

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Incidencia de la capacitación, supervisión y control en
perforación y voladura en los trabajadores-contrata
JRC-Unidad Minera el Brocal-Colquijirca-Pasco**

Oscar Junior Carhuallanqui Ponce

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2019

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, doy gracias a Dios por permitirme tener a mi familia y por tener una linda experiencia dentro de mi universidad.

Quiero agradecer especialmente a mis padres LUIS CARHUALLANQUI CEVALLOS y MARUJA PONCE ZERPA por haberme dado la mejor educación y apoyarme en cada decisión que he tomado a lo largo de mi vida académica.

Asimismo, agradecer a mi asesor Ing. PORRAS MAYTA JULIO FREDY, por el apoyo durante el desarrollo de esta investigación, por sus sugerencias para realizar las constantes mejoras en la investigación.

De igual manera a la Universidad Continental, por permitirme convertirme en ser un profesional en lo que tanto he anhelado y por la formación académica durante estos 5 años, y por ultimo a la compañía minera que me dio su apoyo para realizar la investigación correspondiente JRC Ingeniería y construcción.

DEDICATORIA

Dedico la investigación de manera muy especial a mis padres, pues ellos fueron el mejor ejemplo de cimiento para mi formación como profesional, la base de responsabilidad y deseo de superación, por ultimo a mis hermanos que son mis ejemplos para ser mejor y al asesor a cargo por el apoyo incondicional y gracias a Dios por iluminarme en el camino correcto, haciendo bien las cosas se puede alcanzar el éxito.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula.....	1
Agradecimientos.....	2
Dedicatoria.....	3
Índice de contenido.....	4
Índice cuadros.....	5
Índice de figuras.....	7
Resumen.....	9
Introducción.....	11

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1.Planteamiento y formulación del problema.....	12
1.1.1.Problema general:.....	13
1.1.2.Problemas específicos:.....	13
1.2.Objetivos.....	14
1.2.1.Objetivos General.....	14
1.2.2.Objetivos Específicos.....	14
1.3.Justificación e importancia.....	14
1.3.1.Justificación práctica.....	14
1.3.2.Justificación metodológica:.....	14
1.4.Hipótesis.....	15
1.4.1.Hipótesis general:.....	15
1.4.2.Hipótesis específicas:.....	15
1.5.I.dentificación de variables.....	15
1.5.1.Variable independiente:.....	15
1.5.2.Variable dependiente:.....	15
1.5.3.Operacionalización de las variables:.....	15

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.Antecedentes del problema.....	16
2.2.Generalidades de la Mina.....	20
2.3.Bases teóricas:.....	20
2.4 Definición de términos básicos.....	28

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1.Método y alcance de la investigación:.....	31
3.2.Diseño de la investigación:.....	31
3.3.Población y muestra:.....	31
3.3.1.Población.....	31
3.3.2.Muestra.....	32

3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	32
3.4.1.Técnicas	32
3.4.2.Instrumento	32

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.Resultados del tratamiento y análisis de la información	33
4.1.1.Plan de mejora perforación y voladura.....	33
4.1.2.Preparación de la labor	34
4.1.3.Perforación	40
4.1.4.Voladura.....	56
4.1.5.Salida, devolución explosivo.....	63
4.1.6.Factor de carga lineal.....	65
4.1.7.Promedio de avance lineal.....	66
4.1.8.Promedio de sobre rotura.....	67
4.1.9.Promedio de Avance/Disparo Por Jumbero – Ranking	70
4.2.Discusión de resultados	71
CONCLUSIONES	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
ANEXOS	76

ÍNDICE CUADROS

Cuadro 1. Plan de trabajos de perforación y voladura.....	33
Cuadro 2. Factor de carga lineal antes de las capacitaciones	65
Cuadro 3. Factor de carga lineal después de las capacitaciones.....	66
Cuadro 4. Avance lineal antes de las capacitaciones.....	66
Cuadro 5. Avance lineal después de las capacitaciones.....	67
Cuadro 6. Sobre rotura antes de la capacitación.....	67
Cuadro 7. Sobre rotura antes de la capacitación detalle de labores.....	68
Cuadro 8. Sobre rotura antes de la capacitación	68
Cuadro 9. Sobre rotura después de la capacitación	68
Cuadro 10. Sobre rotura después de la capacitación detalle de labores.....	69
Cuadro 11. Sobre rotura GL 9187 NV 4092.....	69
Cuadro 12. Mes de octubre ranquing.....	70
Cuadro 13. Mes de diciembre ranquing.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Variables de diseño de voladura tomado en minera subterránea JRC	25
Figura N° 2: Capacitación a la supervisión de operaciones, para realizar el seguimiento en cada trabajo y mejorar el avance lineal.....	34
Figura N° 3: GL1573S- NV3986 (Nilton Celis); pintado de dirección y gradiente.....	35
Figura N° 4. Pintado de malla por el Sr. operador de jumbo N° 33 Sr. Danny Falcón - GL9022E NV3972)	35
Figura N° 5. Listado de personal capacitado en el tema de pintado de gradiente, punto de dirección, malla de perforación de voladura con sus respectivas colas.	36
Figura N° 6. Personal capacitado en el tema de pintado de gradiente, punto de dirección, malla de perforación de voladura con sus respectivas colas. La capacitación se realizó a las 03 guardias en los cuales están incluidos los operadores de Jumbo, maestros de carguío, y sus respectivos ayudantes.	37
Figura N° 7. Pintado de malla de perforación, para que el operador de jumbo tenga un reparto de taladros más exacto y minucioso.....	37
Figura N° 8. Listado de capacitación en campo en el pintado de mallas y uso de guidores. Capacitación realizada en campo en la RP 1462 NV 3986	38
Figura N° 9: Uso de la plantilla para la perforación de arranque GL8925 NV3986.....	40
Figura N°10. Personal capacitado en el uso de plantillas de arranque. También se realizó el uso de plantillas en los refugios para tener una mejor sección	41
Figura N° 11. Listado de personal capacitado en el tema de uso de plantilla para el arranque, uso de guidores y entubado de taladros en terrenos con fractura..	41
Figura N° 12. Capacitación en la perforación el paralelismo de los taladros es muy importante.....	43
Figura N° 13. Capacitación/seguimiento en entubado de taladros en los terrenos fracturados..	44
Figura N° 14. Listado de capacitación realizada en campo.....	44
Figura N° 15. Capacitación/seguimiento y control de la longitud de perforación de taladros y simetría en la ubicación de taladros.	46
Figura N° 16. Malla de perforación de sección de 5.0 x 5.0 de roca dura.	47
Figura N° 17. Malla de perforación de sección de 5.0 x 5.0 de roca suave.	48
Figura N° 18. Malla de perforación de sección de 4.5 x 4.5 de roca dura.	49
Figura N° 19. Malla de perforación de sección de 4.5 x 4.5 de roca suave.	50
Figura N° 20. Malla de perforación de sección de 4.0 x 4.0 de roca dura.	51
Figura N° 21. Malla de perforación de sección de 4.0 x 4.0 de roca suave.	52
Figura N° 22. Malla de perforación de sección de 3.90 x 3.70 de roca dura.	53
Figura N° 23. Malla de perforación de sección de 3.90 x 3.70 de roca suave.	54
Figura N° 24. Listado de capacitación en uso de guidores, entubado de taladros en terrenos fracturados, longitud de la perforación y entrega de las distintas mallas de perforación a cada personal	55
Figura N° 25. Capacitación y supervisión para realizar la preparación de los cebos, donde se debe de incidir en la ubicación de los fulminantes y el tipo de amarre.....	56

Figura N° 26. Capacitación y supervisión/Seguimiento en la preparación de cañas.	56
Figura N° 27. Entrega de carga explosiva para iniciar el carguío del frente.	57
Figura N°28. Capacitación y supervisión/Preparación de cañas y entrega de carga explosiva completa para iniciar el carguío del frente.	57
Figura N° 29. Listado de capacitación realizada en campo.	57
Figura N° 30. Capacitación/distribución de carga explosiva en el arranque y el pintado del arranque	59
Figura N° 31. Capacitación distribución de los faneles acuerdo al orden de salida del disparo; frente entubado por completo pos el alto nivel de fractúramelo	59
Figura N° 32. Capacitación/seguimiento distribución de faneles para el inicio al carguío de cada taladro.	60
Figura N° 33. Capacitación/seguimiento voladura controlada, terreno con RMR 41-50 sostenimiento con malla y pernos Split set a distancia de 1.5 m (resultado), se observan las caña y un disparo eficiente	60
Figura N° 34. Listado de capacitación a los maestros cargadores y respectivos ayudantes en los temas de uso de cañas para los frentes	61
Figura N°35. Capacitación/Seguimiento de la importancia del amarre con 02 detonadores pirotécnicos al cordón detonante	62
Figura N° 36. Capacitación/seguimiento carguío de frente, el cual solo se meten los cartuchos depende a la distancia a perforación	62
Figura N° 37. Vale de salida de explosivos con firma de cada uno de los encargados. .	63
Figura N° 38. Traslado de explosivos a los diferentes niveles en los que se realizara el carguío.	63
Figura N° 39. Capacitación/seguimiento en devolución del explosivo de los frentes que no salieron por diferentes motivos, también por la excesiva carga enviada.	64
Figura N° 40. Vale de devolución de explosivos	64
Figura N° 41. Cuaderno de devolución de explosivos firmado por el encargado.	65

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se propuso resolver el problema: ¿Cuál es la incidencia de la capacitación, supervisión y control en perforación y voladura en los trabajadores de la contrata JRC – unidad minera El Brocal Colquijirca, Pasco – 2018?, cuyo objetivo fue: Determinar la incidencia de la capacitación, supervisión y control en perforación y voladura en los trabajadores de la contrata JRC – unidad minera El Brocal Colquijirca, Pasco – 2018, planteándose como hipótesis a contrastar: La capacitación, supervisión y control en perforación y voladura incide directamente en los trabajadores de la contrata JRC – unidad minera El Brocal Colquijirca – Pasco– 2018.

El método de investigación fue el científico - cualitativa, el tipo es aplicada, de nivel descriptivo – correlacional, de diseño de investigación cuasi experimental, la población está constituida por los maestros cargadores, ayudantes cargadores y operadores de jumbo de las tres guardias A, B, C; la muestra está constituida por los maestros cargadores, ayudantes cargadores de trabajadores y operadores de jumbo de una sola guardia A.

Se concluye que: La capacitación, supervisión y control en perforación y voladura incide directamente, en la perforación y voladura por que disminuyó las voladuras secundarias y se aumentó el avance lineal en un promedio de 0.14 por disparo, en el consumo de explosivos se disminuyó un promedio de 1.75 kg por disparo y en la sobre rotura se disminuyendo en un 1.79 %por disparo, en la contrata JRC – unidad minera El Brocal Colquijirca – Pasco.

Palabra clave: Capacitación, supervisión, control en perforación, control de voladura.

ABSTRACT

The present research work was proposed to solve the problem: What is the incidence of training, supervision and control in drilling and blasting in the workers of the JRC contract - El Brocal Colquijirca mining unit, Pasco - 2018 ?, whose objective was: To determine the incidence of training, supervision and control in drilling and blasting in the workers of the JRC contract - El Brocal Colquijirca mining unit, Pasco - 2018, considering as hypothesis to contrast: Training, supervision and control in drilling and blasting directly affects in the workers of the JRC contract - El Brocal Colquijirca - Pasco– 2018 mining unit.

The research method was the scientist - qualitative, the type is applied, descriptive - correlational level, of quasi-experimental research design, the population is made up of the master loaders, loader assistants and jumbo operators of the three guards A, B, C; The sample is made up of master loaders, workers' loaders, and single-guard jumbo operators A.

It is concluded that: Training, supervision and control in drilling and blasting directly affects drilling and blasting because secondary blasting decreased and linear advance was increased by an average of 0.14 per shot, in explosives consumption a average of 1.75 kg per shot and in the breakage is decreased by 1.79% per shot, in the contract JRC - mining unit El Brocal Colquijirca - Pasco.

Keyword: Training, supervision, drilling control, blasting control.

INTRODUCCIÓN

La tesis titulada: **“INCIDENCIA DE LA CAPACITACIÓN, SUPERVISIÓN Y CONTROL EN PERFORACIÓN Y VOLADURA EN LOS TRABAJADORES - CONTRATA JRC – UNIDAD MINERA EL BROCAL - COLQUIJIRCA – PASCO”**; el desarrollo del trabajo se realizó en cuatro capítulos, en los cuales se exponen los siguientes contenidos:

En el capítulo uno se resalta el planteamiento del problema, se formulan el problema general y específico de igual manera se plantean los objetivos a investigar, así como las hipótesis resaltando las variables.

El capítulo dos trata del marco teórico donde se nombra los antecedentes nacionales e internacionales, asimismo se nombran las bases teóricas y definición de términos básicos.

El tercer capítulo está referido a la metodología de investigación donde se detalla el tipo, nivel y diseño de investigación, de igual manera se nombra la población, muestra, las técnicas de recolección, instrumentos y procesamiento de la información.

En el capítulo cuatro, se exponen los datos obtenidos producto de la investigación.

Al finalizar se nombra las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos de la investigación.

Bach. Oscar Junior Carhuallanqui Ponce

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema

Existiendo la necesidad de capacitar, supervisión y control en perforación y voladura a los trabajadores de mina, el cual le permitirá incrementar la productividad en la unidad minera “El Brocal” – Contrata JRC – Colquijirca – Cerro de Pasco.

La necesidad del cumplimiento de los programas de avance de la empresa, tales como labores de exploración, desarrollo y preparación, destinadas a ejecutarlas con eficiencia; han hecho que continuamente se vayan diseñando modalidades destinadas a mejores logros. Es más, la actividad de perforación y voladura es el primer trabajo en la operación de la cual dependen muchos trabajos que se derivan de ella.

Entre los principales problemas detectados en las operaciones unitarias de perforación y voladura en los frentes de avance se destacan el incumplimiento del diseño de malla de perforación, se tiene un diseño para diferentes tipos de roca, y sobre el cual se ha realizado el presupuesto, sin embargo, no se cumple éste.

Asimismo, podemos encontrar los desperfectos en el modo de perforación teniendo en cuenta el anti paralelismo de los taladros, longitud de perforación incompleta en cada taladro, la falta de cara libre y taladros de alivio, incorrecto burden y espaciamiento.

La perforación está relacionada al no marcado del frente o marcado de la malla de perforación. Las marcaciones de los taladros a perforar tienen que tener el espaciamiento y el burden adecuados, teniendo en cuenta la sección a perforar y que la carga del explosivo sea adecuada para evitar sobrerotura.

Dentro del proceso minero, la perforación y voladura es generalmente la primera, y tal vez la más importante operación minera unitaria en el ciclo total de minado. Los diseños de voladura inadecuados o defectuosos podrían tener graves consecuencias a lo largo del ciclo de minado, empezando en la voladura misma y prosiguiendo a través de las operaciones mineras unitaria de carguío, acarreo y chancando, así mismo se convierten en condiciones muy riesgosas cuando las voladuras son deficientes.

Asimismo en la contrata JRC – unidad minera El Brocal - Colquijirca – Pasco, no

hay una asistencia técnica, toda vez que no existe un esquema geométrico de la malla de perforación en el frente de avance por su mala distribución de taladros; como consecuencia se tiene un deficiente avance, también se observa que las dimensiones de la sección de la rampa 8942 es 4.50 m. por 4.50 m., las cuales es mucho mayor al deseado, que incurren a deficiencias en la operación unitaria; en el frente de perforación se realizan 54 taladros, lo que es excesivo para la sección planeada; también se observa que la perforación de taladros es deficiente puesto que solo alcanza una eficiencia de 90 % del barreno de 14 pies que es equivalente a 3.00m. Causado por un deficiente paralelismo del frente de perforación, además de un mal posicionamiento como las habilidades del operador de la máquina de perforación, como consecuencia se observa una sobre excavación en el contorno del frente de disparo.

Por otro lado, se pudo observar que los taladros se cargaban más de un 75 % en todo el taladro, en pocos casos le llegaba al 100% del taladro. El cual se realizaba pensando asegurar el disparo, pero por la falta de conocimiento por parte del personal encargado. Teniendo en cuenta que el promedio de carga explosiva por talador es de los 2/3, es decir el 66.6%.

La mala distribución del explosivo por frente en mina, el problema comenzaba desde que el personal encargado tiene que realizar un vale de salida del explosivo no teniendo en cuenta la cantidad exacta del explosivo, el tamaño de la sección del frente, tampoco la cantidad de taladros, realizando el vale de pedido de explosivos siempre con las mismas cantidades.

Se debe realizar voladuras secundarias producto de la presencia de patas de elefante, patas de gallos, bancos grandes, realce de labor, que generan una condición sub estándar. Por todo lo expuesto se hace necesario realizar un estudio con la finalidad detectar los puntos críticos en la etapa de perforación y voladura.

1.1.1 Problema general:

¿Cuál es la incidencia de la capacitación, supervisión y control en perforación y voladura en los trabajadores de la contrata JRC – unidad minera El Brocal Colquijirca, Pasco – 2018?

1.1.2 Problemas específicos:

- a) ¿Cuál es el resultado de la perforación luego de la capacitación, supervisión y control en perforación y voladura en los trabajadores de la contrata JRC – unidad minera El Brocal Colquijirca – Pasco?

- b) ¿Cuál es consumo de explosivos luego de la capacitación, supervisión y control en perforación y voladura en los trabajadores de la contrata JRC – unidad minera El Brocal Colquijirca – Pasco?
- c) ¿Cuál es el resultado de la sobrerotura luego de la capacitación, supervisión y control en perforación y voladura en los trabajadores de la contrata JRC – unidad minera El Brocal Colquijirca – Pasco?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos General

Determinar la incidencia de la capacitación, supervisión y control en perforación y voladura en los trabajadores de la contrata JRC – unidad minera El Brocal Colquijirca, Pasco – 2018

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Calcular el resultado de la perforación luego de la capacitación, supervisión y control en perforación y voladura en los trabajadores de la contrata JRC – unidad minera El Brocal Colquijirca – Pasco.
- b) Calcular consumo de explosivos luego de la capacitación, supervisión y control en perforación y voladura en los trabajadores de la contrata JRC – unidad minera El Brocal Colquijirca – Pasco.
- c) Comparar el resultado de la sobrerotura luego de la capacitación, supervisión y control en perforación y voladura en los trabajadores de la contrata JRC – unidad minera El Brocal Colquijirca – Pasco.

1.3 Justificación e importancia

1.3.1 Justificación práctica

El trabajo de investigación es de modo práctico, ya que se tiene que manipular la variable independiente con la finalidad de concluir en resultados que inicien el mejoramiento de los avances lineales, practicando nuevas técnicas de voladura y capacitación de todo el personal.

1.3.2 Justificación metodológica:

La información recopilada y procesada servirá de sustento para esta y otras investigaciones similares, ya que enriquece el marco teórico y/o cuerpo de conocimientos que existe sobre el tema en mención, es decir mejorar la eficiencia de perforación y voladura en la unidad minera el Brocal – contrata JRC – Colquijirca – Cerro de Pasco.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis general:

La capacitación, supervisión y control en perforación y voladura incide directamente en los trabajadores de la contrata JRC – unidad minera El Brocal Colquijirca – Pasco

1.4.2 Hipótesis específicas:

- a) El resultado de la perforación luego de la capacitación, supervisión y control en perforación y voladura en los trabajadores de la contrata JRC – unidad minera El Brocal Colquijirca – Pasco, tendrá incidencia directa.
- b) El consumo de explosivos luego de la capacitación, supervisión y control en perforación y voladura en los trabajadores de la contrata JRC – unidad minera El Brocal Colquijirca – Pasco, se verá influenciada directamente.
- c) La sobrerotura luego de la capacitación, supervisión y control en perforación y voladura en los trabajadores de la contrata JRC – unidad minera El Brocal Colquijirca – Pasco, se aproximan a lo programado en el plan de minado.

1.5 Identificación de variables

1.5.1 Variable independiente:

X: Capacitación, supervisión y control en perforación y voladura

1.5.2 Variable dependiente:

Y: Trabajadores.

1.5.3 Operacionalización de las variables:

Variables	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente: Capacitación, supervisión y control en perforación y voladura	✓ Burden, espaciamento, paralelismo ✓ Consumo de explosivos ✓ Volumen fragmentado	✓ Malla de perforación ✓ kg/disparo, kg/m ³ ✓ m ³
Variable dependiente: Trabajadores	✓ Desempeño laboral	✓ Rendimiento laboral

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

- a) Cáceres (2017) Elaboro la Tesis: “*Optimización de la perforación y voladura con nuevo diseño de malla en el crucero 10014 de la Empresa Minera Marsa*” Presentada a la Universidad Nacional Del Altiplano Facultad De Ingeniería De Minas Escuela Profesional De Ingeniería De Minas, Bolivia – Perú. El trabajo tuvo por objetivo mejorar los costos operativos de la perforación y voladura con un nuevo diseño de malla de perforación y voladura; en el crucero 10014, se observa que los costos operativos son muy elevados a causa del mal diseño de malla de perforación que no ajusta a las características del macizo rocoso, por ello, se utilizaba mucha carga explosiva en el carguío de taladros teniendo como consecuencia mala fragmentación y rotura de la roca esto afecta directamente en el ciclo de extracción de mineral, esto repercute en los costos operativos. Concluyendo: El presente trabajo de investigación, permitió determinar un nuevo diseño de malla de perforación y voladura para el desarrollo del crucero 10014 y lograr mayor avance lineal. La malla anterior era de 39 taladros y en la nueva malla requiere de 34 taladros con una optimización en costo y tiempo, como resultado se obtuvo una disminución en el consumo de explosivos de 21.1 kg/disparo a 16.24 kg/disparo, así mismo, una reducción en los costos operativos por metro lineal de US\$ 342.32 a US\$ 247.61 con una diferencia de US\$ 94.71 que significa un ahorro 28% y un rendimiento de avance lineal de 25%.
- b) Ayamamani (2016) Tesis titulado: “*Diseño de perforación y voladura en balcón III de la Corporación Minera Ananea*” S. A. Presentada a la Universidad nacional del altiplano Facultad de Ingeniería de Minas Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, Puno, Perú. El objetivo de la presente investigación es mejorar el diseño de operación unitaria de perforación y voladura que reduzcan los costos, para lograr estos objetivos se realiza una supervisión, capacitación, y control de las operaciones unitaria de perforación y voladura. Es muy importante tener en forma detallada los procedimientos de cálculo de los costos de operación para obtener un control; por eso se realiza el presente trabajo de investigación denominado “Diseño de perforación y voladura y su incidencia

en Balcón III de la Corporación Minera Ananea S. A.”. La “Perforación y Voladura”, desde el punto de vista económico y la necesidad de optimizar los recursos. Concluyendo que la introducción de nuevas tecnologías, así como la necesidad de obtener superficies de corte regular que reduzcan la necesidad del sostenimiento, son de suma importancia. Inicialmente se expone un alto costo de perforación y voladura, por unas falencias en el diseño de malla de perforación, distribución de explosivos, además de un mal perfilado del contorno de la mina. Con el nuevo diseño de malla de perforación se reduce en cuatro (4) taladros, además de incrementar en 5 pies del barrenado de 4 pies, mejorando el avance, reduciendo el tiempo con un costo de 4.86 US\$/m. y con la nueva distribución de explosivos se obtiene un costo de 5.91 US\$/m. mejorando el perfil de la sección de la Galería 325, además de reducir los costos en total de 3.58 US\$/TM de la Galería 325. Como perspectiva de futuro se sugiere mantener un adecuado control operacional de la perforación y voladura en la Galería 325 de Balcón III, para obtener mejores tasas de rentabilidad de los procesos de minado, es decir los resultados obtenidos en esta investigación serán recogidos de acuerdo a la política de la empresa.

- c) Tomas y Pizarro (2015) Tesis titulado: “*Optimización de la voladura mediante el uso de detonadores de microretardo en explotaciones mineras subterráneas en Consorcio Minero Horizonte S.A.*” Presentado a la Universidad Nacional Del Centro Del Perú, Huancayo-Perú. Para optar el título profesional de Ingeniero de Minas. La presente investigación tiene como objeto exponer la factibilidad de reducir costos y optimizar la voladura, aplicando para ello la utilización de detonadores electrónicos de microretardo. En nuestro estudio nos planteamos el problema de ¿Cómo optimizar la voladura y disminuir los costos, en explotaciones mineras subterráneas en Consorcio Minero Horizonte S.A.?, con el objetivo de Optimizar la voladura y disminuir los costos mediante los detonadores electrónicos de microretardo, en explotaciones mineras subterráneas en Consorcio Minero Horizonte S.A., teniendo como hipótesis: “Se optimizará la voladura mediante el uso de detonadores electrónicos de microretardo en explotaciones mineras subterráneas en Consorcio Minero Horizonte S.A”. Llegando a la conclusión: Al utilizar detonadores electrónicos de microretardos se obtienen los costos de explosivos de 127 930 US \$ y una

producción promedio mensual de 145 253.17 toneladas de mineral, se optimiza la voladura, ya que se obtiene una eficiencia económica de 0.88 US \$/tonelada de mineral, lo cual incrementa las utilidades económicas. La mayor ventaja de los detonadores electrónicos, es su calidad de exactitud, precisión y flexibilidad de programación, con lo cual se consigue excelentes resultados en esta operación, sin que ello signifique afectar el resto de las operaciones (carguío, transporte y chancado primario); constituyéndose en el objetivo principal al introducir la tecnología de los detonadores electrónicos. Asimismo, la calidad del disparo tiene influencia significativa sobre las etapas posteriores de manejo de material dentro del sistema de extracción de una mina. Es por esta razón que una parte esencial de cualquier disparo es la evaluación crítica de la fragmentación y de las condiciones de excavación.

- d) Umaña (2014), tesis titulada: *“Reducción y optimización de costos operativos en perforación y voladura minera yanaquihua S.A.C. E.E. Adgeminco S.A.C.”* Presentada a la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa Facultad de Geología, Geofísica Y Minas Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, Arequipa-Perú. El objetivo de la presente investigación fue: Exponer la factibilidad de la reducción de los costos operativos en una empresa minera, aplicando para ello estándares óptimos de trabajo en las principales operaciones unitarias de minado que son la perforación y voladura, asegurando de esta manera el éxito de todo el ciclo de minado. Concluyendo: A través de la optimización de los estándares de las operaciones unitarias de Perforación y voladura, se logró la reducción del costo unitario total de mina en 1,51 \$/TM es decir una reducción del 7% en comparación con lo que se venía obteniendo. Representando esto una reducción en costos operativos de Mina de 108 720 \$ al año. La Reducción total en costos operativos por la optimización de las operaciones unitarias de minado y por los ahorros en la eliminación de la voladura secundaria y el incremento en la vida de los aceros de perforación ascienden a un monto de 1 488 000 \$ al año. Con la reducción del Costo unitario total de Mina se obtuvo una reducción del 3.1% del cash Costo total de la empresa Minera, ya que el Costo de Mina representa aproximadamente el 40% del Cash total de la empresa Minera.

e) Jauregui (2009), realizo la tesis: “*Reducción de los Costos Operativos en Mina, mediante la optimización de los Estándares de las operaciones unitarias de Perforación y Voladura*” Presentado a la Pontificia Universidad Católica del Perú-Facultad de Ingeniería de Minas. El cual tuvo como objetivo exponer la factibilidad de la reducción de los costos operativos en una empresa minera, aplicando para ello estándares óptimos de trabajo en las principales operaciones unitarias de minado que son la perforación y voladura, asegurando de esta manera el éxito de todo el ciclo de minado. Éxito que se logra con un sistema de control y medición exhaustiva de las operaciones y que se sintetizan en la supervisión y capacitación continua en lo concerniente a la aplicación de estándares óptimos de trabajo en la operación. La implementación y aplicación continua de estos estándares de trabajo aseguran una operación económicamente más rentable, permiten tener un orden y estandarización de las operaciones e intensifica la seguridad en los trabajos. Sumándose a ello un "cambio" y compromiso del personal por mejorar el desempeño de su trabajo. El desarrollo de este trabajo expone inicialmente la situación de una mina ejemplo donde no existe un adecuado sistema de productividad, control y reducción de costos operativos mina y de optimización de las operaciones de minado en función a estándares objetivos de trabajo, obteniéndose un primer diagnóstico de la situación mediante la supervisión y control en campo de las operaciones y la revisión de los presupuestos existentes de las operaciones y proyectos. La segunda etapa consiste en la propuesta de estándares objetivos de trabajo en función a estudios y pruebas ingenieriles relacionados al método de explotación de minado, la perforación y voladura idónea, el análisis de costos, la mecánica de rocas y a la seguridad laboral, considerando a todas las etapas del trabajo en mina como procesos que integran un solo sistema en el cual las operaciones de perforación y voladura son el núcleo básico del sistema. Concluyendo que se exponen los beneficios que se obtienen con la implementación y el control continuo de los estándares adecuados de trabajo, beneficios reflejados en una reducción de los costos directos operativos y en general de todos los costos de las diversas áreas que integran una mina, acotándose como una de las recomendaciones la vital importancia que representa la capacitación continua al personal en las técnicas de perforación y voladura y sobretodo el rol que juegan estas como el núcleo de todo el sistema,

del mismo modo la importancia de la motivación y retroalimentación al personal que ejecutan este núcleo sobre los avances que se obtienen y lo importante de su desempeño.

2.2. Generalidades de la mina

Ubicación:

El importante distrito de Colquijirca se sitúa en los Andes Centrales del Perú. Políticamente pertenece al distrito de Tinyahuarco, provincia Pasco. Geomorfológicamente corresponde al límite septentrional de las pampas de Junín con altitudes promedio de 4,180 m.s.n.m.; y, a las primeras estribaciones del norte de las pampas de Junín (Proyecto Marcapunta y Mina Colquijirca), con un promedio de 4,300 m.s.n.m de altitud.

Accesibilidad:

El ingreso está facilitado por la carretera asfaltada Lima - La Oroya - Cerro de Pasco en un recorrido aproximado de 290 Km, a partir de la cual bifurcan carreteras afirmadas a los yacimientos de Colquijirca, Marcapunta y San Gregorio.

2.3. Bases teóricas:

2.3.1. Control de operaciones mineras:

“Consiste en la operación de minimizar tiempos y costos de ejecución en el desarrollo y preparación de un cuerpo mineralizado mediante las técnicas adecuadas, usando herramientas como software y otros; para lo cual se desarrollarán labores para ser accesible al bloque de mineral calculado como eventualmente accesible”. (Currey, y otros, 2002)

2.3.1.1. Planeamiento en el control de la producción:

De la Cruz (1999) “Para que el planeamiento cumpla con los tres puntos fundamentales: determinación de objetivos, bosquejo de procedimientos y control de producción minera mensual, se utilizará el cuadro de producción minera mensual, cuadro para la minimización de tiempo y costos”. (p. 3)

Toda vez que se usan técnicas de estimación y para poder llevar una evaluación de ésta se usan las siguientes: tenemos a la explotación, preparación y desarrollo.

2.3.1.2. Rendimientos

Depende de diversos factores: derivados de la máquina de perforación, características del macizo rocos, condiciones imperantes en los sitios de trabajo.

Según De la Cruz (1999) señala que:

“El rendimiento de perforación se expresa como rendimientos netos por hora de trabajo, incluyendo todas las maniobras inherentes, como cambios de localizaciones sobre el frente de perforación, cambio de acero de perforación, los cambios de barrenos, cuidado general del equipo. El rendimiento de perforación debe considerar además del avance lineal, el volumétrico, al aumentar el diámetro del barreno el volumen es mucho mayor. La perforación se facilita mas tanto más homogénea es una roca, los trabajos se dificultan y reducen su rendimiento mientras es más fracturada o suelta, ya que se pueden presentar caídas y derrumbes dentro de los agujeros. El rendimiento de las perforaciones está íntimamente relacionado con las características físicas del material por perforar”. (p. 8)

2.3.1.3. Perforación:

“La perforación es la primera operación en la preparación de una voladura. Su propósito es el de abrir en la roca huecos cilíndricos destinados a alojar al explosivo y sus accesorios iniciadores, denominados taladros, barrenos, hoyos. Esta operación es necesaria para lograr el confinamiento del explosivo y aprovechar mejor las fuerzas expansivas”. (Cambefort, 1962, p. 110)

Se basa en principios mecánicos de percusión y rotación, cuyos efectos de golpes y fricción producen el astillamientos y trituración de la roca en un área equivalente al diámetro de la roca y hasta una

profundidad dada por la longitud del barreno utilizado. La eficiencia en perforación consiste en lograr la máxima penetración al menor costo.

Los métodos de perforación más empleados son los métodos rotativos y rotopercutivos. Siendo este último el sistema más clásico de perforación de barrenos. La perforación a rotopercusión se basa en la combinación de las siguientes acciones: percusión, rotación, empuje y barrido.

“La operación de perforación depende directamente de la dureza y abrasividad de la roca. La fragmentación de la roca se considera el parámetro más importante en las operaciones de minería a causa de sus efectos directos sobre los de perforación y voladuras. La resistencia de la roca determina el método o medio de perforación a emplear: rotación simple o rotopercusión. Por lo general cuanto más blanda sea la roca mayor debe ser la velocidad de perforación. Por otro lado, cuanto más resistente sea a la compresión, mayor fuerza y torque serán necesarias para perforarla”. (Febrel, 1971, p. 28)

2.3.1.4. Voladura:

“La voladura es uno de los medios principales de extracción de minerales en las operaciones de minería a cielo abierto. El propósito principal de la operación de voladura es la fragmentación de la roca y para esto se requiere de una gran cantidad de explosivos. Los explosivos liberan una gran cantidad de energía durante la explosión, en donde, sólo el 20-30% es utilizada para la ruptura y el desplazamiento de las rocas, mientras que el resto de esta energía es desperdicia en forma de efectos secundarios ambientales”. (Ghasemi, y otros, 2012, p. 36).

“La voladura se puede definir como la ignición de una carga masiva de explosivos. El proceso de voladura comprende el cargue de los huecos hechos en la perforación. Con una sustancia explosiva, que al entrar en acción origina una onda de choque y, mediante una reacción, libera gases a una alta presión y temperatura de una forma

substantialmente instantánea, para arrancar, fracturar o remover una cantidad de material según los parámetros de diseño de la voladura misma”. (GTM, 2003 pág. 145).

“La fragmentación de rocas por voladura comprende a la acción de un explosivo y a la consecuente respuesta de la masa de roca circundante, involucrando factores de tiempo, energía termodinámica, ondas de presión, mecánica de rocas y otros, en un rápido y complejo mecanismo de iteración”. (EXSA, 2009 pág. 79).

“La fragmentación del macizo rocoso es causada inmediatamente después de la detonación. El efecto de impacto de la onda de choque y de los gases en rápida expansión sobre la pared del taladro, se transfiere a la roca circundante, difundiéndose a través de ella en forma de ondas o fuerzas de compresión, provocándole solo deformación elástica, ya que las rocas son muy resistentes a la compresión. Al llegar estas ondas a la cara libre en el frente de voladura causan esfuerzos de tensión en la masa de roca, entre la cara libre y el taladro. Si la resistencia a la tensión de la roca es excedida, esta se rompe en el área de la línea de menos resistencia (burden). En este caso las ondas reflejadas son ondas de tensión que retornan al punto de origen creando fisuras y grietas de tensión a partir de los puntos y planos de debilidad naturales existentes, agrietándola profundamente (efecto de craquelación)”. (EXSA, 2009 pág. 59).

“Casi simultáneamente, el volumen de gases liberados y en expansión penetra en las grietas iniciales ampliándolas por acción de cuña y creando otras nuevas, con la que se produce la fragmentación efectiva de la roca. Si la distancia entre el taladro y la cara libre está correctamente calculada la roca entre ambos puntos cederá. Luego los gases remanentes desplazan rápidamente la masa de material triturado hacia adelante, hasta perder su fuerza por enfriamiento y por aumento del volumen de la cavidad formada en la roca. En este

momento en que los fragmentos o detritos caen y se acumulan para formar la pila de escombros o material volado. Concluyendo de esta forma el proceso de voladura”. (Centro Tecnológico de Voladura EXSA S. A, 2009).

2.3.1.4.1. Variables de diseño de las voladuras

a) Diámetro de perforación (D):

“Es el diámetro con el que se realiza con el barreno de perforación, este depende principalmente del jumbo de perforación”. (Huamani, s.f.)

b) Densidad del explosivo:

“Es el peso específico g/cm^3 (a mayor densidad, mayor potencia), varía entre 0,7 a 1,6 g/cm^3 . Todo explosivo tiene una densidad crítica encima de la cual ya no detona”. (Karlinski, y otros, 2008 pág. 256).

c) Resistencia a la compresión de la roca (σ_c):

“Es la propiedad mecánica de la roca de oponerse a las fuerzas de compresión y tensión (Yilmaz, 2009). Esta propiedad determina la energía que se necesita aplicar para la perforación del macizo rocoso y acondiciona en gran parte los parámetros y características de la operación de perforación y voladura”. (Zhantao, y otros, 2012 pág. 326).

d) Dimensiones de la voladura:

“Comprende el área superficial delimitada por el largo del frente y el ancho o profundidad del avance proyectado (m^2) por la altura de bando o de corte (H), en m^3 ”. (Centro Tecnológico de Voladura EXSA S. A, 2009).

“Las variables de diseño de voladura descritas anteriormente, son las que se utilizan como variables de entrada en el algoritmo para el diseño de la operación de perforación y voladura. Dichas variables nos permiten obtener como resultado, parámetros fundamentales como el burden (B), espaciamiento (E), taco (T), sobre perforación (SP), factor de carga (PF), factor de potencia (FP) entre otras, que influyen directamente en la ejecución de la voladura en minería subterránea”. (Bustillo, y otros, 1997, p. 41)

Figura N° 1. Variables de diseño de voladura tomado en minera subterránea JRC Brocal



Principales problemas detectados en la perforación y voladura

Entre los principales problemas detectados en las operaciones unitarias de perforación y voladura se destacan:

- i. “Incumplimiento del diseño de malla de perforación, se tiene un diseño para diferentes tipos de roca, y sobre el cual se ha realizado el presupuesto, sin embargo no se cumple éste”. (De la Cruz, 1999)
- ii. “Deficiencias en el modo de perforación, longitud incompleta de los taladros perforados, falta de paralelismo en los taladros, inadecuada cara libre o insuficientes taladros de alivio, inadecuados espaciamiento y burden. El modo de perforación está directamente relacionado a la falta de la demarcación o delineado de la malla de perforación (pintado de los puntos de perforación que conforman la malla de perforación). La demarcación de los puntos a perforar asegura que el espaciamiento y el burden sean uniformes y adecuados, además de que permite delimitar la sección a perforar y que la carga explosiva y su energía se distribuyan de manera uniforme”. (Cambefort, 1962, p. 110)
- iii. “Deficiencias en el secuenciamiento de los tiempos de retardo en la malla de voladura, el secuenciamiento de los tiempos de retardo en los faneles debe iniciarse siempre desde la cara libre y en orden progresivo hasta el último grupo de taladros que explotará. Del

mismo modo es importante resaltar que el orden del secuenciamiento de las filas de los taladros que explosionaran, debe ser realizado con un amarre en “V” de los faneles, esto permitirá obtener un montículo central del material roto producto del disparo, lo cual es conveniente para la optimización del rendimiento del equipo de limpieza, y aprovechar una adecuada distribución de la energía en la malla de voladura”. (Huamani, s.f.)

- iv. **Inadecuada columna explosiva**, se detectó que a los taladros se les cargaba a más 75% de la columna explosiva llegando incluso al 100% de la columna. Esto lo realizaban creyendo que así “se aseguraba obtener un buen disparo”, “y por la falta de conocimiento por parte de la supervisión encargada. Siendo lo adecuado cargar en promedio las 2/3 partes de la columna explosiva, es decir el 66.6%”. (Bustillo, y otros, 1997, p. 41)
- v. **Mala distribución de la carga explosiva en mina**. “El problema comenzaba desde que el supervisor realizaba o generaba el vale de pedido de explosivos siempre con las mismas cantidades y no analizaba u observaba detalladamente la malla de perforación y/o voladura que se dispararía. Sumado a esto se detectó un inadecuado despacho de explosivos en los polvorines, ya que los bodegueros no despachaban la cantidad específica de explosivos para una determinada voladura sino que repartían el explosivo redondeando la cantidad a un valor mucho mayor, que se materializaba en el despacho de cajas de explosivos (cajas con su valor completo de explosivos directo de fábrica)”. (Correa, 2009)
- vi. **Inadecuado control de la degradación o envejecimiento de los explosivos, y de los posibles errores de fabricación**. “Se detectaron lotes de explosivos y accesorios de voladura con su vida útil vencida, pero que todavía el área de logística de sus almacenes principales continuaba distribuyendo a los polvorines del área mina para su utilización. Por ejemplo se tenían lotes de emulsiones explosivas con tiempo de fabricación superior a los 6 meses y retardos con un tiempo mayor a un año”. (Huamani, s.f.)

Así mismo para evitar la dispersión, se debe emplear retardos con numeración impar o par en orden progresivo de acuerdo a la salida en “V” de los taladros que explosionaran. Ya que por la dispersión se puede tener un error de +-5%, pudiendo llegar incluso a 10%.

2.3.2. Evaluación de los procesos operativos:

2.3.2.1. Labores de exploración:

Los trabajos de exploración los realiza RAMPERU a través del departamento de perforación diamantina, quienes trabajan en forma alternada durante el año, usando 7 perforadoras diamantinas (LF-90 y una Ingersoll 1000).

“El departamento de perforación diamantina previa coordinación con los departamentos de geología y geotecnia de cada unidad minera de la **contrata JRC – unidad minera El Brocal - Colquijirca – Pasco**, se encarga de realizar trabajos de perforación con fines exploratorios para descubrir nuevas reservas de mineral en zonas con afloramiento, las cuales están ubicadas alrededor del tajo; de igual forma el departamento de perforación diamantina realiza trabajos de exploración dentro del tajo con la finalidad de verificar la profundización y continuidad de la zona mineralizada para que posteriormente a través de una evaluación económica se realice la ejecución o no de la explotación”. (Howell, 1962, p. 34)

2.3.2.2. Perforación y voladura

“Para remover el mineral y desmonte del yacimiento minero de contrata JRC – unidad minera El Brocal - Colquijirca – Pasco, lo primero que se hace es un diseño de malla de perforación, esta malla de perforación se realiza en base a la información geológica y geotécnica del macizo rocoso, luego se coloca la malla de perforación en el sistema dispatch y finalmente se procede con la perforación de la roca. Para remover el mineral y desmonte del yacimiento minero, realizado por la contrata JRC – unidad minera El Brocal - Colquijirca – Pasco, lo primero que se hace es un diseño

de malla de perforación por bancos, esta malla de perforación se realiza en base a la información geológica y geotécnica del macizo rocoso, luego se coloca la malla de perforación en el sistema dispatch y finalmente se procede con la perforación de la roca” (Novitzky, 1975, p. 135).

“La operación de perforación en mina, realizada por la contrata JRC – unidad minera El Brocal - Colquijirca – Pasco, es realizada con perforadoras electrohidráulicas de gran tamaño las cuales se encargan de perforar las mallas de perforación colocadas en el campo y también cargadas en el sistema dispatch; existen distintas mallas de perforación en mina unidad minera El Brocal. Debido a que cada tipo de material tiene características propias que determinan elaborar distintos tipos de malla tanto para zona mineralizada, y zona de desmonte”. (Taggart, 1966)

2.3.2.3. Labores de perforación:

“Existen mallas de perforación y secuencia de perforación para cada tipo de roca que se encuentra; se realizan mallas de perforación de acuerdo al tipo de roca y al tipo de material, existiendo mallas de perforación únicas para la zona mineralizada, y para el material de desmonte”. (Novitzky, 1975, p. 135)

Los parámetros actuales de malla de perforación que se viene aplicando en mina unidad minera El Brocal tanto para la zona de desmonte como de mineral, son:

- Resistencia al macizo rocoso.
- Tamaño de la sección de frente.

2.4 Definición de términos básicos

- **Anfo:** “Es un agente explosivo de bajo precio cuya composición es 94.3% de Nitrato de Amonio y 5.7% de gas-oíl, que equivalen a 3.7 litros de este último por cada 50 kg de Nitrato de Amonio”. (Huamani, s.f.)

- **Costos operativos o de producción mina:** “Los costos de operación se definen como aquellos generados en forma continua durante el funcionamiento de una operación minera y están directamente ligados a la producción, pudiéndose categorizarse en costos directos e indirectos”. (Correa, 2009)
- **Costos directos:** “Conocidos como costos variables, son los costos primarios en una operación minera en los procesos productivos de perforación, voladura, carguío y acarreo y actividades auxiliares mina, definiéndose esto en los costos de personal de producción, materiales e insumos, equipos”. (De la Cruz, 1999)
- **Costos indirectos:** “Conocidos como costos fijos, son gastos que se consideran independiente de la producción. Este tipo de costos puede variar en función del nivel de producción proyectado, pero no directamente con la producción obtenida”. (GTM, 2003)
- **Distribución de la carga explosiva:** “Es la cantidad de explosivo y accesorios de voladura que se reparten del polvorín a las diferentes labores de trabajo previo una generación del vale de salida de explosivos”. (Howell, 1962, p. 34)
- **Disparo soplado:** “Hacen referencia a las voladuras que no tuvieron resultado, ya que no explosiono ni un taladro por distintas”. (GTM, 2003)
- **Explosivos:** “Es un compuesto químico o una mezcla de compuestos químicos a los cuales cuando se coloca un iniciador correcto sufre una reacción química, terminando en una explosión”. (GTM, 2003)
- **Factor de potencia y/o factor de carga:** “Es la relación entre la cantidad de kg de explosivos usados en un carguío de frente y la cantidad de toneladas a romper producto de la voladura o el volumen correspondiente en metros cúbicos a romper. Las unidades son kg/TM o kg/m³”. (GTM, 2003)
- **Labores temporales:** “Son labores que requieren un sostenimiento de tiempo menor a las labores permanentes, porque estas labores se rellenarán luego de ser explotadas”. (De la Cruz, 1999)
- **Macizo rocoso:** “Es el conjunto de rocas y discontinuidades. Tiene carácter heterogéneo, comportamiento normalmente anisótropo y discontinuo, consecuencia de la naturaleza, presentan discontinuidad que condicionan su comportamiento hidráulico e geomecánico”. (EXSA, 2009)
- **Malla de perforación:** “Distribución de taladros en un frente de avance, para la correcta distribución de los taladros se hace un cálculo del espaciamiento y burden, para una voladura eficiente”. (Febrel, 1971, p. 28)

- **Mecha lenta.** “Es un accesorio para voladura que contiene diferentes materiales químicos que cubren el reguero de pólvora”. (Correa, 2009)
- **Mecha rápida.** “Es un accesorio que contiene alambres, uno de cobre y el otro de fierro; el cual está envuelto por una masa pirotécnica especial, y ambos a la vez están cubiertos por un plástico impermeable”. (Bustillo, y otros, 1997, p. 41)
- **Optimización:** “Es una palabra que en el contexto de la planificación y en particular del planeamiento de mina subterránea es una descripción de conjuntos de técnicas que con la ayuda de métodos matemáticos y analíticos”. (De la Cruz, 1999)
- **Operación unitaria:** “A una parte indivisible de cualquier proceso de transformación donde hay un intercambio de energía del tipo de físico, de una materia prima en otro producto de características diferentes”. (GTM, 2003)
- **Planeamiento de minado:** “Es una medida esencial en la conducción de cualquier empresa, la necesidad de producir en forma eficiente y al más bajo costo posible exige en forma creciente”. (GTM, 2003)
- **Perforación:** “Es la acción de realizar un orificio en el macizo rocoso denominados taladros, con el fin de alojar la carga explosiva u otros fines (drenaje, sostenimiento, etc.) con la ayuda de equipos denominados jumbos, simbas, etc.” (Febrel, 1971, p. 28)
- **Paralelismo:** “En perforación de minería se denomina al paralelismo geométrico entre las direcciones de las rectas de los taladros que perforan una misma estructura mineralizada o sección”. (Febrel, 1971, p. 28)
- **Taladro:** Se denomina taladro al resultado de la perforación.
- **Tiros cortados y soplados:** “Hacen referencia a las voladuras que fueron ineficientes, ya que en ellas algunos de los taladros cargados no explotaron o ninguno de los taladros cargados de la malla de voladura explosiono”. (Febrel, 1971, p. 28)
- **Yacimiento:** “Depósito natural de rocas o mineral rentable, donde generalmente se abre una mina”. (GTM, 2003)

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación:

“El trabajo de investigación usó el método científico, ya que para el desarrollo del presente trabajo se regirá un esquema secuencial donde en primera instancia se evaluara el desempeño laboral para luego establecer las medidas correctivas”. (Sabino, 1996)

- **Método inductivo y deductivo:** Donde se infiere una conclusión a partir de uno o varios resultados o desde lo particular hasta lo general para llegar a una conclusión que debe ser verdadera.
- **Método analítico sintético:** Donde se analizará todo en partes que lo conforman de una manera específica y luego poder obtener de ellos los conocimientos necesarios para nuestro trabajo de investigación.

3.2. Tipo de investigación: El tipo de investigación es aplicada cuya finalidad es dar solución a los problemas que aquejan a la empresa contratista frente al deficiente avance.

3.3. Nivel de investigación: La investigación pertenece al nivel descriptivo correlacional ya que en primera instancia busca describir los problemas para luego establecer la relación de las variables.

3.4. Diseño de la investigación:

“De acuerdo a la naturaleza del trabajo de investigación y por las características del estudio es de tipo experimental, el estudio se refiere a la evaluación del trabajador mediante la capacitación en perforación y voladuras con la finalidad de controlar los tiempos”. (Hernández, y otros, 1994)

3.5. Población y muestra:

3.3.1. Población

La población está constituida de la siguiente manera:

MAESTRO OPERADOR DE JUMBO	AYUDANTE OPERADOR DE JUMBO	MAESTRO CARGADOR DE FRENTE	AYUDANTE CARGADOR DE FRENTE
12	12	12	12
Total personal			48

3.3.2. Muestra

La muestra no probabilística por consiguiente no aleatoria está conformada por:

MAESTRO OPERADOR DE JUMBO	AYUDANTE OPERADOR DE JUMBO	MAESTRO CARGADOR DE FRENTE	AYUDANTE CARGADOR DE FRENTE
8	8	8	8
Total personal			32

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

3.4.1. Técnicas

Las técnicas que se utilizaron son observacionales, de medición de datos, y de control operacional, hoja de reporte diario; para determinar los resultados de la perforación y voladura.

3.4.2. Instrumento

Los instrumentos que se utilizaron en el presente estudio son los avances tomados por el tesista, reporte diario de cantidad de explosivo por cada disparo, y análisis de perforación y voladura, como también se tomaron los parámetros de la roca, parámetros de la perforación y como también el tipo de explosivo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información.

Para tener en cuenta el plan de trabajo a realizarse se hizo un cuadro (cuadro N° 1) en el cual se puede observar que el responsable de las capacitaciones es Oscar Carhuallanqui Ponce, en los objetivos es el número de veces que se capacito al personal. Las capacitaciones se realizaron en el campo el cual solo se encontraban el operador del jumbo, su ayudante, al maestro cargador y su ayudante, también hubo capacitaciones que se realizaron en un ambiente cerrado el cual se reunió a los operadores de jumbo de toda la guardia, sus ayudantes, maestros cargadores y sus ayudantes.

4.1.1. Plan de mejora perforación y voladura

- Optimizar el avance/disparo.
- Cumplir con el estándar factor de carga lineal.
- Consumo explosivo.
- Reducción de sobre rotura.
- Seguridad en el proceso de perforación y voladura.

Cuadro N°1. Plan de trabajos de perforación y voladura

ITEM	Descripción	Responsable	Objetivo	Inspecciones de capacitación				Cumplimiento
				1ro	2do	3ro	4to	
Topografía	Puntos de Dirección y gradiente	Topografía	70	9	10	15	12	66%
Capacitación - Preparación de la labor	Pintado de Dirección y Gradiente	Encargado de la cap	4	1	0	1	1	75%
	Identificación de RMR Frente	Encargado de la cap	4	1	0	1	0	50%
	Pintado de Mallas y Colas	Encargado de la cap	4	1	0	1	1	75%
	Diseño de Malla	Encargado de la cap	4	1	1	0	0	50%
Capacitación de la perforación	Uso de Plantillas Arraque	Encargado de la cap	4	1	1	1	1	100%
	Uso de Guiadores	Encargado de la cap	4	1	1	1	0	75%
	Control de Gradiente	Encargado de la cap	4	0	1	0	0	25%
	Barrido y Entubado de Taladros	Encargado de la cap	4	0	1	0	0	25%
	Longitud de Taladros	Encargado de la cap	4	0	1	1	0	50%
Capacitación de la Voladura	Llenado correcto de vales de salida	Encargado de la cap	4	1	1	1	1	100%
	Características Explosivo y Accesorios	Orica	4	0	1	0	0	25%
	Verificación de taladros	Encargado de la cap	4	0	1	0	0	25%
	Encebado de las Primas	Encargado de la cap	4	0	0	1	0	25%
	Distribución de cebos	Encargado de la cap	4	1	0	1	0	50%
	Limpieza de Taladros	Encargado de la cap	4	1	0	1	0	50%
	Distribución de carga Explosiva	Encargado de la cap	4	0	0	1	0	25%
	Confinamiento de Explosivos	Encargado de la cap	4	0	1	1	0	50%
Capacitación - Devolución de Explosivos	Voladura controlada	Encargado de la cap	4	1	1	1	1	100%
	Amarre de las taladros	Encargado de la cap	4	1	0	0	0	25%
	Cuidado de Explosivos	Encargado de la cap	4	0	1	1	0	50%
	Devolución de explosivos	Encargado de la cap	4	0	1	1	0	50%

Figura N° 2: Capacitación a la supervisión de operaciones, para realizar el seguimiento en cada trabajo y mejorar el avance lineal.



4.1.2. Preparación de la labor

Colocación de puntos de dirección y gradiente (máx. 30 m del frente).

La capacitación que se realizó en el colocado de punto de dirección y gradiente fue en campo y a la vez se capacitó en un ambiente, el cual el método que se utilizó fue que el área de topografía pueda pintar la gradiente y el punto de dirección siempre y cuando esta sea una rampa que está siguiendo en curva, pero sino solo deja 02 cordeles pegados al techo y 02 cordeles pegado a los hastiales, los cuales nos sirve para sacar poder pintar el punto de dirección y la gradiente en el frente a perforar, esto se puede observar en la figura N° 01.

Capacitación/seguimiento pintado de dirección y gradiente:

La capacitación se realizó en campo, haciendo seguimiento a cada operador de jumbo para que pueda pintar su malla en el frente que iba a perforar. Se hizo firmar una hoja de capacitación para tener evidencia que se realizó la capacitación el cual se observa en la figura N° 03.

Figura N° 3: GL1573S- NV3986 (Nilton Celis); pintado de dirección y gradiente.



Figura N° 4. Pintado de malla por el Sr. operador de jumbo N° 33 Sr. Danny Falcón - GL9022E NV3972)

Pintado de las cuadrículas: En secciones mayores de 2.40 m se dividirá en tres partes verticales iguales y tres partes horizontales también iguales. Pasado de 4 m de labor se dividirá en cuadrículas de 1 m, y en secciones pequeñas se usara otro método de marcado de malla.



Figura N° 5. Listado de personal capacitado en el tema de pintado de gradiente, punto de dirección, malla de perforación de voladura con sus respectivas colas. La capacitación se realizó a las 03 guardias en los cuales están incluidos los operadores de jumbo, maestros de carguío, y sus respectivos ayudantes.



FORMATO DE PARTICIPACIÓN

UM COLQUIJRCA I
UM COLQUIJRCA II
UM SANTA BARBARA
SEDE LIMA
Codigo: FO-21-07-JRC-SSMA
Versión 01
Página 1 de 1

TEMA

MEDIO AMBIENTE HAB. TECNICAS
 SEGURIDAD Y SALUD HAB. BLANDAS
 CALIDAD OTRO

REUNION GRUPAL
 CURSO DE ENTRENAMIENTO
 SIMULACRO
 INDUCCION

FECHA _____

DATOS DEL TITULAR MINERO

RAZÓN SOCIAL	R.U.C.	DOMICILIO
SOCIEDAD MINERA EL BROCAL	20528939091	Av. Javier Prado Oeste 2173, San Isidro, Lima.
ACTIVIDAD ECONOMICA	N° TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL	
MINERA		

EXPOSITOR	PUESTO DE TRABAJO	NRO DNICE/PASAPORTE
CARHUALLANQUI PONCE OSCAR.	SUPERVISOR	71408739
TEMA Pintado de gradiente, punto de dirección y malla de voladura		
AREA OPERACIONES		
SUPERVISOR DEL EXPOSITOR		HORA INICIO
Jose Coaguira Rojo		7:00 am
		HORA TERMINO
		9:00 am

Nro	DNICE/PASAPORTE	APellidos y Nombres	EMPRESA	FIRMA
1	41271465	Benito Aragona Mucel	JRC	[Firma]
2	24071248	CATACHAQUA PACHERO E.	JRC	[Firma]
3	25711779	GRACIEZ COLLA TORO	JRC	[Firma]
4	45384201	Segura Anispa 2050	JRC	[Firma]
5	44841034	Daniela Barrionuevo Rojas	JRC	[Firma]
6	48337011	Alfonso Castro Kichay	JRC	[Firma]
7	41707392	Alfonso Muroloja Fajardo	JRC	[Firma]
8	47755477	Rossy de la Cruz	JRC	[Firma]
9	41926377	HUSHON KOTAS FLORE	JRC	[Firma]
10	41632121	MENSA HUAMAN ROSA	JRC	[Firma]
11	46846555	Panaloza Flores Cristian	JRC	[Firma]
12	41488893	Soupeo del Uocú Juan	JRC	[Firma]
13	46602429	Benfari. Pinto	JRC	[Firma]
14	47494920	ROQUE GALANA OSCAR	JRC	[Firma]
15	41882636	Reyes Huaman Jose	JRC	[Firma]
16	47476945	Diaz Huaman D	JRC	[Firma]
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

COMENTARIOS/OBSERVACIONES

Figura N° 6. Personal capacitado en el tema de pintado de gradiente, punto de dirección, malla de perforación de voladura con sus respectivas colas. La capacitación se realizó a las 03 guardias en los cuales están incluidos los operadores de Jumbo, maestros de carguío, y sus respectivos ayudantes.



Figura N° 7. Pintado de malla de perforación, para que el operador de jumbo tenga un reparto de taladros más exacto y minucioso.

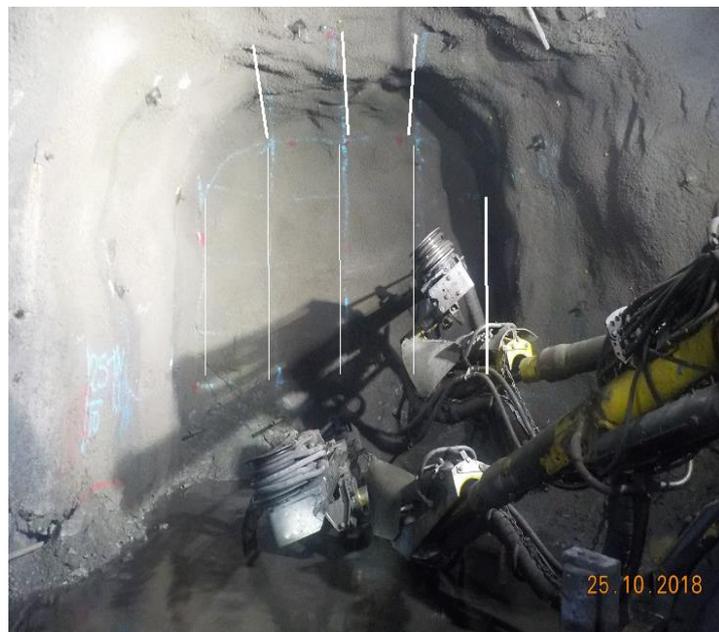


Figura N° 8. Listado de capacitación en campo en el pintado de mallas y uso de guidores. Capacitación realizada en campo en la RP 1462 NV 3986, en las rampas de desarrollo que generalmente son en curva se tiene que hacer la perforación en distinta manera, ya que dicha rampa está yendo en curva y la perforación se tiene que realizar con la marca de topografía por cada disparo para que no haya desviación de rampa, la perforación se realiza con los taladros inclinados de acuerdo a la marca de la cola que realiza topografía.



FORMATO DE PARTICIPACIÓN

UM COLQUIJIRCA I
UM COLQUIJIRCA II
UM SANTA BARBARA
SEDE LIMA
Código: FO-21-07-JRC-SSMA
Versión 01
Página 1 de 1

TEMA

MEDIO AMBIENTE HAB. TECNICAS
 SEGURIDAD Y SALUD HAB. BLANDAS
 CALIDAD OTRO

REUNION GRUPAL
 CURSO DE ENTRENAMIENTO
 SIMULACRO
 INDUCCION

FECHA

DATOS DEL TITULAR MINERO

RAZÓN SOCIAL: SOCIEDAD MINERA EL BROCAL R.U.C.: 20100017572 DOMICILIO: Cal. Las Begonias N° 415 INT. P-19 - Lima - San Isidro

ACTIVIDAD ECONÓMICA: MINERA N° TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL:

EXPOSITOR **PUESTO DE TRABAJO** **NRO. DNICE/PASAPORTE**

CARHUALLANQUI PONCE OSCAR SUPERVISOR 71408739

TEMA **FIRMA**

Pintado de Malla de Perforación control de Paralelismo Usode guederos

AREA **FIRMA**

OPERACIONES

SUPERVISOR DEL EXPOSITOR **HORA INICIO** **HORA TERMINO**

Jose Coaguira Rojo 6:00 pm 8:00 pm

Nro	DNICE/PASAPORTE	APELLIDOS Y NOMBRES	EMPRESA	FIRMA
1	04035146	Morazan Valle Mariano	JRC	[Firma]
2	172377847	PANOS JAMILA K	JRC	[Firma]
3	41251475	Ordóñez sánchez I	J.R.C.	[Firma]
4	22722961	NOLOTECA JUSTO	JRC	[Firma]
5	20119378	Chillico Rosales Víctor M.	J.R.C.	[Firma]
6	20098746	Gaspar Fiza Daniel	JRC	[Firma]
7	44317602	OSOROS CARHUAS EMIL	J.R.C.	[Firma]
8	41210809	Alcantara Huamán Pedro	JRC	[Firma]
9	10590723	CASSANI OTUBIA ROBERTO	J.R.C.	[Firma]
10	LEON DOM S	LEON OPIRANO JUAN CARLOS	J.R.C.	[Firma]
11	44938999	Ramirez Laureano Geison	JRC	[Firma]
12	70933689	Jimeto Enispe, David	JRC	[Firma]
13	22753185	Rodriguez santago florencio	JRC	[Firma]
14	73406095	Ayala Navarro Juan	JRC	[Firma]
15	71408739	Carhuallanqui Ponce Oscar Junior	JRC	[Firma]
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

COMENTARIOS/OBSERVACIONES

4.1.3. Perforación

Capacitación/seguimiento uso plantilla de arranque.

La capacitación en el uso de las plantillas para el arranque, el cual en una perforación de frente lo más importante es el arranque el cual es la cara libre para que salga la voladura, para tener una mejora en la perforación del arranque se realizó una plantilla el cual la distancia de rimado al taladro de arranque en roca dura es de 0.25cm, en la roca media es de 0.30 y en la roca Suave es de 0.35. Esto ayuda a que el arranque sea mucho más efectivo al momento de la voladura.

Figura N° 9: Uso de la plantilla para la perforación de arranque GL8925 NV3986 (Op. CCASANI)



Figura N°10. Personal capacitado en el uso de plantillas de arranque. También se realizó el uso de plantillas en los refugios para tener una mejor sección.



Figura N° 11. Listado de personal capacitado en el tema de uso de plantilla para el arranque, uso de guiadores y entubado de taladros en terrenos con fractura. La capacitación se realizó a las 03 guardias en los cuales están incluidos los operadores de jumbo, maestros de carguío, y sus respectivos ayudantes.



FORMATO DE PARTICIPACIÓN

UM COLQUIJIRCA I
UM COLQUIJIRCA II
UM SANTA BARBARA
SEDE LIMA

Código: FO-21-07-JRC-SSMA

Versión 01

Página 1 de 1

TEMA

- MEDIO AMBIENTE
- SEGURIDAD Y SALUD
- CALIDAD
- HAB. TECNICAS
- HAB. BLANDAS
- OTRO

- REUNION GRUPAL
- CURSO DE ENTRENAMIENTO
- SIMULACRO
- INDUCCION

FECHA

DATOS DEL TITULAR MINERO

RAZÓN SOCIAL

R.U.C.

DOMICILIO

SOCIEDAD MINERA EL BROCAL

20100017572

Cal.Las Begonias N° 415 INT. P-19 - Lima - San Isidro

ACTIVIDAD ECONÓMICA

N° TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL

MINERA

EXPOSITOR

PUESTO DE TRABAJO

NRO. DNI/CE/PASAPORTE

CARHUALLANQUI PONCE OSCAR

SUPERVISOR

71408739

TEMA

FIRMA

Uso de plantillos para el arranque, Uso de guijarros y Entubado de taladros

AREA

OPERACIONES

SUPERVISOR DEL EXPOSITOR

HORA INICIO

HORA TERMINO

Jose Paquirra Rojo

6:00 am

8:00 am

Nro	DNI/CE/PASAPORTE	APELLIDOS Y NOMBRES	EMPRESA	FIRMA
1	70698156	Ponce Origen Volmer	JRC	[Firma]
2	42377847	Ponce Jannu P D	JRC	[Firma]
3	41751475	Orlonez Sanchez J	JRC	[Firma]
4	2722964	Novogesto	JRC	[Firma]
5	20119778	Chilca Rosales Victor	JRC	[Firma]
6	90098246	Gasper Tiza Daniel	JRC	[Firma]
7	14377607	OCOROS CARLOS EMILIO	JRC	[Firma]
8	41220505	Mantua Brantura Reyna	JRC	[Firma]
9	10590723	OCASPI ATOBIP ROYAL	JRC	[Firma]
10	71612155	LEON ORIZO MANTUA	JRC	[Firma]
11	70933689	Arrieta Quispe, David	JRC	[Firma]
12	71408739	CARHUALLANQUI PONCE OSCAR	JRC	[Firma]
13	43906098	Ayala Navarro Juan	JRC	[Firma]
14	44938999	Ramirez Laureano Gerson	JRC	[Firma]
15	22753195	Rodriguez Santiago Felix	JRC	[Firma]
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

COMENTARIOS/OBSERVACIONES

[Empty box for comments/observations]

Figura N° 12. Capacitación en la perforación el paralelismo de los taladros es muy importante, porque también tiene que ver con el avance después del disparo, si los taladros tienen un correcto paralelismo la eficiencia es del 95 % de la longitud del taladro perforado, pero si el paralelismo no es correcto el avance por disparo es menor. Los que se utilizó para verificar que los taladros sean paralelos fue un tubo de aluminio de 1.5 de pulgada.

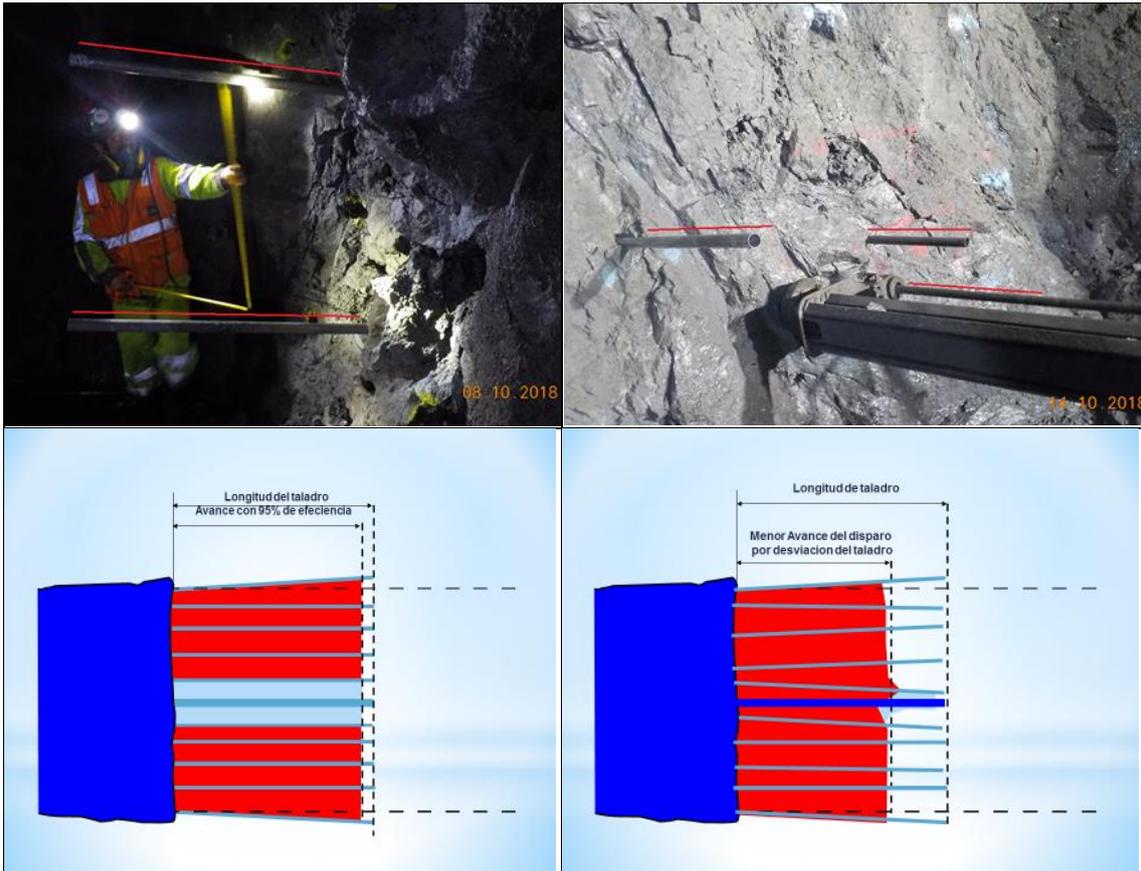


Figura N° 13. Capacitación/seguimiento en entubado de taladros en los terrenos fracturados. El entubado de los taladros en los terrenos fracturados se realiza para que se tenga una mejor confinación en el momento de la explosión, el gas se acumule en el mismo taladro para crear una presión y pueda generar un mejor avance lineal.



Figura N° 14. Listado de capacitación realizada en campo en la RP 1462 NV 3986, el terreno en la dicha rampa es muy fracturado, el cual necesita ser entubado para que al momento de la perforación el taladro no se pueda tapar con detritos (terreno shangro) también se entuba para que tenga un mejor confinamiento el explosivo al momento del carguío y una mejor presión al momento de la explosión así mismo obtener un mejor avance lineal.



FORMATO DE PARTICIPACIÓN

UM COLQUIJIRCA I
UM COLQUIJIRCA II
UM SANTA BARBARA
SEDE LIMA
Código: FO-21-07-JRC-SSMA
Versión 01
Página 1 de 1

- TEMA**
- MEDIO AMBIENTE HAB. TECNICAS
 SEGURIDAD Y SALUD HAB. BLANDAS
 CALIDAD OTRO
- REUNION GRUPAL
 CURSO DE ENTRENAMIENTO
 SIMULACRO
 INDUCCION

FECHA

DATOS DEL TITULAR MINERO

RAZÓN SOCIAL: SOCIEDAD MINERA EL BROCAL R.U.C.: 20100017572 DOMICILIO: Cal. Las Begonias N° 415 INT. P-19 - Lima - San Isidro

ACTIVIDAD ECONÓMICA: MINERA N° TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL: _____

EXPOSITOR: CERNUALLANQUI PONCE OSCAR PUESTO DE TRABAJO: SUPERVISOR NRO. DNICE/PASAPORTE: 71408739

TEMA: Entubado de faladeros, Correcto encabado de explosivos

ÁREA: OPERACIONES

SUPERVISOR DEL EXPOSITOR: Jose Coaguina Rojo HORA INICIO: 6:00 pm HORA TERMINO: 8:00 pm

Nro	DNICE/PASAPORTE	APELLIDOS Y NOMBRES	EMPRESA	FIRMA
1	70693156	Ponce Orizano Vilma	JRC	[Firma]
2	41837842	Ponce Aramburo P	JRC	[Firma]
3	20440278	Chilac Rosales Victor M	J.R.C.	[Firma]
4	04069468	Yalico Carreras Hector	JRC	[Firma]
5	41251475	Ordoñez Sanchez Juan	JRC	[Firma]
6	22722964	Novillo Josto	JRC	[Firma]
7	20098746	Gaspar Liza Daniel	JRC	[Firma]
8	449717662	OSORES CARHUAS Emil	JRC	[Firma]
9	4100605	Alcantara Roman Raul	JRC	[Firma]
10	10590723	CCASSINI ARCEBO Rortulo	J.R.C.	[Firma]
11	71612155	Leon Orizano Horacio	J-R.C.	[Firma]
12	70933684	Arrieta Quispe David	JRC	[Firma]
13	71408739	Cernuallanqui Ponce Oscar	JRC	[Firma]
14	44938994	Ramirez Juvenal Gerson	JRC	[Firma]
15	22953185	Rodriguez Santiago Florencio	JRC	[Firma]
16	43406098	Ayala Navasro Juan	JRC	[Firma]
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

COMENTARIOS/OBSERVACIONES

Figura N° 15. Capacitación/seguimiento y control de la longitud de perforación de taladros y simetría en la ubicación de taladros. La longitud del taladro perforado es muy importante al igual que la simetría. Se realizó la capacitación con el motivo que se pudo observar que los operadores de jumbo realizaban una perforación con distinta longitud de perforación y sin tener simetría en la ubicación de cada taladro, el cual lo hacían por factor de falta de tiempo.

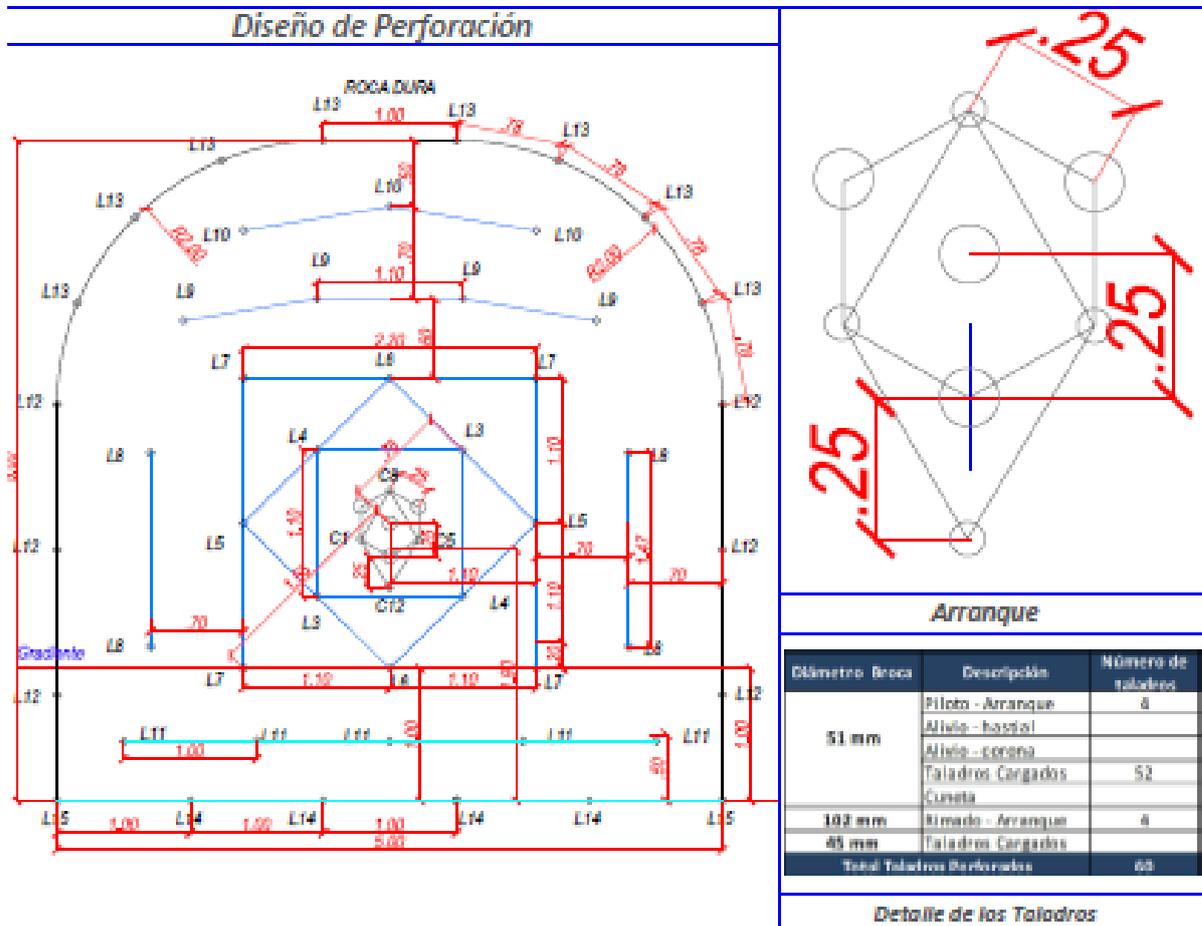


Figura N° 16. Malla de perforación de sección de 5.0 x 5.0 de roca dura.

DISEÑO DE PERFORACIÓN Y VOLADURA

RMR(41-50)

SECCIÓN 5.00 x 5.00 ROCA DURA (III B)



Esquema de Carguío

Sección	5.00 x 5.00	ROCA	DURA	N° de Tal. Cargados	Dímetro 1000 l 1/2 x 12"	Dímetro 1000 l 3/4 x 12"	Dímetro 1000 l 1 x 12"	Dímetro 1000 l 1 1/4 x 12"	Dímetro 1000 l 1 1/2 x 12"	Dímetro 1000 l 1 3/4 x 12"	Rg / Tal.	Secuencia de Solda con Escaños de 4.20 m
Long. Part. (m)	3.50				Cart. / Tal	Cart. / Tal	Cart. / Tal	Cart. / Tal	Cart. / Tal	Cart. / Tal	kg / Tal	N° de Retardo
Avan. Electric. (m)	3.50											
Arranque				4	7	0.7	4				4.6	1,5,8,12
Primera Ayuda				4	6	1	4				4.2	3,2,4,4
Segunda Ayuda				4	6	1	4				4.2	5,5,6,6
Tercera Ayuda				4	6	1	4				4.2	7,7,7,7
Ayuda Hastial				4	6	1	4				4.2	8,8,8,8
Ayuda Corona				7	6	0.5	4				4.1	9,9,9,9,10,10,10
Ayuda Piso				5	6		4				4.0	11,11,11,11,11
Hastial				6					11		4.2	13,13,13,13,13,13
Corona				8				1		5	1.5	15,15,15,15,15,15,15,15
Arranque				6		12					3.2	14,14,14,14,15,15
Corona												
Total Carritos Explosivos					156	96	128	8	66	40		
Total Cajas Explosivos					3.2	3.0	2.0	0.1	1.0	0.4		

Total Taladros Cargados	52	Factor Potencia (kg/ta) d=3.2	0.88	Perforador (m)	75
Total de Explosivo (kg)	183.24	Factor Carga (kg/m ³)	2.19	Carros (m)	2
Eficiencia de voladura (%)	92%	Factor Lineal (kg/m)	54.64	Escaños (unidades)	52

EL BROCAL Ingenieros y Constructores S.A.S. Calle 100 No. 100-100, Bogotá D.C.	INE. ALEJANDRO FUENTES - JRC ING. NICANOR RUIZ - SM68 ING. ALVARO FABIAN - OROCA	P.A. : PERFORACIÓN Y VOLADURA	EL BROCAL Ingenieros y Constructores S.A.S.	MALLA ESTANDAR 5.00m X 5.00m ROCA DURA
	INE. ALVARO FABIAN - OROCA	PERFORACIÓN Y VOLADURA	INE. ALVARO FABIAN - OROCA	INE. ALVARO FABIAN - OROCA

Figura N° 17. Malla de perforación de sección de 5.0 x 5.0 de roca suave.

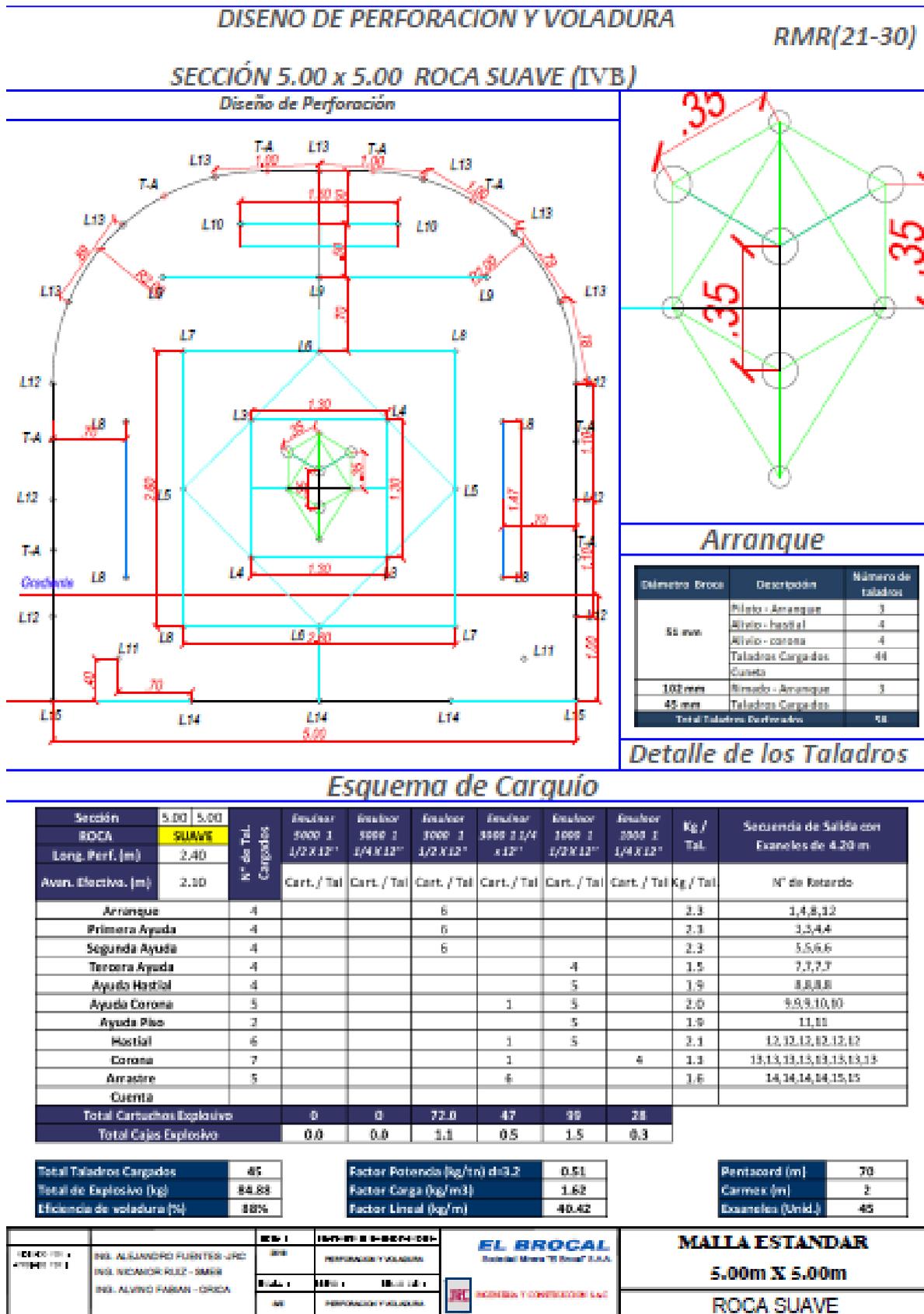


Figura N° 18. Malla de perforación de sección de 4.5 x 4.5 de roca dura.

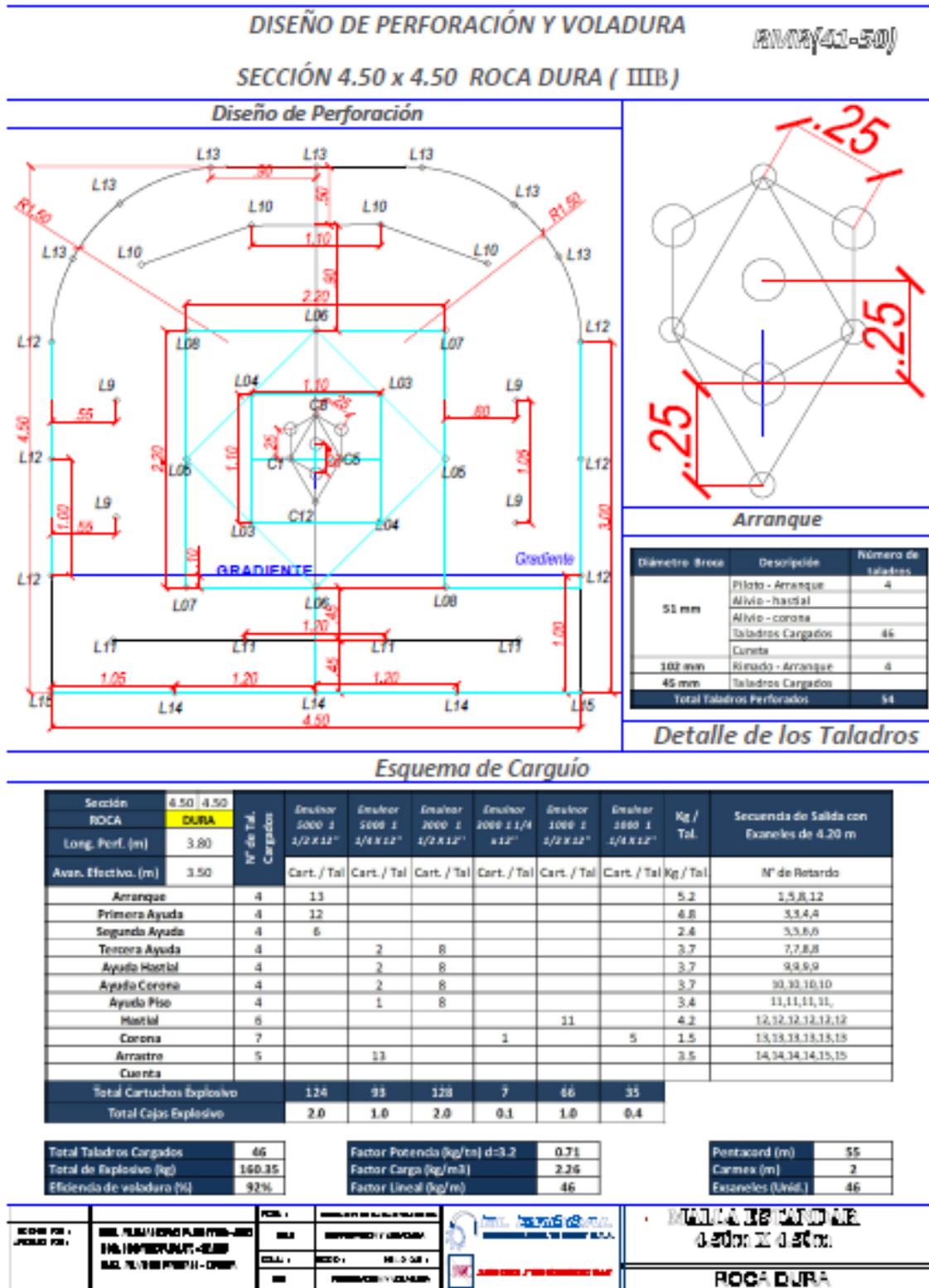


Figura N° 19. Malla de perforación de sección de 4.5 x 4.5 de roca suave.

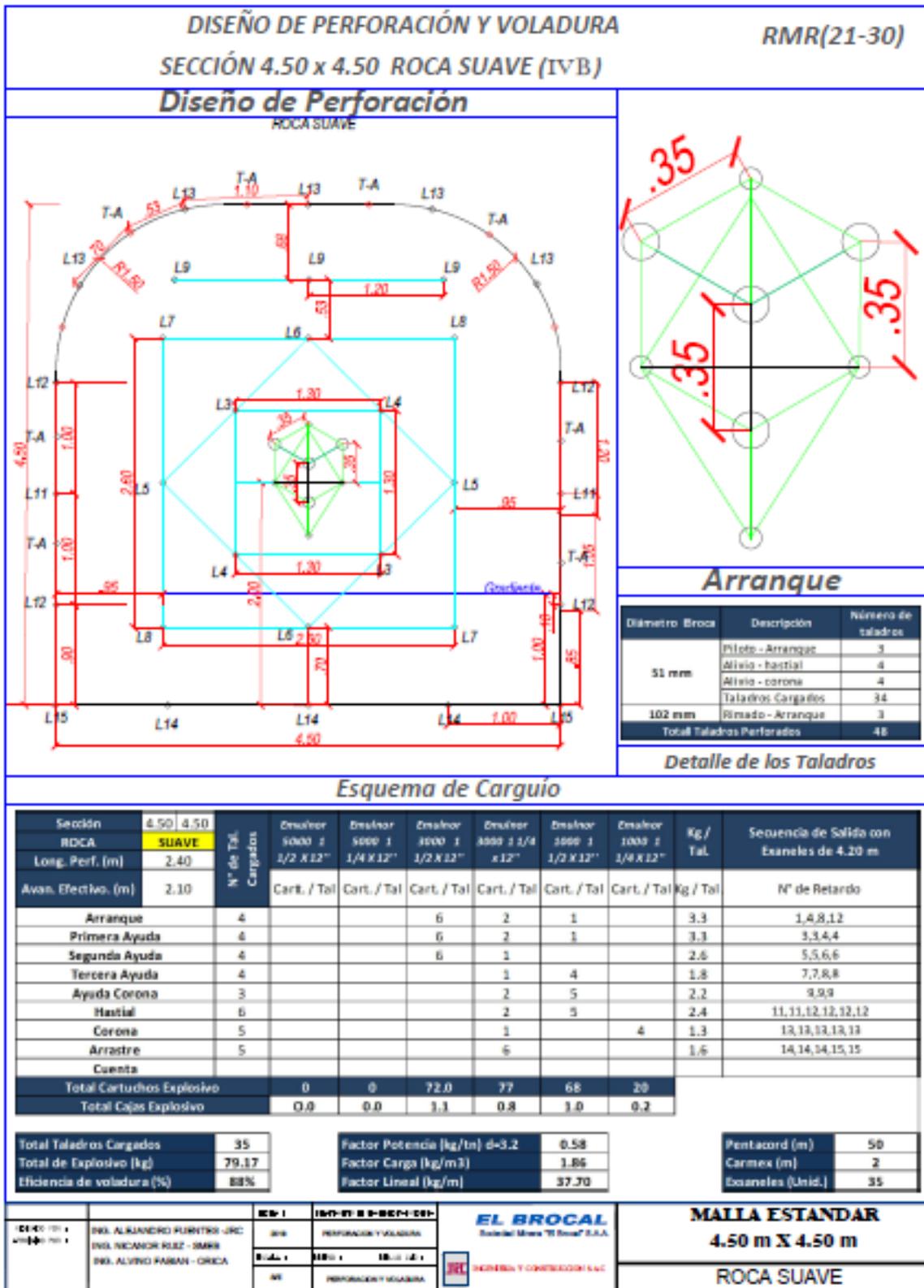


Figura N° 20. Malla de perforación de sección de 4.0 x 4.0 de roca dura.

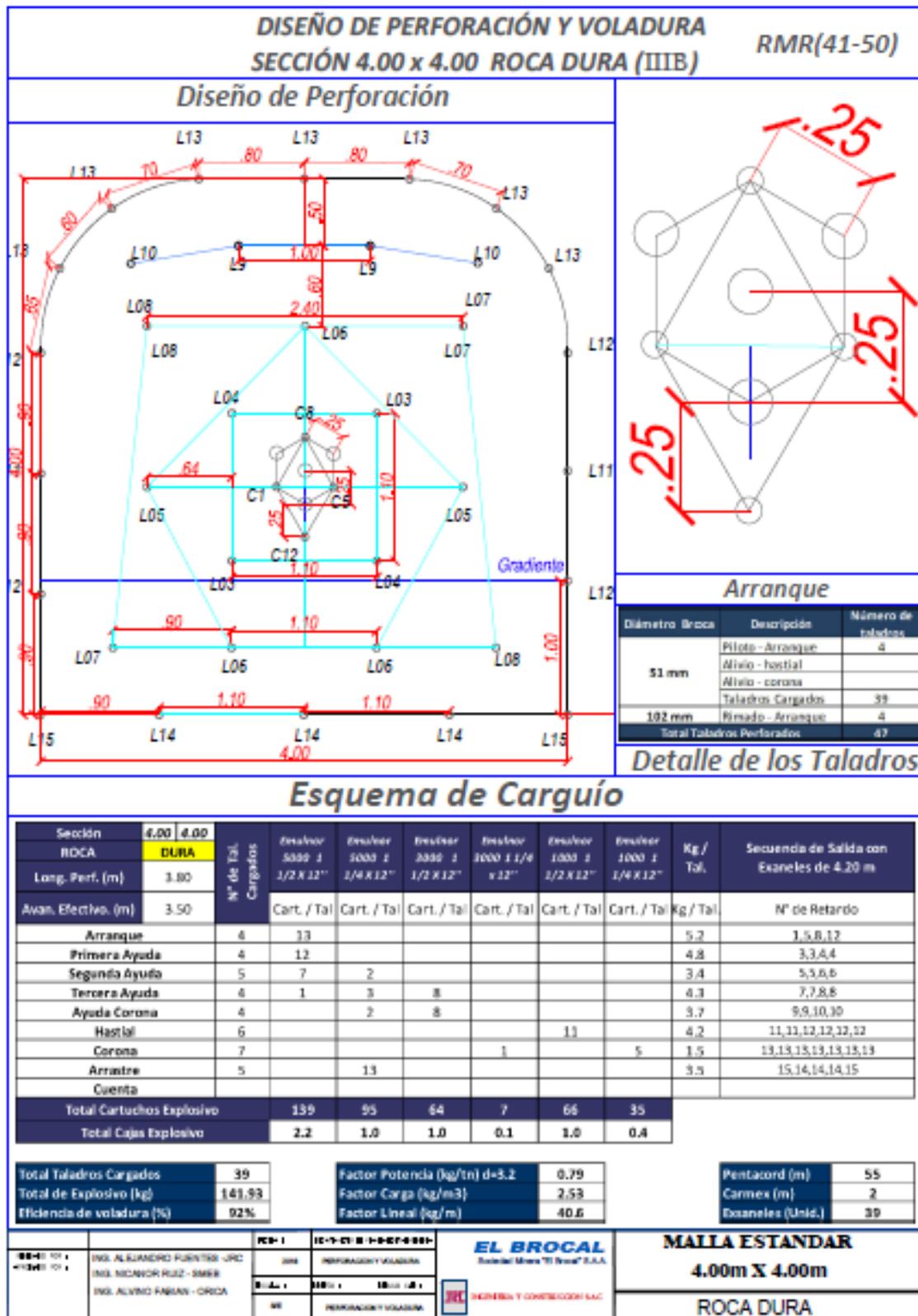


Figura N° 21. Malla de perforación de sección de 4.0 x 4.0 de roca suave.

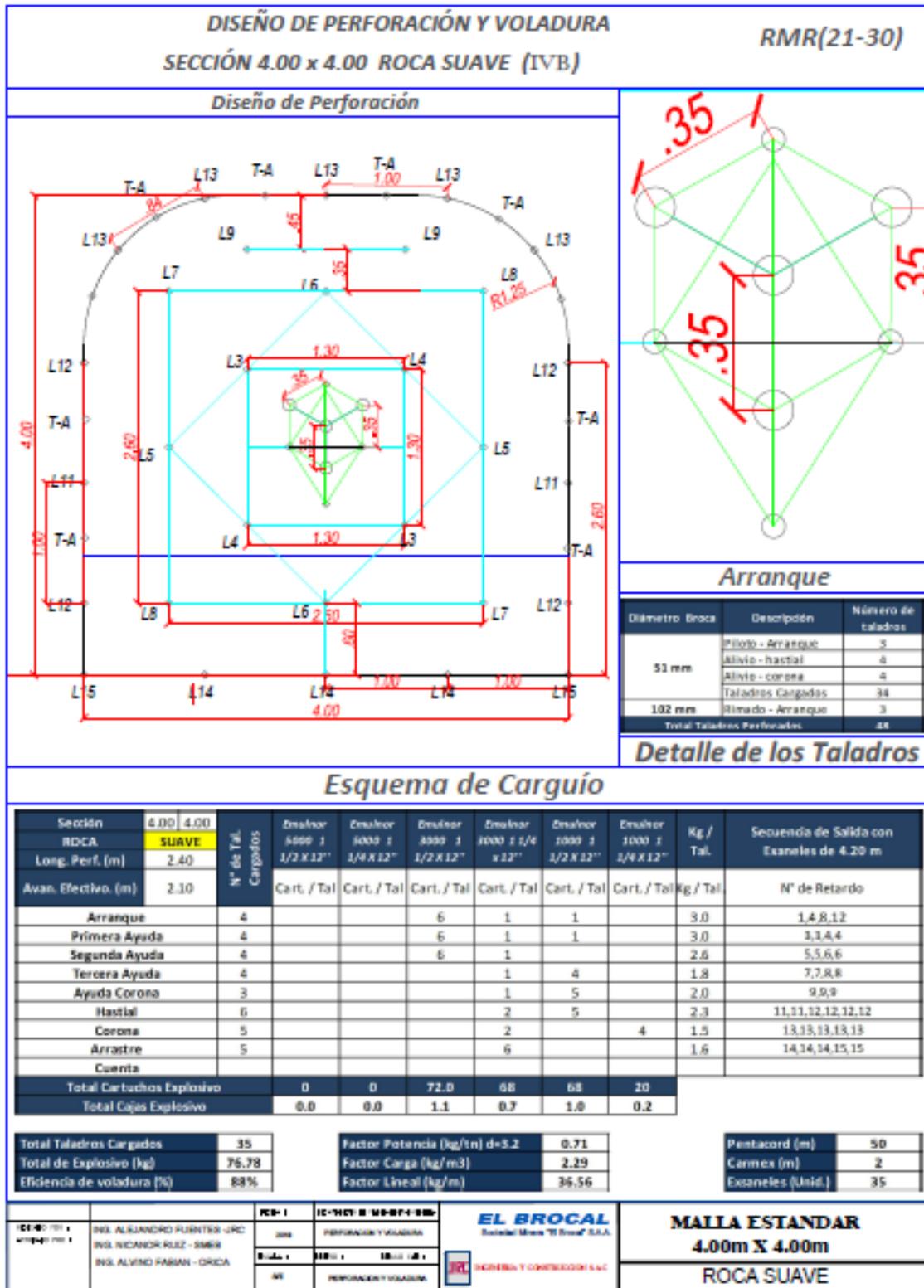


Figura N° 22. Malla de perforación de sección de 3.90 x 3.70 de roca dura.

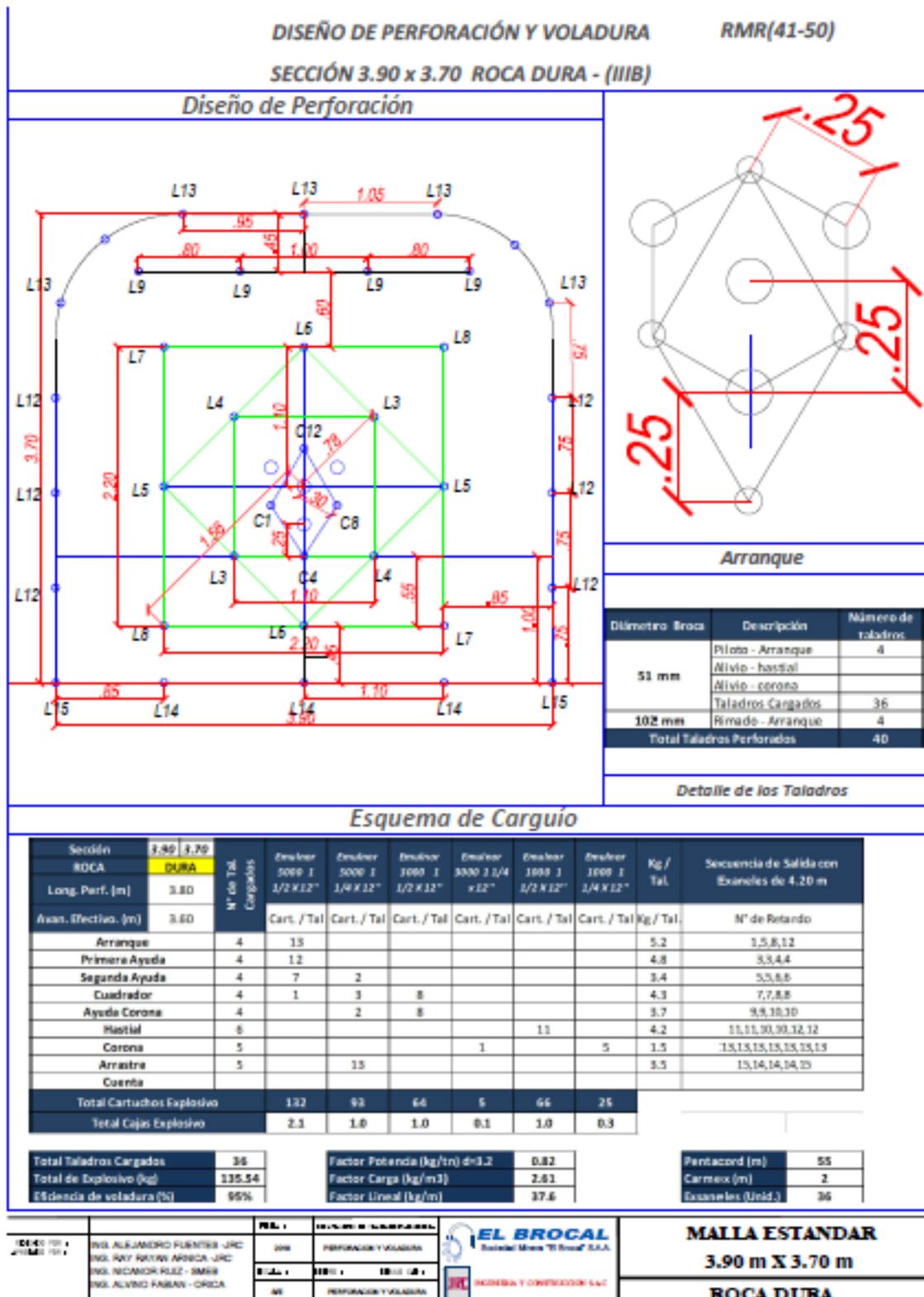


Figura N° 23. Malla de perforación de sección de 3.90 x 3.70 de roca suave.

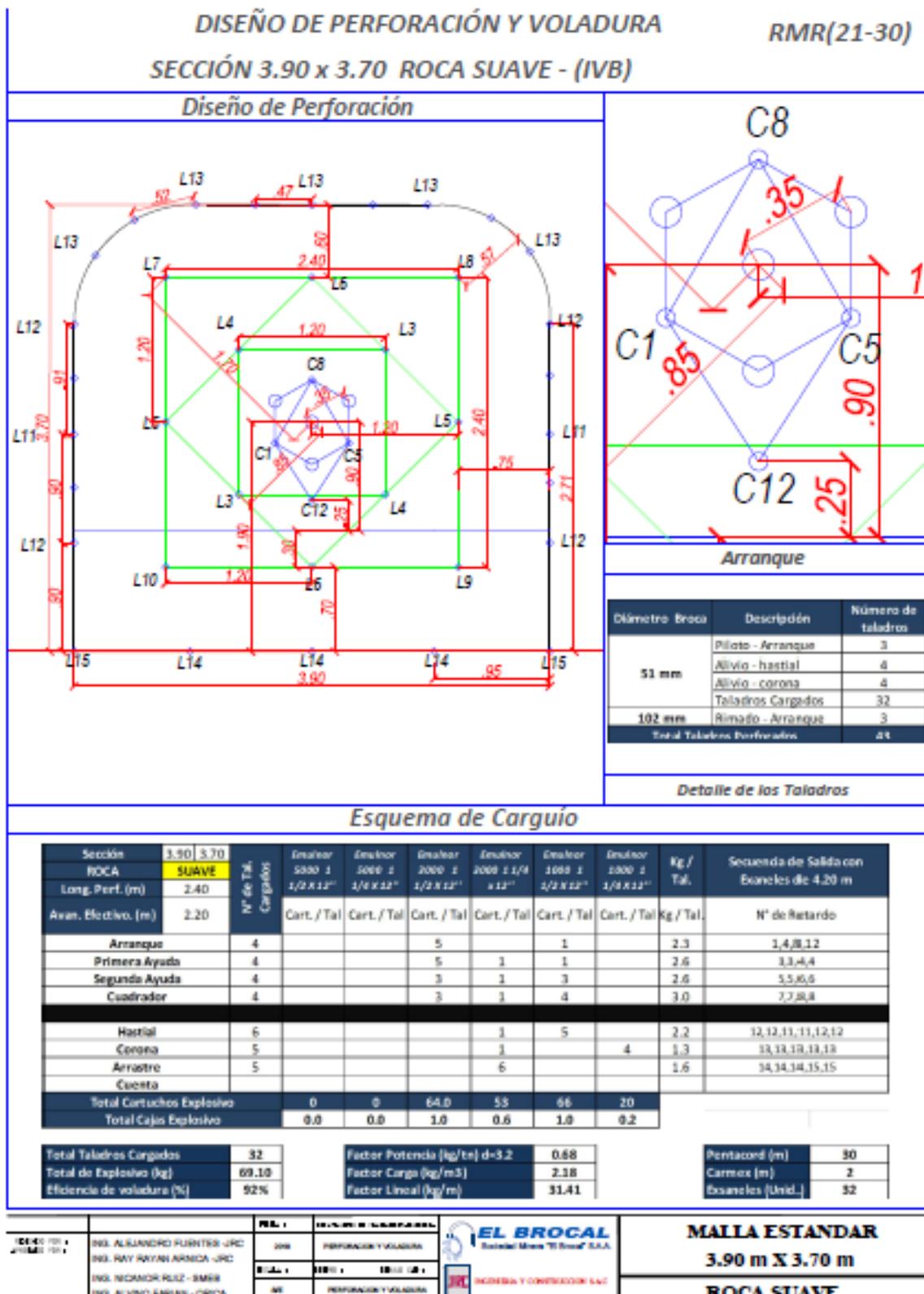


Figura N° 24. Listado de capacitación en uso de guidores, entubado de taladros en terrenos fracturados, longitud de la perforación y entrega de las distintas mallas de perforación a cada personal

		FORMATO DE PARTICIPACIÓN		UM COLQUIJIRCA I UM COLQUIJIRCA II UM SANTA BARBARA SEDE LIMA																																																																																																																																			
				Código: FO-21-07-JRC-SSMA																																																																																																																																			
				Versión 01																																																																																																																																			
				Página 1 de 1																																																																																																																																			
TEMA																																																																																																																																							
<input type="checkbox"/> MEDIO AMBIENTE		<input type="checkbox"/> HAB. TECNICAS		<input type="checkbox"/> REUNION GRUPAL																																																																																																																																			
<input type="checkbox"/> SEGURIDAD Y SALUD		<input type="checkbox"/> HAB. BLANDAS		<input type="checkbox"/> CURSO DE ENTRENAMIENTO																																																																																																																																			
<input type="checkbox"/> CALIDAD		<input type="checkbox"/> OTRO		<input type="checkbox"/> SIMULACRO																																																																																																																																			
				<input type="checkbox"/> INDUCCION																																																																																																																																			
FECHA _____																																																																																																																																							
DATOS DEL TITULAR MINERO																																																																																																																																							
RAZÓN SOCIAL		R.U.C.		DOMICILIO																																																																																																																																			
SOCIEDAD MINERA EL BROCAL		20100017572		Cal. Las Begonias N° 415 INT. P-19 - Lima - San Isidro																																																																																																																																			
ACTIVIDAD ECONÓMICA				N° TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL																																																																																																																																			
MINERA																																																																																																																																							
EXPOSITOR			PUESTO DE TRABAJO		NRO. DNI/CE/PASAPORTE																																																																																																																																		
CARHUALLANQUI PONCE OSCAR			SUPERVISOR		71408739																																																																																																																																		
TEMA																																																																																																																																							
Uso de guidores, Entubado de taladros, Entrega de Mallas de Perforación																																																																																																																																							
AREA																																																																																																																																							
OPERACIONES																																																																																																																																							
SUPERVISOR DEL EXPOSITOR			HORA INICIO		HORA TERMINO																																																																																																																																		
Jose Coaguina Rojo			10:00 pm		11:00 pm																																																																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nro</th> <th>DNI/CE/PASAPORTE</th> <th>APELLIDOS Y NOMBRES</th> <th>EMPRESA</th> <th>FIRMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>04035146</td> <td>Moscoso Calle Olat</td> <td>JRC</td> <td>[Firma]</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>412377842</td> <td>PINOZA JONATHAN D</td> <td>JRC</td> <td>[Firma]</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>41251425</td> <td>Ortónes Sanchez J</td> <td>J.R.C.</td> <td>[Firma]</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>22722969</td> <td>NOLOREO, JUSTO</td> <td>JRC</td> <td>[Firma]</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>2044248</td> <td>Chillare Rosales Víctor M.</td> <td>J.R.C.</td> <td>[Firma]</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>02098246</td> <td>Gaspar Tiza Daniel</td> <td>JRC</td> <td>[Firma]</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>44137662</td> <td>OSORES CARLOS, EMIL</td> <td>JRC</td> <td>[Firma]</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>41820105</td> <td>Navarro Huanan Rafael</td> <td>JRC</td> <td>[Firma]</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>10590923</td> <td>CCASANI AMBRO PÓRTELO</td> <td>J.R.C.</td> <td>[Firma]</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>71612155</td> <td>LEÓN, ORIZANO JOHANNES</td> <td>J.R.C.</td> <td>[Firma]</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>70933689</td> <td>Piñeto Quispe David</td> <td>JRC</td> <td>[Firma]</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>43906098</td> <td>Ayala Navarro Juan</td> <td>JRC</td> <td>[Firma]</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>44938999</td> <td>Ramirez Laureano Geison</td> <td>JRC</td> <td>[Firma]</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>22853185</td> <td>Rodriguez Santiago Florencio</td> <td>JRC</td> <td>[Firma]</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>16</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>17</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>18</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>19</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>20</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>21</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>22</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>23</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>24</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>25</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Nro	DNI/CE/PASAPORTE	APELLIDOS Y NOMBRES	EMPRESA	FIRMA	1	04035146	Moscoso Calle Olat	JRC	[Firma]	2	412377842	PINOZA JONATHAN D	JRC	[Firma]	3	41251425	Ortónes Sanchez J	J.R.C.	[Firma]	4	22722969	NOLOREO, JUSTO	JRC	[Firma]	5	2044248	Chillare Rosales Víctor M.	J.R.C.	[Firma]	6	02098246	Gaspar Tiza Daniel	JRC	[Firma]	7	44137662	OSORES CARLOS, EMIL	JRC	[Firma]	8	41820105	Navarro Huanan Rafael	JRC	[Firma]	9	10590923	CCASANI AMBRO PÓRTELO	J.R.C.	[Firma]	10	71612155	LEÓN, ORIZANO JOHANNES	J.R.C.	[Firma]	11	70933689	Piñeto Quispe David	JRC	[Firma]	12	43906098	Ayala Navarro Juan	JRC	[Firma]	13	44938999	Ramirez Laureano Geison	JRC	[Firma]	14	22853185	Rodriguez Santiago Florencio	JRC	[Firma]	15					16					17					18					19					20					21					22					23					24					25				
Nro	DNI/CE/PASAPORTE	APELLIDOS Y NOMBRES	EMPRESA	FIRMA																																																																																																																																			
1	04035146	Moscoso Calle Olat	JRC	[Firma]																																																																																																																																			
2	412377842	PINOZA JONATHAN D	JRC	[Firma]																																																																																																																																			
3	41251425	Ortónes Sanchez J	J.R.C.	[Firma]																																																																																																																																			
4	22722969	NOLOREO, JUSTO	JRC	[Firma]																																																																																																																																			
5	2044248	Chillare Rosales Víctor M.	J.R.C.	[Firma]																																																																																																																																			
6	02098246	Gaspar Tiza Daniel	JRC	[Firma]																																																																																																																																			
7	44137662	OSORES CARLOS, EMIL	JRC	[Firma]																																																																																																																																			
8	41820105	Navarro Huanan Rafael	JRC	[Firma]																																																																																																																																			
9	10590923	CCASANI AMBRO PÓRTELO	J.R.C.	[Firma]																																																																																																																																			
10	71612155	LEÓN, ORIZANO JOHANNES	J.R.C.	[Firma]																																																																																																																																			
11	70933689	Piñeto Quispe David	JRC	[Firma]																																																																																																																																			
12	43906098	Ayala Navarro Juan	JRC	[Firma]																																																																																																																																			
13	44938999	Ramirez Laureano Geison	JRC	[Firma]																																																																																																																																			
14	22853185	Rodriguez Santiago Florencio	JRC	[Firma]																																																																																																																																			
15																																																																																																																																							
16																																																																																																																																							
17																																																																																																																																							
18																																																																																																																																							
19																																																																																																																																							
20																																																																																																																																							
21																																																																																																																																							
22																																																																																																																																							
23																																																																																																																																							
24																																																																																																																																							
25																																																																																																																																							
COMENTARIOS/OBSERVACIONES																																																																																																																																							
[Empty box for comments]																																																																																																																																							

4.1.4. Voladura

Figura N° 25. Capacitación y supervisión para realizar la preparación de los cebos, donde se debe de incidir en la ubicación de los fulminantes y el tipo de amarre.



Figura N° 26. Capacitación y supervisión/Seguimiento en la preparación de cañas, donde se incide en la distancia del espaciado en la colocación de los cartuchos de explosivos; dando cumplimiento a los estándares establecidos para la tarea de perforación y voladura.



Figura N° 27. Entrega de carga explosiva para iniciar el carguío del frente.



Figura N°28. Capacitación y supervisión/Preparación de cañas y entrega de carga explosiva completa para iniciar el carguío del frente.



Figura N° 29. Listado de capacitación realizada en campo en la RP 8942 Nv 3986, la capacitación que se realizo fue sobre la distribución de carga explosiva por cada taladro, teniendo en cuenta el número de talados y la cantidad de carga de explosivo, solamente se cargó el 70 % de toda la longitud del taladro, también se capacito sobre el correcto amarre que se tiene que hacer los faneles con el pentacor el cual se hizo con un ángulo de 90°, para que tengan que salir todos los taladros correctamente, pintado del arranque, los cuales se colocan los números más bajos para que forme la cara libre.



FORMATO DE PARTICIPACIÓN

UM COLQUIJIRCA I
UM COLQUIJIRCA II
UM SANTA BARBARA
SEDE LIMA

Código: FO-21-07-JRC-SSMA

Versión 01

Página 1 de 1

TEMA

- MEDIO AMBIENTE
- SEGURIDAD Y SALUD
- CALIDAD
- HAB. TECNICAS
- HAB. BLANDAS
- OTRO

- REUNION GRUPAL
- CURSO DE ENTRENAMIENTO
- SIMULACRO
- INDUCCION

FECHA

DATOS DEL TITULAR MINERO

RAZÓN SOCIAL	R.U.C.	DOMICILIO
SOCIEDAD MINERA EL BROCAL	20100017572	Cal. Las Begonias N° 415 INT. P-19 - Lima - San Isidro

ACTIVIDAD ECONÓMICA	N° TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL
MINERA	

EXPOSITOR	PUESTO DE TRABAJO	NRO DNI/CE/PASAPORTE
CARHUALLANQUI PONCE OSCAR	SUPERVISOR	71408739

TEMA	FIRMA
Distribución de Carga Explosiva - Amarre de fondeles	
AREA	
OPERACIONES	

SUPERVISOR DEL EXPOSITOR	HORA INICIO	HORA TERMINO
Jose Coaguero Rejo	2:00 am	3:00 am

Nro	DNI/CE/PASAPORTE	APELLIDOS Y NOMBRES	EMPRESA	FIRMA
1	04035146	Mosca Vella Mary	JRC	
2	70693186	Ponce Orizano Vilma	J.R.C	
3	42377842	Ponce Janampa P.	JRC	
4	41251425	Quispe Sanchez F	J.R.C.	
5	2272964	NOLOSCO JUSTO	JRC	
6	20169728	Chillace Rosales VICTOR R	J.R.C.	
7	20090746	Guspar tiza Daniel	JRC	
8	44917602	OSORES CARHUASE	JRC	
9	41220605	Montana Huanan Pepel	JRC	
10	10590723	CEASANI OMBIA PORTUO	J.R.C.	
11	71612155	LEON ORIZANO HONORATO	J.R.C	
12	70933889	Arrieta BLASPE PAOLA	JRC	
13	48406098	Ayala Navarro FERNAN	JRC	
14	71408739	Oscar Jony Carhuallanqui Ponce	JRC	
15	44938999	Ramirez Laurano GERSON	JRC	
16	22753185	Rodriguez santos y FLORENDO	JRC	
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

COMENTARIOS/OBSERVACIONES

Figura N° 30. Capacitación/distribución de carga explosiva en el arranque y el pintado del arranque, los cuales se colocan los números más bajos para que forme la cara libre.

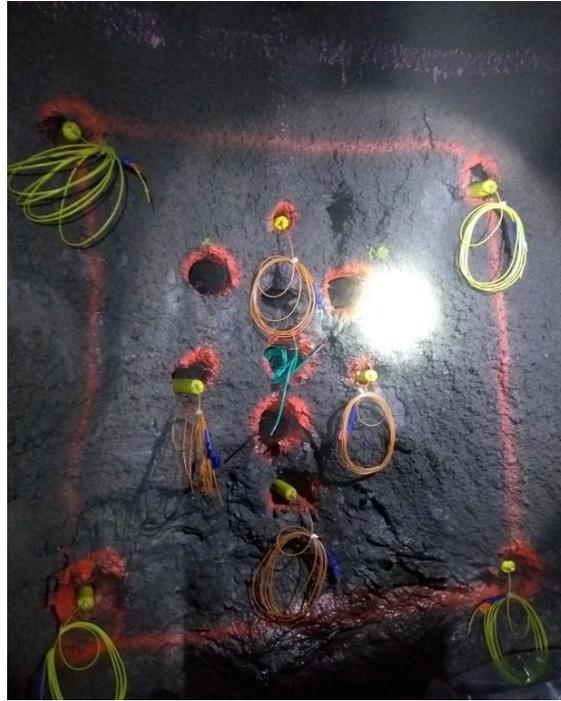


Figura N° 31. Capacitación distribución de los faneles acuerdo al orden de salida del disparo; frente entubado por completo pos el alto nivel de fractúramelo, se colocan los tubos para que el taladro este completamente limpio y al momento de explosionar tenga una presión confinante,

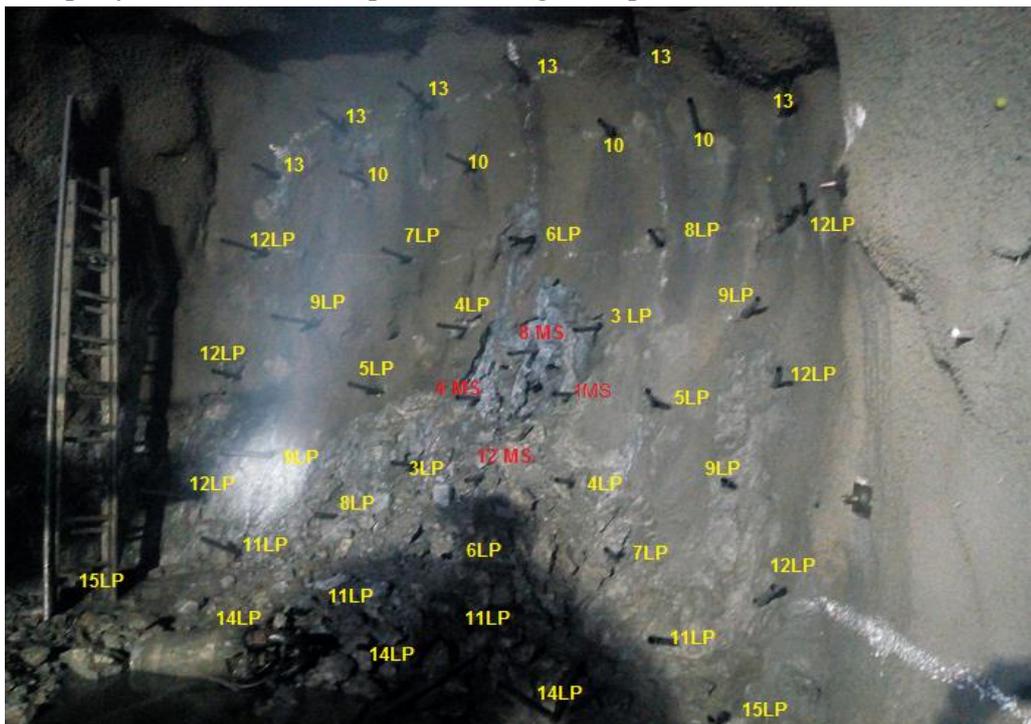


Figura N° 32. Capacitación/seguimiento distribución de faneles para el inicio al carguío de cada taladro.



Figura N° 33. Capacitación/seguimiento voladura controlada, terreno con RMR 41-50 sostenimiento con malla y pernos Split set a distancia de 1.5 m (resultado), se observan las caña y un disparo eficiente,



Figura N° 34. Listado de capacitación a los maestros cargadores y respectivos ayudantes en los temas de uso de cañas para los frentes, distribución de carga explosiva correcta, la distribución de los faneles y amare con doble detonador pirotécnico al cordón detonante.



FORMATO DE PARTICIPACIÓN

UM COLQUIJRCA I
UM COLQUIJRCA II
UM SANTA BARBARA
SEDE LIMA

Código: FO-21-07-JRC-SSMA

Versión 01

Página 1 de 1

TEMA

MEDIO AMBIENTE
 SEGURIDAD Y SALUD
 CALIDAD

HAB. TECNICAS
 HAB. BLANDAS
 OTRO

REUNION GRUPAL
 CURSO DE ENTRENAMIENTO
 SIMULACRO
 INDUCCION

FECHA _____

DATOS DEL TITULAR MINERO

RAZÓN SOCIAL	R.U.C.	DOMICILIO
SOCIEDAD MINERA EL BROCAL	20100017572	Cal. Las Begonias N° 415 INT. P-19 - Lima - San Isidro
ACTIVIDAD ECONOMICA	N° TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL	
MINERA		

EXPOSITOR
CARHUALLANQUI PONCE OSCAR

PUESTO DE TRABAJO
SUPERVISOR

NRO. DNICE/PASAPORTE
71408739

TEMA
Distribución de Carga Explosiva, Distribución de faneles, Amare con doble cordón detonante

AREA
OPERACIONES

FIRMA
[Signature]

SUPERVISOR DEL EXPOSITOR
Jose Coaguila Rojas

HORA INICIO
9:00 pm

HORA TERMINO
10:00 pm

Nro	DNICE/PASAPORTE	APELLIDOS Y NOMBRES	EMPRESA	FIRMA
1	4035146	Moraza Vela Marco	JRC	<i>[Signature]</i>
2	20697156	Vilma Ponce Aguirre	JRC	<i>[Signature]</i>
3	41751476	Ordoñez Sanchez I	JRC	<i>[Signature]</i>
4	M23 72842	Ponce Jenompa A	JRC	<i>[Signature]</i>
5	227229611	Nolasco Justo	JRC	<i>[Signature]</i>
6	22753185	Rodríguez santos Fernando	JRC	<i>[Signature]</i>
7	70406048	Lucía Manríquez Naranjo	JRC	<i>[Signature]</i>
8	20933689	Arrieta Quispe David	JRC	<i>[Signature]</i>
9	71612155	LEON ORIZANO JHOATAN	J.R.C	<i>[Signature]</i>
10	10590723	CEDESAMI ANUBIA Requena	JRC	<i>[Signature]</i>
11	41220605	Alcántara Arancón Rgd	JRC	<i>[Signature]</i>
12	44817605	OSORES, CARHUASO	JRC	<i>[Signature]</i>
13	20098746	GASPAR TIZA Daniel	JRC	<i>[Signature]</i>
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

COMENTARIOS/OBSERVACIONES

Figura N°35. Capacitación/Seguimiento de la importancia del amarre con 02 detonadores pirotécnicos al cordón detonante, para tener más seguridad en el momento del chispeo de frente.



Figura N° 36. Capacitación/seguimiento carguío de frente, el cual solo se meten los cartuchos depende a la distancia a perforación solo se carga el 70 % de todo el taladro,



Figura N° 39. Capacitación/seguimiento en devolución del explosivo de los frentes que no salieron por diferentes motivos, también por la excesiva carga enviada.



Figura N° 40. Vale de devolución de explosivos en el cual se tiene un personal encargado.

ARC Ingeniería Y Construcción S.A.C

VALE DE EXPLOSIVOS

FECHA: 07/02/14
 TURNO: Día
 ZONA: SUR
 NIVEL/BLOCK: 1072/6020
 LABOR: GL 6025
 SECCIÓN: 4x4

ACTIVIDAD: Frente
 RMR: 47
 LONG. PERFORACIÓN(m): 3.80
 LONG. EFEC. AVANCE (m): 3.80
 TOTAL EXPLOSIVO (kg): 148.07
 FACTOR DE CARGA LINEAL (kg/m): 42.3

ETAPA:
 Desarrollo:
 Preparación:
 Exploración:
 Explotación:

N° 001678
 SUPERVISOR: ESPINOZA
 EQUIPO DE PERFORACIÓN: JS
 OPERADOR DE EQUIPO: RIVERA
 MAESTRO CARGADOR: VILLOA
 AYUDANTE CARGADOR: PLOX
 FACTOR DE POTENCIA SLS (kg/m³):

EXPLOSIVOS / ACCESORIOS	UM	Retro	Devolución
EMULNOR 1000 1 1/4 x 12"	und	35	
EMULNOR 1000 1 1/2 x 12"	und		
EMULNOR 3000 1 1/4 x 12"	und	82+94	94
EMULNOR 3000 1 1/2 x 12"	und	160	160
EMULNOR 5000 1 1/4 x 12"	und	94	94
EMULNOR 5000 1 1/2 x 12"	und	121	62+61
ANFO	kg		
BOOSTER 225 gr	und		
BOOSTER 450 gr	und		
EXEL 4.2M	und		
EXEL 12M	und		
EXEL 18M	und		
CORDTEX SP	m	57	
CARMEX 2.1M	und	07	
MECHA RAPIDA 2-18	m	045	

EXEL 4.2M			EXEL 12M			EXEL 18M		
N°	Retro	Devolución	N°	Retro	Devolución	N°	Retro	Devolución
N° 1	1	1	N°			N°		
N° 4	1	1	N°			N°		
N° 8	1	1	N°			N°		
N° 12	1	1	N°			N°		
N°			N°			N°		
N° 3	2	2	N°			N°		
N° 4	2	2	N°			N°		
N° 5	2	2	N°			N°		
N° 6	2	2	N°			N°		
N° 7	2	2	N°			N°		
N° 8	2	2	N°			N°		
N° 9	3	3	N°			N°		
N° 10	4	4	N°			N°		
N° 12	6	6	N°			N°		
N° 13	2	2	N°			N°		
N° 14	3	3	N°			N°		
N° 15	2	2	N°			N°		
N°			N°			N°		
N°			N°			N°		
Total	41		Total			Total		

JEFE DE GUARDIA: [Firma]
 SUPERVISOR: [Firma]
 RODRIGUEZ ORICA: [Firma]
 CARGADOR ARC: [Firma]

Figura N° 41. Cuaderno de devolución de explosivos firmado por el encargado.



4.1.6. Factor de carga lineal

Cuadro N° 2. Factor de carga lineal antes de las capacitaciones

KPIs	Unidad	Plan	Setiembre	OCT-SEM1	Octubre
Factor Carga Lineal	Kg/m	40.7	43.3	42.6	42.6
Roca Dura	Kg/m	41.8	47.7	48.2	48.2
4.50 X 4.50	Kg/m	45.8	47.6	47.7	47.7
4.00 X 4.00	Kg/m	40.6	49.7	48.6	48.6
3.90 X 3.70	Kg/m	39.0	46.0		
Roca Media	Kg/m	40.7	43.3	42.6	42.6
4.50 X 4.50	Kg/m	44.6	46.3	46.4	46.4
4.00 X 4.00	Kg/m	39.4	45.1	43.0	43.0
3.90 X 3.70	Kg/m	38.0	38.6	38.3	38.3
Roca Suave	Kg/m	33.6	37.3	35.7	35.7
4.50 X 4.50	Kg/m	36.2	39.2	39.6	39.6
4.00 X 4.00	Kg/m	32.6	32.1	34.7	34.7
3.90 X 3.70	Kg/m	32.0	38.4	32.8	32.8

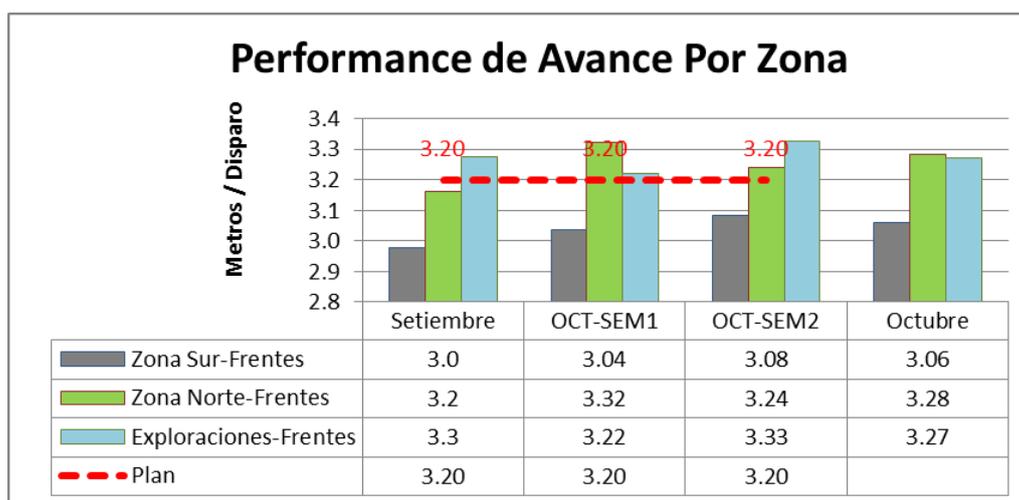
Cuadro N° 3. Factor de carga lineal después de las capacitaciones.

KPIs	Unidad	Plan	Noviembre	DIC-SEM1	DIC-SEM2	DIC-SEM3	DIC-SEM4	Diciembre
Factor Carga Lineal Ideal	Kg/m		40.70	39.37	39.51	40.81	41.30	40.25
Factor Carga Lineal Real	Kg/m		42.19	40.35	41.16	42.17	42.92	41.65
Roca Dura	Kg/m		44.25	43.50	43.34	43.62	44.43	43.72
4.50 X 4.50	Kg/m	45.8	47.59	47.48	46.79	46.33	47.32	46.98
4.00 X 4.00	Kg/m	40.6	42.61	42.22	42.62	41.58	42.08	42.13
3.90 X 3.70	Kg/m	39.0	41.00	42.06	40.77	41.03	41.35	41.30
Roca Media	Kg/m		43.35	41.49	42.51	41.74	40.86	41.65
4.50 X 4.50	Kg/m	44.6	46.25	43.15	44.50	47.06		44.90
4.00 X 4.00	Kg/m	39.4	41.34		40.00	39.64	41.71	40.45
3.90 X 3.70	Kg/m	38.0	40.24	39.57	38.06	41.65	40.04	39.83
Roca Suave	Kg/m		35.47	34.74	35.81	36.77	36.17	35.87
4.50 X 4.50	Kg/m	36.2	37.96	36.03	39.44	38.56	37.99	38.00
4.00 X 4.00	Kg/m	32.6	34.24	32.89	33.80		33.94	33.54
3.90 X 3.70	Kg/m	32.0	33.07	33.09	33.78	33.40	33.57	33.46

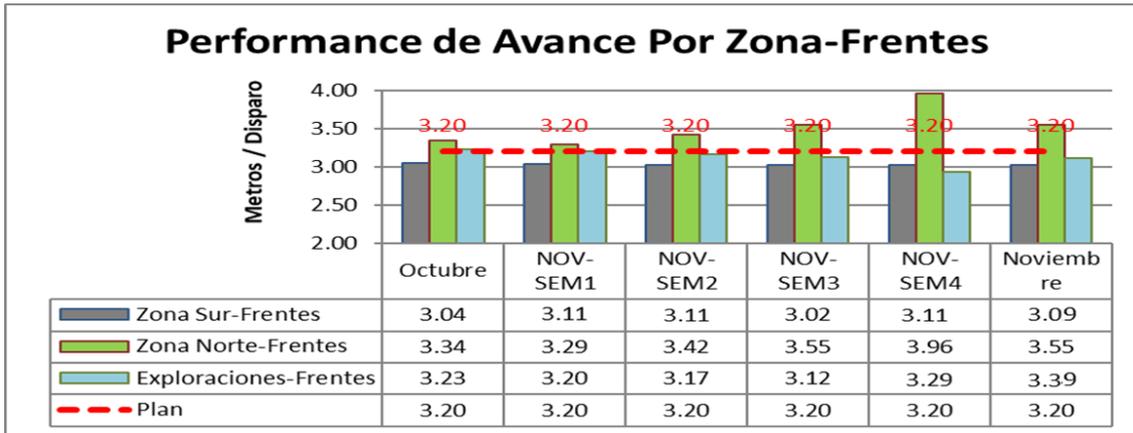
En los cuadros 2 y 3 podemos observar la diferencia de la carga lineal, los cuales son del mes de octubre del año 2018 comparando con el mes de diciembre del año 2018 después de hacer la capacitación, en la roca dura tenemos una diferencia de 4.48 kg menor, en la roca media tenemos una diferencia 0.95 kg menor y en la roca suave tenemos una diferencia de 0.17 kg mayor.

4.1.7. Promedio de avance lineal

Cuadro N° 4. Avance lineal antes de las capacitaciones.



Cuadro N° 5. Avance lineal después de las capacitaciones.

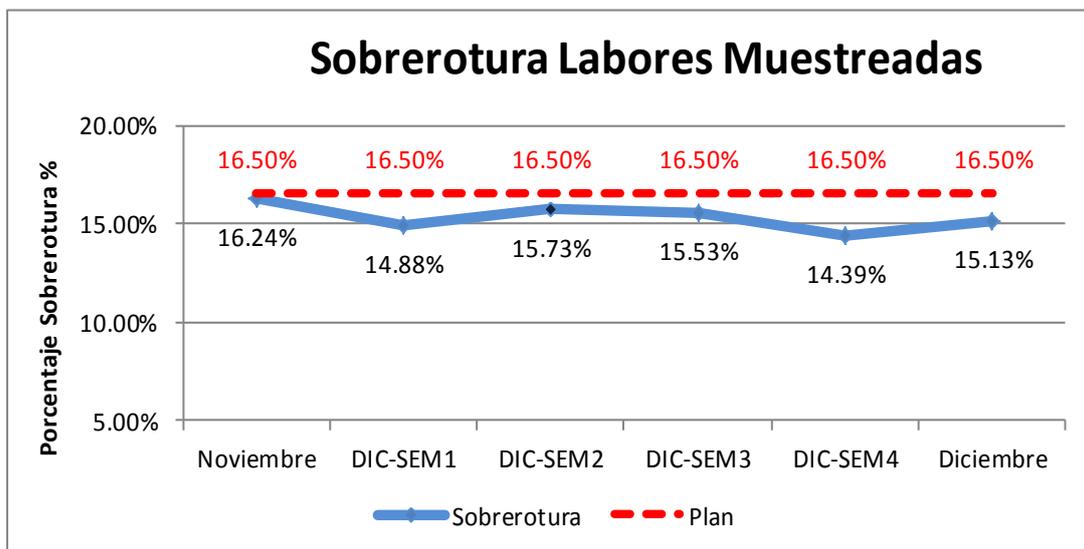


En el cuadro 4 y 5 podemos observar la diferencia del avance lineal, los cuales son del mes de octubre del año 2018 comparando con el mes de noviembre del año 2018 después de hacer la capacitación, en la zona sur en los frentes tenemos 0.03 m mayor, en la zona norte en los frentes tenemos 0.27 m mayor y en la zona de exploraciones tenemos 0.12 m mayor, respecto al avance planeado que es de 3.20 m.

En promedio tenemos una mejora de avance de 0.14 m por disparo.

4.1.8. Promedio de sobre rotura

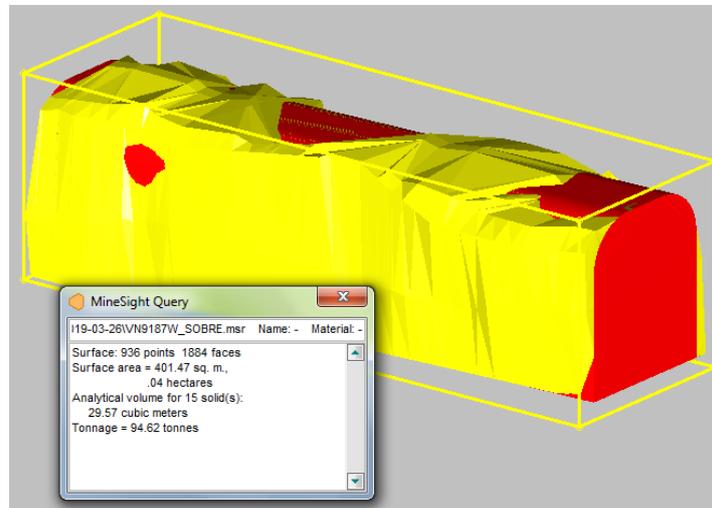
Cuadro N° 6. Sobre rotura antes de la capacitación en promedio 15.31 % de sobre rotura



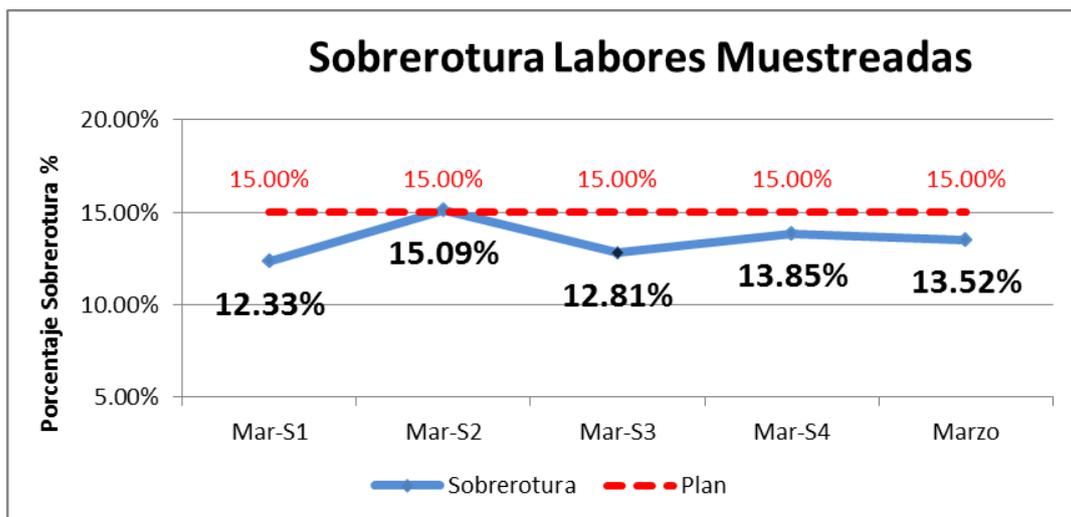
Cuadro N° 7. Sobre rotura antes de la capacitación detalle de labores.

Semana	Zona	Nivel	Block	Labor	RMR	Metros	Ideal (m³)	Sobrerotura (m³)	Sobrerotura Real (%)	Sobrerotura Plan (%)	Cumplimiento (%)	Sobrerotura Real (%) - Promedi	Cump. (%)
Semana 01	Sur	3972	9022	GL1784S	35	11.97	165.32	18.41	11.14%	16.50%	148%	14.88%	111%
Semana 01	Exploraciones	4055	SB	VN218E	36	13.8	321.29	51.4	16.00%	16.50%	103%		
Semana 01	Norte	4200	50	GL1213S	26	9.8	135.3	22.76	16.82%	16.50%	98%		
Semana 02	Norte	4160	50	GL1181N	28	18.82	259.76	46.5	17.90%	16.50%	92%	15.73%	105%
Semana 02	Sur	3992	SB	Vn1516S	27	11.91	182.62	31.86	17.45%	16.50%	95%		
Semana 02	Exploraciones	3992	9022	GL9022E	29	10.39	200.28	22.7	11.33%	16.50%	146%	15.53%	106%
Semana 03	Sur	4012	SB	GL8832W	46	9.9	190.94	34.99	18.33%	16.50%	90%		
Semana 03	Sur	3960	SB	GL8942W	47	8.8	169.7	23.44	13.81%	16.50%	119%		
Semana 03	Exploraciones	4055	SB	Vn218E	42	20	385.63	57.49	14.91%	16.50%	111%	14.39%	115%
Semana 04	Norte	4200	250	GL1053S	28	33.22	459.29	48.25	10.51%	16.50%	157%		
Semana 04	Exploraciones	3992	9022	GL9022E	22	31.88	614.69	67.4	10.96%	16.50%	150%		
Semana 04	Sur	3960	SB	RP8942W	27	33.94	599.85	125.14	20.86%	16.50%	79%		

Cuadro N° 8. Sobre rotura antes de la capacitación GL 1213 E NV 4200, la parte de rojo es el proyecto y la parte de amarillo es la sobre rotura.



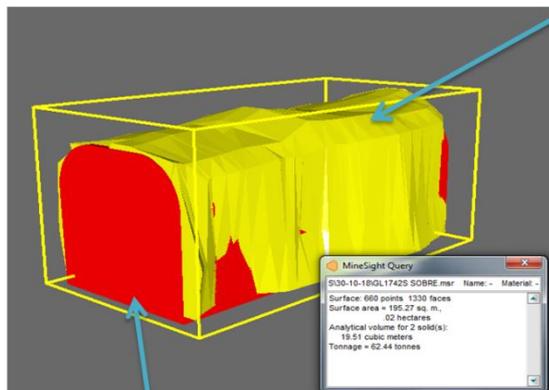
Cuadro N° 9. Sobre rotura después de la capacitación en promedio es de 13.52% de sobre rotura



Cuadro N° 10. Sobre rotura después de la capacitación detalle de labores.

Semana	Zona	Nivel	Block	Labor	RMR	Metros	Ideal (m3)	Sobrerotura (m3)	Sobrerotura Real (%)	Sobrerotura Plan (%)	Sobrerotura Real (%) - Promedi	Cump. (%)
Semana 01	Sur	3972	9022	GL1700N	25	13.6	187.8	31.63	16.84%	15.00%		
Semana 01	Sur	3986	SB	RP1462(-)	26	11.8	229.17	18.08	7.89%	15.00%	12.33%	122% ●
Semana 01	Sur	3992	9022	VN1812N	23	6.8	104.23	14.57	13.98%	15.00%		
Semana 02	Sur	4122	9187	GL1194N	30	11.1	154.3	21.62	14.01%	15.00%		
Semana 02	Sur	4122	9187	GL1174N	24	11	151.89	29.91	19.69%	15.00%	15.09%	99% ●
Semana 02	Sur	3960	8925	GL1673S	45	18	248.46	32.18	12.95%	15.00%		
Semana 03	Sur	4122	9187	GL1194N	30	8.2	114	17.54	15.39%	15.00%		
Semana 03	Sur	4092	9187	GL9187E	27	5.3	90.44	12.7	14.04%	15.00%	12.81%	117% ●
Semana 03	Sur	4092	9187	VN9187W	27	7.2	124.37	11.89	9.56%	15.00%		
Semana 04	Sur	4122	9187	GL1194N	30	12.1	168.21	30.6	18.19%	15.00%		
Semana 04	Sur	4092	9187	GL9187E	27	6.8	118.31	19.69	16.64%	15.00%	13.85%	108% ●
Semana 04	Sur	4092	9187	VN9187W	27	16.8	290.24	29.57	10.19%	15.00%		

Cuadro N° 11. Sobre rotura GL 9187 Nv 4092



Sobre-Rotura

Proyecto

4.1.9. Promedio de avance/disparo por jumbero – Ranking

Cuadro N°12. Mes de octubre ranquing de los operadores de jumbo de las tres guardias, los cuales tiene que ver el tipo de terreno n el que perfora.

Zona Sur:

Jumbero	G	S-01	S-02	S-03	S-04	Total
Celestino Curi	B				3.35	3.35
Julio Chavez	A			3.30		3.30
Jose Cardenas	A		3.00	3.36		3.30
Rolando Daga	B	3.20				3.20
William Quispe	B		3.33	3.10	2.60	3.13
Pavel Osores	B		3.18	3.03		3.10
Juan Portal	C	3.01	3.24	3.30	2.78	3.10
Gilder Alania	C				3.09	3.09
Edwin Curiñahui	B	3.13	3.08	3.16	2.92	3.08
Pinto Gonzales	B	3.05	3.06	2.80	3.08	3.06
Josue Rivera	A		3.07	2.80	3.05	3.03
Nilton Celis	A	3.00	3.06	2.89	3.28	3.01
Saul Alcántara	C	2.60	2.80	3.14	3.00	3.00
Alejandro Condori	C	2.96	2.50			2.90
Dany Falcón	A	3.00	2.97	2.82	2.73	2.88
Espinoza	C		2.85			2.85
Rómulo Ccasani	A	2.83	2.61	2.99	2.40	2.80
Eduardo Pérez	C	3.13		2.62	2.74	2.78

Zona Norte:

Jumbero	G	S-01	S-02	S-03	S-04	Total
Pavel Osores	B	3.50	3.60	3.77		3.63
Max Castellano	A	3.30	3.59	3.46	4.00	3.56
Jhon Osorio	B	3.20	3.35		4.00	3.46
Juan Castañeda	C	3.29	2.83	3.56	3.90	3.42
Percy Salzar	C	3.30				3.30

Exploraciones:

Jumbero	G	S-01	S-02	S-03	S-04	Total
Nilton Celis	A	3.65	2.90	3.43		3.34
Edwin Curiñahui	B		3.15	3.15		3.15
Eduardo Pérez	C	3.05	3.48	2.93	3.07	3.14
Pavel Osores	B	3.33	2.98			3.10
Celestino Curi	B				3.03	3.03
Saul Alcántara	C	3.00				3.00
Jose Cardenas	A		3.90		2.40	2.90
Alejandro Condori	C	2.70	2.90			2.80
Josue Rivera	A			2.70		2.70

Cuadro N° 13. Mes de diciembre ranquing

Zona Sur:

Jumbero	G	S-01	S-02	S-03	S-04	Total
Robert Ricaldi	B	3.35				3.35
William Quispe	B	3.35	3.50	3.28	3.50	3.35
Eduardo Pérez	C	2.98	3.28	3.95		3.21
Alcantara	C				3.20	3.20
Josue Rivera	A	3.20	3.50		2.90	3.15
Pavel Osores	B		3.13	3.05		3.09
Edwin Curiñahui	B	3.00	3.15	2.92	3.15	3.06
Rómulo Ccasani	A	2.93	3.34	3.10	3.02	3.05
Juan Portal	C	2.95	3.00	3.30	3.04	3.05
Nilton Celis	A	3.14		2.93	2.93	3.03
Edwin Pinto	B	2.60	3.07	2.96	3.00	3.00
Hilder Alania	C	2.92	3.40			3.00
Jose Cardenas	A	2.90	2.60	3.05	3.00	2.96
Narciso Gonzales	B	3.05	2.90	2.90		2.93
Celestino Curi	B	3.00	2.93	2.85		2.91
Dany Falcon	A	2.82	2.67	2.86	3.07	2.85
Saul Alcántara	C	2.30	2.60	3.03		2.73
Julio Chavez	A		2.70			2.70
Percy Salzar	C		2.58			2.58
Alejandro Condori	C		2.28	2.90	2.74	2.57

Zona Norte:

Jumbero	G	S-01	S-02	S-03	S-04	Total
Jhon Osorio	B		3.50	3.33	3.95	3.45
Max Castellano	A	3.09	3.40	3.33	3.54	3.30
Pavel Osores	B	3.00	3.13	3.90	3.10	3.23
Juan Castañeda	C	3.23	3.17	3.13	3.25	3.20

Exploraciones:

Jumbero	G	S-01	S-02	S-03	Total
Rómulo Ccasani	A		3.70		3.70
Narciso Gonzales	B	3.50			3.50
Celestino Curi	B			3.40	3.40
Josue Rivera	A			3.30	3.30
Hilder Alania	C	3.30	3.05		3.13
Nilton Celis	A	3.10	3.50	2.40	3.04
Alejandro Condori	C		2.90		2.90
Pavel Osores	B			2.90	2.90

4.2. Discusión de resultados

4.2.1 Producto de la capacitación al personal operador de jumbo y a sus respectivos ayudantes

Se logró estandarizar la malla de perforación para los diferentes tipos de rocas, del mismo modo el personal muestra disponibilidad para el procedimiento de la tarea de perforación, la cual comprende las siguientes fases:

- Marcar la línea de gradiente
- Punto de dirección
- Pintado de malla
- Uso de plantilla para la perforación del arranque
- Control del paralelismo
- Control en la desviación de perforación de los taladros ubicados en los hastiales, techo y piso
- Control de longitud de perforación

4.2.2 En el resultado de la capacitación en perforación

Se detectó que los operadores de jumbo no realizaban una perforación completa de toda la barra de 14 pies solo perforaban 10 a 08 pies, ya sea por falta de tiempo para la hora del carguío y el disparo. Se capacito a los operadores y ayudantes para que ingresen más temprano al frente de perforación para realizar una perforación completa y terminar más temprano en el cual el maestro cargador y su ayudante puedan hacer su trabajo con tiempo y sin ninguna presión.

4.2.3 Resultado del consumo de explosivos luego de la capacitación.

En el consumo de explosivo luego de la capacitación disminuyó en un 1.75 kgpor frente, entre los tres tipos de terreno, suave, media y dura, también se hizo el seguimiento para que el explosivo sobrante llegue hasta el polvorín y hacer el respectivo formato de devolución de explosivo.

4.2.4 Resultado de la sobre rotura luego de la capacitación.

En la sobre rotura se disminuyó en un 1.79% el cual es 9.32 metros cúbicos, el cual es beneficioso por que las labores ya no tienen desnivel, al momento de la limpieza de carga se realiza más rápido, no se daña el terreno, estabilidad y las multas por sobre rotura que coloca la empresa se disminuye.

4.2.5 Resultado de la capacitación la perforación y voladura.

El avance lineal se logró aumentar en un promedio de 0.14 m en general, el cual es beneficioso para la contrata por que el proyecto se compre más rápido utilizando menos explosivo y disminuyendo la sobre rotura

CONCLUSIONES

1. La incidencia de la capacitación, supervisión y control en perforación y voladura, fue una mejora por qué se disminuyó las voladuras secundarias, la cantidad de explosivo que se utilizaba por cada frente a disparar, se aumentó el avance y disminuyendo el sobre rotura.
2. EL resultado de la capacitación el perforación, pintado de malla, pintado de punto de dirección, seguimiento en pintado de gradiente, pintado del arranque, entubado de los taladros de arrastre, paralelismo entre taladros, fue beneficiosa porque se disminuyó las voladuras secundarias y se obtuvo en promedio 0.15cm más en avance lineal.
3. El consumo de explosivos disminuyo en 1.75 kg debido que se redujo la cantidad de taladros cargados en la malla de perforación, se realizó el seguimiento para que el explosivo sobrante pueda llegar hasta el polvorín y realizar el formato de devolución.
4. En la sobre rotura se disminuyó en un 1.79% el cual es 9.32 metros cúbicos, el cual es beneficioso para la contrata, porque las labores ya no tienen desnivel, al momento de la limpieza se realiza más rápido, no se daña el terreno y las multas por sobre rotura que coloca la empresa ya no se tiene.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Ayamamani, C. 2016.** *Tesis titulado: Diseño de perforación y voladura y su incidencia en los costos unitarios en balcón III de la Corporación Minera Ananea S. A.* Puno, Perú. : Universidad nacional del altiplano Facultad de Ingeniería de Minas Escuela Profesional de Ingeniería de Minas., 2016.
2. **Bustillo, M. y López, C. 1997, p. 41.** *Manual de evaluación y diseño de explotaciones mineras.* Madrid. : Ed. Graficas Arias Montana., 1997, p. 41.
3. **Cáceres, L. 2017.** *Tesis: Optimización de la perforación y voladura con nuevo diseño de malla en el cruce 10014 de la Empresa Minera Marsa.* Puno, Perú. : Universidad Nacional Del Altiplano Facultad De Ingeniería De Minas Escuela Profesional., 2017
4. **Cambefort, H. 1962, p. 110.** *Perforaciones y sondeos.* Barcelona. : Ed. Omega., 1962, p. 110.
5. **Correa, A. 2009.** *La geomecánica en la perforación y voladura de rocas.* . Colombia. : Información minera de Colombia. , 2009.
6. **De la Cruz, E. 1999.** *Planeamiento y control de producción en operaciones mineras.* s.l. : Rev. del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMSM Vol. 2, N.º 03. p. 3, 1999.
7. **Deza, J. y Muñoz, S. 2012.** *Metodología de la Investigación Científica, Texto aplicado a los Reglamentos de Investigación de la UAP. Cuarta Edición.* Perú : Universidad Alas Peruanas: Vicerrectorado de Investigación y Postgrado., 2012.
8. **EXSA. 2009.** *Centro Tecnológico de Voladura EXSA S.A. Manual Práctico de Voladura.* s.l. : International Journals of Rock Mechanics & Mining Sciences., 2009.
9. **Franca, L. 2010.** *A bit-rock interaction model for rotary-percussive drilling.* . Australia. : International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. , 2010.
10. **Ghasemi, E., Sari, M. y Ataei, M. 2012, p. 36.** *Development of an empirical model for predicting the effects of controllable blasting parameters on flyrock*

- distance in surface mines*. Turkey : International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences., 2012, p. 36.
11. **GTM. 2003.** *Glosario Técnico Minero, Ministerio de Minas y Energía*. Bogotá : D.C., Republica de Colombia., 2003. pág. 146.
 12. **Hernández, Fernández y Baptista. 1994.** “*Metodología de la Investigación*”. . Colombia. : McGraw Hill., 1994.
 13. **Howell, B. 1962, p. 34.** *Introducción a la geofísica*. Barcelona : Ed. Omega., 1962, p. 34.
 14. **Huamani, F. s.f..** *Curso de capacitación perforación y voladura*. . s.l. : Empresa Constructor A Minera: Golden Fox del Perú E.I.R.L., s.f.
 15. **Long, O. 2003.** *Problems in underground deep diamond drilling*. . s.l. : Geoexploration. Norway., 2003.
 16. **Morin, M. y Ficarazzo, F. 2006.** *Monte Carlo simulation as a tool to predict blasting fragmentation based on the Kuz Ram model*. . Canada : Computers & Geosciences., 2006.

ANEXOS

Anexo N° 01 (Capacitación a operadores de jumbo, maestros cargadores con sus respectivos ayudantes)



Anexo N° 02 (Capacitación a operadores de jumbo, maestros cargadores con sus respectivos ayudantes)



Anexo N° 03 (Capacitación a operadores de jumbo, maestros cargadores con sus respectivos ayudantes)



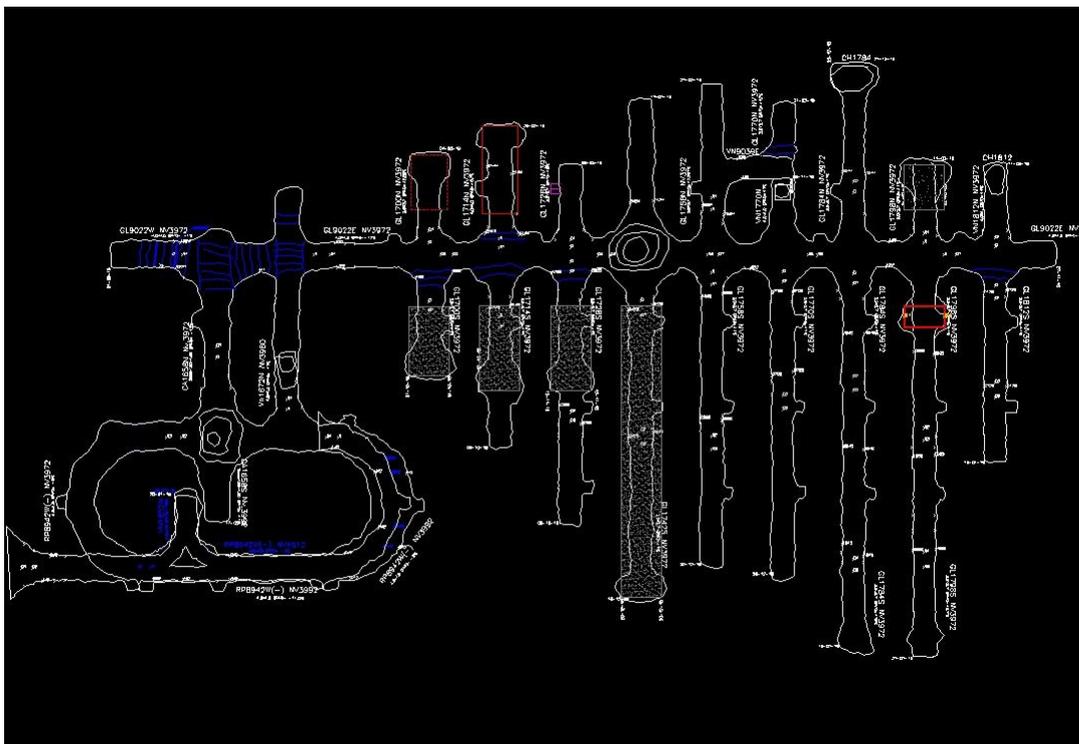
Anexo 04 (Formato de capacitación a operadores de jumbo, maestros cargadores con sus respectivos ayudantes)



Anexo N° 07 (Plano del nivel 3960)



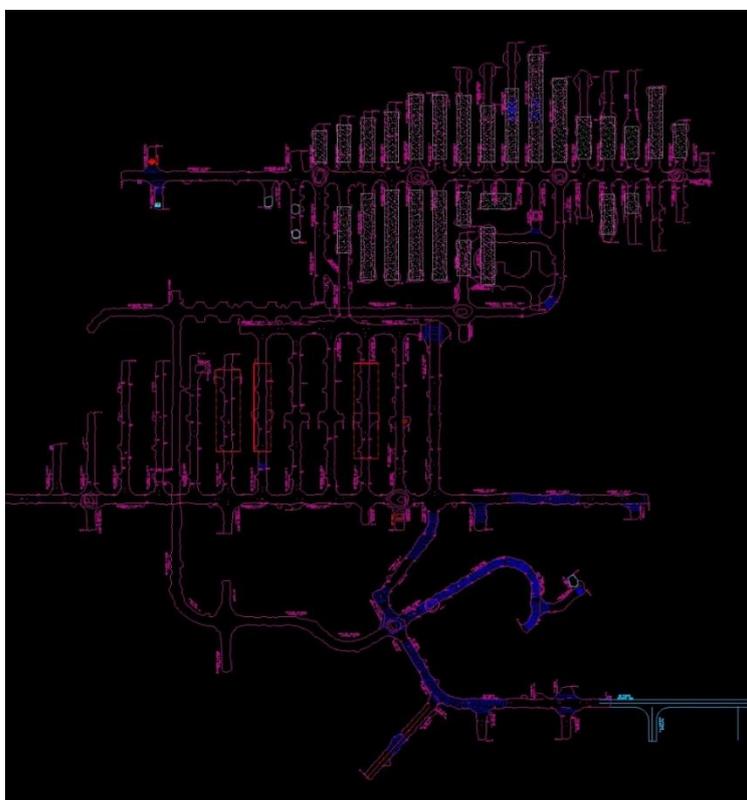
Anexo N° 08 (Plano del nivel 3972)



Anexo N° 09 (Plano del nivel 3992)



Anexo N° 10 (Plano del nivel 4012)



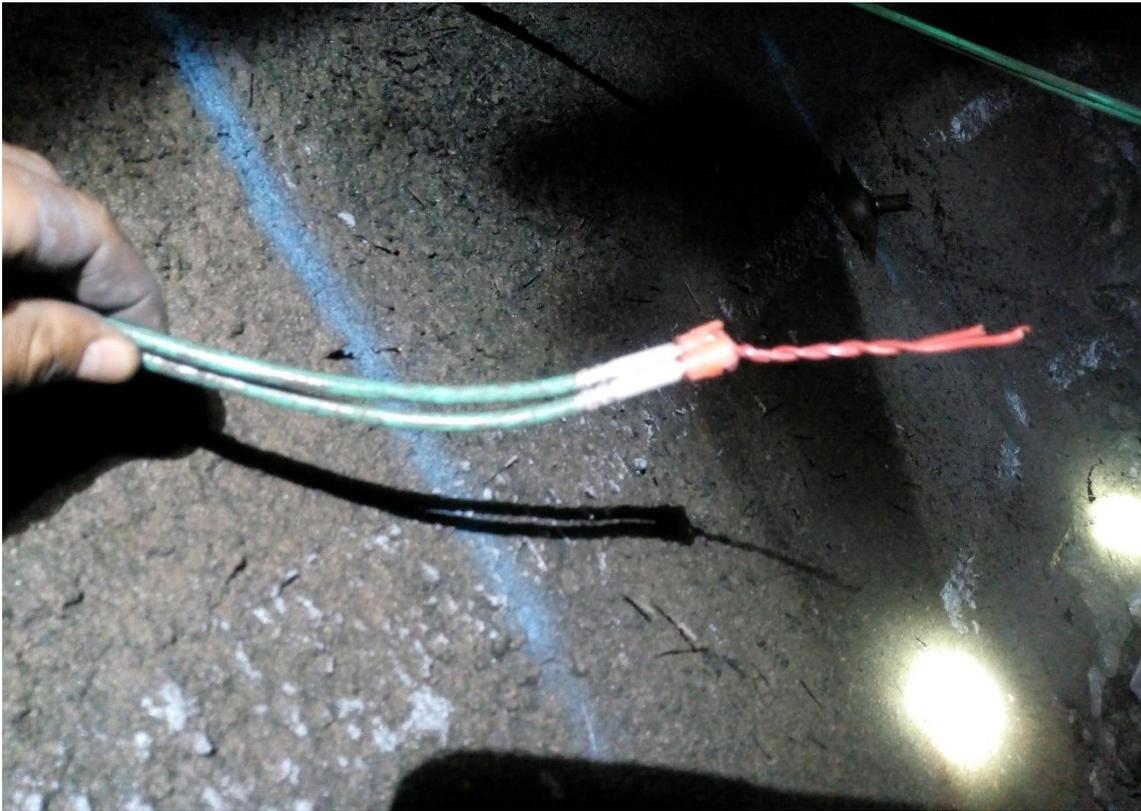
Anexo N° 11 Nv 3960 GL 1594 galería de preparación (sección bien llevada después de la capacitación)



Anexo N° 12 (Correcto amarre, pentacor con el fanel a 90°)



Anexo N° 13 (Uso correcto de la mecha rápida para iniciar con el chispeo)



Anexo N° 14 (Cartuchos de explosivo)

