



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**APLICACIÓN DE CABLE BOLTING COMO REFORZAMIENTO  
DE SOSTENIMIENTO PARA PODER ESTABILIZAR AL MACIZO  
ROCO SO U.M. INMACULADA-COMPAÑÍA MINERA ARES-  
HOCHSCHILD MINING.**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. GIANPAUL ALDO GONZALES AGUILAR**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO DE MINAS**

**PUNO - PERU**

**2019**



## DEDICATORIA

Un fraterno agradecimiento a la Universidad Nacional del Altiplano – Facultad de Ingeniería de Minas a mis docentes que tuve a lo largo de mi vida universitaria por su apoyo y haberme guiado académicamente en el proceso de mi formación profesional y lograr mis objetivos trazados en la vida.

A Dios por su infinito amor y bendición. A mis padres Glodoaldo y Rosa con todo el cariño y aprecio, quien ha hecho posible la realidad de mi profesión que amo. A mis hermanos Aldo, Midwar y Xiomara para el ímpetu al ejemplo a seguir. A mis abuelos porque de ellos heredo esta profesión de ser minero.

**GIANPAUL ALDO  
GONZALES AGUILAR**



## AGRADECIMIENTOS

Este informe es el resultado del esfuerzo y dedicación que se puso en este trabajo. un agradecimiento a nuestros profesores a quien le debemos gran parte de nuestros conocimientos, gracias por su paciencia y enseñanza, a la empresa minera Hochschild Mining, por brindarnos toda la información y conocimiento necesarios para desarrollar el presente trabajo de investigación.

Los resultados de este informe, están dedicados a todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación, quien, con su ayuda desinteresada, me brindaron información relevante, próxima, y cercana a la realidad, que plasmaron los resultados investigativos en diseños originales, atractivos y de gran realce para el éxito del trabajo de investigación.

**GIANPAUL ALDO  
GONZALES AGUILAR**



## INDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**INDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>RESUMEN .....</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>8</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>II. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>10</b>
<b>III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>IV. CONCLUSION.....</b>	<b>16</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>16</b>
<b>V. REFERENCIAS.....</b>	<b>16</b>

**TEMA:** Geomecánica.

**ÁREA:** Ingeniería de Minas.

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 13 de diciembre de 2019



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Evaluación de estabilidad de minado con influencia de falla Nv.4500. ....	11
<b>Figura 2.</b> Plano en longitudinal (recuperación de puente).....	11
<b>Figura 3.</b> Propiedades Geométricas del cable bolting. ....	13
<b>Figura 4.</b> Jumbo Cabol 7.....	13
<b>Figura 5.</b> Métodos de Inyección de cables de anclaje (Hoek & Brown, 1995) .....	14
<b>Figura 6.</b> Propiedades Geométricas del Cable Bolting (Mucha, 2019). ....	14
<b>Figura 7.</b> Valores del índice ESR (Excavación Suport Radio) de la clasificación Q, Barton (2000) .....	15



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Área de Costos U.O. Inmaculada.....	14
<b>Tabla 2.</b> Área de Costos U.O. Inmaculada.....	14
<b>Tabla 3.</b> Área de Costos U.O. Inmaculada.....	14
<b>Tabla 4.</b> Geometría del Yacimiento para el uso de cables bolting.....	15
<b>Tabla 5.</b> Aspectos Técnicos para el uso .....	15



Aplicación de cable bolting como reforzamiento de sostenimiento para poder estabilizar al macizo rocoso U.M. Inmaculada-Compañía Minera Ares Hochschild Mining.

**Gianpaul Aldo Gonzales Aguilar - Bachiller en Ingeniería de Minas.**

[gianpaulgonzales7@gmail.com](mailto:gianpaulgonzales7@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-0483-7417> 983690008

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación surge de la problemática generalizada de caída de rocas ocasionada por la inestabilidad de las excavaciones subterráneas durante el avance en el proceso de minado. El estudio se realizará en la VETA ANGELA - Nivel 4500 Ventana 02 ½ SW Tajo 2701 de la empresa Compañía Minera Ares Hochschild Mining- Unidad inmaculada en la provincia de parinacochas y Paucar de Sara Sara en el departamento de Ayacucho situado entre 3900 y 4800 m.s.n.m. dentro del cinturón metal genético epitermal Puquio-Perú.

Donde se observa que el sostenimiento es reforzado con cable bolting, dando lugar a este trabajo de investigación que tiene como objetivo general. Estabilizar las labores mineras al usar cable bolting como reforzamiento del sostenimiento en las operaciones mineras en la empresa Compañía Minera Ares Hochschild Mining-Unidad inmaculada durante el año 2019. Con este trabajo realizado sabremos caracterización geomecánica del macizo rocoso, equipos y herramientas básicas, datos técnicos del cable de acero, tiempo de perforación de cable bolting, concluyendo con las conclusiones y recomendaciones.

Para este fin la metodología de investigación a aplicarse será la descriptiva, basada en la recolección de datos, resultados de campo. También evitaremos desprendimiento de bloques de roca, razón por la cual se procedió a reforzar las labores mineras, brindaremos mayor seguridad al personal y equipos que transitan, como también haber logrado el objetivo de evaluación de costos operativos mejorando el nivel de productividad en las diferentes actividades generando una mejor rentabilidad.

**Palabras clave:** geomecánica, macizo, sostenimiento, bolting, pull test.



**Bolting cable application as support reinforcement to stabilize the rock mass U.M.**

**Immaculada- Ares Hochschild Mining Company**

**ABSTRACT**

This research project arises from the widespread problem of rockfall caused by the instability of underground excavations during the progress in the mining process. The study will be carried out in VETA ANGELA - Nivel 4500 window 02 ½ SW Tajo 2701 of the company Ares Hochschild Mining Mining Company-Immaculate unit in the province of Parinacochas and Paucar de Sara Sara in the department of Ayacucho located between 3900 and 4800 m.a.s.l. inside the epidermal metallogenetic belt Puquio-Peru

Where it is observed that the support is reinforced with cable bolting, giving rise to this research work that has as a general objective. Stabilize the mining work by using cable bolting as reinforcement of the support in the mining operations in the company Ares Hochschild Mining- Mining Company Immaculate unit during the year 2019. With this work we will know the geomechanical characterization of the rock mass, bolts with bolting cable support, basic equipment and tools, technical data of the steel cable, design of support mesh, design of cable perforation mesh, bolting cable installation, bolting cable drilling time, resistance tests, pull test equipment, numerical modeling using bolting cable, bolting cable installation, cost concluding with conclusions and recommendations

For this purpose the research methodology to be applied will be the descriptive quantitative, based on the collection of field data. We will also avoid rock block detachment, which is why the mining work was reinforced, we will provide greater security to the personnel and equipment that transit, as well as having achieved the objective of evaluating operational costs by improving the level of productivity in the different activities generating better profitability.

**Keywords:** geomechanical, solid, hold, bolting, pull test





## I. INTRODUCCIÓN

En la industria minera en la explotación subterránea la actividad de sostenimiento es una actividad vital para el logro de los objetivos operacionales y son clave para asegurar la continuidad del minado y así obtener el beneficio del mineral.

Con este contexto muchas empresas mineras que realizan explotaciones subterráneas que viene aplicando el método de tajeo por subniveles, optan por el sostenimiento como pernos de anclaje y con el sistema de cable bolting cementados para el refuerzo de cámaras. Esto se realiza actualmente en los tajeos donde terminada la explotación se observa el problema el desprendimiento de bloques de roca de la caja techo de las explotaciones; razón por la cual se proceden a tomar dichas medidas como reforzar rellenándose la cámara en su totalidad.

Es por esta razón que se realiza la presente investigación, realizando un análisis al sistema de refuerzo con cable bolting cementados en la explotación realizadas por las tesis publicadas de las diferentes Universidades, cuyas publicaciones se encuentran en los repositorios nacionales y locales como el Consejo Nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológica que es un repositorio nacional de ciencia y tecnología con una cantidad de 48 mil archivos de acceso abierto lo cual trae una facilidad de escoger los mejores investigaciones sobre el uso de cables de anclaje en las explotaciones mineras, donde en el acápite 2.1 se muestra los antecedentes a tomar para el análisis de la presente investigación.

### Estado De Arte

Campos (2009) en su investigación titulada “Análisis y selección de cables formados por torones para el manejo de cargas en grúas”, con el objetivo de seleccionar adecuadamente el cable en base a la carga que se vaya a manejar considerando los materiales por los que está compuesto el cable de acero. Donde concluyó: La resistencia por unidad de

área se ve más afectada en los alambres de mayor diámetro que en los de menor diámetro frente a la oxidación, debido a que los alambres de mayor diámetro presentan mayor superficie de contacto con el medio. (Campos, 2009) Ortega y Pozo (2014) realizaron un estudio titulado “Análisis no lineal de cables y su aplicación para puentes atirantados y colgantes”, cuyo objetivo fue Realizar el análisis no lineal de cables en puentes atirantados y colgantes. Concluye de la siguiente manera: En los puentes colgantes las deformaciones verticales

dependen mayoritariamente de los cables, esto se puede evidenciar en la poca variación que se da entre los modelos realizados con diferentes rigideces de tableros. (Ortega & Pozo, 2014) Huamán (2016) en su estudio titulado, “El cable Bolting como sostenimiento del macizo rocoso en la unidad minera del porvenir compañía minera Milpo”, cuyo objetivo fue analizar el sostenimiento con cable bolting de las labores subterráneas. Concluyo: El Porvenir son el resultado de la interacción de los esfuerzos, estructuras y el tipo de roca, provocados por las excavaciones subterráneas. Las observaciones, monitoreo y ensayos realizados nos han permitido definir el dimensionamiento de las labores, para un trabajo seguro. (Huaman, 2016) Sovero (2017) en su trabajo titulado, “Diseño de sistema amortiguador para controlar desgaste del cable de acero en sistema de carguío de mineral de S.M.C.S.A. – Yauricocha” con el objetivo Diseñar un Sistema Amortiguador mediante la metodología del diseño VDI 2221 y 2225 para controlar desgaste de cable de acero del Sistema de Carguío de mineral de S.M.C.S.A. – Yauricocha. Llegando a la conclusión: Utilizando el método normalizado VDI 2221 - 2225 se diseñó un Sistema amortiguador para controlar el desgaste de cable de acero en el sistema de carguío de mineral de la empresa Sociedad Minera Corona en su unidad Yauricocha para una carga total de 12 Toneladas. (Sovero, 2017) Bustamante (2008) en su estudio titulada “Geomecánica aplicada en la prevención de pérdidas por caída de rocas Mina Huanzala.- CIA Santa Luisa



S.A.”, cuyo objetivo fue lograr una producción eficiente y una buena productividad en las operaciones, sin lesiones, daños en equipo, ni paradas de las operaciones. Concluyendo: El software phase2 es una herramienta importante que permite determinar entre cosas el tipo de sostenimiento de labores, tipo de voladura a realizar, que se determina la sección de excavaciones subterráneas a realizar. Luna y Muñante (2016) en su investigación titulada “Mejora del proceso de cambio de cables de acero en el sistema de Izaje en piques de socavón de la compañía minera Casapalca”, cuyo objetivo fue sustentar de qué manera la mejora del proceso de cambio de cables de acero en el sistema de Izaje en Piques de

socavón mejoraría el proceso de mantenimiento en la Cía. Minera Casapalca 2016. Conclusión: Se pudo observar que la reducción de horas en el proceso de cambio de cables de acero en el sistema de izaje de piques de socavón es viable.

## **OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Objetivo General**

Estabilizar las labores mineras al usar cable bolting como reforzamiento del sostenimiento en las operaciones mineras en compañía minera Ares -Hochschild Mining. – Unidad inmaculada, durante el año 2019

### **Objetivo Específico**

Determinar procedimiento en el diseño del sostenimiento por cable bolting para conservar la estabilidad de las labores mineras durante la explotación por taladros largos en La Empresa compañía minera Ares -Hochschild Mining. – Unidad inmaculada.

### **Hipótesis**

#### **Hipótesis General**

Si nosotros logramos usar como

reforzamiento del sostenimiento el cable bolting entonces lograremos minimizar el deslizamiento de los bloques rocosos y evitar la dilución del mineral durante la explotación por taladros largos en la Unidad Minera Inmaculada – compañía minera Ares -Hochschild Mining.

### **Hipótesis Específico**

Las aplicaciones de cable bolting en sostenimiento son efectivas para conservar la estabilidad minera.

Compañía minera Ares -Hochschild Mining serán efectivas en sostenimiento de la estabilidad minera.

## **II. MATERIALES Y METODOS**

### **Lugar de Estudio**

La Empresa minera Ares -Hochschild Mining- U.O.inmaculada El presente trabajo de investigación es de carácter aplicativo, conforme a los propósitos y naturaleza de la investigación; el estudio se ubica en el nivel descriptivo, explicativo y de correlación porque este tipo de estudios tienen como propósito medir el grado de relación que exista entre dos conceptos o variables (en un contexto en particular) y descriptivo en el proceso en la mina.

### **Población de Muestra**

El presente trabajo se ha realizado en las instalaciones de la Empresa compañía minera Ares -Hochschild Mining-Unidad Inmaculada.

### **Descripción de Materiales**

Equipos Usados y materiales para la instalación de Cables Bolting. Entre los equipos utilizados para la instalación de los cables bolting usualmente se utilizados son las perforadoras de taladros largos como, por ejemplo, en la compañía Minera Se utiliza en Jumbo Cabol 7, diseñado para realizar longitud de 20 metros, el presentado del cable se realizará de forma manual con ayuda de un telehandler (manitou), pull test.

Las herramientas y materiales utilizados son el cable de acero de tipo del tipo conveniente cm, Tubo de polietileno HDPE de 19 mm de diámetros, papel de cemento, Cinta aislante de plástico de  $\frac{3}{4}$ " x 20.00 mm(rollo), Bomba de Inyección, Cizalla, Probador de energía, Cutter, llave francesa, alicate de presión, Comba de 4Lb, arco de cierra, Cordón con banderines de bloqueo de seguridad.

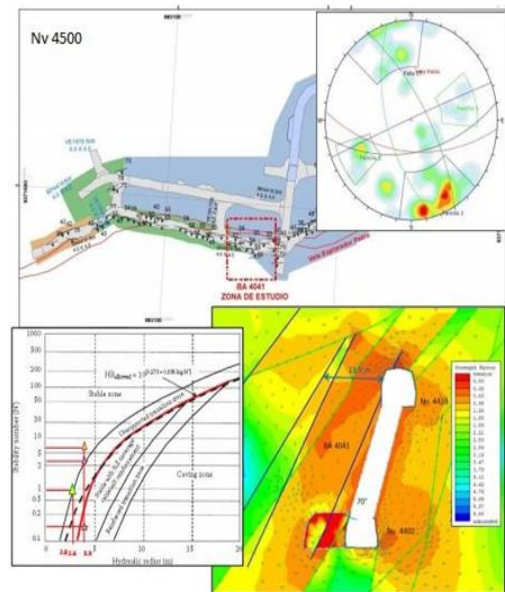
Para el presente proyecto de investigación se necesitará de diferentes materiales y equipos como: laptop, softwares necesarios, bibliografía, artículos, reportes

### Metodología de Investigación

La metodología empleada, en la investigación presenta un enfoque, descriptivo.

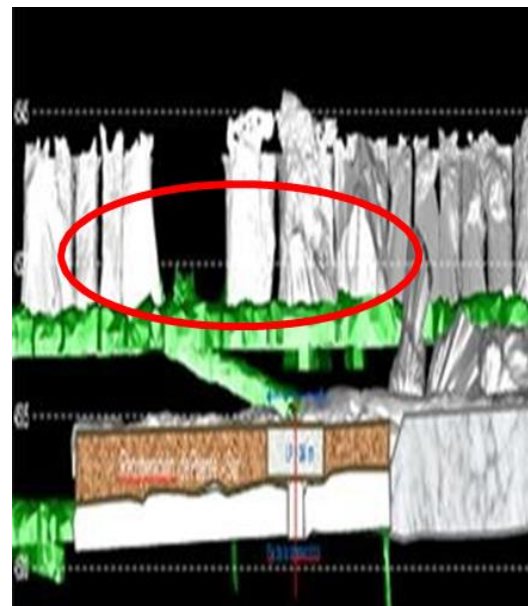
Aplicando dicha metodología se logró realizar el seguimiento de la operación mina en referencia a la instalación de cable bolting ejecutada por empresa minera

La propuesta de investigación, fue recopilar y analizar información de campo que permitan determinar la productividad real de la operación, así como proporcionar alternativas que ayuden a la toma de decisiones en operaciones control de tiempos, recolección de datos y parámetros de los equipos y accesorios), utilizados para realizar el ciclo de minado.



**Figura 1.** Evaluación de estabilidad de minado con influencia de falla Nv.4500.

**Fuente:** Área de Geomecánica-U.O. Inmaculada



**Figura 2.** Plano en longitudinal (recuperación de puente)

**Fuente:** Área de Geomecánica-U.O. Inmaculada



### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Se Realiza El Seguimiento De Todas Las Actividades De Operación Mina En NV 4500- TJ 2701 SN

-Las condiciones estructurales y de macizo rocoso en el TJ 2701 se determinó un radio hidráulico de 3.2 (para condiciones de minado) por ende se establece una longitud máxima estable de minado igual de 12m.

-Por tanto, la recuperación del puente se realizará en retirada en tramos de 15 metros de longitud. luego de ello, se procederá con el armado de dique y relleno con pasta del puente (asegurando el tope del mismo)

-La recuperación se ejecutará en retirada desde el ala sur hasta 15 m. (longitud del pilar para realizar el cierre de grilla) desde el eje del acceso al tajo 2701

-Del análisis de minado del puente se observa que se forma un halo de alteración hacia la caja techo ,por lo que se recomienda estabilizar dicha zona con 02 cables de 10 metros (70°) y el otro de 7 metros (70°) por fila con un espaciamiento de 2 metros por fila .Así mismo se observa que debido a la falta de contacto a caja piso se forma un halo de alteración en dicha zona por lo que se recomienda reforzar caja piso con malla de 15 metros .luego de ellos se procederá armar dique y rellenar con pasta asegurando el tope del mismo.

#### 3.1 Características del cable bolting como uso para sostenimiento en Minería

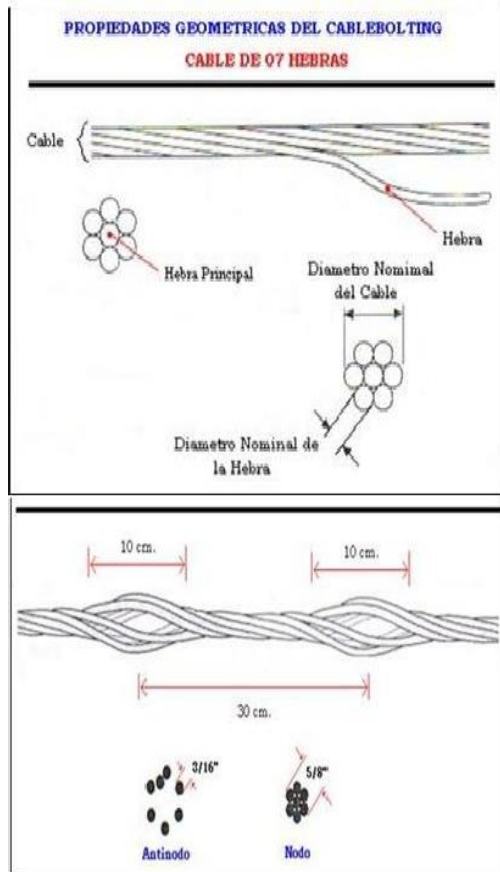
En minería subterránea, los cables de anclaje son efectivos para detener el movimiento de la roca encajonante de los tajeos de explotación y otras excavaciones mayores.

- Los cables de anclaje, en labores mineras, por lo general son del tipo cementados sin tensión y se instalan antes del comienzo de la explotación del tajeo y podrán continuar colocándose conforme avanza ésta.

- En la instalación de los cables deberá tenerse en cuenta lo siguiente. El diámetro de la perforación debe ser tal que permita el ingreso del cable y de las mangueras de inyección y purga, los taladros perforados tienen una medida de 7,10,15,20 metros

- La colilla tiene que sobresalir de 25 a 30 centímetros.

- La relación agua/cemento (a/c) de la pasta de cemento deberá ser lo suficientemente baja (ej. a/c = 0.3) para que el cable adquiera una alta resistencia al arranque.



**Figura 3.** Propiedades Geométricas del cable bolting.

**Fuente:** Área de Geomecánica-U.O. Inmaculada

- Es un equipo de bajo perfil, Long diseñado para realizar perforaciones radiales en un radio de 360° y una longitud de 20 metros, tiene incorporado una bomba para bombear pasta de cemento más un carrete con cable de acero el cual inserta en forma automática al taladro.



**Figura 4.** Jumbo Cabol 7

Herramientas equipos utilizados, Cable de acero de tipo Nutcaged 5/8"  $\varnothing$  con una longitud variable de 20 m, con abultamiento cada 0.30 cm, Tubo de polietileno HDPE de 19 mm  $\varnothing$ , Bomba de Inyección, Cizalla, Probador de energía, Cutter, llave francesa, alicate de presión, Comba de 4Lb, arco de cierra, Cordón con banderines de bloqueo de seguridad, Bastón luminoso, pantalla luminaria, Ganchos en forma de S aisladas, Cuaderno de Reporte.

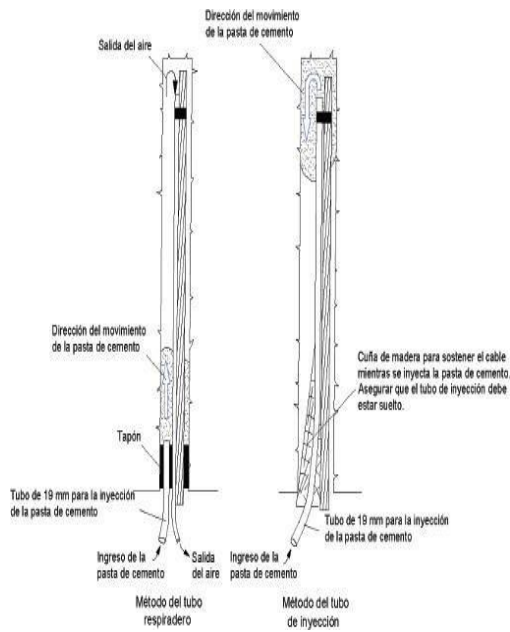
### Costo de instalación de cable bolting.

**Cuadro 1:** Área de Costos U.O Inmaculada

N de cables	Metraje	Costo de cable (mts)	Costo de cable (mts)
1	350	11.4	7.6
Cuña barril	Costo Cemento	Costo Tubería	Costo Por Tonelaje: 0.29
4.55	3.6	0.55	Costo Por Mts de cable: 1.9

Se necesitará:

- 43 cables de 7 metros.
- 14 cables de 10 metros



**Figura 5.** Métodos de Inyección de cables de anclaje (Hoek & Brown, 1995)

Deben tener el peso unitario de 1.10 Kg. / m, con una longitud de 20 metros, y el diámetro del cable es de 5/8” x 7 Hebras, a más detalles se muestra en la figura 2

Alta capacidad al corte (Mathews et al, 1995)			Tubería de acero Concreto
Trenzado tipo jaula (Hultzhirn et al, 1980)			Antinodo Nodo
Trenzado embulbado (Gartford, 1990)			Antinodo Nodo
Trenzado tipo remalle (Windsor, 1988)			Antinodo Nodo

**Figura 6.** Propiedades Geométricas del Cable Bolting (Mucha, 2019).

## Tiempo de Perforación de taladro para cable bolting.

**Tabla 1.** Área de Costos U.O. Inmaculada

N de taladro	Tiempo de Perforación	Numero de Barras	Mts Perforados	Ubicación de Taladro
1	10.05 s	7	7	Techo
2	10.36 s	7	7	Techo
3	11.01 s	7	7	Techo
4	14.15 s	7	10	Techo
5	15.20 s	7	10	Techo

## Tiempo estimado para la presentación del cable bolting al taladro

**Tabla 2.** Área de Costos U.O. Inmaculada

N de taladro	Tiempo de Perforación	Metros De Cable
1	02.15 s	7
2	02.16 s	7
3	03.01 s	7
4	03.36 s	10
5	03.20 s	10

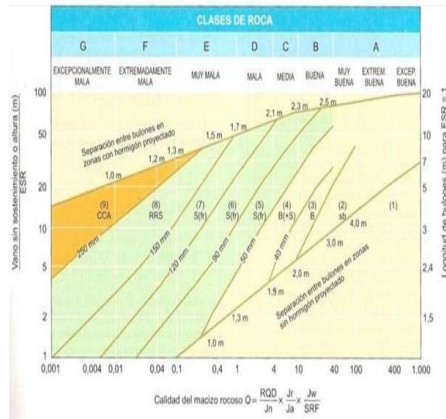
## Tiempo Para el inyectado de cable bolting

**Tabla 3.** Área de Costos U.O. Inmaculada

N de taladro	Tiempo de lecheada	Metros De Cable
1	04.35 s	7
2	04.26 s	7
3	04.11 s	7
4	05.01 s	10
5	04.55 s	10

### Características aceptables y óptimas de la labor para el uso de cables bolting para sostenimiento.

Las propiedades aceptables se dividen de acuerdo a la geometría del yacimiento, aspectos Geotécnicos, Aspecto Económicos, que se desarrollan a continuación.



**Figura 7.** Valores del índice ESR (Excavación Suport Radio) de la clasificación Q, Barton (2000)

### Geometría del yacimiento

Para empezar la geometría el primer requisito es que debe ser una forma tabular, con una potencia media sin importar el buzamiento de se realizan mediante perforaciones de tipo abanico, pero lo más óptimo es de buzamiento vertical. las labores debido a que muchos sostenimientos.

**Tabla 4.** Geometría del Yacimiento para el uso de cables bolting.

Descripción	Aceptable	Óptimo
Forma	Tabular	Tabular
Potencia	Media	Grande
Buzamiento	Cualquiera	Vertical
Tamaño	Medio	Grande
Regularidad	Media	Alta

Fuente: (Mucha, 2019)

### Aspectos Geotécnicos

En los aspectos geotécnicos la resistencia del yacimiento es sumamente importante en el proceso de uso de los cables bolting lo cual las propiedades aceptables son Resistencias del techo mayores a 100MPa y para resistencia de mena mayores a 50 MPa., y se espera las fracturaciones sean de media a alta para lograr enlazar los cuerpos y evitar la caída de Rocas (Campos, 2009) (ver tabla 2).

**Tabla 5.** Aspectos Técnicos para el uso de cables bolting.

Descripción	Aceptable	Óptimo
Resistencia (Techo)	.> 100MPa	.> 50M Pa
Resistencia (Mena)	.> 50MPa	.> 50M Pa
Fracturación (Techo)	Media-Alta	Alta
Fracturación (Mena)	Media	Baja
Campo Tensional In- situ (Profundidad )	< 1000 m	< 500 m
Comportamiento Tenso-Deformaciones	Elástico	Elástico

Fuente: (Mucha, 2019)

### Aspecto Económicos

Dentro de aspectos económicos lo más importantes a considerar es el ritmo de la explotación y es muy dependiente de la productividad de la empresa debido a la generación de costos en el ámbito de la instalación



#### IV. CONCLUSION

1. Los cables bolting son muy económicos en el uso del sostenimiento y para ello se toma los aspectos de la galería de explotación como la forma, características aceptables, aspectos geotécnicos y económicos, para lo cual estos son muy importantes debido a que determinan el costo de instalaciones de cables de instalación en la empresa como la Compañía Minera Ares Hochschild Mining- U.M. Inmaculada, el costo por metros de cable instalado es de 1.9 \$/m

2. La instalación de cable bolting también se ejecuta en los tajos para evitar dilución de mineral al explotar. Se utiliza para labores antiguas expuestas dando una estabilidad con la inyección de cable bolting. El uso del cable bolting como reforzamiento del sostenimiento del tajo, desde el punto de vista geomecánica.

#### RECOMENDACIONES

1. Se recomienda contar con personal capacitado y experimentado para estos tipos de trabajo, lo que nos conducirá a cumplir con las metas programadas y evitar accidentes.

2. Se recomienda para aplicación de cable bolting como reforzamiento de sostenimiento utilizar estándares apropiados en relación a los materiales, equipos, herramientas, y personal idóneo para la instalación

#### V. REFERENCIAS

- 1) Carrasco, S. (2005). *Metodología de investigación científica*. Lima, Perú: San Marcos. doi:9972 - 34 - 242 - 5
- 2) Crisóstomo, M. (2016). Tendido de cable y conexión en subestación. *G&C*, 2,9.
- 3) Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2013). *Metodología de Investigación* (Vol. 5ta Edición). México: MCGRAW-HILL. doi:ISBN

968-422-931-3

- 4) Hoek, E., & Brown, C. (1995). *Excavaciones Subterráneas en Rocas*. México: Mc Graw Hill.
- 5) Huamán, K. (2016). *El cable Bolting como sostenimiento del macizo rocoso en la unidad minera del porvenir compañía minera Milpo*. Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Recuperado el 17 de octubre de 2019, de <https://es.scribd.com/document/362423818/Caratula-índice-y-Otros>.
- 6) López, C. (2002). *Manual de Perforación y voladura de rocas*. Escuela Técnica Superior de Ingeniero de Minas.
- 7) Luna, A., & Muñante, J. (2016). *Mejora del proceso de cambio de cables de acero en el sistema de Izaje en piques de socavón de la compañía minera Casapalca*. Lima: Universidad Privada del Norte. Recuperado el 17 de octubre de 2019, de .
- 8) Mucha, A. (2019). *Aplicación de cable bolting como reforzamiento del sostenimiento para poder estabilizar al macizo rocoso, en la unidad de producción Carahuacra – Compañía Minera Volcán S.A.A.* Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Recuperado el 17 de octubre de 2019.
- 9) Navarro, R. (2004). *Manual de anclajes en ingeniería civil* (Riesgo en la Minería Subterránea, ed.). Chile, Gobierno Nacional de Chile: U.D. Proyectos Servicio Nacional de Geología y Minería (SNGM).
- 10) Niño, V. (2011). *Metodología de la Investigación*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U 2011.





**11)** Ortega, M., & Pozo, J. (2014). *Análisis no lineal de cables y su aplicación para puentes atirantados y colgantes*. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca. Obtenido de.

**12)** Sovero, O. (2017). *Diseño de sistema amortiguador para controlar desgaste del cable de acero en sistema de carguío de mineral de S.M.C.S.A. – Yauri cocha*. Huancayo