



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“SELECCIÓN DEL MÉTODO DE MINADO PARA LA VETA VISTA ALEGRE APLICANDO EL MÉTODO NUMÉRICO DE NICHOLAS, LA ASUNCIÓN - CAJAMARCA 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniería de Minas

Autores:

Joicy Marly Lezama Machuca
Gabriela Alejandra Urteaga Flores

Asesor:

Ing. Daniel Alejandro Alva Huamán

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis primeramente a Dios por darme la oportunidad de seguir adelante cada día, a mi padres Victor Manuel Lezama Ruiz y Maria Elodia Machuca Muñoz, por su condicional apoyo. A mi esposo Jhon Villanueva Sánchez y a mi hija Jesiah Villanueva Sanchez que son el motivo para seguir adelante con mis metas.

Joicy Lezama

Dedico esta tesis a Dios que me guía siempre, a mis papás por el apoyo incondicional que me brindan y a mi hija Camila por ser mi motivo para salir adelante.

Gabriela Urteaga

AGRADECIMIENTO

Agradecer primeramente a Dios por ser nuestra guía y brindarnos la oportunidad de realizar esta investigación, a nuestros padres que sin su apoyo y motivación no sería posible tener una dirección para realizar nuestras metas, al Msc. Daniel Alejandro Alva Huamán, por su tiempo y por su asesoría para el avance de esta investigación. Por otro lado, a todos nuestros docentes de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Privada del Norte. Así como al Jurado por su apoyo y orientación.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
1.1. Realidad problemática	9
1.2. Formulación del problema.....	15
1.3. Objetivos.....	15
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	19
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	42
REFERENCIAS	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Valores para la aplicabilidad de los métodos de explotación	15
Tabla 2	Rutas y accesos a la Concesión Chimbote 001	19
Tabla 3	Coordenadas UTM de la concesión en el sistema WGS 84.....	21
Tabla 4	Forma del Yacimiento.....	25
Tabla 5	Potencia de la Veta.....	26
Tabla 6	Angulo de inclinación de la Veta.....	26
Tabla 7	Inclinación de la Veta	27
Tabla 8	Distribución de leyes de la Veta	27
Tabla 9	Geometría y distribución de leyes del yacimiento de la Concesión Minera Chimbote 001	28
Tabla 10	Análisis de carga puntual de la roca Caja Techo	29
Tabla 11	Resistencia de la roca Caja Techo.....	29
Tabla 12	Análisis de carga puntual de la roca Caja Piso	30
Tabla 13	Resistencia de la roca Caja Piso.....	30
Tabla 14	Análisis de carga puntual de la roca mineralizada	31
Tabla 15	Resistencia del Cuerpo Mineral.	31
Tabla 16	Número de discontinuidades.....	31
Tabla 17	Espaciamiento entre fracturas caja techo.	32
Tabla 18	Espaciamiento entre fracturas caja piso	32
Tabla 19	Espaciamiento entre fracturas minera	32
Tabla 20	Resistencia de las discontinuidades de la caja techo.....	33
Tabla 21	Resistencia de las discontinuidades de la caja piso.....	33
Tabla 22	Resistencia de las discontinuidades del mineral	33
Tabla 23	Características geomecánica del yacimiento de la Veta de Cobre de la Concesión Chimbote 001	35

Tabla 24 Asignación de valores a los métodos de explotación en función de la geometría y distribución de leyes del yacimiento.	36
Tabla 25 Asignación de valores a los métodos de explotación en función a sus características geomecánicas de las rocas : Zona del mineral.....	37
Tabla 26 Asignación de valores a los métodos de explotación en función a sus características geomecánicas de las rocas: Zona del techo	38
Tabla 27	39
Tabla 28 Valoración total y selección del método de explotación.....	40
Table 29 ANEXO n° 1. Tabla de parámetros de la caracterización geométrica del yacimiento y distribución de leyes.	46
Tabla 30 ANEXO n° 2. Tabla de los parámetros de evaluación geomecánica.	47
Tabla 31 ANEXO n° 3. Tabla de clasificación de los métodos mineros en función a la geometría y distribución.....	48
Tabla 32 ANEXO n° 4. Clasificación de los métodos mineros en función de las características geomecánicas de las rocas : Zona del mineral.....	49
Tabla 33 ANEXO n° 5. Clasificación de los métodos mineros en función de las características geomecánicas de las rocas: Zona del techo	50
Table 34 ANEXO n°6. Clasificación de los métodos mineros en función de las características geomecánicas de las rocas: Zona de los hastiales.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Mapa de ubicación del proyecto	20
Figure 2: Franja metalogenética de la zona de estudio.	23

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal “Seleccionar el método de minado para la veta Vista Alegre al aplicar el método numérico de Nicholas, La Asunción - Cajamarca 2020”; el cual nos permitió determinar las características geomecánicas del yacimiento y las rocas encajonantes, con el fin de seleccionar el método subterráneo apropiado para su explotación y su posterior diseño. La población en la investigación son todas las estructuras mineralizadas que cruzan los dos niveles y la muestra consistió en 20 metros de la veta Vista Alegre del nivel inferior en la mina Capan; para ello se realizó la evaluación geométrica propuesta por Nicholas, valorando los parámetros de forma, potencia, inclinación y distribución de leyes. En la evaluación geomecánica se realizó la toma de muestras de tres puntos estratégicos de la veta, al inicio, al centro y al final, tanto en la zona mineral, caja techo y caja piso, para realizar el ensayo de carga puntual y obtener su resistencia. Con la evaluación geométrica se concluye que el yacimiento minero es de tipo veta, tiene forma tabular, potencia intermedia, distribución de leyes uniforme y una buena inclinación. En la evaluación geomecánica se obtuvo como resultado un valor promedio de 2 MPa (estructura mineralizada), 3.06MPa (Caja Techo) y 3.52 MPa (Caja Piso). De acuerdo a la geometría de la veta y las características geomecánicas del mineral, caja techo y caja piso se concluye que el método de explotación a seleccionar es Corte y Relleno Ascendente.

Palabras clave: (Veta de Cobre, Cuerpo mineralizado, Caja Techo, Caja Piso).

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La veta Vista Alegre ubicada en el cerro Capan en el Centro Poblado Vista Alegre, distrito de Asunción – Cajamarca, es una zona rica en mineralización que se encuentra en los andes del Perú con una gran importancia de vetas de oro, plata y minerales ricos, emplazadas en rocas volcánicas y sedimentarias. En la zona de Vista Alegre tenemos afloramiento de mineralización en el cerro “Capan”, por lo que en la actualidad la necesidad de contar con muchos cuadros especializados para el desarrollo de la minería en el Perú han aumentado por lo que la calidad y seguridad son factores importantes hoy por hoy, nuestra investigación se basa para la mejora de producción, bienestar económico y social para una futura explotación de mina, así tendremos una base teórico dándonos variables y poner en practica la metodología que nos permita conducir a la selección del método adecuado basada en metodología Numérica de Nicholas (1981).

La presente tesis se basa en la selección del método de explotación usando la metodología numérica de Nicholas (1981), tomando todos los criterios de la misma, este método involucra las condiciones geológicas y características geomecánicas. La zona de investigación presenta una secuencia de rocas constituidas por las Formaciones Chulec, Pariatambo, Yumagual y rocas intrusivas, encontrándose alteradas, meteorizadas y fracturadas producto del plegamiento que han sufrido a lo largo del tiempo geológico. Esta investigación servirá como una base para futuros estudios de investigación que se realicen en la zona.

Según Cabello. N(2008), Tesis de título.o de Ingeniero de Minas titulada “Selección del método de explotación para la veta Piedad en la Mina Catalina Huanca, Ayacucho”

Para seleccionar el método óptimo de explotación, se debe considerar el análisis de las condiciones geológica, geométricas, hidrogeológicas y el estudio geomecánico, luego estos métodos se evalúan bajo consideraciones económicas (dilución, recuperación de reservas geológicas, valor mineral y costo de producción).

Según Minaya (2019) “Evaluación de condiciones geomecánicas y viabilidad técnica según metodología numérica d. Nicholas para selección del método de explotación en veta Delia, mina Colquirrumi”, la investigación está orientada a la selección del método de explotación basándose en la metodología numérica de Nicholas (1981) tomando como referencia sus criterios de evaluación. Dicha selección de método involucra diferentes aspectos: condiciones geológicas y características geomecánicas (para roca de mineral, para roca caja techo y para roca caja piso). Finalmente, el método seleccionado en la presente investigación tiene características geológicas y geomecánicas. Es decir, se evalúa criterios; técnicos, económicos, tecnológicos y ambientales obteniendo así que la alternativa que se ajusta a ello es el método de Corte y Relleno (Cut and Fill).

Según Vásquez (2015) en su tesis “Elección y aplicación del método tajeo por subniveles con taladros largos para mejorar la producción en la veta Gina Socorro Tajo 6675 - 2 de la U.E.A. Uchucchacua de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.”, Hoy en día, para hacer el cambio de método de explotación, es de suma importancia el monto del capital de inversión requerido; es necesario así mismo ejecutar un proceso

de selección del método de explotación mediante un análisis sistemático de parámetros específicos del yacimiento como son:

- Geometría del yacimiento.
- Distribución de leyes.
- Propiedades geomecánicas del mineral y la roca encajonante.
- Aspectos económicos.
- Limitaciones ambientales.
- Condiciones sociales.

Según Paz. C. (2019), Tesis de titulación de Ingeniero de Minas titulada “Selección y aplicación del método de explotación por corte y relleno ascendente, para optimizar costos en la veta Gino I – empresa minera minas Icas S.A.C – Ica” El sistema cuantitativo de Nicholas analiza diez métodos para este tipo de minería subterránea, habiendo la necesidad de adecuarnos al que mayor ventaja nos brinde, de acuerdo a las características geométricas, geológicas y geomecánicas del macizo rocoso, que resulte con mayor beneficio económico y financiero para la empresa minera.

El sistema propuesto por Nicholas (1981) selecciona los métodos de explotación factibles, de acuerdo a un ranking numérico, por lo que se trata de un sistema cuantitativo. Para emplear el sistema de Nicholas, primero se define la geometría del cuerpo mineralizado y distribución de leyes utilizando la (Paz Zevallos, 2019)

A continuación, describiremos los factores más importantes que determinan el procedimiento de selección del método de explotación.

Las condiciones geológicas se refieren a las características geológicas del mineral y de la roca encajonante. La investigación geológica llevada a cabo debe permitir la correcta evaluación de los recursos y reservas que alberga el depósito, pero, además debe facilitar información relativa a los principales tipos de roca, zonas de alteración, principales estructuras, etc. Todo ello debe plasmarse sobre planos y secciones a escala adecuada con el fin de visualizar e interpretar fácilmente el yacimiento. La geometría del yacimiento se define a través de su forma general, potencia, inclinación y profundidad. La distribución de leyes se define como: uniforme, gradual, diseminada y errática.

Para seleccionar un método es preciso tener planos y cortes geológicos, en estos se indicarán los principales tipos de roca, zonas alteradas, fallas, estratos, etc.

La geometría se caracteriza por los parámetros indicados en el Anexo n°1

El comportamiento geotécnico de los diferentes materiales depende básicamente de la resistencia de la roca, el grado de fracturación del macizo rocoso y la resistencia de las discontinuidades. Ver Anexo n°2.

La resistencia de la roca a la compresión simple y la presión ejercida por el peso del recubrimiento sobre esta, la que puede calcularse a partir de la profundidad y la densidad de la roca. El espaciamiento entre fracturas puede definirse en términos de fracturas por metro o por el Rock Quality Designation (RQD). Este es el porcentaje de trozos de testigos con una longitud superior a 10 cm por metro de longitud superior a 10 cm por metro de longitud del taladro.

Según Llanque Maquera, et al. (199), el procedimiento numérico de la selección del método de explotación consiste en asignar a cada uno de estos parámetros, calificaciones individuales en función de las características y parámetros que presentan los yacimientos. En el Anexo n° 2 se observa la puntuación, en función a la geometría y distribución de leyes del yacimiento. El comportamiento geomecánico de los materiales depende de la resistencia de la roca, el grado de fracturación del macizo rocoso y la resistencia de las discontinuidades. Los parámetros se detallan en el Anexo n°3.

El procedimiento numérico de selección del método de explotación consiste en asignar a cada uno de estos, calificaciones individuales en función de las características y parámetros

Tenemos que tener en cuenta los siguientes puntos:

- A. **Geología:** La investigación geológica llevada a cabo desde permitir, por un lado, la correcta evaluación de los recursos y reservas del depósito, pero, además, debe facilitar la información relativa, los principales tipos de roca, zonas de alteración, estructuras principales, accidentes tectónicos, etc.
- B. **Geometría del yacimiento y distribución de leyes:** La geometría del yacimiento se define a través de su forma general, potencia, inclinación, profundidad y distribución de leyes.
- C. **Características geomecánicas del estéril y del mineral:** El comportamiento geomecánico de los diferentes materiales depende básicamente de la resistencia de las rocas, el grado de fracturamiento de los macizos rocosos y la resistencia de las

discontinuidades. Existen sistemas de clasificación geomecánicas muy completos, pero los tres parámetros indicados son suficientes para una primera aproximación.

La resistencia de la matriz rocosa es la relación entre la resistencia a la compresión simple y la presión ejercida por el peso del recubrimiento. Esta última puede calcularse a partir de la profundidad y la densidad de la roca, mientras que la resistencia a la compresión es más sencilla determinarla indirectamente mediante ensayo de carga puntual.

El espaciamiento entre fracturas puede definirse en términos de fracturas por metro o por el RQD (Rock Quality Designation), el que viene a ser el porcentaje de trozos de testigo con una longitud superior a 10 cm. La resistencia de las discontinuidades se determinará por observación directa.

D. Procedimiento numérico de selección: Este procedimiento numérico de selección del método de explotación consiste en asignar a cada uno de estos, calificaciones individuales, en función de las características y parámetros que presentan los yacimientos, según la aplicabilidad de los métodos de explotación.

Tabla 1

Valores para la aplicabilidad de los métodos de explotación

Aplicabilidad	Calificación
Preferido	3 a 4
Probable	1 a 2
Improbable	0
Desechado	-49

Fuentes: Elaboración propia.

- Después de totalizar las puntuaciones, los métodos que presenten las mayores calificaciones serán los que tendrán las mayores probabilidades de aplicación

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el método de minado adecuado para la veta Vista Alegre, La Asunción - Cajamarca 2020?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Seleccionar el método de minado para la veta Vista Alegre al aplicar el método numérico de Nicholas, La Asunción - Cajamarca 2020

1.3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar geomecánicamente el macizo rocoso y al cuerpo mineralizado de la mina Capan, Vista Alegre, La Asunción - Cajamarca 2020.
- Valorar los parámetros del método numérico de Nicholas para la elección del método de explotación.

1.3.3. Hipótesis general

Al aplicar el método numérico de Nicholas se podrá seleccionar el método adecuado de minado para la mina Capan, Vista Alegre, Asunción, Cajamarca 2020.

1.3.4. Hipótesis específicas

- Las características geomecánicas nos permitirán evaluar la resistencia, espaciamiento entre fracturas y discontinuidades del yacimiento.
- La valoración del método numérico de Nicholas nos permitirá seleccionar el método de explotación más adecuado.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Aplicada, no experimental, descriptiva con diseño longitudinal.

Hernández, R. (2014) en su investigación Metodología de la Investigación 6a

Edición nos indica que la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos.

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Los diseños longitudinales, los cuales recolectan datos en diferentes momentos o periodos para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias

2.2. Población y muestra

Población: Son todas las estructuras mineralizadas que cruzan los dos niveles.

Muestra: Es 20m de veta del nivel inferior en la mina Capan.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.

Para la presente investigación se utilizó la técnica de observación en campo, en la cual se emplearon instrumentos y fichas para la recopilación de datos, se utilizó materiales como libreta de apuntes, formatos de campo e instrumentos (brújula, GPS, cinta métrica, picota).

Para determinar la geometría del yacimiento se utilizó los parámetros establecidos por Llanque Nicholas, et al, (1981) los cuales se encuentran detallados en el anexo n°1.

Una vez obtenidos los datos de campo los resultados fueron ordenados, clasificados y cuantificados de acuerdo a los criterios por Llanque y Nicholas.

Para un mejor entendimiento e interpretación de los resultados se hicieron tablas con el programa Excel.

2.4.Procedimiento

- En la primera fase, se revisó la bibliografía con respecto a la concesión minera “Chimbote 001” (accesos, ubicación, geología, etc.).
- En la segunda fase se realizó la primera visita a campo a la concesión minera “Chimbote 001” para analizar y evaluar las características geométricas y geomecánicas, de acuerdo al método numérico propuesto por Nicholas (1981). Se procedió a sacar muestras de diferentes puntos de la estructura mineralizada, roca caja y roca piso.
- En la tercera fase, se hizo el análisis de carga puntual del mineral y rocas encajonantes en el laboratorio de mecánica de suelos, pavimentos y concreto de HURTECO SRL.
- En la cuarta etapa, se procesó los resultados obtenidos del laboratorio de mecánica de suelos, pavimentos y concreto de HURTECO SRL.
- En la quinta etapa, con la información obtenida en campo y con los resultados del laboratorio, ingresamos los valores en las tablas del método numérico establecido por (Nicholas 1981), utilizando las hojas de cálculo de Excel.
- Finalmente, se determinó el método de explotación por Corte y Relleno Ascendente para la concesión minera Chimbote 001.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Descripción del área del proyecto

Ubicación y accesibilidad.

El proyecto Minero de explotación de la Concesión Minera “Chimbote 001” con código N°01-00101-18, se encuentra ubicado en el Centro Poblado de Vista Alegre, Distrito de la Asunción, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca, cuya extensión es 1000 has. En la figura 1 se puede ver la ubicación del proyecto.

La vía de acceso de la Concesión Minera “Chimbote 001” es por vía terrestre. Partiendo de la ciudad de Cajamarca, a unas 2:30 horas se realiza la primera parada en el Centro Poblado de Vista Alegre, luego se camina unos 30 minutos donde se encuentra la Concesión Minera “Chimbote 001”.

Tabla 2
Rutas y accesos a la Concesión Chimbote 001

Ruta	Localidades	Km	Tipo de vía
1	Cajamarca-Vista Alegre	175	Asfaltada
	Vista Alegre- Concesión minera	1.76	Trocha

Fuentes: Elaboración propia.

Figura 1: Mapa de ubicación del proyecto



Fuente: Google Maps

Concesión minera.

El titular de la concesión Minera” Chimbote 001” es Compañía Minera Ares S.A.C y está inscrita en el libro de Derechos Mineros del Registro Público de Minería (RPM) Partida N° 01-00101-18.

Ubicación del Derecho Minero: Centro Poblado Vista Alegre, distrito de la Asunción, provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca. Extensión del Derecho Minero: 1000 hectáreas. Cuyas coordenadas UTM en el sistema WGS 84 se puede ver en la tabla 3, que pertenece a la zona 17, cuadrángulo geológico de Cajamarca – hoja 15 f. Ver plano de concesiones (Anexo N°6).

Tabla 3
Coordenadas UTM de la concesión en el sistema WGS 84

Vértices	Norte	Este
1	918800000	768000000
2	918800000	771000000
3	918400000	771000000
4	918400000	769000000
5	918600000	769000000
6	918600000	768000000

Fuente: Datos tomados en campo.

Geología local

Grupo Goyllarisquizga

Litológicamente consiste en cuarcitas blancas masivas y areniscas generalmente de grano medio y color blanquecino, en la parte inferior, con intercalaciones delgadas de lutitas marrones y grises en la parte superior. Su grosor oscila entre los 200 y 500m, con tendencia a adelgazarse hacia el oeste. (Benavides,1956)

Formación Farrat (ki-fa)

Esta formación representa el nivel superior de la parte clástica del Cretáceo Inferior. Consta de areniscas cuarcitas y areniscas blancas de grano medio a grueso. En algunos lugares se observa estratificación cruzada y marcas de oleaje. (Benavides,1956)

Formación Chimú

Sus afloramientos se destacan nítidamente en la topografía por su dureza y estructuras, originando grandes farallones. Esta formación funcionó como roca competente. (Benavides,1956)

Consiste en una alternancia de areniscas, cuarcitas y lutitas en la parte inferior y de una potente secuencia de cuarcitas blancas, en bancos gruesos en la parte superior. Las areniscas generalmente son de grano mediano a grueso, con ocasionales lentes de granos de cuarzo poco redondeados.

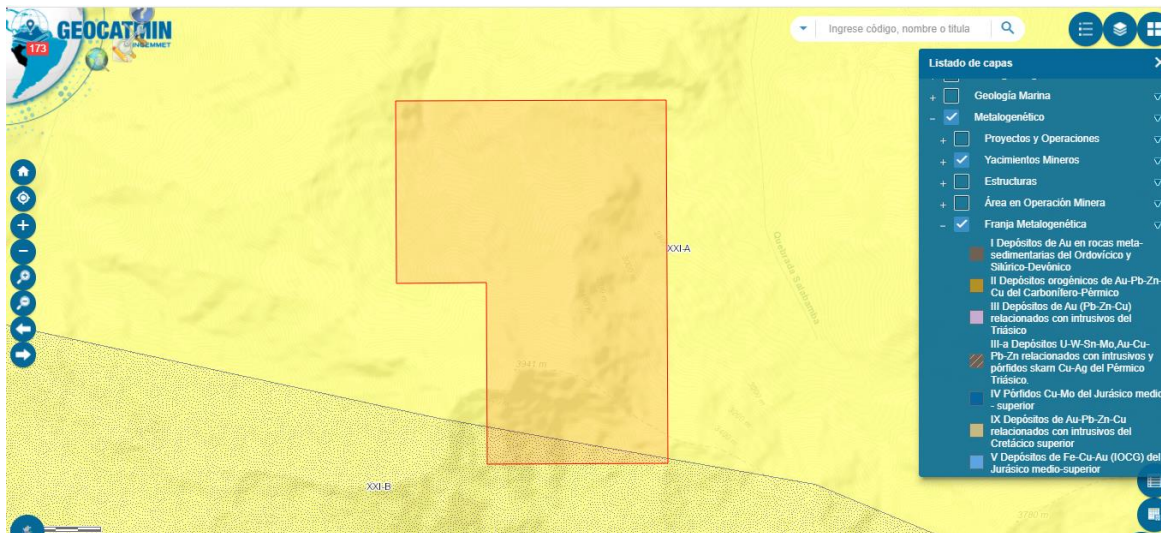
Metalogenia

De acuerdo a la información de Ingemmet tenemos que la franja metalogénica a la que pertenece la veta Vista Alegre es XXI-A EPITERMALES DE AU-AG HOSPEDADOS EN ROCAS VOLCANICAS. (Ver figura N°2).

Ocupan superficialmente la mayor parte de nuestra zona de estudio y se encuentra relacionada a las partes más altas de la región. Tenemos reconocidos dos tipos de depósitos epitermales, los de alta sulfuración y los de baja sulfuración. Los depósitos epitermales de alta sulfuración se encuentran emplazados en rocas volcánicas (Grupo Calipuy) y en rocas sedimentarias (Grupo Goyllarisquizga). Mientras que los depósitos de baja sulfuración por lo general solo se encuentran asociados a rocas volcánicas.

“Selección del método de minado para la veta Vista Alegre aplicando el método numérico de Nicholas, La Asunción - Cajamarca 2020”

Figure 2: *Franja metalogénica de la zona de estudio.*



Fuente: Geocatmin (Ingemmet)

3.2. Caracterización geomecánica del macizo rocoso y cuerpo mineralizado de la mina

Capan, Vista Alegre, La Asunción - Cajamarca 2020.

a. Geometría del Yacimiento

SISTEMA DE NICHOLAS		
RESISTENCIA DE LA MATRIZ ROCOSA		
Pequeña(P)		<8 MPa
Media (M)		8 a 15 MPa
Alta (A)		>15 Mpa
ESPACIAMIENTO ENTRE FRACTURAS	N° DE FRACTURAS /m	RQD (%)
Muy pequeño (MP)	>16	0 a 20
Pequeño (P)	10 a 16	20 a 40
Grande (G)	3 a 10	40 a 70
Muy Grande (MG)	<3	70 a 100
RESISTENCIA DE LAS DISCONTINUIDADES		
Pequeña (P)	Limpias con una superficie suave	
Media (M)	Limpias con una superficie rugosa	
Grande (G)	Rellenas con material de resistencia = o > que la roca intacta	

Fuente: Nicholas(1981)

b. Forma

El yacimiento se presenta en tipo veta, con presencia de Cobre que varía sus medidas a distancias considerables, esta veta se encuentra emplazada en granodioritas.

Tabla 4
Forma del Yacimiento

Forma del yacimiento	Descripción
Masivo (M)	Dimensiones similares en cualquier dirección.
Tabular(T)	Vetas o Mantos.
Irregulares (I)	Dimensiones varían a distintas muy pequeñas.

Fuente: Datos tomados en campo.

De acuerdo a la Tabla 4, se determinó que la veta de Cobre de la concesión Chimbote 001 es de forma tabular.

c. Potencia.

De acuerdo a los datos tomados en campo, la potencia del yacimiento en las zonas que presentan afloramiento, se observa variaciones de 10 – 25 metros de espesor aproximadamente.

Tabla 5
Potencia de la Veta

Potencia	Rango
Estrecha	< a 10m
Intermedia	10 - 30 m
Potente	30 – 100 m
Muy potente	>a 100m

Fuente: Datos tomados en campo.

De acuerdo con la Tabla 5, se estableció que la veta tiene una potencia intermedia por estar en el rango de inclinación 10 – 30 m.

d. Inclinación.

En la visita a campo se determinó que la veta de Cobre presenta un rumbo de Noreste y un buzamiento Suroeste. Al respecto se han observado zonas donde la inclinación presentaba variaciones ver Tabla 6

Tabla 6
Angulo de inclinación de la Veta

Punto	Buzamiento (°)
1	87°SW
2	59°SW
3	76°SW
Promedio	74° SW

Fuente: Datos tomados en campo.

Tabla 7
Inclinación de la Veta

Inclinación	Rango
Echado	< a 20°
Intermedio	20°-55°
Inclinado	>a 55°

Fuente: Datos tomados en campo

De acuerdo a la Tabla 7, se determinó que la veta tiene una inclinación intermedia por estar entre el rango de buzamiento >a 55°.

e. Distribución de la ley

Se observa que la estructura mineralizada se mantiene constante en cualquier punto, el contenido de Cobre es fijo.

Tabla 8
Distribución de leyes de la Veta

Distribución de leyes	
Uniforme	La ley del yacimiento se mantiene prácticamente constante en cualquier punto del yacimiento mineralizado.
Graduado o diseminado	Las leyes tienen una distribución zonal, identificándose cambios graduales de un punto a otro.
Errático	No existe una relación entre las leyes, ya que estas cambian radicalmente de un punto a otro en distancias muy pequeñas.

Fuente: Datos tomados en campo.

Tabla 9
Geometría y distribución de leyes del yacimiento de la Concesión Minera Chimbote 001

Geometría del yacimiento y distribución de leyes	
Forma	Tabular
Potencial del mineral	Intermedia
Inclinación	Inclinada
Distribución de leyes	Uniforme

Fuente: Datos tomados en campo.

Características geomecánicas del macizo rocoso y cuerpo mineralizado

Las características del yacimiento se determinaron de acuerdo a los parámetros del Anexo n°2

SISTEMA DE NICHOLAS		
RESISTENCIA DE LA MATRIZ ROCOSA		
Pequeña(P)	<8 MPa	
Media (M)	8 a 15 MPa	
Alta (A)	>15 Mpa	
ESPACIAMIENTO ENTRE FRACTURAS	N° DE FRACTURAS /m	RQD (%)
Muy pequeño (MP)	>16	0 a 20
Pequeño (P)	10 a 16	20 a 40
Grande (G)	3 a 10	40 a 70
Muy Grande (MG)	<3	70 a 100
RESISTENCIA DE LAS DISCONTINUIDADES		
Pequeña (P)	Limpias con una superficie suave	
Media (M)	Limpias con una superficie rugosa	
Grande (G)	Rellenas con material de resistencia = o > que la roca intacta	

Fuente: Llanque Maquera .(1999).

La resistencia a la compresión simple de las rocas se determinó mediante ensayos de carga puntual, los cuales fueron realizados en el laboratorio de suelos de la empresa contratista HURTECO SRL.

Tabla 10
Análisis de carga puntual de la roca Caja Techo

Muestra	Tipo de Roca	Is(MPa)	Promedio de Is (MPa)	UCS(MPa)
M1	Caja Techo	2.52		
M5	Caja Techo	3.26	3.06	50-100
M8	Caja Techo	3.41		

Fuente: Datos tomados en campo.

Tabla 11
Resistencia de la roca Caja Techo

Clase	Descripción (ISMR)	Is (MPa)	UCS(MPa)
R0	Extremadamente blanda	.	0.25-1
R1	Muy blanda	.	1-5
R2	Blanda	.	5-25
R3	Moderadamente dura	1-2	25-50
R4	Dura	2-4	50-100
R5	Muy dura	4-10	100-250
R6	Extremadamente dura	>10	>250

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12
Análisis de carga puntual de la roca Caja Piso

Muestra	Tipo de Roca	Is(MPa)	Promedio de Is (MPa)	UCS(MPa)
M2	Caja Piso	2.71		
M4	Caja Piso	3.33		
M9	Caja Piso	4.52	3.52	50-100

Fuente: Datos tomados en campo.

Tabla 13
Resistencia de la roca Caja Piso

Clase	Descripción (ISMR)	Is (MPa)	UCS(MPa)
R0	Extremadamente blanda	.	0.25-1
R1	Muy blanda	.	1-5
R2	Blanda	.	5-25
R3	Moderadamente dura	1-2	25-50
R4	Dura	2-4	50-100
R5	Muy dura	4-10	100-250
R6	Extremadamente dura	>10	>250

Fuente: Datos tomados en campo.

De acuerdo con las tablas 10 y 12, se determinó que la resistencia de la roca caja techo y caja piso es R4, y según la descripción esta es dura.

Estructura mineralizada: La resistencia a la compresión simple de la estructura mineralizada se determinó mediante ensayos de carga puntual, los cuales fueron realizados en el laboratorio de suelos de la empresa contratista HURTECO SRL.

Tabla 14
Análisis de carga puntual de la roca mineralizada

Muestra	Tipo de Roca	Is(MPa)	Promedio de Is (MPa)	UCS(MPa)
M3	Mineral	2.32		
M6	Mineral	1.92		
M7	Mineral	1.76	2	25-50

Fuente: Datos tomados en campo.

Tabla 15
Resistencia del Cuerpo Mineral.

Clase	Descripción (ISMR)	Is (MPa)	UCS(MPa)
R0	Extremadamente blanda	.	0.25-1
R1	Muy blanda	.	1-5
R2	Blanda	.	5-25
R3	Moderadamente dura	1-2	25-50
R4	Dura	2-4	50-100
R5	Muy dura	4-10	100-250
R6	Extremadamente dura	>10	>250

Fuente: Datos tomados en campo.

De acuerdo a la tabla 15, la resistencia del cuerpo mineralizado es moderadamente dura.

Espaciamiento entre fracturas

Primero se delimitó un área de $1m^2$ en cada estructura para luego proceder con el conteo de discontinuidades existentes.

Tabla 16
Número de discontinuidades

Estructura	Fracturas/m
Caja techo	13
Caja Piso	17
Veta Cobre	12

Fuente: Datos tomados en campo.

Tabla 17
Espaciamiento entre fracturas caja techo.

Fracturas/m		RQD(%)
Muy pequeño	>16	0-20
Pequeño	10-16	20-40
Grande	3-6	40-70
Muy grande	3	70-100

Fuente: Datos tomados en campo.

Tabla 18
Espaciamiento entre fracturas caja piso

Fracturas/m		RQD(%)
Muy pequeño	>16	0-20
Pequeño	10-16	20-40
Grande	3-6	40-70
Muy grande	3	70-100

Fuente: Datos tomados en campo.

Tabla 19
Espaciamiento entre fracturas minera

Fracturas/m		RQD(%)
Muy pequeño	>16	0-20
Pequeño	10-16	20-40
Grande	3-6	40-70
Muy grande	3	70-100

Fuente: Datos tomados en campo.

De acuerdo a las tablas 17, 18 y 19, se determinó el espaciamiento de las fracturas de las zonas caja techo, caja piso y cuerpo mineralizado.

Resistencia de las discontinuidades

La determinación de este parámetro se realizó en el campo in situ

Tabla 20

Resistencia de las discontinuidades de la caja techo

Resistencia de las discontinuidades – caja techo	
Pequeña	Discontinuidades limpias con una superficie suave o con material de relleno blando
Media	Discontinuidades limpias con una superficie rugosa
Grande	Discontinuidades rellenas con un material de resistencia igual o mayor que roca intacta

Fuente: Datos tomados en campo.

Tabla 21

Resistencia de las discontinuidades de la caja piso

Resistencia de las discontinuidades – caja piso	
Pequeña	Discontinuidades limpias con una superficie suave o con material de relleno blando
Media	Discontinuidades limpias con una superficie rugosa
Grande	Discontinuidades rellenas con un material de resistencia igual o mayor que roca intacta

Fuente: Datos tomados en campo.

Tabla 22

Resistencia de las discontinuidades del mineral

Resistencia de las discontinuidades – mineral	
Pequeña	Discontinuidades limpias con una superficie suave o con material de relleno blando
Media	Discontinuidades limpias con una superficie rugosa
Grande	Discontinuidades rellenas con un material de resistencia igual o mayor que roca intacta

Fuente: Datos tomados en campo.

De acuerdo a las tablas 20,21 y 22, se determinó la resistencia de las discontinuidades de las zonas caja techo, caja piso y zona mineral.

En la Tabla 23, se muestra en resumen las características geomecánica del yacimiento de la Veta de Cobre de la Concesión Chimbote 001

“Selección del método de minado para la veta Vista Alegre aplicando el método numérico de Nicholas, La Asunción - Cajamarca 2020”

Tabla 23

Características geomecánicas del yacimiento de la Veta de Cobre de la Concesión Chimbote 001

Estructura	Resistencia a la compresión simple (MPa)	Características Geomecánicas		
		Espaciamiento entre fracturas	RQD (%)	Resistencia de las discontinuidades
Caja Techo	Dura	Pequeño	20-40	Media
Caja Piso	Dura	Muy Pequeño	0-20	Media
Veta	Moderadamente dura	Pequeño	20-40	Pequeña

Fuente: Datos tomados en campo.

3.3. Valoración del método numérico de Nicholas para la selección del método de explotación.

Para la elección del método de explotación se utilizó los Anexos n. ° 3,4, 5, propuestas por Llanque Maquera, et al., (1999), establece que a cada método de explotación se le asigna un valor de acuerdo a la geometría y características geomecánicas del yacimiento.

En este contexto se inició el proceso de selección de los métodos de explotación en función a las condiciones naturales promedio que presenta la veta y su entorno que se encuentra detallado en las Tablas 9 y 23.

En la Tabla 24, se detalla la asignación de valores a los métodos de explotación en función de la geometría y distribución de leyes.

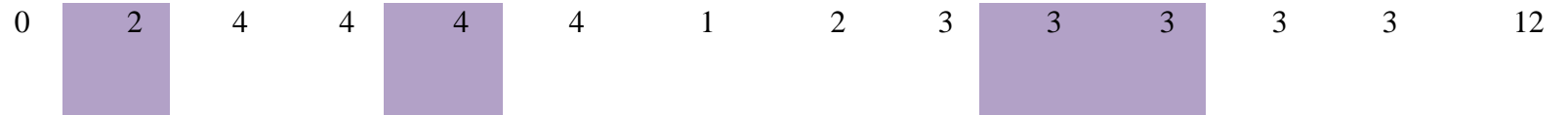
En las Tablas 35, 36 y 37 se detallan igualmente la asignación de valores, pero referidas a las propiedades geomecánicas del mineral, de caja techo y caja piso

Tabla 24

Asignación de valores a los métodos de explotación en función de la geometría y distribución de leyes del yacimiento.

Métodos de explotación	Forma de Yacimiento				Potencia del Mineral			Orientación			Distribución de Leyes			Total
	M	T	I	B	M	A	MA	H	I	V	U	G	E	
Cielo abierto	3	2	3	2	3	4	4	3	3	4	3	3	3	12
Hundimiento de bloques	4	2	0	-49	0	2	4	3	2	4	4	2	0	10
Tajeo por subniveles	2	2	1	1	2	4	3	2	1	4	3	3	1	11
Hundimiento por subniveles	3	4	1	-49	0	4	3	1	1	4	4	2	0	12
Tajo largo	-49	4	-	4	0	-49	-49	4	0	-49	4	2	0	-41
Cámaras y pilares	0	4	49	2	4	2	-49	-49	4	1	0	3	3	9
Shrinkage	2	2	1	1	1	2	4	2	1	4	3	2	1	10
Corte y Relleno ascendente	0	4	2	4	4	0	0	0	3	4	3	3	3	15
Cortes de techo en tajadas	3	3	0	-49	0	3	4	4	1	2	4	2	0	8

Minado con
cuadros de madera



Fuente: Datos tomados en campo.

Tabla 25

Asignación de valores a los métodos de explotación en función a sus características geomecánicas de las rocas : Zona del mineral

Métodos de explotación	MINERAL									TOTAL	
	Resistencia de las Rocas			Espaciamiento entre fracturas				Resistencia de Discontinuidades			
	B	M	A	MC	PE	E	ME	B	M		A
Cielo abierto	3	4	4	2	3	4	4	2	3	4	9
Hundimiento de bloques	4	1	1	4	4	3	0	4	3	0	9
Tajeo por subniveles	-49	3	4	0	0	1	4	0	2	4	3
Hundimiento por subniveles	0	3	3	0	2	4	4	0	2	2	5
Tajo largo	4	1	0	4	4	0	0	4	3	0	9
Cámaras y pilares	0	3	4	0	1	2	4	0	2	4	4
Shirinkage	1	3	4	0	1	3	4	0	2	4	4
Corte y Relleno ascendente	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	8
Cortes de techo en tajadas	2	3	3	1	1	2	4	1	2	4	4
Minado con cuadros de madera	4	1	1	4	4	2	1	4	3	2	8

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26
Asignación de valores a los métodos de explotación en función a sus características geomecánicas de las rocas: Zona del techo

Métodos de explotación	CAJA TECHO										TOTAL
	Resistencia de las Rocas			Espaciamiento entre fracturas				Resistencia de Discontinuidades			
	B	M	A	MC	PE	E	ME	B	M	A	
Cielo abierto	3	4	4	2	3	4	4	2	3	4	10
Hundimiento de bloques	4	2	1	3	4	3	0	4	2	0	8
Tajeo por subniveles	-49	3	4	-49	0	1	4	0	2	4	5
Hundimiento por subniveles	3	2	1	3	4	3	1	4	2	0	8
Tajo largo	4	2	0	4	4	3	0	4	2	0	8
Cámaras y pilares	0	3	4	0	1	2	4	0	2	4	6
Shrinkage	4	2	1	4	4	3	0	4	2	0	8
Corte y Relleno ascendente	3	2	2	3	3	2	2	4	3	2	8
Cortes de techo en tajadas	4	2	1	3	3	3	0	4	2	0	7
Minado con cuadros de madera	3	2	2	3	3	2	2	4	3	2	8

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27

Asignación de valores a los métodos de explotación en función a sus características geomecánicas de las rocas caja piso.

Métodos de explotación	CAJA PISO										TOTAL
	Resistencia de las Rocas			Espaciamiento entre fracturas				Resistencia de Discontinuidades			
	B	M	A	MC	PE	E	ME	B	M	A	
Cielo abierto	3	4	4	2	3	4	4	2	3	4	9
Hundimiento de bloques	2	3	3	1	3	3	3	1	3	3	7
Tajeo por subniveles	0	2	4	0	0	2	4	0	1	4	3
Hundimiento por subniveles	0	2	4	0	1	2	3	0	2	4	4
Tajo largo	2	3	3	1	2	4	3	1	3	3	7
Cámaras y pilares	0	2	4	0	1	3	3	0	3	3	5
Shirinkage	2	3	3	2	3	3	2	2	2	3	7
Corte y Relleno ascendente	4	2	2	4	4	2	2	4	4	2	10
Cortes de techo en tajadas	2	3	3	1	3	3	3	1	2	3	6
Minado con cuadros de madera	4	2	2	4	4	2	2	4	4	2	10

Fuente: Datos tomados en campo.

Tabla 28

Valoración total y selección del método de explotación

Método de Explotación	Geometría y distribución de leyes	Características geomecánicas de las rocas			TOTAL
		Mineral	Techo	Piso	
Cielo abierto	12	9	10	9	40
Hundimiento de bloques	10	9	8	7	34
Tajeo por subniveles	11	3	5	3	22
Hundimiento por subniveles	12	5	8	4	29
Tajo largo	-41	9	8	7	-17
Cámaras y pilares	9	4	6	5	24
Shirinkage	10	4	8	7	29
Corte y Relleno ascendente	15	8	8	10	41
Corte de techo en tajadas	8	4	7	6	25
Minado con cuadros de madera	12	8	8	10	38

Fuente: Datos tomados en campo.

De acuerdo a la Tabla 28, el método con mayor puntaje es “Corte y Relleno ascendente”.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

En la investigación se evaluó las características geométricas y geomecánicas del yacimiento de la concesión minera Chimbote 001, permitiéndonos la selección del método de explotación aplicable a la veta Vista Alegre a través del análisis del método numérico de Nicholas. En la Tabla 9, se muestra la valoración de las características geológicas del yacimiento para los 10 métodos posibles según metodología de Nicholas, así mismo en la Tabla 23, se muestra la valoración de las características geomecánicas para caja techo, caja piso y veta para los 10 métodos posibles según metodología de Nicholas. En la Tabla 28, se presenta la valoración final de las condiciones geológicas y geomecánicas; y el método seleccionado según la metodología de Nicholas es: Corte y Relleno.

Los resultados obtenidos concuerdan con Minaya (2019) quien en su investigación sobre la “Evaluación de condiciones geomecánicas y viabilidad técnica según metodología numérica d. Nicholas para selección del método de explotación en veta Delia, mina Colquirrumi”, concluye que el método seleccionado en la investigación tiene características geológicas y geomecánicas. Es decir, se evalúa criterios; técnicos, económicos, tecnológicos y ambientales obteniendo así que la alternativa que se ajusta a ello es el método de Corte y Relleno (Cut and Fill).

4.2 Conclusiones

La caracterización geomecánica del macizo rocoso y al cuerpo mineralizado de la mina Capan, Vista Alegre, La Asunción - Cajamarca 2020, ha determinado que la resistencia a la carga puntual del Mineral, Caja Techo y Caja Piso es Moderadamente dura (2MPa), dura (3.06MPa) y dura (3.52 MPa) respectivamente. El espaciamiento entre fracturas es pequeño, pequeño y muy pequeño y la resistencia de las discontinuidades es pequeña, media y media.

Se concluye que la resistencia de la roca caja techo y caja piso es R4, y según la descripción esta es dura.

Con la valoración del macizo rocoso aplicando el método numérico de Nicholas, a la geometría de la veta y sus características geomecánicas del Mineral, Caja Techo y Caja Piso, se concluye que el método de explotación por Corte y Relleno ascendente es técnicamente aplicable para la explotación de la veta Vista Alegre en la Concesión Chimbote 001.

REFERENCIAS

Cabello, N. (2008). *Selección del método de explotación para la veta Piedad en la Mina Catalina Huanca, Ayacucho*. Tesis para título de Ingeniero de Minas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Sarayasi, N. (2017). *Explotación de la veta prometida mediante el método de corte y relleno ascendente selectivo unidad minera Santa Filomena empresa minera Sotrami S.A.* Tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Minas. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.

Minaya, J. (2019). *Evaluación de condiciones geomecánicas y viabilidad técnica según metodología numérica d. Nicholas para selección del método de explotación en veta Delia, mina Colquirrumi*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Minas. Universidad Nacional de Trujillo.

Paz, C. (2019). *Selección y aplicación del método de explotación por Corte y Relleno ascendente, para optimizar costos en la veta Gino I – empresa minera minas Icas S.A.C. – Ica*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Minas, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Vásquez, J. (2015). *Elección y aplicación del método tajeo por subniveles con taladros largos para mejorar la producción en la veta Gina Socorro Tajo 6675 - 2 de la U.E.A. Uchucchacua de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A..* Tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Minas.

Llanque Maquera, O.E., Navarro Torres, V.F., Durant Broden, J.G., Coíla Choque, Y.A., Calderón Mendoza, R. G., Tapia Valencia, H.A.,... Camac Torres, E.A.(1999). *Explotación Subterránea – métodos y casos prácticos* (Primera ed.). (O.E.Llanque Maquera, & V.F. Navarro Torres, Edits.) Puno, Perú: Perú Offset Editores.

ANEXOS

Table 29

ANEXO n° 1. Tabla de parámetros de la caracterización geométrica del yacimiento y distribución de leyes.

SISTEMA DE NICHOLAS	
FORMA	
Masivo (M)	Dimensiones similares en cualquier dirección.
Tabular (T)	Vetas o mantos
Irregular (I)	Dimensiones varían a distancias muy pequeñas
POTENCIA DEL CUERPO MINERAL	
Estrecho (E)	<10 m
Intermedio (I)	10-30 m
Potente (P)	30-100 m
Muy Potente(MP)	>100 m
INCLINACION	
Tumbado(T)	<10°
Intermedio(I)	20°-55°
Inclinado (IN)	>55°
DISTRIBUCION DE LEYES	
Uniforme(U)	Ley media del yacimiento se mantiene casi constante en cualquier punto de este.
Diseminado o Gradual (G)	Las leyes tienen distribución Zonal, identificándose cambios graduales.
Errático (E)	Las leyes cambian radicalmente de unos puntos a otros en distancias muy pequeñas.

Fuente: Nicholas (1981)

Tabla 30

ANEXO n° 2. Tabla de los parámetros de evaluación geomecánica.

SISTEMA DE NICHOLAS		
RESISTENCIA DE LA MATRIZ ROCOSA		
Pequeña(P)	<8 MPa	
Media (M)	8 a 15 MPa	
Alta (A)	>15 Mpa	
ESPACIAMIENTO ENTRE FRACTURAS	N° DE FRACTURAS /m	RQD (%)
Muy pequeño (MP)	>16	0 a 20
Pequeño (P)	10 a 16	20 a 40
Grande (G)	3 a 10	40 a 70
Muy Grande (MG)	<3	70 a 100
RESISTENCIA DE LAS DISCONTINUIDADES		
Pequeña (P)	Limpias con una superficie suave	
Media (M)	Limpias con una superficie rugosa	
Grande (G)	Rellenas con material de resistencia = o > que la roca intacta	

Fuente: Nicholas (1981)

Tabla 31

ANEXO n° 3. Tabla de clasificación de los métodos mineros en función a la geometría y distribución.

Métodos de explotación	Forma de Yacimiento				Potencia del Mineral			Orientación			Distribución de Leyes		
	M	T	I	B	M	A	MA	H	I	V	U	G	E
Cielo abierto	3	2	3	2	3	4	4	3	3	4	3	3	3
Hundimiento de bloques	4	2	0	- 49	0	2	4	3	2	4	4	2	0
Tajeo por subniveles	2	2	1	1	2	4	3	2	1	4	3	3	1
Hundimiento por subniveles	3	4	1	- 49	0	4	3	1	1	4	4	2	0
Tajo largo	-49	4	- 49	4	0	-49	-49	4	0	-49	4	2	0
Cámaras y pilares	0	4	2	4	2	-49	-49	4	1	0	3	3	3
Shirinkage	2	2	1	1	1	2	4	2	1	4	3	2	1
Corte y Relleno ascendente	0	4	2	4	4	0	0	0	3	4	3	3	3
Cortes de techo en tajadas	3	3	0	- 49	0	3	4	4	1	2	4	2	0
Minado con cuadros de madera	0	2	4	4	4	4	1	2	3	3	3	3	3

Fuente: Nicholas (1981).

Tabla 32

ANEXO n° 4. Clasificación de los métodos mineros en función de las características geomecánicas de las rocas : Zona del mineral

Métodos de explotación	MINERAL									
	Resistencia de las Rocas			Espaciamiento entre fracturas				Resistencia de Discontinuidades		
	B	M	A	MC	PE	E	ME	B	M	A
Cielo abierto	3	4	4	2	3	4	4	2	3	4
Hundimiento de bloques	4	1	1	4	4	3	0	4	3	0
Tajeo por subniveles	-49	3	4	0	0	1	4	0	2	4
Hundimiento por subniveles	0	3	3	0	2	4	4	0	2	2
Tajo largo	4	1	0	4	4	0	0	4	3	0
Cámaras y pilares	0	3	4	0	1	2	4	0	2	4
Shirinkage	1	3	4	0	1	3	4	0	2	4
Corte y Relleno ascendente	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2
Cortes de techo en tajadas	2	3	3	1	1	2	4	1	2	4
Minado con cuadros de madera	4	1	1	4	4	2	1	4	3	2

Fuente: Nicholas (1981)

Tabla 33

ANEXO n° 5. Clasificación de los métodos mineros en función de las características geomecánicas de las rocas: Zona del techo

Métodos de explotación	CAJA TECHO									
	Resistencia de las Rocas			Espaciamiento entre fracturas				Resistencia de Discontinuidades		
	B	M	A	MC	PE	E	ME	B	M	A
Cielo abierto	3	4	4	2	3	4	4	2	3	4
Hundimiento de bloques	4	2	1	3	4	3	0	4	2	0
Tajeo por subniveles	-49	3	4	-49	0	1	4	0	2	4
Hundimiento por subniveles	3	2	1	3	4	3	1	4	2	0
Tajo largo	4	2	0	4	4	3	0	4	2	0
Cámaras y pilares	0	3	4	0	1	2	4	0	2	4
Shirinkage	4	2	1	4	4	3	0	4	2	0
Corte y Relleno ascendente	3	2	2	3	3	2	2	4	3	2
Cortes de techo en tajadas	4	2	1	3	3	3	0	4	2	0
Minado con cuadros de madera	3	2	2	3	3	2	2	4	3	2


Fuente: Nicholas (1981)

Table 34
ANEXO n°6. Clasificación de los métodos mineros en función de las características geomecánicas de las rocas: Zona de los hastiales

Métodos de explotación	CAJA PISO									
	Resistencia de las Rocas			Espaciamiento entre fracturas				Resistencia de Discontinuidades		
	B	M	A	MC	PE	E	ME	B	M	A
Cielo abierto	3	4	4	2	3	4	4	2	3	4
Hundimiento de bloques	2	3	3	1	3	3	3	1	3	3
Tajeo por subniveles	0	2	4	0	0	2	4	0	1	4
Hundimiento por subniveles	0	2	4	0	1	2	3	0	2	4
Tajo largo	2	3	3	1	2	4	3	1	3	3
Cámaras y pilares	0	2	4	0	1	3	3	0	3	3
Shirinkage	2	3	3	2	3	3	2	2	2	3
Corte y Relleno ascendente	4	2	2	4	4	2	2	4	4	2
Cortes de techo en tajadas	2	3	3	1	3	3	3	1	2	3
Minado con cuadros de madera	4	2	2	4	4	2	2	4	4	2

Fuente: Nicholas (1981)

ANEXO n°8. Ensayo de Carga Puntual- M1 Roca Caja Techo

	ENSAYO DE CARGA PUNTUAL (ASTM D5731 - 16) (*)		Código - LAFOR-020 Versión - 3 Fecha - 01/12/2020 Aprobación - 00 Página - 01 de 01
	Proyecto (*) - SELECCIÓN DEL MÉTODO DE MINADO PARA LA VETA VISTA ALEGRE APLICANDO EL MÉTODO NUMÉRICO DE NICHOLAS, LA ASUNCIÓN - CAJAMARCA 2020		

Ubicación (*) - Vista Alegre - La Asunción - Cajamarca Cliente - Gabinete Geología/Florencia Material (*) - Roca Caja Techo Ubicación de Muestras (*) - Cosecha Sistema Dominio 201 Código de Muestra (*) - 307 Coordenadas (*) - 97860000 - 7710000	Informe No. - LAFOP-002-071 Fecha de Muestras (*) - Fecha de Ensayo - 16/12/2020 Fecha de Informe - 20/12/2020
---	---

Standard Test Method for Determination of the Point Load Strength Index of Rock and Application to Rock Strength Classifications (*)





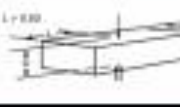

ENSAYO DE CARGA PUNTUAL EN ROCAS (ASTM D 5731)												
No. Testigo	Tipo de Muestra	Longitud (mm)	Ancho (Para muestras irregulares)		Diámetro (Ø) (mm)	Ancho Promedio (W) (mm)	Diámetro Equivalente De 72 (mm ²)	Fuerza P (kN)	Índ. Carga Puntual P ₁₀ (MPa)	Índ. Carga Puntual P ₅₀ (MPa)	Índ. Carga Puntual P ₉₀ (MPa)	UCS (GSI) TIPO
			W1 (mm)	W2 (mm)								
1	Irregular	5.671	4.230	4.330	3.688	4.63	16.63	6.33	3.26	3.11	2.02	BFA Baja
2	Irregular	4.952	4.230	4.75	3.662	6.71	33.01	7.36	3.70	3.13		
3	Irregular	5.702	4.942	4.409	3.134	4.67	33.66	6.79	3.67	3.83		
4	Irregular	6.124	6.486	6.332	4.622	6.04	36.24	6.94	3.81	3.13		
5	Irregular	5.629	6.672	6.452	3.477	6.66	34.29	7.21	3.89	3.87		
6	Irregular	6.883	4.622	4.362	4.978	8.05	31.22	6.78	3.78	3.36		
7	Irregular	6.288	6.893	6.673	6.156	6.18	40.42	7.74	3.81	3.13		
8	Irregular	6.280	6.672	7.750	3.473	6.66	36.30	6.33	3.66	3.14		
9	Irregular	6.824	4.622	4.422	4.966	8.06	31.66	6.28	3.64	3.16		
10	Irregular	4.990	6.792	6.586	4.662	6.18	36.66	7.66	3.77	3.27		

Revisado y Aprobado


 HÑOS URTEAGA CONTRERAS
 INGENIERO CIVIL
 No. 01-2019
 A.P.U.C.E. LABORATORIO

ANEXO n°9. Ensayo de Carga Puntual- M5 Roca Caja Techo


	<p>ENSAYO DE CARGA PUNTUAL (ASTM D5731 - 16) (*)</p>	<p>Código : L14PC080 Versión : 3 Fecha : 07/12/2020 Aprobación : 00 Página : 01 de 01</p>	
<p>Proyecto (*) : SELECCIÓN DEL MÉTODO DE MINADO PARA LA VETA VISTA ALEGRE APLICANDO EL MÉTODO NUMÉRICO DE NICHOLAS, LA ASUNCIÓN - CAJAMARCA 2020</p>			
Ubicación (*) :	Vista Alegre - La Asunción - Cajamarca	Informe No. :	L14PC008-071
Cliente :	Gabchela (Urteaga Flores)	Fecha de Muestreo (*) :	
Materia (*) :	Roca Caja Techo	Fecha de Ensayo :	16/12/2020
Ubicación de Muestra (*) :	Cercanía Sltava Chichila (S2)	Fecha de Informe :	26/12/2020
Código de Muestra (*) :	300		
Coordenadas (*) :	97800000 - 7770000		

Standard Test Method for Determination of the Point Load Strength Index of Rock and Application to Rock Strength Classifications (*)	
TIPO DE ENSAYO	
DIAMETRAL <input type="checkbox"/>	NO DIAMETRAL <input checked="" type="checkbox"/>
	<p style="text-align: center;">BLOQUE <input type="checkbox"/></p> 
	<p style="text-align: center;">FRAGMENTO IRREGULAR <input checked="" type="checkbox"/></p> <p style="text-align: center;">OBSERVACIONES</p>

ENSAYO DE CARGA PUNTUAL EN ROCAS (ASTM D 5731)												
No. Testigo	Tipo de Muestra	Longitud (mm)	Ancho Para muestras Irregulares		Diámetro (Módul) (mm)	Ancho Puntual (mm)	Ejección Equivalente De 1/2 (mm ²)	Fuerza P (kN)	Ind. Carga Puntual Pn (kN/m ²)	Ind. Carga Puntual Pn(S2) (kN/m ²)	Ind. Carga Puntual Pn(S3) (kN/m ²)	UCS (SMB) TIPO
			W1 (mm)	W2 (mm)								
1	Irregular	6.134	6.367	6.000	6.480	6.70	35.84	6.02	2.36	2.62	16.00 Npa	
2	Irregular	7.124	6.126	6.970	6.880	6.60	34.07	13.26	2.00	2.81		
3	Irregular	6.426	7.263	7.600	6.900	7.45	46.30	14.13	2.16	2.88		
4	Irregular	7.430	6.600	6.950	4.200	6.08	32.66	6.22	2.52	2.67	3.26	
5	Irregular	6.960	6.660	6.420	4.900	6.96	36.81	6.46	2.02	2.62		
6	Irregular	7.423	4.636	4.880	3.468	4.08	17.60	12.43	0.84	0.84		
7	Irregular	6.208	4.660	6.620	3.196	3.10	26.76	6.32	0.96	0.96	ROCA RESISTENTE	
8	Irregular	7.962	6.680	6.780	3.712	6.18	26.24	6.67	0.91	0.83		
9	Irregular	6.116	6.680	6.120	4.068	6.60	36.21	11.01	2.81	3.11		
10	Irregular	6.446	6.480	7.940	6.900	6.96	42.67	12.30	2.34	2.77		

“Selección del método de minado para la veta Vista Alegre aplicando el método numérico de Nicholas, La Asunción - Cajamarca 2020”

ANEXO n°10. Ensayo de Carga Puntual- M8 Roca Caja Techo

	ENSAYO DE CARGA PUNTUAL (ASTM D5731 - 18) (*)	Código : LHPDR-080 Versión : 3 Fecha : 2/12/2020 Páginas : 02 Página : 21 de 21
---	---	---

Proyecto (*) : SELECCIÓN DEL MÉTODO DE MINADO PARA LA VETA VISTA ALEGRE APLICANDO EL MÉTODO NUMÉRICO DE NICHOLAS, LA ASUNCIÓN - CAJAMARCA 2020

Ubicación (*) : Veta Alegre - La Asunción - Cajamarca

Cliente : Gabriela Urteaga Flores

Material (*) : Roca Caja Techo

Ubicación de Muestra (*) : Conceder Sines División 02

Código de Muestra (*) : 088

Coordenadas (*) : 8°06'00" S - 77°00'00" O

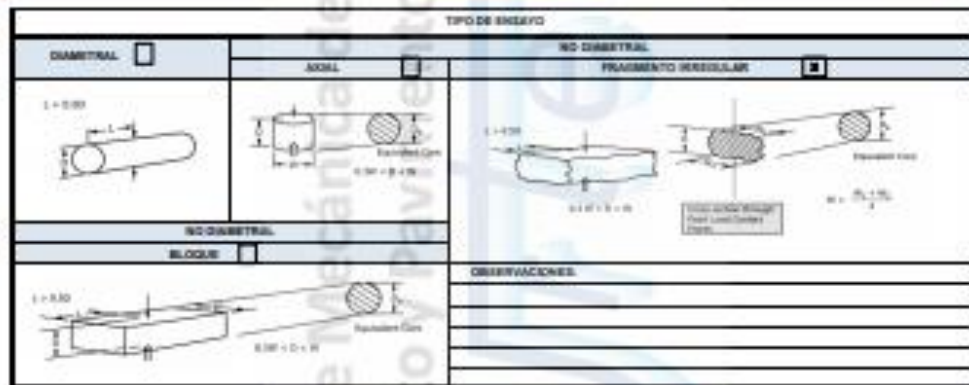
Informe No. : LHPDR-2020-011

Fecha de Muestra (*) : -

Fecha de Ensayo : 18/12/2020

Fecha de Informe : 20/12/2020

Standard Test Method for Determination of the Point Load Strength Index of Rock and Application to Rock Strength Classifications (*)



ENSAYO DE CARGA PUNTUAL EN ROCAS (ASTM D 5731)


No. Testigo	Tipo de Muestra	Longitud (mm)	Ancho (Para muestras irregulares)		Diámetro Alfiler (mm)	Ancho Promedio W (mm)	Área Promedio Da (2) (mm²)	Fuerza P (kN)	Ind. Carga Puntual Ra (kN/cm²)	Ind. Carga Puntual Rb (kN/cm²)	Ind. Carga Puntual Rc (kN/cm²)	UCS (ENSI TIPO)
			W1 (mm)	W2 (mm)								
1	Irregular	4.388	6.476	6.632	3.662	6.33	28.88	19.61	3.68	3.75	3.21	15.68 Mpa
2	Irregular	7.263	6.222	6.627	3.629	6.17	32.64	19.74	3.25	3.34		
3	Irregular	6.686	7.442	6.675	3.691	7.14	37.65	19.43	3.25	3.26		R4
4	Irregular	4.783	6.662	6.639	3.651	6.78	26.60	9.68	3.75	3.72		
5	Irregular	6.373	4.660	6.352	3.612	6.33	32.34	12.63	3.68	3.66		
6	Irregular	7.693	7.432	6.184	4.662	6.61	38.27	19.22	3.65	3.68		
7	Irregular	6.662	6.716	6.625	3.616	6.67	36.21	11.71	3.23	3.21		
8	Irregular	6.180	6.180	6.192	6.174	6.66	32.76	13.60	3.73	3.63		
9	Irregular	7.669	6.669	6.627	4.669	6.26	32.15	9.23	3.72	3.24		
10	Irregular	7.227	4.782	6.182	6.182	6.78	32.24	16.71	3.63	3.65		

Revisó y Aprobó:


 GABRIELA URTEAGA FLORES
 INGENIERA DE GEOTECNIA
 No. 07 20198
 APLIC. LABORATORIO

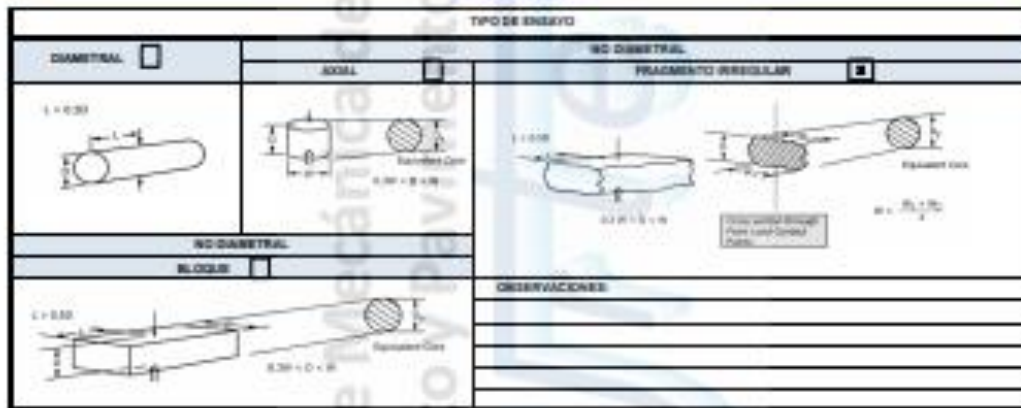
“Selección del método de minado para la veta Vista Alegre aplicando el método numérico de Nicholas, La Asunción - Cajamarca 2020”

ANEXO n°11. Ensayo de Carga Puntual- M2 Roca Caja Piso

	ENSAYO DE CARGA PUNTUAL (ASTM D5731 - 16) (*)		Código	LN-CP-080
			Versión	3
			Fecha	01/12/2020
			Aprobación	00
			Página	01 de 01

Proyecto (*)	SELECCIÓN DEL MÉTODO DE MINADO PARA LA VETA VISTA ALEGRE APLICANDO EL MÉTODO NUMÉRICO DE NICHOLAS, LA ASUNCIÓN - CAJAMARCA 2020			
Ubicación (*)	Veta Alegre - La Asunción - Cajamarca	Informe No.	LN-CP-000-011	
Ciudad	Cajamarca Urteaga Flores	Fecha de Muestra (*)		
Materia (*)	Roca Caja Piso	Fecha de Ensayo	16/12/2020	
Ubicación de Muestra (*)	Carrizal (Mina Dribado 02)	Fecha de Informe	30/12/2020	
Código de Muestra (*)	00			
Coordenadas (*)	97840000-7890000			

Standard Test Method for Determination of the Point Load Strength Index of Rock and Application to Rock Strength Classifications (*)



ENSAYO DE CARGA PUNTUAL EN ROCAS (ASTM D 5731)


No. Testigo	Tipo de Muestra	Longitud (mm)	Ancho (Para muestras irregulares)		Diámetro (Roca) (mm)	Ancho Puntual (mm)	Diámetro Equivalente D _e (mm ²)	Fuerza P (kN)	Ind. Carga Puntual P ₁ (kN/m ²)	Ind. Carga Puntual P ₂ (kN)	Ind. Carga Puntual P ₂ (kN/m ²)	UCS (MPa) TPC
			W1 (mm)	W2 (mm)								
1	Irregular	7.487	8.423	8.781	4.996	8.70	37.28	8.74	2.38	2.67	2.71	62.21 MPa
2	Irregular	8.472	7.482	8.040	8.889	8.76	27.81	8.81	2.03	2.21		
3	Irregular	8.383	8.112	8.875	8.072	7.28	38.89	11.88	1.83	2.38		
4	Irregular	7.384	8.022	4.886	8.211	8.38	35.44	8.84	2.73	3.94		64
5	Irregular	8.882	4.883	8.732	3.618	8.88	26.48	8.88	5.32	5.33		
6	Irregular	8.282	7.842	7.388	4.902	7.78	37.80	8.71	3.78	3.38		
7	Irregular	8.881	8.673	8.678	3.888	8.88	27.87	8.82	2.38	2.38		
8	Irregular	7.182	4.738	8.482	4.188	8.82	38.89	8.78	2.78	2.88		ROCA RESISTENTE
9	Irregular	8.188	8.882	8.128	8.332	8.88	42.10	11.88	2.78	3.38		
10	Irregular	8.718	4.821	7.988	3.284	8.38	38.89	7.83	2.83	2.88		

Revisó y Aprobó:

INDS URTEAGA CONSULTING
 INGENIERIA DE MINAS Y PETROLOGIA
 (S) PUNO Y CAJAMARCA
 Reg. Of. J. 11-20
 45132 LAZARUS




“Selección del método de minado para la veta Vista Alegre aplicando el método numérico de Nicholas, La Asunción - Cajamarca 2020”

ANEXO n°12. Ensayo de Carga Puntual- M4 Roca Caja Piso

	ENSAYO DE CARGA PUNTUAL (ASTM D5731 - 16) (*)		Código : LH-CP-080
			Versión : 3
			Fecha : 01/12/2020
			Aprobación : 000
			Página : 01 de 01

Proyecto (*) :	SELECCIÓN DEL MÉTODO DE MINADO PARA LA VETA VISTA ALEGRE APLICANDO EL MÉTODO NUMÉRICO DE NICHOLAS, LA ASUNCIÓN - CAJAMARCA 2020		
Ubicación (*) :	Veta Alegre - La Asunción - Cajamarca	Informe No. :	LH-CP-003-011
Cliente :	Gabriel Urteaga Flores	Fecha de Muestreo (*) :	
Materia (*) :	Roca Caja Piso	Fecha de Ensayo :	18/10/2020
Ubicación de Muestra (*) (Cuerpo de Muestra Controlado):		Fecha de Informe :	20/10/2020
Código de Muestra (*) :	90		
Coordenadas (*) :	9°18'00.000 S 78°00'00.000 W		

Standard Test Method for Determination of the Point Load Strength Index of Rock and Application to Rock Strength Classifications (*)

TIPO DE ENSAYO		
DIAMETRAL <input type="checkbox"/>	AXIAL <input type="checkbox"/>	NO DIAMETRAL <input checked="" type="checkbox"/>
		
<p style="text-align: center;">NO DIAMETRAL</p> <p style="text-align: center;">BLOQUE <input type="checkbox"/></p> 		
OBSERVACIONES:		


ENSAYO DE CARGA PUNTUAL EN ROCAS (ASTM D 5731)												
No. Testigo	Tipo de Muestra	Longitud (mm)	Ancho (Para muestras irregulares)		Diámetro (Ø) (mm)	Ancho Promedio W (mm)	Elevación Equivalente De 12 (mm ²)	Fuerza P (kN)	Int. Carga Puntual P ₁ (kN/m ²)	Int. Carga Puntual P ₂ (kN)	Int. Carga Puntual P ₂ /W (kN/m ²)	ICE ISRM TPO
			W1 (mm)	W2 (mm)								
1	Irregular	8.021	3.190	3.423	3.285	3.37	53.78	6.33	4.27	3.81	3.33	TR.M Wp
2	Irregular	8.623	3.170	3.090	3.080	3.11	58.22	6.84	3.80	3.32		
3	Irregular	8.443	3.230	4.888	4.428	4.48	27.80	7.88	2.80	2.86		
4	Irregular	7.622	3.020	3.220	3.260	3.27	18.26	5.78	3.38	3.21		
5	Irregular	8.448	3.210	3.627	3.280	3.48	56.46	6.38	3.23	2.87		
6	Irregular	7.862	3.038	3.968	3.653	3.78	57.48	6.84	3.68	3.02		
7	Irregular	8.226	3.470	4.080	3.412	3.70	18.26	6.61	3.23	3.23		
8	Irregular	8.622	4.074	3.188	4.123	4.77	28.58	7.58	2.88	2.88		
9	Irregular	7.862	4.776	3.896	3.612	4.00	57.82	6.88	3.83	4.88		
10	Irregular	8.886	3.428	3.180	3.402	4.30	18.86	7.80	3.84	3.74		ROCA RESISTENTE

Revisó y Aprobó

HAOS URTEGACONTRATISTAS

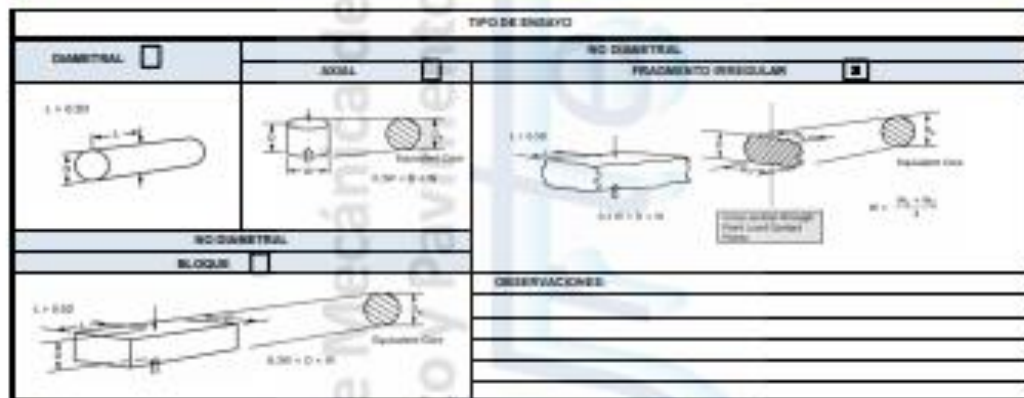
DR. POMA FERNANDO WAGNER
RUC 101178
APELL: URTEGACONTRATISTAS

ANEXO n°13. Ensayo de Carga Puntual- M9 Roca Caja Piso

	ENSAYO DE CARGA PUNTUAL (ASTM D5731 - 16) (*)		Código : LH-FDR-080
			Versión : 3
			Fecha : 01/12/2020
			Revisión : 000
			Página : 01 de 01

Proyecto (*)	SELECCIÓN DEL MÉTODO DE MINADO PARA LA VETA VISTA ALEGRE APLICANDO EL MÉTODO NUMÉRICO DE NICHOLAS, LA ASUNCIÓN - CAJAMARCA 2020		
Muestra (*)	Vista Alegre - La Asunción - Cajamarca	Informe No.	LH-CP-2020-011
Clima	Cajamarca - Urteaga Flores	Fecha de Muestra (*)	
Materia (*)	Roca Caja Piso	Fecha de Ensayo	18/10/2020
Ubicación de Muestra (*)	Cementerio Siles - Cajamarca 201	Fecha de Informe	20/10/2020
Código de Muestra (*)	300		
Coordenadas (*)	978600000; 7880000		

Standard Test Method for Determination of the Point Load Strength Index of Rock and Application to Rock Strength Classifications (*)



ENSAYO DE CARGA PUNTUAL EN ROCAS (ASTM D 5731)


No. Trabajo	Tipo de Muestra	Longitud (mm)	Ancho (Para muestras irregulares)		Diámetro (D) (mm)	Ancho Fracturado (W) (mm)	Diámetro Equivalente De T2 (mm ²)	Fuerza P (kN)	Ind. Carga Puntual S _p (kN/cm ²)	Ind. Carga Puntual S ₁₀₀ (kN/cm ²)	Ind. Carga Puntual S ₅₀₀ (kN/cm ²)	UCS ISRM TPO
			W1 (mm)	W2 (mm)								
1	Irregular	8.224	8.207	8.012	3.852	8.41	23.84	8.61	4.28	4.22	104.27 Npa	
2	Irregular	8.075	8.288	8.427	4.622	8.22	21.75	16.22	4.27	4.72		
3	Irregular	8.021	8.258	8.287	4.161	8.81	28.42	16.22	5.96	5.87		
4	Irregular	8.888	4.888	5.172	3.853	8.48	26.17	12.32	6.18	6.26		
5	Irregular	7.188	8.238	8.198	3.848	8.72	30.36	14.32	5.26	5.95		
6	Irregular	8.074	4.828	6.183	4.387	8.08	28.22	12.38	4.28	4.41		
7	Irregular	8.878	8.481	8.875	3.886	8.78	29.26	13.28	4.28	4.72		
8	Irregular	7.088	8.278	8.588	4.388	8.13	33.32	14.88	4.28	4.38		
9	Irregular	8.884	4.722	5.027	5.117	8.38	35.11	13.38	5.28	4.77		
10	Irregular	7.088	8.288	3.888	4.718	4.88	28.86	16.27	6.27	6.86		

Rovito y Asociados

INNOVACIÓN CONTRATISTAS
 (S) PUNTA PUEBLOS RESERV.
 No. 011 81110
 APOCULOCHAYAN

“Selección del método de minado para la veta Vista Alegre aplicando el método numérico de Nicholas, La Asunción - Cajamarca 2020”

ANEXO n°14. Ensayo de Carga Puntual- M3 Roca Mineral

	ENSAYO DE CARGA PUNTUAL (ASTM D5731 - 16) (*)		Código : LH-FCR-082
			Versión : 3
			Fecha : 07/12/2020
			Aprobación : 000
			Página : 01 de 01

Proyecto (*) : SELECCIÓN DEL MÉTODO DE MINADO PARA LA VETA VISTA ALEGRE APLICANDO EL MÉTODO NUMÉRICO DE NICHOLAS, LA ASUNCIÓN - CAJAMARCA 2020

Ubicación (*) : Vista Alegre - La Asunción - Cajamarca

Cliente : Gabriela Urteaga Flores

Materia (*) : Roca Mineral

Ubicación de Muestra (*) : Concreto (Bloque Diferente 201)

Código de Muestra (*) : 303

Coordenadas (*) : 97860000; 7880000

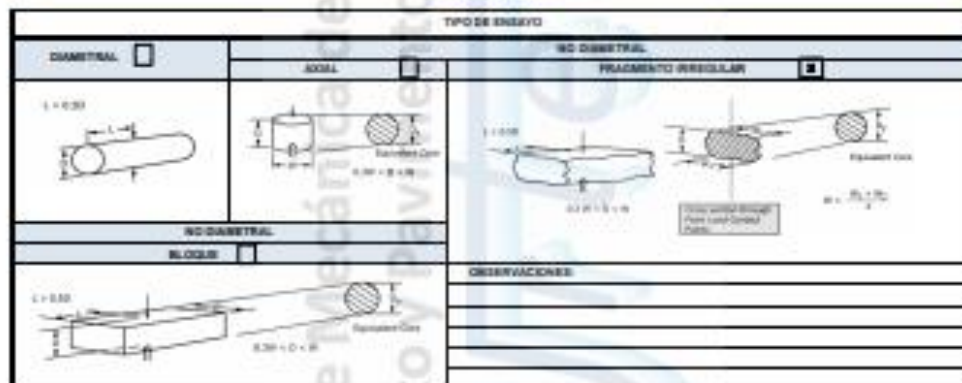
Informe No. : LH-CP-2020-011

Fecha de Muestra (*) : -

Fecha de Ensayo : 18/10/2020

Fecha de Informe : 20/10/2020

Standard Test Method for Determination of the Point Load Strength Index of Rock and Application to Rock Strength Classifications (*)



ENSAYO DE CARGA PUNTUAL EN ROCAS (ASTM D 5731)


No. Testigo	Tipo de Muestra	Longitud (mm)	Ancho (Para muestras irregulares)		Diámetro (Base) (mm)	Ancho Promedio (mm)	Diámetro Equivalente De (2) (mm)	Fuerza P (kN)	Ind. Carga Puntual P _s (kN/m ²)	Ind. Carga Puntual P _u (kN)	Ind. Carga Puntual P _u (kN/m ²)	UCS (BRM) TPC
			W1 (mm)	W2 (mm)								
1	Irregular	7.188	8.210	8.380	8.425	8.78	20.22	8.80	2.18	2.18	42,28 N/m ²	
2	Irregular	7.873	8.025	8.425	8.560	8.27	28.18	8.78	3.22	3.22		
3	Irregular	8.983	8.028	7.170	4.901	6.12	30.88	1.80	2.23	2.30		
4	Irregular	8.383	3.875	8.888	3.875	4.73	20.82	8.31	2.23	2.20	N/A	
5	Irregular	8.238	8.888	7.430	8.071	8.88	38.88	8.88	1.74	2.24		
6	Irregular	8.732	8.433	8.820	4.819	8.88	31.87	8.82	2.18	2.21		
7	Irregular	7.828	8.888	8.878	8.029	8.88	37.82	7.82	1.83	2.28	ROCA RESISTENTE	
8	Irregular	8.832	4.078	8.188	3.819	4.98	20.18	8.78	2.88	2.82		
9	Irregular	8.878	8.040	8.020	4.180	8.87	20.38	8.82	2.22	2.21		
10	Irregular	8.823	4.888	8.220	3.780	8.81	26.18	7.71	2.88	2.88		

Revisó y Aprobó:

INSS (INTEGAC) CONTRATISTA
 Ing. ROMÁN F. GARCÍA VÁSQUEZ
 Reg. CO. 211105
 ASESOR DE LABORATORIO

“Selección del método de minado para la veta Vista Alegre aplicando el método numérico de Nicholas, La Asunción - Cajamarca 2020”

ANEXO n°15. Ensayo de Carga Puntual- M6 Roca Mineral

	ENSAYO DE CARGA PUNTUAL (ASTM D5731 - 16) (*)	Código : LH-CP-001 Versión : 3 Fecha : 6/12/2020 Aprobación : 002 Página : 01 de 01
---	--	---

Proyecto (*)	SELECCION DEL METODO DE MINADO PARA LA VETA VISTA ALEGRE APLICANDO EL METODO NUMERICO DE NICHOLAS, LA ASUNCION - CAJAMARCA 2020		
Ubicación (*)	Veta Alegre - La Asunción - Cajamarca	Informe No.	LH-CP-2020-011
Cliente (*)	Cañabeta Urteaga Flores	Fecha de Muestra (*)	-
Material (*)	Roca Mineral	Fecha de Ensayo	16/10/2020
Ubicación de Muestra (*) (Cercanía Sitios Drenales 001)		Fecha de Informe	20/10/2020
Código de Muestra (*)	307		
Coordenadas (*)	91800000-1160000		

Standard Test Method for Determination of the Point Load Strength Index of Rock and Application to Rock Strength Classifications (*)



ENSAYO DE CARGA PUNTUAL EN ROCAS (ASTM D 5731)


No. Testigo	Tipo de Muestra	Longitud (mm)	Ancho (Para muestras irregulares)		Diámetro (Ø) (mm)	Ancho Promedio (W) (mm)	Diámetro Equivalente De "D" (mm)	Puntero (P) (mm)	Int. Carga Puntual (E1) (N/mm²)	Int. Carga Puntual (E2) (N/mm²)	Int. Carga Puntual (E3) (N/mm²)	UCS (MPa) TIPO
			W1 (mm)	W2 (mm)								
1	Irregular	8.184	8.210	8.820	3.076	8.00	26.72	3.76	1.81	1.82	1.76	40.81 MPa
2	Irregular	8.588	8.628	9.027	3.800	8.30	28.89	3.88	1.88	1.82		
3	Irregular	8.300	8.338	8.928	3.122	8.40	29.26	3.71	1.80	1.87		
4	Irregular	8.708	8.623	9.072	3.488	8.38	26.18	3.99	1.81	1.81		
5	Irregular	8.716	8.737	9.128	3.076	8.10	23.41	3.19	1.76	1.76		
6	Irregular	7.208	8.897	9.880	4.093	8.20	30.47	4.21	1.80	1.76		
7	Irregular	8.876	8.900	9.880	3.238	8.78	23.84	3.94	2.81	2.86		
8	Irregular	8.208	8.880	9.178	4.008	8.08	32.80	4.80	1.81	1.80		
9	Irregular	8.876	8.360	8.277	8.028	8.30	40.36	8.81	1.81	1.76		
10	Irregular	8.204	8.177	8.287	3.700	8.70	27.81	3.87	1.83	1.80		

Revisa y Aprobó

HNOS URTEAGA CONTADORAS
 H. ROSE / G. GARCIA WAZARI
 Reg. C.R. 11000
 A.P. DE LA OROSA 1000

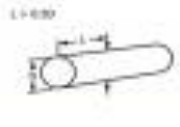


“Selección del método de minado para la veta Vista Alegre aplicando el método numérico de Nicholas, La Asunción - Cajamarca 2020”

ANEXO n°16. Ensayo de Carga Puntual- M7 Roca Mineral

	ENSAYO DE CARGA PUNTUAL (ASTM D5731 - 16) (*)		Código : LH-CP-080 Versión : 2 Fecha : 01/12/2020 Aprobación : 001 Página : 01 de 01
	Proyecto (*) : SELECCIÓN DEL MÉTODO DE MINADO PARA LA VETA VISTA ALEGRE APLICANDO EL MÉTODO NUMÉRICO DE NICHOLAS, LA ASUNCIÓN - CAJAMARCA 2020		

Ubicación (*)	Vista Alegre - La Asunción - Cajamarca	Informe No.	LH-CP-2020-011
Cliente	Cabletelevisión Flores	Fecha de Muestreo (*)	
Materiales (*)	Roca Mineral	Fecha de Ensayo	18/10/2020
Ubicación de Muestras (*)	Carrizal (Sitio Control 02)	Fecha de Informe	20/10/2020
Código de Muestra (*)	300		
Coordenadas (*)	71860000-760000		

Standard Test Method for Determination of the Point Load Strength Index of Rock and Application to Rock Strength Classifications (*)

TIPO DE ENSAYO	
<input type="checkbox"/> DIAMETRAL 	<input checked="" type="checkbox"/> NO DIAMETRAL <input type="checkbox"/> AXIAL  <input checked="" type="checkbox"/> FRAGMENTO IRREGULAR 
<input type="checkbox"/> BLOQUE 	OBSERVACIONES:

ENSAYO DE CARGA PUNTUAL EN ROCAS (ASTM D 5731)													
No. Testigo	Tipo de Muestra	Longitud (mm)	Ancho (Para muestras irregulares)		Diámetro (mm)	Ancho Promedio (mm)	Elongación Equivalente (mm)	Fuerza P (kN)	Ind. Carga Puntual Is (N/mm ²)	Ind. Carga Puntual Es (N/mm ²)	Ind. Carga Puntual Ies (N/mm ²)	GCS (GSI) TIPO	
			W1 (mm)	W2 (mm)									
1	Irregular	5.688	5.521	5.625	4.525	5.58	28.78	5.83	1.88	2.07	1.82	44.19 MPa	
2	Irregular	8.231	4.424	5.275	4.380	5.50	35.52	6.36	1.83	1.70			ROCA MODERADAMENTE RESISTENTE
3	Irregular	7.238	4.657	4.775	3.734	4.82	18.21	4.28	2.74	2.58			
4	Irregular	5.948	4.947	5.652	4.357	5.32	28.21	5.87	2.56	2.07			
5	Irregular	8.217	4.736	5.512	5.118	5.88	38.88	6.60	1.81	1.78			
6	Irregular	8.238	5.832	4.828	3.123	5.56	21.21	4.87	1.82	1.80			
7	Irregular	8.156	3.688	5.975	3.722	4.88	23.19	5.09	1.78	1.73			
8	Irregular	8.298	4.682	4.188	3.018	4.78	21.38	4.71	1.82	1.80			
9	Irregular	8.292	4.276	4.552	3.614	4.88	21.88	3.97	1.84	1.78			
10	Irregular	8.482	5.158	5.248	3.382	5.28	22.20	4.58	1.84	1.78			

Revisado y Aprobado

INGENIERO DE INGENIERIA CIVIL
 D. FOMBA / GEORGINA HERRERA
 Reg. C.O. 11000
 C.O. 11000-001



Foto 1: Cerro Capan de la concesión minera Chimbote 001 – La Asunción, Cajamarca



Foto 2: Nivel inferior de la veta Vista Alegre, área de estudio - Mina Capan



Foto2: Medición de Rumbo y Buzamiento de la veta Vista Alegre.



Foto3: Tesista mostrando la potencia de la veta Vista Alegre en el nivel inferior.