

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



T E S I S

Nueva propuesta de carguío de taladros con carga desacoplada en labores de producción taladros largos en compañía minera Volcan – unidad San Cristóbal

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Bill Wilder ANTONIO MORAN

Asesor:

Ing. Toribio GARCIA CONTRERAS

Cerro de Pasco - Perú - 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



T E S I S

Nueva propuesta de carguío de taladros con carga desacoplada en labores de producción taladros largos en compañía minera Volcan – unidad San Cristóbal

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Teodoro Rodrigo SANTIAGO ALMERCÓ
PRESIDENTE

Mg. Silvestre Fabián BENAVIDES CHAGUA
MIEMBRO

Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA
MIEMBRO

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado con mucho amor y estima a mis padres, por su perseverancia en inculcarme para el cumplimiento de mis metas

AGRADECIMIENTO

Mis sinceros agradecimientos a todos aquellos profesionales que han aportado todo su conocimiento y guía, especialmente a los ingenieros que conforman la familia de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión por esta oportunidad de aprendizaje, que me han brindado durante mi permanencia como estudiante de pre grado.

A mis asesores por su orientación para asegurar el cumplimiento de esta Tesis

RESUMEN

El presente trabajo de investigación que tiene como título: “NUEVA PROPUESTA DE CARGUIO DE TALADROS CON CARGA DESACOPLADA EN LABORES DE PRODUCCION TALADROS LARGOS EN COMPAÑÍA MINERA VOLCAN – UNIDAD SAN CRISTOBAL”

Se ha establecido como objetivo principal Realizar una nueva propuesta para el proceso de perforación y voladura en las labores de producción taladros largos en la Empresa Minera Volcán S.A.A. unidad de producción San Cristóbal.

Estableciéndose como hipótesis principal: al proponer el carguío de taladros largos con carga desacoplada y controlada en las labores de producción se conseguirá mejores resultados en la voladura.

Referente al tipo de investigación nuestra investigación es aplicada, con un nivel descriptivo correlacional; la metodología empleada es la del método científico con el apoyo de los métodos específicos inductivo y el analítico, y el diseño es no experimental.

La muestra estará representada por los tajeos de producción con taladros largos; bancos 4348, 4346, 4216, 4342 de la unidad.

Finalizando la investigación, con las conclusiones y recomendaciones respectivas

Palabras claves: Voladura, taladros largos, carguío de taladros, carga desacoplada.

ABSTRACT

This research paper has the title: "NEW PROPOSAL FOR LOADING DRILLS WITH UNCOUPLED LOADING IN PRODUCTION WORKS OF LONG DRILLS IN COMPAÑÍA MINERA VOLCAN - SAN CRISTOBAL UNIT"

The main objective has been established to make a new proposal for the drilling and blasting process in the production of long drills at Empresa Minera Volcán S.A.A. San Cristóbal production unit.

Establishing as main hypothesis: by proposing the loading of long drills with decoupled and controlled charge in production work, better results will be achieved in blasting.

Regarding the type of research, our research is applied, with a correlational descriptive level; The methodology used is that of the scientific method with the support of specific inductive and analytical methods, and the design is non-experimental.

The sample will be represented by production stopes with long holes; banks 4348, 4346, 4216, 4342 of the unit.

Finalizing the investigation, with the respective conclusions and recommendations

Keywords: Blasting, long holes, loading of holes, uncoupled charge.

INTRODUCCIÓN

Los problemas que se presentan en sus diversos procesos de producción son diversos, hablando específicamente del proceso de perforación y voladura que es tema de esta tesis vemos que los problemas que se presentan de diferente índole como: desviación de taladros, sobre perforación, tiros cortados, taladros sopladados, fracturamiento de las cajas, dilución, fragmentación alta, factor de potencia no correcto, costos altos, etc.

En el caso de la mina en estudio vemos que se tiene algunos problemas de los mencionados como es la sobre excavación en las labores de producción taladros largos, observándose que los taladros no se cargan de acuerdo a lo planificado lo cual genera estas sobre excavaciones y dilución en los tajeos; también se puede observar la desviación de los taladros debido a las malas prácticas de los operadores de los equipos.

En lo referido a la estructura del trabajo, se realizará por capítulos de la siguiente manera:

El capítulo I trata sobre el planteamiento del problema sobre el carguío de taladros con carga desacoplada en labores de producción, abarcando el planteamiento del problema, Problema General y específicos, Objetivo general y específicos, justificación e importancia, hipótesis y descripción de las variables. Delimitación de la investigación y limitaciones.

El Capítulo II, se ocupa del Marco Teórico donde analizamos los antecedentes de la investigación sobre la voladura con cargas desacopladas usadas en las diferentes minas. Se analizará conceptos, teorías sobre las variables de la investigación

Seguidamente, el Capítulo III, trata sobre la Metodología empleada, que contiene el método de investigación utilizado, el nivel y tipo de investigación, el diseño de la

investigación, la población y muestra, las Técnicas e instrumentos de recolección de datos y el procesamiento de Datos.

En el Capítulo IV enfocaremos primeramente aspectos sobre la unidad minera, luego haremos un seguimiento y control de taladros largos del tajo 671 Nv 1320 con carga desacoplada, su monitoreo de vibraciones, análisis de daños del macizo rocoso.

Por último, presentamos las conclusiones y recomendaciones

También se indica las referencias bibliográficas de todos los autores utilizados para esta investigación.

El autor

ÍNDICE

Página.

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación de investigación	1
1.2.	Delimitación de la investigación	2
1.2.1	Delimitación espacial	2
1.2.2	Delimitación temporal	2
1.3.	Formulación del problema.....	2
1.3.1	Problema general	2
1.3.2	Problema específicos	2
1.4.	Formulación de objetivos	3
1.4.1	Objetivo general	3
1.4.2	Objetivos específicos.....	3
1.5.	Justificación de la investigación	3
1.6.	Limitaciones de la investigación	4

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	5
2.2.	Bases teóricas - científicas.....	8
2.3.	Definición de términos básicos	17
2.4.	Formulación de la hipótesis.....	18
2.4.1	Hipótesis general	18
2.4.2	Hipótesis específicas	19

2.5.	Identificación de variables.....	19
2.5.1	Variables para la hipótesis general	19
2.5.2	Variables para la hipótesis específicas	19
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	20

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación	21
3.2.	Nivel de Investigación.....	22
3.3.	Métodos de investigación.....	22
3.4.	Diseño de investigación.....	22
3.5.	Población y muestra	22
3.5.1	Población	22
3.5.2	Muestra	23
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.6.1	Técnicas	23
3.6.2	Instrumentos	23
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	23
3.8.	Orientación ética filosófica y epistémica	24

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo	25
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados bajo de campo	34
4.3.	Prueba de hipótesis	41
	Radio de influencia del explosivo emulnor 1000 1 ¼” x 12”.	44
4.4.	Discusión de resultados	56

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Página.
Tabla 1. Operacionalización de variables e indicadores	20
Tabla 2. Accesibilidad	27
Tabla 3. Equipos y materiales	34
Tabla 4. Explosivos usados	35
Tabla 5. Variables controlables de perforación y voladura	36
Tabla 6. Monitoreo en el TJ 67 1, taladros de caja piso carga continua	45
Tabla 7. Monitoreo en el TJ 67 1, taladros de caja techo carga espaciada.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página.
Figura 1. Mecánica de corte linear en voladura controlada.....	9
Figura 2. Tipos de voladura controlada.....	10
Figura 3. Esquema de carga para voladura controlada.....	12
Figura 4. Efectos de diaclasamiento de la roca en voladura convencional	13
Figura 5. Voladura controlada subterráneo	15
Figura 6. Carga de explosivos	16
Figura 7. Carguío de cartuchos de dinamita espaciados.....	17
Figura 8. Ubicación de la mina.....	26
Figura 9. Vista de accesibilidad a la mina.....	27
Figura 10. Método de explotación corte y relleno ascendente	29
Figura 11. Método de explotación Sublevel Stopping	30
Figura 12. Perforación de los taladros largos	31
Figura 13. Voladura de la cara libre	31
Figura 14. Limpieza de la cara libre.....	32
Figura 15. Disparo y limpieza del primer Block 1	32
Figura 16. Disparo y limpieza del Block 2.....	32
Figura 17. Disparo y limpieza del Block 3.....	33
Figura 18. Disparo y limpieza del Block 4.....	33
Figura 19. Relleno de cada Block por etapas	33
Figura 20. Factor de potencia en labores de producción taladros largos (kg/tn).....	37
Figura 21. Factor de potencia promedio.....	38
Figura 22. Mejoras en minimizar el costo de explosivos	38
Figura 23. Carguío de taladros de la caja piso.....	39
Figura 24. Carguío de taladros de la caja techo.....	39
Figura 25. Taladros de caja piso y de caja techo	40
Figura 26. Resultados de post voladura controlada.....	40
Figura 27. Ubicación de los taladros largos Tj 67 , 1 a 2	42
Figura 28. Velocidad de detonación en taladros largos Tj 67 , 1 a 2	42
Figura 29. Ubicación de los taladros largos Tj 67 , 1 a 3	43
Figura 30. Velocidad de detonación en taladros largos Tj 67 , 1 a 3	43

Figura 31. Comparación de la velocidad de detonación con carga continua y carga desacoplada.....	44
Figura 32. Ley de atenuación, taladros de caja piso con carga continua.....	45
Figura 33. Ley de atenuación, taladros de caja techo con carga desacoplada o espaciada	46
Figura 34. Análisis de daños al macizo rocoso por modelo de Holmberg y Persson.....	47
Figura 35. Análisis de daño en la roca remanente carga continua	48
Figura 36. Taladro cargado con Emulsor 1000 DE 11/4X12 carga continua	49
Figura 37. Taladro cargado con Emulsor 1000 DE 11/4X12 carga continua Vista de planta	50
Figura 38. Análisis de daño en la roca remanente carga desacoplada.....	51
Figura 39. Figura 39. Taladro cargado con Emulsor 1000 DE 11/4X12 carga desacoplada Vista de perfil Taladro cargado con carga espaciada (CAÑAS)	52
Figura 40. Taladro cargado con Emulsor 1000 DE 11/4X12 carga desacoplado Vista de planta. Taladro cargado con Emulnor 1000 11/4X12 con espaciadores	53
Figura 41. Creación de nuevas fracturas con Emulnor de 1000 1 ¼” x 12” en la voladura con carga continua	55
Figura 42. Creación de nuevas fracturas en la voladura controlada con carga desacoplada o espaciada (cañas)	56

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación de investigación

En la minería subterránea los problemas que se presentan en sus diversos procesos de producción son diversos, hablando específicamente del proceso de perforación y voladura que es tema de esta tesis vemos que los problemas que se presentan de diferente índole como: desviación de taladros, sobre perforación, tiros cortados, taladros soplados, fracturamiento de las cajas, dilución, fragmentación alta, factor de potencia no correcto, costos altos, etc.

En el caso de la mina en estudio vemos que se tiene algunos problemas de los mencionados como es la sobre excavación en las labores de producción taladros largos, observándose que los taladros no se cargan de acuerdo a lo planificado lo cual genera estas sobre excavaciones y dilución en los tejeos; también se puede observar la desviación de los taladros debido a las malas prácticas de los operadores de los equipos.

Estos inconvenientes hacen que se plantea la presente investigación para poder mejorar el proceso de perforación y voladura y poder reducir la sobre excavación y dilución en las labores de producción de la mina.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

La investigación se realizará en la unidad minera San Cristóbal, que se halla ubicado en el departamento de Junín, provincia de Yauli, distrito de Yauli

1.2.2. Delimitación temporal

El tiempo estimado para el desarrollo de la tesis es de 6 meses enero a julio 2021.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es la nueva propuesta para el proceso de perforación y voladura en las labores de producción taladros largos en la Empresa Minera Volcan S.A.A. unidad de producción San Cristóbal?

1.3.2. Problema específicos

- a. ¿Cuál es el comportamiento del factor de potencia con la nueva propuesta en la perforación y voladura en las labores de producción taladros largos en la Empresa Minera Volcan S.A.A. unidad de producción San Cristóbal?
- b. ¿hay variación en la velocidad de detonación con la nueva propuesta en la perforación y voladura en las labores de producción taladros largos en la Empresa Minera Volcan S.A.A. unidad de producción San Cristóbal?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Realizar una nueva propuesta para el proceso de perforación y voladura en las labores de producción taladros largos en la Empresa Minera Volcan S.A.A. unidad de producción San Cristóbal

1.4.2. Objetivos específicos

- a.** Determinar el comportamiento del factor de potencia con la nueva propuesta en la perforación y voladura en las labores de producción taladros largos en la Empresa Minera Volcan S.A.A. unidad de producción San Cristóbal
- b.** Determinar la velocidad de detonación con la nueva propuesta en la perforación y voladura en las labores de producción taladros largos en la Empresa Minera Volcán S.A.A. unidad de producción San Cristóbal

1.5. Justificación de la investigación

Su realización justifica teóricamente, practica y económicamente.

Justificación teórica: pace posible el uso y aplicación de la teoría sobre perforación, voladura en taladros largos

Justificación práctica: nos permitirá hacer un seguimiento a la perforación y voladura enfocándonos en las variables controlables, para mejorar la eficiencia de la voladura, también realizar monitoreos de las vibraciones en los tajeos para hallar la VVP mm/s. su radio de influencia en los taladros.

Justificación económica: con las correcciones que se pueden realizar será posible disminuir los costos que se genera cuando realizamos la voladura

1.6. Limitaciones de la investigación

Se ha tenido limitación en cuanto a la bibliografía sobre el tema, de voladura controlada en tajeos por taladros largos encontrando muy poca información.

En el desarrollo de la tesis esperemos no tener limitaciones

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Primer antecedente

En la tesis de (ARAGON, 2019) titulado “aplicación de la voladura controlada para estabilizar taludes de banquetas en el sector de Senseccalla, del tramo VII proyecto de la carretera Ayacucho Abancay Div. Kishuara” cuyo objetivo fue el de contar con un diseño de voladura controlada para realizar banquetas de un tramo de la carretera Ayacucho Abancay.

Como conclusiones tenemos:

Debido a los collares dañados de la voladura anterior no se realiza sobre perforaciones para no generar proyección de rocas

Se observa que la calidad de material por donde pasa la carretera es 20% suelto, 40% roca suelta, 40% roca fija.

Se usaron taladros de precorte con tacos de 0.50 m.

La empresa obtuvo una ganancia de 685,866.59 S/ al realizar la ejecución de estabilización de los taludes

Segundo antecedente

Por otra parte, al revisar la tesis “OPTIMIZACIÓN DE COSTOS EN LA VOLADURA DE PRE – CORTE EN LA MINA CUAJONE – MOQUEGUA” cuyo autor es (PARDO, 2021) como objetivo plantea “Optimizar los parámetros técnicos – operativos y económicos que influyen en el costo de la técnica de voladura de pre-corte enfocada al control de la estabilidad de taludes en el tajo Cuajone”

Como conclusión menciona lo siguiente:

Al usar voladura controlada se consiguió elevar el factor de seguridad a 1.79, las vibraciones bajaron en un 71,5%

Se observa en un 93 % las cañas de la voladura de precorte

El consumo de explosivos bajo a 0.43 kg/m² con voladuras de precorte

Los costos totales de perforación y voladura llego a 98.02 \$/m² disminuyendo ostensiblemente al usar taladros de 5 pulgadas en precorte

Tercer antecedente

En la siguiente tesis de (CASTRO, RODRIGUEZ , 2016) que lleva por título “REDUCCION DE LA SOBREROTURA EN EL CRUCERO 3910 DEL NIVEL 2360 DE LA MINA (PEC) DE LA CIA. CONSORCIO MINERO HORIZONTE”. Como objetivo se tiene, la reducción de la sobrerotura al usar explosivos de baja potencia y espaciados en voladuras de precorte.

Mencionando las siguientes conclusiones:

Consiguió reducir la sobrerotura de 22.76% a 5.33% al usar “voladura controlada de precorte y cargas desacopladas”

Al tener taladros con desacople de carga a 0.40 m los daños al contorno de la labor se reduce

Se tiene un ahorro de 115.57 \$/disparo

Cuarto antecedente

En la tesis “MODELO DE VOLADURA CONTROLADA PARA MEJORAR ESTABILIDAD DE RAMPA 3293 EN NIVEL 2100 VETA MILAGROS – MINA PARCOY – 2019” de (CONDOR) su objetivo es: mejorar la estabilidad de la rampa al emplear voladura controlada en dicha mina.

Como conclusión menciona.

La estabilidad de la rampa mejoro debido a varios aspectos como, el uso de la voladura controlada, las recomendaciones de geomecánica, la disminución de la carga explosiva en la corona.

Se logró controlar la sobre rotura, el trabajo de des quinche

Se aplicó la voladura controlada en rocas de mala calidad RMR DE 31 – 40 pre corte, así como en terrenos de regular calidad RMR de 41 a 50 voladura de recorte.

Quinto antecedente

Por otra parte, en la tesis “REDUCCION DE LA CARGA EXPLOSIVA CON EL USO DEL EXPLOSIVO EMULNOR, EN LA CORONA DE LABORES DE DESARROLLO PARA OPTIMIZAR LOS COSTOS DE VOLADURA EN CIA MINERA MACDESA” cuyo autor es (PARRA, 2018) tiene como objetivo disminuir los costos al redistribuir la carga explosiva de la corona en las labores de desarrollo.

Como conclusión dice.

Se logró reducir los costos de voladura a 6.64 \$/disparo, al aplicar la voladura controlada en la corona y mejor distribución del explosivo

Se tuvo un ahorro total por voladura de 27 \$ por metro de avance debido a la voladura controlada y mejor distribución del explosivo en los taladros.

2.2. Bases teóricas - científicas

Voladura controlada

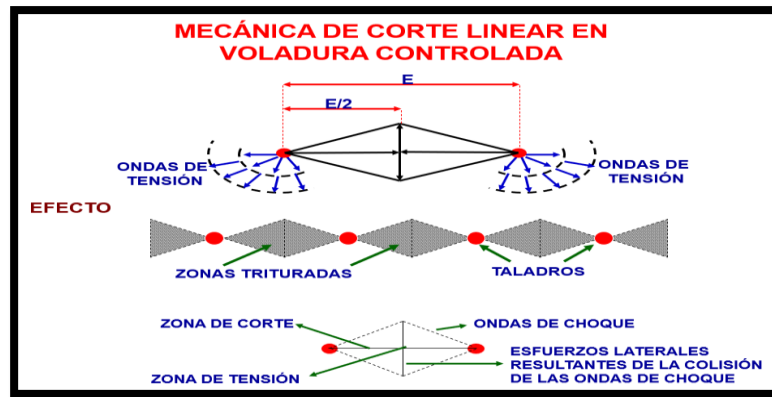
El objetivo de la voladura controlada es evitar el rompimiento de la roca fuera de límites previamente establecidos, es decir evitar la sobrerotura (overbreak). Es un método especial que permite obtener superficies de corte lisas y bien definidas, al mismo tiempo que evita el agrietamiento excesivo de la roca remanente, con lo que contribuye a mejorar su estabilidad.

Consiste en el empleo de cargas explosivas lineares de baja energía colocadas en taladros muy cercanos entre sí, que se disparan en forma simultánea para crear y controlar la formación de una grieta o plano de rotura continuo, que límite la superficie final de un corte o excavación (EXSA, 2004)

Mecánica de corte linear en voladura controlada

En la voladura controlada al realizarse el disparo se producen ondas generando grietas en todas las direcciones, así sucesivamente de taladro a taladro hasta obtener un plano de rotura definido como se puede observar en la figura siguiente.

Figura 1. Mecánica de corte linear en voladura controlada



Características de la voladura controlada

Tenemos lo siguiente:

- “Hay menor espaciamiento que el burden
 $E = 0.5$ a $0.8 B$
- La relación de desacoplamiento es mayor que en voladura convencional
Desacoplamiento de 2.1 a 1
- Los explosivos a lo largo del taladro con cartuchos acoplables o con espaciadores
- Taco con material inerte no confinado
- Empleo de explosivos de baja potencia y velocidad
- Los taladros que están en la misma línea se disparan simultáneamente, después de la voladura principal

Los taladros deben ser perforados en forma paralela y alineados” (EXSA, 2004)

Ventajas de la voladura controlada

- Tenemos paredes lisas y estables
- Menos vibraciones y sobre excavaciones

- Voladuras con menor agrietamiento, llegando a en muchos casos las grietas a 0.20 y 0.50 m. de profundidad
- Aplicable para rocas débiles e inestables

Desventajas de la voladura controlada

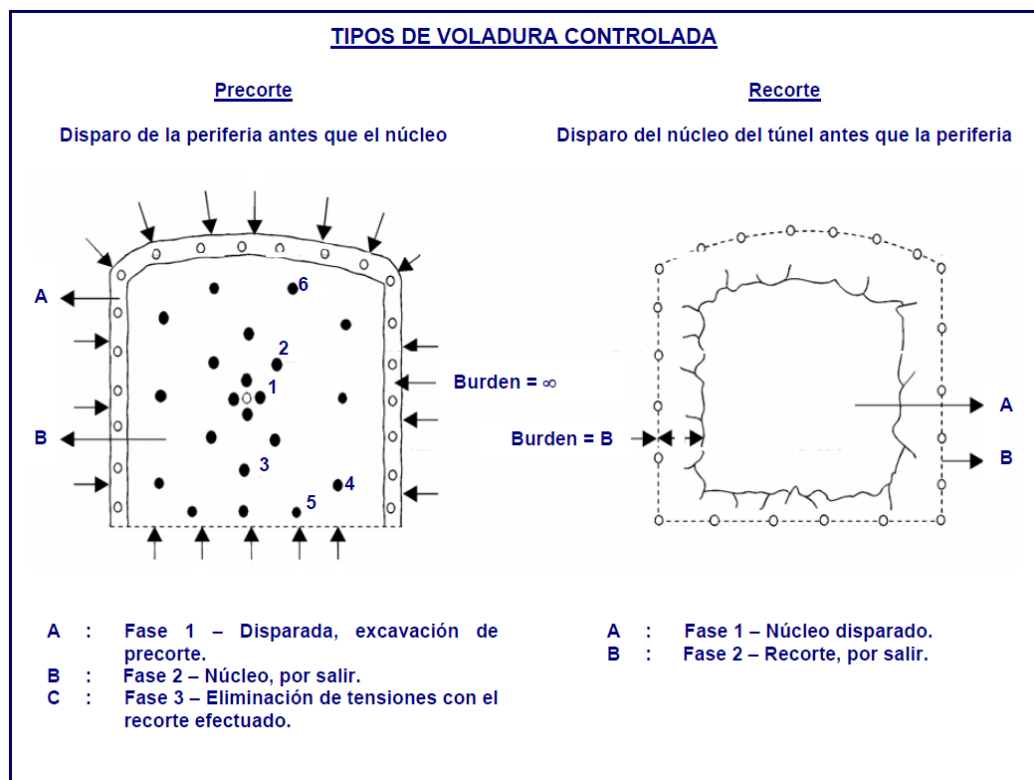
- Se considera que se realiza con mayor costo que la voladura convencional
- No aplicable en terrenos detrítico, deleznales, incompetentes
- Puede conllevar a un consumo de tiempo mucho mayor que lo programado

Técnicas de la voladura controlada

Se tiene una variedad de técnicas las más conocidas son:

- Voladura controlada de precorte
- Voladura controlada de recorte
- Voladuras amortiguadas

Figura 2. Tipos de voladura controlada



Voladura controlada de precorte

Consiste en:

“En crear en el cuerpo de roca una discontinuidad o plano de fractura (grieta continua) antes de disparar la voladura principal o de producción, mediante una fila de taladros generalmente de pequeño diámetro, muy cercanos, con cargas explosivas desacopladas y disparos instantánea” (EXSA, 2004)

Voladura controlada de recorte

Esta voladura comprende:

En la voladura de una fila de taladros cercanos, con cargas desacopladas, pero después de la voladura “principal” o de producción. El factor de carga se determina de igual forma que para los taladros de precorte, pero como esta técnica implica el arranque de roca hacia un frente libre, el espaciamiento normalmente es mayor que en el precorte (EXSA, 2004)

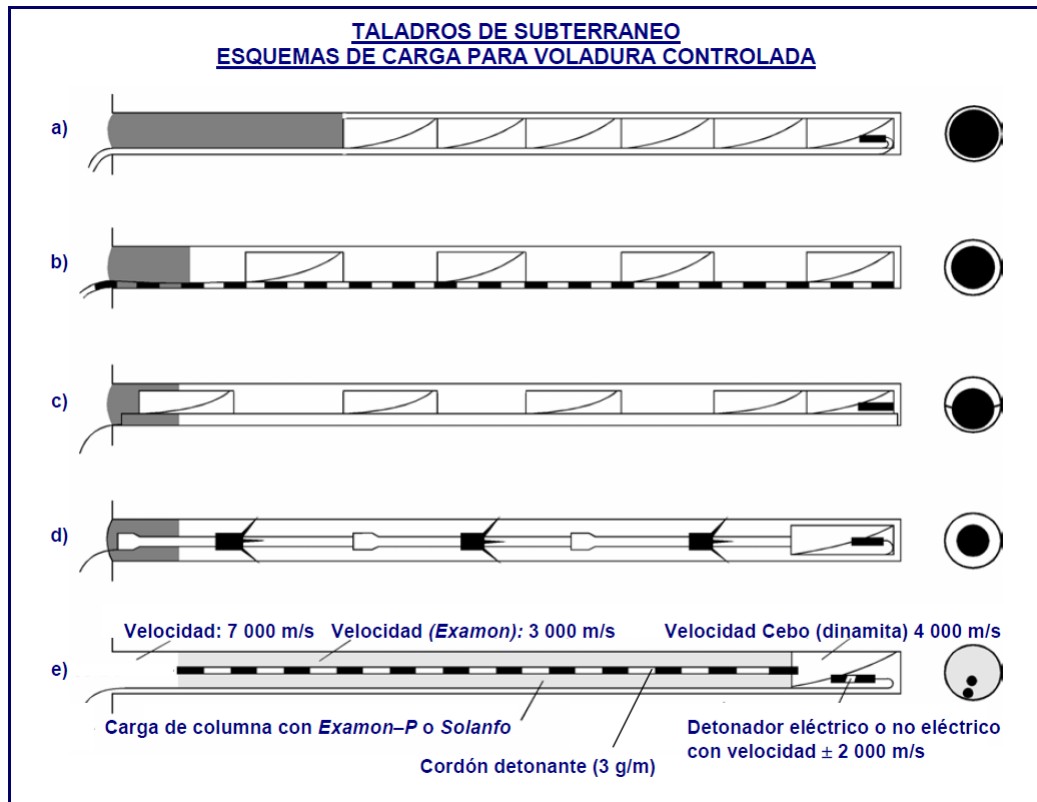
Voladura amortiguada

Es prácticamente una voladura convencional, pero en la que se ha modificado el diseño de la última fila, tanto en su esquema geométrico que es más reducido, como en las cargas de explosivo que deben ser menores y desacopladas. El disparo es normalmente en una sola etapa. (EXSA, 2004)

Carga de taladros para voladura controlada

Podemos observar las diferentes formas de cargar los explosivos en los taladros

Figura 3. Esquema de carga para voladura controlada



Para voladura amortiguada

Vemos en la imagen a y b

- a. “Taladro con carga convencional, con explosivo de baja energía (Exadit) sin atacar, sin taco. Iniciación con detonador en la boca o al fondo.” (EXSA, 2004)
- b. “Taladro con cartuchos espaciados con separadores inertes o aire libre, con cordón detonante axial.” (EXSA, 2004)

Para voladura controlada

- c. “Cartuchos convencionales fijados a distancias determinadas sobre media caña de tubo de plástico. Diámetro del cartucho de 22 a 38 mm y diámetro del taladro 50 a 75 mm como ejemplo.” (EXSA, 2004)
- d. Taladro con explosivo especial para voladura controlada (Exsacorte), en tubos rígidos de plástico para acoplamiento lineal, centrados en el taladro de

mayor diámetro mediante plumas o rosetas. Iniciación del cebo con detonador eléctrico o de tipo nonel, con taco inerte de sello, diámetro del explosivo 22 mm y del taladro 38 a 51 mm, como ejemplo. (EXSA, 2004)

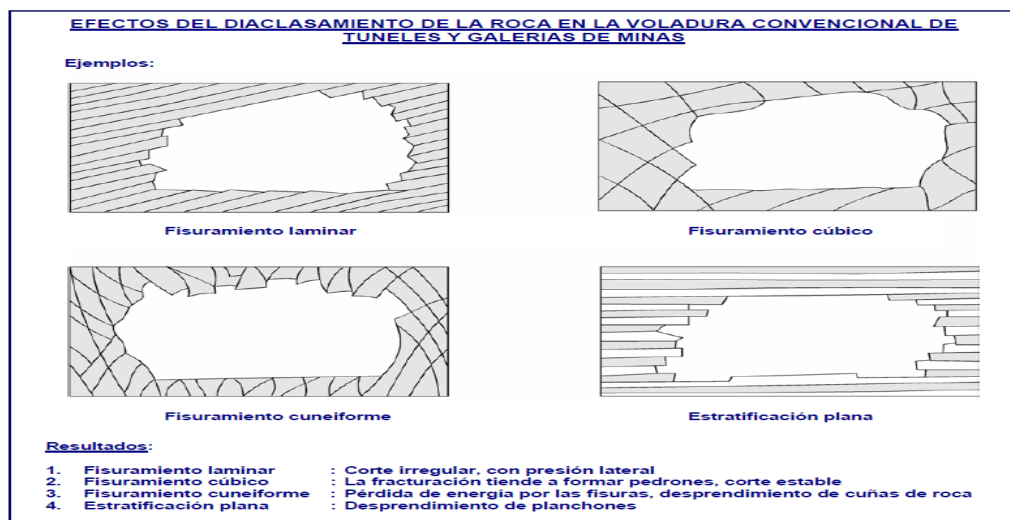
- e. Taladro con Examon o Solanfo, con cordón detonante de bajo gramaje axial en toda la columna, amarrado al cartucho cebo e iniciado con detonador, el cordón detonante por su mayor velocidad de detonación deflagrará una parte del explosivo granular antes que éste detone totalmente a su velocidad régimen, reduciendo así la carga y el efecto de impacto, sin afectar al confinamiento original (EXSA, 2004)

Voladura controlada en minería subterránea

En la ejecución de la voladura convencional casi siempre los disparos afectan a las paredes de la labor, debido a ciertas causas como exceso de explosivos, no se tiene un orden se salida de los taladros, mala perforación etc.

Toda obra de gran envergadura en minería como túneles, rampas, espacios de grandes dimensiones tienen que tener un buen acabado para lo cual se empleara la voladura controlada.

Figura 4. Efectos de diaclasamiento de la roca en voladura convencional



Características de la voladura controlada subterránea

En la perforación

En los taladros de contorno y producción sus diámetros son iguales

Debe haber un control del paralelismo y alineamiento de los taladros

“El espaciamiento entre taladros debe ser menor que el de voladura convencional, la relación espacio/burden baja de $E = 1,3B$ normal a $E = (0,5 \text{ ó } 0,8) B$.” (EXSA, 2004)

En la carga

Se debe usar explosivos de baja densidad

“La carga de columna debe ser desacoplada (no atacada), normalmente de sólo 0,5 veces el diámetro del taladro (relación 2:1) para poder formar un anillo de aire alrededor del explosivo que amortigüe el efecto de impacto al absorber parte de la energía de la explosión y debe distribuirse a todo lo largo del taladro” (EXSA, 2004)

“La densidad de carga normalmente fluctúa entre 0,18 y 0,37 kg/m, para este caso, según el tipo de roca varía entre 0,08 y 0,22 kg/m.” (EXSA, 2004)

Del disparo

“El disparo de todos los taladros del corte periférico debe ser simultáneo, o máximo en dos o tres etapas de retardo muy cercanas (si el perímetro a cortar es grande), de lo contrario el plano de corte puede no formarse completamente.” (EXSA, 2004)

De la carga de fondo

“Todo método de carguío requiere una carga de fondo de alta velocidad con factor de acoplamiento cercano al 100” (EXSA, 2004)

Figura 5. Voladura controlada subterráneo

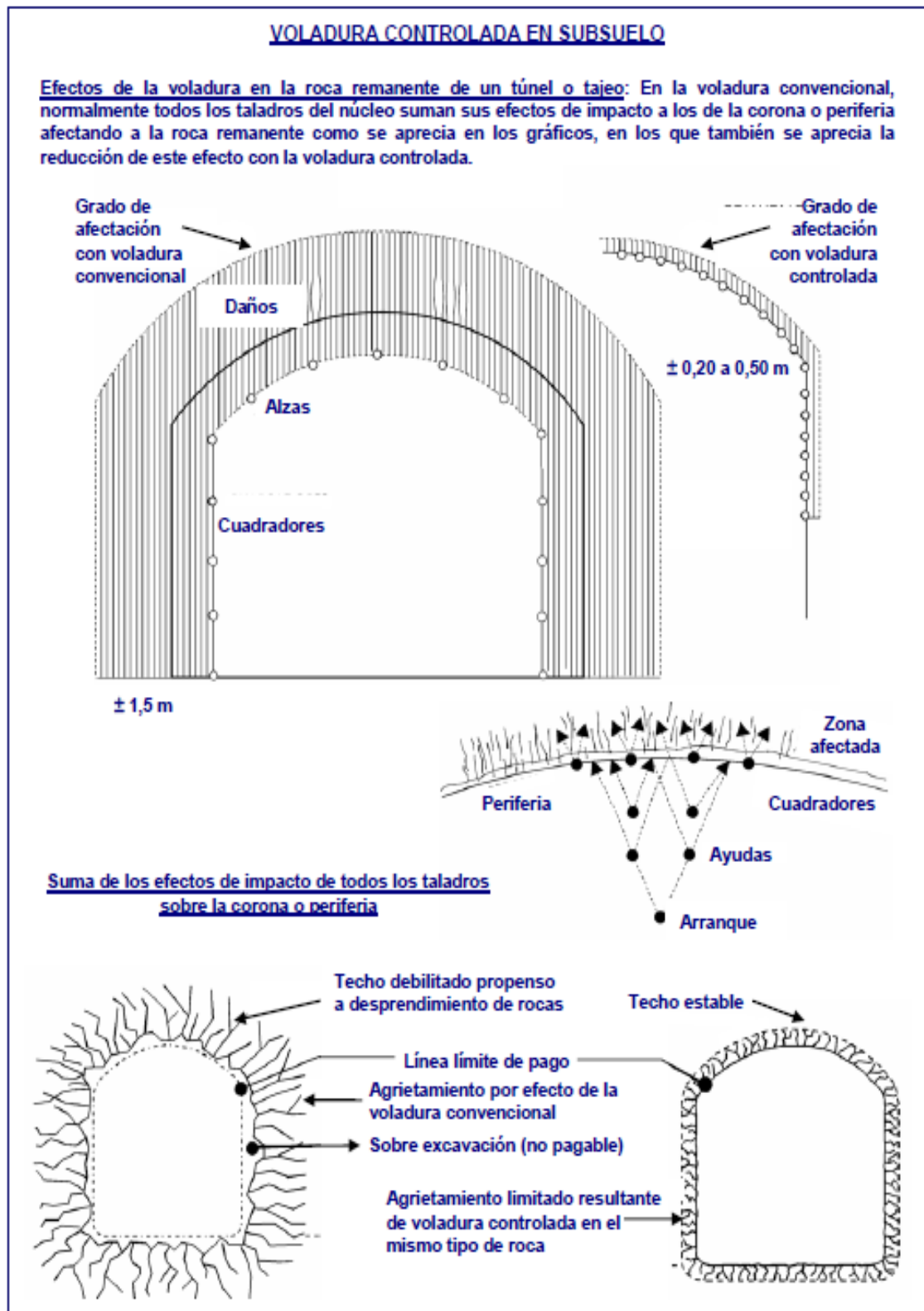
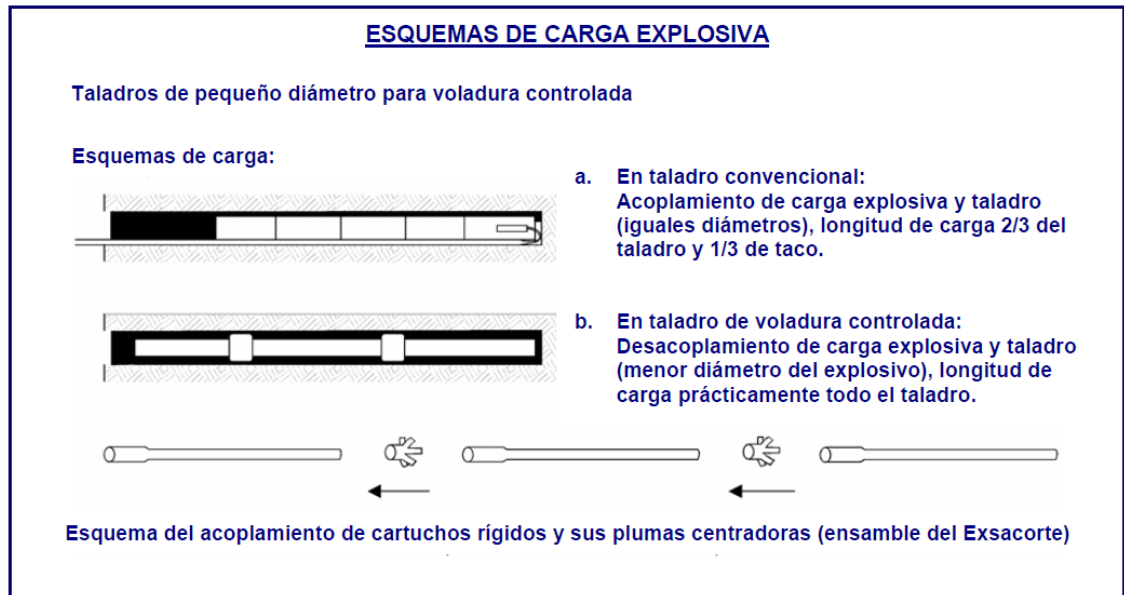


Figura 6. Carga de explosivos



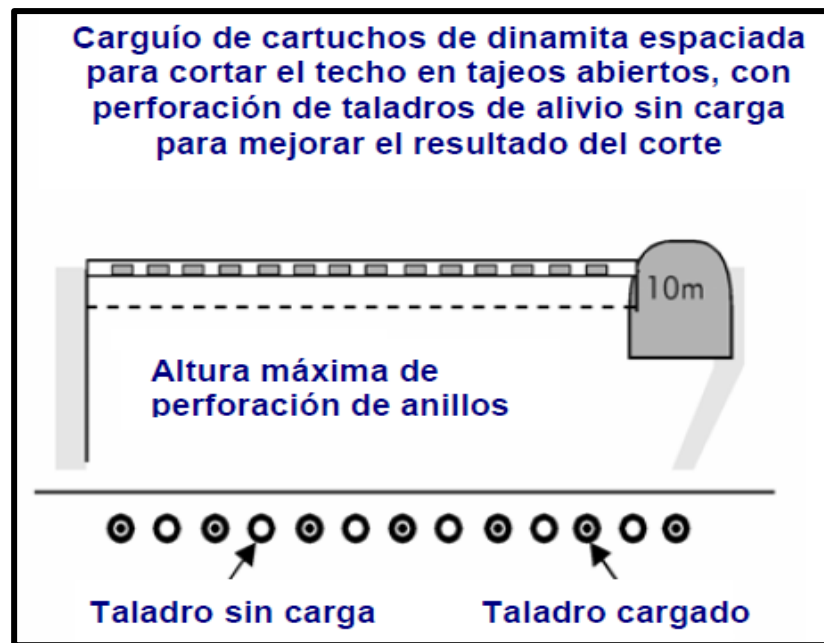
Voladuras controladas en métodos de explotación subterráneos usando taladros largos

En la actualidad se está empleando mucho estos métodos por lo económico que resulta su aplicación.

Se debe tener en cuenta algunos aspectos como

- Cuando se explota de nivel a nivel, se prepara primero los subniveles luego se perfora desde estos niveles los taladros largos
- Mediante la preparación de sub niveles cada 6 m, 8 m, 10 m, 15 m, desde donde se realiza la perforación de los taladros largos,
- Se deben emplear taladros de alivio, para formar las caras libres para la voladura
- Los taladros deben cargarse en forma espaciada o en forma desacoplado

Figura 7. Carguío de cartuchos de dinamita espaciados



2.3. Definición de términos básicos

Columna explosiva: Es la parte activa del taladro de voladura, también denominada longitud de carga donde se produce la reacción explosiva y la presión inicial de los gases contra las paredes” (EXSA, 2004)

Desviación de taladros: Es la desviación que se produce cuando un taladro ejecutado esta fuera del punto inicial planificado, la desviación es vista desde un punto de vista tridimensional pudiendo distorsionar el burden y el espaciamiento del diseño original” (EXSA, 2004)

Emulnor 1000: Son explosivos fabricados por Exsa, “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” (EXSA, 2004)

Factor de potencia: “Es la cantidad de explosivo usado por una tonelada o metro cubico de material disparado” (ENAEX, s.f.)

Grado Acoplamiento: “Radio del diámetro de carga al diámetro del taladro. El acoplamiento físico entre la carga explosiva y la roca permite la transferencia de la onda de choque entre ellas, teniendo un carácter muy significativo sobre el rompimiento” (EXSA, 2004)

Grado de fisuramiento: “Indica la intensidad y amplitud del fracturamiento natural de las rocas” (EXSA, 2004)

Taladros largos: Son perforaciones que se realizan en los métodos de explotación como el sub level caving, long hole blasting, cráteres verticales en retroceso, sub level stoping, donde se realizan taladros de gran longitud 10, 15, 20 metros en sentido descendente y ascendente.

Velocidad de detonación: “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” (EXSA, 2004)

Voladura controlada: “Consiste en el empleo de cargas explosivas lineares de baja energía colocadas en taladros muy cercanos entre sí, que se disparan en forma simultánea para crear y controlar la formación de una grieta o plano de rotura continuo, que límite la superficie final de un corte o excavación” (EXSA, 2004)

Velocidad de detonación: “Es la velocidad a la que la onda de detonación se propaga a través del explosivo, y por tanto es el parámetro que define el ritmo de liberación de energía” (EXSA, 2004)

2.4. Formulación de la hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La nueva propuesta para el proceso de perforación y voladura en las labores de producción taladros largos es la carga desacoplada o espaciada, voladura controlada para mejorar la voladura, en la “Empresa Minera Volcán S.A.A. unidad de producción San Cristóbal”.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a. Debe haber una disminución del factor de potencia con la nueva propuesta en la perforación y voladura en las labores de producción taladros largos en “la Empresa Minera Volcán S.A.A. unidad de producción San Cristóbal”
- b. La velocidad de detonación disminuye con la nueva propuesta en la perforación y voladura en las labores de producción taladros largos en la “Empresa Minera Volcán S.A.A. unidad de producción San Cristóbal”

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variables para la hipótesis general

Variable independiente

Voladura con carga desacoplada o espaciada

Variable dependiente

Mejora de la voladura

2.5.2. Variables para la hipótesis específicas

Variable para la hipótesis específica a

Variable independiente

Voladura con carga desacoplada o espaciada

Variable dependiente

Menor potencia

Variable para la hipótesis específica b

Variable independiente

Voladura con carga desacoplada o espaciada

Variable dependiente

Disminución de la velocidad de detonación

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 1. Operacionalización de variables e indicadores

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES E INDICADORES				
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENCION	INDICADORES
<p>3.6.1 Variables para la hipótesis general</p> <p>Variable independiente Voladura con carga desacoplada o espaciada</p> <p>Variable dependiente Mejora de la voladura</p> <p>3.6.2 Variables para la hipótesis específicas</p> <p>Variable para la hipótesis específica a</p> <p>Variable independiente Voladura con carga desacoplada o espaciada</p> <p>Variable dependiente Menor potencia</p> <p>Variable para la hipótesis específica b</p> <p>Variable independiente Voladura con carga desacoplada o espaciada</p> <p>Variable dependiente Disminución de la velocidad de detonación</p>	<p>Voladura controlada</p> <p>Consiste en el empleo de cargas explosivas lineares de baja energía colocadas en taladros muy cercanos entre sí, que se disparan en forma simultánea para crear y controlar la formación de una grieta o plano de rotura continuo, que límite la superficie final de un corte o excavación (EXSA, 2004)</p> <p>-los explosivos van espaciados o separados a lo largo del taladro</p>	<p>- realizaremos un seguimiento en las labores de producción taladros largos utilizando explosivos de baja potencia con carga desacoplada o espaciada encaña – voladura controlada</p>	<p>- Factor de potencia</p> <p>- velocidad de detonación</p> <p>- control de vibraciones</p> <p>- Radio de influencia del explosivo</p>	<p>- t_0/m^3</p> <p>- m/s</p> <p>-Registro de vibraciones</p> <p>- metros</p>

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Nuestra investigación es de carácter o enfoque cualitativo como dice “Enfoque cualitativo Utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación” (HERNANDEZ, FERNANDES, BAPTISTA, 2014)

Tipo: la investigación es una investigación aplicada, porque haremos uso de conceptos, teorías sobre voladura controlada, explotación subterránea por taladros largos, explosivos de baja densidad, carguío de taladros espaciados o desacoplados y otros conceptos del campo de la minería, apoyado en “Es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas. Esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías” (TAMAYO Y TAMAYO, 2003)

3.2. Nivel de Investigación

Nivel: el nivel es de un nivel descriptivo y correlacional porque describiremos el comportamiento de la variable dependiente factor de potencia, velocidad de detonación, vibraciones al tener una voladura controlada con explosivos espaciales en los taladros largos y a la vez veremos el efecto que se produce en estas variables.

3.3. Métodos de investigación

Tendremos como base para realizar el estudio el método científico, con el apoyo de los métodos específicos inductivo y el analítico, porque sacaremos conclusiones a partir de los resultados hallados, después de un análisis de los hechos, como manifiesta (BERNAL, 2010) “Este método de razonamiento consiste en tomar conclusiones generales para obtener explicaciones particulares, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares”

3.4. Diseño de investigación

De acuerdo a nuestros objetivos aplicaremos el diseño no experimental descriptivo correlacional, ya que no alteraremos los parámetros de la variable independiente, como dice “Investigación no experimental Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos” (HERNANDEZ, FERNANDES, BAPTISTA, 2014)

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población estará constituida por todos los tajeos de producción que aplican taladros largos en la unidad minera San Cristóbal como dice (Badajoz,

2020) “población, conjunto de todos los posibles individuos, objetos o medidas de interés”

3.5.2. Muestra

La muestra estará representada por los tajeos de producción con taladros largos; bancos 4348, 4346, 4216, 4342 de la unidad minera San Cristóbal

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos que se empleó en nuestra investigación fueron

3.6.1. Técnicas

La técnica a aplicar es: La observación: observaremos los procesos que se llevan a cabo en la voladura de los tajeos tomados como muestra y poder tomar datos de acuerdo a los objetivos propuestos

Recopilación documental: haremos uso de la información existente en los archivos de la mina referente a datos de voladura con taladros largos

3.6.2. Instrumentos

De acuerdo a las técnicas que usaremos emplearemos los instrumento de: Guía de observación del proceso de voladura de los tajeos seleccionados y la ficha de registro para obtener o recoger datos de los archivos como son los informes, reportes de voladura, datos estadísticos, vistas fotográficas etc.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Con los datos recogidos durante el trabajo de campo, procederemos a tratamiento y análisis de los datos con el apoyo de instrumentos y equipos como son, la hoja de cálculo, el software SPSS estadístico, programa Word, con el apoyo de un ordenador.

3.8. Tratamiento estadístico

Hojas de cálculo en excel

Ubicación	Inicial Velocidad (m/min)	Inicial Caudal (m3/min)	Inicial oxígeno (O2%)	Inicial Monóxido de carbono (CO) (PPM)	Inicial gases perniciosos (%)	Final Velocidad (m/min)	Final Caudal (m3/min)	Final oxígeno (O2%)	Final Monóxido de carbono (CO) (PPM)	Final gases perniciosos (%)		
RF-574E	60.3	1133.7	19.6	13.0	1050.0	63.5	63.5	1193.9	20.1	3.5	850.0	57.8
BP-574E	55.3	1039.7	19.5	12.8	1020.0	62.5	58.5	1099.9	20.0	3.3	770.0	57.2
VE-005	50.5	949.5	19.5	13.0	1050.0	62.7	58.5	1099.9	20.0	3.5	800.0	57.5
VE-007	50.3	945.7	19.3	12.6	1040.0	61.0	53.5	1005.9	19.9	3.1	790.0	57.1
VE-006	41.8	785.9	19.4	12.7	1000.0	61.6	54.0	1015.3	19.9	3.2	750.0	57.0
VE-004	45.3	851.7	19.4	12.5	1030.0	61.6	56.5	1062.3	19.9	3.0	780.0	56.9
VE-003	44.7	840.4	19.2	12.2	950.0	59.4	47.9	900.6	19.7	2.7	700.0	56.2
GL-800E	45.4	853.6	19.1	12.0	950.0	59.0	48.6	913.8	19.7	2.7	700.0	56.2

Estadísticas con el software SPSS

Estadísticas de muestras emparejadas

Par 1	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Final Caudal (m3/min)	938,1923550	18	125,0626924	29,47755930
Final gases perniciosos (%)	56,40833333	18	7,438473120	,1753264928

Correlaciones de muestras emparejadas

Par 1	N	Correlación	Sig.
Final Caudal (m3/min) & Final gases perniciosos (%)	18	,972	,000

Prueba de muestras emparejadas

Diferencias emparejadas

Par 1	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	df	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Final Caudal (m3/min) - Final gases perniciosos (%)	881,7840217	124,3394752	29,30709537	819,9514553	943,6165880	30,088	17	,000

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

Durante todo el desarrollo de la investigación conservaremos los principios de la ética, que nos ayudara a formarnos como persona y profesional.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

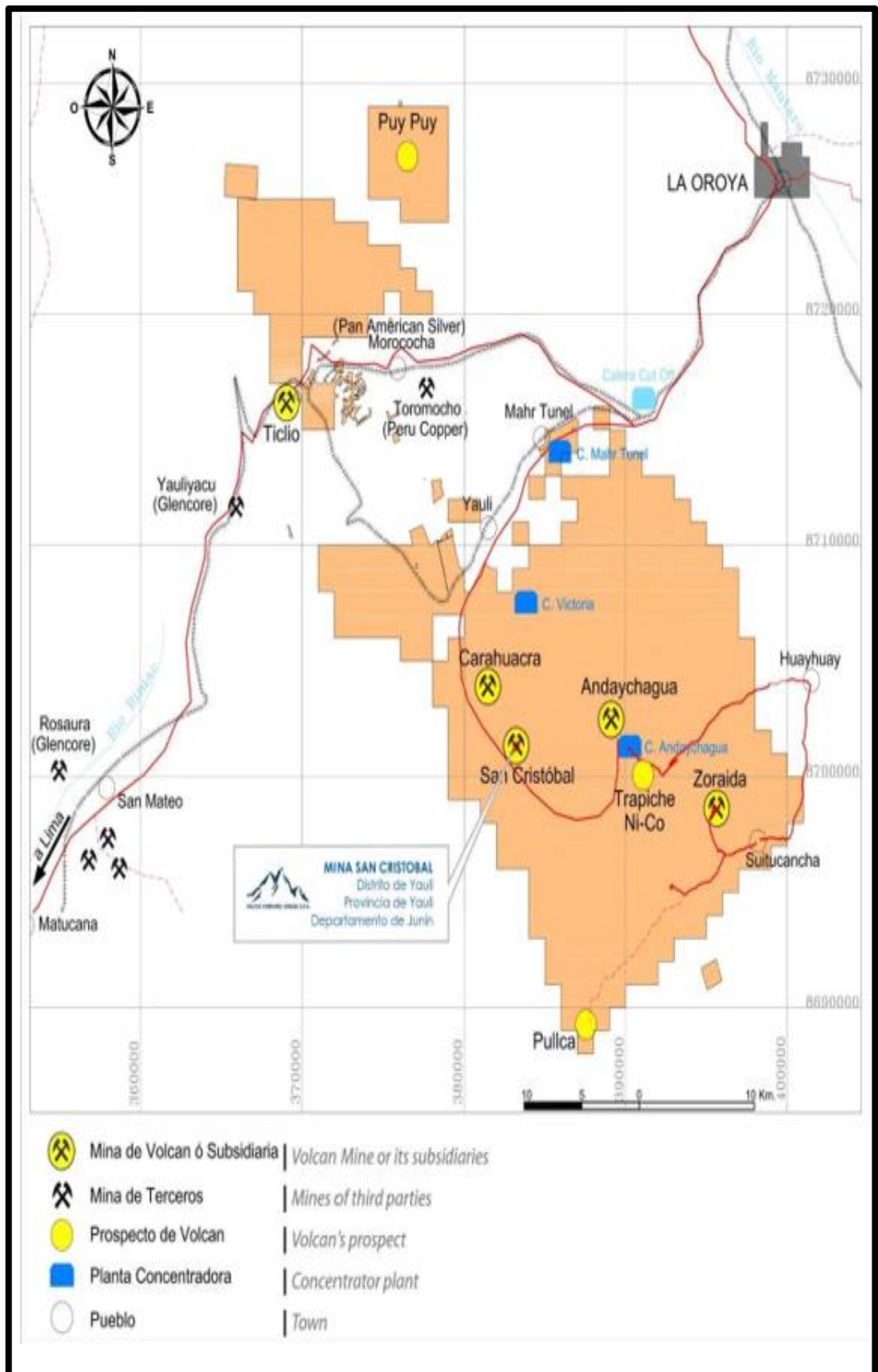
4.1. Descripción del trabajo de campo

Ubicación de la Unidad Minera San Cristóbal

“La Mina San Cristóbal, perteneciente a la U.E.A. Yauli, está ubicada en la parte suroeste del Distrito de Yauli, Provincia de Yauli, Departamento de Junín, en el Perú. Se encuentra en el flanco este de la Cordillera Occidental de los Andes centrales del Perú; a 110 km, en línea recta, de la ciudad de Lima” (COMPAÑOA MINERA VOLCAN - Mina San Cristobal, 2020)

Altitudes promedio: Entre los 4150.00 - 4,700.00 m.s.n.m.

Figura 8. Ubicación de la mina



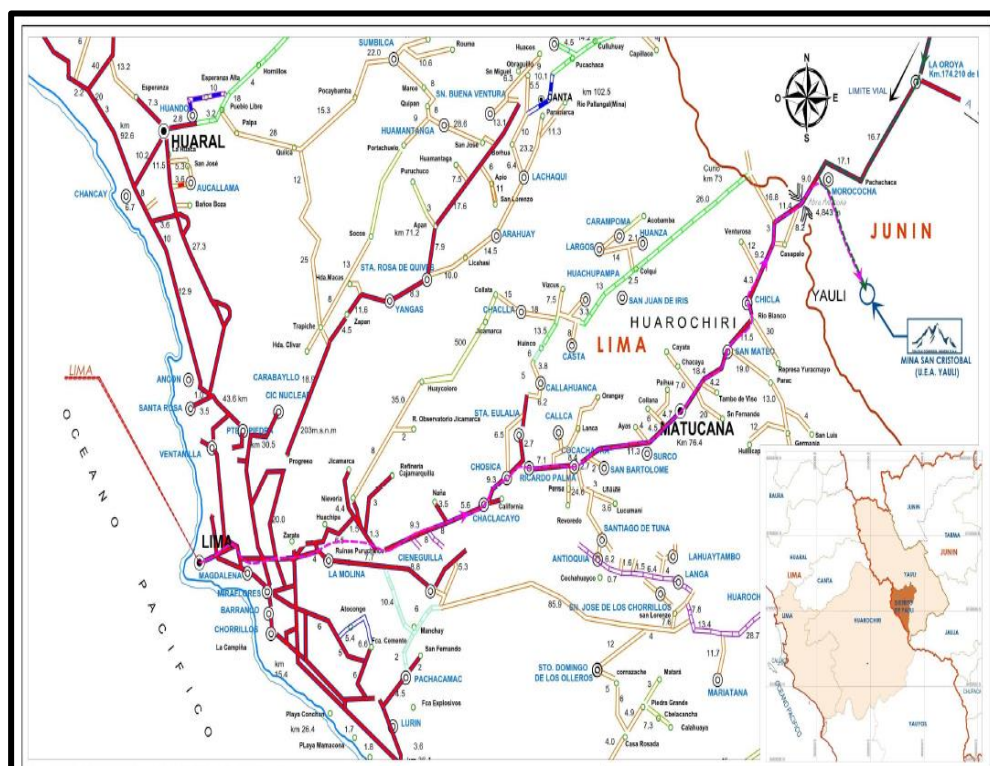
Accesibilidad

La mina es accesible mediante la carretera central, Lima - Pachachaca, como podemos observar el cuadro siguiente.

Tabla 2. Accesibilidad

Ruta	Distancia (km)	Carretera	Tiempo aproximado (h)
Lima a la Oroya	110	De la ciudad de Lima en línea recta por la carretera central hasta llegar a la ciudad de La Oroya.	Se tiene un viaje aproximadamente de cinco horas.
La Oroya a mina San Cristóbal	20	De la ciudad de La Oroya por la carretera central, se halla un desvío cerca de la localidad de Pachachaca,	El tiempo de viaje para llegar a la unidad productora San Cristóbal es aproximadamente de 45 minutos.

Figura 9. Vista de accesibilidad a la mina



Método de explotación en la mina San Cristóbal

Los métodos de explotación aplicados a la extracción del mineral en la Mina San Cristóbal de acuerdo a las características del yacimiento son:

- Método de explotación Corte y Relleno Ascendente (OVER CUT AND FILL)
- Método de explotación Tajeo por Sub niveles (Sublevel Stopping) con Taladros Largos

a). Método de explotación Corte y Relleno Ascendente (OVER CUT AND FILL)

Las vetas y cuerpos de San Cristóbal se explotan por el método de Corte y Relleno Ascendente (Breasting, Bench and Fill) que consiste en extraer rebanadas de mineral por cortes sucesivos de alturas promedio de acuerdo a tipo de minado de 3.50 m, 10 m. y 2.8 m, de abajo hacia arriba y rellenando cada corte con relleno hidráulico o detrítico. Se prepara una rampa principal de +/- 12% de gradiente en la caja piso o techo de la estructura para facilitar los accesos del equipo de perforación y limpieza. Luego de interceptar la estructura y de acuerdo a la calidad geomecánicas del terreno involucrado, se realiza la explotación con perforación vertical u horizontal (PUMA, 2018).

b). Método de explotación Tajeo por Sub niveles (Sublevel Stopping) con Taladros Largos

El método consiste en dividir el cuerpo mineralizado en sectores actos para el laboreo para posteriormente arrancar el mineral a partir de estos subniveles por medio de la perforación de taladros largos paralelos, los mismos que se disparan en planos verticales

El campo de aplicación de este método varía para cuerpos macizos o vetas estrechas, las características de mecánica de roca deben ser buenas, poseer cajas y techos firmes y estables. La calidad del mineral debe ser competente y su ángulo de buzamiento mayor a 60°, generalmente se aplica

en yacimientos verticales y que tengan formas y dimensiones regulares. A lo que a costos se refiere, es económico aplicándose muchas variantes para este método lo que se hace muy productivo (PUMA, 2018).

Figura 10. Método de explotación corte y relleno ascendente

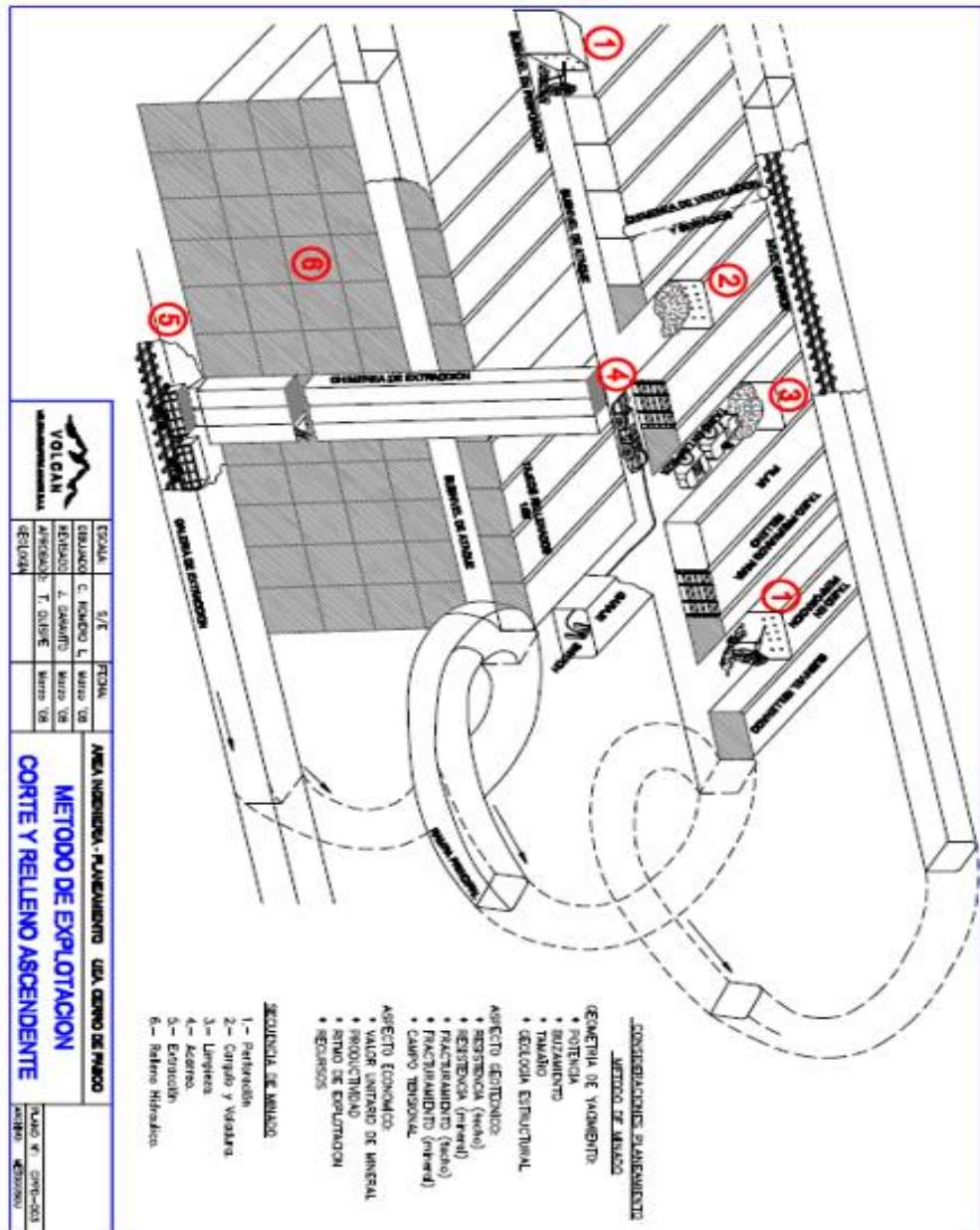
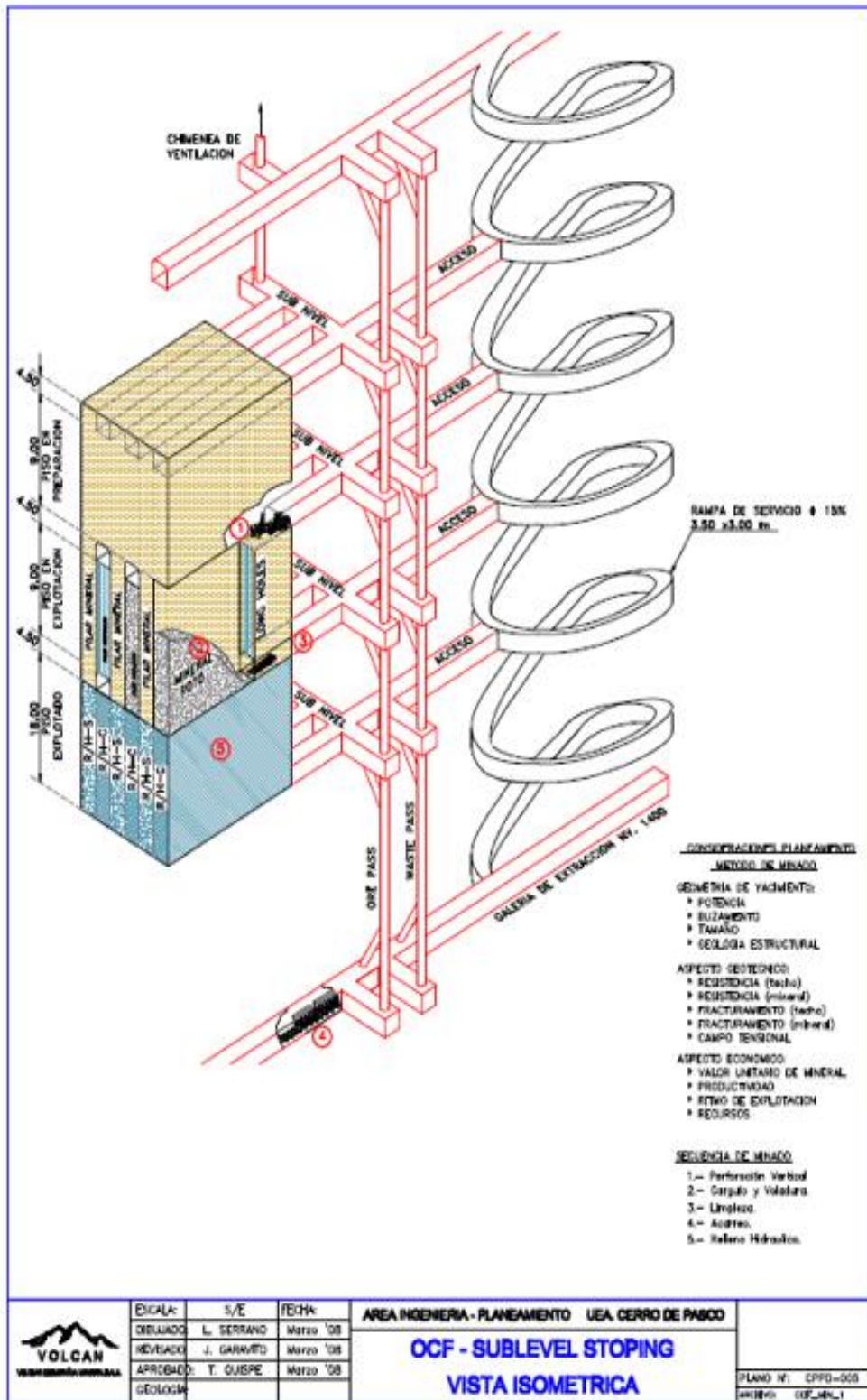


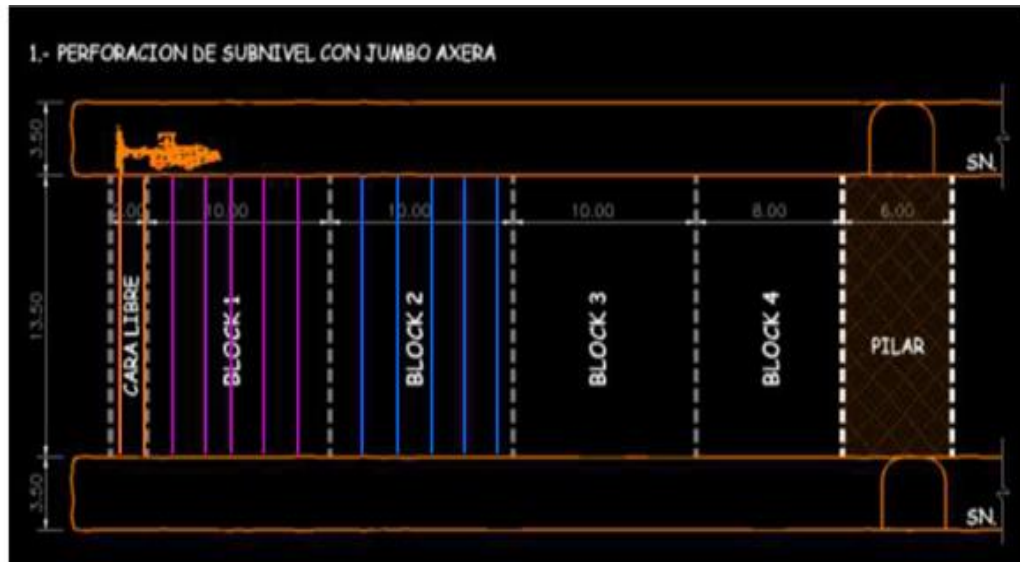
Figura 11. Método de explotación Sublevel Stopping



Secuencia de explotación del método de Sublevel Stopping con taladros largos

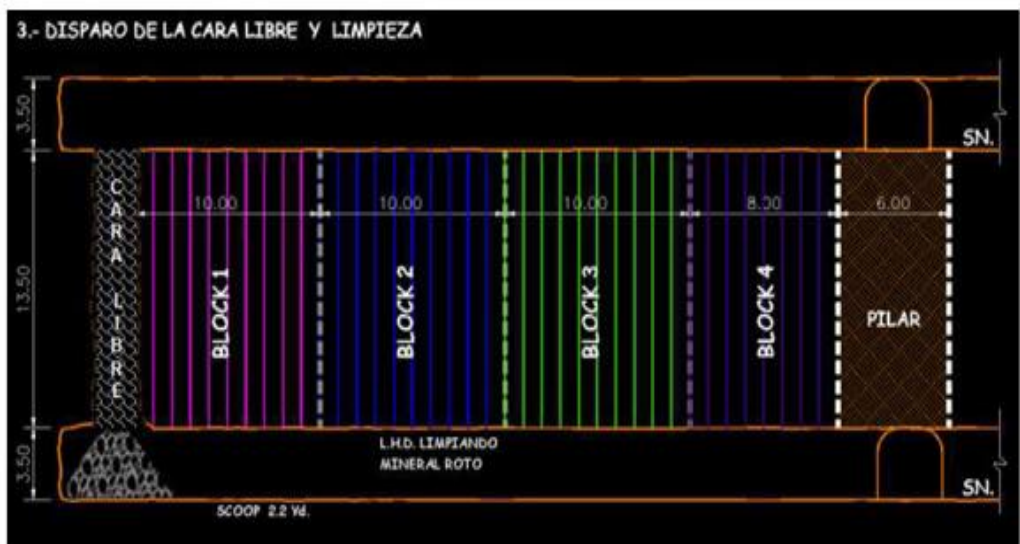
Primero: Perforación de los taladros largos desde el subnivel con Jumbo

Figura 12. Perforación de los taladros largos



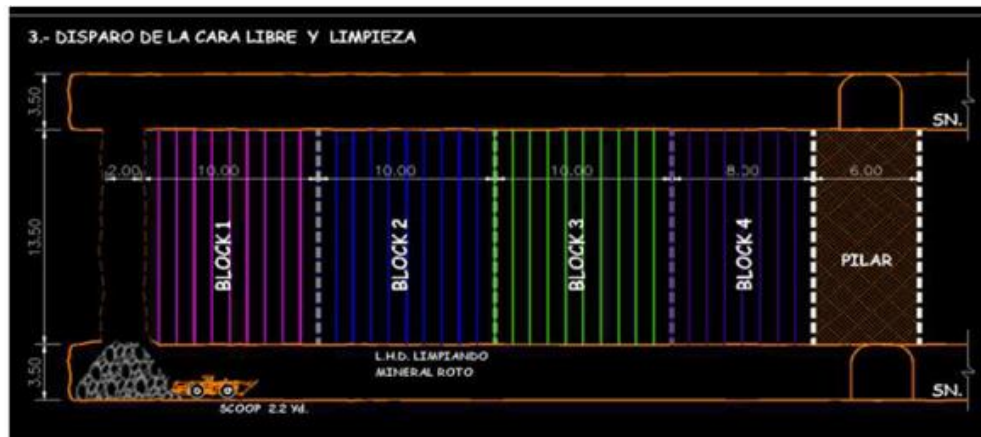
Segundo: Voladura de la cara libre

Figura 13. Voladura de la cara libre



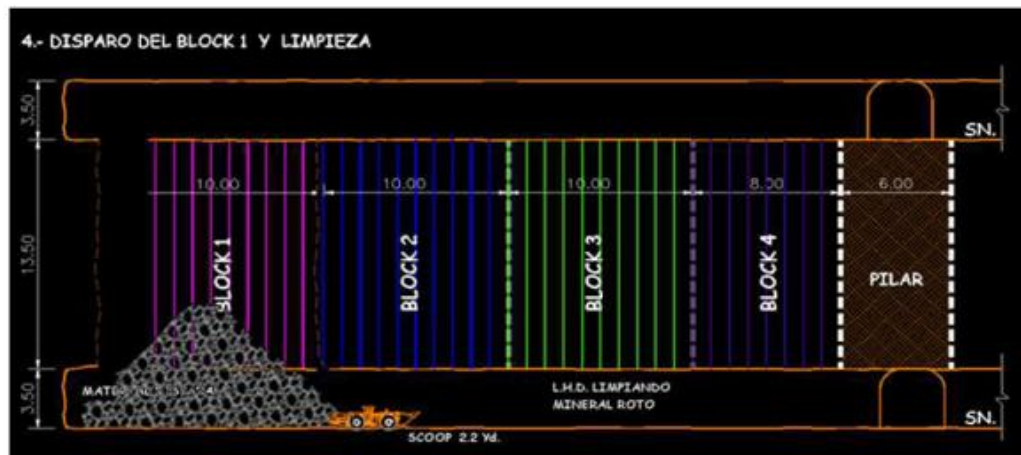
Tercero: Limpieza de la cara libre

Figura 14. Limpieza de la cara libre



Cuarto: Disparo y limpieza del primer Block 1

Figura 15. Disparo y limpieza del primer Block 1



Quinto: Disparo y limpieza del Block 2

Figura 16. Disparo y limpieza del Block 2



Sexto: Disparo y limpieza del Block 3

Figura 17. Disparo y limpieza del Block 3



Séptimo: Disparo y limpieza del Block 4

Figura 18. Disparo y limpieza del Block 4



Octavo: Relleno de cada Block por etapas

Figura 19. Relleno de cada Block por etapas



4.2. **Presentación, análisis e interpretación de resultados bajo de campo**

Consideraciones previas

Al realizar la investigación plantearé nuevas oportunidades de mejora en el proceso de perforación y voladura, para minimizar la problemática que tiene la minera en sobre excavación en las labores de producción con Taladros Largos.

Equipo y materiales

Para la realización de la investigación se contó con el siguiente personal y materiales

Tabla 3. Equipos y materiales

Equipos y materiales	
Personal	Cantidad
Investigador	1
Asistente técnico	1
Personal de apoyo	4
Equipos	Cantidad
Sismógrafo White	1
Laptop	1
Cámara fotográfica	1
Software	Cantidad
JK Simblast	1
Informe	Cantidad
Informe de investigación	1

EEP para el trabajo de campo

Overol de trabajo, chaleco.

Guantes, Lentes de seguridad.

Respirador y capsulas de polvo-vapores.

Lámpara y correa porta lámpara.

Casco, tafiote y barbiquejo.

Arnés y línea de anclaje.

Botas antiestáticas y autorrescatador

Selección de explosivos

Se usó los siguientes explosivos

Tabla 4. Explosivos usados

	Frentes	Tajos
Longitud	12"	12"
Diámetro	1 1/4" y 1 1/8"	1 1/4"
Emulnor	3000 y 1000	3000 y 1000
Pentacord	3P	3P

Control de la labor caja techo tajo, carga espaciado cañas	Emulnor 1000 1 1/4" x 12"
Control de hastiales	Emulnor 1000 1 1/8" x 12"
Taladros de production	Emulnor 3000 1 1/4" x 12" y 3000 1 1/2" x 12"

Trabajos realizados:

- Se realiza seguimiento a la perforación y carguío con la nueva propuesta esquema de carguío, carga desacoplada con caña en las labores de producción taladros largos.
- Se realiza capacitación en seguridad con explosivos: Manipulación, Almacenamiento y transporte de explosivos de Uso Civil, TECNOMIN, AESA y CIA.
- Se realiza monitoreo de vibraciones en el Tj 67 1. Para hallar VVP mm/s, la radio de influencia en los taladros de lado piso y techo.

Seguimiento y control labores taladros largos.

Durante nuestra permanencia en la unidad minera SAN CRISTOBAL nos enfocamos en canalizar las variables controlables en las etapas de perforación y carguío, para mejorar la eficiencia de cada voladura. Verificando los parámetros de perforación y voladura en los tajeos, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 5. Variables controlables de perforación y voladura

Fecha	Zona	Turno	Labor	Alto Prog. (m)	Emulnor 3000 1 1/4 x 12" (pzas)	Emulnor 1000 1 1/4" x 12" (pzas)	Total Explosivos (kg)	Metros Cúbicos a Romper (m ³)	Toneladas Rotas (t)	Factor de Potencia (kg/t)
14-02-21	III	DIA	Tj 80-3 a 2	17	638	232	227.68	265.20	875.16	0.26
15-02-21	III	DIA	Tj 80-1	11	234	114	90.73	95.04	313.63	0.29
16-02-21	III	DIA	Tj 80-1	11	234	114	90.73	84.48	278.78	0.33
17-02-21	III	DIA	Tj 79-4	10	198	66	69.16	64.00	211.20	0.33
18-02-21	III	NOCHE	Tj 80-3 a 2	17	434	310	192.93	244.80	807.84	0.24
19-02-21	III	DIA	Tj 80-5	4.5	442		117.55	160.65	530.15	0.22
20-02-21	III	DIA	Tj 79-4	8	132	66	51.61	40.32	133.06	0.39
21-02-21	III	DIA	Tj 67-1	13	12	99	27.94	62.40	205.92	0.14
22-02-21	III	DIA	Tj 67-1	12	120	36	40.91	57.60	190.08	0.22
23-02-21	III	DIA	Tj 67-1	12	80	36	30.28	46.08	152.06	0.20
23-02-21	III	NOCHE	Tj 67-1	12	80	36	30.28	46.08	152.06	0.20
24-02-21	III	DIA	Tj 67-1	12	115	36	39.59	57.60	190.08	0.21
24-02-21	III	NOCHE	Tj 67-1	12	190	54	64.03	92.16	304.13	0.21
25-02-21	III	DIA	Tj 67-1	12	147	36	48.10	57.60	190.08	0.25
26-02-21	III	DIA	Tj 80-3 a 2	17	470		125.00	122.40	403.92	0.31
27-02-21	III	DIA	Tj 80-3 a 2	17	174	58	60.78	122.40	403.92	0.15
28-02-21	III	DIA	Tj 80-3 a 2	17	174	58	60.78	102.00	336.60	0.18
01-03-21	III	DIA	Tj 80-1	11	99	24	32.33	66.00	217.80	0.15
01-03-21	III	NOCHE	Tj 80-1	11	99	24	32.33	66.00	217.80	0.15

Seguimiento por disparo

Durante el seguimiento en el carguío de taladros perforados se identificó que realizan el taponeo de taladros para el carguío con explosivo Emulnor 3000 1 ¼” x 12”, lo cual, se corrigió de inmediato realizando el taponeo con tacos de arcilla de la misma forma.

También se logró identificar durante el seguimiento, principalmente problemas de sobre excavación y dilución en los tajos, donde se corrigió realizando el carguío con explosivos de baja potencia en la caja piso y en la caja techo con carga desacoplada (cañas) teniendo los resultados favorables después de la voladura.

Factor de potencia (kg/tn)

A continuación, se muestra los resultados obtenidos en campo, utilizando explosivo de baja potencia Emulnor 1000 1 ¼” x 12” carga continua y carga desacoplada o espaciada en caña, voladura controlada para tipo de roca IIIB RMR 40, donde el factor de potencia se muestra (kg/t).

Se puede apreciar el factor de potencia obtenida, fue evolutivo con la nueva propuesta de carguío, por lo cual se obtuvo los resultados satisfactorios con la voladura controlada carga desacoplada

Figura 20. Factor de potencia en labores de producción taladros largos (kg/tn)

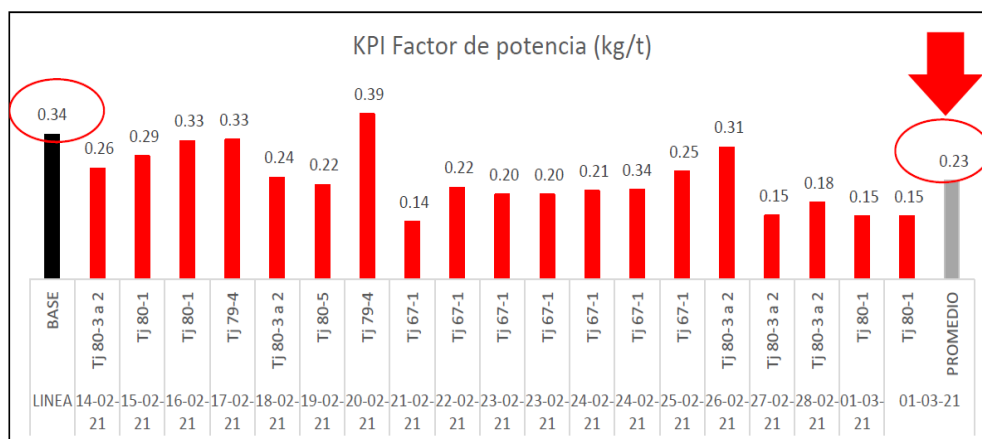
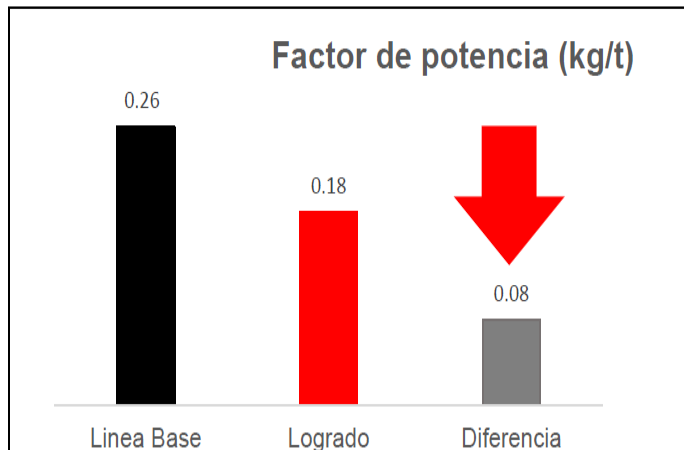


Figura 21. Factor de potencia promedio

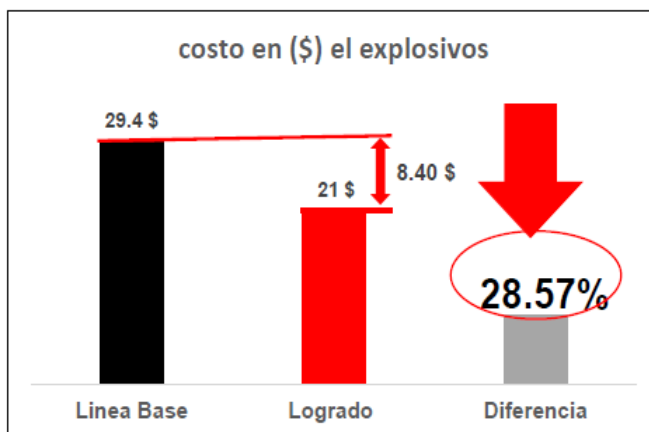


Con este método de carguío se disminuye hasta 31 % el factor de potencia

Costo de explosivos en taladros cargados por fila

Se detalla los resultados obtenidos durante el seguimiento costo (\$) taladros cargados por fila, solo explosivos en una altura de banco 12 m. en labores de producción taladros largos, donde en un taladro perforado diámetro de 64 mm. Y de longitud de 12.m. se realiza el carguío, carga continua con 38 a 40 Emulnors de 1000 1 ¼” x 12” en la caja piso; y en la caja techo voladura controlada, carga desacoplada con cañas en la misma longitud de taladro perforado con 18 unidades de Emulnor 1000 1 ¼” x 12” los resultados se cuantifican como se aprecia en el cuadro

Figura 22. Mejoras en minimizar el costo de explosivos



Mejoras en minimizar la cantidad y el costo de explosivos hasta 28.57 %

Seguimiento del Tajo 67 1 Nv. 1320

Carguío de taladros de la caja piso

Carguío de taladros de la caja piso con Emulnor de 1000 1 ¼" x 12" explosivo de baja potencia; carga continua y voladura controlada

Figura 23. Carguío de taladros de la caja piso



Carguío de taladros de la caja techo

Carguío de taladros de la caja techo con Emulnor de 1000 1 ¼" x 12" explosivo de baja potencia; carga desacoplada o espaciada en cañas y voladura controlada

Figura 24. Carguío de taladros de la caja techo



Figura 25. Taladros de caja piso y de caja techo



Figura 26. Resultados de post voladura controlada



4.3. Prueba de hipótesis

Observaciones y oportunidades de mejora

- Se observa en campo que la mayor deficiencia que se tiene es, en el tema de perforación de taladros negativos en los tajos es la desviación de taladros, que esta aprox. es de 8%; es por cual, que se tendrá el mayor riesgo de la deficiencia en la voladura.
- La mala práctica que tienen los operadores para realizar la perforación de taladros, no hay un adecuado posicionamiento del equipo, no utilizan cordel con plumada, no realizan la oscilación adecuada antes de perforación los taladros.
- También se evidencia que el personal que realiza el carguío requiere capacitación de manera que sea concientizado en elegir explosivo adecuado para realizar voladura controlada en las labores específicas.

Monitoreo de vibraciones

Metodología del monitoreo

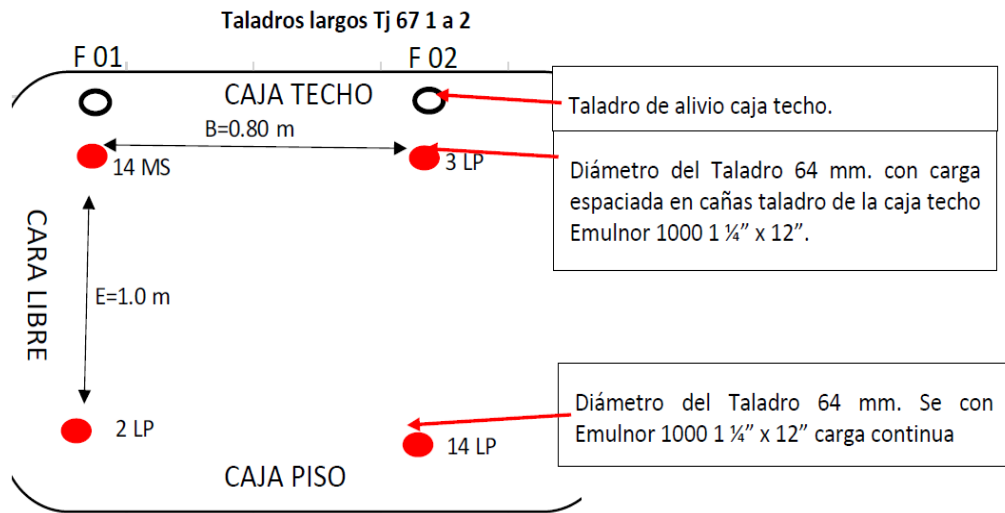
El registro de vibraciones producto de las voladuras se obtendrá mediante la ayuda de un Sismógrafo White que se tiene en la unidad minera. Para ello, se debe seguir los siguientes pasos:

- a. Ubicar adecuadamente el sismógrafo White
- b. Establecer la distancia adecuada a la cual se desea monitorear la voladura.
- c. Evaluar el lugar donde se instalará el geófono.
- d. Instalar el geófono triaxial para el registro de vibraciones.

Detalles del monitoreo en el seguimiento

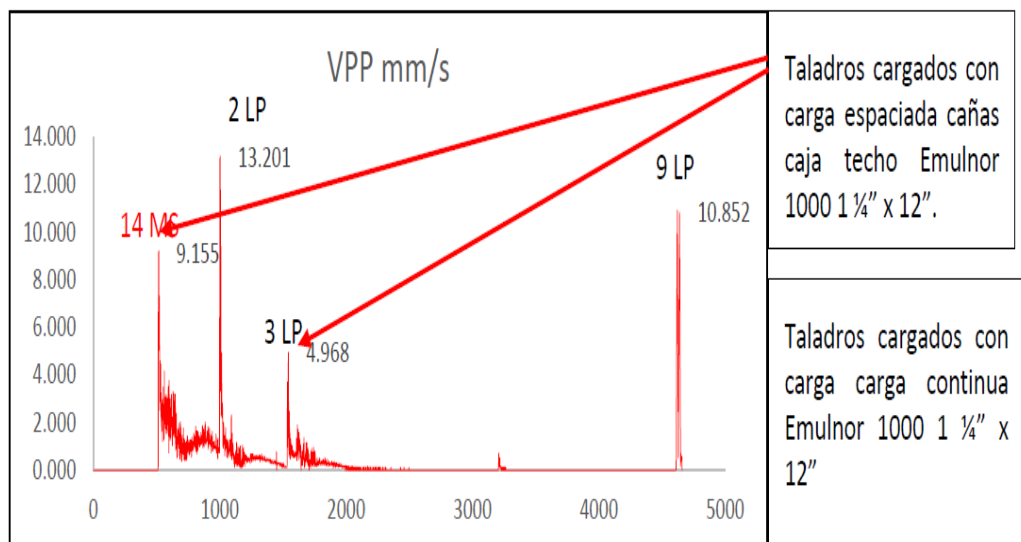
Se puede observar el tajeo Tj 67 , 1 a 2 , con la distribución de los taladros de alivio y los taladros con carga espaciada en la caja techo, y taladros con carga continua en la caja piso

Figura 27. Ubicación de los taladros largos Tj 67 , 1 a 2



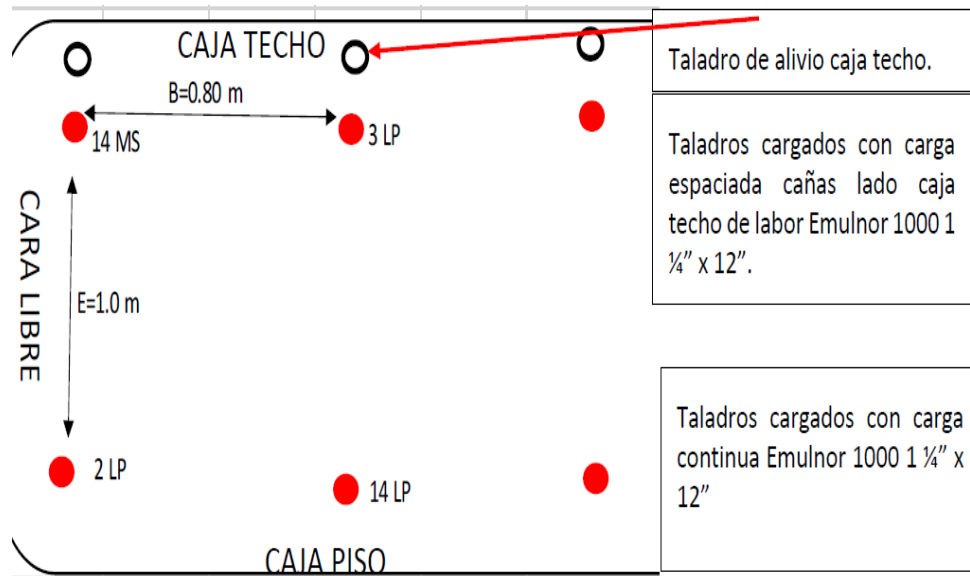
Velocidad de detonación en taladros largos Tj 67 , 1 a 2

Figura 28. Velocidad de detonación en taladros largos Tj 67 , 1 a 2



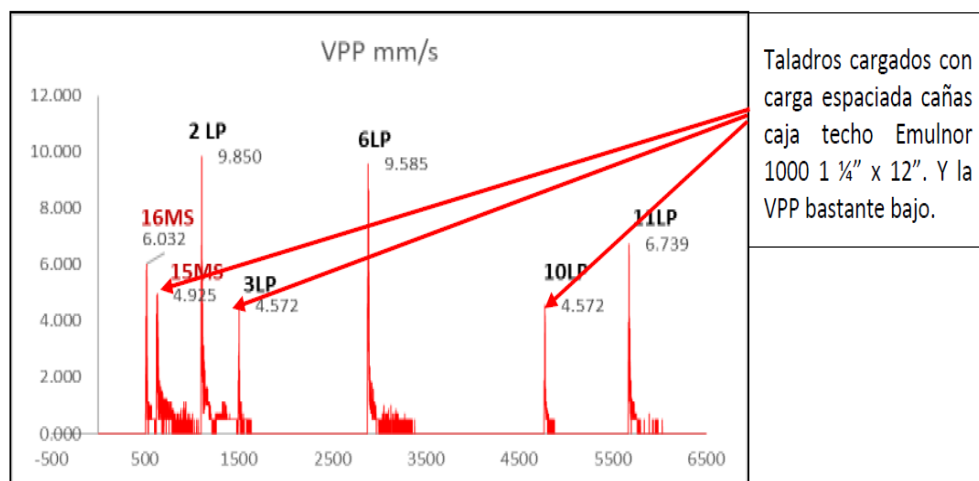
Ubicación de los taladros largos Tj 67 , 1 a 3

Figura 29. Ubicación de los taladros largos Tj 67 , 1 a 3



Velocidad de detonación en taladros largos Tj 67 , 1 a 3

Figura 30. Velocidad de detonación en taladros largos Tj 67 , 1 a 3

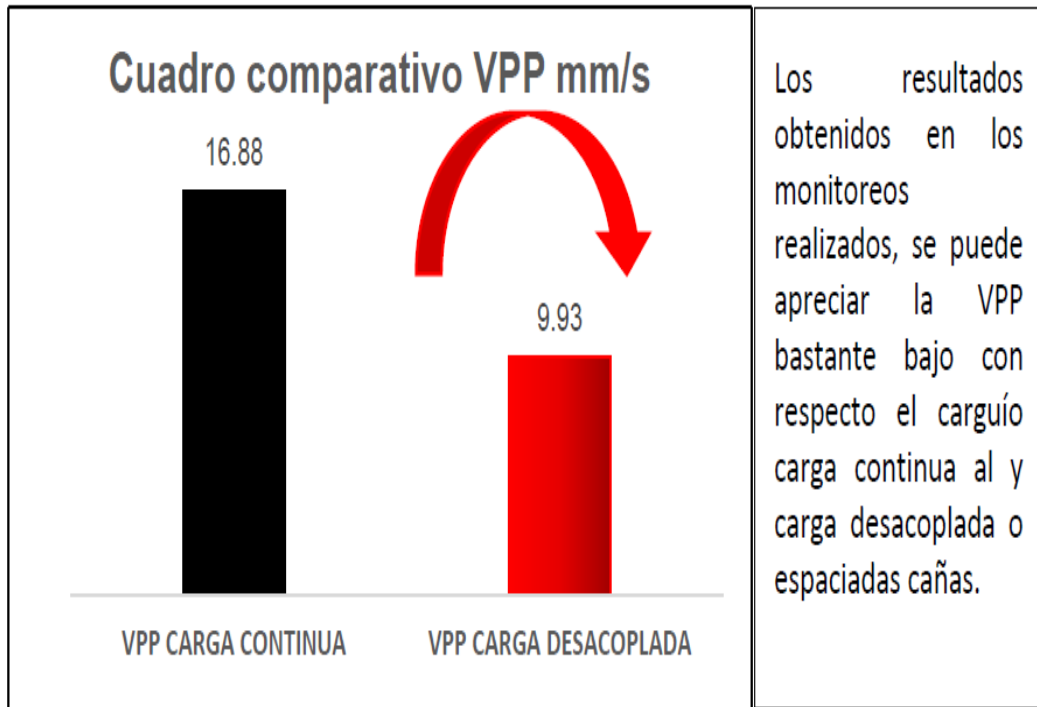


Resumen de la Velocidad de detonación con emulnor 1000 1 ¼" x 12 carga continua y carga desacoplada o espaciadas

La distancia promedio en las labores monitoreos es de 23 m. al punto de la voladura, la carga OPERANTE CAJA PISO ES DE 10.2 kg. por retardo y

CAJA TECHO CON CARGA ESPACIADA O DESACOPLADA ES DE 4.5 kg por retardo, lo cual, se tiene estos resultados VPP mm/s.

Figura 31. Comparación de la velocidad de detonación con carga continua y carga desacoplada



Radio de influencia del explosivo emulnor 1000 1 ¼” x 12”.

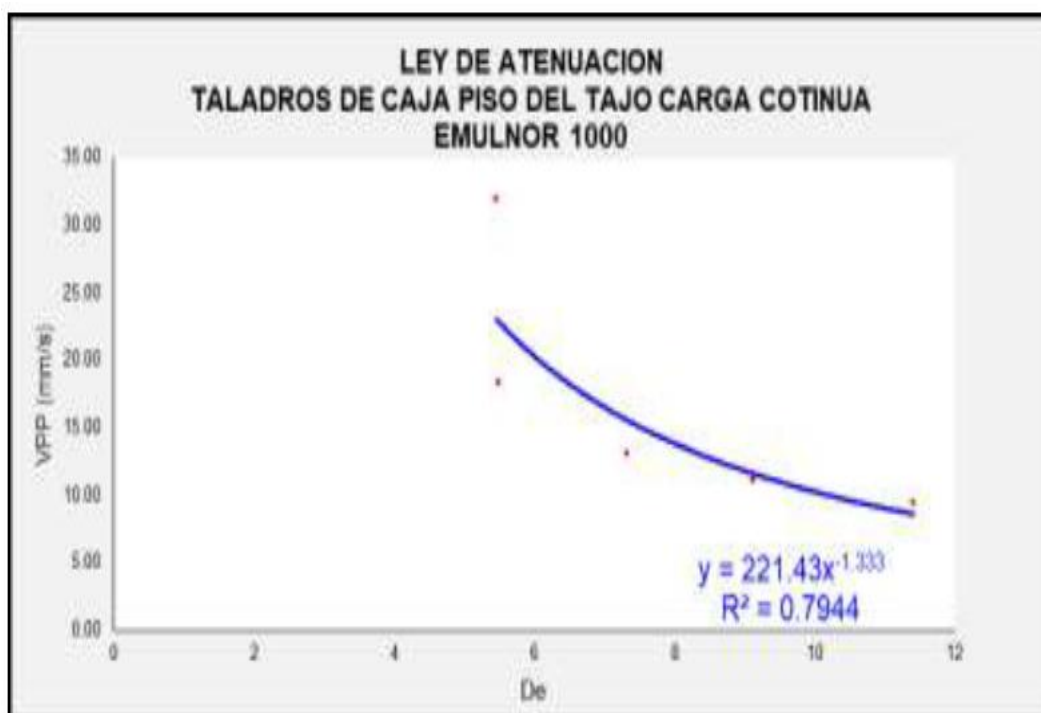
Se hallará el radio de influencia de los taladros de la caja piso cargados con Emulnor 1000 de 1 ¼ x 12” carga continua y de los taladros de la caja techo cargados con carga espaciado o desacoplados con cañas. Este cálculo se realiza mediante el modelo de vibraciones de campo lejano y el modelo de análisis de daño por HOLMBERG Y PERSSON. Se puede observar en la tabla siguiente el monitoreo en el TJ 67 1 , la VPP mostrada en los taladros de producción de la CAJA PISO.

Datos de monitoreo en el TJ 67 1 , la VPP mostrada en los taladros de producción de la CAJA PISO.

Tabla 6. Monitoreo en el TJ 67 1, taladros de caja piso carga continua

MODELAMIENTO DE VIBRACIONES NV 1320 TJ 67 1 ZONA III CARGA CONTINUA						
Datos de monitoreo		Explosivos: EMULNOR 3000 + cebo Emulnor 1000 1 1/4" x 12"			Eje (x)	Eje (y)
NV 1320 Tj 67 1		V (mm/s)	D (m)	W (Kg)	De = DW ^{1/3}	VPP (mm/s)
Disparo (Fecha)	Equipo	Vel. Pico Particula	Distancia Monitoreo	(Peso max/retardo)	Distancia escalar	Vel. Pico Particula
21-Feb-21	FAMESA	11.22	25	20.60	9.12	11.22
22-Feb-21	FAMESA	13.2	20	20.40	7.32	13.20
23-Feb-21	FAMESA	18.5	15	20.50	5.48	18.50
24-Feb-21	FAMESA	32	16	25.30	5.45	32.00
25-Feb-21	FAMESA	9.50	40	43.20	11.40	9.50

Figura 32. Ley de atenuación, taladros de caja piso con carga continua



Datos de monitoreo en el TJ 67 1 , la VPP mostrada es en los taladros de producción de la CAJA TECHO

Tabla 7. Monitoreo en el TJ 67 1, taladros de caja techo carga espaciada

EMULNOR ® 1000 CARGA ESPACIADAS						
					Usual	
IN PUT: DATA CAMPO					Modelo	
					DEVINE	
					W (1/3)	
Datos de monitoreo		Explosivos: Cebo de 3000 1 1/4" x 12" y columna de carga Emulnor ® 1000 de			Eje (x)	Eje (y)
NV 1320 Tj 67 1		V (mm/s)	D (m)	W (Kg)	De = DW ^(1/3)	VPP (mm/s)
Disparo (Fecha)	Equipo	Vel. Pico Particula	Distancia Monitoreo	(Peso max/retardo)	Distancia escalar	Vel. Pico Particula
21-Feb-21	FAMESA	6.85	25	4.60	15.03	6.85
22-Feb-21	FAMESA	6.95	20	4.50	12.11	6.95
23-Feb-21	FAMESA	15.95	15	4.50	9.09	15.95
24-Feb-21	FAMESA	15.60	16	4.50	9.69	15.60
25-Feb-21	FAMESA	4.30	40	4.50	24.23	4.30

Figura 33. Ley de atenuación, taladros de caja techo con carga desacoplada o espaciada



Cálculo de la velocidad crítica

CALCULO DE LA VELOCIDAD CRITICA			
LABOR	TJ 67 1 NV.1320		
RMR	39		
Q : Indice de calidad del tunel - Bieniawski 1979 (Q):			
RMR = 9 LnQ + 44			
Q = exp ((RMR - 44) / 9) =		0.57	
Velocidad de propagacion de onda P (Vp):			
Vp = 3500 + 1000 Log (Q) =		3255.87	m/s
Resistencia roca intacta (si)		100	MPa
Usando la Ley de Hooke y Forsyth ; se determina el valor máximo de la velocidad de partícula crítica, sobre la base de las propiedades de la roca del punto de interés:			
VPPcritico = $\sigma_t \times Vp / Ei$			
Esta ecuacion se emplea para estimar la aproximacion de la Velocidad de partícula crítica de la roca			
Donde			
VPPcritico	Velocidad de partícula crítico - maximo	3223	mm/s
σ_t	Resistencia a la traccion	10	Mpa
Vp	Velocidad de la onda P	3256	m/s
Ei	Modulo de Young	10.103	Gpa
El Umbral del Valor Máximo de la velocidad de partícula para los distintos niveles de daño Cameron Mckenzie .			
Tabla 1. Criterio de daño según Cameron Mckenzie.			Vpp critico
CRITERIO DE DAÑO	TIPO DE DAÑO		
Mayor 4 * PPVcritico	Intenso fracturamiento		12890
Mayor 1 * PPVcritico	Creacion de nuevas fracturas		3223
Mayor 1 / 4 * PPVcritico	Leve propagacion fracturas pre-existentes		806

Cálculo de la velocidad crítica

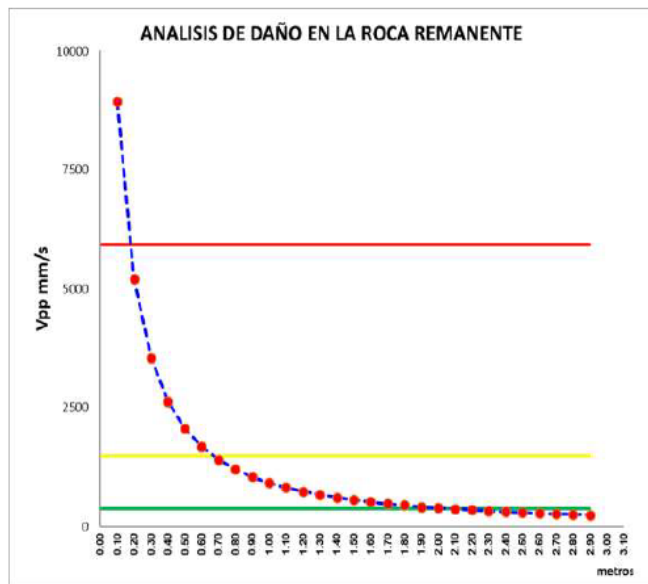
Análisis de daños al macizo rocoso por modelo de Holmberg y Persson

Figura 34. Análisis de daños al macizo rocoso por modelo de Holmberg y Persson

ANALISIS DE DAÑOS AL MACIZO ROCOSO POR MODELO DE HOLMBERG Y PERSSON			
		Emulnor 1000 carg. Continua 1 1/4"x12"	Emulnor 1000 cañas 1 1/4" x 12"
		VPP	d (m)
Intenso fracturamiento	(4 x VPPc)	12890	0.18
Creación de nuevas fracturas	(1 x VPPc)	3223	0.52
Extender fracturas preexistentes	(1/4 x VPPc)	806	1.01

TIPO DE ROCA		Caliza				
RMR		40				
GSI		100				
EXPLOSIVO	CARGA CONTINUA CON Emulnor 1000	CAÑAS O ESPACIADORES CON Emulnor 1000				
	1 1/4" X12"	1 1/4" x 12"				
K	221.43	280.84				
Alfa	-1.333	-1.348				
	Q (Kg)	10.26	4.50	Umbral de daño		
	Dist. (m)	VPP (mm/s)		MINIMO	PROMEDIO	MAXIMO
	0.01	484358	384348	371	1482	5929
	0.10	22499	17247	371	1482	5929
	0.20	8931	6775	371	1482	5929
	0.30	5202	3923	371	1482	5929
	0.40	3545	2662	371	1482	5929
	0.50	2633	1970	371	1482	5929
	0.60	2065	1541	371	1482	5929
	0.70	1681	1252	371	1482	5929
	0.80	1407	1046	371	1482	5929
	0.90	1203	892	371	1482	5929
	1.00	1045	774	371	1482	5929
	1.10	920	681	371	1482	5929
	1.20	820	605	371	1482	5929
	1.30	737	543	371	1482	5929
	1.40	667	492	371	1482	5929
	1.50	609	448	371	1482	5929
	1.60	559	411	371	1482	5929
	1.70	515	379	371	1482	5929
	1.80	477	350	371	1482	5929
	1.90	444	326	371	1482	5929
	2.00	415	304	371	1482	5929
	2.10	389	285	371	1482	5929
	2.20	365	267	371	1482	5929
	2.30	344	252	371	1482	5929
	2.40	325	238	371	1482	5929
	2.50	308	225	371	1482	5929
	2.60	292	213	371	1482	5929
	2.70	278	203	371	1482	5929
	2.80	265	193	371	1482	5929
	2.90	253	184	371	1482	5929
	3.00	242	176	371	1482	5929

Figura 35. Análisis de daño en la roca remanente carga continua

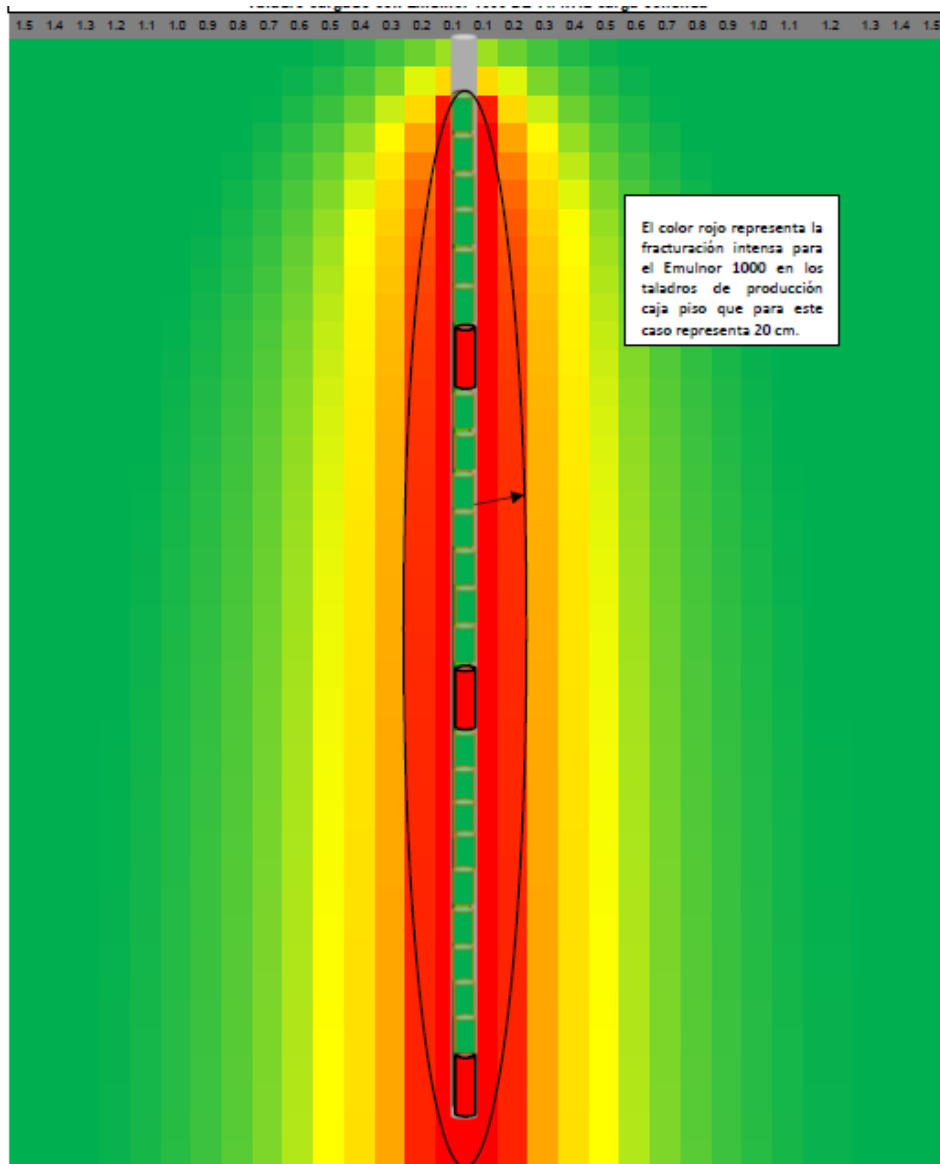


Taladro cargado con Emulsor 1000 DE 11/4X12 carga continua

ESQUEMA N° 1: (Vista de perfil)

Profundidad del taladro = 12

*Figura 36. Taladro cargado con Emulsor 1000 DE 11/4X12 carga continua
Vista de perfil*

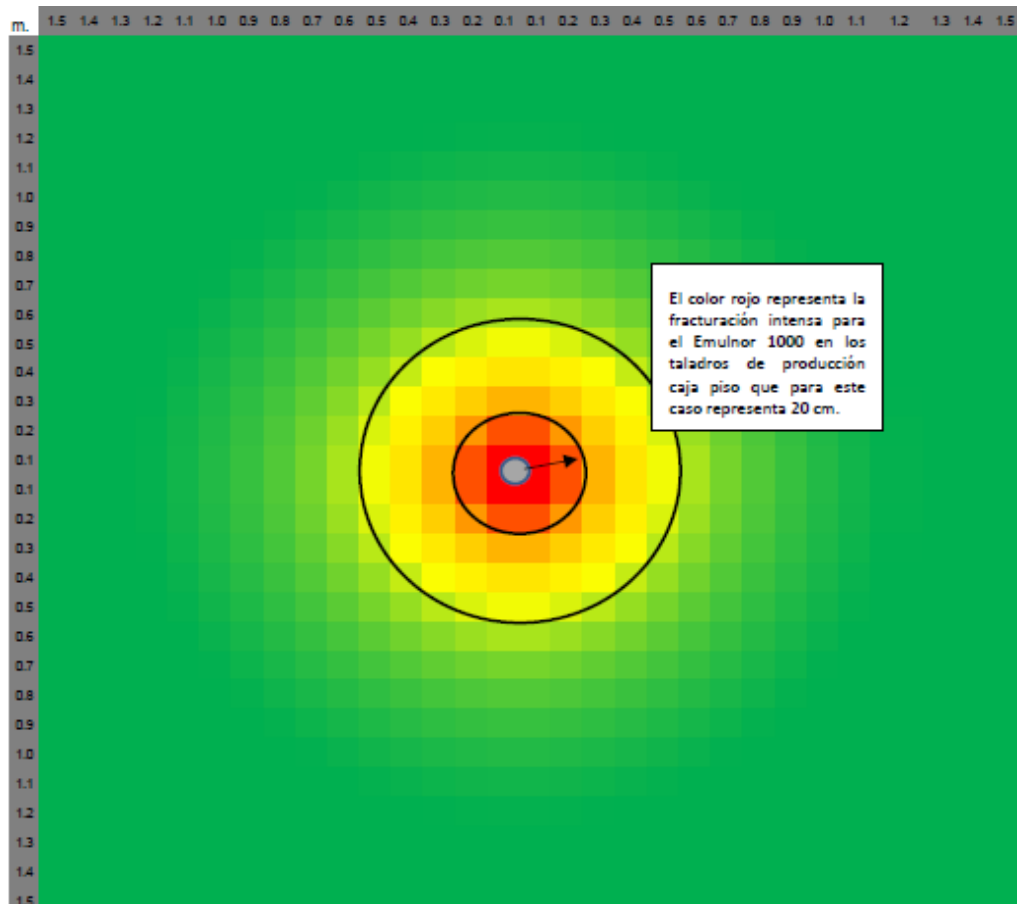


ESQUEMA N° 2: (Vista en Planta)

Profundidad del taladro = 12 m

Taladro cargado con Emulsor 1000 DE 11/4X12

**Figura 37. Taladro cargado con Emulsor 1000 DE 11/4X12 carga continua
Vista de planta**

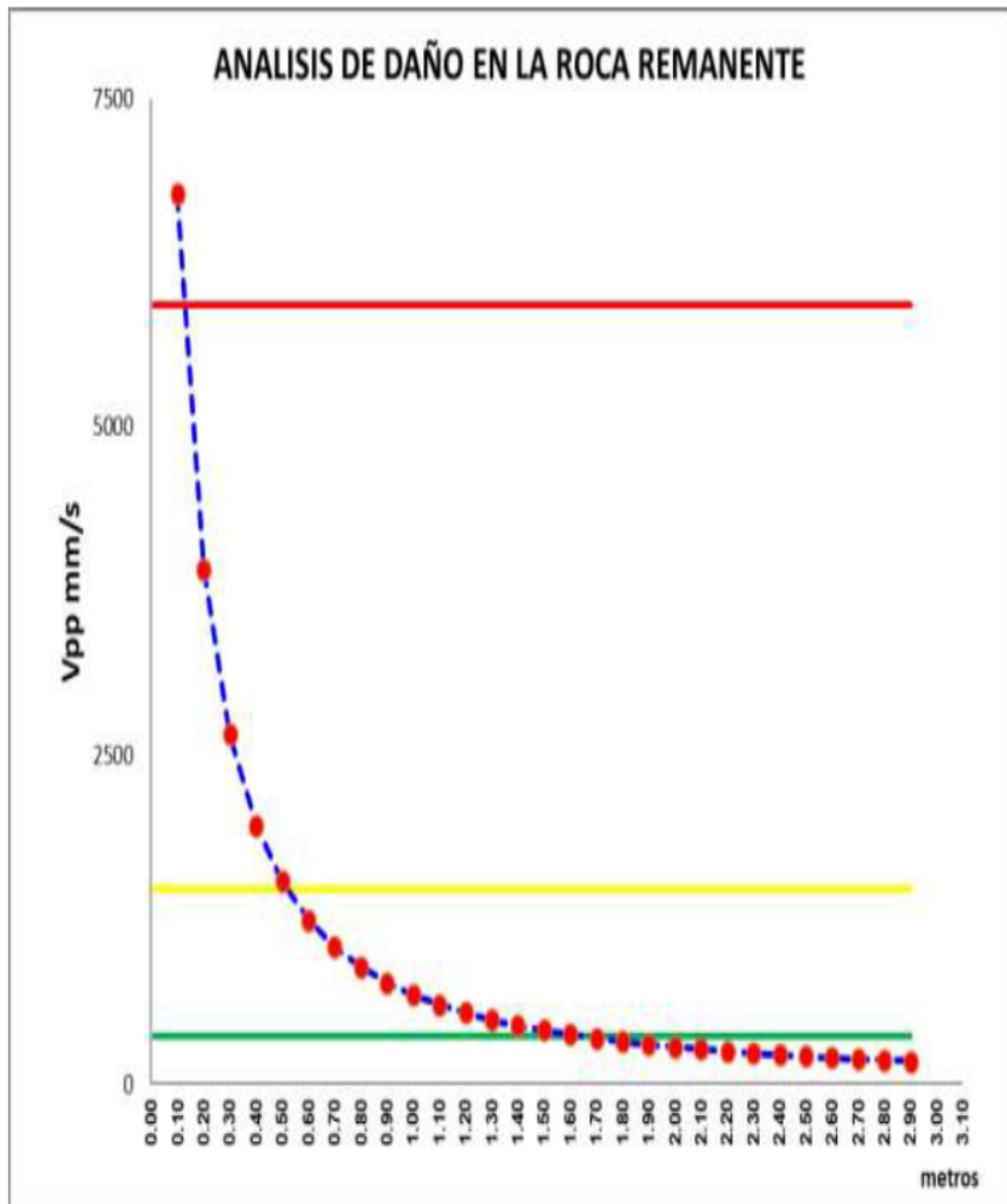


Según el modelo de Holmberg y Persson, mediante el *monitoreo* en campo de las vibraciones en el TAJO, se logró calcular el radio de influencia que es de 20 cm. del explosivo Emulsor 1000 1 ¼” x 12” en los taladros de caja piso carga continua, quiere decir que la carga operante por retardo es de 10.5 kg, por ende, se recomienda que para este tipo de terreno regular IIIB no se debe exceder más de 10.50 kg por taladros en la altura de banco mencionado, por lo cual, el diseño de malla de perforación será un promedio a 40 cm con respecto al contacto litológico de la zona mineralizada.

Taladro cargado con Emulsor 1000 DE 11/4X12 carga desacoplada

Figura 38. Análisis de daño en la roca remanente carga desacoplada

ANÁLISIS DE DAÑOS AL MACIZO ROCOSO POR MODELO DE HOLMBERG Y PERSSON			Emulnor 1000 carg. Continua 1 1/4"x12"	Emulnor 1000 cañas 1 1/4" x 12"
		VPP	d (m)	d (m)
Intenso fracturamiento	(4 x VPPc)	12890	0.18	0.13
Creación de nuevas fracturas	(1 x VPPc)	3223	0.52	0.36
Extender fracturas preexistentes	(1/4 x VPPc)	806	1.47	1.01

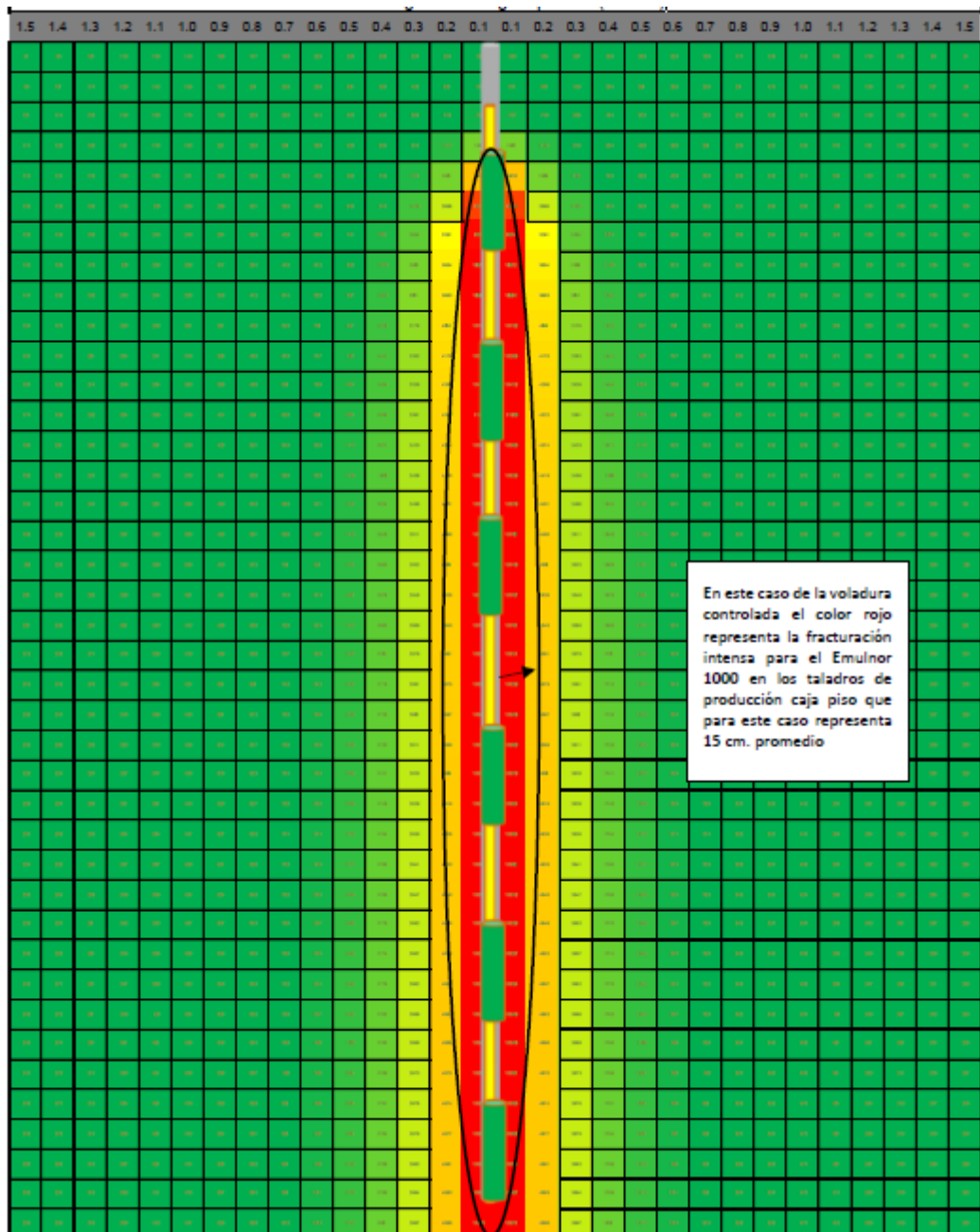


Taladro cargado con Emulsor 1000 DE 11/4X12 carga desacoplada

ESQUEMA N° 3: (Vista de perfil)

Profundidad del taladro = 12

Figura 39. Taladro cargado con Emulsor 1000 DE 11/4X12 carga desacoplada Vista de perfil Taladro cargado con carga espaciada (CAÑAS)

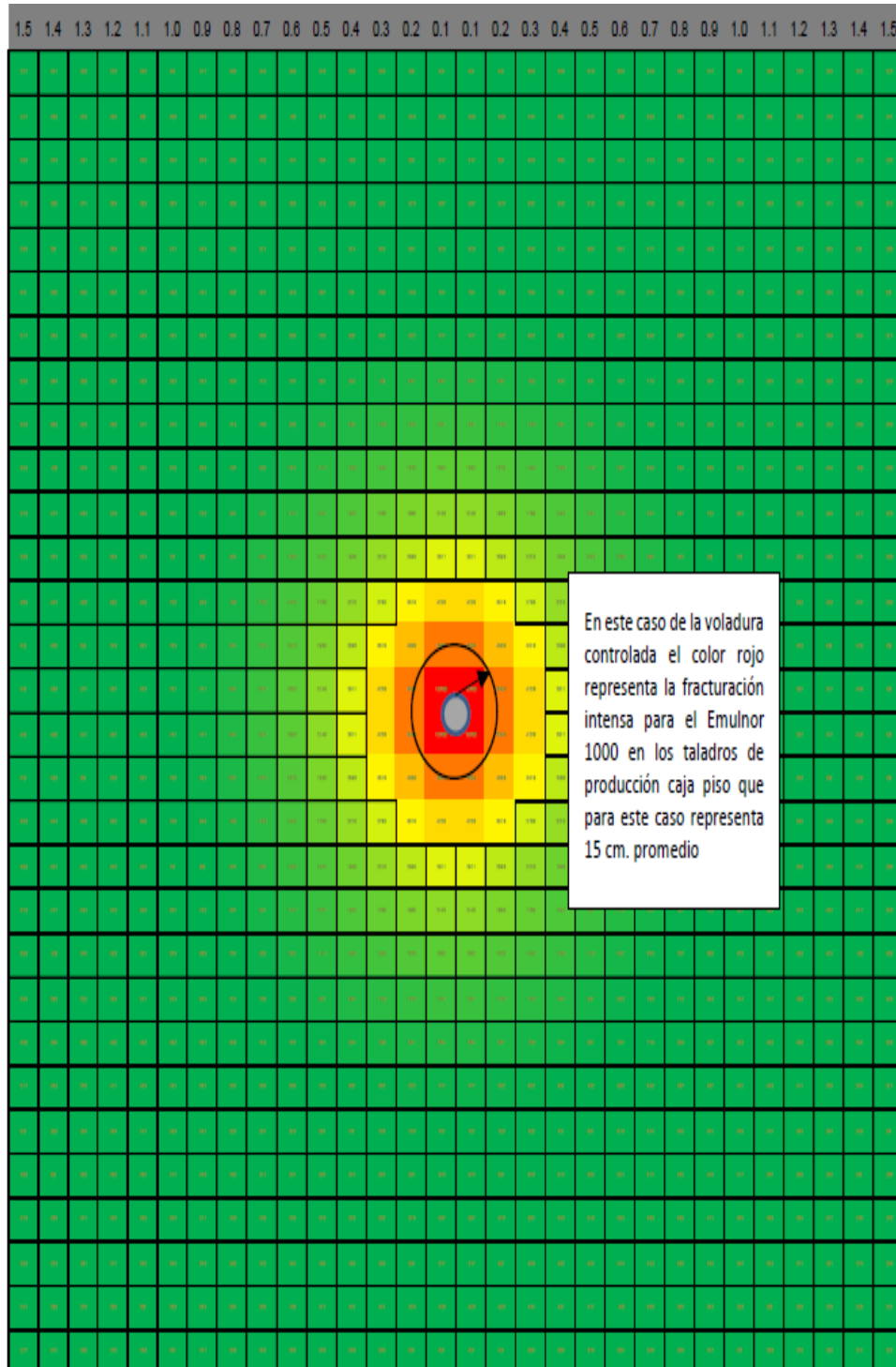


ESQUEMA N° 4: (Vista en Planta)

Profundidad del taladro = 12 m

Taladro cargado con Emulnor 1000 DE 11/4X12

Figura 40. Taladro cargado con Emulsor 1000 DE 11/4X12 carga desacoplado
Vista de planta. Taladro cargado con Emulnor 1000 11/4X12 con espaciadores



Según el modelo de *Holmberg* y *Persson*, mediante el monitoreo en campo de las vibraciones en el TAJO, se logró calcular el radio de influencia del explosivo Emulnor 1000 1 ¼” x 12” en los taladros de caja techo; carga desacoplada o espaciado en cañas, que es de 15 cm. quiere decir que la carga operante por retardo es de 4.5 kg, por ende se recomienda que para este tipo de terreno regular IVA que es en el lado techo de la labor, no se debe de exceder en el diseño de malla de perforación a más de 20 cm. a 30 cm. con respecto al contacto litológico de la zona mineralizada y la roca circundante. Por qué en este tipo de terreno encontraremos fracturas preexistentes por su naturaleza; por lo cual tendremos el riesgo de alterar la caja que es más inestable de la labor.

Análisis de creación de nuevas fracturas en una voladura.

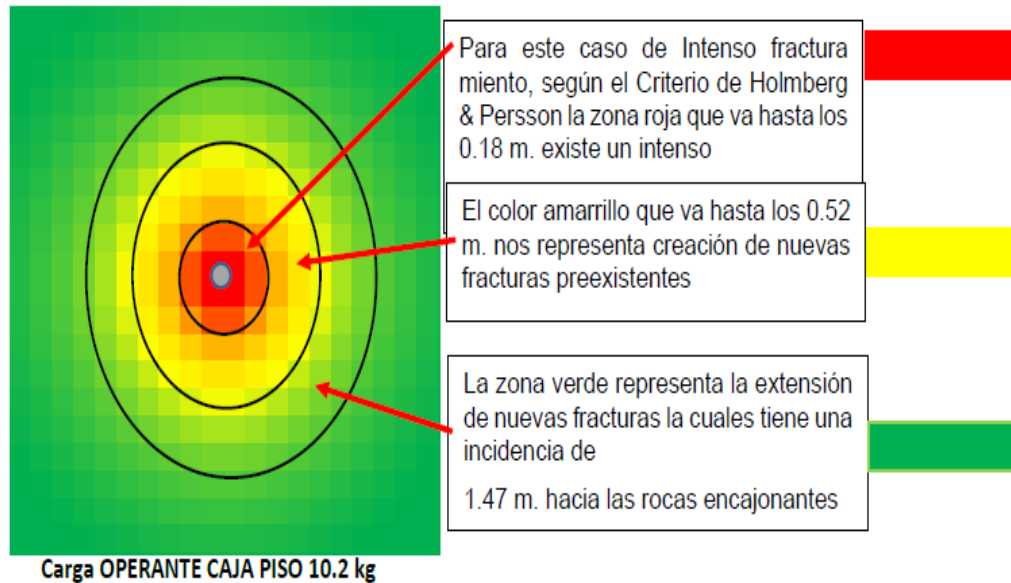
Creación de nuevas fracturas con Emulnor de 1000 1 ¼” x 12” en la voladura con carga continua

Para este caso de Intenso fracturamiento, según el Criterio de *Holmberg* & *Persson* la zona roja que va hasta los 0.18 m. existe un intenso

El color amarillo que va hasta los 0.52 m. nos representa creación de nuevas fracturas preexistentes

La zona verde representa la extensión de nuevas fracturas la cuales tiene una incidencia de 1.47 m. hacia las rocas encajonantes

Figura 41. Creación de nuevas fracturas con Emulnor de 1000 1 ¼” x 12” en la voladura con carga continua



Análisis de creación de nuevas fracturas con Emulnor 1000 1 ¼” x 12” en la voladura controlada con carga desacoplada o espaciada (cañas)

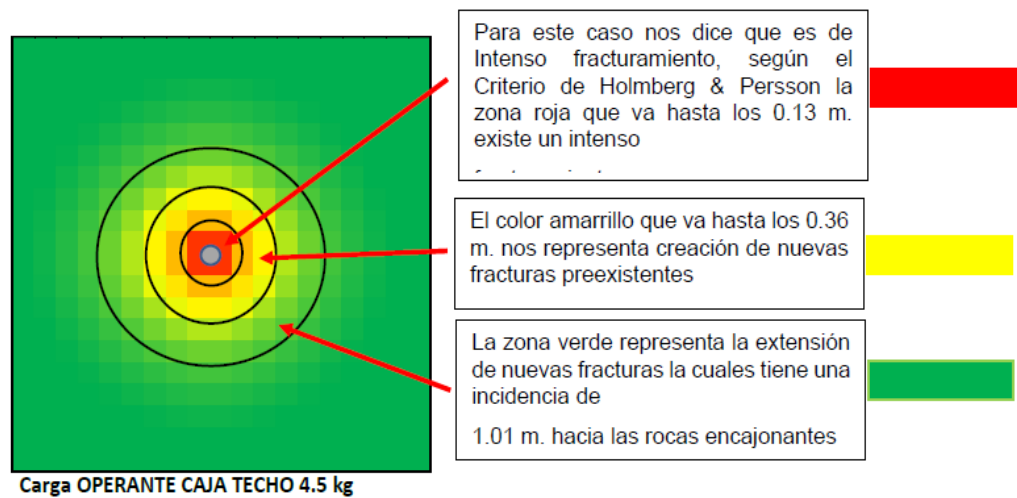
Para este caso nos dice que es de Intenso fracturamiento, según el Criterio de Holmberg & Persson la zona roja que va hasta los 0.13 m. existe un intenso

El color amarillo que va hasta los 0.36 m. nos representa creación de nuevas fracturas preexistentes.

La zona verde representa la extensión de nuevas fracturas la cuales tiene una incidencia de 1.01 m. hacia las rocas encajonantes

creación de nuevas fracturas con Emulnor 1000 1 ¼” x 12” en la voladura controlada con carga desacoplada o espaciada (cañas)

Figura 42. Creación de nuevas fracturas en la voladura controlada con carga desacoplada o espaciada (cañas)



Influencia del acoplamiento:

Todos los explosivos tienen un radio de influencia que está basado en el acoplamiento del explosivo con el taladro, por lo tanto, esta regla nos dice lo siguiente:

CON 100%, Mayor a 12 VECES EL DIAMETRO

CON 75 %, 7 a 11 VECES EL DIAMETRO

CON 50%, 3 A 6 VECES EL DIAMETRO

CON 25 %, Hasta 3 VECES EL DIAMETRO (VOLADURA DEL CONTORNO)

4.4. Discusión de resultados

En la realización de la tesis para el carguío de los taladros con carga desacoplada en las labores de producción con taladros largos, realizamos un control y seguimiento de las labores en cuanto a los parámetros de perforación y voladura, controlando la longitud de perforación, cantidad de explosivo emulnor 3000, 1000, metros cúbicos rotos, toneladas voladas, factor de potencia.

Se encontró acciones no correctas en la perforación y voladura, como el colocar como taco el mismo explosivo emulnor, sobreexcavacion, dilución en los tajeos; lo cual fue corregido.

Factor de potencia, al aplicar explosivos de baja potencia emulnor 1000 1 ¼ x 12 con carga continua y desacoplado el factor de potencia descendió al aplicar carga desacoplada llegando a 0.18 kg/tn en promedio, que es menor al estándar establecido (0.26 kg/tn)

El costo de explosivo para el carguío de los taladros se redujo a 21 \$, en relación al estándar establecido de 29.4 \$

El monitoreo de las vibraciones que genera la voladura se realizó en el tajeo Tj 67 fila 1,2,3, obteniendo como resultado la VPP es bastante bajo con carga desacoplada en relación al carguío con carga continua, teniendo 16.88 mm/s carga continua y 9.93 mm/s carga desacoplada.

El radio de influencia del explosivo emulnor 1000 este cálculo se realiza mediante el modelo de vibraciones de campo lejano y el modelo de análisis de daño por HOLMBERG Y PERSSON

En los taladros de caja piso carga continua, el monitoreo en campo de las vibraciones en el TAJO, se logró calcular el radio de influencia que es de 20 cm. del explosivo Emulnor 1000 1 ¼” x 12” quiere decir que la carga operante por retardo es de 10.5 kg, por ende, se recomienda que para este tipo de terreno regular III B no se debe exceder más de 10.50 kg por taladros en la altura de banco mencionado, por lo cual, el diseño de malla de perforación será un promedio a 40 cm con respecto al contacto litológico de la zona mineralizada

En los taladros de caja techo carga desacoplada o espaciada en cañas , el monitoreo en campo de las vibraciones en el TAJO, se logró calcular el radio de

influencia que es de 15 cm. del explosivo Emulnor 1000 1 ¼” x 12” quiere decir que la carga operante por retardo es de 4.5 kg, por ende, se recomienda que para este tipo de terreno regular IVA mencionado, por lo cual, el diseño de malla de perforación no se debe exceder a mas de 20 cm a 30 cm con respecto al contacto litológico de la zona mineralizada.

CONCLUSIONES

1. Con la propuesta planteada el de realizar el carguío de los taladros largos mediante carga desacoplada o espaciada en cañas, se logró controlar la voladura en cuanto a la sobre excavación, dilución en las labores.
2. Al usar explosivos de baja potencia emulnor 1000 1 ¼ x 12” , se obtuvo un factor de potencia de 0.18 kg/tn logrando disminuir un 0.08 kg/tn en relación a la línea base que es de 0.26 kg/tn; con este método de carguío de los taladros se logró disminuir hasta un 31 % el factor de potencia.
3. En cuanto al costo de explosivos empleados en el carguío de taladros se logró disminuir a 21 \$ por consumo solo de explosivos, disminuyendo 8.40 \$ en relación al costo estándar que es de 29.4 \$, logrando minimizar la cantidad y el costo de explosivo hasta en un 28.57 %
4. Al realizar el monitoreo de las vibraciones producido por la voladura se tiene como resultado que la VPP bastante bajo cuando se carga con carga desacoplada 9.93 mm/seg en relación a cargas continuas que es de 16.88 mm/seg y la carga operante caja piso es de 10.2 kg. por retardo y caja techo con carga espaciada o desacoplada es de 4.5 kg por retardo, lo cual, se tiene estos resultados VPP mm/s.
5. El monitoreo en campo de las vibraciones en el TAJO, se logró calcular el radio de influencia que es de 20 cm. del explosivo Emulnor 1000 1 ¼” x 12” **en los taladros de caja piso carga continua**, quiere decir que la carga operante por retardo es de 10.5 kg, por ende, se recomienda que para este tipo de terreno regular IIIB no se debe exceder más de 10.50 kg por taladros en la altura de banco mencionado, por lo cual, el diseño de malla de perforación será un promedio a 40 cm con respecto al contacto litológico de la zona mineralizada

6. El monitoreo en campo de las vibraciones en el TAJO, se logró calcular el radio de influencia del explosivo Emulnor 1000 1 ¼” x 12” en **los taladros de caja techo; carga desacoplada o espaciado en cañas**, que es de 15 cm. quiere decir que la carga operante por retardo es de 4.5 kg, por ende se recomienda que para este tipo de terreno regular IVA que es en el lado techo de la labor, no se debe de exceder en el diseño de malla de perforación a más de 20 cm. a 30 cm. con respecto al contacto litológico de la zona mineralizada y la roca circundante.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda implementar el TUBO TAG O BARRA DE GUIA y CLINOMETRO, para realizar la perforación de taladros en los tajos, para minimizar el porcentaje de desviación que es una de las problemáticas principales que la unidad minera tiene en dicha actividad.
2. Se recomienda capacitación a todos los operadores de SIMBA en tema de perforación de taladros largos con los parámetros establecidos
3. Concientizar al personal de carguío a no exponerse al peligro en el momento de hacer el levantamiento de taladros para el carguío.
4. Continuar con el monitoreo de vibraciones en los diferentes laboreos mineros con la finalidad de ver los posibles daños que pueda ocasionar las voladuras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAGON, N. (2019). *aplicacion de voladura controlada para estabilizar taludes de banquetas en el sector de senseccalla, del tramo VII proyecto de la carretera Ayacucho Abancay Div. Kishuara*. [tesis de licenciamiento. U.N. San Antonio Abad del Cusco] repositorio institucional U.N.San Antonio Abad del Cusco.
- Badajoz, M. (2020). *Tu tesis en cinco pasos*.
- BERNAL, C. (2010). *Metodologia de la investigacion* (Tercera edicion ed.). (P. Educacion, Ed.)
- CASTRO, RODRIGUEZ , J. (2016). “*REDUCCION DE LA SOBREROTURA EN EL CRUCERO 3910 DEL NIVEL 2360 DE LA MINA “PEC” DE LA CIA. CONSORCIO MINERO HORIZONTE*”. [tesis de licenciamiento Universidad de Trujillo] repositorio institucional U. N. de Trujillo.
- COMPAÑOA MINERA VOLCAN - Mina San Cristobal. (2020). *memoria de Compañia Minera Volcan S.A.C.*
- CONDOR , J. (s.f.). “*MODELO DE VOLADURA CONTROLADA PARA MEJORAR ESTABILIDAD DE RAMPA 3293 EN NIVEL 2100 VETA MILAGROS – MINA PARCOY – 2019*”. [tesis de licenciamiento U.N. del Centro del Peru] repositorio institucional U. N. del Centro del Peru, 2021.
- ENAEEX. (s.f.). *Manual de tronadura ENAEEX S.A.* ENAEEX, Gerencia tecnica.
- EXSA. (2004). *Manual practico de voladura* (cuarta edicion ed.). (EXA, Ed.)
- FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C. (2018). Emulsiones/Hidrigel a granel no sensibilizado SAN-G APU.
- GUERRA, R. (2013). *USO DE EMULSIÓN GASIFICABLE PARA REDUCIR COSTOS DE PERFORACIÓN-VOLADURA EN MINERÍA SUPERFICIAL Y*

SÚBTERRANEA. [tesis de licenciatura, U.N. de Ingeniería]repositorio institucional U.N. de Ingeniería.

HERNANDEZ, FERNANDES, BAPTISTA, R. (2014). *Metodologia de la investigacion* (sexta edicion ed.). (M. e. S.A., Ed.)

Instituto Geologico y Minero de España. (1987). *Manual de perforacion y voladura de rocas*. Instituto Geologico y Minero de España.

PARDO, E. (2021). “*OPTIMIZACIÓN DE COSTOS EN LA VOLADURA DE PRE – CORTE EN LA MINA CUAJONE – MOQUEGUA*”. [tesis de licenciamiento U. N. de San Antonio Abad del Cusco] repositorio institucional U. N. de San Antonio Abad del Cusco.

PARRA, G. (2018). “*REDUCCION DE LA CARGA EXPLOSIVA CON EL USO DEL EXPLOSIVO EMULNOR, EN LA CORONA DE LABORES DE DESARROLLO PARA OPTIMIZAR LOS COSTOS DE VOLADURA EN CIA MINERA MACDESA*”. [tesis de licenciamiento U. N. de SAN AGUSTIN DE AREQUIPA] repositorio institucional U. N. de San Agustin de Arequipa.

PUMA, J. (2018). *OPTIMIZACIÓN EN EL SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA PERFORACIÓN EN ZONA DE PROFUNDIZACIÓN MINA SAN CRISTOBAL COMPAÑÍA MINERA VOLCAN S.A.A.* [tesis institucional Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa] repositorio institucional Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa.

TAMAYO Y TAMAYO, M. (2003). *El proceso de la investigacion cientifica* (cuarta edicion ed.). (L. N. Editores, Ed.)

ANEXOS

Instrumentos de recolección de datos

DATOS DE TESIS - Excel

Nitro Pro 9

VOLCAN COMPAÑIA MINERA S.A.A.

INFORME VENTILACION

Unidad Yauli VENT-001-2018

A: Ing. Augusto Ponte (Spte. Planeamiento San Cristobal- Carahuacra)
De: Ing. Walter Mariñas. (Ing de ventilación)

Asunto: MAPEO DE VENTILACION NV.970E

Ubicacion	Inicial Velocidad m/min	Inicial Caudal (m3/min)	Inicial oxigeno (O2%)	Inicial Monoxido de carbono CO(PPM)	Inicial Dioxido de carbono CO2(PPM)	Inicial gases perniciosos(%)	Final Velocidad m/min	Final Caudal (m3/min)	Final oxigeno (O2%)	Final Monoxido de carbono CO(PPM)	Final Dioxido de carbono CO2(PPM)	Final gases perniciosos(%)
RP-574 E	60.3	1133.7	19.6	13.0	1050.0	63.5	63.5	1193.9	20.1	3.5	850.0	57.8
BP-574 E	55.3	1039.7	19.5	12.8	1020.0	62.5	58.5	1099.9	20.0	3.3	770.0	57.2
VE-005	50.5	849.5	19.5	13.0	1050.0	62.7	58.5	1099.9	20.0	3.5	800.0	57.5
VE-007	50.3	945.7	19.3	12.6	1040.0	61.0	53.5	1005.9	19.9	3.1	790.0	57.1
VE-006	41.8	785.9	19.4	12.7	1000.0	61.6	54.0	1015.3	19.9	3.2	750.0	57.0
VE-004	45.3	851.7	19.4	12.5	1030.0	61.6	56.5	1062.3	19.9	3.0	780.0	56.9
VE-003	44.7	840.4	19.2	12.2	950.0	59.4	47.9	900.6	19.7	2.7	700.0	56.2
GL-580E	45.4	853.6	19.1	12.0	950.0	59.0	48.6	913.8	19.7	2.7	700.0	56.2

*Sin título2 [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Visible: 13 de 13 variables

	Ubicacion	InicialVelocidadm/min	InicialCaudalm3/min	InicialoxigenoO2	InicialMonoxidodecarb onoCO(PPM)	InicialDioxido de carbonoCO2PP M	Inicialgasesperniciosos	FinalVelocidadm/min	FinalCaudalm3/min
1	RP-574 E	60.30000000000000	1133.7274349999998	19.560000000000002	13.030000000000000	1050	63.530000000000015	63.500000000000000	1193.8920750000000
2	BP-574 E	55.300000000000000	1039.7201850000000	19.460000000000000	12.829999999999998	1020	62.496666666666670	58.500000000000000	1099.8848249999999
3	VE-005	50.500000000000000	949.4732250000000	19.460000000000000	13.030000000000000	1050	62.696666666666670	58.500000000000000	1099.8848249999999
4	VE-007	50.300000000000000	945.7129349999999	19.310000000000002	12.600000000000000	1040	61.046666666666680	53.500000000000000	1005.8775750000000
5	VE-006	41.800000000000000	785.9006099999999	19.360000000000000	12.730000000000000	1000	61.563333333333330	54.000000000000000	1015.2873000000000
6	VE-004	45.300000000000000	851.7056849999999	19.390000000000000	12.530000000000000	1030	61.613333333333340	56.500000000000000	1062.2819250000000
7	VE-003	44.700000000000000	840.4248150000000	19.160000000000000	12.230000000000000	950	59.396666666666670	47.900000000000006	900.5894550000000
8	GL-580E	45.399999999999999	853.5858299999998	19.110000000000000	12.030000000000000	950	58.980000000000000	48.599999999999994	913.7504699999998
9	GL-580W	45.399999999999999	853.5858299999998	19.210000000000000	12.030000000000000	970	59.613333333333344	48.599999999999994	913.7504699999998
10	GL-504	50.300000000000000	945.7129349999999	19.260000000000000	12.530000000000000	1000	60.530000000000015	50.500000000000000	949.4732250000000
11	BP-581W	47.300000000000000	889.3085849999999	19.260000000000000	12.129999999999999	1000	60.130000000000010	50.500000000000000	949.4732250000000
12	CA-536	44.300000000000000	832.9042349999999	19.190000000000000	12.530000000000000	1000	59.946666666666670	50.500000000000000	949.4732250000000
13	CA-967	36.500000000000000	686.2529250000000	19.010000000000000	11.829999999999998	900	57.746666666666680	41.500000000000000	780.2601750000000
14	AC-488	35.600000000000000	669.3316200000000	19.060000000000002	12.030000000000000	940	58.363333333333350	43.800000000000000	823.5035099999999
15	GL-504	35.000000000000000	658.0507500000000	18.940000000000000	11.879999999999999	890	57.213333333333340	42.800000000000000	804.7020600000000
16	TJ-510 W	40.300000000000000	757.6984349999999	18.960000000000000	11.879999999999999	890	57.379999999999995	43.500000000000000	817.8630750000000
17	TJ-500 E	35.300000000000000	663.6911849999999	18.960000000000000	11.530000000000000	850	57.030000000000000	38.500000000000000	723.8558250000000
18	TJ-500 W	43.800000000000000	823.5035099999999	19.060000000000002	12.129999999999999	950	58.463333333333345	47.000000000000000	883.6681500000000

Vista de datos | Vista de variables

Resultado2 [Documento2] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

/MISSING=ANALYSIS.

Prueba T

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Final Caudal (m3/min)	938,1923550	18	125,0626924	29,47755930
	Final gases perniciosos (%)	56,40833333	18	,7438473120	,1753264928

Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Final Caudal (m3/min) & Final gases perniciosos (%)	18	,972	,000

Prueba de muestras emparejadas

Diferencias emparejadas

		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Final Caudal (m3/min) - Final gases perniciosos (%)	881,7840217	124,3394752	29,30709537	819,9514553	943,6165880	30,088	17	,000

IBM SPSS Statistics Processor está listo. | Inicie OM | H: 640_W:627.n | ES | 83:52 a.m. | 20/11/2018

Matriz de Consistencia

Título: “Nueva propuesta de carguío de taladros con carga desacoplada en labores de producción taladros largos en compañía minera <u>Volcan</u> – unidad San Cristóbal S.A.”						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DISEÑO	INDICADORES	TIPO Y NIVEL DE INVEST.
<p>GENERAL:</p> <p>¿Cuál es la nueva propuesta para el proceso de perforación y voladura en las labores de producción taladros largos en la Empresa Minera <u>Volcan</u> S.A.A. unidad de producción San Cristóbal?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>a. ¿Cuál es el comportamiento del factor de potencia con la nueva propuesta en la perforación y voladura en las labores de producción taladros largos en la Empresa Minera <u>Volcan</u> S.A.A. unidad de producción San Cristóbal?</p> <p>b. ¿hay variación en la velocidad de detonación con la nueva propuesta en la perforación y voladura en las labores de producción taladros largos en la Empresa Minera <u>Volcan</u> S.A.A. unidad de producción San Cristóbal?</p>	<p>GENERAL:</p> <p>Realizar una nueva propuesta para el proceso de perforación y voladura en las labores de producción taladros largos en la Empresa Minera <u>Volcan</u> S.A.A. unidad de producción San Cristóbal</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>a. Determinar el comportamiento del factor de potencia con la nueva propuesta en la perforación y voladura en las labores de producción taladros largos en la Empresa Minera <u>Volcan</u> S.A.A. unidad de producción San Cristóbal</p> <p>b. Determinar la velocidad de detonación con la nueva propuesta en la perforación y voladura en las labores de producción taladros largos en la Empresa Minera <u>Volcan</u> S.A.A. unidad de producción San Cristóbal</p>	<p>GENERAL</p> <p>La nueva propuesta para el proceso de perforación y voladura en las labores de producción taladros largos es la carga desacoplada o espaciada, voladura controlada para mejorar la voladura, en la “Empresa Minera <u>Volcan</u> S.A.A. unidad de producción San Cristóbal</p> <p>Hipótesis Específicos</p> <p>a. Debe haber una disminución del factor de potencia con la nueva propuesta en la perforación y voladura en las labores de producción taladros largos en la Empresa Minera <u>Volcan</u> S.A.A. unidad de producción San Cristóbal”</p> <p>b. La velocidad de detonación disminuye con la nueva propuesta en la perforación y voladura en las labores de producción taladros largos en la “Empresa Minera <u>Volcan</u> S.A.A. unidad de producción San Cristóbal”</p>	<p>INDEPENDIENTE</p> <p>Voladura con carga desacoplada o espaciada</p> <p>DEPENDIENTE:</p> <p>Mejora de la voladura</p>	<p>De acuerdo a nuestros objetivos aplicaremos el diseño experimental descriptivo correlacional</p>	<p>OHSAS 18001</p> <p>ISO 14001</p> <p>ISO 45001</p>	<p>TIPO:</p> <p>Aplicada.</p> <p>NIVEL:</p> <p>Evaluativa.</p>