el fin de observar una manifestación y sus elementos. Ello permitirá especificar la manifestación

en estudio fundamentalmente por medio de varias cualidades. Un modelo será el análisis de la ciencia que pretende explicar la particularidad de reconocer diversas partes y al intercambio. La inteligencia será superior al exploratorio, la finalidad es definir sucesos que son parte de interrogantes que están dentro de un análisis (p.1).

Se propuso un diseño del método de explotación adecuado donde se detalló las especificaciones como su geometría y sus dimensiones, teniendo en cuenta las características naturales que se presentan en unidad de producción Pallasca.

3.2.- Variables y Operacionalización

Para el Informe de investigación se utilizó dos variables, una independiente y una variable dependiente. Como **variable independiente**, tenemos el diseño del método de explotación como **variable dependiente** tenemos las características naturales de la Veta el Inca - unidad de Producción Pallasca.

- **Definición conceptual**

Para la **definición conceptual** de la variable **independiente**, Según Maquera (2019) señala, se tiene en cuenta criterios de selección como la forma del yacimiento, la caracterización geológica y geomecánica, se generó un enfoque a los métodos de explotación autosoportantes, como cámaras y pilares, cámaras almacén, corte y relleno ascendente, tajos largos, hundimiento por subniveles (p.8).

Mientras que la **definición conceptual** para la variable **dependiente**, Según La Torre (2019) menciona, en explotaciones subterráneas se encontraron rocas de mala calidad, rocas de media a baja dureza, muy inestables, donde es muy necesario la realización de un estudio bien detallado de la geología, geometría y geomecánica del macizo rocoso, para tener menor incertidumbre (p. 24).

- **Definición operacional**

Para la **definición operacional** de la variable **independiente**, Mediante la aplicación de instrumentos de evaluación geológica y geomecánica se determinó el método de explotación. Consecuente a ello se realizó el diseño de método en AutoCAD. Para la **definición operacional** de la variable **dependiente**, Mediante la caracterización geológica, geométrica y geomecánica del yacimiento se obtuvo información precisa para determinar el diseño del método de explotación.

3.3.- Población, Muestra y Muestreo

López y Fachelli (2017) señalan que, el **universo** es la expresión semejante para relacionar un grupo para todos los componentes donde van a conformar un lugar en específico e ideal donde se quiere deducir la consecuencia para examinar (p.7). Es así que la **población** se constituyó por la veta el Inca, veta mariposa y veta estrella dorada, ubicadas en la Unidad de Producción Pallasca, donde diseñara el método de explotación adecuado.

Criterios de inclusión

Dentro de los criterios de inclusión tenemos, el rumbo y buzamiento, dimensiones, forma del yacimiento, geología, estado de discontinuidades, geomecánica del macizo rocoso, métodos de explotación, factor de seguridad que forman parte del estudio sistemático de la unidad minera Pallasca.

Criterios de exclusión

En los criterios de exclusión se manifiesta la meteorización, energía interna, proyecciones estereográficas, sostenimiento artificial, datos que no se tomaron en cuenta en la investigación.

López y fachelli (2017) nos dice que, una **muestra** estadísticamente forma fragmentos que representan su total definido como universo (p.6). Es por ello que como muestra se seleccionó la veta el Inca donde se realizó el bosquejo del método de explotación de la unidad Producción de Pallasca, la cual se analizó en la investigación.

Espinoza (2016) menciona que, el **muestreo** se empleó como técnica como selección de elementos (unidades de análisis o de investigación) que son característicos para población de estudio, y conforman una muestra para que se utilice en las inferencias (generalización) a la población estudiada (p.5). De esta forma se determinó que el muestreo viene a ser **no probabilístico por conveniencia**, ya que se realizó la selección de la veta el Inca que aún no ha sido materia de estudio y por lo tanto no se ha realizado labores. Esto conlleva a realizar un aporte significativo para la unidad de producción Pallasca, teniendo en cuenta datos generales como la geología (rumbo, buzamiento, tipo de roca, etc.), para el diseño del método de explotación. Como **Unidad de análisis** las características de la roca, para la determinación del método que se utilizara en la explotación de la unidad Minera Pallasca.

3.4.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las **técnicas para la investigación** son métodos que permitieron establecer al investigador una interacción directa entre sujetos de análisis, dicha finalidad de almacenar información. Según Estela (2020), señala que los métodos de análisis forman un grupo de elementos, procesos y variables utilizados en la adquisición de datos que se emplearan de acuerdo a los registros fijados en cada metodología determinada (parr.1).

Se utilizó como técnica de investigación la **observación**, por lo que se realizó con la finalidad de una recolección de datos in situ acerca de las características naturales presente en el yacimiento-Veta El Inca, con la que se determinó, la resistencia, calidad del macizo rocoso, como también su geometría de la veta y a la vez el factor de seguridad en base su geomecánica. Es por ello que Vera y Tinoco (2019) señalan que, esta es un **método** fundamental para un proyecto a examinar, donde se hace la búsqueda de toda la información correspondiente, observando diferentes manifestaciones, teniendo la finalidad de obtener datos necesarios para el respectivo análisis (p.7).

Así mismo fue conveniente utilizar la técnica de **Análisis documental**, lo que permitió la búsqueda de información sobre la tablas de clasificación geomecánicas ya establecidas como: Rmr, RQD , etc. Las cuáles fueron

adaptadas al trabajo de investigación, para luego ser transmitidas. Según Cid, Mendez y Sandoval (2011) menciona que son para la obtención de información que ya se ha manejado por otros autores, esto ayudará a enriquecer el informe de investigación (p.11).

Instrumentos de Recolección de datos

La Guía de observación es propiamente identificar las manifestaciones o dificultades. Por ello Campos y Lule (2012), señalan que una guía de observación es un instrumento que al observador le permite abrirse camino de manera ordenada en aquello que se buscó como propósito el análisis; dicho procedimiento guía la recopilación y almacenamiento de referencias de un caso manifestación (p.12). De esta manera la guía de observación se utilizó con la finalidad de recoger los datos in situ de la Veta El Inca para la determinación del método de explotación basado en datos de geomecánica, geometría y geología.

Las Fichas de investigación se aplicaron algunos autores como fuentes, para la obtención de información y su elaboración de fichas, para conocer los parámetros del macizo rocoso, criterios y clasificación utilizadas para su estudio, así como información acerca de factor de seguridad y el método de explotación dependiendo de las resistencias de la roca.

3.5.- Procedimiento

Primera etapa: Etapa de la planificación.

Como primera parte se realizó la identificación del problema investigación en la Unidad de producción Pallasca, para luego realizar la búsqueda y recopilación con apoyo de diferentes sitios web que muestren información bibliográfica relacionada al informe de investigación, ya sea papers, tesis, libros, etc. Así mismo con el propósito de que sirvieran de ayuda para poder desarrollar la investigación.

Segunda etapa: Etapa de Aceptación de la investigación y aplicación de instrumentos

Se realizó la presentación de la carta para obtener el permiso por parte de la Empresa Minera Los Andes, siendo aceptada para la realización de esta investigación en la Unidad de Producción Pallasca – Ancash, mediante el gerente general Gilberto Donayres Quispe. Se procedió a viajar desde la ciudad de Chiclayo hacia el distrito de Pallasca, de la Región Ancash. Como primer punto se tomó datos insitu aplicando instrumentos realizados en clase, para su posterior aplicación en campo, se observó las características geomecánicas que se presentaba en la veta el Inca, geología del yacimiento para evaluar la resistencia y calidad de la roca, etc. Esta información se tomó de la veta el Inca de la unidad de producción Pallasca.

Tercera etapa: Etapa de evaluación de datos recogidos

Se analizó la información recolectada con los instrumentos en campo, que posterior fueron procesados en tablas y formulas correspondientes. De esa manera se obtuvo resultados para el diseño del método de explotación óptimo de la Unidad de Producción Pallasca. Por consecuente se realizó una simulación de un diseño del método de explotación adecuado en el programa AutoCAD, ya teniendo todos los parámetros requeridos para dicho diseño.

3.6.- Método de Análisis de Datos

Es necesario considerar el método empleado en el informe de investigación, fue el método analítico.

El **método analítico** confiere estudiar la materia, de tal forma: justificar y entender de una mejor manera el procedimiento y reforzar ideas. La cuál concede que se observó la geología, la geometría y geomecánica del yacimiento de la veta el Inca teniendo en cuenta la sección de esta misma, la relación resistencia/esfuerzo y el factor de seguridad. Según Sánchez (2014), señala que dicho procedimiento a emplearse es una herramienta para el análisis, aquello funciona para la descomposición o separación total. La investigación es indagar la prueba de un suceso peculiar. Se creyó conveniente examinar el ámbito de

manifestaciones y la materia estudiada con el fin de entender el propósito. Con la información examinada y ordenada, permitió observar el efecto alcanzado, explicando los datos obtenidos; fundamentando la información, siendo primordiales en el análisis de la investigación.

3.7.- Aspectos Éticos

Según normativa fijada los aspectos éticos son fundamental para seguir desarrollando proyectos de investigación de la manera más correcta, donde no se pone en tela de juicio a las personas involucradas en el proyecto, entre ellas tenemos:

- **Autonomía**

En el aspecto ético de Autonomía se realizó el Recojo de datos sin modificar o alterar la información de los investigadores en el informe de investigación de la Unidad de Producción Pallasca, donde se realizó el análisis de estudio geológico, geométrico y geo mecánico por parte de los autores.

- **Beneficencia**

En este aspecto ético se realizó la investigación con la finalidad de un análisis del macizo rocoso y el factor de seguridad para ayudar a la Unidad minera Pallasca en la búsqueda de la perfección en los métodos de explotación para el bien de la producción.

- **No Maleficencia**

Dicho aspecto ético de no Maleficencia se vio reflejado en la unidad de producción de Pallasca donde se mostró todo tipo de procedimientos que van de acorde al trabajo realizado, donde se trabaja hoy en día la resistencia del macizo rocoso de una manera empírica.

- **Justicia**

La justicia siendo un aspecto ético fundamental en la unidad de producción Pallasca, donde se trabaja teniendo en cuenta la responsabilidad socioambiental, creando un vínculo de trabajo entre empresa, estado y comunidad.

IV. RESULTADOS

Análisis de las características geológicas, geométricas del Yacimiento y geomecánicas del macizo rocoso en la Veta el Inca-Unidad Minera Pallasca.

4.1- Condiciones geológicas

En el Proyecto Pallasca, se manifiesta una litología de un cuerpo intrusivo que restableció toda la zona y que se caracteriza por presentar zonas muy alteradas. Se muestra cortes en la carretera de ingreso (carretera Pallasca – Chora), y zonas con macizos rocosos más compactados y competentes a la vez, caracterizada por una granodiorita fresca.

También en la zona se observa rocas volcánicas como una andesita, que pertenecen a otro tipo de clasificación de rocas en este caso el Grupo Calipuy. Asimismo, está presente el Grupo Goyllarisquizga con una litología sedimentaria. En cuanto a la formación Chicama se manifiestan estratos sedimentarios de potencia regular que consisten en una mezcla de areniscas con lutitas de grano tenue y también se puede diferenciar la presencia de lutitas carbonosas.

Por ello existen fuertes fallas que ha sufrido la zona producto de esto, siendo el provocante de movimientos verticales que han intervenido la zona, formando quebradas que han sido profundas debido a sucesos erosivos. Esto se debe que presenta un rumbo similar con las formas mineralizadas, se puede decir que la mineralización está sujeta a controles de distribución. Las plataformas que presenta la zona son bastantes empinados con alto grado de buzamiento, por lo cual, para poder trabajar en la zona de acuerdo al proceso de explotación, se ha tenido que formar conformaciones horizontales, que sirvan de reposo y zonas de trabajo.

4.1.1. Estructuras con Mineral Proyecto Pallasca.

La zona donde se encuentran las conformaciones de mineral valioso que se van a explotar en el Proyecto Pallasca-Veta el Inca, presentan una pendiente de alto ángulo que supera los 50° grados. Se considera que el ángulo de reposo de los

componentes está sujeto en un rango de 35° y 45°grados, esto quiere decir que cualquier componente rocoso que sea extraído de la posición inicial en la que se encuentra. Preparando formas determinadas para el trabajo a llevarse a cabo, por lo cual se ha sugerido la construcción de plataformas de trabajo y muros que sirvan para contener el desmonte que se extraiga del interior de la mina, de tal forma que cuándo éstos vayan creciendo, se formen con los mismos, conformaciones que servirán para estacionamientos, oficinas, talleres, etcétera.

4.1.1.1. Andesita Fresca

Se muestra una andesita fresca, este tipo de roca aflora en la parte superior derecha de la Veta el Inca, al pie y al lado derecho de una labor, lo que estaría situando una relación entre el cuerpo intrusivo que aflora allí con los volcánicos Calipuy.

4.1.1.2. Granodiorita Fresca

Puede apreciarse una granodiorita fresca que aflora en la parte superior de la Veta el Inca, al lado de las andesitas. Asimismo, una quebrada que se encuentra al lado de labor inclinada, al parecer la zona de ligue entre ambas litologías.

4.1.1.3. Estratos Sedimentarios

En cuanto a la presencia de estratos sedimentarios, en donde se diferencian areniscas unidas con lutitas de grano tenue en envoltorios de 10 a 50 centímetros de potencia y que corresponden a otro tipo de formación de rocas, que se hallaron en forma distinta sobre los diferentes grupos y formaciones más antiguas.

4.1.2. Geología Económica

El Proyecto Pallasca-Veta el Inca, presenta conformaciones mineralizadas que son vetas hidrotermales que presentan un rumbo promedio de S 30° W y un alto buzamiento de 80°SE. Hasta el momento se han identificado dos conformaciones mineralizadas o vetas que son paralelas, distanciadas entre sí por una distancia horizontal de 80 metros en aproximación, con rumbo y buzamiento parecidos. El mineral rentable está sujeto entre el material molido característico de las fallas, con una potencia reducida de 6 a 7 centímetros. Sin

embargo, cuando las conformaciones (falla), genere un corte a la Veta el Inca, es posible que se manifieste un cuerpo mineralizado con volúmenes mayores de mineral rentable de alta ley como el de la muestra de mano.

Aún falta explorar este yacimiento, sin embargo, las muestras iniciales que se están extrayendo, indican la presencia de mineral rentable de alta ley tanto en la forma principal seleccionada Veta el Inca, como el mineral de la falla que corta de manera perpendicular. Esta presenta el mismo mineral, pero más concentrado y compactado, relacionado directamente a una de las propiedades de las discontinuidades(falla) y de potencia disminuida referente a la veta objetiva, aunque es posible también que haya formado zonas de potencias mayores y que tenga un comportamiento en rosario como la veta El Inca.

4.1.2.1. Mineralización de la Veta el Inca

La veta el Inca presenta una potencia de 1.50 metros, donde se observa sulfuros de fierro, cobre, arsénico y un considerable contenido de oro, que ha sido muestreado teniendo una potencia promedio de 10 gramos/Tonelada métricas. Sin embargo, en la parte cerca de la caja techo, con una potencia de 0.30 metros, se ha registrado de acuerdo al análisis del laboratorio químico con una ley promedio de 1 onza/ Tonelada Métrica.

4.2. Geometría del yacimiento y distribución de leyes

La Veta el "Inca", en cuanto a su forma presenta una potencia de 1.50 metros, cuyo valor económico en general son los sulfuros de fierro, cobre, arsénico y un distinguible contenido de oro, mostrando una potencia promedio de 10.3 oro gramos/toneladas métricas. Referenciando al muestreo de campo se ha realizado en una potencia de 1.00 metro, para un minado inicial de explotación por circado de 0.60 metro de veta el Inca con una ley de 17.17 oro gramos/toneladas métricas.

La tendencia de la veta el Inca es adaptarse conforme se realiza los avances, debido a que presenta un comportamiento de veta en rosario, por tratarse de un relleno fracturado, que en este caso es natural y provoca este tipo de conformaciones. Sin embargo, al seguir llevando el mismo rumbo, la misma

forma lleva a lo mismo, generando una ampliación en la parte central y con reducción hacia los extremos. La mineralización de esta conformación tiene como mineral principal al cuarzo lechoso que contiene a los sulfuros de cobre y de hierro y arsénico con alto contenido de oro.

El conjunto de rocas y mineral se manifiesta compactado y duro para los trabajos mineros, lo cual la hace competente en cuanto al macizo rocoso, generando un tipo de sostenimiento Natural. En función de la potencia de la veta el Inca y su dureza del mismo, así como las cuales irán situadas distantes en relación a la resistencia de las cajas del yacimiento. Por ello el tipo de mineral presente en el yacimiento en es polimetálico principalmente compuesto de Sulfuros Hierro, Cobre, Arsénico, Oro y como mineral a explotar sulfuro de oro, siendo la ley promedio del mineral, Oro: 15 gramos/toneladas métricas. Asimismo, el cuerpo está constituido por distintos cuerpos mineralizados (Veta el Inca), el procedimiento del método a utilizarse en la labor, directamente en los cuerpos con mineral, presentando formas irregulares y a la vez teniendo un potencial de la veta muy angosto.

Tabla 1: *Análisis sistemático del Yacimiento*

Forma	Irregular	El tamaño cambia a medidas muy cortas.
Potencia del Mineral	Muy Estrecho	< a 3 m
Inclinación	Parado	> a 55°
Profundidad desde la Superficie	Corta	< a 150 m
Leyes	Gradual diseminado.	o Las leyes tienen una distribución zonal, identificándose cambios graduales de un punto a otro.

Fuente: Elaboración propia

El proceso de selección del método de explotación óptimo responde a un estudio ordenado y completo de los criterios característicos del cuerpo (veta el inca) como sus características naturales en las que se detalla anteriormente.

Tabla 2: Generalidades del Yacimiento-Veta el Inca

Forma del Yacimiento	Potencia de la Veta Inca	Buzamiento	Distribución de leyes
Irregular	1.0m por ser muy angosta	78° a 80° lo que corresponde parado.	Ley Promedio de 10.3 Au gr/tm

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a las generalidades del yacimiento-Veta el Inca la forma del yacimiento es Irregular, teniendo una potencia promedio de la veta de 1 metro por ser muy angosta, un buzamiento de 78°-80° que corresponde a parado y una ley promedio de 10.3 Au gr/tm.

Tabla 3: Reporte Metalúrgico

Muestra	Au (gramos/TM)	Au (Onzas/TC)	Dato
M-001	10.3	0.30	Onza/Tc
M-002	4.6	0.13	34.28 gramos

Fuente: Gerencia Pallasca

En cuanto al reporte Metalúrgico de las muestras seleccionadas entre ellas M-001 presenta 10 gr/tm de oro, teniendo 0.30 onza/tc de oro; mientras la muestra M-002 presenta un análisis metalúrgico de 4.6 gr/tm de oro y 0.13 onza/tc de oro.

Tabla 4: Resultados de Análisis Químico

Muestra	Con Dilución	Potencia	Sin Dilución	Potencia
	Au gr/tm	m	Au gr/tm	m
Cod.001	10.30	1.00	17.17	0.60
Cod.002	4.60	0.80	6.13	0.60

Fuente: Gerencia Pallasca

De acuerdo a los resultados de análisis químico de las muestras mencionadas anteriormente en la Tabla N°3, muestra el cod.001 con 10.30 Au gr/tm con dilución, teniendo una potencia de 1 metro, siendo la misma muestra analizada presenta 17.17 gr/tm de oro. Pero sin dilución con una potencia de 0.60 metros. Es así que en cuanto a la muestra de Cod.002 se nota 4.60 Au gr/tm de oro con dilución con una potencia de 0.80 metros, con aquellos datos fue analizada pero esta vez sin dilución teniendo 6.13gr/tm, de oro con una potencia determinada de 0.60metros.

4.3. Propiedades geomecánicas del yacimiento

El procedimiento de la roca, los distintos componentes van a depender exactamente de: La dureza de matriz rocosa, presencia de fracturas de la matriz rocosa y de la fuerza de las propiedades de las discontinuidades.

Asimismo, cabe señalar que los modelos de selección de la roca son 3 características resaltadas, siendo estos necesarios en su determinación de las propiedades de la matriz rocosa.

Tabla 5: Parámetros del RMR

RMR		RANGO DE VALORES					
1	Resistencia de la roca intacta	Ensayo Carga puntual actual	> 10 Mpa	4 – 10 MPa	2 – 4 MPa	1 – 2 MPa	
		Compresión simple	> 250 Mpa	100 – 250 MPa	50 – 100 MPa	25 – 50 MPa	
	VALOR		1	12	7	4	
2	RQD		90 – 100 %	75 – 90 %	50 – 75 %	25 – 50 %	
	VALOR		20	17	13	8	
3	Espaciado de las discontinuidades		> 2 m	0.6 – 2 m	0.2 – 0.6 m	6 – 20 cm	
	VALOR		20	15	10	8	
4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	<1m	1 – 3 m	3 – 10 m	10 – 20 m	
		VALOR		6	4	2	1
		Abertura	Nada	< 0.1 mm	0.1 – 1.0 mm	1 – 5 mm	>
		VALOR		6	5	3	1
		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave
		VALOR		6	5	3	1
		Relleno	Ninguno	Relleno Duro < 5 mm	Relleno Duro > 5 mm	Relleno Blando < 5 mm	Relleno Blando
		VALOR		6	4	2	2
		Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta
		VALOR		6	5	3	1
	VALOR		30	23	13	6	
5	Flujo de agua en las discontinuidades	Relación P agua / σ principio	0	0 – 0.1	0.1 – 0.2	0.2 – 0.5	
	Condiciones Generales	Completamente	Ligeramente Húmedas	Húmeda	Goteando	Agua fluyendo	
	VALOR		15	10	7	4	
SUMA DE LOS VALORES DE LOS PARAMETROS 1-5							
TIPO DE ROCA SEGÚN EL RMR							
RMR		100-149	80-99	60-79	40-59	20-39	
CLASE		I	II	III	IV	V	
DESCRIPCIÓN		Muy Buena	Buena	Regular	Mala	Muy Mala	

Fuente: Adaptado de Bieniawski 1989.

En la determinación de la tabla N°1 RMR establecida y adaptada a los datos obtenidos en campo de la unidad minera Pallasca-veta el Inca, de acuerdo a los 5 parámetros evaluados según un puntaje, se obtuvo una puntuación de 57, reflejando que es de clase III, teniendo una descripción de Roca Regular; debido a la presencia de diferentes discontinuidades. De acuerdo a su dureza de la

matriz rocosa a través del ensayo de comprensión simple muestra un rango de 100-250 MPA según la tabla de RMR, asimismo con una puntuación de 12 de acuerdo a los parámetros. La muestra del macizo rocoso es una granodiorita fresca donde se utilizó la picota aplicando múltiples percusiones con la herramienta utilizada en el rompimiento del testigo. Representando una clase R5 de resistencia muy dura por lo que su puntaje total de Resistencia de la matriz rocosa (MPa) en la tabla (RMR) será 12 puntos.

Asimismo, el índice del RQD se utiliza como parámetro estándar del RMR, que indica la calidad y clase de la roca. Se obtuvo un resultado de rango de 50%-75% de acuerdo a la tabla de datos obtenidos en la veta el Inca-unidad minera Pallasca de la calidad del testigo, con un determinado puntaje en la tabla (RMR) de 13.

Muestra la presencia del espacio de las discontinuidades que son de 6 cm, teniendo una descripción de espaciamiento cerrada, un espacio de juntas de 50 a 300 mm donde el tipo de macizo rocoso según los datos de campo es fracturado: pero aun así se fija una estabilidad y condición favorables de la roca, teniendo en la tabla (RMR) una puntuación de 5.

Respecto a los estados de las discontinuidades siendo el parámetro número 4 según la tabla de (RMR) se evidencia que la longitud de la discontinuidad presenta un rango de 1-3m; indicando que el macizo rocoso presenta una estabilidad superior, señalando en la tabla (RMR) que de acuerdo a lo precisado se tiene un puntaje de 4. En la abertura se evidencia que tiene un rango de 1-5mm, teniendo una descripción moderadamente abierta determinando una estabilidad y condición inferior, por ello en la tabla (RMR) su puntaje es de 1.

La rugosidad que se presencia en el macizo rocoso es rugosa, por consiguiente, en la tabla (RMR) su puntaje es de 5. Cabe mencionar que el relleno del macizo rocoso es duro lo que conlleva a que tenga una competencia superior, donde el relleno duro es menor de 5 mm, por lo que en la tabla (RMR) su puntuación es de 4. La alteración presente en el macizo rocoso es moderadamente alterada, y según su descripción menciona que menor de lo establecido de la roca presenta

desintegración en el terreno. Presenta un tipo de roca meteorizada, formando una estructura discontinua, por lo que en la tabla 6 (RMR) su puntuación es de 3.

Respecto al Flujo de agua en las discontinuidades es Ligeramente húmedo la cual produce que el macizo rocoso sea moderadamente estable, por lo que en la tabla (RMR) su puntuación es de 10. Como resultado final cabe señalar que el macizo rocoso analizado es granodiorita fresca que presenta un RMR regular según la tabla de Bieniawski, el cual, por ser una roca semidura, puede ejercer su propio sostenimiento.

Tabla 6: Características Sistemáticas del macizo rocoso

Resistencia de la Matriz Rocosa	Alta	> 15
Espaciamiento entre fracturas	Muy grande	3
	RQD (%)	50-75%
Resistencia entre las discontinuidades	Media	Discontinuidades puras con un espacio rugoso.

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que hay formas de seleccionar características precisas, teniendo en cuenta 3 factores o variables necesarias en cuanto a la determinación del proceder de las rocas.

Tabla 7: Propiedades de las discontinuidades

Respectiva selección para el macizo rocoso por el espaciamiento de las discontinuidades			
DESCRIPCIPÓN ESPACIAMIENTO	ESPACIO DE JUNTAS	TIPO MACIZO	
Cerrado	50 - 300 mm	Fracturado	
RQD DEL TESTIGO	CALIDAD DE LA ROCA	Regular	5 0 - 7 5
Grado de meteorización ISRM			
TÉRMINO	DESCRIPCIÓN	GR AD O	
ROCA FRESCA	No presenta signos visibles de meteorización.	I	
Clasificación de las discontinuidades teniendo en cuenta su separación			
DESCRIPCIÓN		SEPARACIÓ N	
Moderadament e abierta		1 - 5 mm	
Grados de rugosidad de las discontinuidades			
RUGOSIDAD		VALOR	
MODERADAM ENTE RUGOSA		81 - 86	
Clasificación de las discontinuidades según su orientación			
RUMBO PERPENDICULAR AL EJE	Buzamiento	45-90°	Muy favorab le
RUMBO PROMEDIO		S30°W	

Fuente: Elaboración propia

La clasificación geomecánica de Deere se basa en la idea del RQD, este parámetro nos indica la cualidad de la roca in situ teniendo la fracturación; en este caso tenemos una descripción de espaciamiento cerrada, un espacio de junta de 50-300mm, manifestando un tipo de macizo rocoso fracturado. De acuerdo al RQD se fundamenta en cuantificar la cualidad de la roca con base en distancia de los testigos; por ello en campo se trazó una línea horizontal de 1 metro y de esa forma contar las fisuras que intersectan esa línea. Por ello presenta la conjetura del RQD de acuerdo al N° de fisuras por metro, analizadas al realizar el levantamiento litológico-estructural, teniendo un RQD en rango de 50-75%, induciendo a una roca fresca de grado I. Se tiene una separación moderada abierta de 1-5mm y un grado de rugosidad moderado con un valor de 81-86. La veta el Inca presenta una dirección media de S30W y una dirección de buzamiento de 45-90° siendo favorable según la relación de la tabla.

Tabla 8: Resistencia de la Caja Techo y Caja Piso

matriz rocosa del techo	matriz rocosa del piso
75/4,63	175/4,63
16,20MPa	37,80MPa

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la roca sujeta a la mano derecha, presenta una dureza de acuerdo al ensayo aplicado promedio de 50 a 100 Megapascales (media de 75 Megapascales) y en cuanto a la roca a la mano izquierda de 100 a 250 Megapascales (media de 175 Megapascales). Denotando la dureza de la roca del techo es: $75 \text{ entre } 4,63 = 16,20 \text{ Megapascales}$ a y la dureza de la roca del piso es: $175 \text{ entre } 4,63 = 37,80 \text{ Megapascales}$. Teniendo como resultado que, observando las durezas calculadas, se nota que es mayor a 15 Megapascales, por lo que se manifiesta una dureza muy considerable.

4.4. Resultados de la comparación de métodos de explotación para la Unidad Minera de Producción Pallasca

Respecto a la comparación de los métodos de explotación que pueden aplicarse en la unidad Minera Pallasca-Veta El Inca, de acuerdo a su forma general, potencia de la veta, buzamiento y distribución de valores. Esto depende de los parámetros de cada método de explotación que serán evaluados de acuerdo a un cuadro de puntajes ya establecidos. (ver anexo 9).

Asimismo, se presenta otro tipo de comparación de los métodos de explotación de acuerdo a su resistencia, espaciamiento de fracturas y cizallamiento. Donde serán evaluados de acuerdo a las características del macizo rocoso presente en la veta El Inca, donde el método que más se acople y adapte a las características naturales del yacimiento obtendrá una puntuación más alta, diferenciándolo de otros métodos de explotación (ver anexo 10).

4.5. Elección del método de Explotación a emplear en la Unidad Minera Pallasca

En la siguiente tabla se muestra el efecto culminado de la observación de las técnicas de extracción manifestados en base a las propiedades geométricas y geomecánicas del macizo rocoso en la Unidad de Producción Pallasca.

Tabla 9: Resultado Final del Método de explotación Óptimo

MÉTODO	GEOMETRÍA Y DISTRIBUCIÓN DE VALORES					CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS										SUB TOT AL	SUB TOT AL	
						VETA					CAJA							SUB TOT AL
											TECHO			PISO				
											RESIST.	ESP.FRAC	CIZALL.	RESIST.	ESP.FRAC			
FOR.	POT.	BUZ.	D/V	SUB TOT AL	FRT	CER	MOD	FRT	GRU	MOD	FRT	MG	MOD					
IRR.	M/A	PAR	GRA		FRT	CER	MOD	FRT	GRU	MOD	FRT	MG	MOD					
BCV	2	-49	4	0	-43	4	3	3	1	3	3	1	0	0	18	-25		
SST	2	0	4	1	7	-49	1	2	3	1	2	4	4	4	-28	-21		
SCV	4	-49	4	0	-41	0	4	2	3	4	2	3	4	2	24	-17		
R&P	4	0	0	3	7	0	2	2	3	2	2	4	4	4	23	30		
SHS	2	2	4	1	9	1	3	2	3	3	2	4	4	4	26	35		
C&F	2	4	4	3	13	3	3	3	2	2	3	2	2	3	23	36		

Fuente: Elaboración Propia

En la determinación del resultado final para el método de explotación óptimo en la unidad de Producción Pallasca como se muestra en la Tabla N°8, se obtuvo como resultado, la técnica de extracción del método probable de acuerdo a la tabla N°9, que debe aplicarse preferentemente en la Unidad Minera Pallasca con la determinación de su puntuación.

Tabla 10: Orden de los 3 métodos de explotación de acuerdo a su puntaje

Nº	MÉTODO DE EXPLOTACIÓN	CÓDIGO	PUNTAJE	APLICACIÓN
3	Cámaras y pilares (room and pillar maning)	R&P	30	Probable
2	Almacenamiento Provisional (shrinkage stopping)	SHS	35	Probable
1	Corte y relleno (cut and fill stopping)	C&F	36	Preferente

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a su puntuación y un número de orden determinado, se observa en la Tabla N°9, la aplicación del método de corte y relleno siendo este preferente por su puntuación, como segundo se tiene al método de almacenamiento provisional como aplicación probable 1 y como tercero se tiene el método de cámaras y pilares como aplicación probable 2.

4.6. Explicación del factor de seguridad de acuerdo al estudio geomecánico en la unidad Minera Pallasca-Ancash

DATOS TOMADOS EN CAMPO – UNIDAD DE PRODUCCIÓN PALLASCA

Cálculo de RQD según Priest y Hudson 1967

Por medio de las mediciones de campo de una línea sobre macizo rocoso donde se determinó el número de fracturas observadas por metro durante la recolección de datos, mediante la siguiente expresión determinada por Priest y Hudson 1967.

Se tiene RQD:

$$100\lambda^{(-0.1)\lambda}[0.11 + \lambda]$$

Tabla 11: Cálculo del RQD según el número de fisuras

MUESTRA	N° FISURAS	RQD
1	11	79.46613
2	11	79.46613
3	12	61.39410
4	12	61.39410
PROMEDIO		70.43015

Elaboración: Propia

Las muestras tomadas y analizadas en la Unidad de producción de Pallasca fueron 4; fijadas en diferentes tramos de la veta el Inca, trazando así una línea horizontal cada un metro evaluando y contando el número de fisuras que intersectan la línea. Se observa en la tabla N°11, la primera muestra tiene 11 fisuras con un RQD de 79.46613, en segunda muestra de igual forma se intersectaron 11 fisuras con un RQD de 79.46613; asimismo en la tercera muestra se tiene 12 fisuras con un RQD de 61.39410 y por último en la muestra 4 presento 12 fisuras con RQD de 61.39410. Como resultado final de la tabla y las 4 muestras tomadas, se obtuvo un RQD promedio de 70.43015.

Tabla 12: Cálculo de RMR Bieniawski 1989

TRAMOS	1	2	3	4	PROM
VALORES	61	61	57	57	59

Fuente: Elaboración propia

Respecto al Cálculo de RMR en los 4 tramos de la veta el Inca, en el primer tramo de acuerdo al RQD y los cinco parámetros evaluados con una puntuación en la tabla geomecánica (Ver tabla N°1), presenta un RMR con un valor de 61, asimismo en el segundo tramo presenta un RMR de 61, en el tramo 3 presenta un RMR de 57 y por consecuente en el tramo 4 según puntuación se obtuvo un RMR de 57. Teniendo un resultado final con un RMR promedio de 59.

Tabla 13: Cálculo de GSI Hoek, Kaiser, & Bawden, 1995

$$\text{GSI} = \text{RMR} - 5$$

N°	SECTOR	MUESTRA	RMR	GSI
P01	Pallasca	M1-4	59	54

Fuente: Elaboración propia

En la determinación del cálculo del GSI aplicando la fórmula de Hoek, Kaiser y Bawden en la unidad de producción Pallasca, se seleccionó la muestra P01 (Tabla N°6) sector Pallasca-Veta el Inca en la cual se obtuvo un RMR de 59 restando menos 5 para la obtención del GSI con un valor de 54.

Tabla 14: Cálculo de resistencia a compresión simple con picota o martillo de geólogo

MUESTRA	ESTIMACIÓN DE LA CLASE RESISTENCIA EN CAMPO	RESISTENCIA	RESISTENCIA UNIAXIAL
P01	Muchos golpes con martillo de geólogo, para romper la muestra.	R5 Muy resistente	100 a 250 Resistencia exacta: 175 Mpa con programa Roc Lab

Fuente: Elaboración propia

La estimación del cálculo en campo respecto a la resistencia uniaxial; según la evaluación geomecánica (ver tabla), se encuentra en un rango de 100-250 Mpa, denotando una clase de R5; siendo a la vez una roca muy resistente de acuerdo a los golpes ejercidos hasta generar la ruptura de la muestra con el martillo de geólogo (picota). Utilizando el software de Roclab se determinó la uniaxial exacta de 175 Mpa.

Tabla 15: Parámetros software Roc Lab

Clasificación Hoek-Brown	valores	Criterios Hoek-Brown	valores	Ajuste Mohr-Coulomb	valores	Parámetros del macizo rocoso	Valores	Fuerzas actuantes	valor
RCU	175 Mpa	Mb	1.876	Cohesión	8.861 Mpa	Fuerza de tensión	-0.088 Mpa	σ_1	112.3 Mpa
GSI	54	S	0.001	Ángulo de fricción	31.519 deg	compresión uniaxial	5.205 Mpa	σ_3	23.97 Mpa
Mi	29	A	0.504			Resistencia global	31.657 Mpa		
F. D	0.8					Módulo de deformación	8759.61 1 Mpa		
Módulo de ratio	425								

Fuente: Elaboración propia

4.7. Cálculo de otros parámetros

Mediante la utilización del software Roclab; permitió obtener las variables de dureza de la roca, en cuanto a los métodos de rotura generalizado de Hoek-Brown. Asimismo, calcular los parámetros equivalentes del criterio de Mohr-Coulomb; en la cual el software Roclab arroja datos de un ensayo Triaxial estimando un σ_1 de 112.3 Mpa y un σ_3 de 23.97 Mpa según el método de Hoek-Brown, mientras en el criterio de Mohr-Coulomb se aprecia un σ_1 de 108.2 Mpa y una σ_3 de 23.97, de igual manera se determinó el σ_1 de 175 Mpa del macizo rocoso que viene a ser el dato de la resistencia uniaxial. (Ver anexo 13).

En la utilidad del software Roclab se aprecia los diferentes efectos finales de la información de campo en veta el Inca-Unidad Minera Pallasca. Donde implica la determinación de la dureza del ensayo no confinada de la roca intacta σ_1 con el valor de 175 Mpa, la variable de la roca intacta. El **mi** con el valor adimensional

de 29, el índice de dureza geológica GSI con el valor de 54, el factor de alteración de 0.8, observando el resultado de la Variación interactiva de los parámetros analizando la modificación de la envolvente de rotura con cada parámetro.

Se deber tener en cuenta que con el ensayo Triaxial arrojado en el programa (ver anexo) se obtuvo los datos del sigci y mi; señalando que el resultado de las variables de dureza semejante de Mohr-Coulomb en los que se identifica los datos de (cohesión y ángulo de fricción), se obtendrá un ángulo de fricción de 31.519 deg y una cohesión de 8.861 Mpa, con un módulo de deformación de 8759.611 Mpa. Por lo que se tiene una dureza del ensayo no confinada de la roca intacta con un valor de 175 Mpa según criterio Hoek-Brown y una dureza en base al ensayo designado de 5.205 Megapascuales según el lineamiento de Mohr-Coulomb de acuerdo a la envolvente.

Tabla 16: Resumen de Parámetros de Granodiorita

PARÁMETROS IN SITU GRANIODIORITA			
DESCRIPCIÓN	ABREVIATURA	VALORES	UNIDADES
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	RCU	175	Mpa
RMR	RMR	59	Adim
RQD	RQD	70.43015	Adim
ÍNDICE GSI	GSI	54	Adim
ÍNDICE mi	Mi	29±3	Adim
ÍNDICE mb	Mb	1.876	Adim
ÍNDICE s	S	0.0001	Adim
ÍNDICE a	A	0.504	Adim
MÓDULO DE YOUNG	Em	8.759611	Gpa

Fuente: Elaboración Propia

Los parámetros in situ de la granodiorita analizada en campo en relación al software Roclab resultaron de gran ayuda para la determinación del factor de seguridad en la veta el Inca; teniendo como datos la dureza del ensayo seleccionado simple de 175 Mpa y así determinar la deformación producida por las fuerzas; en la cual se determinará los esfuerzos de un σ_1 con un valor

de 112.3 Mpa y un sigma 3 de 23.97 Mpa y el sigma 2 se rechaza porque es igual al sigma 3, teniendo como resultado que el sigma 1 es diferente tomando como dato para la relación de resistencia/esfuerzo estableciendo el factor de seguridad en la veta el Inca.

4.9. Criterio De Aceptación De Factor De Seguridad En Unidad De Producción Pallasca- Veta El Inca

El enfoque más utilizado para el diseño de estructuras de ingeniería es especial en minería, se considera a la relación que existe entre la resistencia y esfuerzo. El factor de seguridad en la veta el Inca se define como:

$$FS = \frac{FUERZAS RESISTENTES}{FUERZAS ACTUANTES}$$

Formula 4 Factor de seguridad

Donde:

Fuerza resistente: 175 Mpa

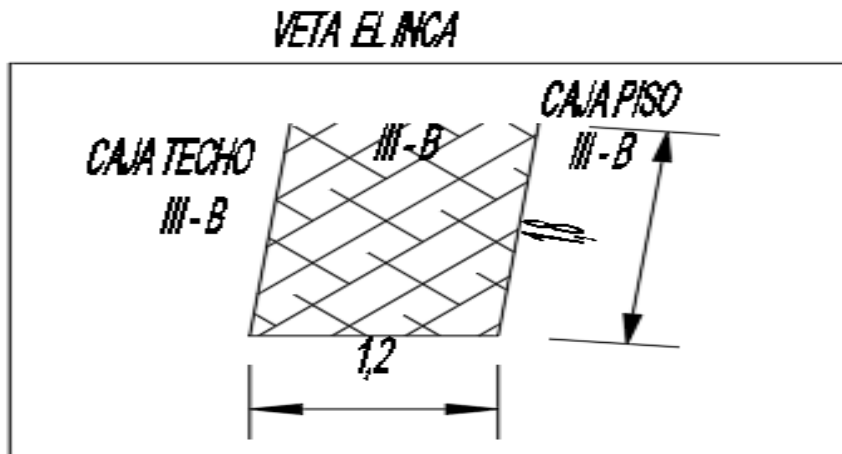
Fuerza actuante: 112.3 Mpa

$$FS = \frac{175}{112.3} = 1.56$$

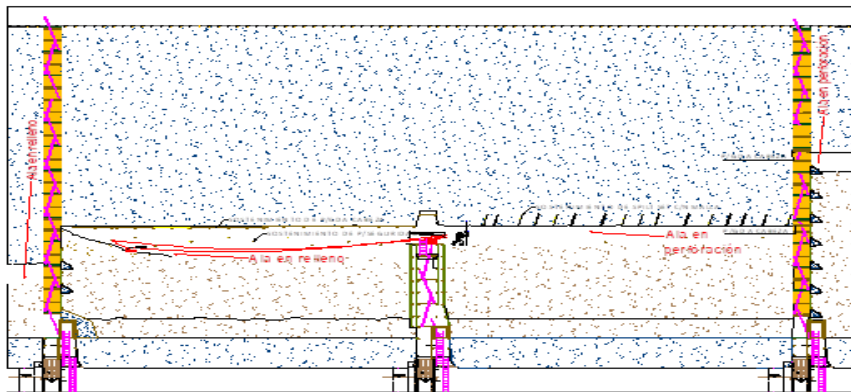
Por lo tanto, la capacidad de la fuerza resistente es mayor a la fuerza actuante teniendo un sistema estable. Así mismo el rango de valores en cuanto al factor de seguridad resalta que el valor mayor a 1.5 es para estabildades a largo plazo (mayores a un año), el rango de 1.3 a 1.5 presenta una estabilidad a mediano plazo (mayor a 3 meses y menor a 1 año), por último, en rangos de 1.1 a 1.3 denota una estabilidad a corto plazo (menor a 3 meses).

5. Realización del diseño del método de explotación óptimo en la veta el Inca - unidad minera Pallasca.

Después de conocer las características del macizo rocoso, su geometría y geología, se diseñó el método de explotación en AutoCAD, teniendo en cuenta el factor de seguridad.



Figuras 1: Diseño de la caja techo y caja piso de la veta el Inca



Figuras 2: Diseño del método de corte y relleno ascendente.

El diseño del método de explotación de corte y relleno ascendente presenta las siguientes características que influyen y determinan directamente el diseño: La Longitud de tajeo esta entre 60m, la Altura del Block 50 m vertical, el Ancho de minado: > 0.80 m, la Altura de Rotura por corte 1.5m. Asimismo presenta un Buzamiento de veta 78°, tenemos Accesos: Dos chimeneas extremas de bloqueo, que delimitan el tajeo, Ore Pass en el medio y Chimenea en los laterales que comunica al nivel superior para servicios.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo al primer objetivo específico, *Análisis de las características, geológicas, geométricas del yacimiento y geomecánicas del macizo rocoso para determinar el método de explotación óptimo de la veta el Inca - unidad Minera Pallasca*. De tal manera el estudio realizado teniendo en cuenta la geología del yacimiento, su geometría, más el análisis geo mecánico dio como resultado el método de explotación de corte y relleno ascendente. Gracias a diferentes parámetros utilizados como RMR, RQD, mediante fórmulas y cálculos, se obtuvo la resistencia del macizo rocoso. Así también por la información recogida insitu y luego trabajada con las diferentes tablas que presentan algunos autores, las dimensiones de la veta, su potencia y leyes con las que cuenta. Se facilitó la determinación del método apropiado con apoyo de tablas, con una puntuación de 36 corte y relleno es el más apropiado.

Datos que, al ser Contrastados por Navarro y Reyes (2018), "Estudio pre - factible para un sistema fortificado en mina Pullalli" quienes con estos resultados señalaron que la roca es alterada por distintos factores, tales como las fracturas, diaclasas, etc. Lo que ocasionó el deterioro de la roca. Es por ello que la roca al estar sometida a distintos esfuerzos esta es debilitada, por lo que se recomendó un estudio geo mecánico para tener un mayor control.

Resultados que, al ser confrontados por Heidarzadeh, Saeidi, Lavoie, Rouleau (2021) "Evaluación la confiabilidad y aplicabilidad de los resultados del levantamiento geológico con fines de mecánica de rocas", se contrasta con los resultados de laboratorio, así como los de campo, para la geomecánica y geología, consideraron un buen acuerdo entre las perspectivas. Semejante a los resultados de Bagde, Sangode y Jhanwar, 2017, "Estudio de los parámetros de rebaje en relación con el comportamiento de la masa rocosa en una mina subterránea con modelos numérico", quienes mencionan enfoques empíricos como el RMR, Q de Barton, el RMR modificado de Laubscher. Mostrando resultados de modelados numéricos, indican que debe haber condiciones

estables, sugiriendo monitoreo acerca de la deformación de la roca, con instrumentación.

Por otro lado, resultados que al ser confrontados por Owczarz y Blachowski (2020), “Análisis de la geometría de las deformaciones, con la finalidad de calcular las deformaciones superficiales causadas por una serie de eventos sísmicos inducidos por la minería subterránea”, se contrasta con los resultados que, para el análisis de las características geométricas de las deformaciones del terreno resultantes de eventos sísmicos, se calcularon los valores medios máximos de los desplazamientos verticales, extensiones NS y WE.

También los datos confrontados por de Minaya (2019), “se tiene que elegir el método que más se acomode a las evaluaciones y condiciones geomecánicas”, Como resultado señala que el método adecuado es corte y relleno basado en los diferentes criterios técnicos.

En consecuente con los resultados de Vélez (2017), “Evaluación Geológica y yacimiento Minero Jarwatuna - Provincia Caraveli Región Arequipa”, se contrasta con resultados que reflejaron un estudio y evaluación geológica de la presente investigación. Se determinó nuevas áreas de interés prospectivo dentro de la propiedad a estructuras menores de los sectores Corichacra, Hurangal y deslizamiento Carpiza, y de las zonas Lamoso y Santa Barbara.

Por otro lado, en el segundo objetivo específico, *Explicar el factor de seguridad de acuerdo al estudio geo mecánico en la veta el Inca - unidad Minera Pallasca*. Los resultados obtenidos indican que el factor de seguridad en toda labor subterránea, debe ser superior a 1.5, teniendo en cuenta la relación que existe entre la fuerza resistente/fuerza actuante. Es por ello que se obtuvo un factor apropiado de 1.56, que sirve como aporte para el método de explotación a utilizar en la veta el Inca a largo plazo, que sería una estabilidad de un año.

Datos que al ser contrastados con Voloshyn y Riabtsev (2019), “Análisis de aspectos importantes de la mecánica de rocas”, quienes mostraron como resultado que actualmente para medir la geomecánica de un yacimiento, se

utilizaron diferentes fórmulas matemáticas. Análisis matemáticos clásicos, que se fijaron en la deformación del macizo rocoso. Estas se dieron mediante propiedades, ya sean físicas o químicas con las que cuenta la veta. Es así que los resultados de Osirnergmin, 2017, “Establecieron un factor de seguridad establecido en labores subterráneas”, se contrastan los resultados que el factor de seguridad (FS) es una medición determinística de la relación entre las fuerzas resistentes (capacidad) y las fuerzas actuantes (demanda). Semejante a los resultados mencionados el Factor de Seguridad en minería convencional consiste en la colocación de un valor prescrito mínimo de aceptación para el diseño basado principalmente en la experiencia.

Los resultados confrontados por Gong, El, Yan y Xu (2017), “Realización de pruebas geomecánicas y respuestas para túneles subterráneos”. Mostraron resultados que durante las excavaciones subterráneas las pruebas de infrarrojo, con Itr se notan como liberación de energía, de manera temporal. Estas pruebas caracterizan a la roca con su tasa de liberación de energía.

En el tercer objetivo específico, *Realizó el diseño del método de explotación óptimo en la veta el Inca - unidad minera Pallasca*. Se obtuvo como resultado el método de corte y relleno ascendente. Teniendo una puntuación de 36 por encima de los demás métodos. Por tal motivo se realizó el diseño del método preferente, utilizando los resultados de los parámetros aplicados en la veta el Inca, tales como RMR, RQD, Factor de seguridad, geología y geometría. Estos parámetros fueron muy importantes para la elección.

Es así que al ser contrastados con Cañas (2018) “las características de la geología y la geomecánica en la mina San Joaquín para el diseño del método de explotación”. Como resultado se diseñó el método de cámaras y pilares de barrera es muy importante para la extracción de minerales, ya que las dimensiones son mayores a los pilares donde se realizó la explotación, actuando como protección, lo que otorga seguridad minera a las operaciones. Asimismo, al confrontar los resultados de Weizhang, Guoyan y Changshou (2018), “Selección del método de minería óptimo”, se contrasta con los resultados que para la selección del método de extracción óptimo en la primera etapa del diseño

de una mina es seleccionar un método que sea lo más compatible posible con las condiciones geológicas, geotécnicas, etc.

Según el objetivo general, “Diseño del método de explotación basado en las características naturales de la veta el Inca” - Unidad de producción Pallasca, donde se obtuvieron resultados que confirman la hipótesis que se planteó. Es decir, al tomar en cuenta las características naturales con las que cuenta la veta el Inca. La información arrojó datos que a través de ellos dio como resultado un método de explotación apropiado, el que fue diseñado como aporte para la unidad de producción Pallasca.

Es así que, en semejanza con los datos obtenidos Aguilar y Cercado (2020), la determinación del método de explotación adecuado en la Concesión Alta Gracia”, quienes concluyeron que el resultado establece que la geometría y geología de la veta, Caja Techo y Caja Piso son datos que llevan a la selección de Corte y Relleno ascendente como método, siendo técnicamente sostenible para la aplicación en la veta de Hierro en la Concesión Alta Gracia. Contrastando los resultados de, Voloshyn y Riabtsev ,2019, “Análisis de aspectos importantes de la mecánica de rocas”, muestran resultados que actualmente en geomecánica se utilizan modelos matemáticos basados en métodos clásicos de análisis matemático, geometría euclidiana y mecánica continua. Usando tales modelos, el comportamiento del macizo rocoso bajo pequeñas deformaciones se describe mediante métodos de plasticidad, fluencia o medio hereditario-elástico.

Los resultados confrontados por Hezaimia [et al] (2019), “Selección del método de minería adecuado”, se contrastan con los resultados que para la selección del método de extracción óptimo en la primera etapa del diseño en minería va a depender de parámetros geológicos, geotécnicos, económicos y ambientales.

VI. CONCLUSIONES

1. En el primer objetivo específico acerca del análisis de las características, geológicas, geométricas y geomecánicas del macizo rocoso para determinar el método de explotación óptimo de la veta el Inca - unidad Minera Pallasca, permitió conocer los diferentes parámetros y técnicas de clasificación del macizo rocoso como RMR, GSI, RQD. Siendo 3 tipos de clasificaciones diferentes que nos dirigieron a resultados aceptables sobre el macizo rocoso. Así mismo se obtuvo los reportes metalúrgicos de 2 muestras 10.3 Au t/m y 4.6 Au t/m; también el reporte de análisis químicos sin dilución de 17.17 Au t/m y 6.13 Au t/m con una potencia de 0.60m indicando que las leyes son de forma gradual teniendo una distribución gradual de punto a punto. En cuanto a las muestras obtenidas, a la vez se observó de manera sistemática las generalidades del Yacimiento, concluyendo que el método de corte y relleno ascendente cumple con las características geológicas, geométricas y geomecánicas del macizo. Siendo este el método preferente para la veta el Inca.
2. En el segundo objetivo específico acerca del factor de seguridad de acuerdo a las características geomecánicas que presenta la veta el Inca. Según los resultados alcanzados se concluye que el factor de seguridad en la labor, es mayor a 1.5 por lo que cumple con los estándares establecidos. Es así que según los cálculos realizados por medio del programa Roclab se obtuvo un factor de 1.56 que va acorde a las propiedades físicas y mecánicas del macizo rocoso analizado en la veta el Inca.
3. Para el diseño del método de explotación óptimo, se determinó los parámetros, clasificación y estándares en labores convencionales obtenidos en la investigación. De acuerdo a los resultados encontrados se concluye que el diseño del método de explotación de corte y relleno ascendente se diseñó en base a sus dimensiones de la labor, características geomecánicas, geométricas y geológicas.

4. Para el Diseño del método de explotación basado en las características naturales de la veta el Inca - Unidad de producción Pallasca, se logró realizar el diseño del método de explotación óptimo para la explotación de la veta el Inca. Es así que se concluye que teniendo en cuenta las características naturales del yacimiento-Veta el Inca, se seleccionó el método de corte y relleno ascendente por adaptarse a las características antes mencionadas que presenta la Veta el Inca. Según el resultado de puntuación de 36, respecto a otros métodos de explotación que obtuvieron un puntaje menor.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda un estudio geológico y geo mecánico más detallado haciendo uso de la tecnología y laboratorios utilizada en el sector minero. Para obtener información precisa acerca de los tipos de roca, leyes y la resistencia, en cuanto al yacimiento que es materia de estudio.
2. En la unidad minera Pallasca se debe considerar los programas y softwares aplicados en minería. Los cuales sirven para obtener un alto grado de confiabilidad en cuanto al factor de seguridad a establecerse en labores subterráneas.
3. Para nuevos diseños de acuerdo a métodos de explotación seleccionado se recomienda la utilización de estándares establecidos de acuerdo a las dimensiones de la labor teniendo en cuenta los parámetros de geológicos, geométricos y geomecánicos.
4. Se recomienda realizar más investigaciones por parte del sector minero en la búsqueda de nuevos proyectos, con el fin de conocer métodos económicamente rentables y accesibles para la explotación minera, ya sea de forma convencional, semi mecanizada y mecanizada.

REFERENCIAS

- ✓ AGUILAR, Damaris y CERCADO, Ingret. Determinación del método de explotación subterránea en la concesión minera alta gracia-Yonán, 2020. Tesis (título profesional de ingeniero de minas). Cajamarca. Universidad Privada del Norte, 2020. 86pp.
Disponible en:
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24053/Aguilar%20P%c3%a9rez%2c%20Damaris%20Noemi%20-%20Cercado%20Walter%2c%20Ingret%20Isolina.pdf?sequence=1&isAll owed=y>

- ✓ Application of Fuzzy Analytic Hierarchy Process to Underground Mining Method Selection por BASIC, Sanj [et al]. Faculty of Mining and Geology [en línea]. Volumen 12, número 192. 23 de enero de 2020. [fecha de consulta: 2 de mayo de 2021].
Disponible en: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/symmetry-12-00192-v2.pdf>

- ✓ BAGDE, Mn, SANGODE, Ag y JHANWAR, Jc. Evaluación de parámetros de detención mediante instrumentación y modelado numérico en una mina de manganeso en la India: un estudio de caso. Simposio de la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas [en línea]. 2017.[fecha de consulta: 10 de mayo de 2021].
Disponible en:
https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual_ISO.pdf

- ✓ BALOYI, bd Y MEYER, Id. The development of a mining method selection model through a detailed assessment of multi-criteria decision methods. *University of Pretoria, Mining Department, South Africa* [en línea]. Volumen 8. 21 de setiembre de 2020. [fecha de consulta: 23 de abril de 2021].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590123020300785>

- ✓ CID, Alma, MÉNDEZ, Rosemary y SANDOVAL, Franco. Investigación. Fundamentos y metodología [en línea]. Segunda edición. México. Pearson Educación de México. 2011 [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2021]

Disponible en:

<https://josedominguezblog.files.wordpress.com/2015/06/investigacion-fundamentos-y-metodologia.pdf>

ISBN: 978-607-442-705-9

- ✓ CARRERA, Maylen, IBARRA, Clemente y MOLINA, Andrea. Caracterización estática de yacimientos. Modelos geológicos. Seminario. Maturín: Universidad de Oriente. 2018.17pp.

Disponible en:

https://www.academia.edu/36069048/Caracterizaci%C3%B3n_de_yacimientos

- ✓ CAÑAS, María. Caracterización geológica y geomecánica de la Mina San Joaquín, para el diseño de explotación por el método de cámaras y pilares. Tesis (título de geóloga). Medellín: Universidad EAFIT, 2018. 45 pp.

Disponible en: file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/papers-PI/informacion-ESPA%C3%91OL-PI/MariaCamila_Ca%C3%B1asGaviria_2018.pdf

- ✓ CAJALEÓN, Meril. Análisis geomecánico del túnel de integración Animon-Islay. Tesis (título de ingeniero geólogo). Cerro de Pasco: universidad nacional Daniel Alcides Carrión, 2018. 117pp.

Disponible en:

<http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/767/1/TESIS%20FINAL.pdf>

- ✓ Caracterización geomecánica de una masa rocosa heterogénea utilizando resultados de pruebas geológicas y de laboratorio: un estudio de caso de la mina Niobec, Quebec (Canadá) por Heidarzadeh, Shahriyar [et al]. *SN Ciencias Aplicadas* [en línea]. 17 de mayo de 2021 [fecha de consulta: 3 de mayo de 2021].
Disponible en:
file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Heidarzadeh2021_Article_GeomechanicalCharacterizationO.en.es.pdf

- ✓ DEHGHANI, h, SIAMI, a Y HAGHI, p. A new model for mining method selection based on grey and TODIM methods. *Journal of Mining & Environment* [en línea]. Volumen 8, número 1. 18 de abril de 2016. [fecha de consulta: 25 de abril de 2021].
Disponible en:
http://jme.shahroodut.ac.ir/article_626_77baa39cc22bfc29d5af3bc106996a3d.pdf

- ✓ ESPINOZA, Leonora. Universo, muestra y muestreo [en línea]. UIC.16 de noviembre del 2016. [Fecha de Consulta: 29 de octubre del 2020].
Disponible en
<http://www.bvs.hn/Honduras/UICFCM/SaludMental/UNIVERSO.MUESTRA.Y.MUESTREO.pdf>

- ✓ FERREDOON, Davood, REZA, Gholam y HEIDAR, Mojtaba. Assessment of a Modified Rock Mass Classification System for Rock Slope Stability Analysis in the Q-system. *Earth sciences research journal* [En línea]. Volumen 19. Número 2. diciembre 2015. [Fecha de consulta: 10 de junio de 2021].
Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/esrj/v19n2/v19n2a09.pdf>
ISSN: 1794-6190

- ✓ FEIJOO, Ernesto y ALMACHE, Paúl. Characterization of rock material by point load strength index test and direct cut. *revista minera de*

investigación científica [en línea]. Volumen 2, número 4. 4 de abril de 2021. [fecha de consulta: 4 de abril de 2021]

Disponible en:

<https://minerva.autanabooks.com/index.php/Minerva/article/view/23/144>

ISSN: 2697-3650

- ✓ GONZALES, Carlos. Evaluación de la voladura en el método de cámaras y pilares en la Compañía Minera Marsa. Tesis (título de ingeniero de minas). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2016. 142 pp.

Disponible en: file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/tesis/papers-

PI/informacion-ESPA%C3%91OL-PI/Gonzales%20Fernandez.pdf

- ✓ HUARSAYA, Fredy. Evaluación geológica y geotécnica del terreno de fundación y canteras prog. km 25+470 al km 35+130." autopista puno – juliaca. Tesis (título de ingeniero geólogo). Puno: universidad nacional del altiplano – puno, 2017. 99pp.

Disponible en:

http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/9297/Huarsaya_Medina_Fredy_Sixto.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- ✓ HOEK, E y BROWN, E. The Hoek–Brown failure criterion and GSI – 2018 edition. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering* [En línea]. Volumen 11. Número 3. 22 de junio 2019. [fecha de consulta: 05 de junio de 2021].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674775518303846>

- ✓ JIBAJA, Araceli y ZURITA, Eli. Diseño de cámaras y pilares para incrementar la producción de carbón antracita en la Mina Nueva Esperanza – Bambamarca, 2019. Tesis (título de ingeniero de minas). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2019. 60 pp.

Disponible en:

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/21666/Jibaja%20R>

uiz%20Araceli%20%20Zurita%20Ram%c3%adrez%20Eli%20Sadam.pdf
?sequence=1&isAllowed=y

- ✓ KOSENKO. V. Improvement of sub-level caving mining methods during high-grade iron ore mining. *Institute of Physics of Mining Processes of the National Academy Sciences of Ukraine, Dnipro, Ukraine* [en línea]. Número 1. 2021. [fecha de consulta: 2 de abril de 2021].
Disponible en:
https://nvngu.in.ua/jdownloads/pdf/2021/1/01_2021_Kosenko.pdf
ISSN: 2071-2227

- ✓ KUSUMAWARDANI, Rini, CAHYADI, Togani y FAIZAL, Muhammad. back-analysis of hoek-brown criterion: rock slide case in manado. *International Journal of GEOMATE* [En línea]. Volumen 11. Número 27. noviembre 2016. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2021].
Disponible en:
https://geomatejournal.com/sites/default/files/articles/2808-2814-605731-Rini_Nov-2016-c1.pdf
ISSN: 2186-2982

- ✓ LEBEDEV, Mikhail y ROMANEVICH, Kiril. Investigaciones geomecánicas y geofísicas en estructuras subterráneas reparadas. Congreso Mundial de Túneles ITA-AITES. [en línea]. Número 2809. 21 de mayo de 2020. [fecha de consulta: 3 de abril de 2021].
Disponible en: file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/EasyChair-Preprint-2809.en.es.pdf

- ✓ LÓPEZ, Pedro y FACHELLI, Sandra. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN SOCIAL CUANTITATIVA [en línea]. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona, 2017[Fecha de consulta: 20 de octubre del 2020].
Disponible en
https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocua_cap2-4a2017.pdf

- ✓ MAQUERA, Roky. Criterios de selección de método de explotación subterránea para optimizar la producción. Tesis (título profesional de ingeniero de minas). Puno. Universidad Nacional del Altiplano, 2019. 23pp.
Disponible en:
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/14417/Maquera_Ordo%c3%b1ez_Roky_David.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR2Xq8nVhOsKndE6BAHrQa9qPwBKJxYz62Z5cRwW6rpgA8hpg0_QHrtZSpM

- ✓ MORI, Renzo. Recuperación de pilares mediante el método de pilares artificiales en el Tajo Manto Sur, nivel 8, Mina Magistral, Smrl Magistral de Huaraz sac. -2017. Tesis (título de ingeniero de minas). Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2017. 88pp.
Disponible en: file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/tesis/papers-PI/informacion-ESPA%C3%91OL-PI/T033_46246391_T.pdf

- ✓ MINAYA, Johan. evaluación de condiciones geomecánicas y viabilidad técnica según Metodología numérica d. nicholas para selección del método de explotación en veta Delia, mina Colquirrumi. Tesis (título profesional de ingeniero de minas). Trujillo. Universidad Nacional de Trujillo, 2019. 98pp.
Disponible en:
<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/14731/MINAYA%20VILLAREAL%2c%20JOHANN%20ALEXANDER.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- ✓ MEDINA, Víctor. Diseño de cámaras y pilares basado en las características geomecánicas del macizo rocoso en la Corporación Minera Ananea s.a. – 2016. Tesis (título de ingeniero de minas). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017. 97 pp.
Disponible en:
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6510/Medina_Aguilar_Victor_Hugol.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- ✓ MOROCHO, Pablo. Proyección de las vetas María y Paola en la zona norte de explotación de la Empresa Minerandina Cia.Ltda. Tesis (título de ingeniero de minas). Cuenca: Universidad del Azuay, 2019. 69 pp.
Disponible en:
<http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/9158/1/14802.pdf>

- ✓ NAVARRO, Marcelo y REYES, Emilio. estudio de pre-factibilidad para sistema de fortificación en la mina Pullalli. Tesis (título minería y metalurgia). Viña del mar. Universidad técnica federico santa maría. 2018.76pp.
Disponible en:
<https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/44915/3560901064187 UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- ✓ NAKACHE, R [et al]. Stability analysis of the pillars of the underground mine Chaabet El-Hamra, Algeria by analytical and numerical method. *Mining* [En línea]. 2019, n.º2. [Fecha de búsqueda: 16 de setiembre de 2020].
Disponible en:
http://www.nvngu.in.ua/jdownloads/pdf/2019/02/02_2019_Nakache.pdf
ISSN 2071-2227

- ✓ Numerical modelling of strength and energy release characteristics of pillar-scale coal mass por Onur Vardar [et al]. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*. [En línea]. Volumen 11. Número 5. 31 de octubre de 2019[fecha de búsqueda: 28 mayo de 2021].
Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674775518305626>

- ✓ OWCZARZ, K y BLACHOWSKI, J. Análisis de la geometría de las deformaciones superficiales causadas por tremores inducidos en el área de la minería subterránea del cobre. *XXIV Congreso ISPRS (edición 2020)* [en línea]. Volumen 3. 2020 [fecha de búsqueda: 28 de abril de 2021].

Disponible en:

file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/ANALYSIS%20OF%20THE%20GEOMETRY%20OF%20SURFACE%20DEFORMATIONS%20CAUSED%20BY.en.es.pdf

- ✓ Pruebas de modelos geomecánicos y detección infrarroja de respuestas de rocas para túneles excavados en rocas sedimentarias por Gong, Weili [et al]. Simposio de la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas [en línea]. 2017 [fecha de consulta: 8 de mayo de 2021].
Disponible en: file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/1-s2.0-S1877705817322890-main.en.es.pdf
- ✓ ¿Qué es la investigación no experimental? [Mensaje en un blog]. Latinoamericana, (3 de febrero del 2020). [20 de octubre del 2020]. Recuperado de <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-no-experimental/>
- ✓ RODRIGUEZ, Daniela. Investigación básica [en línea]. Lifeder.COM.20 de octubre del 2020. [Fecha de Consulta: 3 de noviembre del 2020].
Disponible en: <https://www.lifeder.com/investigacion-basica/>
- ✓ SALINAS, Eial. Análisis de propiedades geotécnicas de algunas rocas comunes en Chile. Tesis (título de geólogo). Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2018.78pp.
Disponible en:
<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/169948/An%c3%a1lisis-de-propiedades-geot%c3%a9cnicas-de-algunas-rocas-comunes-en-Chile.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ✓ SHEN, Baotang, SHI, Jingyu y BARTON, Nick. An approximate nonlinear modified Mohr-Coulomb shear strength criterion with critical state for intact rocks. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering* [en línea]. Volumen 10. Número 4. 18 de octubre de 2017. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2021].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674775517303669>

- ✓ SIERRA, Gustavo. Análisis y aplicación de métodos no destructivos para la estabilidad de pilares en Minas de Roca Fosfórica. Tesis (magister en ingeniería geotecnia y geomecánica aplicada a minería). Huancavelica: Universidad de Huancavelica, 2019. 214 pp.
Disponible en: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/TESIS-2019-POGRADO-CIENCIAS%20DE%20INGENIER%C3%8DA-SIERRA%20ALBARRACIN.pdf>

- ✓ TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN. En: *Diccionario Concepto de*. Última edición. Argentina, 2020. Estela, 2020. p.19

- ✓ VÉLEZ, Juan. Estudio geológico y evaluación económica del yacimiento minero Jarwatuna - provincia caraveli región Arequipa. Tesis (título profesional de geólogo). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017. 124pp.
Disponible en:
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7106/Velez_Choque_Juan.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- ✓ VERAMENDI, Belizario. Aplicación del método tajeo por subniveles con recuperación de pilares y losas, en su variante de tiros largos (sub level open stoping, slo), para mejorar la producción total de la mina panulcillo Cia Cominpo s.a. Tesis (título de ingeniero de minas). Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2017. 99pp.
Disponible en:
http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1965/T033_43884455_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- ✓ VOLOSHYN, Oleksii y RIABTSEV, Oleh. Algunos aspectos importantes de la mecánica y geomecánica de rocas. *Ensayos de ciencia y práctica mineras 2019* [en línea]. 2019 [fecha de consulta: 2 de mayo de 2021].
Disponible en:
file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/e3sconf_rmget18_00114.en.es.pdf

- ✓ WACLAWIK, Petr, SNUPAREK, Richard y KUKUTSCH, Radovan. Rock Bolting at the Room and Pillar Method at Great Depths. *Procedia Engineering* [En línea]. 14 de mayo 2017, volumen 191. [Fecha de búsqueda: 26 de setiembre de 2020].
Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817323603>
ISSN: 1877-7058

- ✓ ZENTENO, Nilo. Explotación de la veta prometida mediante el método de corte y relleno ascendente selectivo unidad minera santa filomena empresa minera sotrami S.A. tesis (título de ingeniero de minas). Arequipa: UNIVERSIDAD Nacional de san Agustín de Arequipa, 2017.
128pp
Disponible en:
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2969/Mlzesanh.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

Anexo 1

Cuadro de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE Diseño del método de explotación	Según Maquera (2019) señala, Teniendo en cuenta algunos criterios de selección como la Geología, forma del yacimiento, la caracterización geomecánica, se genera un enfoque a los métodos de explotación autosoportantes, como cámaras y pilares, cámaras almacén, cámaras por subniveles, corte y relleno ascendente, hundimiento por subniveles, hundimiento de bloques, tajos largos (p.8).	Mediante la aplicación de instrumentos y tablas de evaluación de análisis geológico, geométrico de la veta y geomecánica del macizo rocoso se determinará el método de explotación. Consecuente a ello se realizará el diseño de método en AutoCAD.	DISEÑO DE METODO DE EXPLOTACIÓN	Geometría del yacimiento -Software	ORDINAL
			FACTOR DE SEGURIDAD	$F_s = \frac{\text{fuerza resistente}}{\text{fuerza actuante}}$	
			CLASIFICACIÓN GEOMECANICA (RMR)	-propiedades físicas y mecánicas de la roca -Calidad de la Roca -Resistencia de la roca	
DEPENDIENTE Características naturales de la Unidad Minera Pallasca-Ancash	Según La Torre (2019) menciona, En explotaciones subterráneas se puede encontrar rocas poco competentes, rocas de media a baja dureza, rocas muy inestables, donde es muy necesario la realización de un estudio bien detallado geológico, geométrico y geo-mecánico para tener menor incertidumbre (p. 24).	Mediante el estudio de las condiciones naturales se obtendrá información precisa para diseñar el método adecuado, teniendo en cuenta las características del macizo rocoso y geometría del yacimiento-Veta El Inca.	CLASIFICACIÓN GEOMECANICA (RMR)	-propiedades físicas y mecánicas de la roca -Calidad de la Roca -Resistencia de la roca	ORDINAL
			FACTOR DE SEGURIDAD	$F_s = \frac{\text{fuerza resistente}}{\text{fuerza actuante}}$	
			GEOLOGIA Y GEOMETRÍA DEL YACIMIENTO	-Tipo de roca -dimensiones del yacimiento -Altura Ancho	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2


Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS
selección inadecuada del método de explotación	Diseñar el método de explotación basado en las características naturales de la veta El Inca en la Unidad Minera Pallasca-Ancash	Si se realiza la geología, geometría de la veta y geomecánica del macizo rocoso entonces se obtendrá un diseño óptimo de método de explotación.	INDEPENDIENTE Diseño del método de explotación DEPENDIENTE Características naturales de la Veta El Inca en la Unidad Minera Pallasca-Ancash	Cuantitativo	Vetas Mariposa, veta el Inca y veta estrella dorada que se encuentran en la Unidad de Producción Pallasca - Ancash	Observación
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS			DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTOS
	-Analizar las características Geológicas, Geométricas del yacimiento y geomecánica del macizo rocoso para determinar el método de explotación óptimo de la unidad Minera Pallasca-Ancash -Explicar el factor de seguridad de acuerdo al estudio geo mecánico en la unidad Minera Pallasca-Ancash -Realizar el diseño del método de explotación óptimo en la unidad minera Pallasca-Ancash.			Descriptivo simple	Veta el Inca	Guía de observación

Fuente: elaboración propia

Anexo 3

INSTRUMENTO: GUÍA DE OBSERVACIÓN

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO						
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			FICHA TÉCNICA			
OBJETIVO: Analizar las características, geológicas, geométricas y geomecánicas del macizo rocoso para determinar el método de explotación óptimo de la veta El Inca.						
GUÍA DE OBSERVACION DE CAMPO						
ASPECTOS GENERALES					OBSERVACION	
RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA	ENSAYO DE CARGA PUNTUAL		COMPRESIÓN SIMPLE			
RQD	CALIDAD		CLASE			
GEOMETRIA DEL YACIMIENTO	FORMA	POTENCIA DE LA VETA EL INCA	BUZAMIENTO	DISTRIBUCIÓN		
GEOLOGIA	GEOLOGÍA LOCAL		GEOLOGÍA ECONÓMICA			
ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	LONGITUD DE DISCONTINUIDAD	ABERTURA	RUGOSIDAD	RELLENO	ALTERACIÓN	
ASPECTOS GEOMECÁNICOS						
ROCA	TIPO		NOMBRE			
RMR	CLASE	DESCRIPCIÓN	PUNTUACIÓN			

Fuente: elaboración propia



Mg Orlando Alex Siccha Ruiz
Nombre y firma del Experto Validador
DNI: N° 18026960
Fecha: 02/07/2021



Mg Carla Milagros Mena Nevado
Nombre y firma del experto validador
DNI: 42467125



MAURO SALVADOR PAICO
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 199593

Anexo 4

INSTRUMENTO: GUÍA DE OBSERVACIÓN

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO				
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA TÉCNICA		
OBJETIVO: Explicar El Factor De Seguridad De Acuerdo Al Estudio Geo Mecánico En La Veta El Inca				
GUÍA DE OBSERVACION DE CAMPO				
ASPECTOS GENERALES			OBSERVACION	
RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA	ENSAYO DE CARGA PUNTUAL	COMPRESIÓN SIMPLE		
RQD	CALIDAD	CLASE		
ANGULO DE FRICCIÓN	ALTERACION	APROXIMACION DEL ANGULO		
RELACION RESISTENCIA/ESFUERZO	CRITERIO UTILIZADO	FACTOR DE SEGURIDAD		
ASPECTOS GEOMECÁNICOS				
ROCA	TIPO	NOMBRE		
RMR	CLASE	DESCRIPCIÓN	PUNTUACIÓN	

Fuente: Elaboración propia



Mg Orlando Alex Siccha Ruiz
Nombre y firma del Experto Validador
DNI: N° 18026960
Fecha: 02/07/2021




Mg Carla Milagros Mena Nevado
Nombre y firma del experto validador
DNI: 42467125



MAURO SALVADOR PAICO
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 199593

ANEXO 5 INSTRUMENTO: GUÍA DE OBSERVACIÓN

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO				
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA TÉCNICA		
Objetivo: Realizar el diseño del método de explotación óptimo en la unidad minera Pallasca-Ancash.				
GUÍA DE OBSERVACION DE CAMPO				
ASPECTOS GENERALES			OBSERVACION	
RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA	ENSAYO DE CARGA PUNTUAL	COMPRESIÓN SIMPLE		
MEDIDAS DE LA SECCION	ANCHO	ALTO		
COORDENADAS	RUMBO	BUZAMIENTO		
RELACION RESISTENCIA/ESFUERZO	CRITERIO UTILIZADO	FACTOR DE SEGURIDAD		
TIPO DE SOSTENIMIENTO	NATURAL	ARTIFICIAL		
DISEÑO DEL METODO DE EXPLOTACION	SOFTWARE	FORMULA EMPIERICA		
ASPECTOS GEOMECÁNICOS				
ROCA	TIPO	NOMBRE		
RMR	CLASE	DESCRIPCIÓN	PUNTUACIÓN	

Fuente: Elaboración propia



Mg Orlando Alex Siccha Ruiz
Nombre y firma del Experto Validador
DNI: N° 18026960
Fecha: 02/07/2021



Mg Carla Milagros Mena Nevado
Nombre y firma del experto validador
DNI: 42467125



MAURO SALVADOR PAICO
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 199593

Anexo 6

Ficha de investigación

Análisis Geológico, Geométrico del Yacimiento y Geo mecánico del macizo rocoso para determinar el método de explotación óptimo de la Veta El Inca-Pallasca.

Caracterización geológica y geomecánica de la Mina San Joaquín, para el diseño de explotación.

CAÑAS, María. Caracterización geológica y geomecánica de la Mina San Joaquín, para el diseño de explotación por el método de cámaras y pilares. Tesis (título de geóloga).

Medellín: Universidad EAFIT, 2018. Disponible en:

file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/papers-PI/informacion-ESPA%C3%91OL-PI/MariaCamila_Ca%C3%B1asGaviria_2018.pdf

La técnica más segura que existe para recomendar un método de explotación es mediante el estudio Geológico, geométrico y geo mecánico, a través del cual es posible analizar y determinar la Calidad y resistencia de la caja techo y piso, como su litología y

Anexo 7

Ficha de investigación

Explicar el factor de seguridad de acuerdo al estudio geo mecánico en la Veta El Inca-Pallasca

Factor de seguridad de acuerdo al estudio geomecanico

VALERIANO, Fredy. Caracterización geotécnica y modos de falla estructural en el talud en roca del Cerro Espinal Juliaca. Tesis (título en ingeniería de minas). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2015. Disponible: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2297/Veleriano_Nina_Fredy_Alonso.pdf?sequence=1&isAllowed=y

El factor de seguridad viene a ser la relación que existe entre la fuerza de resistencia y las fuerzas que impulsan del sistema, es uno de los criterios más utilizados en ingeniería.

Anexo 8

Ficha de investigación

Realizar el diseño del método de explotación óptimo en la Veta El Inca Pallasca.

Criterios de selección de método de explotación para su Diseño

Maquera, Roky. Criterios de selección de método de explotación subterránea para optimizar la producción. Tesis (título profesional de ingeniero de minas). Puno.

Universidad Nacional del Altiplano, 2019.

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/14417/Maquera_Ordo%c3%b1ez_Roky_David.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR2Xq8nVhOsKndE6BAHrQa9qPwBKJxYz62Z5cRwW6rpgA8hpg0_QHrtZSpM

Para Realizar el Diseño del método de explotación óptimo se tiene que tener en cuenta las características Naturales.

Anexo 9 Comparación de métodos según la geometría y distribución de leyes

METODO	FORMA GENERAL			POTENCIA DE VETA					BUZAMIENTO			DISTRIBUCIONES DE VALORES		
	EQU	TAB	IRR	M/A	ANG	INT	GRU	MG	INC	INT	PAR	UNF	GRA	ERR
PIT	3	2	3	-49	2	3	4	4	3	3	4	3	3	3
BCV	4	2	0	-49	-49	0	2	4	3	2	4	4	2	0
SST	2	2	1	0	1	2	4	3	2	1	4	3	3	1
SCV	3	4	1	-49	-49	0	4	4	1	1	4	4	2	0
LNG	-49	4	-49	2	4	0	-49	-49	4	0	-49	4	2	0
RYP	0	4	2	0	4	2	-49	-49	4	1	0	3	3	3
SHS	2	2	1	2	1	2	4	3	2	1	4	3	2	1
CYF	0	4	2	4	4	4	0	0	0	3	4	3	3	3
TOP	3	3	0	-49	-49	0	3	4	4	1	2	4	2	0
SQS	0	2	4	2	4	4	1	1	2	3	3	3	3	3
	EQU: Equi-dimensional			MA: Muy angosto			GRU: Ancho			INC: Inclinado		UNF: Uniforme		
	TAB: Tabular			ANG: Angosto			MG: Muy grande			INT: Intermedio		GRA: Gradual		
	IRR: Irregular			INT: Intermedio						PAR: Parado		ERR: Errático		

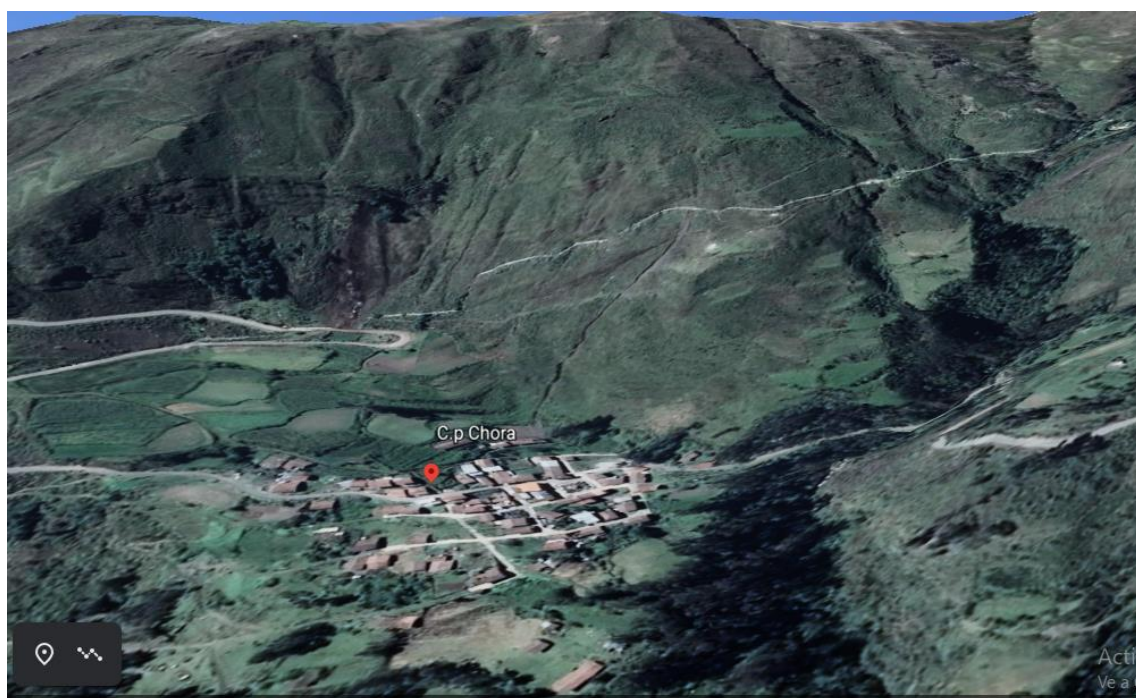
Fuente: Adaptado de **Nicholas 1981**

Anexo 10 Comparación según las características geomecánicas

MÉTODO	RESISTENCIA			ESPACIAMIENTO DE FRACTURAS				CIZALLAMIENTO		
	DEB	MOD	FRT	MC	CER	GRU	MG	DEB	MOD	FRT
PIT	3	4	4	2	3	4	4	2	3	4
BCV	4	1	1	4	4	3		4	3	0
SST	-49	3	4	0	0	1	4	0	2	4
SCV	0	3	3	0	2	4	4	0	2	2
LNG	4	1	0	4	4	0	0	4	3	0
R\$P	0	3	4	0	1	2	4	0	2	4
SHS	1	3	4	0	1	3	4	0	2	4
C&F	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2
TOP	2	3	3	1	1	2	4	1	2	4
SQS	4	1	1	4	4	2	1	4	3	2
	DEB: DÉBIL			MC: MUY CERRADO			MG: MUY ANCHO			
	MOD: MODERADO			CER: CERRADO						
	FRT: FUERTE			GRAU: ANCHO						

Fuente: Adaptada de **Nicholas 1981**

Anexo 11 Ubicación unidad de producción Pallasca



Titular Referencial

<i>Tipo</i>	<i>Nombre de Razón Social</i>	<i>Dirección</i>	<i>% Participación</i>
JURIDICO	S.M.R.L. LUZ ANGELINA I	CAMINO REAL MZ 32, LT 7 URB.LA RINCONADA LA LIBERTAD/TRUJILLO/TRUJILLO	100

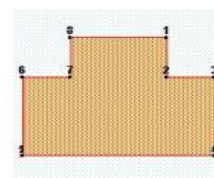
Demarcaciones

<i>Departamento</i>	<i>Provincia</i>	<i>Distrito</i>
ANCASH	PALLASCA	LACABAMBA
ANCASH	PALLASCA	PAMPAS

Cartas

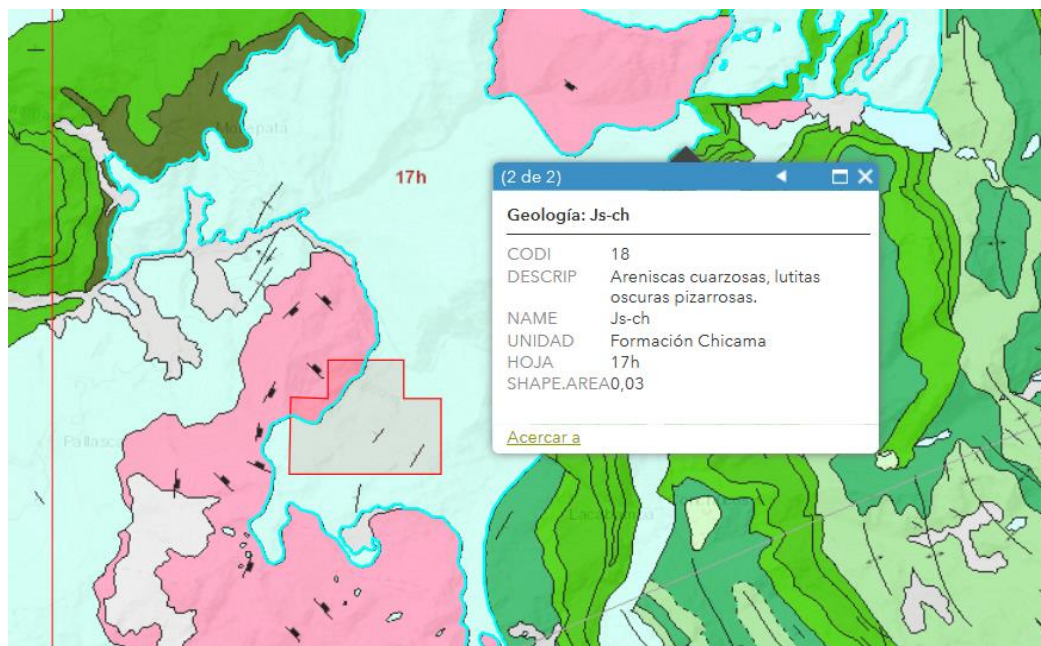
<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Zona UTM</i>
17-H	PALLASCA	18

<i>Vertice</i>	Coordenadas UTM PSAD56		Coordenadas WGS84	
	<i>Norte</i>	<i>Este</i>	<i>Norte</i>	<i>Este</i>
1	9,089,000.00	179,000.00	9,088,634.69	178,774.62
2	9,088,000.00	179,000.00	9,087,634.68	178,774.61
3	9,088,000.00	180,000.00	9,087,634.69	179,774.61
4	9,086,000.00	180,000.00	9,086,634.67	179,774.60
5	9,086,000.00	176,000.00	9,085,634.62	175,774.62
6	9,088,000.00	176,000.00	9,087,634.64	175,774.62
7	9,088,000.00	177,000.00	9,087,634.66	176,774.62
8	9,089,000.00	177,000.00	9,088,634.67	176,774.62



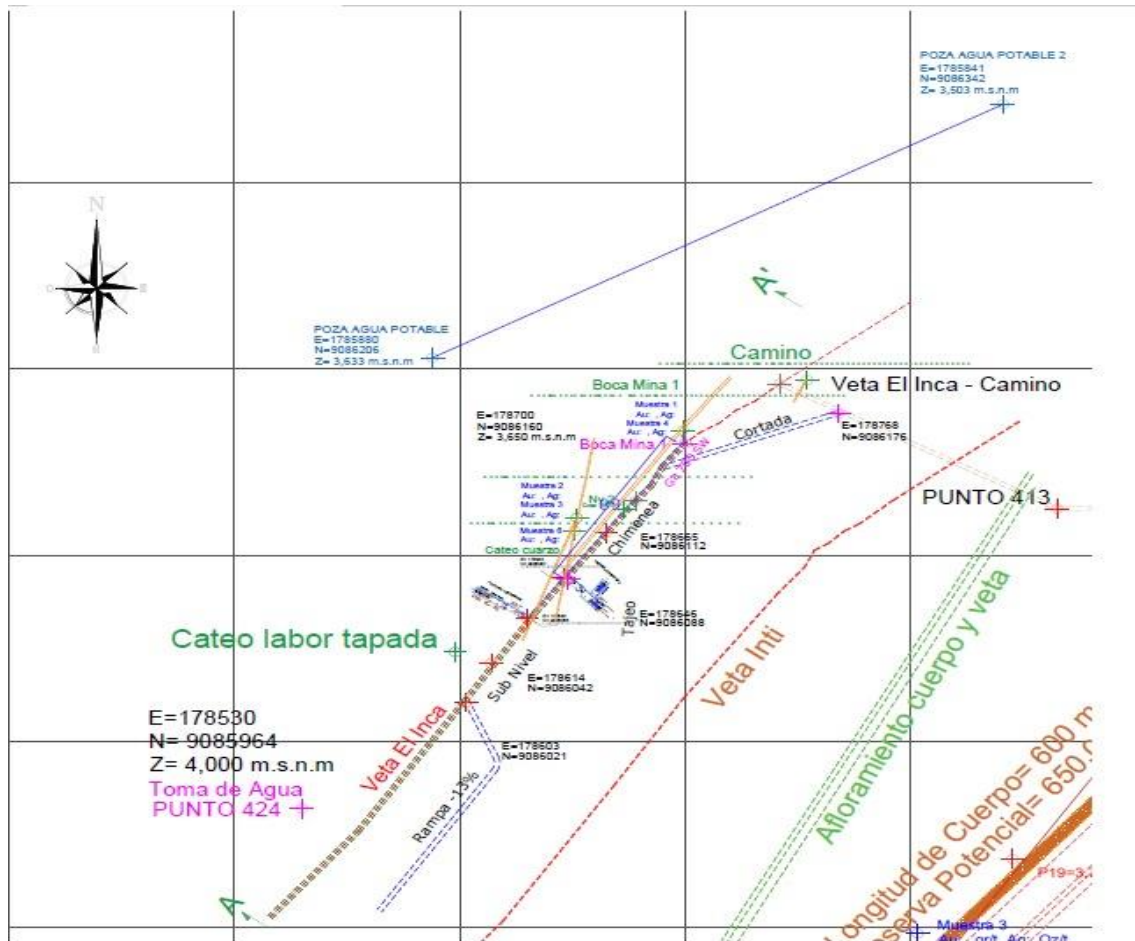
Fuente: ingemmet

Anexo 12 Geología de área de influencia de la actividad minera



Fuente: ingemmet

Anexo 13 Geología del composito Luz Angelina I – Unidad de producción Pallasca



Anexo 15 Veta El Inca-Pallasca, Estudiantes de Ingeniería de Minas Décimo ciclo



Anexo 16: Supervisor de la Labor-Veta El Inca



Anexo 17 Veta El Inca



Anexo 18 Pallasca



Anexo 19

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO


(Analizar las características naturales para determinar el método de explotación óptimo de la veta El Inca en la unidad Minera Pallasca-Ancash)

Experto: Dr. (Mg) MAURO SALVADOR PAICO
Centro de Trabajo y cargo que ocupa: EMPRESA SERGEOING SRL – REPRESENTANTE LEGAL Dirección: Mz.C – Lt.06
Urbanización San Antonio
e-mail: maurosalpai@hotmail.com Teléfono: 947801456

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?				↙
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?				↙
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?			↙	
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?				↙
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?				↙
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?				↙
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?				↙
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?				↙
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?				↙
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que propone?				↙

Opinión de Aplicabilidad:

.....
.....
.....
.....
.....


MAURO SALVADOR PAICO
INGENIERO GEOLOGO
Rég. CIP N° 199593

Nombre y firma del Experto Validador

DNI N° 45454682

Fecha: 30/11/2020

Anexo 20

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO


(Explicar el factor de seguridad de acuerdo al estudio geomecánico en la unidad Minera Pallasca-Ancash)

Experto: Dr. (Mg) MAURO SALVADOR PAICO
Centro de Trabajo y cargo que ocupa: EMPRESA SERGEOING
SRL – REPRESENTANTE LEGAL Dirección: Mz.C – Lt.06
Urbanización San Antonio
e-mail: maurosalmi@hotmail.com Teléfono: 947801456

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?				↙
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?				↙
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?			↙	
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?				↙
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?				↙
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?				↙
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?				↙
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?				↙
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?				↙
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?				↙

Opinión de Aplicabilidad:

.....
.....
.....
.....
.....


MAURO SALVADOR PAICO
INGENIERO GEOLOGO
Reg.-GIP Nº 199593

Nombre y firma del Experto Validador
DNI N°45454682
Fecha: 30/11/2020

Anexo 21

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

(Realizar el diseño del método de explotación óptimo en la unidad minera Pallasca-Ancash)

Experto: Dr. (Mg) MAURO SALVADOR PAICO

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: EMPRESA SERGEOING

SRL – REPRESENTANTE LEGAL Dirección: Mz.C – Lt.06

Urbanización San Antonio

e-mail: maurosalmi@hotmail.com Teléfono: 947801456

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?				↙
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?				↙
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?			↙	
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?				↙
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?				↙
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?				↙
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?				↙
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?				↙
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?				↙↙
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?				

Opinión de Aplicabilidad:

.....
.....
.....
.....

MAURO SALVADOR PAICO

INGENIERO GEÓLOGO

Reg. CIP N° 199593

Nombre y firma del Experto Validador

DNI N°45454682

Fecha: 30/11/2020

Anexo 22

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

✓ Apellidos y Nombres del experto: MAURO SALVADOR PAICO

Grado Académico: MAGISTER EN INGENIERÍA GEOLOGÍA CON FINES GEOTÉCNICOS Y OBRAS CIVILES

✓ Institución donde labora: EMPRESA SERGEOING SRL

✓ Dirección: MZ. C- LT.06 T e l é f o n o : 947801456 Email: maurosalspai@hotmail.com

✓ Autor (es) del Instrumento:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

Nº	INDICADORES	Deficiente	Bajo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1	El instrumento considera la definición conceptual de la variable				↙	
2	El instrumento considera la definición procedimental de la variable				↙	
3	El instrumento tiene en cuenta la operacionalización de la variable					↙
4	Las dimensiones e indicadores corresponden a la variable			↙		
5	Las preguntas o ítems derivan de las dimensiones e indicadores				↙	
6	El instrumento persigue los fines del objetivo general				↙	
7	El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos				↙	
8	Las preguntas o ítems miden realmente la variable				↙	
9	Las preguntas o ítems están redactados claramente				↙	
10	Las preguntas siguen un orden lógico				↙	
11	El Nº de ítems que cubre cada indicador es el correcto				↙	
12	La estructura del instrumento es la correcta				↙	
13	Los puntajes de calificación son adecuados				↙	
14	La escala de medición del instrumento utilizado es la correcta				↙	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Fecha: 30/11/2020

IV. Promedio de Valoración: 4.8

MAURO SALVADOR PAICO
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP Nº 199593

Mg. Mauro Salvador Paico

DNI Nº45454682

Anexo 23

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS JUICIO DE EXPERTOS

III. DATOS GENERALES

· Apellidos y Nombres del experto: MAURO SALVADOR PAICO

Grado Académico: MAGISTER EN INGENIERÍA GEOLOGÍA CON FINES GEOTÉCNICOS Y OBRAS CIVILES

· Institución donde labora: EMPRESA SERGEOING SRL

· Dirección: MZ. C- LT.06 T e l é f o n o : 947801456 Email: maurosalpai@hotmail.com

· Autor (es) del Instrumento:

IV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

Nº	INDICADORES	Deficiente	Bajo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1	El instrumento considera la definición conceptual de la variable					↙
2	El instrumento considera la definición procedimental de la variable					↙
3	El instrumento tiene en cuenta la operacionalización de la variable					↙
4	Las dimensiones e indicadores corresponden a la variable				↙	
5	Las preguntas o ítems derivan de las dimensiones e indicadores					↙
6	El instrumento persigue los fines del objetivo general					↙
7	El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos					↙
8	Las preguntas o ítems miden realmente la variable					↙
9	Las preguntas o ítems están redactados claramente					↙
10	Las preguntas siguen un orden lógico					↙
11	El N° de ítems que cubre cada indicador es el correcto				↙	
12	La estructura del instrumento es la correcta					↙
13	Los puntajes de calificación son adecuados					↙
14	La escala de medición del instrumento utilizado es la correcta					↙

V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Fecha: 30/11/2020

VI. Promedio de Valoración: 4.8

MAURO SALVADOR PAICO
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 199593

Mg. Mauro Salvador Paico

DNI N°45454682

Anexo 24

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS JUICIO DE EXPERTOS

V. DATOS GENERALES

· Apellidos y Nombres del experto: MAURO SALVADOR PAICO

Grado Académico: MAGISTER EN INGENIERÍA GEOLOGÍA CON FINES GEOTÉCNICOS Y OBRAS CIVILES

· Institución donde labora: EMPRESA SERGEOING SRL

· Dirección: MZ. C- LT.06 T e l é f o n o : 947801456 Email: maurosalspai@hotmail.com

· Autor (es) del Instrumento:

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

Nº	INDICADORES	Deficiente	Bajo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1	El instrumento considera la definición conceptual de la variable					↙
2	El instrumento considera la definición procedimental de la variable					↙
3	El instrumento tiene en cuenta la operacionalización de la variable					↙
4	Las dimensiones e indicadores corresponden a la variable				↙	
5	Las preguntas o ítems derivan de las dimensiones e indicadores					↙
6	El instrumento persigue los fines del objetivo general					↙
7	El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos					↙
8	Las preguntas o ítems miden realmente la variable					↙
9	Las preguntas o ítems están redactados claramente					↙
10	Las preguntas siguen un orden lógico					↙
11	El N° de ítems que cubre cada indicador es el correcto				↙	
12	La estructura del instrumento es la correcta					↙
13	Los puntajes de calificación son adecuados					↙
14	La escala de medición del instrumento utilizado es la correcta					↙

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Fecha: 30/11/2020

VIII. Promedio de Valoración: 4.8

MAURO SALVADOR PAICO
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 199591

Mg. Mauro Salvador Paico

DNI 45454682

Anexo 25

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO)

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

Diseño del método de explotación basado en las características naturales de la Veta El Inca en la Unidad Minera Pallasca-Ancash

Investigadores:

Maza Izquierdo Manuel Arturo

Vásquez Rojas Juan Andi

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21-40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					↙
Objetividad	Está expresado en conductas observables					↙
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					↙
Organización	Existe una organización lógica					↙
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				↙	
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias					↙
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					↙
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores					↙
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					↙
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					↙

PROMEDIO DE VALORACIÓN

95

3. OPINION DE APLICABILIDAD:

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: MAURO SALVADOR PAICO

DNI:45454682

Grado académico: Magister

Centro de Trabajo: Empresa Sergeoing. SRL

Firma: Fecha: 30/11/2020

MAURO SALVADOR PAICO
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 199593

Anexo 26

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO)

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

Explicar el factor de seguridad de acuerdo al estudio geomecanico en la unidad Minera Pallasca-Ancash

Investigadores:

Maza Izquierdo Manuel Arturo

Vásquez Rojas Juan Andi

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21-40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					↙
Objetividad	Está expresado en conductas observables					↙
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					↙
Organización	Existe una organización lógica					↙
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				↙	
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias					↙
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					↙
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores					↙
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					↙
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					↙

PROMEDIO DE VALORACIÓN

95

3. OPINION DE APLICABILIDAD:

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: MAURO SALVADOR PAICO

DNI:45454682

Grado académico: Magister

Centro de Trabajo: Empresa Sergeoing. SRL

Firma: Fecha: 30/11/2020

MAURO SALVADOR PAICO
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 199593

Anexo 27

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO)

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

Realizar el diseño del método de explotación óptimo en la unidad minera Pallasca-Ancash

Investigadores:

Maza Izquierdo Manuel Arturo

Vásquez Rojas Juan Andi

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21-40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					↙
Objetividad	Está expresado en conductas observables					↙
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					↙
Organización	Existe una organización lógica					↙
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				↙	
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias					↙
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					↙
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores					↙
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					↙
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					↙

PROMEDIO DE VALORACIÓN

95

3. OPINION DE APLICABILIDAD:

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: MAURO SALVADOR PAICO

DNI:45454682

Grado académico: Magister

Centro de Trabajo: Empresa Sergeoing. SRL

Firma: Fecha: 30/11/2021

MAURO SALVADOR PAICO
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 199593

Anexo 28 Carta de Aceptación



MINERA LOS ANDES S.A.C.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

CARTA N° 010 - 2021 - MILANSAC

Lima, 08 de marzo de 2021

Señor:

Dr. Beder Erasmo Martell Espinoza

Director Nacional de EP de Ingeniería de Minas

UCV- Filial Chiclayo

Presente.

Reciba un cordial saludo y expresarle mi estima personal, se ha recibido 1 carta de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de UCV – Filial Chiclayo, solicitando las facilidades para la investigación y Prácticas Pre – Profesionales de la estudiante del Ciclo X, se detalla líneas abajo.

La Empresa Minera Los Andes Sociedad Anónima Cerrada con el espíritu de apoyar en el desarrollo de los futuros profesionales de Ingeniería de Minas acepta brindarles y dar las facilidades necesarias para que pueda cumplir con sus objetivos planeados en la fecha que estimen conveniente sólo tienen que enviar un correo a gilberto122@hotmail.com con copia a gdonayres@mineralosandes.com, con 1 semana de anticipación, dirigido al Ing. Angel Cámac, Superintendente de SSOMA. Las investigaciones y prácticas se realizarán, en la Unidad Minera Pallasca – Ancash, los estudiantes admitidos son: Maza Izquierdo, Manuel Arturo con D.N.I. N° 47552042 – Código: 7000993299 y Vásquez Rojas, Juan Andí con D.N.I. N° 74251026 – Código: 7001046986.

Atentamente,

MINERALOSANDES S.A.C.
Ing.º Gilberto Donayres Quispe
GERENTE GENERAL

MBA. Gilberto Donayres Q.

GERENTE GENERAL

ANEXO 29 Costo Operación Mina-Veta El Inca

Explotación						
	Unidad	Cantidad	Precio (USD/Unid)	Parcial	Subtotal (USD/m)	Total (USD/m)
Chimenea 1.2x1.8m						48
Trasporte mineral Mina- Cancha						4
Galería 1.5x2.1m						44
Chimenea 1.2x2.4m						40
Subnivel 0.8x2.1m						42
Tajeo convencional CRA 0.80x1.5m						25
TOTAL						203
Mano de obra						
Perforista	Tarea	1	37.62	37.62	31.35	
Ayudante de perforista	Tarea	1	34.56	34.56	28.80	
Operador de scoop 1.5YD3	Tarea	0	43.73	0	0	
Operador de Dámper 2tn	Tarea	0	37.62	0	0	
Bodeguero	Tarea	0	31.51	0	0	
Capataz	Tarea	0.2	49.85	9.97	8.31	
TOTAL						68.45
Aceros para perforación						
Barra cónica 78766118-11G.11°,108x22x6'	Pp	0	0.14	0.00	0.00	
Brocas H22x36MMX11° SANDIVICK Y/O EPIROC	Pp	0	0.25	0.00	0.00	
Brocas H22x38MMX11° SANDIVICK Y/O EPIROC	Pp	90.99	0.26	23.93	19.94	
Aceite Shell TORCULA100	Pp	0.25	0.03	3.01	2.51	
Máquina perforadora JackLeg	Gl	90.99	0.13	11.44	9.53	
TOTAL						31.98
Epp						
Epp Perforación	Tarea	2.20	3.38	7.45	6.20	
TOTAL						6.20
Servicios y materiales						
Manguera jebe y lona ½" 300 psi	DISP.	25	0.03	0.69	0.58	
Manguera jebe y lona 1" 300 psi	DISP.	25	0.05	1.33	1.11	
TOTAL						1.69
Equipo						
Lampara minera con cargador	Tarea	2.20	0.25	0.56	0.46	
Compresora de aire 375 cfm	H/m	1.33	11.54	15.39	12.82	
Equipo carguío	H/m	0.00	43.74	0.00	0.00	
Equipo acarreo	H/m	0.67	6.88	4.63	3.86	
Ventilador 5000 cfm	H/m	0.67	0.42	0.28	0.23	
TOTAL						17.38
Herramientas						
Perforación y voladura JackLeg	DISP.	1	3.66	3.66	3.05	
TOTAL						3.05
Explosivos						
Semexsa 65 7/8x7"	Unidad	89.99	0.23	20.70	17.25	
Det. Ensamblados 7' carmex	Unidad	18	0.65	11.70	9.75	
Mecha rápida	Mts	2.80	0.56	1.57	1.37	
TOTAL						28.30
Costo directo						
Total, US\$/m						157.05
Total, US\$/tm						41.54

Fuente: Gerencia Pallasca