

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



T E S I S

**Nuevo diseño de malla de perforación y voladura en las vetas de Socorro 3
para mejorar los parámetros de explotación de la unidad de producción**

Uchucchacua.

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Gunther Edison SOLIS EGUSQUIZA

Asesor:

Ing. Toribio GARCIA CONTRERAS

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

**Nuevo Diseño de Malla de Perforación y Voladura en las Vetas de Socorro 3
para Mejorar los Parámetros de Explotación de la Unidad de Producción
Uchucchacua.**

Sustentada y Aprobada ante los miembros del Jurados:

Mg. Vicente Cesar DÁVILA CORDOVA

PRESIDENTE

Mg. Luis Alfonso UGARTE GUILLERMO

MIEMBRO

Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA

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: 19.06.2024 07:47:37 -05:00



INFORME DE ORIGINALIDAD N° 020-2024

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. Gunther Edison SOLIS EGUSQUIZA

Escuela de Formación Profesional
Ingeniería de Minas

Tipo de trabajo:

Tesis

Título del trabajo

“Nuevo Diseño de Malla de Perforación y Voladura en las Vetas de Socorro 3 para Mejorar los Parámetros de Explotación de la Unidad de Producción Uchucchacua”

Asesor:

Ing. Toribio GARCIA CONTRERAS

Índice de Similitud: **30%**

Calificativo

APROBADO

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

Cerro de Pasco, 19 de junio de 2024.

Sello y Firma del responsable
de la Unidad de Investigación

DEDICATORIA

A todos aquellos que han acompañado en este camino, en especial a mis padres.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Alma Mater de mi formación profesional, y a los Ingenieros de la empresa minera Uchucchacua por la orientación y apoyo constante en mi tesis.

RESUMEN

Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., tiene como objetivo reducir sus costos en sus operaciones, en este propósito permite la realización del presente proyecto de investigación con la finalidad de diseñar una malla de perforación y voladura para la aplicación del método de explotación en tajeos con la técnica del circado en vetas angostas en una roca de $RMR < 50$ (Según la clasificación de Bieniawski, 1989). La necesidad de hacer un diseño óptimo de la malla de perforación nace cuando por medio de un estudio geomecánico y un análisis numérico de que las vetas son muy angostas y se llega a la conclusión principalmente la utilización de voladura controlada, para nuestro diseño de malla dado que la caja piso presenta un $RMR = 34$, la caja techo 41, es decir rocas tipo IV, III (Según la clasificación de Bieniawski, 1989). Ahora por medio del modelo de Pearse se realizan simulaciones para el cálculo de carga, vital en la elaboración de la malla, para después por medio de otras simulaciones de carguío se llega a la forma ideal de realizar el carguío de los taladros. así mismo se realiza un análisis de indicadores técnicos obtenidos al aplicar la malla de perforación y voladura diseñada, además se hace una comparación de los indicadores al utilizar el método de circado con el estándar de la malla. para después por medio de otras simulaciones de carguío se llega a la forma ideal de realizar el carguío de los taladros. Finalmente se realiza un análisis de indicadores técnicos obtenidos al aplicar la malla de perforación y voladura diseñada, así mismo se hace una comparación de los indicadores al utilizar el método de circado con el estándar de la malla propuesto.

Palabras claves: Malla de Perforación, Vetangostas, Parámetros de Explotación.

ABSTRACT

Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., aims to reduce its costs in its operations, with this purpose it allows the realization of this research project with the purpose of designing a drilling and blasting mesh for the application of the exploitation method in pits with the technique of the circling in narrow veins in a rock with $RMR < 50$ (According to the classification of Bieniawski, 1989). The need to make an optimal design of the drilling mesh arises when, through a geomechanical study and a numerical analysis, the veins are very narrow and the conclusion is reached, mainly the use of controlled blasting, for our given mesh design. that the floor box has an $RMR = 34$, the roof box 41, that is, type IV, III rocks (According to the classification of Bieniawski, 1989). Now, through the Pearse model, simulations are carried out to calculate the load, vital in the elaboration of the mesh, and then through other loading simulations the ideal way to carry out the loading of the drills is reached. Likewise, an analysis of technical indicators obtained by applying the designed drilling and blasting mesh is carried out, and a comparison of the indicators is made when using the circling method with the mesh standard. Then, through other loading simulations, the ideal way to load the drills is reached. Finally, an analysis of the technical indicators obtained by applying the designed drilling and blasting mesh is carried out, and a comparison of the indicators is also made when using the circling method with the proposed mesh standard.

Keywords: Drilling Mesh, Narrow Veins, Exploitation Parameters.

INTRODUCCION

Compañía de Minas Buenaventura Lincuna S.A. a través del departamento de Geomecánica ha realizado el estudio geomecánico integral de la mina. Mediante este proceso se define que una voladura contaminada es cuando se combinando el mineral y desmonte, generando dilución del mineral. Por lo tanto, se genera una pérdida de tiempo y una pérdida económica. Se plantea la siguiente formulación del problema ¿Es posible mejorar los parámetros de explotación con un nuevo diseño de malla de perforación y voladura en vetas angostas en la unidad de producción Uchucchacua? La investigación presenta una justificación práctica, ya que permitió contrarrestar el problema relacionado al aumento de dilución, pues esta generaba baja utilidad, por lo que al evaluar una solución del problema se aumenta la valorización de la empresa minera. Para los objetivos de la investigación se establecieron los siguientes. Como objetivo general se tiene, Mejorar los parámetros de explotación con un nuevo diseño malla de perforación y voladura en vetas angostas de unidad producción Uchucchacua; Mejorar y optimizar el factor de potencia con el nuevo diseño de malla de perfección y voladura reduciendo la sobre excavación de las vetas angostas con el nuevo diseño de malla de perforación y voladura en la unidad.

Así mismo la optimización de la perforación y voladura en los tajos es para la reducción de costos directos e indirectos de producción y del sostenimiento, obteniéndose mayor seguridad y estabilidad del macizo rocoso, controlar la sobre rotura, y lo más primordial controlar la dilución. La modificación e implementación de las mallas de perforación y voladura para los tajeos de producción, cumpliendo las recomendaciones dadas por el departamento de geomecánica.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION

INDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la Investigación.....	2
1.2.1. Ubicación.....	2
1.2.2. Accesibilidad.	3
1.2.3. Geología regional	3
1.2.4. Geología Estructural	5
1.2.5. Geología Económica	6
1.3. Formulación del problema	9
1.3.1. Problema general	9
1.3.2. Problemas específicos	9
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
--	----

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio	12
2.2. Bases Teóricas - Científicas.....	15
2.2.1. Diseño de Malla de perforación para tajos	15
2.2.2. Técnica de Circado	17
2.2.3. Dilución del mineral	18
2.2.4. Perforación	19
2.2.5. Variables controlables en Perforación.....	20
2.2.6. Voladura	23
2.2.7. Variables Controlables de Voladura.....	23
2.2.8. Explosivo emulnor.....	29
2.2.9. Factores que provocan la sobre excavación	31
2.2.10. Parámetros en el Diseño de Malla de Perforación y Voladura.....	32
2.3. Definición de Términos Básicos	38
2.4. Formulación de Hipótesis	40
2.4.1. Hipótesis general	40
2.4.2. Hipótesis Específicos.....	40
2.5. Identificación de las Variables	40
2.5.1. Variable Independiente:.....	40
2.5.2. Variable Dependiente:	40
2.6. Definición Operacional de Variables e Indicadores	41

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación.....	42
3.2. Diseño de investigación	42
3.3. Métodos de la Investigación.	42
3.4. Diseño de la Investigación	43
3.5. Población y Muestra.....	43
3.5.1. Población	43
3.5.2. Muestra	43
3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	43
3.6.1. Técnicas	43
3.6.2. Instrumentos.	44
3.7. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.....	45
3.8. Tratamiento Estadístico.....	45
3.9. Orientación Ética Filosófica y Epistémica.....	45

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	46
4.1.1. Malla de perforación existente para tajeos	46
4.1.2. Evidencia de resultados con la malla existente	47
4.2. Presentación, Análisis e Interpretación de Resultados.....	52
4.2.1. Diseño Optimo de la Malla de Perforación	52
4.2.2. Malla de perforación y voladura propuesto en tajeos.....	53
4.3. Prueba de Hipótesis.....	57
4.4. Discusión de Resultados	57

4.4.1. Resultados luego de la implementación de la Malla de Perforación en zigzag	57
4.4.2. Cuadros comparativos de resultados vs línea base.....	63
4.4.3. Trabajos de sensibilización e implementación	65
4.4.4. Pasos a seguir desde la Perforación hasta la Voladura.....	65

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Parámetros perforación.....	20
Ilustración 2. Parámetros Geométricos Controlables	22
Ilustración 3. Generación d agrietamientos y proyección de rocas	23
Ilustración 4. Proceso de detonación para un explosivo cilíndrico	25
Ilustración 5. Medición de la energía bajo el agua.....	26
Ilustración 6. Sistema de iniciación.....	29
Ilustración 7. Emulnor® 1000 y 3000	30
Ilustración 8. Diseño de anterior malla de perforación.	46
Ilustración 9. Análisis del radio de influencia trazo alternado	47
Ilustración 10. Evidencia del factor de potencia por labores como línea base.....	48
Ilustración 11. Evidencia resultados de la dilución por labores como línea base	50
Ilustración 12. Evidencia resultados de la sobre rotura por labores como línea base	52
Ilustración 13. Perforación en Realce de Tajeos con barreno de 5'	53
Ilustración 14. Diseño de malla de perforación en Zic-Zag para Roca Tipo III – barreno 5 pies.....	54
Ilustración 15. Esquema de carguío para 5 pies - Roca Tipo III	55
Ilustración 16. Diseño de malla de perforación en Zic-Zag para roca tipo 4 – barreno 5 pies	55
Ilustración 17. Esquema de carguío para 5 pies - Roca Tipo IV	56
Ilustración 18. Evidencia de resultados del factor de potencia con la nueva malla implementada	59
Ilustración 19. Evidencia de resultados de la dilución con la nueva malla implementad	61

Ilustración 20. Evidencia de resultados de la sobre rotura con la nueva malla
implementada63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de la energía.....	26
Tabla 2. Eficiencia de los Explosivos.....	27
Tabla 3. Características técnicas de los explosivos	28
Tabla 4. Características técnicas del Emulnor 1000 y 3000.....	30
Tabla 5. Tipo de Emulnor® para tipo de roca.....	31
Tabla 6. Operacionalización de Variables.....	41
Tabla 7. Seguimiento a las labores para evidenciar el factor de potencia como línea base	48
Tabla 8. Seguimiento a las labores para evidenciar la dilución como línea base.....	49
Tabla 9. Seguimiento a las labores para evidenciar la sobre rotura como línea base.....	51
Tabla 10. Clasificación de tipos de roca.....	53
Tabla 11. Distribución de carga explosiva por taladro – Roca Tipo III – 5 pies.....	54
Tabla 12. Distribución de carga explosiva por taladro – Roca Tipo IV – 5 pies	56
Tabla 13. Seguimiento a las labores para evaluar el factor de potencia con la nueva malla de perforación.....	58
Tabla 14. Seguimiento a las labores para evaluar la dilución con la nueva malla de perforación.....	60
Tabla 15. Seguimiento a las labores para evaluar la sobre rotura con la nueva malla de perforación.....	62

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

La Dirección General de Contabilidad Pública, en su diagnóstico realizado sobre la falta de depuración y sinceramiento contable en el sector público, indica:

Una explotación minera es altamente potencial que va cambiando rápidamente con nuevas técnicas y métodos, que está actualizando permanentemente. Hay que considerar los costos de los metales son variables disminuyen o aumentan en la perspectiva de mediano plazo por esta razón los procesos de minado tienen una alta presión para menorar los costos en todo trabajo de minería. Uno de los factores de la extracción de minerales es principalmente de innovar nuevas tecnologías y liderazgo. Cada yacimiento de minerales tiene su propia característica en cuanto a la geología, leyes, etc. Todos los métodos de explotación en minería son aplicadas y típicas para cada yacimiento.

En la unidad de producción Uchucchacua, empresa minera Buenaventura S.A., entre su programa anual y a mediano plazo su perspectiva es de una mejora constante, los ciclos de mejoramiento en la perforación y voladura en cada tajeo es un proceso continuo a responsabilidad de los supervisores con el objetivo de mejorar los resultados de la perforación y voladura, en el sostenimiento, acarreo y transporte una reducción de costos directos e indirectos de producción; un rediseño de la malla de perforación y voladura en los tajos se ejecutan acuerdo al planeamiento del área de geomecánica, se programa el análisis permanente con el objetivo de identificar características impropias para que luego se pueda mejorar.

Así mismo uno de los problemas principales es la dilución del mineral debido a la sobre rotura, se identifica un mal diseño de malla de perforación, carga explosiva inadecuada e incumplimientos a todos los parámetros de perforación y voladura como: la altura de piso de perforación, no utilizan guidores, no controlan el paralelismo de los taladros, no pintan la malla de perforación, poco y/o exceso de carga explosiva, etc.

Por todos estos parámetros que no son controlados en este proceso se ha realizado la investigación pertinente para mejorar los parámetros de explotación en las vetas de socorro 3 que actualmente se obtiene en la unidad de producción Uchucchacua.

1.2. Delimitación de la Investigación

1.2.1. Ubicación

El Trabajo de Investigación se desarrolla en la unidad de producción Uchucchacua, ubicada en:

Distrito: Oyón

Provincia: Oyón

Región: Lima

1.2.2. Accesibilidad.

Cuenta con dos accesos para poder llegar la zona de producción desde la capital de Lima.

Se tiene dos vías para llegar a la unidad minera;

- Uno de los accesos está conformado por el tramo Lima - Huacho de 153 km, sigue luego de Huacho a Sayán de 46 km., finalmente por una ruta afirmado Sayan a Churín de 60 Km. y Churín a Uchucchacua de 64 km.; totalizando 324 km.
- El otro acceso es el que parte de Lima, la Oroya y Cerro de Pasco en un total de 272 km. carretera asfaltada y de Cerro de Pasco a Uchucchacua de 69 km. afirmado, haciendo un total 341 km.

1.2.3. Geología regional

Las rocas predominantes en la geología regional están conformadas por las sedimentarias del cretácico, conjuntamente se encuentran los volcánicos terciarios, asimismo acompañando a las anteriores se tienen dos tipos de intrusivos. En el contorno se observa depósitos aluviales y morrenicos.

Sedimentarios

- a.1. Conjunto Goyllarisquizga. Se encuentra en la laguna Patón y entre Chacua, al Nor Oeste y Sur Este de la mina, ocupa más o menos el 50% de la zona observada; entre ellos se diferencian cinco unidades del cretáceo inferior.
- a.2. Conjunto Machay.

- a.2.1.- Grupo Pariahuanca. conformado de un espesor de 50 m. de un paquete solido en calizas grises; afloran al NW con referencia a la laguna Patón. Se le nombra como al aptiano superficial.
- a.3.-Grupo Jumasha. Paquete de una secuencia de calizas gris claro en zona intemperizada y gris oscuro en falla fresca. Conforman la masiva unidad calcárea Central; se particionan en tres miembros contorneados por solidos bancos delgados de calizas margosas.
- a.4.-Grupo Celendin. Es la zona alternativa de calizas grises, margas blancas y lutitas calcáreas, que se superponen en concordancia con el Jumasha. Se ha encontrado dos miembros entre el coniaciano y santoniano.
- a.5.-Grupo Casapalca. Contornea ligeramente en discordancia con el Celendin y está conformado por lutitas, conglomerados rojizos y areniscas, en ocasión mediante horizontes lenticulares de calizas grises. Su afinidad y constante erosión permitió la formación de zonas llanas tal como se tiene en Cachipampa. Se le considera una potencia de 1,000 m. con una antigüedad del post-santoniano.

Volcánicos

- b.1.-Volcánicos Calipuy. Se ubican discordantemente parte del grupo Casapalca que forma un conjunto de derrames andesíticos y piroclásticos con edad terciaria. Con una potencia estimada en 501 m. y superficie con orientación al Norte de Uchucchacua.

Intrusivos

Los Pórfidos de calcita conforman stocks con una extensión de 31 m. de diámetro, asimismo se cuenta con diques y apófisis de calcita discordantes irregularmente en la zona occidental del valle, diluyendo a las dacitas Jumasha-

Celendin esencialmente en las zonas de Carmen, Socorro y Plomo pampa; el intrusivos conforman aureolas inestables con metamorfosis de contacto en las dacitas.

Cuaternario

d.1.- Grupo Morrénico. A niveles mayor de 3,801 m.s.n.m. la zona sufrió los cambios de la glaciación pleistocénica, que formo los valles en “U” donde en el fondo de laderas se depositan las morrenas que en muchos casos aprisionaron el hielo fundido, cercano a la laguna Patón. Asimismo, en Cachipampa las morrenas muy extensas cubren todas las capas rojas; los depósitos son formados por un grupo pobre de clasificación de cantos rodados con solidos de grano fino a grueso todos con ángulos y estrías.

1.2.4. Geología Estructural

Esta representado por un cambio de la placa oceánica que es parte de la placa continental, que ha conformado sistemas comprensivas y distensivas comprendidas en los cambios de los Andes. La representación de este fenómeno se puede notar en todos los detalles estructurales de variada dimensión, cambiando a las rocas sedimentarias del área de Uchucchacua. La representación estructural es muy importante.

Pliegues

Los sistemas comprensivos se han plegado todos los sedimentos cretácicos conformando el sinticlinal de Cachipampa, en una dirección NW a SE con una inclinación al flanco occidental. Subyacente a la zona del sinclinal de Cachipampa, se solidifica la base de la mineralización de todo el yacimiento. Dentro de ellas, también se encuentra presente la veta Gina Socorro junto a la zona Socorro.

Minas y Fracturamientos

Minas del área de Socorro

Esta zona ha sido cambiada por numerosas mineralizaciones en varias etapas, las de mayor dimensión son perpendiculares al plegamiento. Como el caso de la zona Socorro que es una zona de gran dimensión y fue el que origino al solido de Leticia. Las Menas más importantes son:

Mancacuta, Uchucchacua, Cachipampa, Socorro y Patón.

Fracturamiento del área de Socorro

Esta zona tiene una gran importancia y relación en su formación del fallamiento esencial en toda la estructura de la región, representa una gran importancia económica, en gran parte es conformado por la mena Socorro; varias son menas, otras son fallas con tensiones de limitada longitud. Estas son una variedad de diferentes dimensiones, se han producido por actividad hidrotermal.

La mena Socorro en área representa una longitud muy amplia con un aproximado 2501 m. conformado por vetillas irregulares de dacita, acompañado de óxidos de manganeso y fierro.

1.2.5. Geología Económica

La zona de Socorro formado por un depósito hidrotermal hipogénico con presencia de relleno de las fallas y vetas, todos estos fueron los descurrimientos de circulación y cambio meta somático con alteraciones de diferentes minerales que formaron los cuerpos del yacimiento.

Los minerales económicos de la mena Socorro es esencialmente la Plata, que se encuentra acompañado con el Zinc y plomo. También se puede observar una gran cantidad de minerales de ganga que tienen una rara formación como es el caso sulfuro de Manganeso.

Recursos Minerales

La zona de la mena Socorro se reconoce a partir de la superficie. En la parte superior se exploró, preparo y exploto todo el cuerpo mineralizado. Asimismo, por los proyectos ejecutados y la información de los sondeos diamantinos se tuvo que profundizar la Rampa 625 hacia el tajo 6670 – 4 expandiendo toda la mena Socorro con sílices, alabandita y arcillas con óxidos.

Afloramientos

La mena Socorro en toda la zona tiene una extensión de 2400 metros y se encuentra acompañado con relleno mineral de caliza masiva, con óxidaciones de Fe, Mn. y caliza recristalizada.

Mineralogía.

La minerales de la mena Socorro y vetilla Gina Socorro es complicada, con una gran diversidad de minerales tanto de minerales y de ganga, entre ellos se puede mencionar:

Mena. Marmatita, Esfalerita, Proustita, Pirargirita, Chalcopirita, Jamesonita,.

Ganga. Pirita, Alabandita, Rodocrosita, Calcita, Estibina, Oropimente, Rejalgar.

Minerales

- **Paragénesis**

En los cuerpos de reemplazamiento como la Mina Socorro y veta Gina Socorro se sugiere una primera etapa rica en Fe-Mn-Zn con predominancia de sulfuros de Fe, sobre ella precipita un periodo de Mn-Cu, el cobre siempre en cantidades subordinadas. La siguiente etapa marca la asociación Mn-Fe,

con abundancia de silicato de Mn; finalmente la mineralización de plata rojas con algo de calcita, estibina y rejalgar tardíos.

Tipo de Minerales

Por los procesos de explotación de las Mineras de la región, se produjo un vasto fallamiento en las formaciones rocosas del Chambará superficial, medio y baja. Se tiene un pequeño desplazamiento en los componentes verticales y horizontales. El relleno de minerales como se describe anteriormente es gran mayoría los sulfuros de alabandita, esfalerita, galena, platas rojas, pirita, asimismo también, calcita, rodocrosita, rodonita y en poca proporción se presenta los silicatos.

Guías de Mineralización

Superficialmente se reconoció la mena Socorro como se resaltó anteriormente. Esta mena se origina a partir del génesis de minerales a nivel regional que origino el fallamiento y cantidad de brechas de caliza del grupo Chambará y se produjo la traslación y asentamiento de los minerales. Asimismo, la conjugación de fallamiento débil con menas principales que favoreció la sedimentación del mineral.

- **Mineralógica**

La solidificación superficial del relleno de la mena Socorro por la calcita masiva con proporciones de manganeso y Hematita son los evidentes de formación de la mineralización de la mena. En labores de la mina, en la etapa de exploración, se encontró la asociación de la galena de grano fino y grueso con la pirita alterada la que está asociada a los minerales de plata. La magnetita y alabandita contienen plata en solución sólida; los silicatos de manganeso se han identificado como un reemplazamiento y por lo tanto con

los sólidos del mineral. También, la calcita se encuentra normalmente en el contorno a los cuerpos y su presencia es en ambas cajas de las estructuras.

- **Litológico**

La presencia de las calizas del grupo Chambará tienen una formación muy esencial de las cajas solidas a la mineralización. Finalmente, el proceso de exploración define el emplazamiento de la mena Socorro en esta formación.

Las rocas que comúnmente se presentan en la columna estratigráfica pertenecen a las rocas sedimentarias del cretáceo. Superpuestas a estas se cuenta con el volcánico terciario y atraviesan a ambas y se notan dos tipos de intrusivos. En forma de contorno en la secuencia se tiene depósitos aluviales y morrénicos.

Los minerales de veta Gina Socorro se ha depositado en el grupo Chambará medio, que es una formación muy favorable para la formación de los minerales de las diferentes cuerpos y vetas de Uchucchacua.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Es posible mejorar los parámetros de explotación con un nuevo diseño de malla de perforación y voladura en vetas angostas en la unidad de producción Uchucchacua?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿Es posible mejorar el factor de carga con nuevo diseño de malla de perforación y voladura en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua?

- b) ¿Es posible mejorar la dilución del mineral con el nuevo diseño de malla de perforación y voladura en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uhcucchacua?
- c) ¿Es posible mejorar la sobre rotura con un nuevo diseño malla de perforación y voladura en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uhcucchacua?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Mejorar los parámetros de explotación en la unidad de producción Uhcucchacua mediante el nuevo diseño de malla de perforación y voladura en vetas angostas optimizando la perforación y voladura para reducir costos, mejorar la seguridad y controlar la dilución

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Mejorar el factor de carga con nuevo diseño de malla de perforación y voladura en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uhcucchacua.
- b) Mejorar la dilución del mineral con el nuevo diseño de malla de perforación y voladura en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uhcucchacua.
- c) Mejorar la sobre rotura con un nuevo diseño malla de perforación y voladura en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uhcucchacua

1.5. Justificación de la investigación

La investigación del presente proyecto se justifica debido a que va permitir contribuir a mejorar el desarrollo del proceso de explotación en las vetas

de socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua, principalmente en mejorar el factor de potencia, la dilución de mineral y la sobre rotura de las vetas con una mejor gestión de tiempos del proceso, incrementando la productividad, también es indudable que va incidir en la reducción de costos. Todo ello va contribuir a la profundización de conocimientos actuales y su aplicación en otras unidades mineras.

La presente investigación también tiene como fin de evaluar técnicamente los resultados de la explotación como línea base y después de aplicar un nuevo diseño de perforación y voladura en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción de uchucchacua. El objetivo primordial es de obtener mejores resultados en los parámetros de explotación con una nueva opción del rediseño del proceso de perforación y voladura. Así mismo que sirva como base y modelo para la investigación de otras empresas mineras en cuanto al ciclo de explotación.

1.6. Limitaciones de la investigación

En el desarrollo de la investigación no se tuvo limitaciones en cuanto a la obtención de la información de la base de datos de factor de potencia, dilución del mineral y la sobre excavación de vetas en explotación, ya que se nos brindó todas las facilidades por parte del área de planeamiento de explotación de la unidad de producción Uchucchacua.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

a) Antecedentes nacionales.

- **Ordoñez, R. (2018).** En la Cámara Minera del Perú en la Conferencia titulada: “Diseño de perforación en Minería subterránea” tuvo el objetivo de brindar metodologías que permitan elaborar planes de optimización en la explotación de minerales mediante rediseños del proceso de perforación y voladura en operaciones mineras subterráneas para un desempeño competitivo, acorde a las actuales exigencias del mercado globalizado. Se enfatizó que para el diseño de mallas de producción de tajeos es conveniente usar un modelo matemático.

Para este fin diseñar mallas de perforación y voladura para taladros cortos en operaciones de producción con una configuración tipo banco con un modelo más adecuado es el de Calvin Konya.

- **Cabello, B. (2012).** En la tesis titulada “Estandarización en perforación y voladura en Mina Esperanza”. La Mina Esperanza-Unidad Recuperada

tenía la necesidad de reducir los costos por lo que se inicia la recolección de información para determinar la línea base de tal forma que se pueda determinar los estándares para la perforación y voladura, para mejorar la productividad. Analiza todas las características y parámetros geomecánicos del macizo rocoso, fue el punto de partida para el inicio del estudio de los estándares, también consideró el diseño de mallas, las variables que interactúan los tres parámetros importantes para una voladura eficiente, referente al macizo rocoso, explosivo y parámetros de perforación. Los nuevos diseños permitieron obtener buenos resultados en la reducción del factor de carga y reducción de costos de voladura.

Esto, mejoró la estabilidad de las coronas, con un mejor manejo y control de la voladura; así también se logró hacer una reducción de costos integrales de las actividades unitarias: perforación, voladura, sostenimiento, acarreo y transporte, basada en una buena selección y aplicación del explosivo en relación a la clasificación de la roca. La reducción de costos unitarios y el incremento de la productividad son de interés general, es así, que se plantea la estandarización de mallas de perforación y voladura para conseguir la mejora operacional.

- **Vilca, C. (2018).** Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, en la investigación “Diseño e implementación del método de explotación Bench and Fill Stopping en vetas angostas tipo rosario, para incrementar la producción – Minera Chalhuane SAC” determina la influencia del método de explotación de las vetas y los costos por tonelada de producción en cada una de las operaciones por que, el método de minado

Cut & Fill no ha dado resultados programados, en parte es por las vetas angostas de la unidad minera.

Plantea una solución con la implementación del método Bench & Fill, lo que después de evaluar las condiciones mínimas requeridas, la propuesta es factible al implementar el método para reducir los costos de producción. Logrando un mejor nivel en la seguridad del personal de los tajos por no tener trabajos de fortificación en la estabilidad de las labores del método seleccionado.

b) Antecedentes Internacionales

- **Alipov, E. (2020).** En su investigación titulada “Influence of stope geometry on sloughing and dilution in open stope mining”. Tuvo como objetivo establecer una base de datos de dilución que incluya el diseño de la mina y los datos geotécnicos en Kazajstán.

Los resultados revelaron que la categoría de dilución tuvo un efecto significativo en el índice de dilución. Además, se calcularon los números de estabilidad para fines de comparación. Los gráficos obtenidos de los índices de dilución y el número de estabilidad para todas las categorías de cortes mostraron buenas correlaciones. Concluyeron que no solo la densidad después de la voladura se puede cuantificar en efecto a la irregularidad de la geometría, sino también se utilizó para evaluar la dilución del mineral. Este estudio identificó los parámetros, formulación y cálculo de la dilución en la labor minera, lo que fue la base para obtener los resultados y llegar a las conclusiones.

- **Sánchez, V. (2014).** La tesis “Optimización en los procesos de perforación y voladura para minimizar los costos de explotación en la

mina Bethzabeth - Ecuador”. Concluye en su análisis efectuado en la malla de perforación que actualmente se aplica para la fragmentación del mineral de las vetas Sucre y Tres Diablos de la concesión Bethzabeth, demostró falencias en el número de taladros, cantidad de carga, velocidad de detonación y el tiempo destinado a las labores de barrenación y cargado del explosivo, como consecuencia se obtiene un alto costo de explotación.

- **Salazar, R. (2015).** en la tesis “Remoción de rocas con explosivos, para la construcción de caminos a menores costos”. Menciona que, dadas las actuales necesidades de producción y rapidez versus costos; con la aplicación de una nueva malla de perforación y un cambio de densidad del explosivo cumplen en mejor forma los requerimientos de rotura de las rocas permitiendo un más eficiente trabajo de los equipos de carguío y transporte asimismo en lo que respecta a la perforación, traslados, alcance, seguridad y logrando mejorar los costos de producción.

2.2. Bases Teóricas - Científicas.

2.2.1. Diseño de Malla de perforación para tajos

La voladura con una configuración tipo banco se define en general como aquellas donde la carga explosiva puede interactuar con respecto a dos caras libres en minería subterránea se presentan también situaciones con bancos horizontales o invertidos, como asimismo bancos sin empotramiento (Reátegui Ordoñez, 2018).

Modelo Matemático De Konya

Konya (1972) basado en la gravedad específica de la roca y del explosivo propuso la siguiente ecuación para el burden:

$$B = 3.15 D_e (S_{Ge}/S_{Gr})^{1/3}$$

Donde:

B = Burden (ft)

D_e = Diámetro del explosivo (in)

S_{Ge} = Densidad del explosivo (g/cm³)

S_{Gr} = Densidad de la roca (g/cm³)

Esta ecuación propuesta se basaba en una relación matemática existente entre la densidad de la roca y la fuerza de la misma. También entre la densidad del explosivo y su energía liberada. Sin embargo, explosivos como las emulsiones exceptúan esta generalidad en cuanto a la relación, por lo que esta ecuación no es una buena aproximación (Konya, 1995).

Con el objetivo de Dimensionar mejor el burden para Para este tipo de explosivos (Emulsiones). Konya propone usar la siguiente ecuación propuesta que considera la Potencia relativa de un explosivo comparado con la potencia relativa de un explosivo estándar (ANFO). (Konya, 1995)

$$B = 0.67 D_e (RBS/S_{Gr})^{1/3}$$

Donde:

B = Burden (ft)

D_e = Diámetro del explosivo (in)

RBS = Potencia relativa por volumen (Emulnor=120)

S_{Gr} = Densidad de la roca (g/cm³).

2.2.2. Técnica de Circado

Según Acosta (2019) consiste en realizar dos voladuras, la primera se extrae el material estéril o desmonte y en la segunda voladura se extrae el mineral de modo que no haya dilución. Esta técnica se utiliza en vetas muy delgadas las cuales tienen alta ley de mineral. Del mismo modo, Chambi (2014) indica que el método sirve para extraer el mineral de la manera más limpia o menos mezclado de estéril, y se usa en la pequeña minería donde la potencia de las vetas oscila entre 10 cm a 1m. Según Iquiapaza (2018), este método se trata de un minado selectivo, que al aplicarlo se obvia la etapa de concentración que viene después de la etapa de minado, por lo que se reducen considerablemente los costos.

Según Chipana (2015) afirma que el resultado de la técnica del Circado, sirve Respecto a la dilución del mineral, según Castañeda et. al (2015) se define como la mezcla o combinación del mineral y estéril en el cual el último mencionado no tiene valor económico. Por otro lado, Girón (2015) menciona que es la Concha (2014) indica que, para cuerpos mineralizados, potencias de vetas delgadas se aplica el método de Circado, el cual se utiliza para mejorar la dilución del mineral. Así mismo dicho método recupera entre 90 a 95% del mineral y genera una mayor rentabilidad.

Según Jang (2020) se ha calculado la dilución bajo los siguientes parámetros que se muestran a continuación. para realizar una voladura más limpia, sin mezclar el mineral y material estéril. Así mismo, en esta técnica se perforan taladros paralelos a los buzamientos de las circas, los cuales son disparados con cargas controladas para proceder acopiar los minerales para su almacenamiento y posterior beneficio en la planta de amalgamación. En cuanto al diseño de la malla de perforación y voladura mediante el método de Circado,

Para lo cual Salazar (2010) indica que para el ciclo de la perforación y voladura se basa en dos procesos básicamente, la perforación y voladura. Por lo que ambos criterios o procesos se utilizan para la realización del método de explotación Circado.

2.2.3. Dilución del mineral

Según Castañeda et. al (2015) se define como la mezcla o combinación del mineral y estéril en el cual el último mencionado no tiene valor económico. Por otro lado, Girón (2015) menciona que es la Concha (2014) indica que, para cuerpos mineralizados, potencias de vetas delgadas se aplica el método de Circado, el cual se utiliza para mejorar la dilución del mineral. Así mismo dicho método recupera entre 90 a 95% del mineral y genera una mayor rentabilidad. Según Jang (2020) se ha calculado la dilución bajo los siguientes parámetros que se muestran a continuación. para realizar una voladura más limpia, sin mezclar el mineral y material estéril. Así mismo, en esta técnica se perforan taladros paralelos a los buzamientos de las circas, los cuales son disparados con cargas controladas para proceder acopiar los minerales para su almacenamiento y posterior beneficio en la planta de amalgamación. En cuanto al diseño de la malla de perforación y voladura mediante el método de Circado, Para lo cual Salazar (2010) indica que para el ciclo de la perforación y voladura se basa en dos procesos básicamente, la perforación y voladura. Por lo que ambos criterios o procesos se utilizan para la realización del método de explotación Circado. disminución de la ley por la presencia de la roca estéril, cuando hablamos de dilución hacemos referencia a la mezcla o combinación del mineral con la roca estéril. Mamani (2019) dice que en términos generales la dilución es la parte no deseable que por motivos de explotación o diseños se genera una baja

recuperación del mineral o baja ley, sin embargo, esto se puede controlar con diversos métodos de explotación o diseños.

Concha (2014) indica que, para cuerpos mineralizados, potencias de vetas delgadas se aplica el método de Circado, el cual se utiliza para mejorar la dilución del mineral. Así mismo dicho método recupera entre 90 a 95% del mineral y genera una mayor rentabilidad. Según Jang (2020) se ha calculado la dilución bajo los siguientes parámetros que se muestran a continuación.

$$Dilución = \frac{k}{\left(\frac{(w)1}{2}\right) * sen a}$$

Dónde:

k: constante

w: potencia de veta

a: buzamiento veta

Según Louwerse (2020) las medidas de dilución o porcentaje de mineral se pueden calcular mediante las siguientes fórmulas matemáticas.

$$Dilución = D(\%) \frac{Estéril(toneladas)}{Mineral(toneladas)}$$

$$Dilución = Dm(\%) \frac{Estéril(toneladas)}{Mineral(toneladas) + Estéril(tonelada)}$$

Ecuación 3. Ecuación Real de la dilución del mineral.

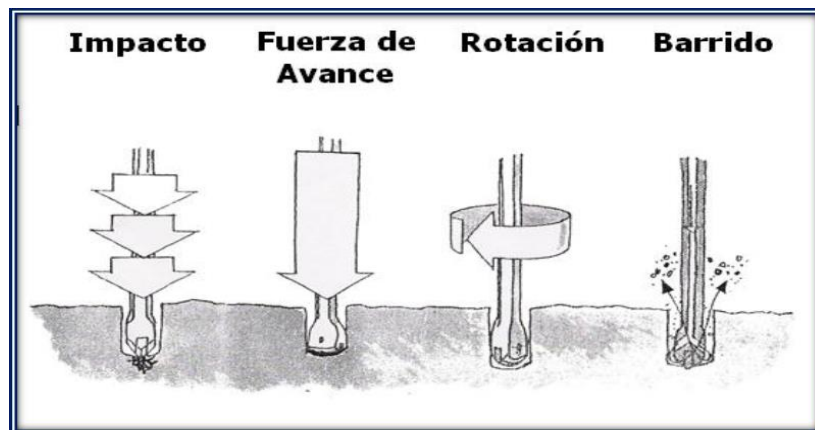
2.2.4. Perforación

Es la acción de apertura en el macizo rocoso huecos u orificios denominados taladros, con una distribución adecuada, a fin de alojar la carga

explosiva u otros fines (sostenimiento, drenaje, etc.) con la ayuda de máquinas denominadas perforadoras.

En este caso, se combina el impacto, la fuerza de avance, la rotación y el barrido, como se ve en el gráfico siguiente.

Ilustración 1.
Parámetros perforación



Fuente: Konya (1972)

2.2.5. Variables controlables en Perforación

Estos parámetros pueden ser manipulables para lograr los resultados deseados.

Estos parámetros geométricos son:

- Burden(B)
- Diámetro del taladro(Φ)
- Espaciamiento(S)
- Profundidad del taladro (BHD)
- Inclinación del taladro(θ)
- Sobre perforación(S/D)
- Altura de taco (ST)
- Altura de Banco (BH)
- Altura de carga (CHL)

a. Burden

Es uno de los parámetros más críticos en el diseño de voladura. El burden está definido como la mínima distancia del eje del taladro a la cara libre más cercana también definido como la distancia entre filas individuales de taladros. (Herbert, 2013).

(B) = f (propiedades físico-mecánicas roca, parámetros de las mezclas explosivas, diámetro del taladro, altura de banco, tamaño de fragmentación requerida, otros).

b. Espaciamiento

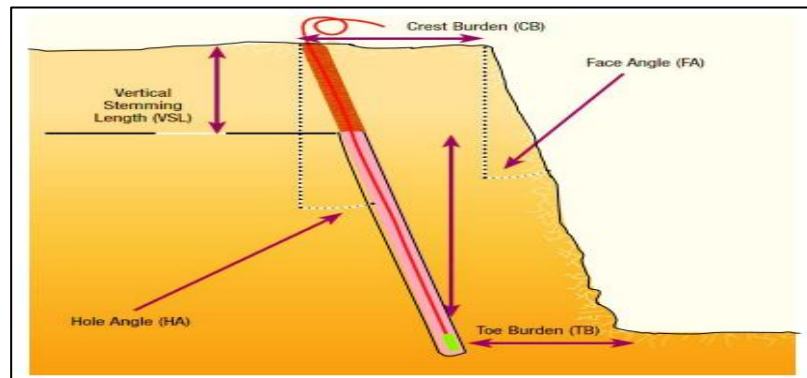
Se define como la distancia entre taladros de una misma fila. Medida perpendicularmente hacia el burden y paralelo a la cara libre del movimiento esperado de la roca (Ames Lara, Perforación y Voladura de Rocas I, 2014).

c. Inclinación del taladro

Se define básicamente como el ángulo, normalmente medido a la vertical, en el que se perfora un taladro y no debe ir más allá de 30 grados. Según Jimeno (1995) los beneficios de la perforación inclinada son una mejor fragmentación, buen desplazamiento y mejor uso de la energía explosiva, menores niveles de vibración. Ver figura 2.

Ilustración 2.

Parámetros Geométricos Controlables



Fuente: Explosives Engineer's Guide. Dyno Nobel.2012

d. Diámetro del taladro

- El diámetro de perforación ideal para una operación dada depende de los siguientes factores:
- Propiedades de la masa rocosa a explotar.
- Grado de fragmentación requerido. m
- Altura de banco y configuración de cargas.

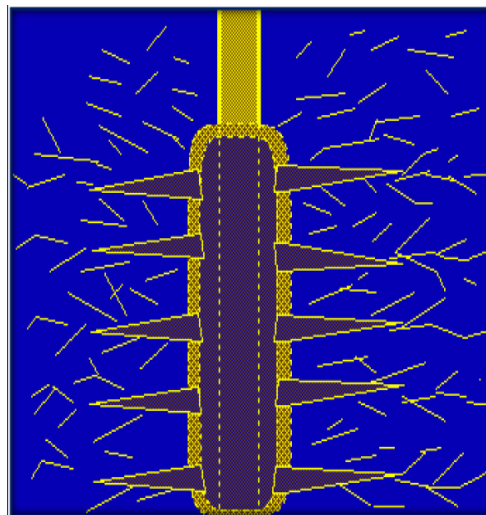
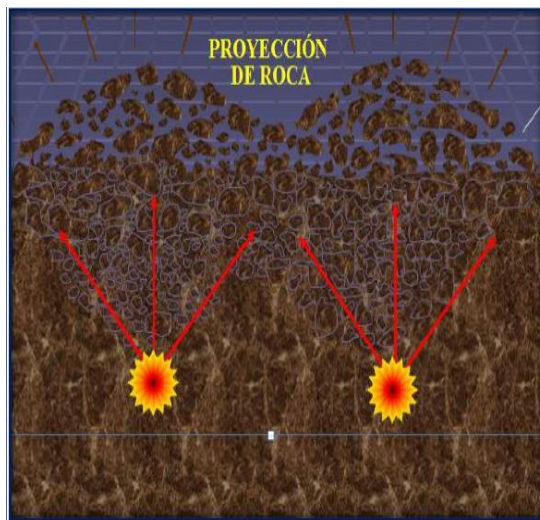
e. Taco

Material inerte para confinar los gases explosivos lo que ayuda a permitir el máximo confinamiento de los gases explosivos y una alta eficiencia de explosión. (Mathiesen, 2000).

2.2.6. Voladura

Es un proceso tridimensional, en el cual las presiones generadas por explosivos confinados dentro de taladros perforados en la roca, originan una zona de alta concentración de energía que produce dos efectos dinámicos: Fragmentación y Desplazamiento del material; por ello se considera lo siguiente: Ver figura 3.

*Ilustración 3.
Generación d agrietamientos y proyección de rocas*



Fuente: Famesa, departamento de istencia técnica.

2.2.7. Variables Controlables de Voladura

Estos parámetros se pueden agrupar en:

- Energía del explosivo
 - Parámetros de detonación (P2, T2, E2, VOD, otros)
 - Parámetros de explosión (P3, T3, E3, otros)
 - Dirección de la voladura
 - Sistema de iniciación
 - Secuencia de salida.
 - Tipo y tiempo de retardo.
- a. Presión de detonación

La presión de detonación es la presión teórica máxima alcanzada dentro de la zona de reacción en el plano Chapman-Jouquet en una columna de explosivos.

La mayoría de los explosivos comerciales alcanzan presiones en el rango de 0.29 a 3.48 x 10⁶ PSI (2 a 24 GPa). la fórmula simplificadora para estimar la presión de detonación de los explosivos granulares según la velocidad y la densidad de la detonación (Dessureault, 2006). Ver figura 5.

$$P = 0.00337\rho V^2$$

Donde:

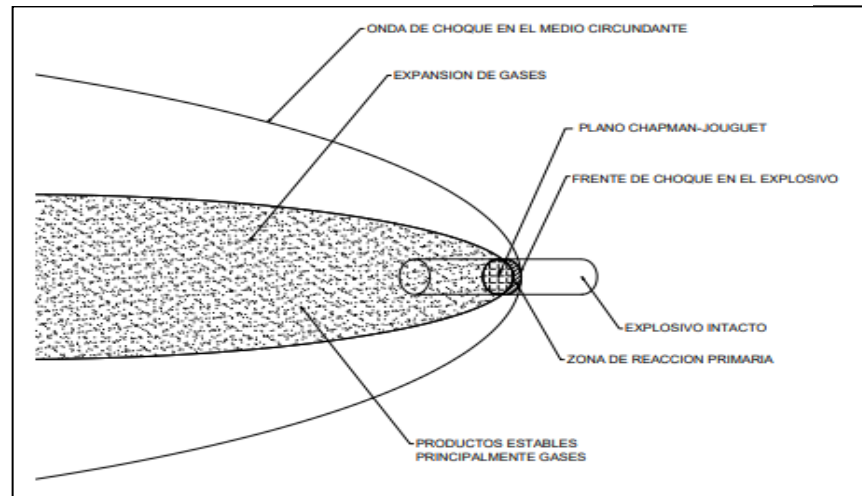
P: Presión de Detonación (psi)

ρ : Densidad del explosivo

V: velocidad de detonación(fps).

Ilustración 4.

Proceso de detonación para un explosivo cilíndrico



Fuente: Rock excavation, Sean Dessureault, 2006.

b. Presión de taladro

La presión de taladro llamado también presión de explosión es la presión máxima ejercida dentro del taladro al completar la reacción explosiva medida detrás del plano Chapman-Jouquet. En general, las presiones después de la detonación dentro del taladro se estiman en menos del 30% de la presión teórica de detonación (Ames Lara, tecnología de Explosivos, 2015).

c. Energía de los explosivos

La energía es la característica más importante de una mezcla explosiva. La energía explosiva está almacenada como energía química, y durante la detonación es liberada (Ames Lara, Tecnología de Explosivos, 2015). Ver tabla 1.

Tabla 1.

Distribución de la energía

Eventos	%
Desmenuzamiento de la pared del taladro	5
Formación de fractura (radial y de tensión)	10
Corte	5
Calor y Luz	20
Movimiento de la masa rocosa	15
Vibración del terreno	30
presión de aire	15
Total	100

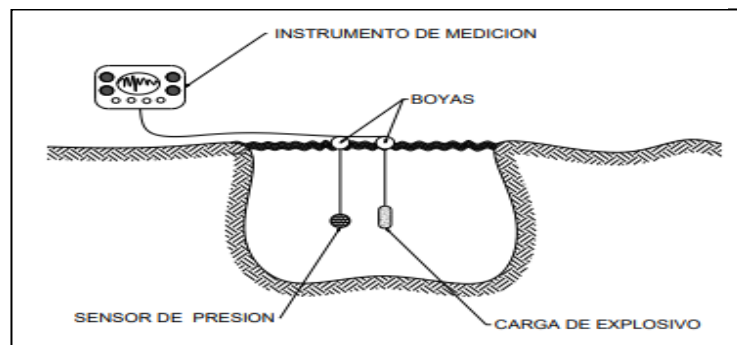
Fuente: Explosives and Rock Blasting. Atlas Powder. (1987)

La medición de la energía de una mezcla explosiva, se realiza mediante el ensayo de energía de burbuja bajo el agua ya que es el más recomendable.

Ver Ilustración 5.

Ilustración 5.

Medición de la energía bajo el agua



Fuente: Explosives and Rock Blasting. Atlas Powder. 1987

d. Eficiencia de los explosivos

Este factor es un índice del grado de aprovechamiento práctico de la energía liberada por una mezcla explosiva. La eficiencia total es una función de muchas variables, algunas de las cuales son internas e inherentes dentro del explosivo por la virtud de su formulación química y algunas de las cuales son externas y parte del diseño de la voladura o condiciones encontradas 20 en el lugar. Las variables externas que pueden afectar la eficiencia total de un explosivo incluyen, a la eficiencia de la iniciación, condiciones de agua,

diámetro de carga, longitud de carga, grado de confinamiento, temperatura, efectos de la detonación de cargas explosivas adyacentes, etc. Empíricamente se determina mediante el ensayo burbuja bajo el agua. (Ames Lara, Tecnología de Explosivos, 2015). Ver tabla 2.

Tabla 2.

Eficiencia de los Explosivos

Mezcla explosiva	Eficiencia (%)
Explosivos moleculares	95-100
Emulsiones	90-95
Anfos pesados bombeables	75-90
Anfos pesados comunes	65-85
Acuageles	55-70
AN/FO	60-80
SANFO	50-70

Fuente: Explosives and Rock Blasting. Atlas Powder. (1987)

e. Factor de energía

El factor de energía es un parámetro que nos permite determinar la cantidad de energía usada para fragmentar una tonelada de mineral o un metro cúbico de material estéril y se usa la siguiente relación (Ames Lara, Tecnología de Explosivos, 2015):

$$FE = \frac{\text{Kcal(MJ)energía}}{\text{TM o m}^3 \text{ de material fragmentado}}$$

f. Densidad crítica

Todo explosivo tiene una densidad crítica encima de la cual ya no detona. Velocidad de la onda de choque, en m/s, califica a los explosivos como detonantes y deflagrantes; a mayor velocidad mayor poder rompedor o brisance. Transmisión de la onda de detonación en la columna de carga. Ver tabla 3.

Tabla 3.
Características técnicas de los explosivos

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS					
		EMULNOR® 500	EMULNOR® 1000	EMULNOR® 3000	EMULNOR® 5000
DENSIDAD RELATIVA (g/cm ³)		0.90	1.13	1.14	1.16
VELOCIDAD DE DETONACIÓN (m/s)	CONFINADO *	4 400	5 800	5 700	5 500
	S/CONFINAR **	3 500	4 500	4 400	4 200
PRESIÓN DE DETONACIÓN (kbar)		44	95	93	88
ENERGÍA (kcal/kg)		628	785	920	1010
VOLUMEN NORMAL DE GASES (L/kg)		952	920	880	870
POTENCIA RELATIVA EN PESO *** (%)		63	85	100	105
POTENCIA RELATIVA EN VOLUMEN *** (%)		75	120	145	155
SENSIBILIDAD AL FULMINANTE		Nº 8	Nº 8	Nº 8	Nº 8
RESISTENCIA AL AGUA		Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
CATEGORÍA DE HUMOS		Primera	Primera	Primera	Primera

Fuente: Famesa, departamento de asistencia técnica.

g. Sistema de iniciación

Los iniciadores son dispositivos que contienen altos explosivos que, al recibir un impulso mecánico o eléctrico apropiado, producen una detonación o acción de quemado. El sistema no eléctrico incluye capsula de carga, Fusible de seguridad, cordón detonante y tubos de transmisión no eléctricos. Los sistemas de iniciación no eléctricos incluyen una capsula o fulminante con periodo de retardo que están conectados a tubos de plástico o una línea de transmisión que lleva una Iniciación (choque y calor) para iniciar el fulminante. La fuente de energía en la tubería es una mezcla de gases o una capa interna de explosivo especial la cual es iniciada por cordón detonante. Ver figura 8.

Ilustración 6.

Sistema de iniciación



Fuente: Manual de perforación y voladura, Exsa S.A.

2.2.8. Explosivo emulnor

Es una emulsión explosiva encartuchada en una envoltura plástica que posee propiedades de seguridad, potencia, resistencia al agua y buena calidad de los gases de voladura.

Es sensible al fulminante N^a 8 y diseñada para ser utilizada en una variedad de aplicaciones en minería subterránea.

Se caracterizan por tener excelente energía que satisfacen los requerimientos de rotura en la mayor parte de aplicaciones de voladura.

Se suministran en diferentes rangos de energía para que el usuario pueda determinar el grado que más se adecúe al tipo de roca.

No produce dolor de cabeza: Por su formulación química diferente a la de las dinamitas, no tiene este efecto orgánico.

Resistencia al agua: Mantienen sus propiedades por largo tiempo en taladros con agua, aún sin su envoltura. Ver figura 9 y tabla 3.

La clasificación del explosivo:

- Emulnor® 3000 1”x8””: Son utilizado como cebo en roca semidura y en rocas duras.

- Emulnor® 1000 1”x7””: Se usa generalmente como columna explosiva de todas las labores de producción.

Ilustración 7.

Emulnor® 1000 y 3000



Fuente: Catálogo de Famesa Explosivos.

Tabla 4.

Características técnicas del Emulnor 1000 y 3000

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		EMULNOR® 500	EMULNOR® 1000	EMULNOR® 3000	EMULNOR® 5000
DENSIDAD RELATIVA (g/cm ³)		0.90	1.13	1.14	1.16
VELOCIDAD DE DETONACIÓN (m/s)	CONFINADO *	4 400	5 800	5 700	5 500
	S/CONFINAR **	3 500	4 500	4 400	4 200
PRESIÓN DE DETONACIÓN (kbar)		44	95	93	88
ENERGÍA (kcal/kg)		628	785	920	1010
VOLUMEN NORMAL DE GASES (L/kg)		952	920	880	870
POTENCIA RELATIVA EN PESO *** (%)		63	85	100	105
POTENCIA RELATIVA EN VOLUMEN *** (%)		75	120	145	155
SENSIBILIDAD AL FULMINANTE		Nº 8	Nº 8	Nº 8	Nº 8
RESISTENCIA AL AGUA		Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
CATEGORÍA DE HUMOS		Primera	Primera	Primera	Primera

Fuente: Catálogo de Famesa Explosivos.

Su uso está orientado a cualquier tipo de trabajo, en explotaciones y desarrollos mineros, en obras de ingeniería civil, en canteras, en taladros secos, húmedos e inundados, con una modalidad de aplicación similar a las dinamitas

convencionales, pudiendo trabajar como columna explosiva o como “cebos”. Ver tabla 5.

Tabla 5.

Tipo de Emulnor® para tipo de roca

	Color de envoltura	Tipo de roca
EMULNOR® 500	crema	Muy Suave
EMULNOR® 1000	verde	Suave a Intermedia
EMULNOR® 3000	roja	Intermedia a dura
EMULNOR® 5000	amarilla	Dura

Fuente: Elaboración propia

El Carguío y atacado: La firme consistencia del EMULNOR® permite un fácil manipuleo y rápido carguío

Categoría de gases “UNO”: Se forman reducidos gases después de la voladura en comparación con otros explosivos.

2.2.9. Factores que provocan la sobre excavación

Los Factores que provocan sobre excavación y caída de rocas en las labores de de la mina son:

- a. Mala dimensión de las áreas a excavar

Respecto a altura, ancho y largo de las labores y la dimensión de los pilares y puentes de soporte.

- b. Carguio sobredimensionado

Un exceso de carga y secuencia de salidas muy cortas generan deterioro de la roca del contorno de las labores de avance.

Orientación desfavorable de las labores mineras con respecto al rumbo y buzamiento de las estructuras geológicas principales o predominantes de las minas (fallas, diaclasas, disyunción y planos de estratificación).

c. Diseño de malla inapropiada

Taladros paralelos, distribución de taladros y de la carga explosiva, secuencia de salidas que no mantienen relación con el grado de intensidad de fisuras apretadas, medianamente separadas y ampliamente separadas.

d. Inapropiada selección del explosivo

Según el tipo y condición de la roca como:

- Velocidad de detonación
- Deflagración vs. Tenacidad
- Friabilidad
- Factor de carga
- Factor de energía vs volabilidad
- Excavabilidad.

2.2.10. Parámetros en el Diseño de Malla de Perforación y Voladura

1. Calidad de la roca

Dentro de los parámetros para el diseño de malla de perforación y voladura se considera la calidad de roca, para el diseño de malla se tiene en cuenta las siguientes propiedades:

Físicas, (densidad, dureza, tenacidad, porosidad, abrasividad, grado de alteración).

- Densidad es la relación entre la masa y el volumen de la roca que varían de 1.2 a 4.3.

- Tenacidad. es la resistencia que opone un mineral u otro material a ser roto, molido, doblado, desgarrado.
- Dureza. La dureza es la resistencia de los materiales para resistir la penetración de otro cuerpo. Para el caso de minerales, la dureza se ha considerado clásicamente como la resistencia que presenta un mineral a ser rayado por otro mineral o material.
- Porosidad. Son pequeños espacios abiertos existentes en los materiales rellenos por soluciones acuosas y/o gaseosas de una roca. Por esta razón la roca es más frágil.
- Abrasividad. Es la roca por lo general granulada, que actúa sobre otros materiales aplicándole diferentes clases de fuerza mecánica para lograr su desgaste o pulimento.
- Grado de alteración de una roca. La meteorización física produce la fracturación y disgregación de la roca mediante la abertura de fracturas preexistentes o creación de nuevas discontinuidades.
- Resistencia Se denomina resistencia a la compresión simple o uniaxial de una roca (RCS) al esfuerzo medido sobre la misma de una manera técnica. La resistencia a la compresión simple de las rocas es el parámetro más común para definir los criterios de rotura y el comportamiento geomecánico de un macizo rocoso.
- La condición geológica. Un **macizo rocoso** es un medio discontinuo, anisótropo y heterogéneo conformado en conjunto tanto por bloques de matriz **rocosa** y distintos tipos de discontinuidades que afectan al medio **rocoso**, mecánicamente los **macizos rocosos** pueden considerarse que presentan

resistencia a la tracción nula dentro de la estructura, en grado de fisuramiento o presencia de agua.

2. Parámetros del Explosivo

Es muy importante conocer las propiedades de los explosivos son variables que, si se pueden conocer con los cálculos modernos, como también las empresas fabricantes de explosivos brindan información técnica del explosivo.

Físicas o químicas como la densidad, velocidad de detonación (VOD), transmisión, simpatía, resistencia al agua, energía del explosivo, sensibilidad a la iniciación, volumen normal de gases, presión de taladro y control de humos.

3. Parámetros de Carga

Los parámetros de carga son también variables controlables en el momento del diseño de la malla de perforación y voladura, diámetro del taladro, longitud del talado, confinamiento, acoplamiento, densidad de carga, longitud de carga, tipo y ubicación del cebo, distribución de energía, intervalos de iniciación de carga, variables de perforación. (EXSA S.A., 2015)

4. Numero de Taladros

La cantidad de taladros requerido para una voladura depende del tipo de roca a volar, del grado de confinamiento, del grado de fragmentación que se desea obtener y del diámetro de las brocas de perforación disponibles; factores que reducen o amplían la malla de perforación y por consiguiente aumentan o disminuye el número de

taladros calculados teóricamente. También determina la clase de explosivo y el método de iniciación a emplear.

- Tipo de roca. Para calcular el número de taladros en una malla de perforación es muy importante conocer la dureza de la roca puede ser de muy dura a muy frágil, es muy variable las condiciones conociendo los parámetros del tipo de roca dura o frágil se determina el número de taladros.
- Grado de fragmentación. Dependiendo de la dimensión de la explotación del yacimiento, de la capacidad de los equipos, capacidad de la chancadora primaria de la planta metalúrgica va a variar el tamaño de la roca fragmentada. Normalmente para labores subterráneas la dimensión es más pequeña en comparación con la explotación superficial que el grado de fragmentación es mayor dimensión. Por lo tanto, el diseño de la malla de perforación va a variar en cuanto al número de taladros.
- Grado de confinamiento. Para el diseño de una malla de perforación se considera el grado de confinamiento de la roca, cuantas caras libres se tiene para diseñar una malla, en labores subterráneas se tiene una sola cara libre por lo que la roca se encuentra más confinada ofreciendo mayor resistencia para la voladura, sin embargo, en el diseño de la malla de perforación superficial la roca se encuentra menos confinada por presentar más caras libres por lo que se va a requerir menor número de taladros en la perforación.

- Diámetro de perforación de las brocas. El diámetro de perforación de las brocas es muy importante ya que a mayor diámetro de la broca se va requerir menor número de taladros y a menor diámetro de las brocas se requiere mayor número de taladros, todo ello está en función a las propiedades de la roca que se va perforar.

Se puede calcular el número de taladros en forma aproximada mediante la siguiente fórmula empírica. (EXSA S.A., 2015)

$$N^{\circ} \text{ tal} = 10 \times \sqrt{(A \times H)}$$

Donde:

A: ancho de sección

H: altura de sección

O de forma más precisa con la siguiente formula

$$N^{\circ} \text{ tal} = (P/dt) + (C \times S)$$

Donde:

P: perímetro de la sección (m).

dt: distancia entre taladros (m).

C: constante de roca (m).

S: área de la sección (m²).

$$P = 4\sqrt{A}$$

5. Cantidad de Carga

La cantidad de carga está en función a la tenacidad de la roca y de la dimensión del frente de voladura. Influyen: el número, diámetro y profundidad de los taladros y el tipo de explosivo e iniciadores a emplear. Se debe tener en cuenta que la cantidad de explosivo por metro cuadrado a volar disminuye cuanto más grande sea la sección del túnel, y también que aumenta cuanto más dura sea la roca.

En términos generales puede considerarse los siguientes factores en kilogramo de explosivos por metro cúbico de roca. En minería los consumos de dinamita varían generalmente entre 300 a 800 g/m³.

6. Concentración de Carga Lineal del Explosivo

Los taladros más próximos al taladro de expansión debe ser cargados con explosivos de manera cuidadosa, ya que una concentración de carga baja puede no llegar a provocar la rotura de la roca. Por el contrario, una carga excesiva puede dar lugar a un lanzamiento muy energético de la roca fragmentada hacia el lado opuesto del taladro de expansión a tal velocidad que esta se compacta y no se expulsa a través del hueco del taladro vacío.

7. Distancia entre Taladros

Se determinan como consecuencia del número de taladros y del área del frente de voladura. Normalmente varían de 60 a 90 cm. y de 50 a 70 cm., esto facilita la perforación y evita la sobre rotura. Normalmente se perforan ligeramente divergentes del eje del túnel para que sus topes permitan mantener la misma amplitud de sección en la nueva cara libre a formar. (EXSA S.A., 2015)

2.3. Definición de Términos Básicos

- **Perforación.** Estructura cilíndrica ejecutado por una máquina, tienen diferente diámetro y longitud, tiene como objetivo de alojar explosivo para fragmentar la roca.
- **Voladura.** Es una reacción tridimensional, en que las presiones generadas por los explosivos cargados dentro del taladro perforado, produce la fragmentación y el desplazamiento de la roca.
- **Optimizar.** Mejorar, incrementar o maximizar un proceso de extracción, transporte, etc. en minería se es un término bastante utilizado para los procesos de producción.
- **Explotación.** Es parte de un proceso de la extracción de los minerales en un yacimiento minero, cuando posee un valor económico.
- **Burden.** Es el espacio longitudinal entre la primera fila de taladros y la cara libre, se mide perpendicular a la dirección de la línea de pozo y constituyen la dimensión lineal a la cara libre.
- **Espaciamiento.** Es el espacio formado entre taladros de una misma fila que detona con un mismo tiempo de retardo o con retardos diferentes y mayores por cada fila. Se calcula en relación a la longitud del Burden.
- **Tajo.** Área de extracción de mineral con valor económico, parte de un cuerpo o veta mineralizada que se encuentra en proceso de cortes del mineral.
- **Producción.** En minería se considera a la cantidad de tonelaje de mineral fragmentado por día, semana, mensual, etc. Para controlar los avances de un determinado tajo.

- **Factor de potencia.** Cantidad de explosivo utilizado para romper un volumen o peso unitario de roca. El factor de potencia tiene como unidades de kg/Tn.
- **Granulometría.** Dimensión del mineral fragmentado, que debe tener cierto tamaño para luego ser transportado para su tratamiento metalúrgico.
- **Productividad.** Producción es la calidad de la extracción de mineral con estándares y procesos a un costo mínimo un tonelaje determinado.
- **Yacimiento.** Concentración u ocurrencia de cierto mineral o conglomerado de minerales de diferentes formas vetas, cuerpos, mantos, etc.
- **Sobre rotura.** Ruptura del excesivo mecanismo de la fragmentación; que como resultado trae fragmentación desmesurada e inestabilidad en la labor.
- **Dilución.** Mezcla de cierta cantidad de mineral con material estéril el cual se produce la menora de la ley o concentración de mineral con valor económico.
- **Malla de perforación.** Se refiere a la distribución de los taladros con carga, en esta distribución se toma las dimensiones del burden x espaciamiento.
- **Velocidad de detonación.** La velocidad de detonación es la característica más importante de un explosivo, mientras más alta sea su velocidad de detonación mayor será su potencia. A la detonación se le entiende como la transformación casi instantánea de la materia sólida que lo compone en gases.
- **Vibraciones.** En la voladura de rocas uno de los factores que están siempre presentes es la vibración, dependiendo de las condiciones en las que se encuentre el macizo rocoso, esta afectara al entorno de la voladura, esta se maneja haciendo voladura controlada en caso donde se requiera.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Un nuevo diseño de malla de perforación y voladura nos permite mejorar los parámetros de explotación en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua.

2.4.2. Hipótesis Específicos

- a) Se mejora el factor de carga con nuevo diseño de malla de perforación y voladura en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua.
- b) Se mejora la dilución del mineral con el nuevo diseño de malla de perforación y voladura en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua.
- c) Se mejora la sobre rotura con un nuevo diseño malla de perforación y voladura en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua

2.5. Identificación de las Variables

2.5.1. Variable Independiente:

X: Nuevo diseño de malla de perforación y voladura en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua.

2.5.2. Variable Dependiente:

Y: Mejorar los parámetros de explotación en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua.

2.6. Definición Operacional de Variables e Indicadores

*Tabla 6.
Operacionalización de Variables.*

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE	X: Nuevo diseño de malla de perforación y voladura en las vetas socorro 3 de la unidad de producción	Un nuevo diseño de perforación y voladura de mayor productividad en el proceso de explotación de tajos de un yacimiento minero permite mejorar los parámetros de explotación de tajos; se logra cuando una malla de perforación y voladura este bien diseñado de acuerdo a las características y propiedades del mineral, dimensión de la fragmentación para el transporte y proceso metalúrgico.	Diseño de la malla de Perforación Diseño de la voladura	Tipo de roca Tiempo de Auto Soporte Parametros Geotecnicos Zonificacion
VARIABLE DEPENDIENTE	Y: Mejorar los parámetros de explotación en las vetas socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua	Cuando se logra una malla de perforación y voladura eficiente tal que se cumpla todos los requerimientos del proceso se mejora los parámetros de explotación de las zonas mineralizadas; se tendrá una reducción del consumo de explosivos por tonelada fragmentada, una menor dilución y una mínima sobre excavación. Mejorando la productividad	Compañía Minera	Tiempos de fraguado Estabilidad Resistencia

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

La secuencia de la investigación se encuentra en el marco aplicativo por sus objetivos que se han considerado en el presente proyecto, el desarrollo de toda

Sampiere, H. & Collado, F. (2014), en su texto Metodología de la investigación, ilustra mediante ejemplos los tipos de investigación; para dar a conocer las intenciones de un electorado es una actividad descriptiva, es diferente indicar porque alguien debería de votar por determinado candidato y otras personas por los demás (estudio explicativo)

3.2. Diseño de investigación

La investigación está enmarcada en el nivel descriptivo, correlacional y explicativo.

3.3. Métodos de la Investigación.

En las investigaciones se considera dos grupos de métodos, los métodos lógicos y los métodos empíricos. El primero es el que se basa en el uso del pensamiento, funciones de deducción, análisis y síntesis; mientras que el

siguiente método se aproxima al conocimiento directo y el uso de la experiencia, entre ellos encontramos la observación y la experimentación (Custodio, R. 2019).

De acuerdo con lo descrito se establece el método de investigación a considerar en nuestra investigación el método lógico, inductivo, sintético y de análisis, asimismo se emplea el método empírico mediante la observación investigativa.

3.4. Diseño de la Investigación

El proceso del diseño de investigación se considera a la cuantitativa no experimental transeccional, descriptiva y correlacional, primero se considera una línea base de datos que sustenta los resultados. Al diseñar un nuevo proceso de perforación y voladura luego de un análisis se ejecutan pruebas y también se realiza un diseño descriptivo con los resultados obtenidos en la comparación entre los resultados de la perforación de la perforación y voladura en vetas de los tajos.

3.5. Población y Muestra

3.5.1. Población

Conformado por las vetas de la unidad de producción Uchucchacua

3.5.2. Muestra

Vetas de la zona socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua.

3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.6.1. Técnicas

Descripción de las técnicas empleadas

- **Búsqueda de información**

Se recopila la información actualizada y directa de mallas de perforación y voladura de tajos con sus respectivos resultados

- **Observación directa**

Se observan directamente los resultados de la perforación y voladura in-situ en las vetas antes y después del nuevo diseño de malla.

- **Información bibliográfica**

Se da lectura de textos referente a la investigación para tener un mejor conocimiento acerca de procesos de la perforación y voladura en tajos y parámetros.

3.6.2. Instrumentos.

Instrumentos de recolección de datos.

- **Materiales**

- ✓ Planes de explotación
- ✓ Informes de proyectos de extracción de vetas
- ✓ Temas de diseños de mallas de perforación y voladura
- ✓ Formatos de reporte de resultados de explotación de vetas
- ✓ Formatos de reporte en perforación y voladura

- **Equipos**

- ✓ Computadora personal
- ✓ Calculadora
- ✓ Equipo de control de gases
- ✓ Picota
- ✓ Cámara Fotográfica
- ✓ Flexómetro

- **Software**

- ✓ Excel

3.7. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.

En el proceso de la data base primero se realiza una estructura, luego se organiza los datos y se transcribe el material recopilado, consecuentemente se inicia el análisis de la data base apoyado en la aplicación Excel, para constituir una base de datos para luego poder analizar, agrupando los indicadores y resultados obtenidos en tablas y gráficos dinámicos.

3.8. Tratamiento Estadístico

En un inicio del nivel de análisis, se aplica todas las técnicas de la estadística descriptiva, determinando las frecuencias relativas, absolutas, la elaboración de tablas de contingencia, histogramas y gráficos estadísticos. Esto nos permite ordenar y analizar toda la base de datos, nos permite conocer resultados de los parámetros proyectados y obtenidos para determinar las conclusiones y discusión de la investigación.

3.9. Orientación Ética Filosófica y Epistémica

El proceso del estudio de investigación es netamente propia y original, tiene como base los informes anteriores para la agrupación de datos, de la misma manera los conocimientos científicos teóricos requeridas se encuentran en la referencia bibliográfica. Cabe resaltar que el trabajo escrito es inédito concluido con los principios de la ética profesional, dentro de los valores y principios que una investigación debe tener. Puedo aclarar que la investigación es el resultado.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

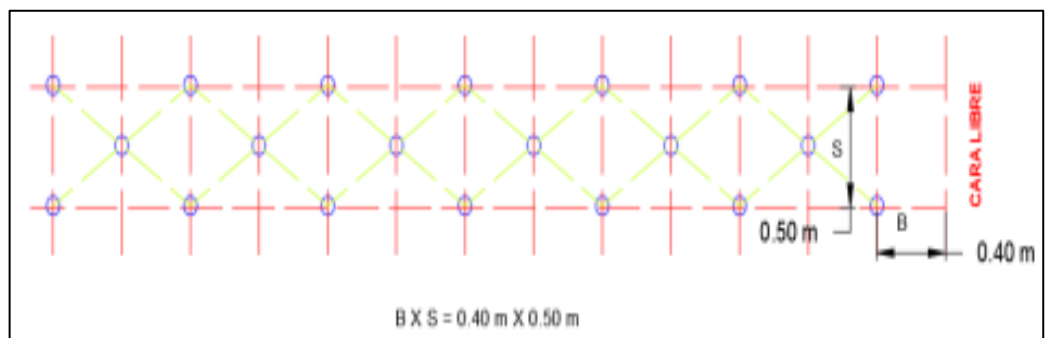
4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Malla de perforación existente para tajeos

La malla de perforación y voladura en tajeos que se ejecutaba era el trazo Alternado (2 – 1) con un burden de 0.40 m y espaciamiento de 0.50 m.

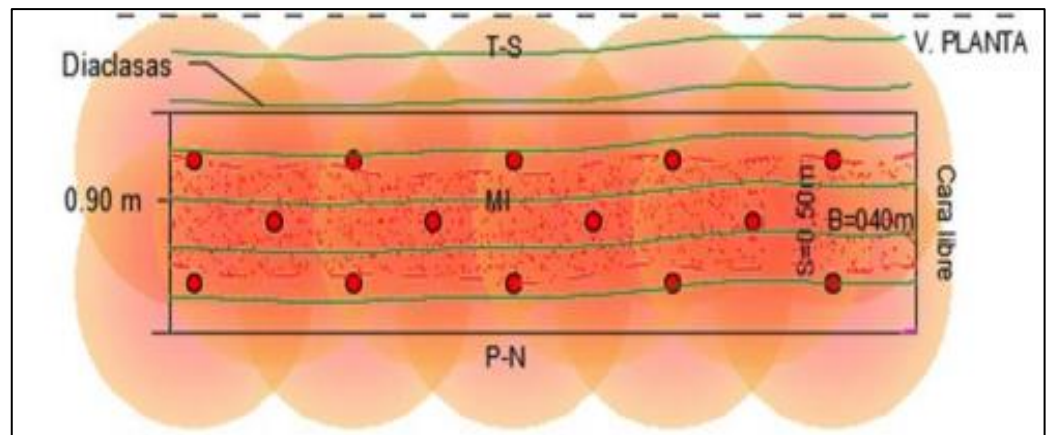
Ilustración 8.

Diseño de anterior malla de perforación.



Fuente: Departamento de Geomecánica UP. Uchucchacua.

Ilustración 9.
Análisis del radio de influencia trazo alternado



Fuente: Departamento de Geomecánica UP. Uchucchacua.

4.1.2. Evidencia de resultados con la malla existente

Se hizo un levantamiento de línea base, identificando varias deficiencias en el incumplimiento de los parámetros de perforación y voladura, así mismo se identificó la falta de condiciones de trabajo y desconocimiento de la supervisión de primera línea, lo cual contribuye en la mala deficiencia de los resultados.

Se hizo seguimiento a varias labores de producción, evaluando el factor de potencia (kg/t), en el cual se identificó lo siguiente:

- Según la malla estándar, el factor de potencia es 1.11 kg/t.
- Luego de la evaluación se encuentra en 1.16 kg/t en promedio.

Ver tablas 2, e Ilustración 6.

Tabla 7.

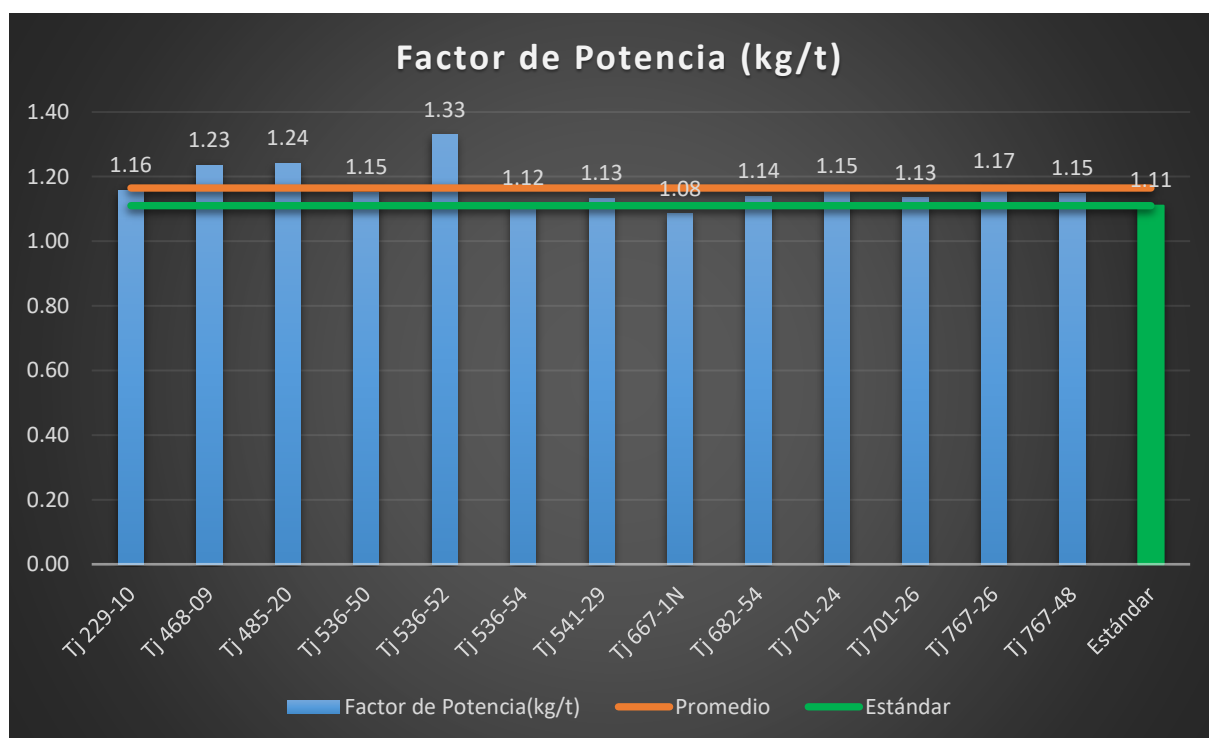
Seguimiento a las labores para evidenciar el factor de potencia como línea base

Mes	Fecha	Empresa	E. E.	Zona	Turno	Labor	Ventana	Nivel	Ancho Veta (m)	Burden (m)	Densidad roca (gr/cm ³)	Tipo de roca (RMR)	Tal. Cargados	Long. En pies	Long. Perf. Efectiva (m)	Avance Real (m)	Emulnor 3000 1 x 8" (kg)	SG 45% % x 7" (kg)	Toneladas Rotas (t)	Factor de Potencia (kg/t)
MAYO	06-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 767-48	Tina	610	0.20	0.40	2.75	IV	60	5	1.35	1.10	3.62	13.05	14.52	1.15
MAYO	07-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 767-48	Tina	610	0.20	0.40	2.75	IV	60	5	1.40	1.20	4.06	14.64	15.84	1.18
MAYO	08-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 682-54	Tilsa	610	2.20	0.40	2.75	III	100	5	1.40	1.10	65.79	237.34	266.20	1.14
MAYO	09-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 667-1N	Santa Fe	610	0.20	0.40	2.75	III	60	5	1.25	1.20	3.73	13.45	15.84	1.08
MAYO	10-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 536-50	Santa Fe	610	0.20	0.40	2.75	III	90	5	1.40	1.25	6.47	23.34	24.75	1.20
MAYO	13-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 536-54	Santa Fe	610	2.20	0.40	2.75	III	60	5	1.40	1.20	42.21	152.29	174.24	1.12
MAYO	14-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 536-50	Santa Fe	610	0.20	0.40	2.75	III	60	5	1.40	1.15	3.62	13.05	15.18	1.10
MAYO	19-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 485-20	Jesus	660	0.20	0.40	2.75	III	50	5	1.20	1.00	2.96	10.68	11.00	1.24
JUNIO	20-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 229-10	Yamila	660	2.20	0.35	2.75	III	75	5	1.40	1.10	43.86	158.23	174.69	1.16
JUNIO	21-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 536-52	Santa Fe	610	0.20	0.40	2.75	III	48	5	1.25	0.90	2.74	9.89	9.50	1.33
JUNIO	24-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 468-09	Yamila	610	0.20	0.40	2.75	III	124	5	1.40	1.05	7.68	27.69	28.64	1.23
JUNIO	25-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 767-26	Samal Lucía	610	2.20	0.40	2.75	III	45	5	1.00	1.00	27.63	99.68	108.90	1.17
JUNIO	26-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 767-48	Tina	610	0.20	0.40	2.75	IV	97	5	1.35	1.00	5.15	18.59	21.34	1.11
JUNIO	27-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 701-26	Samal Lucía	610	0.20	0.40	2.75	IV	90	5	1.40	0.90	4.39	15.82	17.82	1.13
JUNIO	28-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 541-29		560	2.20	0.40	2.75	IV	75	5	1.40	1.00	44.63	161.00	181.50	1.13
JUNIO	29-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 701-24	Samal Lucía	610	0.20	0.40	2.75	IV	95	5	1.40	0.90	4.71	17.01	18.81	1.15

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 10.

Evidencia del factor de potencia por labores como línea base.



Fuente: Elaboración propia.

Así mismo se evaluó la dilución en los diferentes tajeos en producción, identificando la deficiencia en la utilización de explosivos inadecuados como columna de carga la dinamita de 45% y Emulnor 3000 1” * 8”. Los cuales generan mayor poder rompedor (potencia).

- De acuerdo a lo permitido por área de geología se considera solo el 10% de dilución.
- Según evaluación se identifica en 14.94 % en promedio. Ver Tabla 3 e Ilustracion 7

Tabla 8.

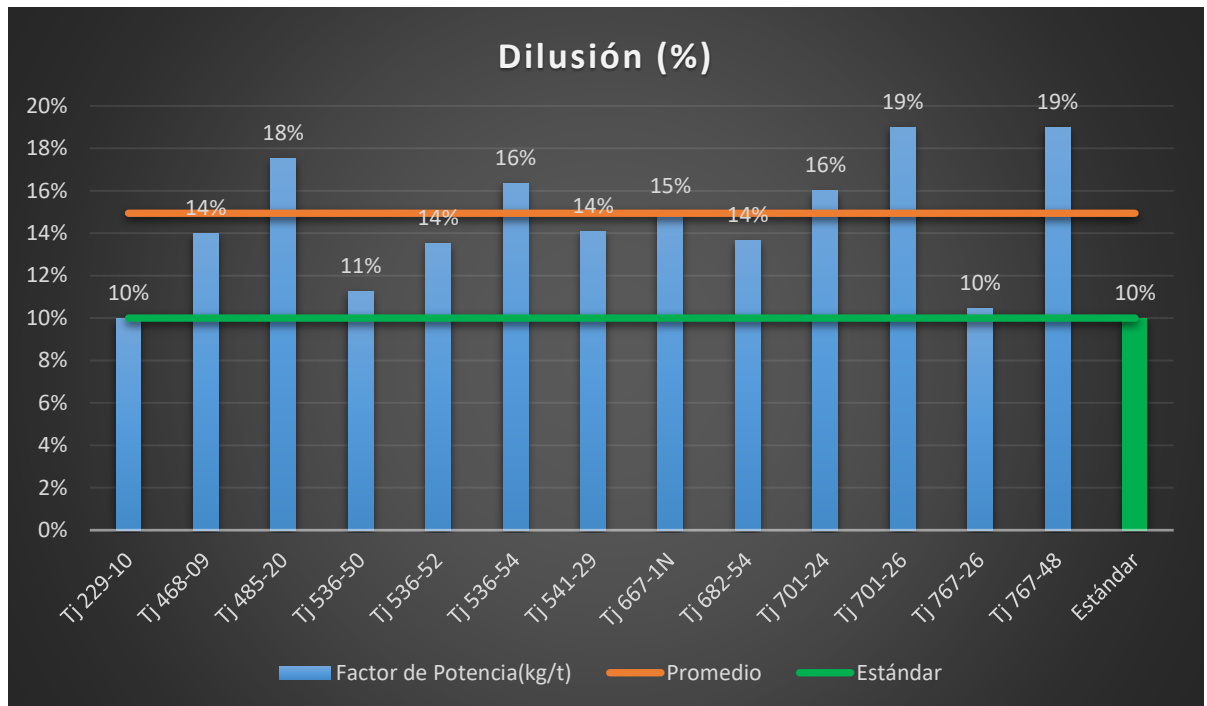
Seguimiento a las labores para evidenciar la dilución como línea base.

Mes	Fecha	Empresa	E. E.	Zona	Turno	Labor	Ventana	Nivel	Ancho Veta (m)	Burden (m)	Densidad roca (gr/cm ³)	Tipo de roca (RMR)	Tal. Cargados	Long. En pies	Perf. Efectiva (m)	Avance Real (m)	Ancho Labor Ejecutado (m)	Alto Labor Ejecutado (m)	Volumen roto real (m ³)	Dilución (%)
MAYO	06-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 767-48	Tina	610	0.20	0.40	2.75	IV	60	5	1.35	1.10	0.70	1.40	23.52	19.50%
MAYO	07-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 767-48	Tina	610	0.20	0.40	2.75	IV	60	5	1.40	1.20	0.90	1.20	25.92	22.50%
MAYO	08-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 682-54	Tilsa	610	2.20	0.40	2.75	III	100	5	1.40	1.10	0.80	1.10	35.20	13.64%
MAYO	09-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 667-1N	Santa Fe	610	0.20	0.40	2.75	III	60	5	1.25	1.20	1.00	1.30	31.20	15.00%
MAYO	10-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 536-50	Santa Fe	610	0.20	0.40	2.75	III	90	5	1.40	1.25	0.60	1.25	27.00	10.00%
MAYO	13-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 536-54	Santa Fe	610	2.20	0.40	2.75	III	60	5	1.40	1.20	0.95	1.20	27.36	16.36%
MAYO	14-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 536-50	Santa Fe	610	0.20	0.40	2.75	III	60	5	1.40	1.15	1.10	1.15	30.36	12.50%
JUNIO	19-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 485-20	Jesus	660	0.20	0.40	2.75	III	50	5	1.20	1.00	0.85	1.30	22.10	17.50%
JUNIO	20-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 229-10	Yamila	660	2.20	0.35	2.75	III	75	5	1.40	1.10	0.65	1.40	23.89	10.00%
JUNIO	21-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 536-52	Santa Fe	610	0.20	0.40	2.75	III	48	5	1.25	0.90	0.60	1.35	15.55	13.50%
JUNIO	24-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 468-09	Yamila	610	0.20	0.40	2.75	III	124	5	1.40	1.05	1.00	1.10	54.56	14.00%
JUNIO	25-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 767-26	Ramal Lucía	610	2.20	0.40	2.75	III	45	5	1.00	1.00	1.20	1.35	29.16	10.45%
JUNIO	26-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 767-48	Tina	610	0.20	0.40	2.75	IV	97	5	1.35	1.00	1.15	1.00	44.62	15.00%
JUNIO	27-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 701-26	Ramal Lucía	610	0.20	0.40	2.75	IV	90	5	1.40	0.90	0.80	1.20	34.56	19.00%
JUNIO	28-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 541-29		560	2.20	0.40	2.75	IV	75	5	1.40	1.00	0.90	1.15	31.05	14.09%
JUNIO	29-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 701-24	Ramal Lucía	610	0.20	0.40	2.75	IV	95	5	1.40	0.90	1.10	1.10	45.98	16.00%

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 11.

Evidencia resultados de la dilución por labores como línea base



Fuente: Elaboración propia.

Según al diseño de malla que se cuenta, conlleva a una sobre rotura mayor a lo establecido en el estándar, según evaluación se tiene:

- Ancho de minado 0.60 m establecido por área de geología.
- Según evaluación se cuenta con 0.90 m en promedio. Ver tablas 4 e

Ilustracion 8.

Tabla 9.

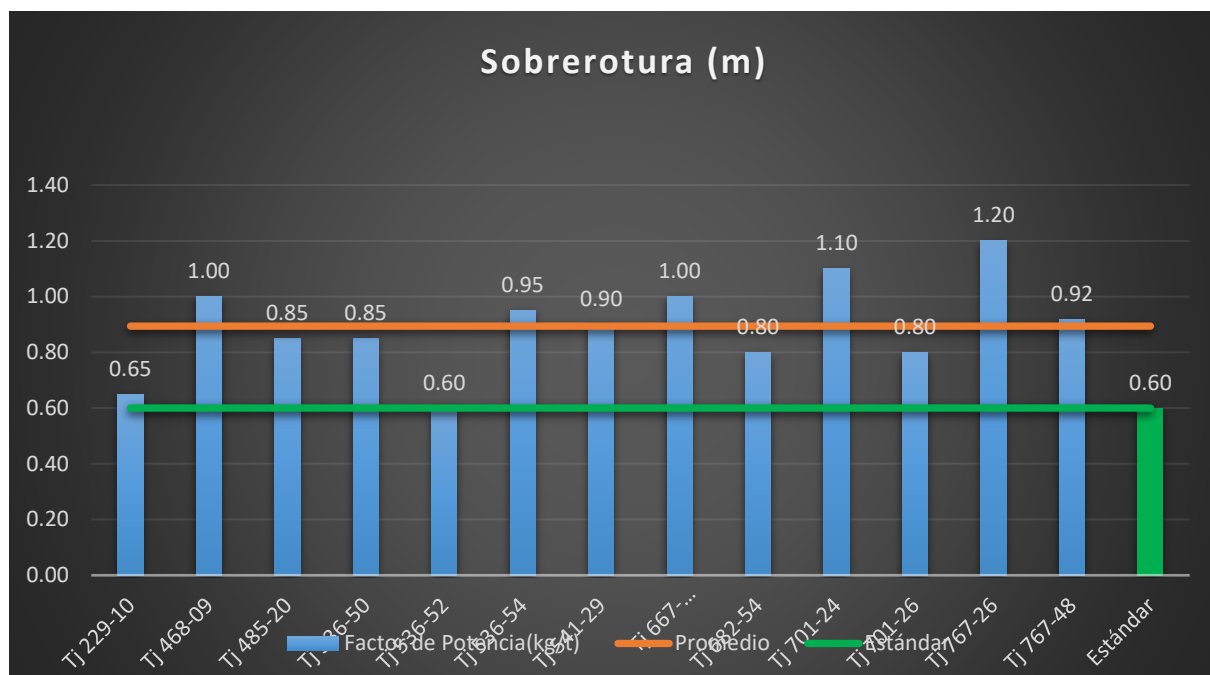
Seguimiento a las labores para evidenciar la sobre rotura como línea base

Mes	Fecha	Empresa	E. E.	Zona	Turno	Labor	Ventana	Nivel	Ancho Veta (m)	Burden (m)	Densidad roca (gr/cm ³)	Tipo de roca (RMR)	Long. En pies	Long. Perf. Efectiva (m)	Avance Real (m)	Ancho Labor Ejecutado (m)	Alto Labor Ejecutado (m)	Volumen roto real (m3)	Sobrerotura
MAYO	06-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 767-48	Tina	610	0.20	0.40	2.75	IV	5	1.35	1.10	0.70	1.40	23.52	0.70
MAYO	07-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 767-48	Tina	610	0.20	0.40	2.75	IV	5	1.40	1.20	0.90	1.20	25.92	0.90
MAYO	08-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 682-54	Tilsa	610	2.20	0.40	2.75	III	5	1.40	1.10	0.80	1.10	35.20	0.80
MAYO	09-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 667-1N	Santa Fe	610	0.20	0.40	2.75	III	5	1.25	1.20	1.00	1.30	31.20	1.00
MAYO	10-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 536-50	Santa Fe	610	0.20	0.40	2.75	III	5	1.40	1.25	0.60	1.25	27.00	0.60
MAYO	13-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 536-54	Santa Fe	610	2.20	0.40	2.75	III	5	1.40	1.20	0.95	1.20	27.36	0.95
MAYO	14-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 536-50	Santa Fe	610	0.20	0.40	2.75	III	5	1.40	1.15	1.10	1.15	30.36	1.10
JUNIO	19-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 485-20	Jesus	660	0.20	0.40	2.75	III	5	1.20	1.00	0.85	1.30	22.10	0.85
JUNIO	20-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 229-10	Yamila	660	2.20	0.35	2.75	III	5	1.40	1.10	0.65	1.40	23.89	0.65
JUNIO	21-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 536-52	Santa Fe	610	0.20	0.40	2.75	III	5	1.25	0.90	0.60	1.35	15.55	0.60
JUNIO	24-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 468-09	Yamila	610	0.20	0.40	2.75	III	5	1.40	1.05	1.00	1.10	54.56	1.00
JUNIO	25-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 767-26	Samal Lucía	610	2.20	0.40	2.75	III	5	1.00	1.00	1.20	1.35	29.16	1.20
JUNIO	26-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 767-48	Tina	610	0.20	0.40	2.75	IV	5	1.35	1.00	1.15	1.00	44.62	1.15
JUNIO	27-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 701-26	Samal Lucía	610	0.20	0.40	2.75	IV	5	1.40	0.90	0.80	1.20	34.56	0.80
JUNIO	28-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 541-29		560	2.20	0.40	2.75	IV	5	1.40	1.00	0.90	1.15	31.05	0.90
JUNIO	29-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	Tj 701-24	Samal Lucía	610	0.20	0.40	2.75	IV	5	1.40	0.90	1.10	1.10	45.98	1.10

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 12.

Evidencia resultados de la sobre rotura por labores como línea base



Fuente: Elaboración propia.

También se detalla las deficiencias más resaltantes durante el proceso del ciclo de minado en el incumplimiento de los parámetros de perforación y voladura, para lo cual se adjunta evidencias.

4.2. Presentación, Análisis e Interpretación de Resultados

4.2.1. Diseño Óptimo de la Malla de Perforación

La necesidad de hacer un diseño óptimo de la malla de perforación nace cuando por medio de un estudio geomecánico y un análisis en campo, donde se llega a la conclusión que la veta podría explotarse por el método del circado, donde se realizó una recolección de datos in-situ y se determina principalmente a la utilización de voladura controlada para nuestro diseño de malla dado que la caja piso presenta un RMR igual a 34, la caja techo 41, es decir rocas tipo IV, III (Según la clasificación de Bieniawski, 1989).

4.2.2. Malla de perforación y voladura propuesto en tajeos

Tomando en consideración el radio de influencia con el fin de disminuir este radio mediante explosivos con menor energía para lo cual se diseñó de la siguiente manera.

Teniendo en consideración los tipos de roca según geomecánica, pero para el diseño de malla se considera los tipos de roca 3 y 4, lo que generalmente se presenta en los tajeos. Ver tabla 5.

Tabla 10.

Clasificación de tipos de roca

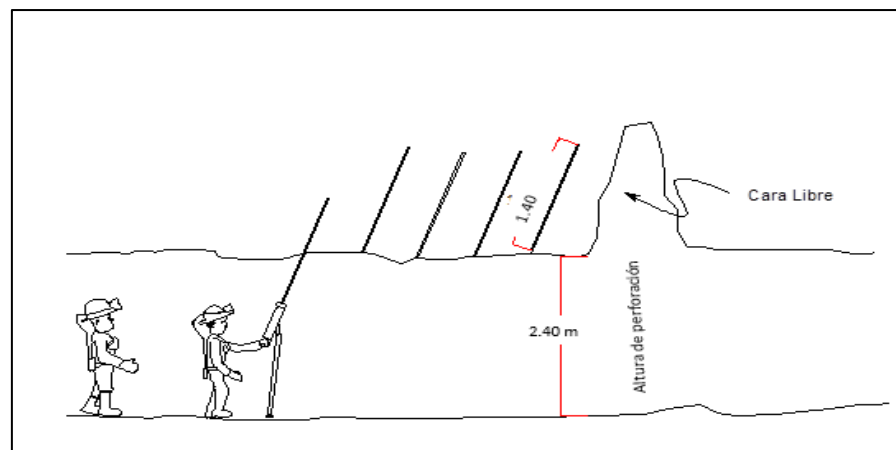
TIPO DE ROCA	CALIDAD	RMR
2	BUENA	61 - 80
3	REGULAR	41 - 60
4	MALA	21 - 40
5	MUY MALA	0 - 20

Departamento de Geomecánica UP. Uchucchacua

Para el diseño de malla de perforación se consideró la potencia de veta que es de 0.15 m a 0.25 m, así mismo la evaluación y recomendación de geomecánica según tabla 18, también se evaluó operativamente las condiciones de labor como altura de perforación a 2.40 m y longitud de perforación 5 pies. Ver Ilustración.

Ilustración 13.

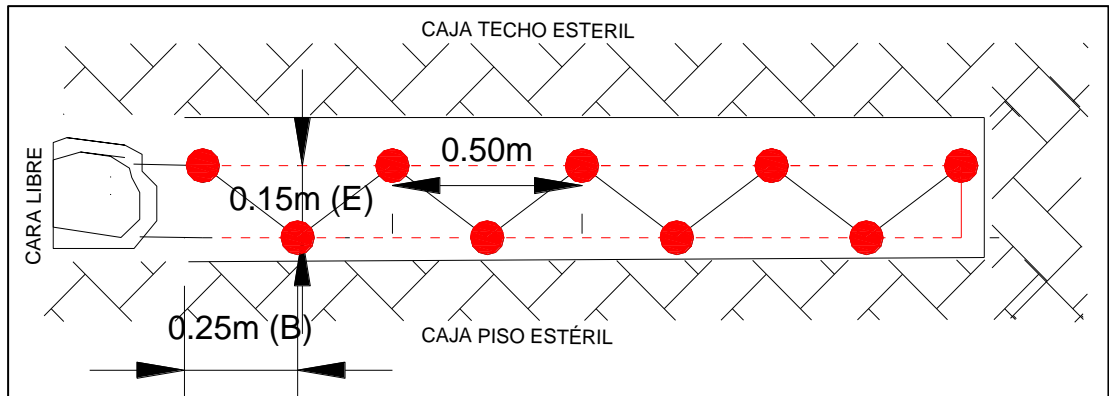
Perforación en Realce de Tajeos con barreno de 5'



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 14.

Diseño de malla de perforación en Zic-Zag para Roca Tipo III – barreno 5 pies



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11.

Distribución de carga explosiva por taladro – Roca Tipo III – 5 pies

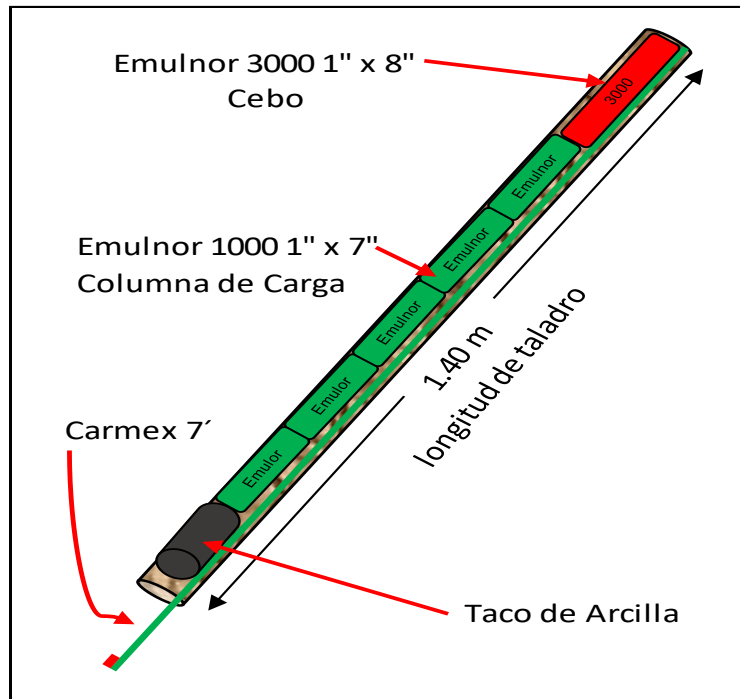
DISTRIBUCION DE CARGA POR TALADRO PARA ROCA TIPO 3 (5 PIES)						
DESCRIPCIÓN	N° Taladros Cargados	CARTUCHOS POR TALADROS		N° DE CARTUCHOS POR GRUPO		Tipo de Explosivos
		Emulnor 1000 1" x 7"	Emulnor 3000 1" x 8"	Emulnor 1000 1" x 7"	Emulnor 3000 1" x 8"	Und.
Taladro	1	5	1	5	1	Und.
Total	1			5	1	N° Cart.
				0.47	0.11	Kg
				kilos de explosivos	0.58	kg / tal.

Fuente: Elaboración propia.

DATOS	UND	
Longitud de Taladro	m	1.40
Burden	m	0.25
Ancho de Minado	m	0.60
Densidad de Mineral	t/m3	2.75
Factor de Potencia	kg/t	1.01

Ilustración 15.

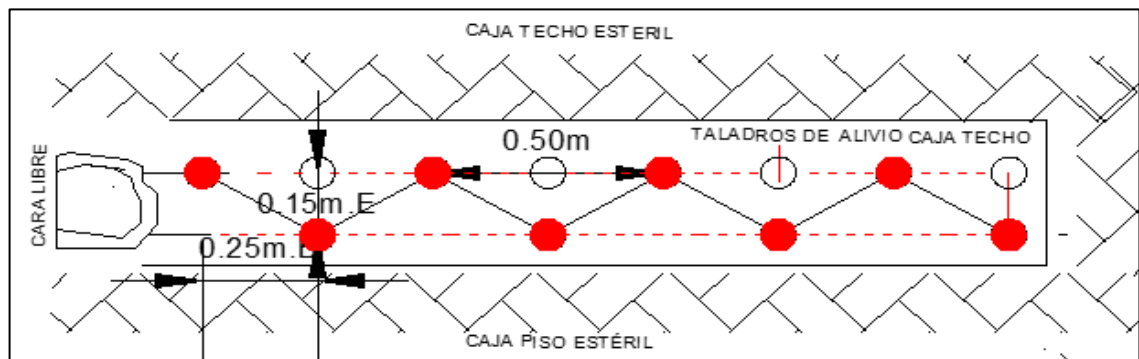
Esquema de carguío para 5 pies - Roca Tipo



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 16.

Diseño de malla de perforación en Zic-Zag para roca tipo 4 – barreno 5 pies



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12.

Distribución de carga explosiva por taladro – Roca Tipo IV – 5 pies

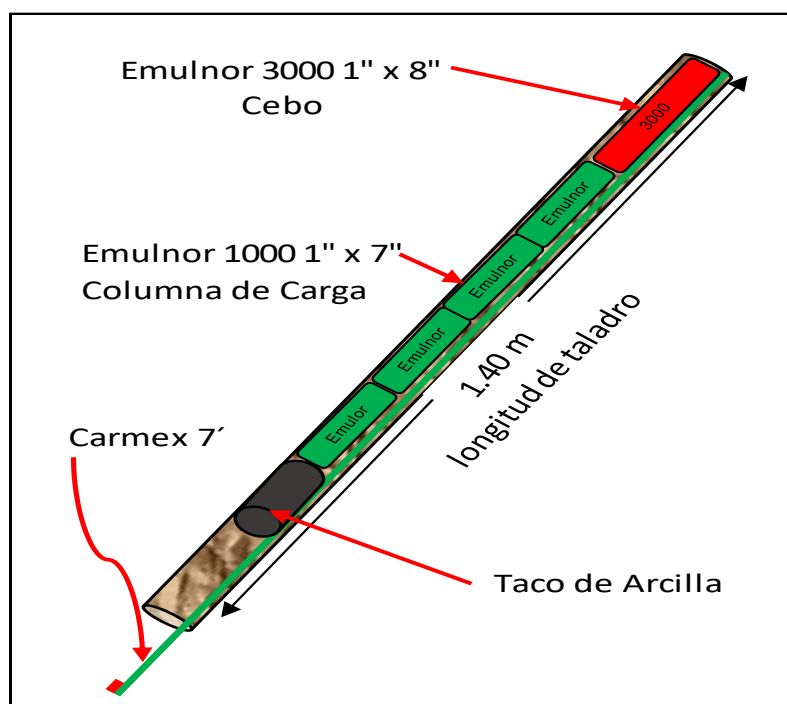
DISTRIBUCION DE CARGA POR TALADRO PARA ROCA TIPO 4 (5 PIES)						
DESCRIPCIÓN	N° Taladros Cargados	CARTUCHOS POR TALADROS		N° DE CARTUCHOS POR GRUPO		Tipo de Explosivos
		Emulnor 1000 1" x 7"	Emulnor 3000 1" x 8"	Emulnor 1000 1" x 7"	Emulnor 3000 1" x 8"	Und.
Taladro	1	4	1	4	1	Und.
Total	1			4	1	N° Cart.
				0.38	0.11	Kg
				kilos de explosivos	0.49	kg / tal.

Fuente: Elaboración propia.

DATOS	UND	
Longitud de Taladro	m	1.40
Burden	m	0.25
Ancho de Minado	m	0.60
Densidad de Mineral	t/m3	2.75
Factor de Potencia	kg/t	0.85

Ilustración 17.

Esquema de carguío para 5 pies - Roca Tipo IV



Fuente: Elaboración propia.

4.3. Prueba de Hipótesis

Con las variables Independiente y Dependiente consideradas en la investigación datos que permiten mediante su análisis es efectuar la prueba de la Hipótesis: Nuevo Diseño de Malla de Perforación y Voladura en las Vetas de Socorro 3 para Mejorar los Parámetros de Explotación de la Unidad de Producción Uchucchacua.

Efectuada el análisis de estos datos en la investigación se procede a determinar si se acepta o no la hipótesis, este caso aceptamos la hipótesis con respecto al siguiente planteamiento:

- **H0:** Nuevo diseño de malla de perforación y voladura en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua.
- **H1:** Mejorar los parámetros de explotación en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua.

4.4. Discusión de Resultados

4.4.1. Resultados luego de la implementación de la Malla de Perforación en zic-zag

Una vez implementado la malla de perforación, se hizo el seguimiento a todos los tajos de producción para evaluar los resultados de la voladura, obteniendo los resultados en Factor de potencia (kg/t):

- Factor de potencia estándar: 1.01 kg/t
- Se logró optimizar en un promedio óptimo de 1.02 kg/t. Ver tablas 8 e Ilustración 14.

Tabla 13.

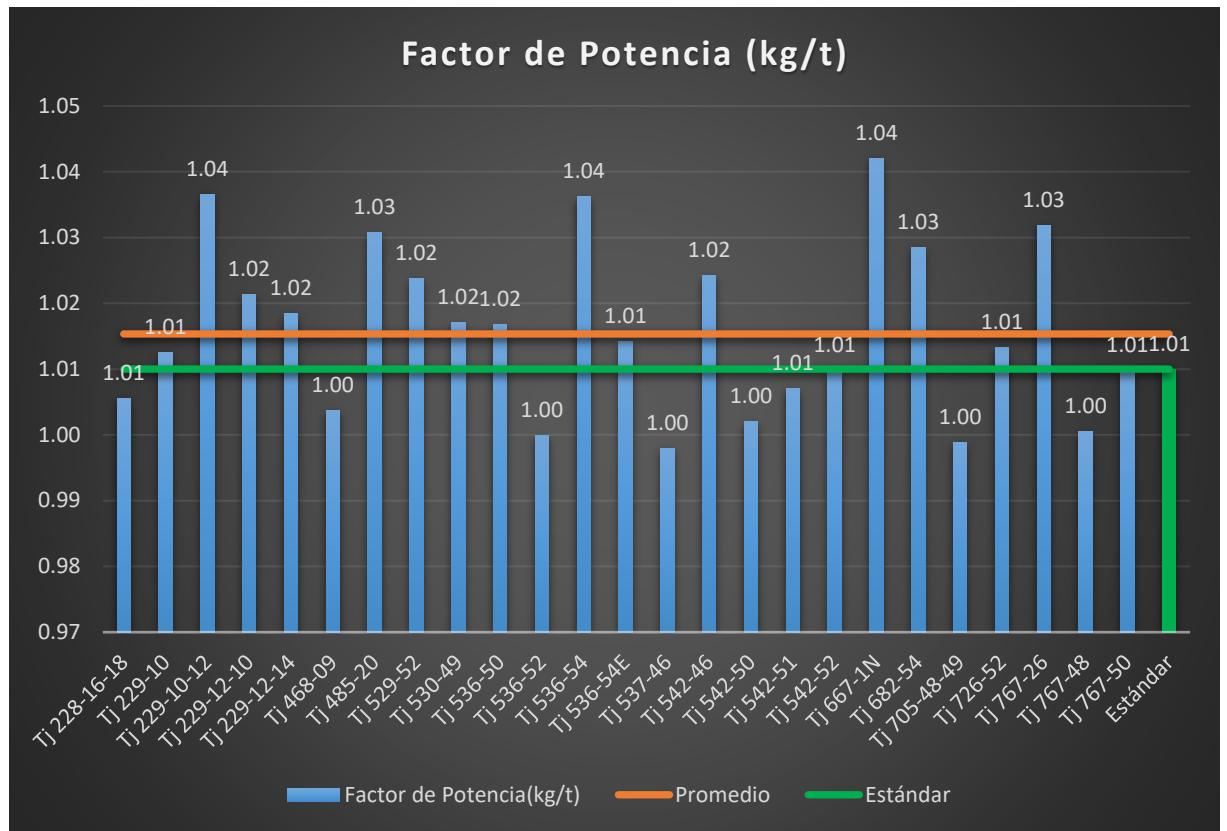
Seguimiento a las labores para evaluar el factor de potencia con la nueva malla de

Mes	Fecha	Empresa	E. E.	Labor	Nivel	Ancho Prog. (m)	Burden	Alto Prog. (m)	Densidad roca (gr/cm ³)	Tipo de roca (RMR)	Tal. Cargados	Long. En pies	Long. Perf. Efectiva (m)	Avance Real (m)	Emulnor 3000 1 x 8" (kg)	Emulnor 1000 1 x 7" (kg)	Total Explosivos (kg)	Toneladas Rotas (t)	Factor de Potencia (kg/t)
JULIO	08-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 767-48	610	0.50	0.25	1.40	2.75	IV	60	5	1.40	1.40	6.58	22.47	29.05	28.88	1.01
JULIO	09-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 767-48	610	0.50	0.25	1.40	2.75	IV	60	5	1.40	1.40	6.58	22.15	28.73	28.88	1.00
JULIO	10-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 682-54	610	0.50	0.25	1.40	2.75	III	100	5	1.40	1.25	10.96	33.23	44.19	42.97	1.03
JULIO	11-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 667-1N	610	0.50	0.25	1.40	2.75	III	60	5	1.40	1.30	6.58	21.36	27.94	26.81	1.04
JULIO	12-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 536-50	610	0.50	0.25	1.40	2.75	III	90	5	1.40	1.25	9.87	29.67	39.54	38.67	1.02
JULIO	15-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 536-54	610	0.50	0.25	1.40	2.75	III	60	5	1.40	1.20	6.58	19.07	25.65	24.75	1.04
JULIO	16-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 536-50	610	0.50	0.25	1.40	2.75	III	60	5	1.40	1.15	6.58	17.41	23.98	23.72	1.01
JULIO	17-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 485-20	660	0.50	0.25	1.40	2.75	III	50	5	1.40	1.35	5.48	18.43	23.92	23.20	1.03
JULIO	18-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 229-10	660	0.50	0.25	1.40	2.75	III	75	5	1.40	1.30	8.22	25.71	33.94	33.52	1.01
JULIO	19-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 536-52	610	0.50	0.25	1.40	2.75	III	48	5	1.40	1.35	5.26	17.01	22.27	22.28	1.00
JULIO	22-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 468-09	610	0.50	0.25	1.10	2.75	III	124	4	1.10	1.10	13.60	33.47	47.06	46.89	1.00
JULIO	23-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 767-26	610	0.50	0.25	1.40	2.75	III	45	5	1.40	1.35	4.93	16.61	21.55	20.88	1.03
AGOSTO	05-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 229-10-12	660	0.60	0.25	1.40	2.70	III	90	5	1.40	1.35	9.87	41.14	51.01	49.21	1.04
AGOSTO	06-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 529-52	610	0.60	0.25	1.10	2.70	III	55	4	1.10	1.00	6.03	16.77	22.80	22.28	1.02
AGOSTO	07-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 767-50	610	0.60	0.25	1.10	2.70	III	100	4	1.10	1.10	10.96	34.02	44.98	44.55	1.01
AGOSTO	08-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 542-52	610	0.60	0.25	1.40	2.70	III	50	5	1.40	1.35	5.48	21.76	27.24	27.34	1.00
AGOSTO	09-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 542-46	610	0.60	0.25	1.10	2.70	III	70	4	1.10	1.00	7.68	21.36	29.04	28.35	1.02
AGOSTO	12-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 542-52	610	0.60	0.25	1.10	2.70	III	80	4	1.10	1.10	8.77	27.69	36.46	35.64	1.02
AGOSTO	13-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 536-54E	610	0.60	0.25	1.40	2.70	III	110	5	1.40	1.30	12.06	46.68	58.74	57.92	1.01
AGOSTO	14-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 229-12-14	660	0.60	0.25	1.40	2.70	III	115	5	1.40	1.40	12.61	53.80	66.41	65.21	1.02
AGOSTO	15-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 542-51	610	0.60	0.25	1.40	2.70	III	50	5	1.40	1.20	5.48	18.99	24.47	24.30	1.01
SETIEMBRE	02-09-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 542-50	610	0.60	0.25	1.10	2.70	III	30	4	1.10	1.05	3.29	9.49	12.78	12.76	1.00
SETIEMBRE	03-09-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 228-16-18	560	0.60	0.25	1.10	2.70	III	42	4	1.20	1.00	4.61	12.50	17.11	17.01	1.01
SETIEMBRE	04-09-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 705-48-49	610	0.60	0.25	1.40	2.70	III	80	5	1.40	1.20	8.77	30.06	38.84	38.88	1.00
SETIEMBRE	05-09-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 229-12-10	610	0.60	0.25	1.10	2.70	III	95	4	1.10	1.00	10.42	28.88	39.29	38.48	1.02
SETIEMBRE	06-09-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 530-49	610	0.60	0.25	1.10	2.70	III	100	4	1.10	0.90	10.96	26.11	37.07	36.45	1.02
SETIEMBRE	09-09-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 726-52	610	0.60	0.25	1.40	2.70	III	93	5	1.40	1.20	10.20	35.60	45.80	45.20	1.01
SETIEMBRE	10-09-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 537-46	610	0.60	0.25	1.40	2.70	III	55	5	1.40	1.25	6.03	21.76	27.79	27.84	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 18.

Evidencia de resultados del factor de potencia con la nueva malla implementada



Fuente: Elaboración propia.

Así mismo se evaluó la dilución que se generaba en la voladura, para lo cual se hizo el estricto control y seguimiento en la aplicación del estándar, también en el cumplimiento del proceso de carguío de explosivos por taladro, teniendo como resultado: La dilución no debe excede mayor al 10%.

- Se logró optimizar como promedio de 6.27%. Ver tablas 9 e Ilustracion 15.

Tabla 14.

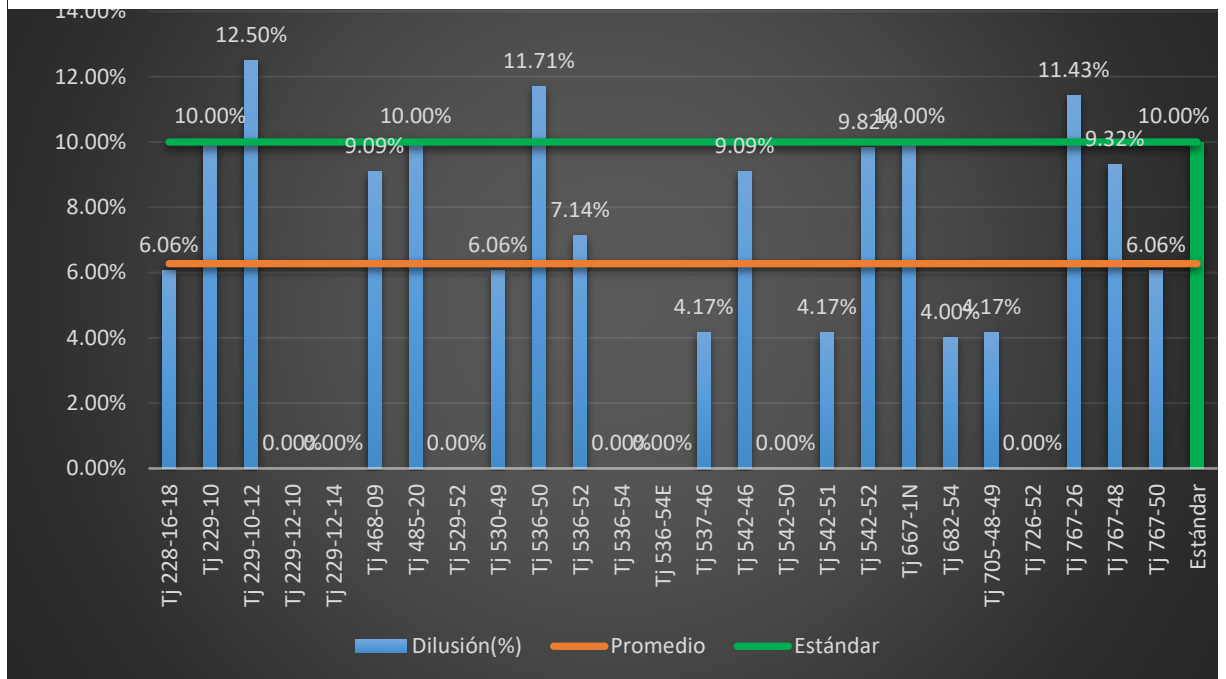
Seguimiento a las labores para evaluar la dilución con la nueva malla de perforación

Mes	Fecha	Empresa	E. E.	Zona	Labor	Veta	Nivel	Ancho Prog. (m)	Burden	Alto Prog. (m)	Densidad roca (gr/cm ³)	Long. En pies	Long. Perf. Efectiva (m)	Avance Real (m)	Ancho Labor Ejecutado (m)	Alto Labor Ejecutado (m)	Volumen roto real (m ³)	Dilusión (%)
JULIO	08-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 767-48	Tina	610	0.50	0.25	1.40	2.75	5	1.40	1.40	0.50	1.50	11.25	7.14%
JULIO	09-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 767-48	Tina	610	0.50	0.25	1.40	2.75	5	1.40	1.40	0.35	2.23	11.71	11.50%
JULIO	10-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 682-54	Tilisa	610	0.50	0.25	1.40	2.75	5	1.40	1.25	0.52	1.40	18.20	4.00%
JULIO	11-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 667-1N	Santa Fe	610	0.50	0.25	1.40	2.75	5	1.40	1.30	0.55	1.40	11.55	10.00%
JULIO	12-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 536-50	Santa Fe	610	0.50	0.25	1.40	2.75	5	1.40	1.25	0.60	1.30	17.55	11.43%
JULIO	15-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 536-54	Santa Fe	610	0.50	0.25	1.40	2.75	5	1.40	1.20	0.50	1.40	10.50	0.00%
JULIO	16-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 536-50	Santa Fe	610	0.50	0.25	1.40	2.75	5	1.40	1.15	0.40	1.96	11.76	12.00%
JULIO	17-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 485-20	Jesus	660	0.50	0.25	1.40	2.75	5	1.40	1.35	0.55	1.40	9.63	10.00%
JULIO	18-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 229-10	Yamila	660	0.50	0.25	1.40	2.75	5	1.40	1.30	0.55	1.40	14.44	10.00%
JULIO	19-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 536-52	Santa Fe	610	0.50	0.25	1.40	2.75	5	1.40	1.35	0.50	1.50	9.00	7.14%
JULIO	22-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 468-09	Yamila	610	0.50	0.25	1.10	2.75	4	1.10	1.10	0.50	1.20	18.60	9.09%
JULIO	23-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 767-26	Ramal Lucia	610	0.50	0.25	1.40	2.75	5	1.40	1.35	0.60	1.30	8.78	11.43%
AGOSTO	05-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 229-10-12	Yamila	660	0.60	0.25	1.40	2.70	5	1.40	1.35	0.45	2.10	1.28	12.50%
AGOSTO	06-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 529-52	Meliza	610	0.60	0.25	1.10	2.70	4	1.10	1.00	0.60	1.10	0.66	0.00%
AGOSTO	07-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 767-50	Tina	610	0.60	0.25	1.10	2.70	4	1.10	1.10	0.50	1.40	0.77	6.06%
AGOSTO	08-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 542-52	J. R. 2B	610	0.60	0.25	1.40	2.70	5	1.40	1.35	0.60	1.50	1.22	7.14%
AGOSTO	09-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 542-46	J. R. 2B	610	0.60	0.25	1.10	2.70	4	1.10	1.00	0.60	1.20	0.72	9.09%
AGOSTO	12-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 542-52	J. R. 2B	610	0.60	0.25	1.10	2.70	4	1.10	1.10	0.55	1.35	0.82	12.50%
AGOSTO	13-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 536-54E	Santa Fe	610	0.60	0.25	1.40	2.70	5	1.40	1.30	0.60	1.40	1.09	0.00%
AGOSTO	14-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 229-12-14	Yamila	660	0.60	0.25	1.40	2.70	5	1.40	1.40	0.60	1.40	1.18	0.00%
AGOSTO	15-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 542-51	J. R. 2B	610	0.60	0.25	1.40	2.70	5	1.40	1.20	0.70	1.25	1.05	4.17%
SEPTIEMBRE	02-09-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 542-50	J. R. 2B	610	0.60	0.25	1.10	2.70	4	1.10	1.05	0.60	1.10	0.69	0.00%
SEPTIEMBRE	03-09-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 228-16-18	Yamila	560	0.60	0.25	1.10	2.70	4	1.20	1.00	0.50	1.40	0.70	6.06%
SEPTIEMBRE	04-09-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 705-48-49	Lesly	610	0.60	0.25	1.40	2.70	5	1.40	1.20	0.70	1.25	1.05	4.17%
SEPTIEMBRE	05-09-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 229-12-10	Yamila	610	0.60	0.25	1.10	2.70	4	1.10	1.00	0.60	1.10	0.66	0.00%
SEPTIEMBRE	06-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 530-49	María Fe	610	0.60	0.25	1.10	2.70	4	1.10	0.90	0.50	1.40	0.63	6.06%
SEPTIEMBRE	09-09-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 726-52	Tina	610	0.60	0.25	1.40	2.70	5	1.40	1.20	0.60	1.40	1.01	0.00%
SEPTIEMBRE	10-09-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	Tj 537-46	Santa Fe	610	0.60	0.25	1.40	2.70	5	1.40	1.25	0.70	1.25	1.09	4.17%

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 19.

Evidencia de resultados de la dilución con la nueva malla implementada



Fuente: Elaboración propia.

Como otra deficiencia en el proceso de voladura se identificó la sobre rotura, el cual alteraba la ley del mineral, debido a ello se controló con el cambio de malla de perforación en zic-zag, así mismo se bajó la potencia del explosivo, cambiando por un explosivo de menor potencia, para evitar daños en las cajas.

Para el control de sobre rotura se tenía como parámetro lo siguiente:

- Ancho de minado es de 0.60 m.
- Ancho de veta es de 0.10 m a 0.20 m
- Se logró optimizar en promedio de 0.57 m., estando dentro de lo permitido. Ver tablas 10 e Ilustración 16.

Tabla 15.

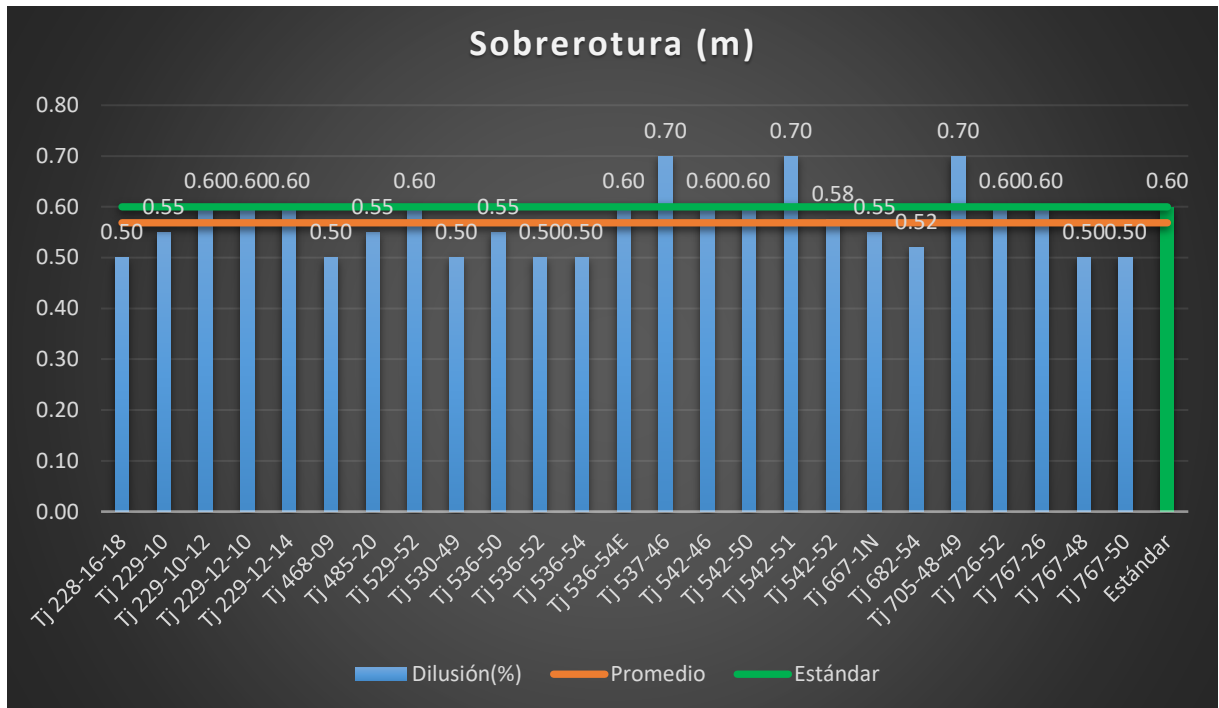
Seguimiento a las labores para evaluar la sobre rotura con la nueva malla de perforación.

Mes	Fecha	Empresa	E. E.	Labor	Nivel	Ancho Prog. (m)	Burden	Alto Prog. (m)	Densidad roca (gr/cm ³)	Tipo de roca (RMR)	Long. En pies	Long. Perf. Efectiva (m)	Avance Real (m)	Total Explosivos (kg)	Ancho Labor Ejecutado (m)	Alto Labor Ejecutado (m)	Sobrerotura
JULIO	08-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 767-48	610	0.50	0.25	1.40	2.75	IV	5	1.40	1.40	29.05	0.50	1.50	0.50
JULIO	09-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 767-48	610	0.50	0.25	1.40	2.75	IV	5	1.40	1.40	28.73	0.35	2.23	0.50
JULIO	10-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 682-54	610	0.50	0.25	1.40	2.75	III	5	1.40	1.25	44.19	0.52	1.40	0.52
JULIO	11-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 667-1N	610	0.50	0.25	1.40	2.75	III	5	1.40	1.30	27.94	0.55	1.40	0.55
JULIO	12-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 536-50	610	0.50	0.25	1.40	2.75	III	5	1.40	1.25	39.54	0.60	1.30	0.60
JULIO	15-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 536-54	610	0.50	0.25	1.40	2.75	III	5	1.40	1.20	25.65	0.50	1.40	0.50
JULIO	16-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 536-50	610	0.50	0.25	1.40	2.75	III	5	1.40	1.15	23.98	0.40	1.96	0.50
JULIO	17-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 485-20	660	0.50	0.25	1.40	2.75	III	5	1.40	1.35	23.92	0.55	1.40	0.55
JULIO	18-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 229-10	660	0.50	0.25	1.40	2.75	III	5	1.40	1.30	33.94	0.55	1.40	0.55
JULIO	19-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 536-52	610	0.50	0.25	1.40	2.75	III	5	1.40	1.35	22.27	0.50	1.50	0.50
JULIO	22-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 468-09	610	0.50	0.25	1.10	2.75	III	4	1.10	1.10	47.06	0.50	1.20	0.50
JULIO	23-07-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 767-26	610	0.50	0.25	1.40	2.75	III	5	1.40	1.35	21.55	0.60	1.30	0.60
AGOSTO	05-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 229-10-12	660	0.60	0.25	1.40	2.70	III	5	1.40	1.35	51.01	0.45	2.10	0.60
AGOSTO	06-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 529-52	610	0.60	0.25	1.10	2.70	III	4	1.10	1.00	22.80	0.60	1.10	0.60
AGOSTO	07-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 767-50	610	0.60	0.25	1.10	2.70	III	4	1.10	1.10	44.98	0.50	1.40	0.50
AGOSTO	08-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 542-52	610	0.60	0.25	1.40	2.70	III	5	1.40	1.35	27.24	0.60	1.50	0.60
AGOSTO	09-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 542-46	610	0.60	0.25	1.10	2.70	III	4	1.10	1.00	29.04	0.60	1.20	0.60
AGOSTO	12-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 542-52	610	0.60	0.25	1.10	2.70	III	4	1.10	1.10	36.46	0.55	1.35	0.55
AGOSTO	13-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 536-54E	610	0.60	0.25	1.40	2.70	III	5	1.40	1.30	58.74	0.60	1.40	0.60
AGOSTO	14-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 229-12-14	660	0.60	0.25	1.40	2.70	III	5	1.40	1.40	66.41	0.60	1.40	0.60
AGOSTO	15-08-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 542-51	610	0.60	0.25	1.40	2.70	III	5	1.40	1.20	24.47	0.70	1.25	0.70
SEPTIEMBRE	02-09-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 542-50	610	0.60	0.25	1.10	2.70	III	4	1.10	1.05	12.78	0.60	1.10	0.60
SEPTIEMBRE	03-09-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 228-16-18	560	0.60	0.25	1.10	2.70	III	4	1.20	1.00	17.11	0.50	1.40	0.50
SEPTIEMBRE	04-09-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 705-48-49	610	0.60	0.25	1.40	2.70	III	5	1.40	1.20	38.84	0.70	1.25	0.70
SEPTIEMBRE	05-09-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 229-12-10	610	0.60	0.25	1.10	2.70	III	4	1.10	1.00	39.29	0.60	1.10	0.60
SEPTIEMBRE	06-09-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 530-49	610	0.60	0.25	1.10	2.70	III	4	1.10	0.90	37.07	0.50	1.40	0.50
SEPTIEMBRE	09-09-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 726-52	610	0.60	0.25	1.40	2.70	III	5	1.40	1.20	45.80	0.60	1.40	0.60
SEPTIEMBRE	10-09-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Tj 537-46	610	0.60	0.25	1.40	2.70	III	5	1.40	1.25	27.79	0.70	1.25	0.70

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 20.

Evidencia de resultados de la sobre rotura con la nueva malla implementada

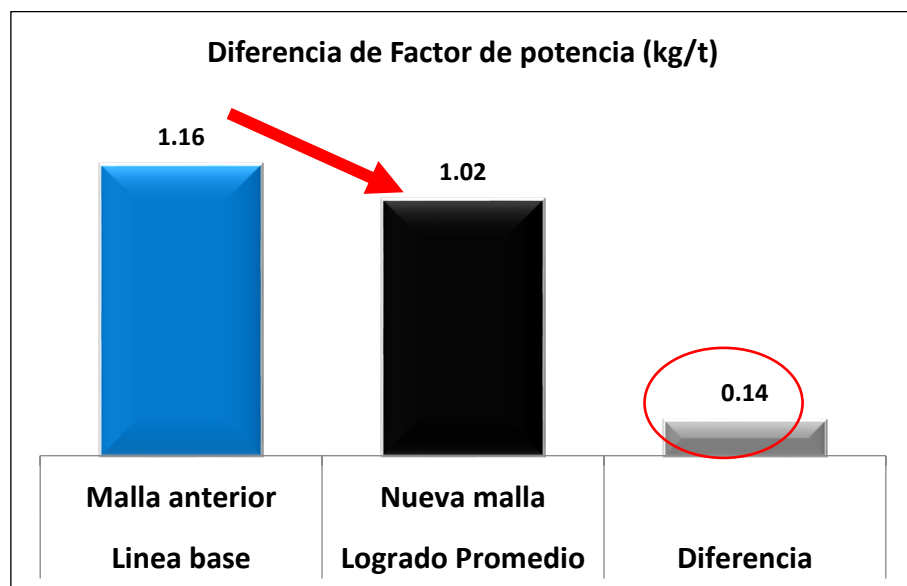


Fuente: Elaboración propia.

4.4.2. Cuadros comparativos de resultados vs línea base.

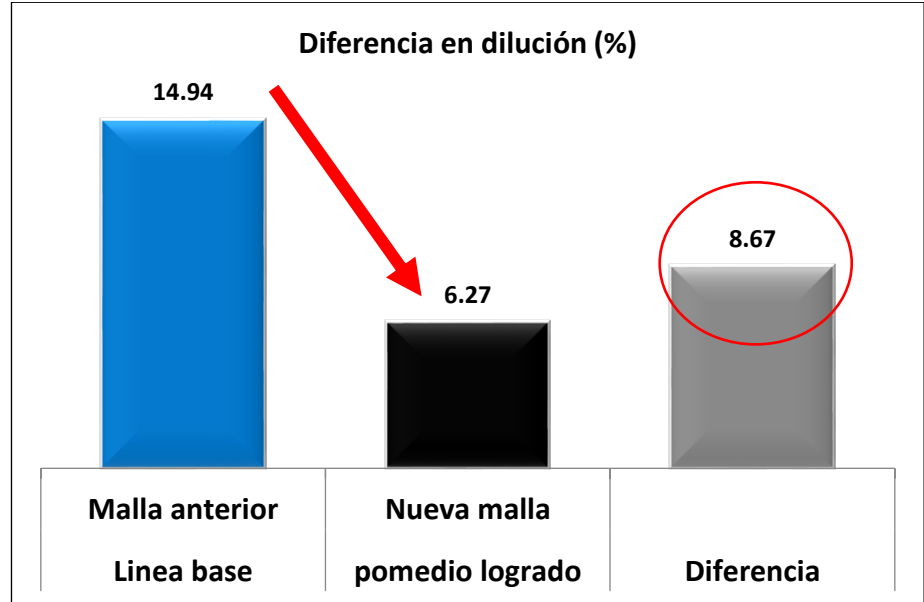
- **Factor de Potencia (kg/t):**

Se logró mejorar a 0.14 kg/t lo cual representa un ahorro en el consumo de explosivos y mejor eficiencia de producción.



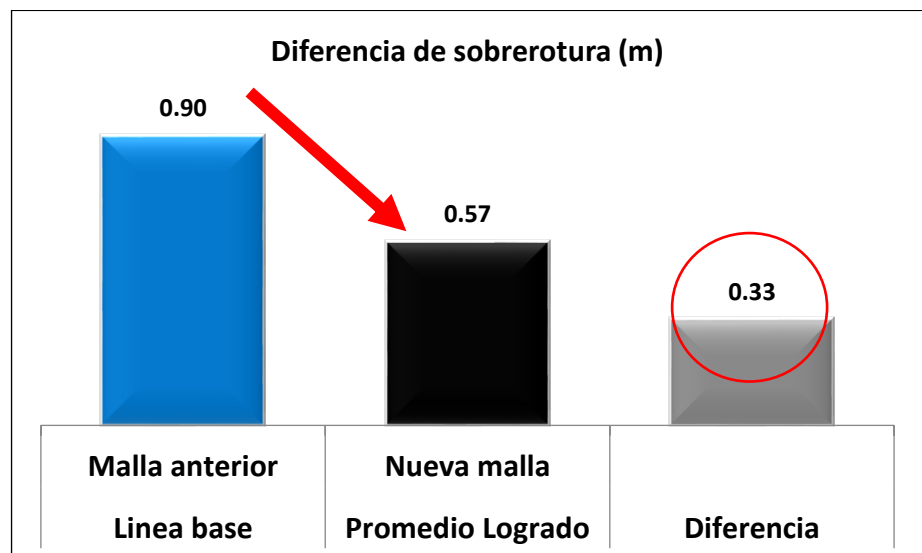
- **Dilución (%):**

Se logró reducir a un 6.27 %, lo cual se encuentra dentro del estándar optimo que es de 10%.



- **Sobre rotura (m):**

Se logró controlar la sobre excavación a 0.57 m, permitiendo estar dentro del parámetro del ancho de minado que es de 0.60 m.



Los detalles y evidencias más relevantes de todo el proceso de perforación y voladura desde el pintado de malla de perforación, verificación de la perforación de los taladros, control del paralelismo, eficiencia de perforación, carguío de explosivos a los taladros, amarre, voladura y resultados.

4.4.3. Trabajos de sensibilización e implementación

Se capacitó al personal de labor in-situ sobre la aplicación de la malla estándar, también en el proceso de carguío de explosivos por taladro; así mismo se elaboró y/o fabricó una plantilla metálica (Cantillon) para el correcto pintado de la malla de perforación según el estándar, luego la aplicación en campo.

4.4.4. Pasos a seguir desde la Perforación hasta la Voladura

Los pasos importantes a tomarse en cuenta antes de la perforación son los siguientes:

- Se verifica que la ventilación sea la adecuada y la calidad de aire sea la apropiada para realizar el trabajo encomendado.
- Se identifica los tiros cortados, de haberlos se procede a eliminarlos recargándolos.
- Se riega el techo y los hastiales de la labor para identificar zonas de roca sueltas.
- Se desatan las rocas sueltas, tanto en el techo como en los hastiales con ayuda de las barretillas de 4', 5' y 6'.
- Se coloca sostenimiento si lo requiere, previa evaluación del área de geomecánica.

- Se tendrá que controlar el burden y el espaciamiento de acuerdo al tipo de roca y para ello deberán contar con los guidores (mínimo 03) para mantener el paralelismo entre taladros.
- Para la perforación en tajeos se deberá tener en cuenta la inclinación de la estructura mineralizada y los taladros se realizarán dentro del área contorneada.
- Primero se realizará la perforación y voladura de la cara libre.
- Antes de iniciar la perforación se deberá lavar la zona a perforar y se deberá contornear la veta.
- Es obligatorio el pintado de malla antes de iniciar la perforación, haciendo uso del Cantillon y/o plantilla, con pintura blanca para diferenciar con el contorneo.
- La perforación se iniciará desde la cara libre.
- Antes de la voladura, se realizará el tendido de la tela arpillera sobre el piso y tablas, con la finalidad de recuperar el mineral fino.
- Se tendrá que controlar el carguío de los taladros con el tipo de explosivos y la cantidad de acuerdo a las especificaciones establecidas en las mallas de perforación.
- Para el uso y manipuleo de explosivos, el personal deberá contar con autorización del SUCAMEC.

CONCLUSIONES

- Se implementó el nuevo diseño de malla de perforación logrando optimizar la eficiencia de manera favorable el KPI.
- Se efectuó el pintado de la malla de perforación y la distribución de carga explosiva, se tiene mejores resultados favorables en las roturas de los tajos en vetas angostas.
- Se concluye que, para mejorar la eficiencia del proceso de perforación y voladura de los tajos de vetas angostas, se requiere un piso uniforme a una altura de perforación no mayor a 2.40 m. para mejorar la eficiencia de voladura.
- Con el nuevo diseño de malla de perforación se mejora la dilución del mineral de 14.94 % a 6.27 %., logrando controlar y optimizando el proceso.
- Con la aplicación del nuevo diseño de malla de perforación se optimiza la sobre rotura del tajo de vetas angostas de 0.90 m a 0.57 m, logrando controlar la sobre excavación.
- Con la implementación del nuevo diseño de malla de perforación y cambio de Dinamita 45% $\frac{7}{8}$ x 7" lo cual se utilizaba como columna de carga, que es reemplazado a Emulnor 1000 1" x 7" se ha mejorado en el control de sobre rotura y dilución del mineral.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda cambiar el tipo de material de los guidores de madera a guidores de tubos PVC reforzado, ya que los atacadores de madera por lo general no son rectos para controlar el paralelismo.
- Se recomienda facilitar al personal de labor y a la supervisión las pinturas de color blanco, para el pintado las mallas de perforación, así mismo hacer uso de cantillones para dar cumplimiento a la malla de perforación.
- Se recomienda tener un piso uniforme y una altura adecuada, con el fin de obtener mayor eficiencia en la longitud del taladro, mejor control de la veta mineralizada, mejor control del paralelismo para obtener un perfil uniforme en el techo.
- Se recomienda sensibilizar al personal de labor en el uso constante de los cantillones para el pintado de malla, para obtener la simetría de la malla de perforación de los taladros.
- Se recomienda el uso de tacos de arcilla al final de cada taladro cargado bien confinado para evitar el des confinamiento al momento de la detonación.
- Se recomienda capacitar al personal de labor en uso y manipuleo de explosivos y sus características técnicas de cada producto, para garantizar una voladura eficiente y evitar disparos fallidos.
- Se recomienda implementar en los tajos la malla estandarizada y la distribución de carga explosiva por taladro, así mismo facilitar al personal las cartilla.

BIBLIOGRAFÍA

Burge, M. (2015). Ciencia básica Ciencia Aplicada y Técnica. Obtenido de SlideShare:

<https://es.slideshare.net/filosofico/ciencia-bsica-ciencia-aplicada-y-tecnica>

Chipana, M. (2015). Tesis Diseño de Perforación y Voladura para Reducción de Costos en el Frente de la Galería Progreso de la Contrata Minera Cavilquis Corporación Minera Ananea S.A. Puno, Perú. Universidad del Altiplano.

Crúzate, C. (2004). Voladura Controlada en Tajeos de Potencia entre 3 y 4 metros en Roca de tipo II A en la Compañía Minera La Poderosa. Tesis, Lima-Perú, Universidad Nacional de Ingeniería.

Dupont, A. (2015). Manual Para el Uso de Explosivos, España, editorial: Blasters

EACH CHUNGAR, E. (2014). Cartilla de Perforación y Voladura. Lima, Perú.

Enaex S.A. (2016). Curso de Manejo de Explosivos. Santiago, Chile. Editorial Enaex

EXSA S.A. (2018). Manual Práctico de Voladura. Lima, Perú: Departamento Técnico de EXSA S.A.

Famesa Explosivos SAC. (2016). Ficha técnica de los explosivos de minería. Obtenido de: <http://www.famesa.com.pe/productos/altos-explosivos/emulnor/>

FAMESA, E. (2019). Manual de Perforación y Voladura. Lima, Perú: Editorial OSAS.

Ferrer, M. (2007). Manual de campo para la descripción y caracterización de los macizos rocosos en afloramientos. España: Instituto Geológico y Minero de España.

Jáuregui, O. (2015). Reducción de los Costos Operativos en Mina mediante la optimización de los Estándares de las operaciones unitarias de Perforación y Voladura. Tesis PUCP.

- López, C. & López, E. (2003). Manual de perforación y voladura de rocas. España, Editorial Arias Montano.
- López, C. (2012). Manual de Perforación y Voladura de Rocas. Madrid: Primera Edición.
- López, J. (2010). Ingeniería de Túneles. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.
- Mamani, C. (2016). Tesis Diseño de Perforación y Voladura y su Incidencia en los Costos Unitarios en el Balcón III de la Compañía Minera Ananea S.A. Puno, Peru.
- Marcañaupa, R. (2008). Perforación y voladura Basada en el RMR. Tesis, UNCP.
- RUNE, G. (2010). Técnicas Suecas De Voladura. México, Editorial Reverte S.A.
- Scherpernisse, D. (1997). Diseño y evaluación de voladura. España, editorial Madrid.
- Tolentino, V. (2012). Métodos de Excavación de Túneles Perforación y Voladura. Lima-Perú. Ediciones UNI.
- Unidad minera Uchucchacua, Proyectos de desarrollo y preparación. Área de Planeamiento 2020.
- Unidad minera Uchucchacua, Proyectos de desarrollo y preparación. Área de Ingeniería 2020.

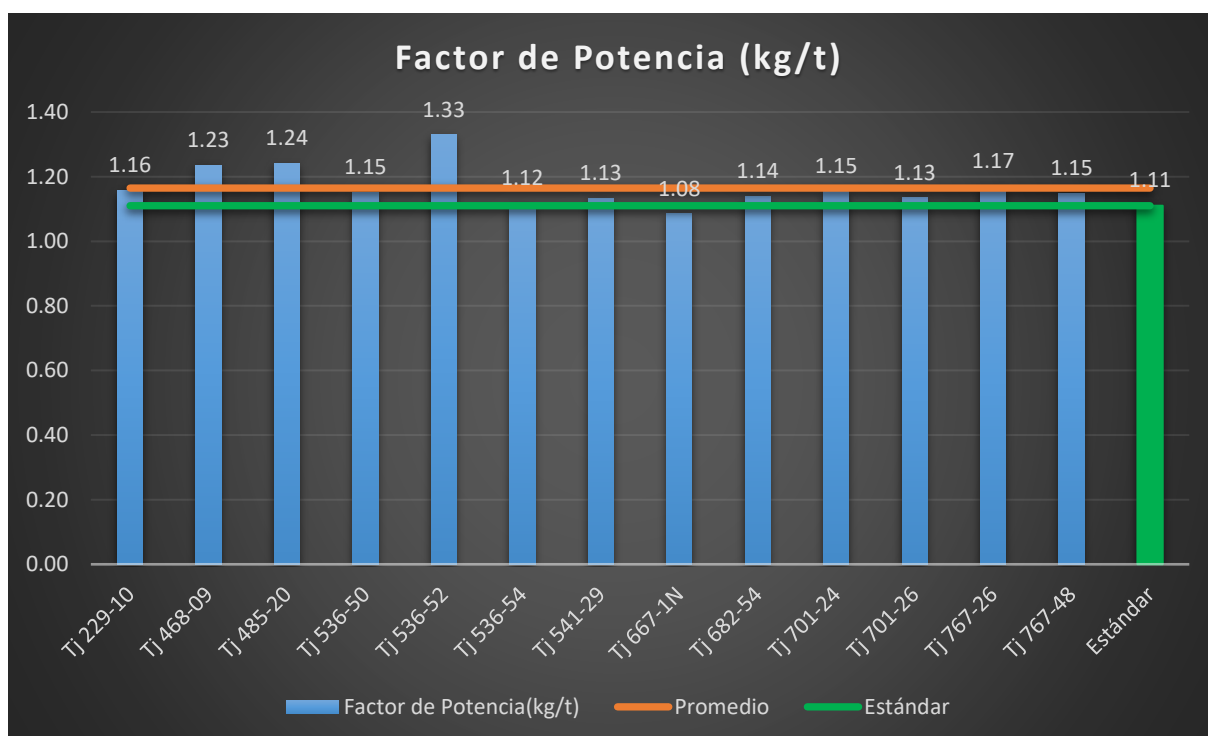
ANEXOS

Instrumentos de Recolección de datos

Seguimiento a las labores para evidenciar el factor de potencia como línea base

Mes	Fecha	Empresa	E. E.	Zona	Turno	Labor	Ventana	Nivel	Ancho Veta (m)	Burden (m)	Densidad roca (gr/cm ³)	Tipo de roca (RMR)	Tal. Cargados	Long. En pies	Long. Perf. Efectiva (m)	Avance Real (m)	Emulnor 3000 1 x 8" (kg)	SG 45% 7/8" (kg)	Toneladas Rotas (t)	Factor de Potencia (kg/t)
MAYO	06-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	TJ 767-48	Tina	610	0.20	0.40	2.75	IV	60	5	1.35	1.10	3.62	13.05	14.52	1.15
MAYO	07-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	TJ 767-48	Tina	610	0.20	0.40	2.75	IV	60	5	1.40	1.20	4.06	14.64	15.84	1.18
MAYO	08-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	TJ 682-54	Tilsa	610	2.20	0.40	2.75	III	100	5	1.40	1.10	65.79	237.34	266.20	1.14
MAYO	09-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	TJ 667-1N	Santa Fe	610	0.20	0.40	2.75	III	60	5	1.25	1.20	3.73	13.45	15.84	1.08
MAYO	10-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	TJ 536-50	Santa Fe	610	0.20	0.40	2.75	III	90	5	1.40	1.25	6.47	23.34	24.75	1.20
MAYO	13-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	TJ 536-54	Santa Fe	610	2.20	0.40	2.75	III	60	5	1.40	1.20	42.21	152.29	174.24	1.12
MAYO	14-05-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	TJ 536-50	Santa Fe	610	0.20	0.40	2.75	III	60	5	1.40	1.15	3.62	13.05	15.18	1.10
JUNIO	19-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	TJ 485-20	Jesus	660	0.20	0.40	2.75	III	50	5	1.20	1.00	2.96	10.68	11.00	1.24
JUNIO	20-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	TJ 229-10	Yamila	660	2.20	0.35	2.75	III	75	5	1.40	1.10	43.86	158.23	174.69	1.16
JUNIO	21-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	TJ 536-52	Santa Fe	610	0.20	0.40	2.75	III	48	5	1.25	0.90	2.74	9.89	9.50	1.33
JUNIO	24-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	TJ 468-09	Yamila	610	0.20	0.40	2.75	III	124	5	1.40	1.05	7.68	27.69	28.64	1.23
JUNIO	25-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	TJ 767-26	Ramal Lucía	610	2.20	0.40	2.75	III	45	5	1.00	1.00	27.63	99.68	108.90	1.17
JUNIO	26-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	TJ 767-48	Tina	610	0.20	0.40	2.75	IV	97	5	1.35	1.00	5.15	18.59	21.34	1.11
JUNIO	27-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	TJ 701-26	Ramal Lucía	610	0.20	0.40	2.75	IV	90	5	1.40	0.90	4.39	15.82	17.82	1.13
JUNIO	28-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	TJ 541-29		560	2.20	0.40	2.75	IV	75	5	1.40	1.00	44.63	161.00	181.50	1.13
JUNIO	29-06-19	BUENAVENTURA	COPSEM	Acchilla	DIA	TJ 701-24	Ramal Lucía	610	0.20	0.40	2.75	IV	95	5	1.40	0.90	4.71	17.01	18.81	1.15

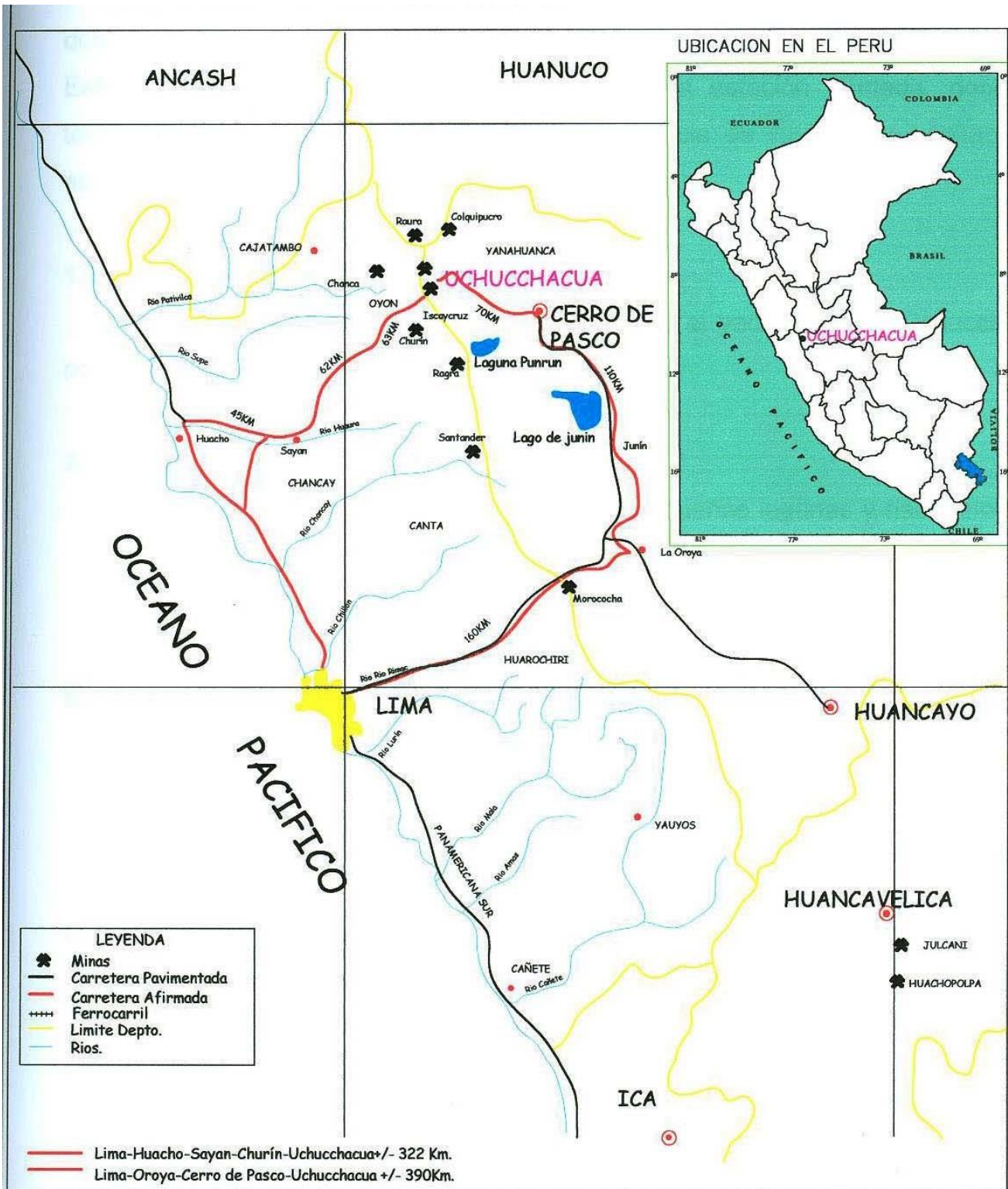
Evidencia del factor de potencia por labores como línea base.



Matriz de Consistencia

TÍTULO: “Nuevo Diseño de Malla de Perforación y Voladura en las Vetas de Socorro 3 para Mejorar los Parámetros de Explotación de la Unidad de Producción Uchucchacua”					
Tesista: Bach. Edison SOLIS EGUSQUIZA.					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODO	POBLACION Y MUESTRA
<p>GENERAL:</p> <p>¿Es posible mejorar los parámetros de explotación en las vetas de socorro 3 con un nuevo diseño de malla de perforación y voladura de la unidad de producción Uchucchacua?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>A. ¿Es posible mejorar el factor de carga con nuevo diseño de malla de perforación y voladura en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua?</p> <p>B. ¿Es posible mejorar la dilución del mineral con el nuevo diseño de malla de perforación y voladura en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua?</p> <p>C. ¿Es posible mejorar la sobre rotura con un nuevo diseño malla de perforación y voladura en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua?</p>	<p>GENERAL:</p> <p>Mejorar los parámetros de explotación en las vetas de socorro 3 con un nuevo diseño de malla de perforación y voladura de la unidad de producción Uchucchacua.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>A. Mejorar el factor de carga con nuevo diseño de malla de perforación y voladura en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua.</p> <p>B. Mejorar la dilución del mineral con el nuevo diseño de malla de perforación y voladura en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua.</p> <p>C. Mejorar la sobre rotura con un nuevo diseño malla de perforación y voladura en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua.</p>	<p>GENERAL</p> <p>Un nuevo diseño de malla de perforación y voladura nos permite mejorar los parámetros de explotación en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>A. Se mejora el factor de carga con nuevo diseño de malla de perforación y voladura en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua.</p> <p>B. Se mejora la dilución del mineral con el nuevo diseño de malla de perforación y voladura en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua.</p> <p>C. Se mejora la sobre rotura con un nuevo diseño malla de perforación y voladura en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua.</p>	<p>INDEPENDIENTE</p> <p>X: Nuevo diseño de malla de perforación y voladura en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua:</p> <p>DEPENDIENTE:</p> <p>Y: Mejorar los parámetros de explotación en las vetas de socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua.</p>	<p>Tipo de Investigación</p> <p>La secuencia de la investigación se encuentra en el marco aplicativo por sus objetivos que se han considerado en el presente proyecto, el desarrollo de toda la investigación está enmarcado en el nivel descriptivo, correlacional y explicativo.</p> <p>Métodos de Investigación</p> <p>El método de investigación a considerar es el método lógico, inductivo, sintético y de análisis, asimismo se emplea el método empírico mediante la observación investigativa.</p>	<p>Población</p> <p>Conformado por las vetas de la unidad de producción Uchucchacua</p> <p>Muestra</p> <p>Vetas de la zona socorro 3 de la unidad de producción Uchucchacua.</p>

Plano de Ubicación Uchucchacua



Panel Fotográfico.

Foto 001: Resultado de Voladura en Circado en Vetas Angostas



Foto 002: Sostenimiento de Labores con Malla y Split Set



Foto 003: Carguío de Taladros Perforados

