

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE
MINAS



T E S I S

Perforación y control de aceros para determinar su rendimiento en la
Compañía Minera Alpayana S.A.C.

Para optar el título profesional de:
Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Jose Alberto ANDRES CHAVEZ

Asesor:

Ing. Julio César SANTIAGO RIVERA

Cerro de Pasco – Perú - 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE
MINAS



T E S I S

Perforación y control de aceros para determinar su rendimiento en la
Compañía Minera Alpayana S.A.C.

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Vicente Cesar DAVILA CORDOVA
PRESIDENTE

Mg. Silvestre Fabián BENAVIDES CHAGUA
MIEMBRO

Ing. Toribio GARCIA CONTRERAS
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ingeniería de Minas

Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas



Firmado digitalmente por CONDOR SURICHAGUI Santa Silvia FAU 20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 11.10.2024 17:19:39 -05:00



INFORME DE ORIGINALIDAD N° 054 -2024

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el Software Turnitin Originality, que a continuación se detalla:

Presentado por:

Bach. José Alberto ANDRÉS CHAVEZ

Escuela de Formación Profesional
Ingeniería de Minas

Tipo de trabajo:
Tesis

Título del trabajo
“Perforación y Control de Aceros para Determinar su Rendimiento en la Compañía Minera Alpayana S.A.C.”

Asesor:

Ing. Julio César SANTIAGO RIVERA

Índice de Similitud: **29 %**

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el informe y el reporte de evaluación del software similitud.

Cerro de Pasco, 11 de octubre de 2024.

Sello y Firma del responsable
de la Unidad de Investigación

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico con mucho amor a mis
Padres, quienes nunca soltaron mi mano durante
mi formación profesional, y me inculcaron
alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTO

A mis maestros quienes contribuyeron a mi formación profesional y me dejaron una buena enseñanza para enfrentar los retos de la profesión.

A mi familia quienes fueron el pilar para concretizar mis objetivos profesionales y personales, ya que me dieron buenos consejos y motivación para alcanzar mis objetivos.

RESUMEN

La Compañía Minera Alpayana es una de las áreas mineras del Volcán. Los minerales principales de Compañía Minera SAA son los siguientes: plata, zinc, cobre y plomo. El proyecto de Investigación está relacionada a la Perforación y Control de Aceros para Determinar su Rendimiento en la Compañía Minera Alpayana S.A.C.

El proyecto se desarrolló de acuerdo con la siguiente estructura, donde se tomaron en cuenta todas las variables del estudio actual y se configuraron conceptos de optimización para el uso de aceros de perforación para el método Bench and Fill de Minado.

El objetivo del estudio actual es optimizar el acero de perforación. El tipo de roca a perforar, el intervalo de afilado y la habilidad del operador, junto con otros factores, pueden aumentar el rendimiento de los metros perforados y, por lo tanto, reducir los costos. Se tuvo un aumento mensual en la vida útil de las brocas para 2022–2023 en comparación con 2021.

El afilado aumenta la vida útil de la broca y otras piezas de perforación y reduce la velocidad de perforación. La broca sin afilar comienza con una mayor velocidad de perforación, pero a medida que perfora más metros, se desgastará, el afilado genera incremento de vida útil de la broca y de las demás piezas de perforación optimizando costos.

Palabra clave: Perforación, Control de Aceros, Rendimiento.

ABSTRACT

The Alpayana Mining Company is one of the mining areas of the Volcano. Compañía Minera SAA's main minerals are the following: silver, zinc, copper and lead. The research project is related to the Drilling and Control of Steel to Determine its Performance in Compañía Minera Alpayana S.A.C.

The project was developed according to the following structure, where all the variables of the current study were taken into account and optimization concepts were configured for the use of drilling steels for the Bench and Fill Mining method.

The objective of the current study is to optimize the drilling steel. The type of rock to be drilled, the sharpening interval and the skill of the operator, together with other factors, can increase the performance of the meters drilled and therefore reduce costs. Monthly increase in drill bit life for 2022–2023 compared to 2021.

The drilling speed depends on the drill bit sharpener, the more meters drilled the Sharpening increases the life of the drill bit and other drilling parts and reduces drilling speed. The unsharpened drill bit starts with a higher drilling speed, but as it drills more meters, it will wear out. Sharpening generates an increase in the useful life of the drill bit and the other drilling parts, optimizing costs.

Keyword: Drilling, Steel Control, Performance.

INTRODUCCION

El presente informe presenta las actividades que realicé durante mis prácticas preprofesionales en la UEA Americana de la CIA Minera Alpayana S.A.A.

La mina Alpayana se encuentra en la provincia de Huarochirí, a una altitud de 4200 a 4700 metros sobre el nivel del mar, con minerales económicos como plata, plomo, cobre y zinc. Su residencia se encuentra en los barrios de Chicla, 3 de enero, San Mateo, San Antonio y Pomacocha. Situado en el Km. 118 de la Carretera Central.

Minera Casapalca fue inicialmente parte de la empresa Backus & Johnston. Fue fundada en 1889. Posteriormente, en 1919, la Compañía Cerro de Pasco Corporation, con sede en Estados Unidos, la compró. Después de la nacionalización de esta compañía, se unió a la Minera del Centro del Perú. Central Minera del Perú CENTROMIN-PERÚ.

La creación de la Compañía Minera Casapalca SA tuvo lugar el 13 de octubre de 1986 y comenzó a funcionar el primero de enero de 1987. En 1997, se logró las concesiones principales de Centromin Perú, junto con los yacimientos de pequeños mineros cercanos, lo que significó el inicio de un desarrollo sostenible.

Desde sus inicios, la filosofía de la Compañía Minera Casapalca ha sido la de tener un crecimiento sostenido, superando los obstáculos y creyendo firmemente en las habilidades humanas como impulsores del desarrollo, y en la empresa como generadora de riqueza y al mismo tiempo como responsable del progreso del país.

La Mina se encuentra organizada en tres áreas: Zona Cuerpo, Zona Esperanza y Zona Oroya. La estructura principal de la Mina Alpayana es la veta Cuerpo.

ÍNDICE

Página.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION

ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ANEXOS

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación	2
1.3.	Formulación del problema.....	10
1.3.1.	Problema general	10
1.3.2.	Problemas específicos	10
1.4.	Formulación de objetivos	10
1.4.1.	Objetivo general	10
1.4.2.	Objetivos específicos.....	10
1.5.	Justificación de la investigación.....	10
1.6.	Limitaciones de la investigación	11

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1.	Antecedentes de Estudio.....	12
2.2.	Bases teóricas - científicas.....	14
2.3.	Definición de términos	23
2.4.	Formulación de hipótesis.....	25
2.4.1.	Hipótesis general	25
2.4.2.	Hipótesis específicas	25
2.5.	Identificación de las variables	25

2.5.1. Variable Independiente:.....	25
2.5.2. Variable Dependiente:.....	26
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	26

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación	27
3.2. Métodos de la investigación.....	27
3.3. Diseño de la investigación.....	27
3.4. Población y muestra	28
3.4.1. Población.....	28
3.4.2. Muestra.....	28
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	28
3.5.1. Técnicas.....	28
3.5.2. Instrumentos	28
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	29
3.7. Tratamiento estadístico de datos	29
3.8. Orientación ética filosófica y epistémica	29

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo	30
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	37
4.3. Prueba de hipótesis.....	49
4.4. Discusión de resultados	49

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Página.
Ilustración 1. Vista Panorámica de la Compañía Minera Alpayana.....	3
Ilustración 2. Perforabilidad vs Resistencia	15
Ilustración 3. Rendimientos de la Vida Útil de los Aceros de Perforación.....	20
Ilustración 4. Perforación Carguío y Voladura Zona Intermedia	45
Ilustración 6. Asimetría del Arranque en la Perforación.....	47
Ilustración 5. Preparando frente para realizar Voladura.....	47
Ilustración 7. Control de broca	52
Ilustración 8. Control de barreno.....	52
Ilustración 9. Control de brocas y barrenos en siete días	53
Ilustración 10. Brocas - Rimadora.....	53
Ilustración 11. Equipo de Perforacion Jumbo	54
Ilustración 12. Roca RMR 45 - 50.....	55
Ilustración 13. Seguimiento a las brocas (38 mm)	56
Ilustración 14. Seguimiento a los Barrenos (4 Pies).....	57

ÍNDICE DE TABLAS

	Página.
Tabla 1. Perforabilidad vs resistencia.....	15
Tabla 2. Modelos de barras Sandvik para distintos diámetros de brocas.....	23
Tabla 3. Operacionalización de Variables.....	26
Tabla 4. Datos Generales de Campo	31
Tabla 5. Características de los Aceros para la Perforación	31
Tabla 6. Clasificación Geomecánica "RMR89 de Bieniawski, modificado por Romana, 2000".....	32
Tabla 7. Características de la Roca.....	33
Tabla 8. Tiempos Efectivos de Perforación (Datos de Gabinete)	35
Tabla 9. Perforación Efectiva de Taladros de ϕ 52 mm.....	37
Tabla 10. Perforación Efectiva de Taladros de ϕ 102 mm - RIMADO	37
Tabla 11. Resultados Estadístico de la Perforación.....	44
Tabla 12. Resultado Estadístico del Rimado	44
Tabla 13. Datos de la Labor	46
Tabla 14. Perforación	46
Tabla 15. Voladura (I) en Campo.....	48
Tabla 16. Cartuchos / Taladro	48
Tabla 17. Accesorios de Voladura.....	48
Tabla 18. Rendimientos de la Voladura	48
Tabla 19. Perforación y Control de Aceros	49
Tabla 20. Rendimiento de Acero.....	51
Tabla 21. Características del Macizo Rocoso – Zona Esperanza:.....	55
Tabla 22. Parámetros de Operación.....	56
Tabla 23. Rendimiento de Aceros Cónicos	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Página.

Anexo 1. Matriz de Consistencia

Anexo 2. Método de Explotación Corte y Relleno Mecanizado

Anexo 3. Panel Fotográfico

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Identificación y determinación del problema

La Empresa Mineras Alpayana, requiere optimizar todos sus proyectos que se ejecutan en cada una de sus Unidades Mineras; en los yacimientos minerales se deben considerar todos los factores para minimizar los costos en todas las operaciones del minado que permita lograr una alta producción, con la mejora en el control de las herramientas que se utilizan en la perforación.

En la ejecución de la perforación se tienen deficiencias en los aceros como son los barrenos y brocas que, mediante un control de su rendimiento en el proceso de perforación, se obtendría datos muy importantes para establecer su adecuado uso y adquirir aceros de mejor calidad.

Estos aceros generan altos costos en el proceso de perforación, más aún si se tiene efectos negativos en el ciclo de minado, resultados que hacen que el avance lineal no logre el metraje programado.

Por lo que es imprescindible efectuar un control del rendimiento de los barrenos y brocas para minimizar costos, para lo cual es necesario determinar la eficiencia de los aceros

Así mismo estos aceros de acuerdo a su rendimiento pueden generar costos negativos como positivos en la perforación, por lo que es necesario tener un conocimiento claro del rendimiento de los aceros en la Compañía Minera Alpayana.

1.2. Delimitación de la investigación

Ubicación

La Minera Alpayana se encuentra ubicado en la región Lima, provincia de Huarochirí, en el distrito de Chicla, La cota sobre el nivel del mar se encuentra entre los 4,450 m.s.n.m. y 5,350 m.s.n.m. Se encuentra geográficamente en la zona central del flanco Oeste en la Cordillera Occidental de los andes, las coordenadas dentro de la carta nacional son:

N: 8 712 000; E: 366 000E

N: 8 704 000; E: 366 000

En el sistema UTM PSAD56.

Accesibilidad

El acceso a la unidad de operaciones mineras comienza en la ciudad de Lima a través de la carretera central, luego pasa por las zonas de Lima, Chosica, Surco, Matucana, San Mateo, Chicla y Casapalca hasta llegar al Kilómetro 115, donde se ubican. las instalaciones de la Empresa Minera los Quenuales S.A.; finalmente continuando por una carretera afirmada de 8 Kilómetros, pasando por la quebrada El Carmen orientado al Sureste, y que mediante se llega a las

operaciones de Compañía Minera Casapalca; el tiempo que demora en el viaje por estas vías de comunicación son de 3 horas con 20 minutos.

Ilustración 1. Vista Panorámica de la Compañía Minera Alpayana



Fuente: Departamento de Ingeniería Alpayana

Geología regional

En el área del distrito minero de Casapalca se pueden encontrar rocas sedimentarias y volcánicas que datan del Cretáceo inferior al Terciario y están organizadas en diversas unidades litológicas.

Estratigrafía

Se han identificado las unidades estratigráficas siguientes:

Formación Goyllarizquizga

Son las rocas más antiguas del área, con cuarcitas de grano blanco fino con intercalaciones y mantos de carbón. Solo se ha observado su erupción en la quebrada Huayamay o Carboynacu, cerca de la entrada del túnel Graton.

Formación Machay

Se encuentra en concordancia sobre la formación Goyllarisquisga, constituida por calizas gris claras, también llamadas Calizas Jumasha. También afloran en la vecindad del túnel Graton.

Formación Casapalca

La formación Casapalca está compuesta por rocas sedimentarias que se encuentran en un entorno continental. Esta capacitación se ha dividido en tres partes, de abajo hacia arriba:

- Las capas rojas están formadas por una combinación fuerte de areniscas y lutitas de grano fino rojas. La "Andesita veintiuno" y el "Pórfido Victoria" ingresan localmente a las capas rojas".
- Los Amigdaloides volcánicos son un delgado derrame de andesitas basálticas.
- Se encuentran areniscas, lutitas y conglomerados lenticulares en el miembro Carmen. Carmen, miembro, explica que estas variaciones en la profundidad son en realidad variaciones laterales, muy explicables debido a la naturaleza continental de posición.

Formación Carlos Francisco

La Formación Carlos Francisco es un conjunto de rocas volcánicas que se han dividido en tres partes:

- a) El volcán Tablachaca está formado por conglomerados, tufos y conglomerados de cuarcita.
- b) Pórfidos Carlos Francisco tiene un pórfido andesítico que se distingue por sus fenocristales de plagioclasa.
- c) Tufo Yauliyacu es una combinación de tufos y pórfidos de los Andes.

Formación Bellavista

La formación Bellavista se compone de varios tufos volcánicos entrelazados con calizas grises. En las partes bajas de la Mina Casapalca se observarán zonas de anhidrita entrelazadas con lutitas.

Formación Río Blanco

La formación Río Blanco está formada por una variedad de tufos bien estratificados que descansan de manera uniforme sobre la formación Bellavista. Es probable que los volcanes de Río Blancos sean una de las rocas más jóvenes del Perú.

Rocas Intrusivas

Las rocas intrusivas en el distrito de Casapalca son hipabisales y muy jóvenes. Es común visto como diques o pequeñas reservas de andesita porfirítica que intruyen al pórfido Carlos Francisco, como el Pórfido "Taruca" o las Capas Rojas, como la "Andesita Veintiuno", el "Pórfido Victoria" y el "Pórfido Diorítico del Monte Meiggs" , que se encuentran al norte del distrito.

Geología local

En los extremos Este y Oeste de la mina, se encuentra una secuencia plegada de sedimentos cretáceos continentales conocida como Formación Casapalca. La Formación Casapalca tiene dos miembros litológicos: el miembro inferior, conocido como "Capas Rojas Casapalca", formado por areniscas, limolitas y lutitas rojizas, con algunos niveles de calizas blanquecinas, y el miembro superior, conocido como conglomerado. Carmen compuesto por areniscas arcillosas silicificadas de color rojizo que han sido blanqueadas por alteraciones hidrotermales y que tienen algunos horizontes lenticulares de conglomerados. Los rodados de estos conglomerados son redondeados y de tamaño uniforme, compuestos principalmente por cuarcitas de grano fino de la

formación Goyllarisquisga, en una proporción menor por calizas de la formación Jumasha, areniscas arcillosas de las capas Rojas y en una proporción menor por chert que se cree que son inclusiones de las calizas Jumasha; Los cuerpos mineralizados se encuentran en este miembro. Es importante destacar que, en las Capas rojas, las vetas forman pequeños lazos sigmoide y fracturamientos con relleno de mineral, mientras que en el conglomerado Carmen, las vetas forman cuerpos de mineral que rellenan la matriz de los conglomerados.

Las rocas de la formación Carlos Francisco se presentan ligeramente concordantes, compuestas en el piso por el "Conglomerado Tablachaca", con clastos redondeados de cuarcita, volcánicos andesíticos y una menor cantidad de clastos calcáreos; y el techo de la secuencia muestra una serie de derrames volcánicos andesíticos e intrusiones subvolcánicas que explotan en la parte superior y central de Casapalca. En el centro y noreste de la zona de vetas, conocida como Pórfidos Taruca y Victoria, se presentan intrusiones hipabisales dioríticas porfiríticas a granodioríticas. En los volcánicos intrusivos de la formación Carlos Francisco se observa la mineralización de vetas, que incluyen ensanchamientos y ramales mineralizados.

Los afloramientos de caliza gris de la Formación Bellavista se encuentran en la parte alta y formando parte de un sinclinal al sur. Estas rocas también se fracturan bien para la mineralización económica.

Geología estructural

El aspecto estructural es fundamental en la Mina Casapalca, ya que la formación del marco estructural de la zona se debe a varios movimientos que ocurrieron durante la tectónica Andina. La mineralización es el resultado de la

actividad magmática del Mioceno Tardío, que ha permitido el emplazamiento de ácidos intrusivos aprovechando las grandes zonas débiles previamente formadas.

El alineamiento general de los Andes Peruanos determina el patrón estructural regional (N 10° 30'—W). Las rocas plegadas forman anticlinales y sinclinales que se encuentran localmente. La Falla Americana es el resultado de este sistema. Las fallas transversales en los sistemas que van desde N50o-E hasta N75o-W cruzan la secuencia litológica y se desplazan hacia ellas de manera dextral. Las vetas principales de Casapalca se encuentran en el sistema Noreste.

La estructura Esperanza-Mariana-Mercedes por el norte y la estructura Oroya-Oroya Piso-Oroya 1 al sur forman un extenso lazo sigmoide de aproximadamente 4 kilómetros de longitud, con una gran cantidad de lazos sigmoide menores y ramales que se pueden mineralizar económicamente.

La zona de Cuerpos está directamente relacionada con la fractura del rumbo de vetas y está influenciada por las cercanías de las vetas.

Geología Económica

Depósitos Minerales

En el área minera de Casapalca se pueden encontrar varias variedades de mineralizaciones, siendo las más comunes las vetiformes con relleno de fracturas, las vetas mesotermales que indican su alta profundidad de mineralización y las vetas de reemplazamiento. Además, existen mantos no identificados y brechas hidrotermales, que tienen distintas características y niveles de mineralización.

Vetas

Desde las Capas Rojas Casapalca, los Conglomerados Carmen y Tablachaca, los Volcánicos Carlos Francisco y las calizas Bellavista, este tipo de mineralización corta toda la secuencia litológica. Son cuerpos tabulares de 0,20

m. un 2,50 m. de ancho, con ensanchamientos locales. Cuando cruzan los conglomerados, se forman cuerpos de relleno de intereses en la brecha, lo que crea "cuerpos" mineralizados de mayor ancho. El distrito minero de Casapalca cuenta con cuatro estructuras principales y otras estructuras menores, siendo estas:

Esperanza-Mariana-Mercedes

La estructura con estos nombres por tramos es la misma. La superficie total supera los 3 000 metros, que se suma a la veta 5 en el extremo Este. Se encuentra en la Formación Casapalca y sigue el rumbo N 40-° E - BOO E, con un cambio de dirección al N 75o 80 o NO. Actualmente se está trabajando hasta el Nv. 10 (3 930 msnm), donde se presentan mineralizaciones en forma de venas irregulares con potencias de 0.30 m. 0,50m . y se rellenan con tetraedrita, esfalerita y galena. Venas de cuarzo como ganga y principalmente carbonatos manganíferos (calcita y rodocrosita). Se puede observar mineralización en textura bandeada en algunos trabajos.

Vetas Oroya

El sistema de afloramientos discontinuos en la superficie de la mina, que se extiende desde 350 m. y tiene un rumbo entre N 75 o E y N 55o E, es el más destacado en este momento En la parte media y oeste, dentro de los volcánicos y pórfidos de la Formación, se encuentra la mejor expresión minera lógica y estructural Formación Carlos Francisco. En la parte central han sido desarrolladas las vetas Oroya, Oroya Piso y Oroya Techo.

La explotación de la veta Oroya ha comenzado en el nivel 4820 y se lleva a cabo actualmente hasta el nivel 10 (3 930 msnm). La mineralización se presenta en bandas de 0,4 a 1,5 metros en estructuras de mayor ancho con ganga de

carbonatos (rodocrosita) y cuarzo. Esta veta tiene múltiples eventos mineralizantes y presenta otra textura en escarpela y brecha. Dentro del pórfido andesítico (cajas) se encuentra un relleno de tetraedrita, esfalerita, galena y una pinta abundante.

Esta veta tiene múltiples eventos mineralizantes y una textura en escarpela y brecha diferente. Dentro del pórfido andesítico (cajas) se encuentra un relleno con tetraedrita, esfalerita, galena y una gran cantidad de pinta esparcida.

La tercera veta Oroya de este sistema se encuentra al noreste de la veta Oroya. Se han extraído minerales en una longitud de 450 metros desde el Nv. 4670 hasta el Nv. 1. Los trabajos de exploración en el Nv. 7 se están actualmente desarrollando para verificar su continuidad en profundidad.

Veta Don Reynaldo

Se ubica al lado Sur de veta Oroya. Actualmente se están desarrollando labores exploratorias.

Veta Juanita

Situado en la parte sur del área minera de Casapalca, actualmente se está explorando y explotando a una escala más pequeña.

Cuerpos

Situada al norte del campamento El Carmen de Cía, la zona de Cuerpos forma parte de las instalaciones mineralizadas del Distrito Minero de Casapalca. La minería de Casapalca. La mineralización se clasifica en dos categorías: a) Las venillas están llenas de grietas y se encuentran en la dirección de las vetas "Madres", con una mineralización de galena, tetraedrita y carbonatos. b) El reemplazo presenta minerales de esfalerita y galena al seguir el rumbo de los

estratos o horizontes de areniscas calcáreas y/o reemplazar los clastos y/o matriz calcárea en el conglomerado.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Es posible realizar la Perforación y el Control de Aceros para Determinar su rendimiento en la Compañía Minera Alpayana S.A.C.?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿Al realizar la perforación se podrá comprobar la resistencia de los barrenos, brocas y definir la calidad de estos aceros en la Compañía Minera Alpayana?
- b) ¿Al realizar el control de los aceros en la perforación determinaremos su rendimiento en la Compañía Minera Alpayana?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Realizar la Perforación y el Control de Aceros para Determinar su rendimiento en la Compañía Minera Alpayana S.A.C.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Realizar la perforación para comprobar la resistencia de los barrenos, brocas y definir la calidad de estos aceros en la Compañía Minera Alpayana.
- b) Realizar el control de los aceros en la perforación para determinar su rendimiento en la Compañía Minera Alpayana.

1.5. Justificación de la investigación

Para mejorar la productividad en el proceso de perforación se tiene que tener un control de los aceros que se vienen utilizando, un control de la resistencia

para determinar la calidad de diseño de estos aceros para efectuar la perforación en los diferentes tipos de roca que se tiene en la mina.

Con este proceso la empresa va a determinar la calidad de los aceros para mejorar su productividad al reducir los costos en perforación con la optimización en la adquisición de aceros en todas sus unidades. Así mismo también se tendrá detalles para su adecuado uso y reducir las malas maniobras para que su duración sea de acuerdo a su vida útil determinada por el fabricante.

Actualmente la Compañía Minera Alpayana viene ejecutando varias labores de desarrollo y preparación, por lo que el desarrollo del presente estudio de investigación es muy importante para lograr que los aceros duren, cumplan o pasen su tiempo de vida útil.

1.6. Limitaciones de la investigación

En la ejecución del presente estudio de investigación no se tuvo limitaciones en cuanto a la obtención de la data de campo e informes, ya que la empresa ha permitido el desarrollo del estudio en la misma labor, también se nos apoyó con todas las facilidades por parte de las áreas respectivas de la Compañía Minera Casapalca S.A.C.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de Estudio

a) Antecedentes nacionales

- **(Jauregui O., 2009).** La investigación de grado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. En su conclusión número doce, el autor afirma que el diseño de la malla de perforación de acuerdo con el tipo de roca y su cumplimiento deben ser considerados para un control operativo y seguimiento de la perforación y voladura, explorar el modo de perforación (paralelismo en la perforación de todo el barreno) y la señalización o delineación adecuada de la malla de perforación (puntos de perforación de espaciamiento y carga diseñados en la malla de perforación), examinar y verificar la secuencia adecuada de retardos (tiempo de retardos en los detonadores) con respecto a la cara libre, así como inspeccionar la distribución de la carga explosiva en este ciclo.

Esto permitirá eliminar el exceso de explosivos y otros accesorios despachados, así como garantizar la devolución segura del material sobrante.

- **(Chambi A., 2011)**. Optimización de Perforación y Voladura en la Ejecución de la galería 740 – unidad VINCHOS – VOLCAN S.A.A. Cerro de Pasco. Tesis de grado de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno. Dentro de su conclusión número cinco, el tesista indica que la optimización del ciclo de perforación y voladura en la ejecución de la galería 740 de la unidad VINCHOS del Cerro de Pasco resultó en la reducción de dos taladros por frente y la reducción de 8,0 kilogramos de explosivo por disparo.

b) Antecedentes internacionales

- **(Sanchez Y., 2012)**. Optimización en los Procesos de Perforación y Voladura en el Avance de galerías en la Mina Bethzabeth. La tesis de grado de la Universidad Central del Ecuador, Quito. En su conclusión número cinco, el investigador señala que la implementación de una nueva malla de perforación y voladura planteada en este estudio permitiría a la minera ELIPSE SA ahorrar US\$ 85,12 por cada voladura al reducir la cantidad de kilogramos de explosivos requeridos y, por lo tanto, reducir el costo de perforación y voladura.
- **(Salazar R., 2005)** en su tesis “Remoción de rocas con explosivos, para la construcción de labores mineras”, Tesis de la Universidad de Guayaquil – Ecuador, describe que, considerando las actuales necesidades de productividad y calidad versus costos, los equipos de perforación hidráulicos cumplen en mejor forma los requerimientos de

trabajo en la perforación de la malla de perforación, en lo que respecta al paralelismo, longitud, alcance, seguridad, comodidad para el operador y para la economía.

2.2. Bases teóricas - científicas

Macizo Rocoso

Según Alonzo (2007) es el conjunto de discontinuidades y bloques de matriz rocosa. Por ser medios discontinuos, anisótropos y heterogéneos mecánicamente, su clasificación es crucial en la ingeniería geológica.

- A. Estructura: Según Córdova (2007) La estructura, La superficie rocosa está formada por una excavación que ha alterado su estado original, lo que ha llevado a la necesidad de asegurar la estabilidad de toda la región.
- B. Optimización de la Vida Útil: Según Del Carpio (2005) La optimización de la vida útil de un material se logra mejorando sus condiciones normales. Un sistema de perforación de rocas consta de roca, perforadora y herramientas de perforación. Para aumentar la vida útil de las herramientas de perforación de rocas, es necesario obtener un conocimiento más amplio y profundo de las características y el comportamiento de cada uno de estos componentes. La vida útil de las herramientas de perforación de rocas aumentará el número de metros perforados y, por lo tanto, el costo de perforación.
- C. Resistencia a la Compresión: Según Gidson, W. (1984) La resistencia a la compresión es una medida que mide la presión que puede soportar una muestra de roca hasta que se fractura. El indicador de la capacidad de perforación de la roca es muy utilizado. En general, se puede decir que la capacidad de perforación de una roca es inversamente proporcional a su resistencia a la compresión. Por ejemplo, si una roca con una resistencia a la

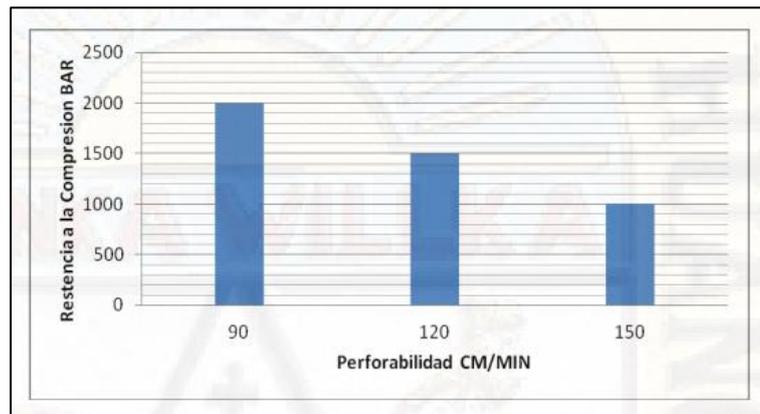
compresión de 2000 bar tiene una velocidad de penetración de 90 cm/min, la velocidad de penetración de una roca más blanda con una resistencia a la compresión de 1500 bar será $90 \times 2000/1500 = 120$ cm por minuto.

La Resistencia a la Compresión es Inversamente Proporcional a la Resistencia de la Compresión

Tabla 1. Perforabilidad vs resistencia

PERFORABILIDAD (cm/min)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (bar)
90	2000
120	1500
150	1000

Ilustración 2. Perforabilidad vs Resistencia



El diagrama de frecuencia muestra que la velocidad de penetración y la resistencia a la compresión son inversamente proporcionales. Si la velocidad de penetración aumenta y la resistencia disminuye, este análisis no será útil para realizar nuestro estudio sobre el rendimiento de la broca en el área de perforación. La clasificación de un tipo de roca puede variar de un lugar a otro, y a menudo resulta difícil definir un tipo de roca. Sin embargo, realizaré una transformación práctica en mi rutina laboral y según las teorías de rocas macizas sobre la

capacidad de perforación de la roca obtenida de minerales de grano de tamaño y estructura.

Vida Útil de los Aceros de Perforación

Según Umasi, W. (2013) El ciclo de vida de los aceros, La duración de los aceros de perforación depende de varios factores, por lo que el río puede proporcionar datos precisos. Al determinar la vida útil en servicio de un lugar de trabajo específico, hay que tener en cuenta la confiabilidad de funcionamiento y la seguridad, lo que significa que los útiles de perforación deben reemplazarse antes de que se rompan e interfieran con la producción.

La vida útil de una herramienta de perforación, que es el tiempo que puede funcionar con éxito, se determina por el fabricante y depende del material con el que ha sido fabricado.

El desgaste de los aceros de perforación es un proceso en el que se reduce la vida útil, debido al tipo de herramienta (configuración), a la roca y los esfuerzos aplicados sobre ellos.

Los siguientes factores contribuyen principalmente al desgaste de los aceros:

- Minerales en la roca; incluyendo su dureza, tamaño, matriz.
- Resistencia, dureza, agresividad de la roca.
- Profundidad y velocidad de corte o perforación.
- Existencia de fuerzas de impacto en las herramientas (perforación en roca fisurada) "al vacío" o condiciones cambiantes.
- Tipo de corte o perforación (percusión, "rasgado", rotación).
- Presencia de enfriadores entre la roca y la herramienta.
- Sistema eficiente de remoción y evacuación de detritus.

- Calidad del metal de la herramienta (resistencia, dureza).

Perforaciones de las Rocas

Los taladros funcionan de acuerdo con tres principios fundamentales: percusión, rotación, empuje y barrido.

Los siguientes son los principios de perforación con equipo jumbo:

a. Percusión.

Según López (2015) Percusión, Los impactos producidos por el golpeo del pistón del martillo perforador produce ondas de choque que se transmiten a la boca directamente a través del varillaje del martillo en cabeza o directamente sobre el tallante del martillo perforador con martillo en fondo. Una parte de la energía se transforma en trabajo al penetrar el útil cuando la onda de choque llega a la boca de perforación, mientras que el resto se refleja y retrocede a través del varillaje.

Es difícil determinar la eficiencia de esta transmisión porque depende de una variedad de factores, como el tipo de roca, la forma y dimensión del pistón, las características del varillaje, el diseño de la broca, entre otros. Hay que tener en cuenta que en los puntos donde las varillas se unen, se producen pérdidas de energía debido a las reflexiones y rozamientos, lo que genera calor y daña las roscas.

La velocidad de penetración se ve afectada principalmente por la potencia de percusión, uno de los factores más importantes. a energía liberada por golpe en un martillo se puede calcular utilizando la siguiente fórmula porque la energía se transfiere desde la perforadora hasta la broca de perforación y se reduce durante su recorrido.

$$E_c = 0.5 \times m_p \times V_p^2$$

$$E_c = p_m \times A_p \times l_p$$

Donde:

E_c = Energía por golpe.

m_p = Masa del pistón.

v_p = Velocidad máxima del pistón.

p_m = Presión del fluido transmisor de la energía dentro del cilindro

A_p = Superficie de la cara del pistón

l_p = Carrera del pistón

La energía generada por cada golpe de un martillo se multiplica por la cantidad de golpes que se producen:

$$P_m = E_c \times n_g$$

Donde:

n_g = Frecuencia de impactos.

El mecanismo de percusión consume de un 80 a un 85% de la fuerza total del equipo.

b. Rotación.

Según López (2015) El propósito de la rotación es hacer que la broca actúe en lugares diferentes de la roca en el fondo del barreno mediante impactos sucesivos. Existe una velocidad de rotación ideal para cada tipo de roca para producir detritos de mayor tamaño al aprovechar la superficie libre del hueco creado por cada impacto. En perforaciones con brocas de pastillas, las velocidades de rotación suelen ser de 80 a 150 r.p.m con ángulos de indentación de 10° a 20°. Las velocidades deben ser más bajas para las brocas de botones de 51 a 89 mm, que proporcionan ángulos de giro de 5 a 7. Las brocas con un diámetro mayor requieren velocidades incluso más bajas.

c. Empuje.

Según López (2015) Empuje, Para que el mecanismo de impacto del martillo transmita energía a la roca, la broca debe estar en contacto permanente con el fondo del barreno. Esto se logra mediante la fuerza de empuje generada por un motor o cilindro de avance, que debe ser adecuado para el tipo de roca y la broca que se perfora.

Un empuje insuficiente tiene efectos negativos como la reducción de la velocidad de penetración, el desgaste de manguitos y varillas, el aumento de la pérdida de apriete del varillaje y el calentamiento del varillaje. Por el contrario, un exceso de empuje reduce la velocidad de perforación, dificulta el desenroscado del varillaje, aumenta el par de rotación, las vibraciones del equipo y la desviación de los barrenos.

Al igual que la rotación, esta variable no tiene un impacto significativo en las velocidades de penetración. La velocidad de penetración aumenta con el empuje, pero si supera un cierto valor, disminuye al frenar la rotación y dificultar el barrido.

Por lo tanto, el buen rendimiento de perforación no implica aumentar el rendimiento unitario de cada uno de estos factores, sino encontrar un punto de equilibrio entre los tres que permita alcanzar la mayor velocidad de penetración.

d. Barrido.

Según López (2015) El Barrido es importante para que el fondo de los barrenos debe mantenerse limpio constantemente después de la formación para que la perforación sea efectiva.

El barrido con fluido a presión se inyecta hacia el fondo de los barrenos, a través de un orificio central del varillaje y de aberturas practicadas en las brocas de perforación. El hueco anular entre la pared de los barrenos y el varillaje libera partículas que son evacuadas.

El sistema de barrido con agua es el más utilizado en la perforación subterránea y también sirve para suprimir el polvo. Sin embargo, generalmente causa una pérdida de rendimiento del 10 % al 20 %.

Ilustración 3. Rendimientos de la Vida Útil de los Aceros de Perforación.



Fuente: “Curso de equipos de perforación en minería subterránea-criterios de selección y optimización operativa”, por J. López, 2015

El desgaste de los aceros sucede por desconocimiento de los siguientes factores:

- Tipo de roca. La dureza, la contextura y la abrasividad de la roca determinan los parámetros de perforación.
- Equipo. La falta de mantenimiento oportuno, las fallas en las vigas y las perforadoras que no cumplen con el ciclo de mantenimiento.

- Afilado de brocas. El desgaste prematuro de los aceros y su desgaste posterior por roturas o fallas.

Brocas de Botón

Según Gonzales (2016) Las brocas roscadas de botones tienen diferentes diseños según su diámetro y uso. En las brocas normales, los botones frontales y diametrales suelen tener las mismas dimensiones, e fabrican en tamaños de 35 mm en adelante. Estas brocas se fabrican para formaciones de roca que son ligeramente abrasivas.

El componente del varillaje que realiza el trabajo de trituración es la broca, que tiene botones o placas de carburo cementado en el frente.

a. Tope en el fondo de la broca

Según Gonzales (2016) Las brocas generalmente tienen una rosca hembra en la base, con un tope que transmite energía desde el extremo 34 de la barra al frente de la broca; Algunas brocas tienen una rosca macho.

b. Orificio de barrido

Según Gonzales (2016) El agente de barrido se introduce a través del orificio de barrido de la barra y se esparce por los orificios de barrido frontales o laterales de la broca.

c. Ranuras para la evacuación del detritus

Según Gonzales (2016) Por esta razón, el frente de la broca debe tener suficiente espacio para evacuar los detritos del fondo del barreno. El detritus pasa por el frente y sale del barreno a través de ranuras fresadas en ese lado.

d. Holgura (conicidad)

Según Gonzales (2016) Para la perforación se pueda realizar de forma eficaz, la broca debe tener su mayor diámetro en el frente, lo cual contiene cierta holgura o conicidad detrás del citado frente.

e. Brocas reforzadas HD

Según Gonzales (2016) Estas brocas son adecuadas para usar en formaciones de roca con un fuerte desgaste diametral periférico porque sus botones diametrales son más grandes que los frontales.

f. Brocas retractiles

Según Gonzales (2016) El cuerpo largo, cuyo diámetro es ligeramente menor que el del frente de la broca, le da un buen efecto de guía. que ayuda a crear barrenos más rectos. Por lo tanto, si las paredes del barreno se hundan parcialmente detrás de la broca, los filos de corte dirigidos hacia atrás permiten perforar en esta dirección, lo que ayuda a extraer el tren de varillaje. Hay unas grandes ranuras en toda la longitud del cuerpo de la broca para que pueda evacuar el detritus de manera efectiva.

g. Brocas Guías

Según Gonzales (2016) Incluso en formaciones de rocas extremadamente difíciles de perforar, estas brocas, con insertos periféricos tipo bisel y un cuerpo largo, pueden perforar barrenos más rectos posibles.

h. Botones Cónicos

Según Gonzales (2016) Incluso en formaciones de rocas extremadamente difíciles de perforar, estas brocas, con insertos periféricos tipo bisel y un cuerpo largo, pueden perforar barrenos más rectos posibles.

Barrenos

a. Barra Sandvik

Según Lopez (1995) Barras Sandvik, Hay una amplia variedad de modelos disponibles para diferentes diámetros de broca. La perforadora DX700 utiliza barras T 45, mientras que la DX680 utiliza barras T45 y T51.

Tabla 2. Modelos de barras Sandvik para distintos diámetros de brocas

Modelo	Diámetro (pulg)	(mm)
R32	1 ¼	51-64
T35	1 3/8	54-57
T38	1 ½	64-76
T45	1 ¾	70-102
T51	2	89-127
T45 Tube	1 ¾	76
ST58Tube	2 ¼	89-152
ST68 Tube	2 ¾	102- 152

b. Barra Boart Longyear

Según López (1995) Barra Boart Longyear, Los diámetros estándar para sección redonda son: 29 mm - 33 mm - 46 mm -52 mm – 70 mm. Para evitar el uso de acoples y prolongar la vida útil del acero, las barras de extensión tienen roscas en cada extremo.

2.3. Definición de términos

- **Arranque:** Son los primeros taladros que se perforan, los que se cargan antes que los demás para ser chispeado y finalmente salen los primeros en la voladura para generar una mayor cara libre.
- **Burden:** La distancia entre un taladro cargado con explosivo y la cara exterior de una malla de perforación se conoce como carga. Esta distancia varía según el diámetro de la perforación, las características de la roca y el tipo de explosivo utilizado.
- **Costos directos:** Los costos directos las variables de los costos primarios en un proyecto u operación, son las inversiones en los procesos productivos de perforación, voladura y los costos de materiales e insumos, equipos.

- **Costos indirectos:** Los costos fijos se denominan costos indirectos y se consideran independientes de la producción. El costo varía según la magnitud de la producción prevista, pero no se toma en cuenta directamente la producción real.
- **Disparo soplado:** El disparo soplado en una voladura es aquella donde algunos de los taladros cargados explosionaron, pero no lograron fragmentar la roca, en la evaluación visual se observa los taladros perforados.
- **Espaciamiento:** La distancia entre los taladros cargados en la misma fila o en la misma área de influencia de la malla de perforación se conoce como espaciamiento.
- **Frente:** Un frente es el lugar donde se estacionan los perforistas y la máquina de perforación para realizar el avance respectivo mediante perforación y voladura.
- **Galería:** Es una labor horizontal con una determinada gradiente, que se ejecuta sobre el mineral o roca estéril con el objetivo de ser el acceso de personal o mineral.
- **Malla de perforación:** La malla de perforación es la geometría de la distribución de los taladros de un frente, considerando la relación del burden y espaciamiento y la dirección con la profundidad de taladros.
- **Roca:** Material sólido de origen natural que forma una parte significativa de la corteza terrestre y se compone de una combinación de minerales o solo de uno.
- **Taladro:** Herramienta aguda o cortante con que se agujerea la roca u otra cosa. Agujero practicado con esta herramienta.

- **Parámetros:** elemento o información que se considera esencial para evaluar una situación. Basándonos en los parámetros habituales, es difícil comprender esta situación.
- **Paralelismo:** Cualidad de paralelo o continuada igualdad de distancia entre líneas o planos.
- **Perforación:** La perforación es abrir en la roca huecos cilíndricos con una determinada longitud con el objetivo de alojar el explosivo y sus accesorios. La perforación se ejecuta con diferentes equipos que se basan en la percusión y rotación, con lo que se produce la trituración de la roca.
- **Voladura:** La acción y el resultado de volar algo, particularmente en la construcción y la minería, utilizando un explosivo.
- **Yacimiento:** Lugar donde se halla de forma natural un mineral, una roca o un fósil.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Si realizamos la Perforación y el Control de Aceros determinara su rendimiento en la Compañía Minera Alpayana S.A.C.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) Si realizamos la perforación comprobaremos la resistencia de los barrenos, brocas y definiremos la calidad de estos aceros en la Compañía Minera Alpayana.
- b) Si realizamos el control de los aceros en la perforación se determinará su rendimiento en la Compañía Minera Alpayana.

2.5. Identificación de las variables

2.5.1. Variable Independiente:

X: Perforación y Control de Aceros Compañía Minera Alpayana.

2.5.2. Variable Dependiente:

Y: Determinar su Rendimiento en la Compañía Minera Alpayana.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 3. Operacionalización de Variables.

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE	X: Perforación y Control de Aceros Compañía Minera Alpayana.	En la ejecución de la perforación se tienen deficiencias en los aceros como son los barrenos y brocas que, mediante un control de su rendimiento en el proceso de perforación, se obtendría datos muy importantes para establecer su adecuado uso y adquirir aceros de mejor calidad. Estos aceros generan altos costos en el proceso de perforación, más aún si se tiene efectos negativos en el ciclo de minado, resultados que hacen que el avance lineal no logre el metraje programado.	Perforación Control de Aceros	Tipo de Roca Brocas Barrenos
VARIABLE DEPENDIENTE	Y: Determinar su Rendimiento en la Compañía Minera	Cuando se ejecutan proyectos de desarrollo, preparación de frentes lineales y muchas veces los costos de perforación y voladura no son bien controlados, ello genera altos costos. Cuando se ejecutan estas labores por lo que requiere nuevos diseños para reducir los costos.	Rendimiento por Perforación Cía. Minera Alpayana	Rendimiento Vida Útil

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación

La investigación es aplicada, en el desarrollo que se realizará el estudio se encuentra en el nivel descriptivo, correlacional y experimental en los parámetros de perforación, y rendimiento de los aceros en la Compañía Minera Alpayana S.A.C.

3.2. Métodos de la investigación

De acuerdo a la naturaleza el método de investigación a emplearse en la investigación, es el método lógico inductivo y de análisis de la perforación en el control del rendimiento de brocas y barrenos, para determinar un adecuado control de los aceros en la Compañía Minera Alpayana S.A.C.

3.3. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es correlacional: se utiliza una muestra única para medir dos variables y luego se comparan estadísticamente (correlacional) utilizando un coeficiente de clasificación.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

La población de la investigación estará conformada por todos los aceros de perforación de la Compañía Minera Alpayana S.A.C.

3.4.2. Muestra

Para la muestra de la investigación se consideraron los aceros de Boart Longyear adquiridos en la Compañía Minera Casapalca S.A.C.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas

Cómo es una investigación cuantitativa se ha realizado in-situ, las técnicas empleadas para la recolección de la data son:

- La Observación
- Anotación de datos de campo
- Entrevistas al personal de la perforación
- Análisis de información documental de la data proporcionada
- Revisión de fuentes bibliográficas
- Reportes e informes del área de perforación y Voladura

3.5.2. Instrumentos

Los principales instrumentos empleados durante la investigación son:

- Métodos de Perforacion
- Informes del departamento de Ingeniería.
- Informes mensuales de los avances

- Valorizaciones y costos de ejecución
- Eficiencias de perforación y voladura

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el análisis de datos observados, la estructuración comienza organizando la información y transcripción del material. Luego, el material se analiza, apoyado en programas como Microsoft Excel para crear una base de datos y analizar las medidas de los metros lineales de ejecución, el número de taladros y los costos de perforación.

3.7. Tratamiento estadístico de datos

Se han utilizado métodos típicos de la estadística descriptiva, como calcular frecuencias absolutas y relativas, crear tablas de contingencia, gráficos de histogramas y diagramas circulares. Además de facilitar el orden y comparación de datos, nos permiten conocer los parámetros de las muestras con respecto a los nuevos parámetros obtenidos y el análisis de costos de perforación.

3.8. Orientación ética filosófica y epistémica

La tesis de investigación es original y de autoría propia, fundamentado primeramente en la ejecución de la labor y la experiencia, conservando el respeto, la responsabilidad y la ética personal, así como los valores aprendidos en el hogar.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo

Para el análisis en términos de Perforación y Control de Aceros en el método de minado de la Compañía Minera Alpayana, se evaluó tener en consideración todos los datos generales de las labores, con sus respectivos parámetros de perforación como son la sección, longitud de barra, diámetro de broca, fecha, datos de la labor, la zona y el nivel, y el equipo que será utilizado para realizar la perforación. En la siguiente Tabla se tiene los datos generales necesarios, tomado en campo como referencia para efectuar el análisis de control de aceros.

Tabla 4. Datos Generales de Campo

DATOS GENERALES	
Sección	4.5m×4m
Longitud de barra	14 pies
Diámetro de broca	51 mm
Fecha de prueba	18/04/2022
Turno	DIA
Labor	GAL. 527
Zona/Nivel	INTERMEDIA /9A
Equipo	JUMBO (J 16)

En la siguiente tabla se muestra las características de los aceros de la perforación.

Tabla 5. Características de los Aceros para la Perforación

CARACTERISTICAS DEL ACERO DE PERFORACION	
Longitud barra	14 pies
Diámetro broca	51 mm
Diámetro de broca (Rimado)	102mm

Clasificación de la Masa Rocosa

Para los propósitos de este estudio, el proceso de clasificación geomecánica de la masa rocosa implica "analizar e interpretar" la información desarrollada en la etapa de "investigación geomecánica". Esta información fue recopilada durante los trabajos de campo utilizando el sistema de "Clasificación geomecánica RMR89 de Bieniawski, Modificado por Romana, 2000".

La "picota de geólogo y el martillo de rebote" se utilizaron para estimar los valores de resistencia a compresión uniaxial de la roca. A y B, los valores del

índice de calidad de roca "RQD" se determinaron registrando volumétricamente las discontinuidades utilizando la relación propuesta por "Palmstrom". Además, para el estudio, se estimaron el coeficiente de rugosidad de juntas y la resistencia a compresión uniaxial de las paredes de discontinuidades como datos para el análisis de estabilidad estructuralmente controlado.

Como se mencionó anteriormente, en este estudio se utilizó el "Sistema de clasificación geomecánica RMR89 de Bieniawski, modificado por Romana, 2000", cuyo rango de valoración se muestra en la Tabla 04. El objetivo de utilizar este criterio de valoración es discretizar (subdividir) la masa rocosa en rangos más justos y evitar errores de "sobrestimación-subestimación" de su calidad geomecánica para tener una mejor aproximación al diseño del sostenimiento.

Tabla 6. Clasificación Geomecánica "RMR89 de Bieniawski, modificado por Romana, 2000".

TIPO DE ROCA	RANGO DE VALORACIÓN "RMR"	CLASIFICACIÓN "RMR" DE LA MASA ROCOSA
II A	71 - 80	BUENA A
II B	61 - 70	BUENA B
III A	51 - 60	REGULAR A
III B	41 - 50	REGULAR B
IV A	31 - 40	MALA A
IV B	21 - 30	MALA B
V	< 20	MUY MALA
Nota: Clasificación "RMR", modificada según la Romana 2000.		

Debido a las características morfológicas y geomecánicas de las estructuras mineralizadas involucradas en la mina, se requiere un método de minado diferente al que normalmente se utiliza, es decir, el cierre de niveles

inferiores. Esta metodología de minado combina una explotación adecuada, compatible con los criterios de seguridad y economía operativa.

De acuerdo con los factores relacionados con los métodos de minado subterráneo, el método de "retención de niveles inferiores de minado" es el que mejor se adapta a las condiciones naturales de este yacimiento. Además de las condiciones naturales del yacimiento, que son los factores importantes para elegir el método de minado desde el punto de vista técnico, también deben considerarse los aspectos operativos, como la velocidad de los ciclos de minado, la voladura controlada, el relleno y una Evaluación económica del método para asegurarse de que tenga un resultado técnico y económico viable.

Esta metodología de minado se emplea en yacimientos con competencias de cajas de calidad Regular a Buena, es decir, RMR superior a 50. donde se puede desarrollar el minado y mantener la estabilidad de la abertura durante todo el proceso de explotación.

Tabla 7. Características de la Roca

CARACTERISTICAS DE LA ROCA	
RMR	40-50
Dureza	REGULAR
Abrasividad	INTERMEDIA

Perforación

En la siguiente tabla se muestra los tiempos de la perforación efectuada por frente, estos tiempos varían de acuerdo al tipo de roca, eficiencia del equipo, eficiencia del operador y otros factores que influyen en la perforación.

N° DE TALADRO	HORA DE INICIO	LONGITUD DE LA BARRA (Pies)	TIEMPOS DE PERFORACION (DATOS DE CAMPO)						
			INICIO DE EMBOQUILLADO	INICIO DE PERFORACION	FIN DE PERFORACION	INICIO DE RECUPERACION DE BARRA	FIN DE RECUPERACION DE BARRA	INICIO DE POSICIONAMIENTO	FIN DE POSICIONAMIENTO
1	1:39:02	14	01:39:05	01:39:10	01:42:04	01:42:04	01:42:36	01:42:36	01:43:31
2			01:43:31	01:43:40	01:46:00	01:46:00	01:46:22	01:46:22	01:47:32
3			01:47:32	01:47:40	01:50:15	01:50:15	01:50:40	01:50:40	01:51:09
4			01:51:09	01:51:15	01:52:20	01:52:20	01:56:20	01:56:20	02:04:36
5			02:04:36	02:04:40	02:07:10	02:07:10	02:07:40	02:07:40	02:16:54
6			02:16:54	02:16:58	02:19:15	02:19:15	02:19:22	02:19:22	02:21:43
7			02:21:43	02:21:50	02:24:16	02:24:16	02:24:25	02:24:25	02:25:43
8			02:25:43	02:25:50	02:27:40	02:27:40	02:27:50	02:27:50	02:28:17
9			02:28:17	02:28:25	02:30:30	02:30:30	02:30:48	02:30:48	02:31:36
10			02:31:36	02:31:40	02:33:55	02:33:55	02:34:16	02:34:16	02:34:40
11			02:34:40	02:34:47	02:36:30	02:36:30	02:36:42	02:36:42	02:37:21
12			02:37:21	02:37:25	02:39:27	02:39:27	02:39:42	02:39:42	02:40:15
13			02:40:15	02:40:20	02:42:15	02:42:15	02:42:30	02:42:30	02:43:08
14			02:43:08	02:43:15	02:45:10	02:45:10	02:45:21	02:45:21	02:45:37
15			02:45:37	02:45:47	02:48:30	02:48:30	02:48:45	02:48:45	02:49:06
16			02:49:06	02:49:10	02:51:50	02:51:50	02:52:25	02:52:25	02:52:51
17			02:52:51	02:52:55	02:55:10	02:55:10	02:55:22	02:55:22	02:56:02
18			02:56:02	02:56:05	02:58:00	02:58:00	02:58:15	02:58:15	02:58:53
19			02:58:53	02:58:58	03:01:30	03:01:30	03:01:44	03:01:44	03:02:19
20			03:02:19	03:02:25	03:04:45	03:04:45	03:04:58	03:04:58	03:05:21
21			03:05:21	03:05:30	03:07:25	03:07:25	03:07:40	03:07:40	03:08:03
22			03:08:03	03:08:08	03:10:05	03:10:05	03:10:19	03:10:19	03:10:43
23			03:10:43	03:10:50	03:14:25	03:14:25	03:14:38	03:14:38	03:15:04
24			03:15:04	03:15:08	03:17:10	03:17:10	03:17:30	03:17:30	03:18:05
25			03:18:05	03:18:10	03:20:20	03:20:20	03:20:30	03:20:30	03:22:04

26		03:22:04	03:22:10	03:24:10	03:24:10	03:24:24	03:24:24	03:24:53
27		03:24:53	03:25:00	03:26:59	03:26:59	03:27:11	03:27:11	03:27:31
28		03:27:31	03:27:40	03:29:45	03:29:45	03:30:00	03:30:00	03:30:20
29		03:30:20	03:30:24	03:32:20	03:32:20	03:32:34	03:32:34	03:33:23
30		03:33:23	03:33:27	03:35:50	03:35:50	03:36:08	03:36:08	03:36:44
31		03:36:44	03:36:50	03:39:00	03:39:00	03:39:14	03:39:14	03:39:35
32		03:39:35	03:39:40	03:41:35	03:41:35	03:41:55	03:41:55	03:42:13
33		03:42:13	03:42:20	03:44:25	03:44:25	03:44:44	03:44:44	03:45:07
34		03:45:07	03:45:15	03:47:45	03:47:45	03:48:00	03:48:00	03:48:24
35		03:48:24	03:48:30	03:51:05	03:51:05	03:51:20	03:51:20	03:51:46
36		03:51:46	03:51:50	03:54:20	03:54:20	03:54:30	03:54:30	03:54:58
37		03:54:58	03:55:02	03:57:25	03:57:25	03:57:40	03:57:40	03:58:25
38		03:58:25	03:58:30	04:00:25	04:00:25	04:00:40	04:00:40	04:02:09
R1		04:02:09	04:02:15	04:09:30	04:09:30	04:10:06	04:10:06	04:10:36
R2		04:10:36	04:10:40	04:18:00	04:18:00	04:18:40	04:18:40	04:19:38
R3		04:19:38	04:19:45	04:25:00	04:25:00	04:25:32	04:25:32	

A continuación, se muestra la Tabla de tiempos de perforación efectiva trabajados en gabinete.

Tabla 8. Tiempos Efectivos de Perforación (Datos de Gabinete)

N° DE TALADRO	HORA DE INICIO	LONGITUD DE LA BARRA (Pies)	TIEMPOS EFECTIVOS DE PERFORACION (DATOS GAVINETE)				TIEMPO TOTAL	LONGITUD PROMEDIO DE TALADRO	
			EMBOQUILLADO	PERFORACION	RECUPERACION DE BARRA	POSICIONAMIENTO		METROS	PIES
1		14	00:00:05	00:02:54	00:00:32	00:00:55	00:04:26	3.20	10.49
2			00:00:09	00:02:20	00:00:22	00:01:10	00:04:01	3.20	10.49
3			00:00:08	00:02:35	00:00:25	00:00:29	00:03:37	3.20	10.49
4			00:00:06	00:01:05	00:04:00	00:08:16	00:13:27	3.20	10.49
5			00:00:04	00:02:30	00:00:30	00:09:14	00:12:18	3.20	10.49
6			00:00:04	00:02:17	00:00:07	00:02:21	00:04:49	3.20	10.49
7			00:00:07	00:02:26	00:00:09	00:01:18	00:04:00	3.20	10.49
8			00:00:07	00:01:50	00:00:10	00:00:27	00:02:34	3.20	10.49
9			00:00:08	00:02:05	00:00:18	00:00:48	00:03:19	3.20	10.49
10			00:00:04	00:02:15	00:00:21	00:00:24	00:03:04	3.20	10.49

11	00:00:07	00:01:43	00:00:12	00:00:39	00:02:41	3.20	10.49
12	00:00:04	00:02:02	00:00:15	00:00:33	00:02:54	3.20	10.49
13	00:00:05	00:01:55	00:00:15	00:00:38	00:02:53	3.20	10.49
14	00:00:07	00:01:55	00:00:11	00:00:16	00:02:29	3.20	10.49
15	00:00:10	00:02:43	00:00:15	00:00:21	00:03:29	3.20	10.49
16	00:00:04	00:02:40	00:00:35	00:00:26	00:03:45	3.20	10.49
17	00:00:04	00:02:15	00:00:12	00:00:40	00:03:11	3.20	10.49
18	00:00:03	00:01:55	00:00:15	00:00:38	00:02:51	3.20	10.49
19	00:00:05	00:02:32	00:00:14	00:00:35	00:03:26	3.20	10.49
20	00:00:06	00:02:20	00:00:13	00:00:23	00:03:02	3.20	10.49
21	00:00:09	00:01:55	00:00:15	00:00:23	00:02:42	3.20	10.49
22	00:00:05	00:01:57	00:00:14	00:00:24	00:02:40	3.20	10.49
23	00:00:07	00:03:35	00:00:13	00:00:26	00:04:21	3.20	10.49
24	00:00:04	00:02:02	00:00:20	00:00:35	00:03:01	3.20	10.49
25	00:00:05	00:02:10	00:00:10	00:01:34	00:03:59	3.20	10.49
26	00:00:06	00:02:00	00:00:14	00:00:29	00:02:49	3.20	10.49
27	00:00:07	00:01:59	00:00:12	00:00:20	00:02:38	3.20	10.49
28	00:00:09	00:02:05	00:00:15	00:00:20	00:02:49	3.20	10.49
29	00:00:04	00:01:56	00:00:14	00:00:49	00:03:03	3.20	10.49
30	00:00:04	00:02:23	00:00:18	00:00:36	00:03:21	3.20	10.49
31	00:00:06	00:02:10	00:00:14	00:00:21	00:02:51	3.20	10.49
32	00:00:05	00:01:55	00:00:20	00:00:18	00:02:38	3.20	10.49
33	00:00:07	00:02:05	00:00:19	00:00:23	00:02:54	3.20	10.49
34	00:00:08	00:02:30	00:00:15	00:00:24	00:03:17	3.20	10.49
35	00:00:06	00:02:35	00:00:15	00:00:26	00:03:22	3.20	10.49
36	00:00:04	00:02:30	00:00:10	00:00:28	00:03:12	3.20	10.49
37	00:00:04	00:02:23	00:00:15	00:00:45	00:03:27	3.20	10.49
38	00:00:05	00:01:55	00:00:15	00:01:29	00:03:44	3.20	10.49
R1	00:00:06	00:07:15	00:00:36	00:00:30	00:08:27	3.20	10.49
R2	00:00:04	00:07:20	00:00:40	00:00:58	00:09:02	3.20	10.49
R3	00:00:07	00:05:15	00:00:32		00:05:54	3.20	10.49

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Perforación Efectiva

Presentación de resultados de tiempo total de perforación efectiva de taladros con diámetro de 52 mm.

Tabla 9. Perforación Efectiva de Taladros de ϕ 52 mm

TALADROS DE ϕ 52 mm		
TIEMPO TOTAL PERFORACION EFECTIVA	143.07	Minutos
TOTAL, PIES PERFORADOS	398.69	Pies perforados
TOTAL, TALADROS	38	Taladros
TIEMPO TOTAL	02:23:04	Horas
TIEMPO DE PERFORACION (taladros/hora)	15.94	Taladros/hora
TIEMPO DE PERFORACION (minutos/taladro)	3.76	Minutos/taladro
VELOCIDAD EFECTIVA DE PERFORACION	4.73	Pies/Minuto
PIES AVANZADOS	10	pies
METROS AVANZADOS	3.05	metros
PIES PERF POR METRO DE AVANCE	130.72	p.p./m

Seguidamente se presenta los resultados del tiempo total de perforación efectiva de taladros con diámetro de 102 mm, con los cuales se efectuó el rimado.

Tabla 10. Perforación Efectiva de Taladros de ϕ 102 mm - RIMADO

TALADROS DE ϕ 102 mm - RIMADO		
TIEMPO TOTAL PERFORACION EFECTIVA	23.38	Minutos
TOTAL, PIES PERFORADOS	31.48	Pies perforados
TOTAL, TALADROS	38	Taladros
TIEMPO TOTAL	00:23:23	Horas
TIEMPO DE PERFORACION (taladros/hora)	7.7	Taladros/hora
TIEMPO DE PERFORACION (minutos/taladros)	7.79	Minutos/taladro
VELOCIDAD EFECTIVA DE PERFORACION	1.59	Pies/Minuto
PIES AVANZADOS	10	pies
METROS AVANZADOS	3.05	metros
PIES PERF POR METRO DE AVANCE	10.32	p.p./m

Resultados Estadísticos

Así mismo se presenta los resultados Estadísticos de la perforación y el rimado, como se muestra en las Tablas 11 - 12.

Tabla 11. Resultados Estadístico de la Perforación

ESTADISTICA	EMBOQUILLADO	PERFORACION	RECUPERACION DE BARRA	POSICIONAMIENTO	METROS	PIES
Media	0:00:06	0:02:13	0:00:22	0:01:05	3.20	10.49
Mediana	0:00:06	0:02:10	0:00:15	0:00:31	3.20	10.49
Moda	0:00:04	0:01:55	0:00:15	0:00:38	3.20	10.49
Máximo	0:00:10	0:03:35	0:04:00	0:09:14	3.20	10.49
Mínimo	0:00:03	0:01:05	0:00:07	0:00:16	3.20	10.49
Desviación Estándar	0:00:02	0:00:24	0:00:37	0:01:53	0.00	0.00
Varianza de la muestra	4.383E-10	7.993E-08	1.815E-07	1.711E-06	0.00	0.00
Error Típico	0:00:02	0:00:25	0:00:36	0:01:47	0.00	0.00
Nivel de confianza 95%	0:00:01	0:00:08	0:00:12	0:00:36	0.00	0.00

Tabla 12. Resultado Estadístico del Rimado

ESTADISTICA	EMBOQUILLADO	PERFORACION	RECUPERACION DE BARRA	POSICIONAMIENTO	METROS	PIES
Media	0:00:06	0:06:37	0:00:36	0:00:44	3.20	10.49
Mediana	0:00:06	0:07:15	0:00:36	0:00:44	3.20	10.49
Máximo	0:00:07	0:07:20	0:00:40	0:00:58	3.20	10.49
Mínimo	0:00:04	0:05:15	0:00:32	0:00:30	3.20	10.49
Desviación Estándar	0:00:02	0:01:11	0:00:04	0:00:20	0.00	0.00

Perforación y Voladura

Detallamos la perforación y voladura de la Zona Intermedia de Minera Alpayana:

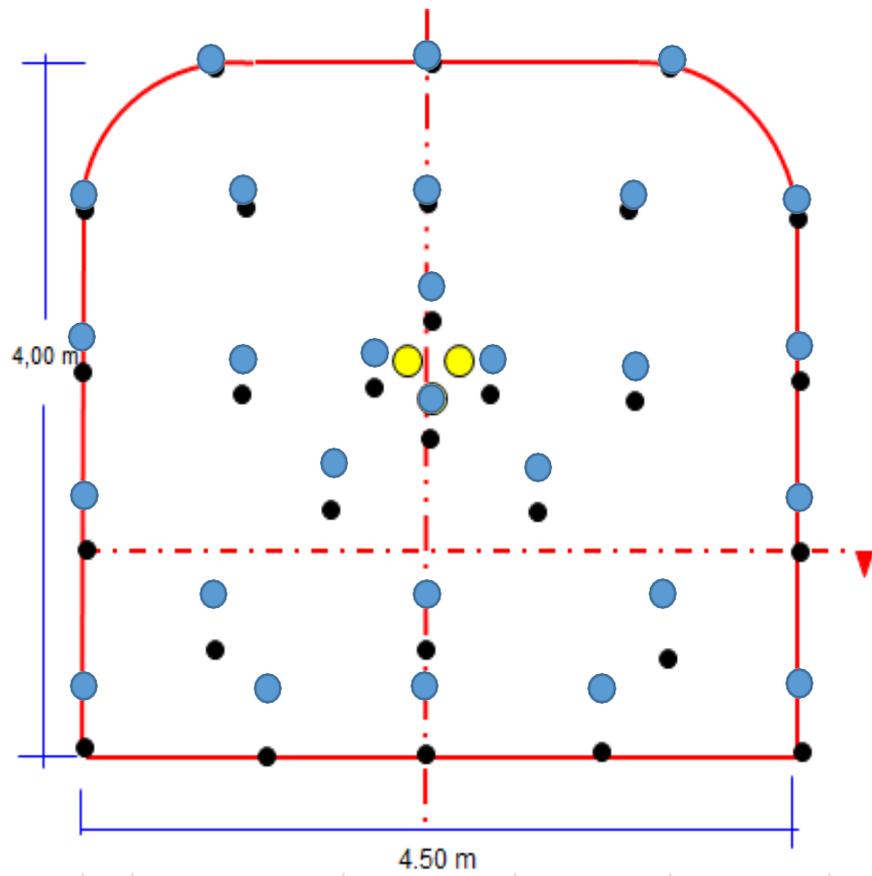
PERFORACIÓN CARGUÍO Y VOLADURA ZONA INTERMEDIA

SUPERVISOR : CHAMORRO

TURNO : Día

EQUIPO : J-16

Ilustración 4. Perforación Carguío y Voladura Zona Intermedia



En la siguiente Tabla se detalla los datos del Cruceo 539 en la zona intermedia.

Tabla 13. Datos de la Labor

DATOS DE LABOR			
Labor		XC 539	
Nivel		9	
Material		Desmante	
Peso especifico		2.5	TN/M ³
Sección	Ancho	4.5	m
	Alto	4	m

Los resultados de la perforación efectuada se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla 14. Perforación

PERFORACION		
Nº de Taladros Perforados	33	Taladros
Nº de Tal. Rimados (Alivio)	3	Taladros
Nº de taladros cargados	30	Taladros
Longitud de barra (14 pies)	4.2	m
Perforación Efectiva	3.8	m
Longitud Promedio de Taladro	3.05	m
Eficiencia de Perforación	80%	%
Metros Perforados	100.65	m
Metros Rimados	9.15	m

Ilustración 5. Asimetría del Arranque en la Perforación

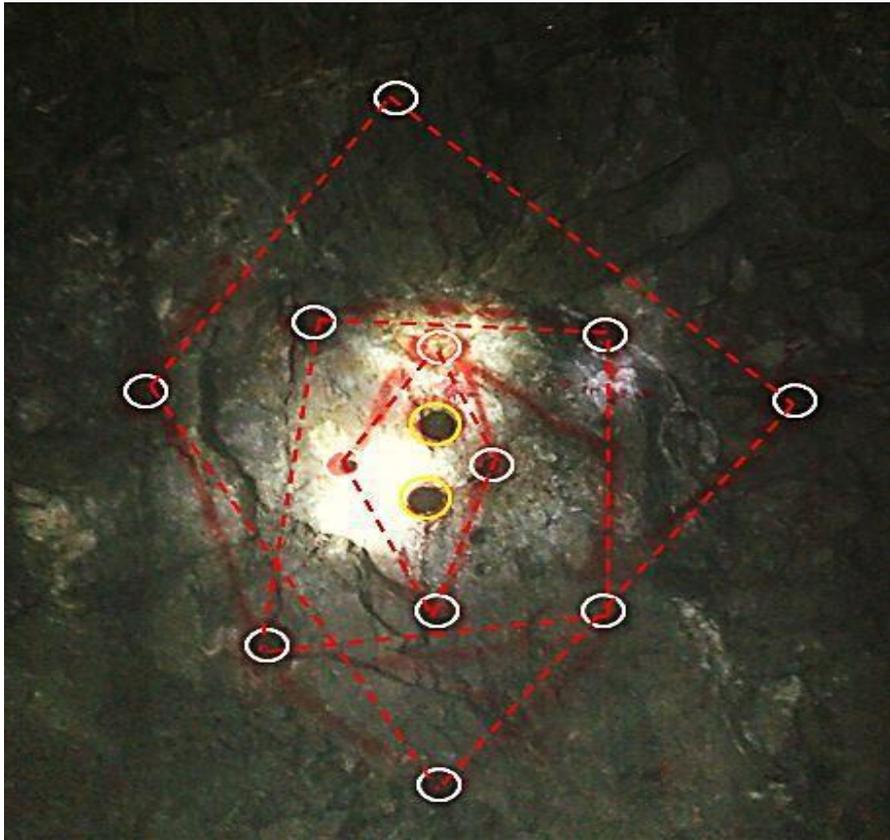


Ilustración 6. Preparando frente para realizar Voladura



Tabla 15. Voladura (I) en Campo

VOLADURA (I) EN CAMPO			
EXPLOSIVOS	Saco/Frente	Kg. /saco	Peso (Kg)
ANFO	5	25	125
EXPLOSIVOS	Cart./Frente	Kg. /Cartucho	Peso (Kg)
Emulex 80	30	0.26041667	7.8125
1 1/2" x 8"			
TOTAL EXPLOSIVO (Kg)			132.8125

Tabla 16. Cartuchos / Taladro

DESCRIPCION	N° TAL.	CARTUCHOS / TALADRO		TOTAL CARTUCHOS
		EMULEX 80 1 1/2" X 8"	ADICIONA L	EMULEX 80 1 1/2" X 8"
Arranque	4	1	0	4
Ayudas	4	1	0	4
Sobre ayuda	4	1	0	4
Cuadradores	4	1	0	4
Hastiales	4	1	0	4
Corona	5	1	0	5
Arrastres	5	1	0	5
SUB TOTAL	30	Sub total de Cartuchos		30
		<u>TOTAL CARTUCHOS</u>		30

Tabla 17. Accesorios de Voladura

ACCESORIOS DE VOLADURA		UND.
Fanel X 4m	30	pza.
Pentacord	30	m.
Carmex	2	pza.

Tabla 18. Rendimientos de la Voladura

RENDIMIENTOS DE VOLADURA		
AVANCE DEL DISPARO	2.94	m
VOLUMEN ROTO	52.92	M ³
TM ROTO	132.3	TM
KILOGRAMOS EXPLOSIVO	132.81	kg
FACTOR DE CARGA LINEAL	45.17	kg/m
FACTOR DE CARGA	2.51	Kg/m ³
FACTOR DE PERFORACION	34.23	m perf/m A
EFICIENCIA DE VOLADURA	96%	%

4.3. Prueba de hipótesis

Se realiza la prueba de la hipótesis considerando las variables Independiente y Dependiente, establecidas en el proyecto de investigación “Perforación y Control de Aceros para Determinar su Rendimiento en la Compañía Minera Alpayana S.A.C.”, y en base a este proceso se acepta la hipótesis; Si realizamos la Perforación y el Control de Aceros se determinará su rendimiento en la Compañía Minera Alpayana S.A.C.

- **H0:** Perforación y Control de Aceros en la Compañía Minera Alpayana S.A.C.
- **H1:** Determinar su Rendimiento en la Compañía Minera Alpayana S.A.C.

4.4. Discusión de resultados

Control de Aceros Cónicos (Zona Esperanza N°15; Gal 400)

Descripción:

Se realizó el control de la vida útil de los accesorios de perforación Boart Longyear (aceros cónicos) en el Nivel 15, Gal 400; llevando el control de brocas y barrenos nuevos (2 brocas de 38; 36mm y 2 barrenos de 4; 6 Pies) con plena coordinación con la contrata PROCIMINSR.

Tabla 19. Perforación y Control de Aceros

PERFORACIÓN Y CONTROL DE ACEROS	
RMR	45-50
GSI	MF/R
Tipo de Roca	Andesita con fracturas paralelas
Turno	Día
Sección	4.5 x 4
Longitud de Barreno	4Pies y 6Pies
Diámetro de Broca	38mm y 36mm

Tabla 20. Rendimiento de Acero

RENDIMIENTO DE ACERO										
ACERO	FECHA	TOTAL	ESTADO	VID A UTIL						
	02/01/2020	03/01/2020	04/01/2020	05/01/2020	06/01/2020	07/01/2020	08/01/2020	PIES PERFORADOS		
Broca 38mm	100 Pies	144 Pies	63 Pies	–	–	–	–	307	CULMINADO	280
Broca 36mm	64 Pies	49 Pies	49 Pies	33 Pies	–	–	–	195	CULMINADO	280
Barreno 4Pies	100 Pies	144 Pies	63 Pies	0 Pies	148 Pies	74 Pies	–	529	CULMINADO	700
Barreno 6Pies	64 Pies	49 Pies	49 Pies	33 Pies	45 Pies	56 Pies	68 Pies	364	CULMINADO	700

Ilustración 7. Control de broca

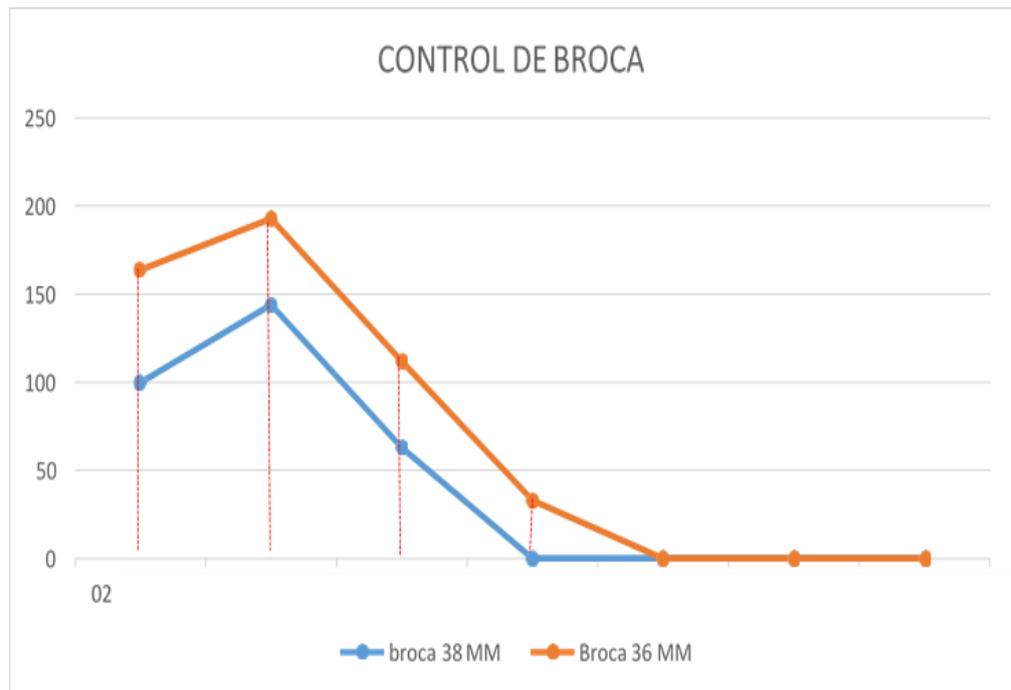


Ilustración 8. Control de barreno

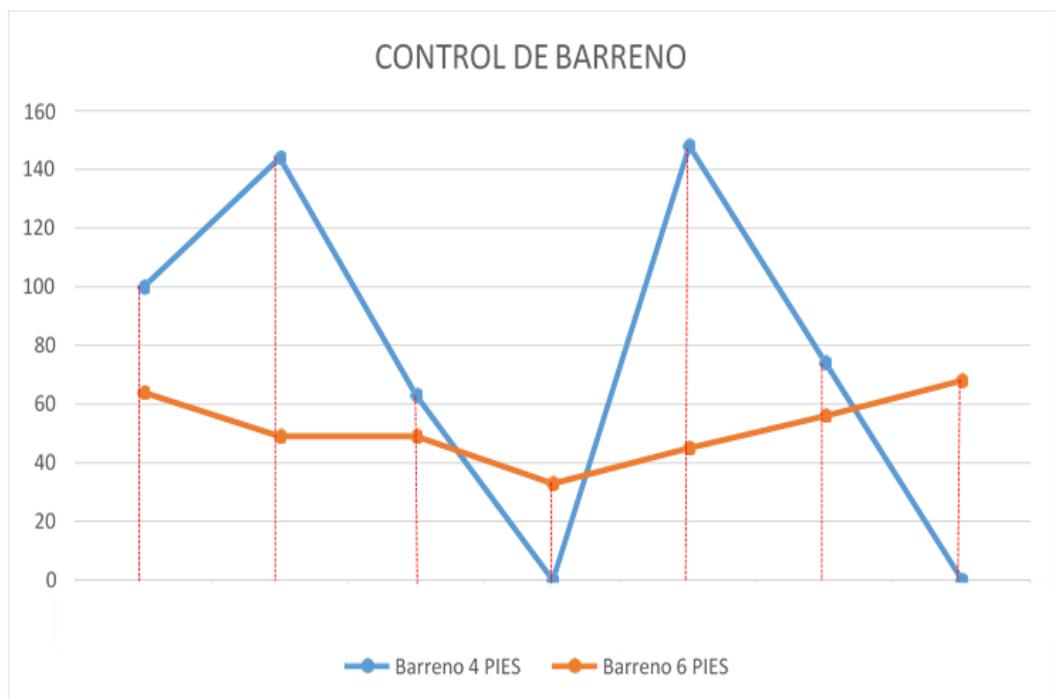


Ilustración 9. Control de brocas y barrenos en siete días

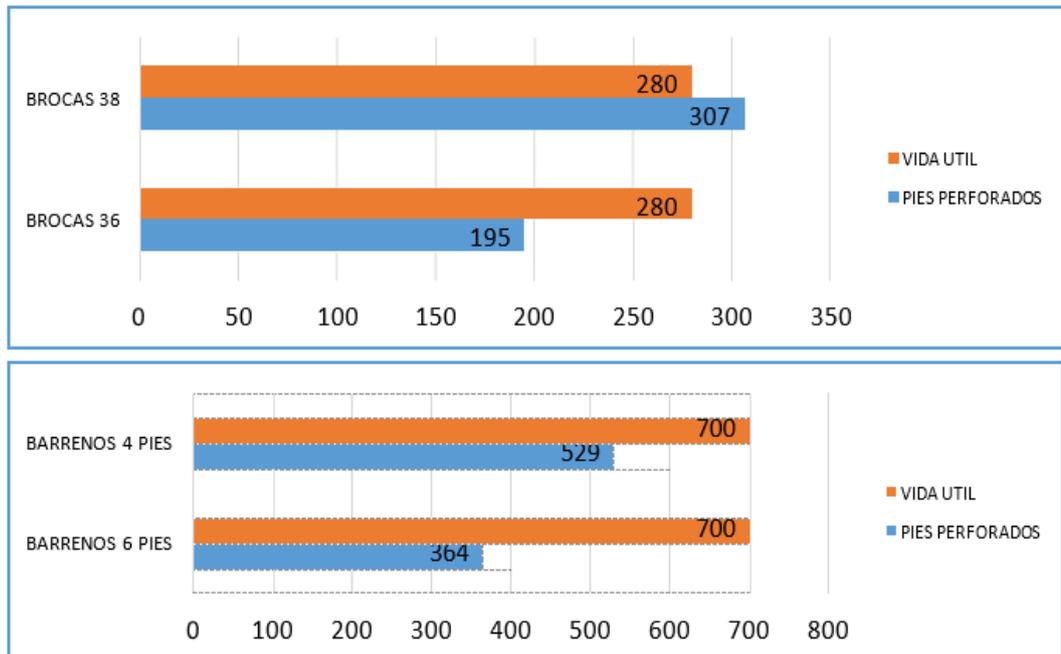


Ilustración 10. Brocas - Rimadora



Resultados

En el presente Nivel:15; Gal: 400; Zona Oroya, los pies perforados totales hasta la fecha es como sigue:

- Broca 38 MM = 307 Pies (descartado por cumplir su vida útil)
- Broca 36 MM = 195 Pies (descartado por rotura del faldón)
- Barreno 4 Pies = 529 Pies (descartado por rotura prematura)
- Barreno 6 Pies = 364 Pies (descartado por rotura prematura)

Tras realizar un control exhaustivo de 7 días, solo la broca de 38 MM alcanzó un rendimiento óptimo de 307 Pies.

El número de taladros perforados por el juego de brocas y barrenos en prueba es mínimo por guardia, por realizar trabajo simultaneo con 2 perforadoras Jack Leg (E 393 x D11d124)

La presencia de Andesita y fallas paralelas, dificultaron la perforación de los taladros del frente y sostenimiento; reduciendo la vida útil de los aceros cónicos y ocasionando un sobreesfuerzo en la rotación de la perforadora.

El rendimiento de la Broca de 36 MM fue un total 195 Pies, fracturándose el faldón o cuerpo por fallas operativas (el operador perdió el balance y doblo el barreno, ocasionando la ruptura prematura de la broca).

El rompimiento del barreno de 6 Pies se produjo por fatiga del acero ante la presencia de fallas ocasionando un sobreesfuerzo en la rotación del barreno.

Ilustración 11. Equipo de Perforacion Jumbo



Aceros Cónicos (Zona Esperanza N°16; Gal 212)

Descripción

Se realizó trabajos de muestreo de rendimiento actual de varillaje cónico, en los diferentes niveles de la zona esperanza en coordinación directa con la contrata Beta San José en el Nivel 16; Gal 212.

Tabla 21. Características del Macizo Rocosó – Zona Esperanza:

TIPOS DE ROCAS ENCONTRADAS						
NIVEL	LABOR	RMR	GSI	ESTRUCTURA MINERALIZADA	CARACTERISTICAS	OBSERVACIÓN
16	GAL 212	45-55	MF/R	Moderadas Alteraciones de Epidota cilicificada, con fracturamientos Subparalelos en dirección del avance	Presencia de humedad	Mayor desgaste en el inserto de Broca

Ilustración 12. Roca RMR 45 - 50



Tabla 22. Parámetros de Operación

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN (PSI)	JACKLEG	
	ESTÁTICO	DINÁMICO
PRESIÓN DE AGUA	40	40
PRESIÓN DE AIRE	80	70

Tabla 23. Rendimiento de Aceros Cónicos

RENDIMIENTO DE ACEROS CÓNICOS						
LABORES PERFORADA	ACEROS	RENDIMIENTO	PROMEDIO	RENDIMIENTO ESTANDAR	% DE RENDIMIENTO	ESTADO
	BROCA 38mm					
NV 16	BROCA (01)	272 Pies	275	350	79%	Rotura del Faldón o Cuerpo de Broca
GAL 212	BROCA (02)	278 Pies				Rotura del Faldón o cuerpo de Broca
	BARRENO 4Pies					
	BARRENO (01)	550 Pies	550	700	79%	Rotura del Cono del Barreno

Ilustración 13. Seguimiento a las brocas (38 mm)



- Los accesorios se descartaron por rotura del faldón o cuerpo de la broca.
- Dichos aceros alcanzaron un rendimiento promedio de 275 Pies.

Ilustración 14. Seguimiento a los Barrenos (4 Pies)



- Dichos aceros alcanzaron un rendimiento promedio de 550 Pies Perforados.
- Los accesorios se descartaron por rotura del cono del barreno.

Resultados

- El rendimiento de la broca cónica (11°):
Broca 38 mm **275 pies** perforados.
- El rendimiento del barreno integral:
Barreno 4 pies..... **550 pies** perforados.
- El descarte de las brocas fue por Rotura del cuerpo o faldón de la broca, por fatiga del acero.
El descarte de los barrenos fue por Rotura del cono y fatiga del acero.

CONCLUSIONES

- Al efectuar el control de los tiempos de perforación se pudo observar que el centralizador delantero del Jumbo (J6) no tiene el anclaje respectivo y está siendo sujetado por un pedazo de alambre, esto básicamente está causando la rotura de la barra de perforación. Así mismo el mencionado equipo está generando fuga de aceite por el conector. Por otro lado, el equipo no cuenta con el juego de llaves como lo indica el PETS.
- En la perforación de los frentes no se está controlando el paralelismo entre los taladros perforados y los hastiales.
- Cuando se marca la malla de perforación no se está controlando la precisión en el burden y el espaciamiento.
- Se observa también que los operadores de Jumbo tienen su propia malla de perforar, no se tiene una malla de perforación estándar por frente y por tipo de roca.
- Los operadores de los equipos de perforación (Jumbos), realizan el cambio de broca de 51mm cada 18 o 19 taladros perforados, y no cumplen con lo establecido ya que 6 brocas de 51mm es para 3 frentes y una broca de 102 mm para el rimado de aproximadamente 9 taladros de alivio.
- Gran parte de los operadores realizan maniobras incorrectas en la utilización de las herramientas de perforación del Jumbo, esto se traduce en desviaciones del paralelismo o daño de a algún accesorio de la perforadora (Adaptadores de Culata - SHANK).

RECOMENDACIONES

- Dado que el éxito de la perforación y voladura depende del personal, se recomienda que todos los operadores de Jumbo y cargadores reciban capacitación regularmente.
- Crear estándares de perforación para cada trabajo, como crear plantillas para ubicar los puntos de perforación exactos, especialmente para el sistema de arranque.
- Estandarizar la malla de perforación para cada labor de acuerdo al tipo de roca del frente o de la zona.
- Realizar voladura controlada en la corona de 6 cartuchos; los dos primeros cartuchos no se separan y los 4 restantes están separados a 41 cm de cartucho a cartucho para mejorar el confinamiento. • Utilice tubos de PVC, cinta aislante y tacos de arcilla.
- El personal debe recibir capacitación sobre cómo afilar correctamente las brocas. Para un adecuado manejo de los aceros se debe cumplir con lo siguiente:
 - La velocidad de penetración aumentada nos brinda una mayor eficiencia, ya que podemos realizar más taladros al mismo tiempo y obtener un mejor rendimiento de los aceros.
 - La mayor vida útil de los aceros de perforación nos permite ahorrar dinero al perforar más metros con el mismo acero.
 - Más taladros perforados, mayor velocidad de penetración.
 - Reduce los niveles de esfuerzo en los aceros y el equipo de perforación, evita el desgaste prematuro de los componentes de la máquina perforadora.
 - Al elegir una broca, considere las recomendaciones de los operadores de Jumbo porque los usan todos los días.
- Para mantener el paralelismo y reducir la desviación, considere los siguientes parámetros.
 - Posicionamiento del Equipo de Perforación.

- Emboquillado.
 - Perforación.
 - Avance
 - Rotación
- Se recomienda el uso constante de los datos del Área de Geomecánica en el diseño de una mejor malla de perforación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ames Lara, Víctor Alejandro. (2008).** Diseño de las Mallas de Perforación Voladura Utilizando la Energía Producida por las Mezclas Explosivas. Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Ingeniería: lima.
- Anda Hernández Lidia Araceli. (2005).** Contabilidad de costos. Libro de texto, Instituto Politécnico Nacional Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativa Escuela de Contaduría y Administración de la Universidad Latinoamericana.
- Artigas Z., María T. (2011).** Diseño de patrones de perforación y voladura, para normalizar la fragmentación del material resultante de la mina choco 10 empresa PMG S.A. el callao, estado bolívar. Tesis de grado, Universidad Central de Venezuela: Caracas.
- Camac Torres, Alfredo. (2008).** voladura de rocas. texto guía: puno. Calvin J. Konya. (2000). Diseño de Voladuras. Ediciones cuicatl: México. Condori Zambrano, Exaltación. (2010). Diseño de construcción de rampa subterráneo, para cortar los mantos inferiores del nivel I mina Ana María- Rinconada. Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano: Puno.
- Clemente Ygnacio, Tomas y Clemente Lazo, José. (2009).** Análisis de costos de operación en minería subterránea y evaluación de proyectos mineros. Texto, Huancayo: Edición grafica industrial E.I.R.L.
- Cruz Lezama, Osain. (2007).** Control de costos para supervisores, texto guía- Guayana.
- Chambergu Guillermo, Isidro. (2011).** Sistema de costos. Texto, Universidad Inca Garcilaso de la Vega: Lima.
- Chambi Flores, Alan. (2011).** Optimización de Perforación y Voladura en la Ejecución de la Rampa 740 – unidad VINCHOS – VOLCAN S.A.A. Cerro de Pasco. Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano: Puno.
- Durant Broden, Jorge. (2014).** Ingeniería de costos, Texto Guía: Puno. Exsa. (2001). Manual práctico de voladura, Texto, cuarta edición: Perú.
- Fernández Sotelo, Ricardo Julio. (2012).** Voladura para la instalación de ductos enterrados. Tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería: Lima.
- Jiménez Mujica, Ana Guadalupe. (2006).** Diseño y cálculo de la voladura de una galería. Tesis de grado, Universidad Michoacana de San Nicolás de hidalgo: Morelia mich.

Leopoldo Varela, Alonso. (2009). Ingeniería de costos teoría y práctica en construcción.
Texto guía, Universidad Nacional de México: México.

Jáuregui Aquino, Oscar Alberto. (2009). Reducción de los Costos Operativos en Mina,
mediante la Optimización de los Estándares de las operaciones unitarias de
Perforación y Voladura. Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú:
Lima.

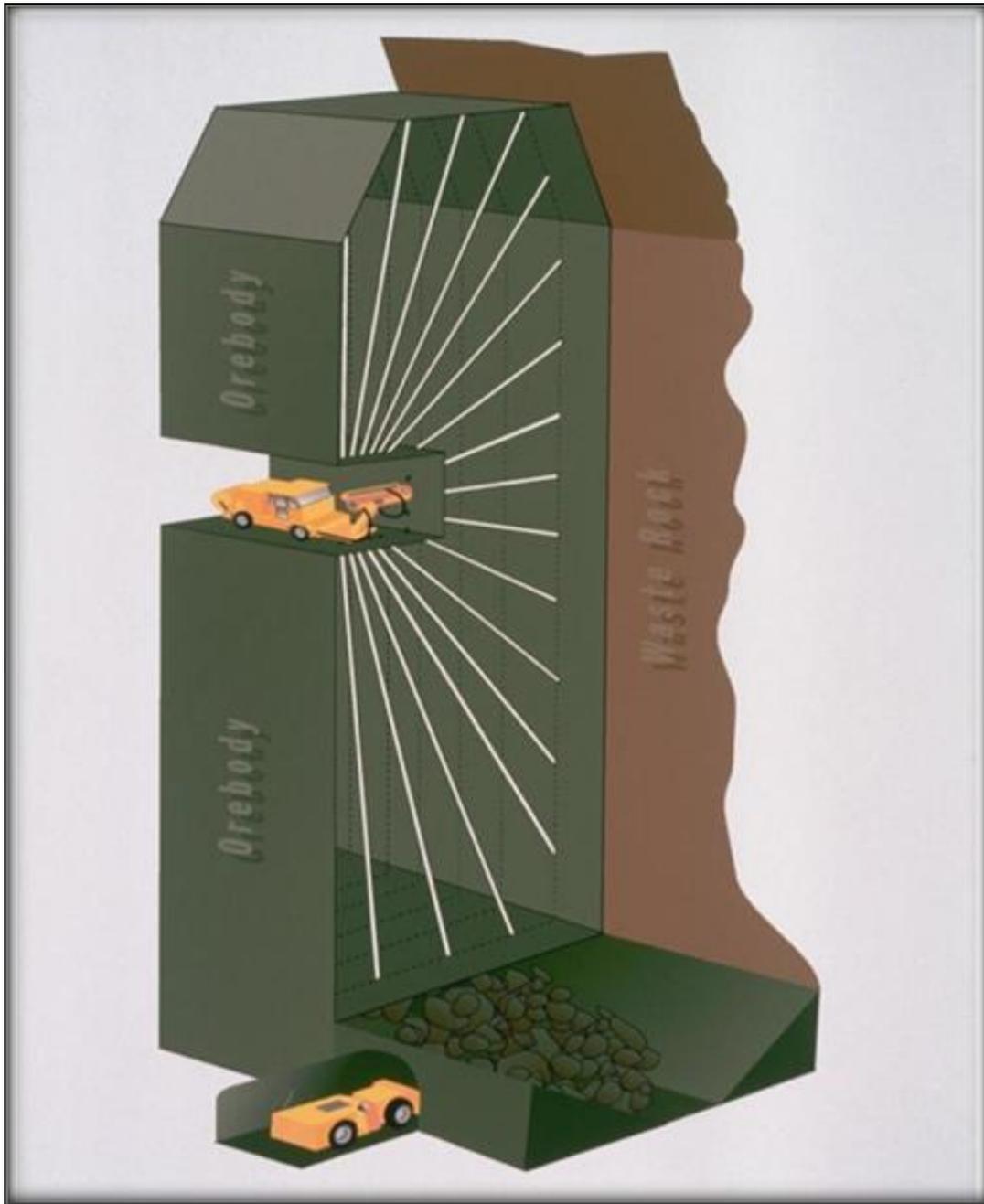
Loza Carazas, Robert Antonio. (2013). Aplicación del método de Holmberg para el
mejoramiento de la malla de voladura en la empresa minera aurífera retamas S.A.
Tesis de grado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann: Tacna.

ANEXOS

Anexo I. Matriz de Consistencia

TÍTULO: Perforación y Control de Aceros para Determinar su Rendimiento en la Compañía Minera Alpayana S.A.C.						
Tesista: Bach. José Alberto ANDRÉS CHAVEZ						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO Y NIVEL DE INVEST
<p>GENERAL: ¿Es posible realizar la Perforación y el Control de Aceros para Determinar su rendimiento en la Compañía Minera Alpayana S.A.C.?</p> <p>Problemas Específicos: A. ¿Al realizar la perforación se podrá comprobar la resistencia de los barrenos, brocas y definir la calidad de estos aceros en la Compañía Minera Alpayana? B. ¿Al realizar el control de los aceros en la perforación determinaremos su rendimiento en la Compañía Minera Alpayana?</p>	<p>GENERAL: Realizar la Perforación y el Control de Aceros para Determinar su rendimiento en la Compañía Minera Alpayana S.A.C.</p> <p>Objetivo Específicos A. Realizar la perforación para comprobar la resistencia de los barrenos, brocas y definir la calidad de estos aceros en la Compañía Minera Alpayana B. Realizar el control de los aceros en la perforación para determinar su rendimiento en la Compañía Minera Alpayana.</p>	<p>GENERAL Si realizamos la Perforación y el Control de Aceros determinara su rendimiento en la Compañía Minera Alpayana S.A.C.</p> <p>Hipótesis específicas A. Si realizamos la perforación comprobaremos la resistencia de los barrenos, brocas y definiremos la calidad de estos aceros en la Compañía Minera Alpayana. B. Si realizamos el control de los aceros en la perforación se determinará su rendimiento en la Compañía Minera Alpayana.</p>	<p>INDEPENDIENTE X: Perforación y el Control de Aceros .</p> <p>DEPENDIENTE: Y: Determinar su rendimiento en la Compañía Minera Alpayana</p>	<p>Perforación</p> <p>Control de Aceros</p> <p>Compañía Minera Alpayana</p>	<p>Tipo de Rodca</p> <p>Brocas</p> <p>Barrenos</p> <p>Rendimiento</p> <p>Vida Util</p>	<p>TIPO: Aplicada.</p> <p>NIVEL: Evaluativa.</p>

Anexo 2. Método de Explotación Corte y Relleno Mecanizado



Anexo 3. Panel Fotográfico.

Foto 001: Equipos de la Minera Alpayana

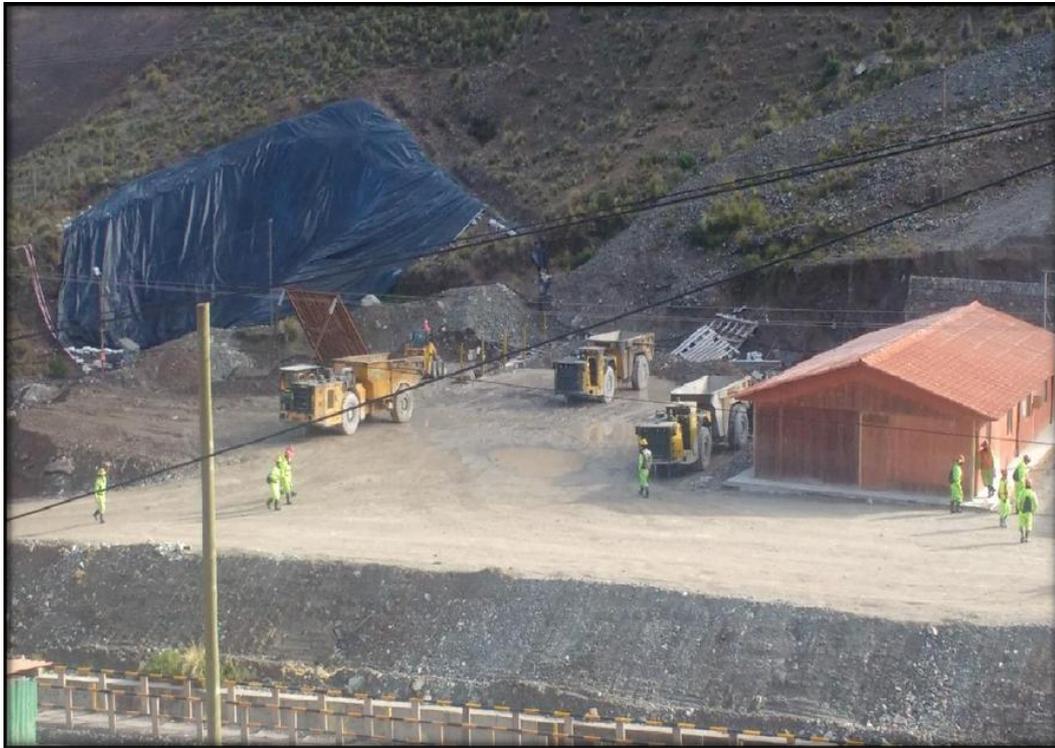


Foto 002: Uso adecuado de EPPs



Foto 003: Ventana hacia la rampa L-120 (Zona La Oroya) NV - 17



Foto 004: Garita de Control de personal, Zona la Oroya



Foto 005: *Campaña de Capacitación cuidemos nuestras manos*



Foto 006: *Ingreso principal a la mina Alpayana (Casapalca)*

