

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

**Evaluación de los KPIs operativos de la perforación y voladura al
usar barrenos de 6' y 8' con fines de mejora, en la Compañía Minera**

Aurífera Retamas S.A. (MARSA)

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Jhonatan Brayan FERNANDEZ GUTIERREZ

Asesor:

Ing. Toribio GARCIA CONTRERAS

Cerro de Pasco – Perú - 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

**Evaluación de los KPIs operativos de la perforación y voladura al
usar Barrenos de 6' y 8' con fines de mejora, en la Compañía Minera**

Aurífera Retamas S.A. (MARSA)

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Joel Enrique OSCUVILCA TAPIA
PRESIDENTE

Mg. Silvestre Fabián BENAVIDES CHAGUA
MIEMBRO

Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Facultad de Ingeniería de Minas
Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas



Firmado digitalmente por CONDOR SURICHACUI Santa Silvia FAU 20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 01.07.2024 19:31:06 -05:00



INFORME DE ORIGINALIDAD N° 024-2024

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

Presentado por:

Bach. Jhonatan Brayan, FERNANDEZ GUTIERREZ,

Escuela de Formación Profesional
Ingeniería de Minas

Tipo de trabajo:
Tesis

Título del trabajo

“Evaluación de los KPIs Operativos de la Perforación y Voladura al Usar Barrenos de 6’ y 8’ con Fines de Mejora, en la Compañía Minera Aurífera Retamas S.A. (MARSA)”

Asesor:

Ing. Toribio, GARCIA CONTRERAS

Índice de Similitud: **11%**

Calificativo
APROBADO

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

Cerro de Pasco, 1 de julio de 2024.

Sello y Firma del responsable
de la Unidad de Investigación

DEDICATORIA

Dedico a Dios, por protegerme y darme la oportunidad para cumplir mis objetivos en el campo profesional de la Ingeniería de Minas.

A mis padres por haberme apoyado en mis estudios universitarios.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería de Minas de la UNDAC por sus valiosas enseñanzas y recomendaciones.

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud a los docentes de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión por compartir sus experiencias académicas durante los estudios de pregrado y la cristalización de la presente investigación.

Mi agradecimiento al asesor y revisores de la tesis, por sus orientaciones llegando a cumplir el desarrollo del trabajo de investigación.

El sincero agradecimiento a los directivos de la Compañía Minera Aurífera Retamas S.A. (MARSA) por brindarme la oportunidad de elaborar el presente trabajo de investigación.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación que tiene como título: “Evaluación de los KPIs Operativos de la Perforación y Voladura al Usar Barrenos de 6’ y 8’ con Fines de Mejora, en la Compañía Minera Aurífera Retamas S.A. (MARSA)”

Para optar el título profesional de: Ingeniero de Minas. Se ha establecido como objetivo principal Evaluar los KPIs operativos de la perforación y voladura para determinar el rendimiento que tienen, al usar barrenos de 6’ y 8’ en las labores, de la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A. La hipótesis principal fue: Al evaluar los Kepis operativos de la perforación y voladura podemos determinar el rendimiento se tiene, al usar barrenos de 6’ y 8’ en las labores, de la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A. Respecto a la metodología, la investigación realizada es de tipo APLICADA. Con un nivel EXPLICATIVO, y el diseño es de tipo descriptivo y correlacional, no experimental y la muestra utilizada representativa está compuesta por la RP (+) 10172-SE de la zona de VALERIA II. Finalizando la investigación, se han permitido realizar las conclusiones y recomendaciones respectivas

***Palabras claves.* KPIs, perforación, voladura, barrenos**

ABSTRACT

The present research work is titled: "Evaluation of the Operational KPIs of Drilling and Blasting when Using 6' and 8' Holes for Improvement Purposes, in the Company Minera Aurifera Retamas S.A. (MARSA)"

To apply for the professional title of: Mining Engineer. The main objective has been established to evaluate the operational KPIs of drilling and blasting to determine the performance they have, when using 6' and 8' drill holes in the work, of the Company Minera Aurifera Retamas S.A. The main hypothesis was: By evaluating the operational Kepsis of drilling and blasting, we can determine the performance obtained by using 6' and 8' drill holes in the work of the Company Minera Aurifera Retamas S.A. Regarding the methodology, the research carried out is APPLIED. With an EXPLANATORY level, and the design is descriptive and correlational, non-experimental and the representative sample used is made up of the RP (+) 10172-SE of the VALERIA II area. Completing the investigation, the respective conclusions and recommendations have been made.

Keywords. KPIs, drilling, blasting, holes

INTRODUCCIÓN

El eje central de las labores mineras es alcanzar y cumplir con los avances programados para los trabajos operativos. Además, se debe considerar que tanto labores de perforación como de voladura son las que permiten la realización de las demás operaciones derivadas, Sin embargo, ambas operaciones presenta distintos problemas operativos y es justamente indagar sobre esa problemática la razón de nuestro trabajo de investigación en la empresa minera COMARZA destacando los siguientes problemas:

- Deficiencias en el secuenciamiento de los tiempos de retardo en la malla
- de voladura
- Deficiencias en el modo de perforación
- Mala distribución de la carga explosiva en mina
- Inadecuada columna explosiva
- Se debe realizar voladuras secundarias producto de la presencia de tiros
- cortados y soplados
- Incumplimiento del diseño de malla de perforación

Teniendo en cuenta estos aspectos se plantea la presente investigación con la finalidad de evaluar los KPIs operativos de la perforación y voladura al usar barrenos de 6' y 8' con fines de mejora en la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A.

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

El capítulo I trata sobre el planteamiento del problema sobre los KPIs de perforación y voladura usando barrenos de 6 y 8 pies, abarcando el planteamiento del problema, Problema General y específicos, Objetivo general y específicos, justificación e importancia, hipótesis y descripción de las variables. Delimitación de la investigación y limitaciones.

El Capítulo II, se ocupa del Marco Teórico donde analizamos los antecedentes de la investigación sobre los KPIs de perforación y voladura usadas en las diferentes empresas. Se analizará las diferentes bases teóricas propuestas por autores que mencionamos

Seguidamente, el Capítulo III, trata sobre la Metodología empleada, que contiene el método de investigación utilizado, el nivel y tipo de investigación, el diseño de la investigación, la población y muestra, las Técnicas e instrumentos de recolección de datos y el procesamiento de Datos.

En el Capítulo IV realizamos un análisis de los KPIs de la perforación y voladura.

Por último, presentamos las conclusiones y recomendaciones

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

ÍNDICE

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

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación	2
1.2.1. Delimitación <i>espacial</i>	2
1.2.2. Delimitación temporal	2
1.3. Formulación del problema.....	2
1.3.1. Problema general	2
1.3.2. Problema Específicos.....	2
1.4. Formulación de Objetivos	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos Específicos	3
1.5. Justificación de la investigación	3
1.6. Limitaciones de la investigacion.....	4

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio	5
2.2. Bases teóricas científicas.....	7
2.3. Definición de términos conceptuales.....	28
2.4. Enfoque filosófico – epistémico.....	32

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE LA INVESTIGACION

3.1. Tipo de Investigación	33
3.2. Nivel de investigación	33
3.3. Características de la investigación.....	33
3.4. Método de investigación	34
3.5. Diseño de investigación	34
3.6. Procedimiento del muestreo	35
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	36
3.9. Orientación ética.....	36

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	37
4.2. Discusión de resultados.....	70

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Arranque de la voladura para Malla de Perforación para Tipo de Roca I-B,II-A y II-B	10
Figura 2 Malla de Perforación para Tipo de Roca I-B,II-A y II-B.....	10
Figura 3 Arranque de la voladura para. Malla de Perforación para Tipo de Roca III-A; III-B	11
Figura 4 Malla de Perforación para Tipo de Roca III-A; III-B	12
Figura 5 Arranque de la voladura para Malla de Perforación para Tipo de Roca IV-A; IV-B; V-A.....	13
Figura 6 Malla de Perforación para Tipo de Roca IV-A; IV-B; V-A.....	13
Figura 7 Modelo de trazo de voladura.....	16
Figura 8 Arranques para roca dura, usados en la mina “MARSA”	16
Figura 9 Arranques para roca semidura, usados en la mina “MARSA”	17
Figura 10 Arranques para roca suave, usados en la mina “MARSA”	17
Figura 11 Corte en cuña o en “V”	18
Figura 12 Corte Paralelo	18
Figura 13 Trazos de corte quemado para frentes.....	19
Figura 14 Perforación con malla cuadrada.....	20
Figura 15 Plantilla para el marcado de la malla de perforación	20
Figura 16 Ubicación de los taladros en una malla estándar	21
Figura 17 Secuencia de salida con fulminante no eléctrico	21
Figura 18 Distribución de cartuchos de 8’	28
Figura 19 Ubicación de la mina MARZA	38
Figura 20 Preparación de block de 18.5 m. x 20.0 m. vista isométrica	40

Figura 21 Preparación de block de 18.5 m. x 20.0 m. vista en sección	41
Figura 22 Distribución de Burden y Espaciamiento	41
Figura 23 Vista de dirección de minado dos grupos.....	42
Figura 24 Vista del block explotado con sección de 38.5 x 20 m.....	43
Figura 25 Vista de block relleno	43
Figura 26 Dimensionamiento del Block, Preparación	44
Figura 27 Dimensionamiento del Block, Preparación, vista en sección	44
Figura 28 Perforación y voladura	45
Figura 29 Sentido del avance con dos grupos	45
Figura 30 Perforación	46
Figura 31 Carguío de taladros.....	46
Figura 32 Voladura	47
Figura 33 Limpieza en 'L' con rastra de 36", WINCHE 15 HP	47
Figura 34 Limpieza del tajeo con rastra de 36", winche 15 HP.....	48
Figura 35 Sostenimiento con puntales y cabezales Jack Pot.....	48
Figura 36 Enablado lateral para mantener el canal de rastrillaje	49
Figura 37 Sostenimiento con Wood Crib 2x2	49
Figura 38 Malla de perforación en sección de 8' x 9' x 6 pies	50
Figura 39 Distribución de los explosivos en los taladros	51
Figura 40 Malla de perforación de secciones de 8' X 9' (8 PIES).....	55
Figura 41 Malla de perforación de secciones de 2,4 m x 2,7m y barreno de 8 pies (RMR 100 – 60)	56

Figura 42 Malla de perforación de secciones de 2,4 m x 2,7m y barreno de 8 pies (RMR 59 – 35).	57
Figura 43 Malla de perforación de secciones de 2,4 m x 2,7m y barreno de 8 pies....	58
Figura 44 Distribución de los cartuchos del taladro de corona	58
Figura 45 Avance/disparo con barreno de 6 pies	64
Figura 46 Avance/disparo con barreno de 8 pies	65
Figura 47 Rendimiento de Perforación Metro Lineal / Hombre Guardia	66
Figura 48 Control de Trabajos Deficientes de Voladura en Frentes de Avance.....	67
Figura 49 Total de Trabajos Deficientes de Voladura en Frentes de Avance	68
Figura 50 Factor de Voladura en Frentes de Avance	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Accesibilidad de la Mina MARZA	38
Tabla 2 Parámetros perforación de CRUCERO DE 8' X 9' (6 PIES)	51
Tabla 3 Parámetros de voladura de CRUCERO DE 8' X 9' (6 PIES) /disparo	52
Tabla 4 Parámetros de rendimiento de perforación CRUCERO DE 8' X 9' (6 PIES) ..	52
Tabla 5 Costo de voladura EN FRENTES DE AVANCE CON BARRENO DE 6 PIES	53
Tabla 6 COSTO/METRO LINEAL de perforación EN FRENTES DE AVANCE CON BARRENO DE 6 PIES	54
Tabla 7 Parámetros de perforación CRUCERO DE 8' X 9' (8 PIES)	59
Tabla 8 Parámetros de voladura de CRUCERO DE 8' X 9' (8 PIES)/disp	59
Tabla 9 Parámetros de rendimiento de perforación CRUCERO DE 8' X 9' (8PIES) ...	60
Tabla 10 Costo de voladura EN FRENTES DE AVANCE CON BARRENO DE 8 PIES	61
Tabla 11 COSTO/METRO LINEAL de perforación EN FRENTES DE AVANCE CON BARRENO DE 8 PIES	62
Tabla 12 Comparación de la estructura de costos en frentes de avance con barreno de 6 pies y 8 pies	63
Tabla 13 Rendimiento de Avance / Disparo con Barreno de 6 pies.....	63
Tabla 14 Rendimiento de Avance / Disparo con Barreno de 8 pies.....	64
Tabla 15 Rendimiento de Perforación Metro Lineal / Hombre Guardia.....	65
Tabla 16 Cumplimiento de Programa Mensual de Avances en Labores Lineales	66
Tabla 17 Control de Trabajos Deficientes de Voladura en Frentes de Avance.....	67
Tabla 18 Factor de Voladura en Frentes de Avance	68
Tabla 19 Rendimiento mensual de Avance/Disparo en Frentes de Avance	69

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Planteamiento del problema

El eje central de las labores mineras es alcanzar cumplir los avances programados para los trabajos operativos. Dichas labores comprenden actividades explicativas, de desarrollo y preparación que deben ser ejecutadas cuidando el cumplimiento parámetro de costos eficientes además de garantizar los estándares de seguridad. Estas necesidades productivas exigen constantemente que se modifique y actualice el sistema productivo general orientado a alcanzar un mejor rendimiento.

Además, se debe considerar que tanto labores de perforación como de voladura son las que permiten la realización de las demás operaciones derivadas, está circunstancia las hace determinantes.

Sin embargo, amabas operaciones presenta distintos problemas operativos y es justamente indagar sobre esa problemática la razón de nuestro trabajo de investigación en la empresa minera COMARZA de avance en la empresa minera COMARZA destacan:

- Deficiencias en el secuenciamiento de los tiempos de retardo en la malla de voladura
- Deficiencias en el modo de perforación

- Mala distribución de la carga explosiva en mina
- Inadecuada columna explosiva
- Se debe realizar voladuras secundarias producto de la presencia de tiros cortados y soplados
- Incumplimiento del diseño de malla de perforación

Teniendo en cuenta estos aspectos se plantea la presente investigación con la finalidad de evaluar los KPIs operativos de la perforación y voladura al usar barrenos de 6' y 8' con fines de mejora en la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación *espacial*

El presente trabajo de investigación se ha realizado en las instalaciones de la Compañía Minera Aurífera Retamas S.A. (MARSA), que se encuentra ubicada en el anexo de Llacubamba, Distrito de Parcoy, provincia de Patáz, perteneciente al Departamento de La Libertad

1.2.2. Delimitación temporal

En desarrollo e la investigación está estimado para un tiempo de 6 meses, desde el mes de enero al mes de julio

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Al evaluar los KPIs operativos de la perforación y voladura que rendimiento se tiene, al usar barrenos de 6' y 8' en las labores, de la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A.?

1.3.2. Problema Específicos

Problema específico a

¿Al evaluar los KPIs operativos de la perforación y voladura que rendimiento en la parte técnica se tiene, al usar barrenos de 6' y 8' en las labores, de la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A.?

Problema específico b

¿Al evaluar los KPIs operativos de la perforación y voladura, que rendimiento en la parte Económica se tiene, al usar barrenos de 6' y 8' en las labores, de la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A.?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar los KPIs operativos de la perforación y voladura para determinar el rendimiento que tienen, al usar barrenos de 6' y 8' en las labores, de la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A

1.4.2. Objetivos Específicos

Objetivo específico a

Evaluar los KPIs operativos de la perforación y voladura para determinar el rendimiento que tienen en la parte técnica, al usar barrenos de 6' y 8' en las labores, de la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A.

Objetivo específico b.

Evaluar los KPIs operativos de la perforación y voladura para determinar el rendimiento que tienen en la parte Económica, al usar barrenos de 6' y 8' en las labores, de la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A

1.5. Justificación de la investigación

Nuestra investigación justifica desde varios puntos como podemos ver.

Justificación practica

Al realizar la investigación y evaluar los KPIs operativos de la perforación y voladura usando barrenos de 6' y 8' nos permitirá obtener resultados que nos

indican si dichas operaciones se están llevando a cabo en forma eficiente caso contrario poder realizar algunas correcciones o mejoras.

Justificación teórica

La presente investigación nos proporcionará información o nos dará conocimientos sobre rendimientos de los parámetros de perforación y voladura que podrán servir para otras investigaciones o tener referencias sobre KPIs operativos de perforación y voladura.

Justificación económica

Los resultados de la investigación harán posible hacer correcciones o mejoras en los parámetros de la perforación y voladura en cuanto al rendimiento tanto técnico como económico lo que beneficiara a la empresa en la reducción de costos.

1.6. Limitaciones de la investigación

Si nos referimos a las limitaciones podemos decir que:

Existieron algunas limitaciones relacionadas al financiamiento de la aplicación nuestro proyecto. Además de colaboración de profesionales debidamente capacitados.

También existió la dificultad de acceder a los datos operativos actualizados.

Sin embargo, no existieron limitaciones por parte de la empresa.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

Antecedentes nacionales

En la tesis “Reducción de los Costos Operativos en Mina mediante la Optimización de los Estándares de las Operaciones unitarias de Perforación y Voladura” (JAUREGUI, 2009) En este trabajo se planteó el objetivo de reducir los costos de operaciones mineras de la empresa. Para ello se aplicó un estándar de optimización para los trabajos en las labores unitarias de perforación y voladura asimismo su metodología de investigación fue experimental y sus conclusiones las siguientes:

Para poder alcanzar estándares óptimos en las labores de perforación voladura y ciclo de Eliminado los factores determinantes fueron el control y seguimiento de las operaciones, capacitación constante y formación de una conciencia en los colaboradores del trabajo de la necesaria importancia de los estándares óptimos en las labores sanitarias y que la implementación de dichos estándares debe ser constantemente aplicado y revisado. A partir de esas medidas correctivas se pudo registrar que el costo operativo se redujo en la labor de sostenimiento en \$0.96 tonelada métrica, lo que significa una reducción de 56% para esta operación. En cuanto a las labores de perforación se registró

una reducción de \$0.37 tonelada métrica, lo cual representa un 21.76% de reducción para esta operación. En cuanto a las labores de voladura se registró una reducción de \$0.28 toneladas métrica, lo cual representa el 16.47% de la reducción en esta operación. En las labores de limpieza y acarreo se registró \$0.09 toneladas métrica, lo cual representa 5.3% de la reducción para esta operación.

La tesis titulada “*Control de Costos de una Operación Minera mediante el Método del Resultado Operativo*”. (ZAPATA, 2002) En este caso el objetivo fijado se orientó a aumentar la capacidad de producción además de la calidad por medio de la mejora continua en los aspectos de eficiencia y efectividad operativa. Específicamente como método investigación se pudo usar programas de actividades, curva S, informes productivos y la evaluación de los resultados económicos, en ese sentido los resultados de este estudio son los siguientes:

En cuanto a las labores operativas los resultados nos muestran que la nueva implementación de medidas permitió tomar conciencia de la situación productiva tanto si se encuentra adelantada o retrasada de acuerdo al programa de producción, y por medio de ello se puede evaluar los rendimientos operativos debido a que las herramientas de control usadas Permiten este tipo de identificaciones y evaluaciones de costos de las labores simultáneamente a la operatividad de los procesos

Antecedentes internacionales

(GARRIDO, 207) En su tesis “*Diagnostico y Optimización de Disparos en Desarrollo horizontal Mina el Teniente*”, Universidad de Chile en el año 2007. Para este caso se fijó el objetivo en términos generales de elaborar un diagnóstico técnico operativo de las labores de perforación y voladura que presenten un desarrollo en orientación horizontal en la mina reservas norte en la operación Codelco. Para esta investigación como herramienta se usaron fotografías previas y posteriores de los disparos, Por medio del software 2DFace

se pudo lograr su digitalización, y con ello monitorizar adecuadamente las vibraciones producto de las de detonaciones. Las conclusiones a las que llegó este estudio son las siguientes:

La cantidad de perforaciones por disparo se redujeron, la sobre excavación se se redujo del 24% al 6%. Se evidencia una menor exposición a los riesgos por desprendimiento y caída de rocas. En cuanto a los tiempos se pudo evidenciar una disminución en los tiempos de trabajo además también se mostró una reducción en los costos de ambas labores unitarias.

2.2. Bases teóricas científicas

Perforación de rocas

López Jimeno C. y García Bermúdez (2003). Este concepto consiste en ejecutar continuamente golpes utilizando los filos de corte en el extremo de mayor dureza del cuerpo de rocas, mientras que el otro extremo recibe golpes regulares y giros en forma continua. La finalidad de este método es que el cuerpo de rocas reciba golpes que le produzcan pequeños cortes o fracturas en distintas posiciones, lo cual busca una perforación para poder introducir un taladro que tendrá el diámetro de la misma dimensión que el filo de corte que se usará.

Perforación con martillo en cabeza

Perforadoras Manuales: El martillo es activa por compresión de aire, para taladros de menor dimensión con un diámetro de 25 - 50 mm para labores horizontales o al piso existiendo modelos como Jack-leg (Perforación Horizontal), Stoper (Perforación de Chimenea) y Jack-hammer, (Perforación de Pique) (Ing. Mario Cedrón Lassus - 2003)

Perforadoras Mecanizadas: Se trata de equipamiento para percusiones y percusiones con rotaciones. Este equipo se monta en un chasis con ruedas y también puede ser en un chasis con orugas. Se usa para conseguir diámetros que alcance los 150 mm o seis pulgadas, además permite alcanzar

una profundidad de 20 m. Ejemplares de estas máquinas tenemos: WagonDrill, el trackDrill y el Jumbo neumático e hidráulico, todos ellos usan barrenos de acople y sus brocas pueden intercambiarse.

Perforadoras con martillo en fondo

López Jimeno C. y García Bermúdez (2003) Este sistema consiste en efectuar los golpes directamente sobre la broca. por medio de este método se puede garantizar que la desviación de taladro se reduzca considerablemente. Además, este sistema se usa en general cuando se requiere de dimensiones grandes como por ejemplo en operaciones de Tajo abierto. Para ejecutarlo se necesita que se monte sobre un camión o encima de orugas. Este equipamiento requiere necesariamente de su propio sistema motorizado de traslado además de un motor para su funcionamiento con características de rotación independiente y presión para perforaciones como pueden ser el Pulldown o barra de presión, además requiere de Brocas triconicas capacidad rotatoria que alcancen un diámetro de 6" hasta las 15.

Es usual encontrar en operaciones a nivel subterráneo este tipo de equipamiento, pero con perforaciones de tres pulgadas de diámetro, en general se usan para perforar taladros largos, también son usadas para ejecutar el método Sub Level Stopping y otros sistema de producción en masa.

Accesorios de perforación

Brocas: Se trata de equipamiento especializado en cortes en general están elaborados a base de acero con niveles de resistencia alto al impacto, también presentan refuerzos en la sección de sus filos mediante botones o insertos de materiales de alta resistencia y dureza para poder evitar la abrasión. Estos materiales pueden ser a base de carburo de tungsteno. (López Jimeno C. - 2002)

Barras o Barrenos: Se trata de tubos o varillas de acero con capacidad de acople que se usan para transmitir el impacto que genera el martillo hacia la

broca. Normalmente se encuentran ubicados en uno de los extremos. Este tipo de barrenos pueden presentar forma tubular, hexagonal o rígida. Para su sección de acople presentan una rosca corrida o un cono de embone liso o cono rascado entre otras formas. (López Jimeno C. – 2002

Estándar de perforación en frentes de avance

En este caso contamos con distintos tipos de malla para perforaciones, dependiendo de la tipología de la roca se debe tener en cuenta las siguientes especificaciones:

Si la sección a perforar tiene las dimensiones de 2, 40 m x lado y 2,70 m es necesario usar barrenos que tengan 4, 6 u 8 pulgadas. Además, se deben usar Brocas entre 36 y 38mm. Señalar el perímetro de trabajo con pintura además de la malla de perforación. También se debe tener en cuenta que la longitud de los taladros determinará el número de cartuchos que deberán ser usados.

A. Malla de Perforación para Tipo de Roca I-B,II-A y II-B (RMR: Mayor a 60 y Menor a 90).

Requerimiento:

- Longitud de perforación: 8'
- Total, de taladros: 54 o 57.
- Taladros de alivio: 9 o 11
- Taladros cargados: 45 o 46
- Sección: 2,40 m x 2,40 m. y 2,40 m. x 2,70 m.

B. Malla de Perforación para Tipo de Roca III-A; III-B (RMR: Mayor a 40 y Menor a 60)

Requerimiento:

- Longitud de perforación: 8
- Total, de taladros: 49 o 52
- Taladros de alivio: 9
- Taladros cargados: 40 o 43
- Sección: 2,40 m x 2,40 m. y 2,40 m. x 2,70 m.

Figura 3

Arranque de la voladura para. Malla de Perforación para Tipo de Roca III-A; III-B

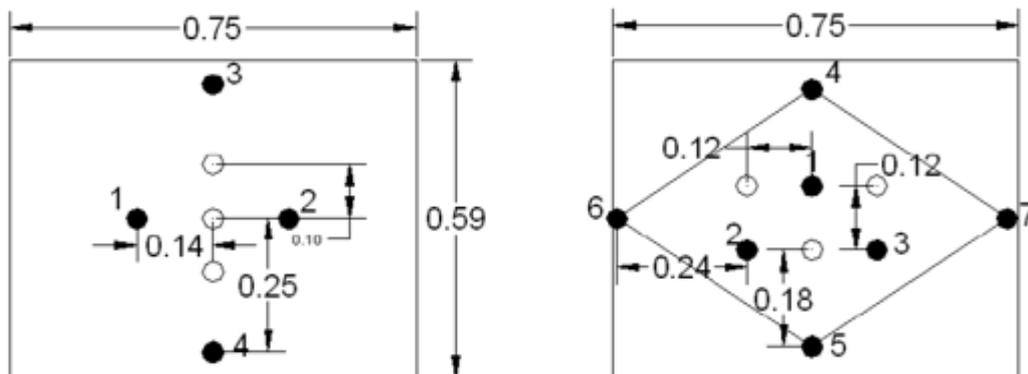
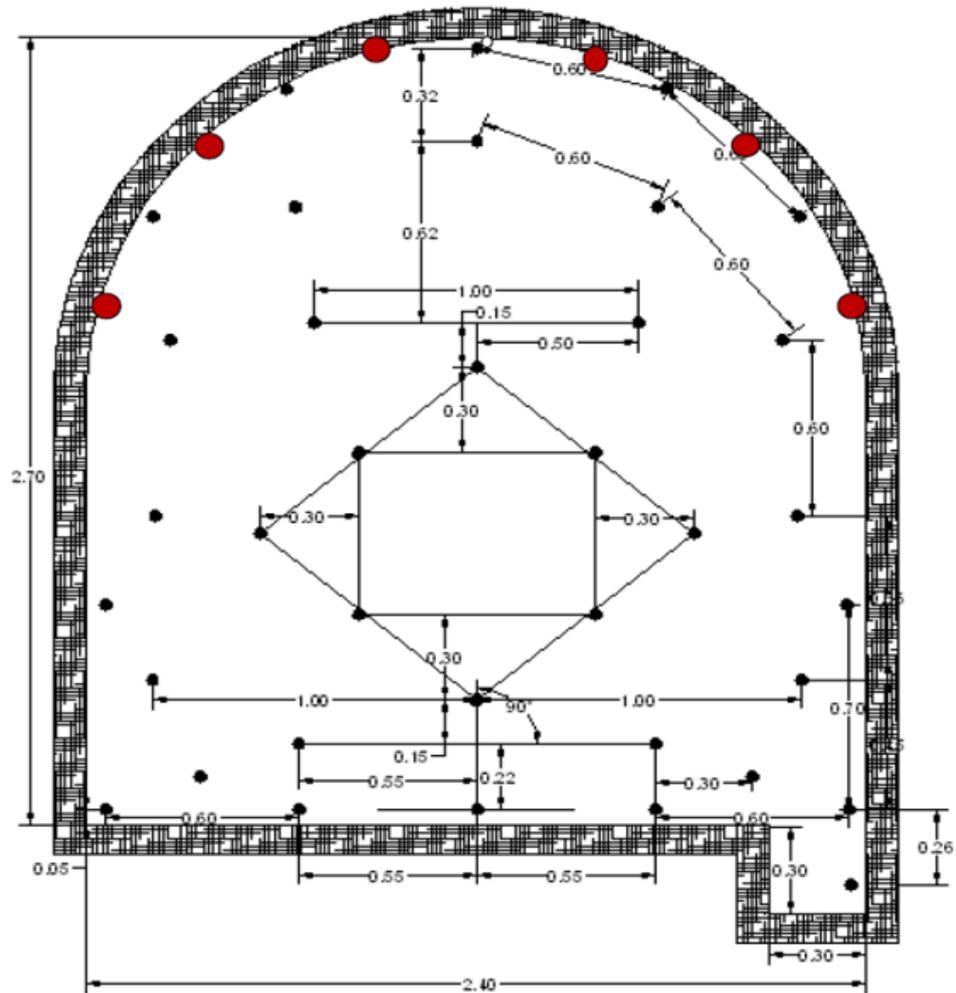


Figura 4

Malla de Perforación para Tipo de Roca III-A; III-B



C. Malla de Perforación para Tipo de Roca IV-A; IV-B; V-A (RMR: Mayor a 30 y Menor a 40)

REQUERIMIENTO:

- Longitud de perforación: 8'
- Total, de taladros: 40 o 43
- Taladros de alivio: 3
- Taladros cargados: 37 o 40
- Sección: 2,40 m x 2,40 m. y 2,40 m. x 2,70 m.

Figura 5

Arranque de la voladura para Malla de Perforación para Tipo de Roca IV-A; IV-B; V-A

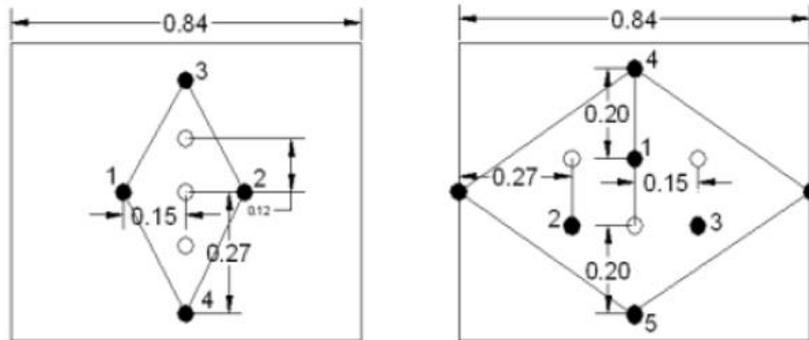
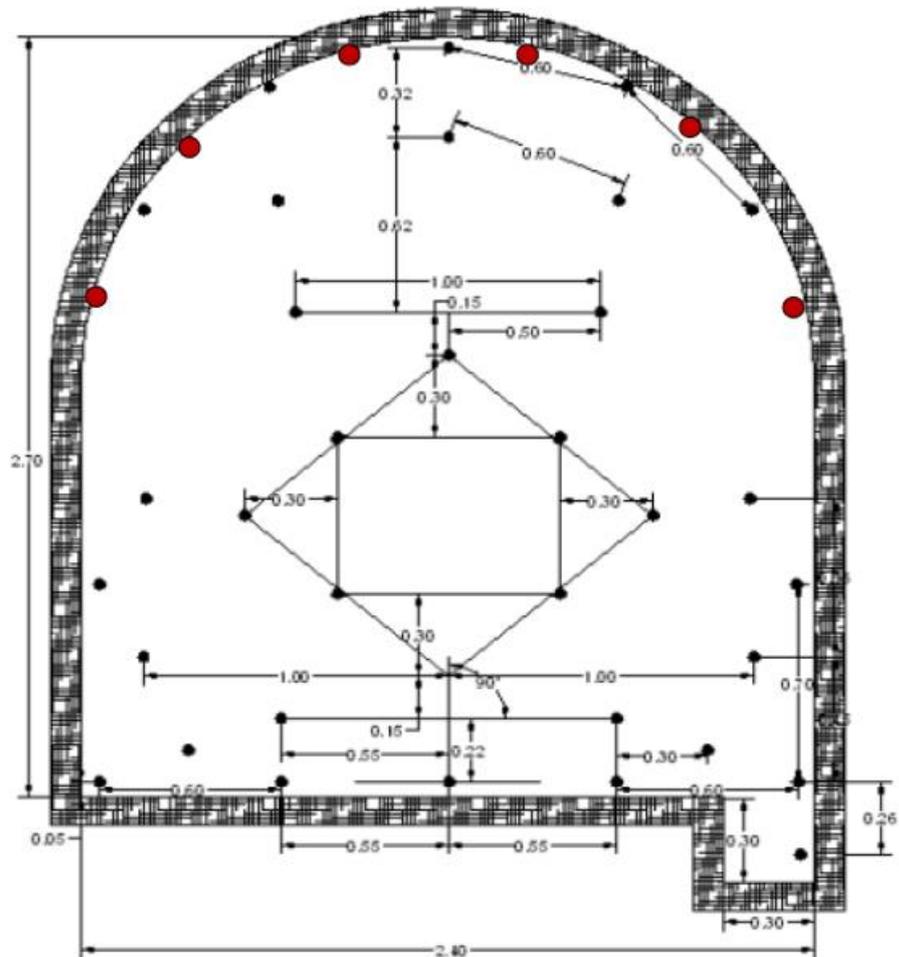


Figura 6

Malla de Perforación para Tipo de Roca IV-A; IV-B; V-A



Condiciones de perforación

En condiciones normales la calidad del taladro que será perforado se encuentra determinado por cuatro condiciones específicas: estabilidad, rectitud, longitud y diámetro:

- **Diámetro:** Este criterio está sujeto a la manera en que será aplicado el taladro, normalmente un diámetro menor es más efectivo en términos económicos, pero depende de la factibilidad de su aplicación.
- **Longitud:** Este criterio determina en gran medida que equipo será seleccionado de acuerdo a su capacidad de perforación además de cómo es común el alcance del avance del disparo o la profundidad del taladro.
- **Rectitud:** Este criterio puede variar de acuerdo a las características del equipamiento para perforación, tipo de roca y método de perforación utilizado. En términos generales para que el explosivo se distribuya adecuadamente se necesita garantizar la mayor rectitud posible, así como una alineación adecuada. De esta manera el explosivo podrá Alcanzar la mayor parte de los arranques. Otro aspecto importante para alcanzar una óptima perforación es asegurar el paralelismo que presentan los taladros de esta manera se puede garantizar que las cargas explosivas tengan una interacción eficiente con lo cual se asegura una voladora de calidad.
- **Estabilidad:** Para asegurar este aspecto se debe mantener abierto el taladro hasta el momento en que se use. Si la superficie de trabajo presenta condiciones sueltas o tiende a desmoronarse es necesario revestir el taladro interiormente usando tuberías especiales, de manera que se pueda realizar la carga. Además es normal usar Métodos de revestimiento que empleen material arcilloso especial, por ejemplo la bentonita que generalmente se usa en operaciones petrolíferas o la diamantina.

Velocidad de Penetración: Este Criterio no sólo se puede reducir a el uso de la fuerza, también se tiene que considerar un uso adecuado del barreno

además de la limpieza de los de tribus en las labores que se use aire comprimido o agua presión esta labor de limpieza se debe realizar utilizando la misma barra.

Orientación de los Taladros en una Perforación: Este criterio exclusión para lograr una orientación paralela de los taladros respecto a la superficie libre, con ello se busca asegurar una degradación del cuerpo de rocas orientada por la superficie libre asegurando la utilización del efecto perpendicular en dirección del taladro. Esta orientación está sujeta a los factores siguientes: el grado de fragmentación, la cantidad de caras libres de la labor, el tipo de terreno, tipo de explosivos, método de disparo entre otros.

Perforación secundaria

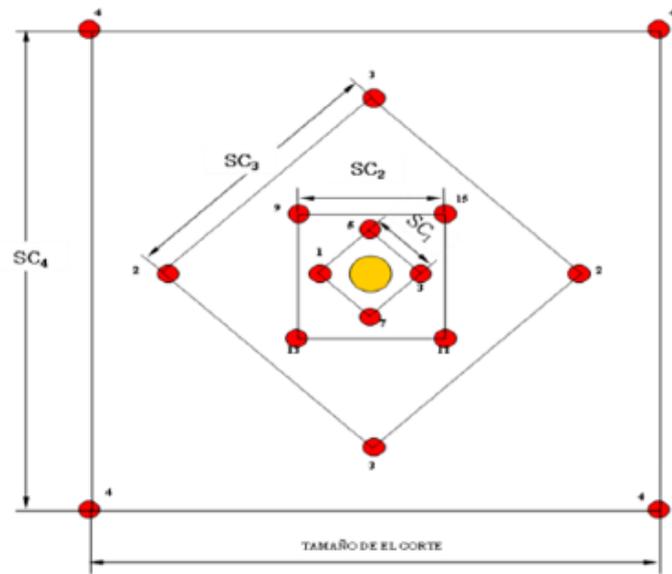
(López Jimeno C. - 2002). Cuando se produzca una voladura con un mal nivel de fragmentación por causa de un disparo deficiente ser necesario ejecutar este tipo de perforaciones. Otra causa que necesita de este tipo de perforaciones se produce cuando el cuerpo natural de rocas presenta fisuras. Se debe considerar que estas perforaciones Presentan un nivel de peligro y pueden retrasar el trabajo general. Normalmente se eliminan este tipo de bancos usando perforaciones de corto alcance entre dos a cuatro pies que se denominan cachorros para poder depositar el explosivo. Otro modo de eliminarlos colocar el explosivo en la superficie de falla que se denomina plasta Utilización de este método está sujeto al tamaño del banco.

Perforación de arranque o de los trazos

Arranque – Trazo: Se trata de ejecutar una cara libre adicional partiendo de la segunda cara libre que se generó. Para ello se realiza una ampliación de la abertura con taladros de primera y segunda asistencia que se disponen alrededor de la arranca buscando delimitar totalmente la labor que se ejecutará.

Figura 7

Modelo de trazo de voladura

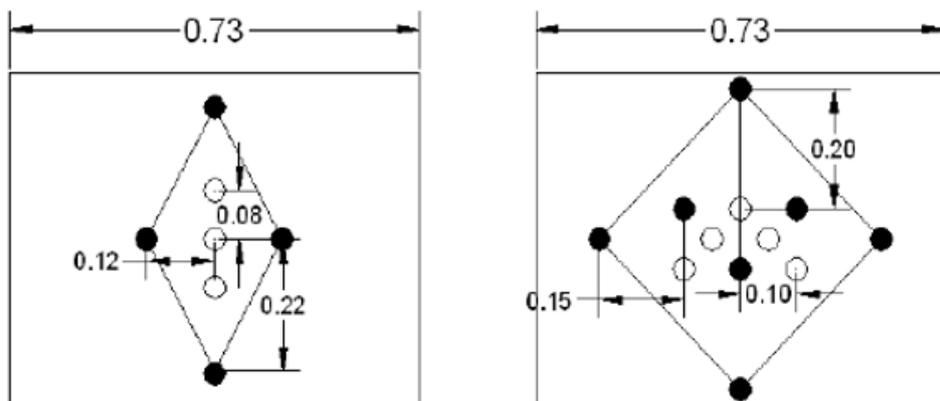


Arranques usados en la Empresa Minera Aurífera Retamas

Roca dura

Figura 8

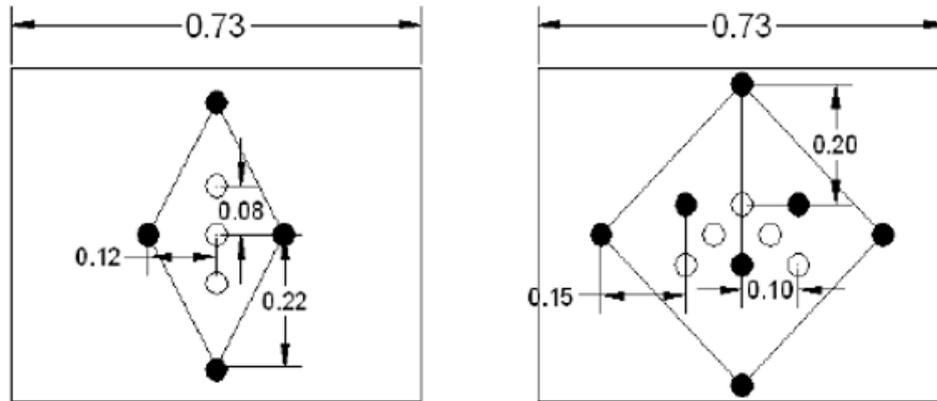
Arranques para roca dura, usados en la mina "MARSA"



Roca semidura

Figura 9

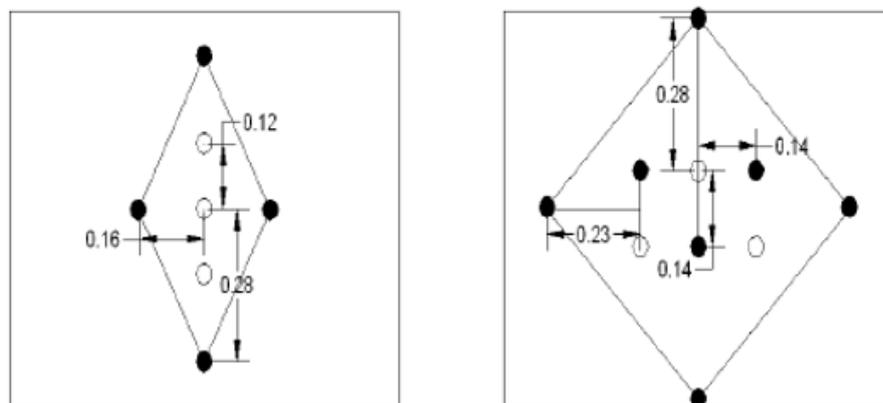
Arranques para roca semidura, usados en la mina "MARSA"



Roca suave

Figura 10

Arranques para roca suave, usados en la mina "MARSA"



Tipos de Arranque ó Trazo:

Se pueden distinguir varias formas de arranque y cada una de ellas recibe distintas denominaciones dependiendo de su forma o el lugar donde se lo ejecute en primeramente. Sin embargo, en general se los puede agrupar en tres grandes conjuntos que se señalaron a continuación:

- a. **Corte ó trazos angulares:** Se trata de la disposición angular del taladro con respecto al frente perforado. Este método tiene la finalidad de que cuando la explosión se produzca se pueda formar un cono de base o también

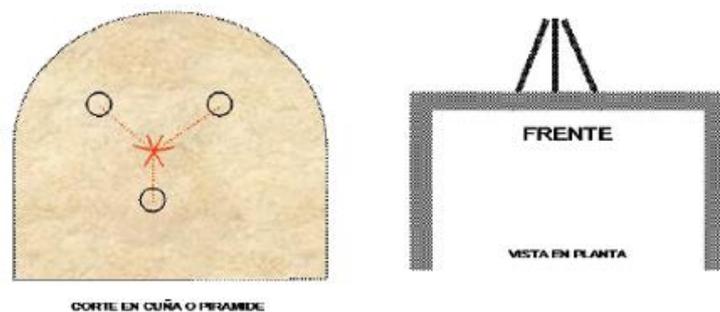
llamado cara libre con dimensiones amplias y de una moderada profundidad, lo cual dependerá del terreno en el que se lleve a cabo la labor.

Los cortes angulares se subdividen en:

- Corte en Cuña o en "V"
- Corte en pirámide

Figura 11

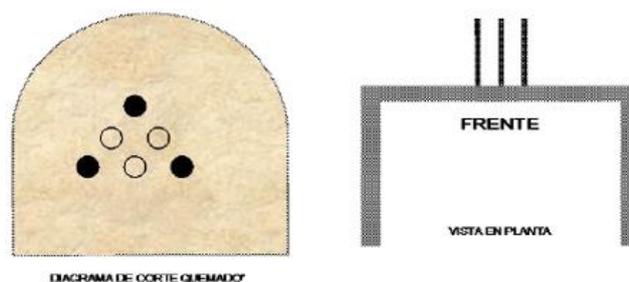
Corte en cuña o en "V"



- b. Corte ó trazo paralelos:** Para ese tipo de corte se deben disponer como mínimo tres taladros en orientación horizontal, es decir que se encuentren paralelamente orientados entre sí de forma exacta. El eje de orientación será la galería. En el caso en el que el terreno presente condiciones de dureza altas este método deberá disponer los taladros Más próximos cada uno del otro. Para realizar este tipo de cortes se debe dejar libre de carga uno o más de los taladros, estos se denominarán de alivio.

Figura 12

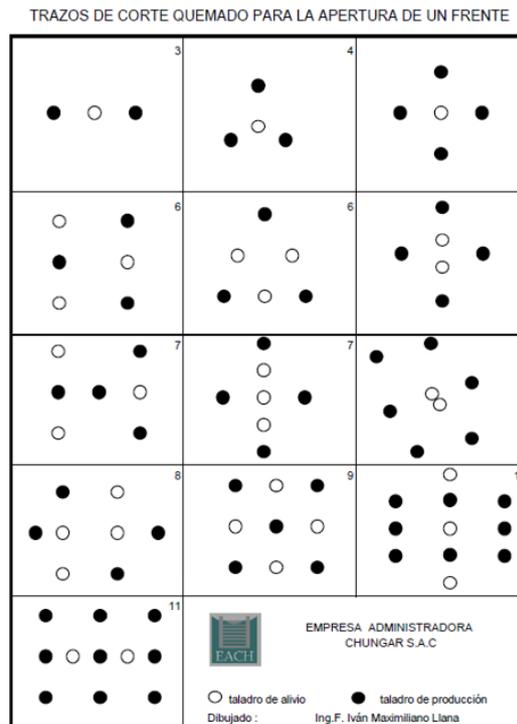
Corte Paralelo



- c. **Cortes Combinados:** Se trata de combinar el método de corte en B y el corte pirámide. Este método presenta variables del corte quemado las cuales son: corte crack y corte escalonado.

Figura 13

Trazos de corte quemado para frentes



Perforación en malla marcada

Se trata de pintar las líneas de una cuadrícula que ya fue pre calculada, estas marcas deben ir en el frente de modo que puedan servir de guía al operador de perforación. Los tipos de malla estandarizada corresponden a cada tipo de roca motivo por el cual se deben hacer diseños específicos de maya. Las mallas ubicadas en el sector de techo deben llevar taladros de alivio con el fin de que la labor al terminar presente un arqueado con la finalidad de conseguir controlar de mejor manera el terreno.

Figura 14

Perforación con malla cuadrada



Pasos para marcar una malla de perforación

Los profesionales de la topografía deben señalar la línea de dirección y de gradiente.

Ambas servirán de guías de rumbo y de piso para permitirnos avanzar con las labores en una cara libre solamente. La orientación para esta labor será recta y con dimensiones estándares.

Figura 15

Plantilla para el marcado de la malla de perforación

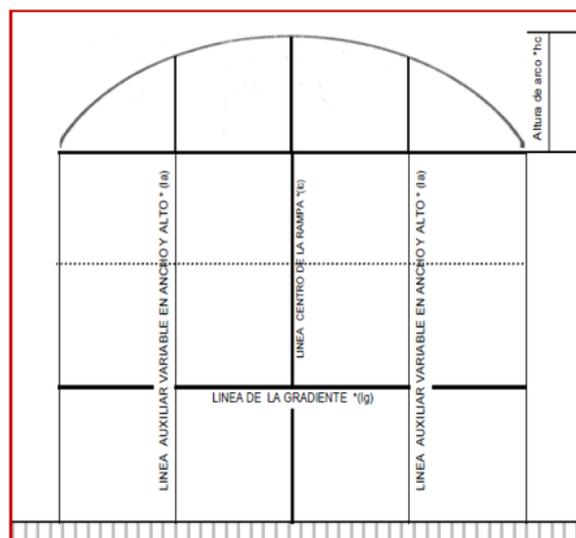


Figura 16

Ubicación de los taladros en una malla estándar

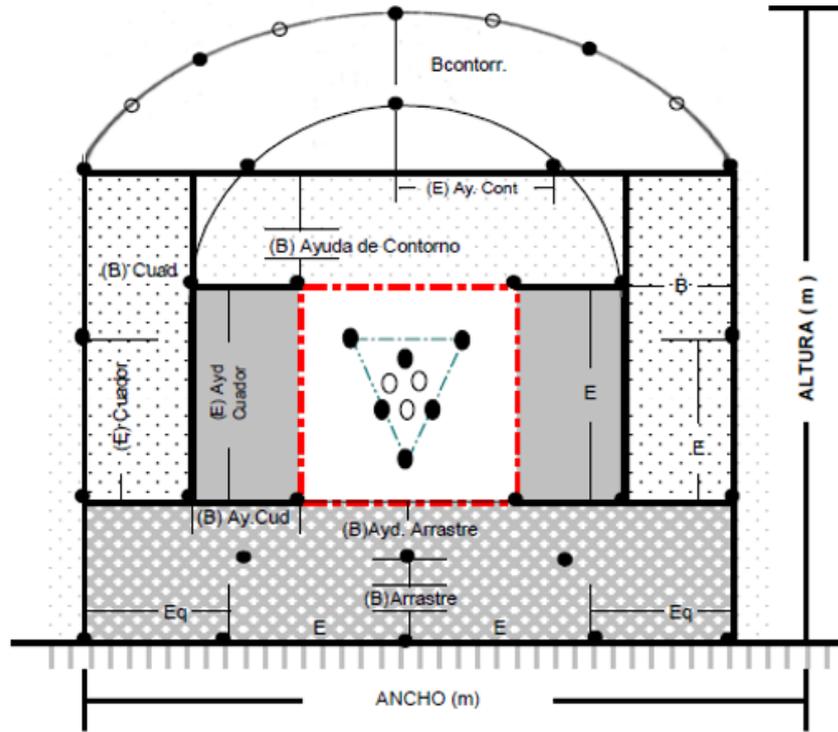
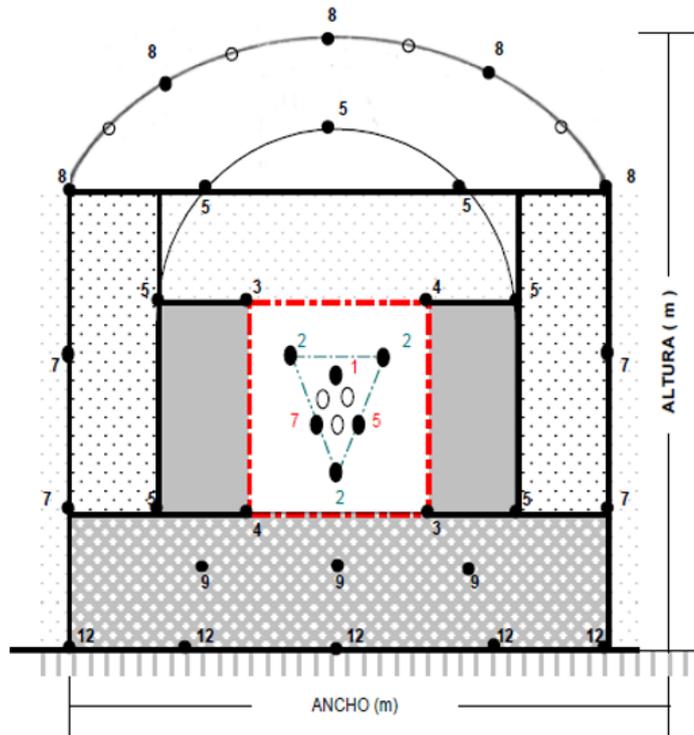


Figura 17

Secuencia de salida con fulminante no eléctrico



Voladura de rocas

López Jimeno C. y García Bermúdez (2003) “La voladura de rocas, debe ser la labor que finalice toda la actividad en ese sentido de ser considerado como el cierre de la guardia. Para conseguir una exitosa voladura se debe seguir cuidadosamente los criterios que nos marcan la mecánica de ruptura de rocas. En ese sentido debemos considerar a la voladura como un procedimiento tridimensional en el que los explosivos generan presiones que al estar confinadas dentro de los taladros de perforación originen segmentos donde se concentre la energía a niveles altos lo cual debe producir efectos dinámicos, así como fragmentación y desplazamiento del cuerpo de rocas”.

El primer fenómeno se refiere a las dimensiones de los fragmentos que se producen y a partir de ellos se pueden distribuir por porcentajes de tamaños mientras que el segundo se refiere al movimiento de las masas trituradas de roca.

Condiciones para una Voladura de Rocas:

Es común que se presente distintos elementos que pueden interferir directamente o indirectamente al momento de realizar una voladura, normalmente estos factores son interdependientes es decir se relacionan unos con otros, además de presentar características que pueden ser controladas y otras que no pueden ser controladas.

a) Propiedades Físicas:

- **Dureza:** Este criterio nos indica de forma aproximada con qué dificultad será perforada la roca.
- **Tenacidad:** Este criterio nos indica de forma aproximada con qué dificultad se romperá la roca debido a los efectos de la fuerza de compresión, impacto o tensión. En este caso la tenacidad puede variar entre fiable o fácil, intermedia o incluso difícil o tenaz.

- **Densidad:** Este criterio nos indica de forma aproximada con qué dificultad se podrá volar la roca. La densidad puede variar de 1.0 a 4.5 g/ cm³ en promedio. en materiales densos es necesario el uso de explosivos que puedan romperse rápidamente.

Densidad = peso/volumen (g/cm³)

- **Textura:** Forma que los cristales o granos se encuentran relacionados entre sí generalmente presenta una estructura de amarre la cual nos indica el grado de cohesión o concentración. Este criterio también se relaciona con la facilidad que presentará la roca para romperse.
- **Porosidad:** Se trata de la cantidad de oquedades o poros que presenta la roca lo cual determina cuánto material líquido puede absorber.
- **Variabilidad:** Es natural no encontrar una composición homogénea para todos los cuerpos de roca, esa característica también se aplica a su textura. Es decir las rocas normalmente presentan características anisotrópicas y heterogéneas en altos índices marcados.
- **Grado de Alteración:** Se trata del nivel de deterioro que se produjo por acción de la exposición a la intemperie además del contacto con sustancias freáticas y de la exposición a fenómenos de carácter geológico. Todo este tipo de contactos generan un grado de modificación y transformación de la roca.

b) Propiedades elásticas o de resistencia dinámica de las rocas:

- **Frecuencia Sísmica:** Se trata específicamente de los niveles de velocidad con los que las ondas podrán atravesar la roca.
- **Resistencia Mecánica:** Se trata de la capacidad que presenta la roca para resistir las fuerzas de tensión y compresión.

- **Fricción interna:** Es la capacidad de deslizar que presenta las superficies internas cuando están sometidas a determinados esfuerzos por ejemplo estratificación de rocas.
- **Módulo de Yung:** Se trata de la Capacidad elástica para resistir a la deformación.
- **Radio de Poisson:** Se trata de la concentración radial que se orienta transversalmente o de manera longitudinal cuando un material se encuentra bajo fuerzas de tensión.
- **Impedancia:** Este concepto relaciona tanto la densidad del material explosivo y su velocidad detonación con la velocidad sísmica y la densidad del material rocoso. Su objetivo es establecer el nivel de frecuencia sísmica de la roca para poder averiguar si requiere un explosivo con características de alta velocidad de la detonación.

c) Condiciones Geológicas:

- **Estructura:** Se trata del perfil rocoso en términos de cómo se presenta, este perfil se encuentra sujeto necesariamente a las condiciones de origen y a sus etapas de formación como pueden ser estratos, macizos entre otros.
- **Grado de Fisuramiento:** Se trata del indicador específico para los niveles de intensidad y amplitud que presentarán naturalmente fracturamiento de una roca. En este caso son determinantes el rumbo y el pensamiento es decir la orientación que presenten los sistemas de fisura y el espacio que se encuentre entre ellos además de la apertura y el tipo de relleno que se use en las discontinuidades ubicadas.
- **Presencia de Agua:** Este criterio resulta importante debido a que condiciona el método y el tipo de explosivos que se utilizarán.

d) Parámetros de Explosivo (Propiedades Físico –Químicas):

- **Densidad:** Está determinada por su peso específico que no señala que a mayores densidades mayor potencia, esta presenta una variación de 0.7 y 1.6 g/cc. También se debe señalar que todo material explosivo presenta un nivel de densidad crítico por encima del cual ya no podrá ser de detonado.
- **Transmisión o Simpatía:** Se trata de la capacidad de transmitir por la columna de carga la onda de detonación. en condiciones adecuadas el nivel de simpatía puede asegurar que la columna de carga presente una explosión total.
- **Resistencia al Agua:** En este aspecto se pueden encontrar variaciones que van desde una capacidad nula hasta una capacidad excelente, para ello hay que considerar una observación de un periodo prolongado de tiempo.
- **Energía del Explosivo:** Se calcula tomando como base su formulación, y es fundamental para realizar el cálculo que presentará la capacidad de su trabajo.
- **Sensibilidad a la Iniciación:** Es fundamental el uso de un dispositivo de iniciación para cada explosivo o en todo caso se debe usar mínimamente cebo para iniciar la de detonación. es común tener como referencia el detonador número ocho para una calificación de explosivo alto o sensible. Y en agentes de voladuras insensibles es normal que se requiera un cebo más potente.
- **Volumen Normal de Gases:** Este criterio del volumen de gases que se genera estará determinado por las condiciones específicas de la detonación en ese sentido un kilo de explosivo con presión de una atmósfera y 0 °C debe ser el criterio básico para estimar el volumen

normal la cual indicará la cantidad de energía disponible que se necesitará para efectuar el trabajo. En términos generales esta varía de 600 a 1000 l/kg.

- **Presión de Taladro:** Se trata del nivel de fuerza que pueden ejercer los gases al empujar sobre la pared del taladro. Estas pueden expresarse en kg/cm² o en kilobar o en mega pascal Mpa.
- **Categoría de Humos:** En términos generales todas las sustancias explosivas tienden a generar gases de CO y NO En distintos volúmenes. Este criterio sirve para calificar el nivel de seguridad o toxicidad de dichos gases.

e) Condiciones de la carga

- **Diámetro de la carga** (diámetro del taladro)

También conocido como diámetro de taladro es el criterio que tiene una influencia directa sobre los rendimientos que presentará el material explosivo además determinará la amplitud de la malla de perforación. Para ello hay que tener en cuenta que cada material explosivo presenta un diámetro crítico que marca un límite de detonación por debajo de este límite no generarán una de detonación.

- **Geometría de la carga**

En términos básicos se trata de la relación entre la longitud de carga y su diámetro además del punto donde es indicado. Su acción se puede evidenciar en los procesos de rompimiento y en las formaciones de zonas de fractura además de los taladros de voladura con carga cilíndricas.

- **Grado de acoplamiento**

Se trata de la distancia radial entre la carga y el taladro comparando ambos diámetros. La posibilidad de acoplar físicamente de una manera

efectiva la roca con la carga explosiva posibilita que se transfiera la onda de choque entre ambas. Por ese motivo tiene una importancia significativa sobre el rompimiento de la roca. En términos técnicos un taladro se encuentra acoplado cuando el diámetro del cartucho es próximo al diámetro del taladro.

En cambio, el desacoplamiento sólo se recomienda para voladuras controladas o que presten amortiguamiento por medio de un colchón de aire para resistir el impacto de esta manera se logra disminuir la fragmentación. En términos técnicos un taladro se encuentra desacoplado cuando su diámetro es mayor que el diámetro del cartucho.

- **Grado de confinamiento**

Este criterio está sujeto al acoplamiento del taqueo o acabado además del uso de taco inertes que sirven para sellar el taladro y de las geometrías de la carga es decir la distancia entre taladros y la dimensión del Burden.

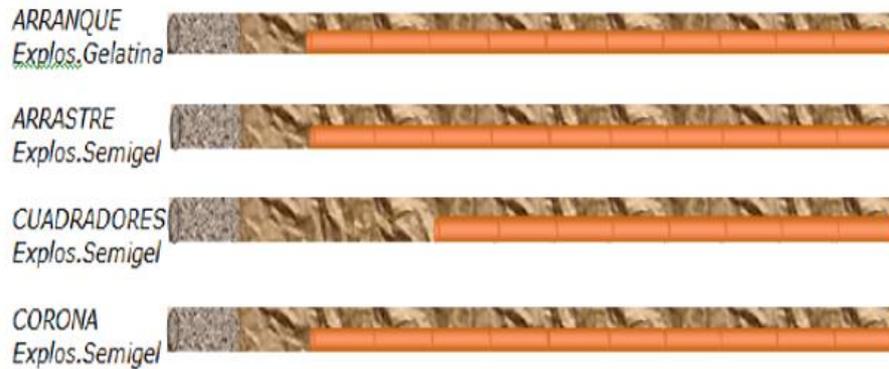
Si las condiciones del confinamiento no están sujetas se producirá una voladura con un nivel pobre en su resultado.

- **Distribución de carga en el taladro**

En este aspecto existen distintas estrategias por un lado las cargas explosivas pueden tener un tipo determinado para todo el taladro, a esto se le denomina carga única. Pero también se puede distribuir las densidades de la carga de diferente manera, es decir colocar las cargas densas por separado de las cargas potentes, a esto se le denomina carga de fondo y a los explosivos menos densos se le denomina carga de columna.

Figura 18

Distribución de cartuchos de 8'



- **Intervalos de iniciación de las cargas (Timing)**

Es necesario que los taladros se disparen guardando un secuenciado ordenado y preestablecido de manera correcta. De esta manera se podrán abrir caras libres que serán necesarias para la salida de cada uno de los taladros. Este resultado se puede lograr con detonadores de retardo o bien con sistemas de encendido Escalonado de forma convencional.

2.3. Definición de términos conceptuales

Burden: Se conoce con esta denominación a la distancia que se separa la cara libre de un taladro cargado dentro de la malla de perforación. Los principales criterios para realizar un burden son los diámetros de perforación, El perfil del material rocoso y la característica de la carga explosiva que se empleara.

Cara libre o taladro de alivio: Este elemento sirve para que las ondas de compresión que se producen después de voladura se reflejen contra ella y de esta manera origina fuerzas de tensión que produzcan la fragmentación de la roca.

Corte quemado: Específicamente se trata de una forma de arranque que busca perforar como mínimo tres taladros de forma paralela en relación al eje de la galería.

Este método es de uso general cuando se trata de una superficie dura y para ello se debe dejar unos cuantos taladros vacíos para que se pueda constituir una cara libre, de esta manera se podrá asegurar que la roca triturada pueda expandirse hacia ese espacio con lo cual se logra su expulsión. En este caso los taladros de corte deben presentar una profundidad más amplia.

Costos operativos o de producción mina: Se trata de los costos que se generan continuamente por el normal funcionamiento de las actividades mineras. Estos costos se encuentran relacionados directamente a aspectos específicos de la producción y en general se los clasifica como directos e indirectos.

Distribución de la carga explosiva: Se trata del número de explosivos y accesorios de voladura que deben ser repartidos en el polvorín para las distintas labores a ejecutar, para poder distribuir las cargas necesarias se debe contar con un permiso de salida del material explosivo.

Espaciamiento: Específicamente se trata del espacio que existe entre los taladros con carga que conforman una misma fila o los que están dispuestos en una misma área dentro de la configuración de malla de perforación.

El Factor de Potencia y/o Factor de carga: Se trata de la relación entre la cantidad de toneladas que se calcula romper y la cantidad de kilogramos de material explosivo que se necesitará usar para ejecutar una determinada voladura. El factor de carga generalmente se calcula en metros cúbicos. Normalmente se lo calcula con estas relaciones: Kg/TM y Kg/m³.

KPI: Se trata de un conjunto de indicadores orientados a medir el desempeño General de una organización dentro de un proceso específico elaborando distintas acciones estratégicas. Como parte de estas evaluaciones

resulta determinante medir el índice de logros de resultados planteados por la organización para poder ubicarla dentro de un espacio efectivo de acciones logrados y con ello poder establecer aspectos a mejorar (SYDLE, 2022)

Perforación en breasting: Se trata de una orientación a nivel horizontal de la perforación. En este caso la malla de perforación necesitará contar con la cara libre en el sector inferior.

Rendimiento: En circunstancias que involucren operaciones de minería empresarial se puede entender como rendimiento: el tiempo en promedio de las unidades de producción ejecutadas por el equipamiento en cada periodo de tiempo afectivo. En términos técnicos este indicador debería establecer el valor de diseño del equipamiento, pero puede ser modificado por distintos aspectos, las condiciones físicas del lugar donde se ejecutará la tarea como el entorno, las condiciones propias del equipamiento y por las técnicas de sonido. Con estos elementos se puede seguir y establecer la vida útil de diversos equipamientos. Sin embargo, este indicador por sí solo no representa un instrumento útil para la resolución de problemas o detección de causas de los problemas es por ello que debe ser analizado en conjunto con otros elementos para poder establecer cualquier tipo de investigación en ese sentido. La correcta y eficiente Ejecución de su aplicación depende directamente de la información que se obtenga y sobre todo de su calidad la cual es repercutirá al calcular cada uno de los factores que se encuentran en juego. En otras palabras, es útil si los resultados que arroja son claros y consistentes con medida además de comprobables coherentes y responsables.

Smooth Blasting: Es un tipo específico de voladura utilizado para espacios de contorno. También se denomina voladura suave, y es la que se utiliza en operaciones de galerías o túneles donde se la conoce como voladura de periferia.

Formulación de la hipótesis

Hipótesis General

Al evaluar los KPIs operativos de la perforación y voladura podemos determinar el rendimiento se tiene, al usar barrenos de 6' y 8' en las labores, de la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A

Hipótesis específicas

Hipótesis específica a

Al evaluar los KPIs operativos de la perforación y voladura podemos determinar los rendimientos en la parte técnica como avance/disparo, factor de perforación, toneladas rotas por taladro, factor de potencia, factor de carga, consumo de explosivos, al usar barrenos de 6' y 8' en las labores, de la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A

Hipótesis específica b

Al evaluar los KPIs operativos de la perforación y voladura, que rendimiento en la parte Económica como costos directos, indirectos, al usar barrenos de 6' y 8' en las labores, de la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A

Identificación de variables

Variables para la hipótesis general

KPIs operativos de perforación y voladura

Rendimiento

Variables para la hipótesis específicas

Para la variable específica a

KPIs operativos de perforación y voladura

Rendimiento técnico

Para la variable específica b

KPIs operativos de perforación y voladura

Rendimiento económico

2.4. Enfoque filosófico – epistémico

Al desarrollar la presente investigación podemos acercarnos a la ciencia desde varias perspectivas. Es posible que nuestra meta sea resolver el problema sobre minería específicamente sobre mallas de perforación. Pero, a la vez, lo que encontremos en ella de explicativo o creíble puede ser distinto si aplicamos a otra realidad o lo realiza otra persona que no es de la especialidad como puede ser un comerciante, un importador de equipos industriales, un investigador o un maestro. Es decir, que nuestras preocupaciones acerca de la actividad científica pueden ser distintas según el ángulo desde el cual la pensemos. Lo importante al juzgar o evaluar a la ciencia es diferente según nuestra relación con ella en determinados momentos: si la vemos como ingenieros, funcionarios, productores, divulgadores o consumidores. Por lo tanto, tenemos de entrada un área compleja al pensar sobre la ciencia según nuestro punto de partida. En la presente investigación nos colocamos como investigadores de un área de la ciencia a la que queremos ver más vinculada a los problemas e intereses del desarrollo de la minería.

Además, para solucionar el problema o comprender algo no sólo tenemos a la ciencia. Hay diversas vías para conocer; todas pueden reclamar legitimidad y eficiencia. La ciencia no nos da la única manera de entender el mundo y nuestras vidas, aunque sí es, junto con la tecnología, la que puede explicar y debatir los métodos que usa, y los que usan otras vías. De hecho, coexisten muchas maneras simultáneas en las sociedades modernas. Con frecuencia, en nuestras comprensiones personales y en la cultura hay nociones de pensamiento mágico o de superstición, costumbres, conocimientos aceptados como ciertos porque alguien con cierta autoridad lo ha dicho, consensos alcanzados por el diálogo, intuiciones profundizadas por medio de la literatura y el arte en general, observaciones directas, y un largo etcétera.

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE LA INVESTIGACION

3.1. Tipo de Investigación

Según Oseda, Dulio (2008:117), En este caso se decidió elaborar una propuesta del tipo aplicada. Debido a que se consideró más adecuado el enfoque que: “centra sus esfuerzos en concretar las posibilidades de teorías generales en la realidad, y para ello pone su capacidad en dar soluciones a la problemática planteada desde las esferas sociales y humanas”

3.2. Nivel de investigación

En este caso el nivel que se pretende elaborar es de carácter explicativo. De acuerdo a lo que nos indica Restituto Sierra Bravo (2002) “El tipo de trabajo explicativo busca hacer específicas las propiedades más destacadas de ciertos acontecimientos fenómenos o hechos que deberán ser sometidas a una experimentación en el campo o en condiciones de laboratorio”.

3.3. Características de la investigación

Procedimental porque sigue un proceso determinado, comenzando con una idea, luego siguiendo la premisa y finalmente logrando el objetivo o producto final.

La investigación implicó analizar y recopilar datos no numéricos para comprender opiniones, experiencias y conceptos, así como datos sobre la Evaluación de los KPIs Operativos de la Perforación y Voladura al Usar Barrenos de 6' y 8' con Fines de Mejora, en la Compañía Minera Aurífera Retamas S.A. (MARSA)

3.4. Método de investigación

En este caso nos guiaremos por la metodología científica debido a que es necesario guiarnos por su estructura de planteamiento como lo señala: “Este tipo de metodología ofrece un tipo de procedimiento que descubre las condiciones en que hechos específicos aparecen. Se caracteriza en términos generales por ser de alcance tentativo, además de ofrecer una verificación y razonamientos rigurosos y una aproximación empírica”.

Además, Kerlinger señala que “Esta metodología Abarca un conjunto normativo que puede regular los procedimientos de cualquier tipo de investigación que necesariamente deberá ser calificada como un indagación en parámetros científicos”.

Por otro lado este mismo autor señala que “la aplicación de una metodología científica al estudio de la problemática pedagógica tendría como resultados una investigación necesariamente científica”.

3.5. Diseño de investigación

El diseño a emplear será el diseño cualitativo y que recogeremos información de las voladuras que realiza la empresa u observaremos los resultados de dichas voladuras, también revisaremos información existente en los archivos de la mina.

3.6. Procedimiento del muestreo

Población

Según Oseda, Dulio (2008:120) “se trata de la agrupación de elementos que pueden compartir al menos un rasgo en común. dicho rasgo puede ser cualquier aspecto característico que comparta este miembro con su comunidad o conjunto de pares basados en ese mismo rasgo. para nuestro caso de investigación la población seleccionada comprende los frentes de avance de la zona de Valeria II”.

Muestra

El mismo Oseda, Dulio (2008:122) menciona que “se trata de una fracción reducida pero representativa del conjunto total de la población coma en términos específicos es un subconjunto con propiedades representativas generales pues conserva las características esenciales de todo el conjunto. Al presentar dichas características una muestra adecuada permite que un trabajo de investigación pueda generalizar sus hipótesis y resultados hacia todo el conjunto de la población estudiada”. en nuestro caso la muestra representativa está compuesta por la RP (+) 10172-SE de la zona de VALERIA II.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se empleó en nuestra investigación lo siguiente

Técnicas

Las técnicas usadas en la presente investigación serán: la observación, revisión documentaria, entrevistas no estructuradas; (Datos de campo, las observaciones, Tesis bibliográficas, monografías de las minas, eventos de actualización, trabajos inéditos

Instrumentos

Los instrumentos que se usaron en nuestra investigación fueron:

- Guía de observación
- Archivos sobre información de perforación y voladura

- Libreta de campo

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Hecho la recolección de datos de campo en cuanto a los tiempos que toma el desatado de roca, la limpieza, el sostenimiento, la perforación y voladura; dando énfasis a los parámetros de la perforación y voladura procederemos a ordenar, seleccionar depurar los datos para posteriormente analizarlo y sacar los resultados que nos llevaran a las conclusiones. Para lo cual usaremos el programa Excel, Word.

3.9. Orientación ética

Desde la formulación del proyecto siempre hemos trabajado con honestidad, practicando los principios de la verdad, responsabilidad, respetando los derechos de las personas e instituciones

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Aspectos generales de la mina

Ubicación

La localidad de Pataz se caracteriza por ser una provincia con importante producción de metales auríferos. En términos territoriales posee un área que abarca los 160 km de largo y los 3 km de ancho. Desde épocas precolombinas son conocidas sus vetas por sus contenidos auríferos con componentes de cuarzo y sulfuros. En esta localidad se han registrado 16 Minas con operaciones importantes a nivel subterráneo en los últimos 100 años, las cuales han producido aproximadamente 6 millones de onzas de oro. Además, las estimaciones señalan que esta localidad todavía tiene una capacidad de 40 millones de onzas aproximadamente.

Minera Aurífera Retamas S.A. En la localidad de Llacuabamba que pertenece distritalmente a Patate y de Patate y además a nivel departamental a la Libertad. En términos geográficos se encuentra situada en la sección oriental de la Cuenca hidrográfica del marañón. (DE LA CRUZ , 2018)

Accesibilidad

Estas operaciones son accesibles por dos vías punto se puede llegar a ellas mediante una carretera o por avión como se puede ver en el siguiente cuadro.

Tabla 1
Accesibilidad de la Mina MARZA

ACCESIBILIDAD			
TRAMO	DISTANCIA	VIA	ESTADO
Lima-Trujillo	562 km	Carretera	Asfaltado
Trujillo- Chiran	34 km	Carretera	asfaltado
Chiran- Chagual	307 km	Carretera	Trocha
Chagual- Mina Gigante	70 km	Carretera	Trocha
Lima - Pías	70 minutos	Aéreo	Comercial
Trujillo - Pías	45 minutos	Aéreo	Comercial

Figura 19
Ubicación de la mina MARZA



Método de minado

Método de explotación Long Wall

Se debe destacar que actualmente se aplica el método Long Wall, que por sus características necesita de una chimenea en la parte del centro la cual divide el blok en dos secciones. Partiendo de esta división se da inicio a la rotura

en orientación del rumbo y a la salida hacia el subnivel. Aprovechando que este método ofrece una comodidad para la perforación y además se puede usar continuamente el winche para las labores de limpieza.

En el caso del sostenimiento este método requiere que se emplee puntales de madera con secciones de cabezales Jack pot Más conocidos Como platos pretensados que requieren se aplique puntualmente el wood pack.

- **Geometría del yacimiento**

Ley promedio : 11 gr/ton

Buzamiento : Sub horizontales con 30°

Potencia : Variable, 0.10 m. a 0.80 m.

Forma : Irregular.

Preparación Del Block (20 m. x 20 m.)

- **Galería;** Esta sección puede desarrollarse en los niveles inferiores con dimensiones de 2.10 m x 2.40 m. Por sus características esta labor debe avanzar en orientación longitudinal siguiendo la estructura de mineralización. Además, luego cuando la labora haya sido finalizada esta infraestructura servirá para transportar los materiales de producción y de desecho.
- **By-pass;** Este tipo de elementos deben contar concepciones de 2.10 m x 2.40 m. su finalidad es comunicar las labores entre sí buscando generar una movilidad y fluidez de los recursos más eficientes en las operaciones de explotación.
- **Chimeneas;** Es necesario preparar este tipo de secciones con una dirección de buzamiento a 30° con una orientación ascendente y secciones de 1.50 m X1.50 m. Asimismo las chimeneas en los sectores intermedios deben contar concepciones de 2.40 m 1.50 m. Estas servirán como cara libre para alcanzar una longitud de 20 m.

- **Subniveles;** La primera sección del nivel de base debe desarrollarse por encima de la galería para ello se debe dejar un puente de 4 m cada sección del nivel debe tener uno 1.20 m x 1.80 m.

Para el caso del segundo nivel que se encontrará en la sección intermedia debe contar con dimensiones de 1.20 m X 1.80, además de una sección corrida de 20 m.

Los costos de preparación de chimeneas centrales por el método de explotación Long Wall equivalen o inclusive son menores al costo que puede generar las caras libres empleadas en el método de Corte y Relleno.

Figura 20

Preparación de block de 18.5 m. x 20.0 m. vista isométrica

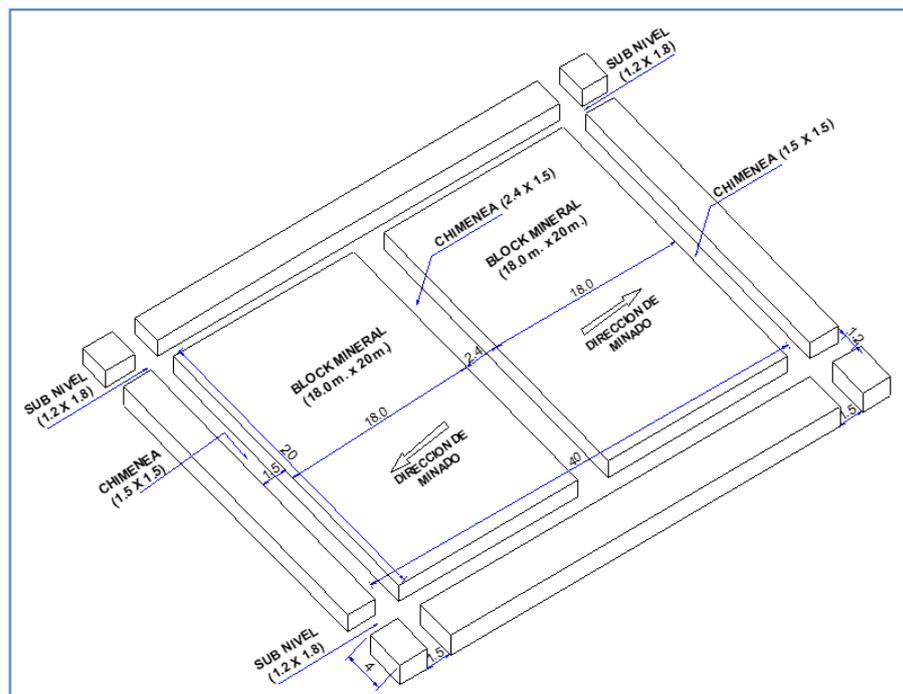
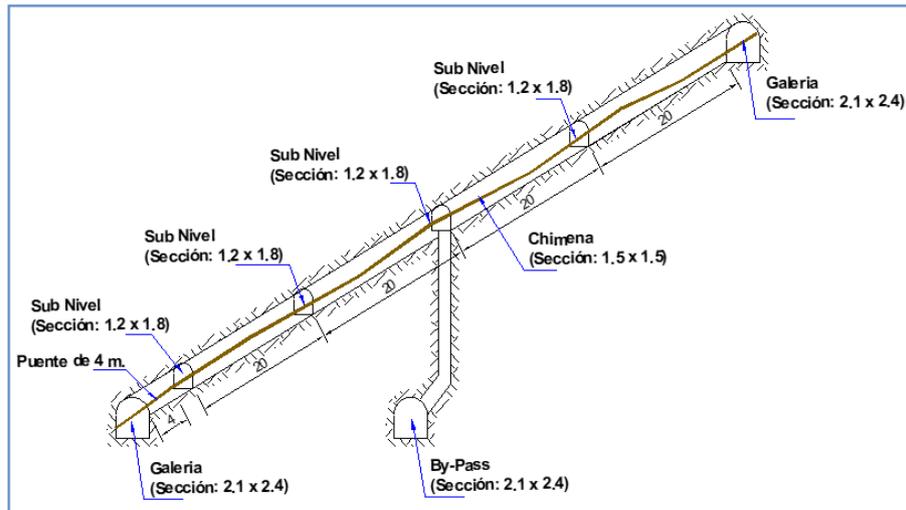


Figura 21

Preparación de block de 18.5 m. x 20.0 m. vista en sección



Explotación

Burden (B)

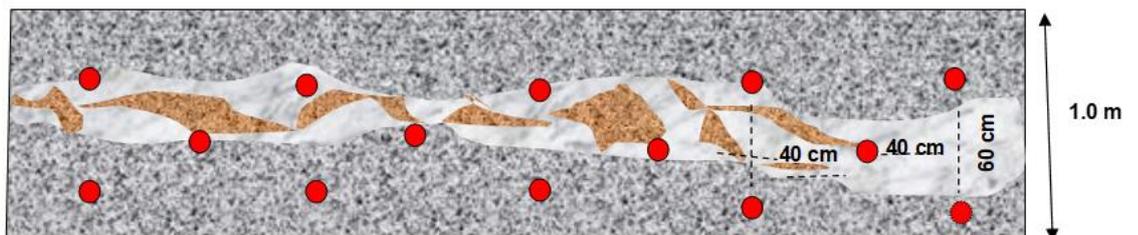
Burden de 40 cm.

Espaciamiento (E)

60 cm de espaciamiento.

Figura 22

Distribución de Burden y Espaciamiento



Altura de minado, Para vetas con potencia por debajo del metro, Se debe alcanzar por lo menos 1 metro.

La longitud del taladro, Se debe efectuar con barrenos de al menos 1.2 m.

Voladura, Se debe utilizar dinamita pulverizada o en consistencia semi gelatinosa, su elección dependerá del tipo de dureza del material.

Limpieza. Para realizar adecuadamente esta labor se usarán Winches de 15 HO y rastras de 36". Con la finalidad que se pueda alcanzar un rendimiento cercano a las 10 th/hr.

Sostenimiento. En este caso se deberá fortificar mediante puntales de madera de 7" con cabezales jack pot, con la finalidad de que el terminado pueda tener una velocidad adecuada para reducir los tiempos de instalación de los puntales con platilla de madera a 15 minutos de los 45 minutos anteriores. el espacio entre cada puntal debe medir 1.5 m además se deben alinear para que el rastrillo efectúe la limpieza adecuada.

Además, se podrá instalar el sistema Wood pack si se necesita sostener la sección del techo por lo que dure todas las labores de exploración del block.

Relleno. Al finalizar la explotación de dimensiones 38.5 m x 20 m será necesario rellenar las secciones.

Figura 23

Vista de dirección de minado dos grupos

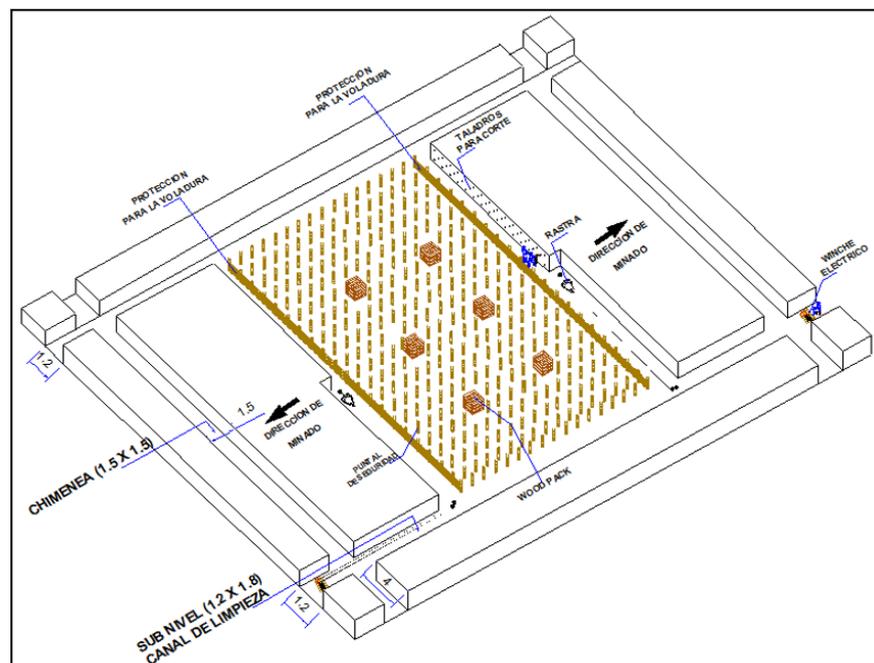


Figura 24

Vista del block explotado con sección de 38.5 x 20 m.

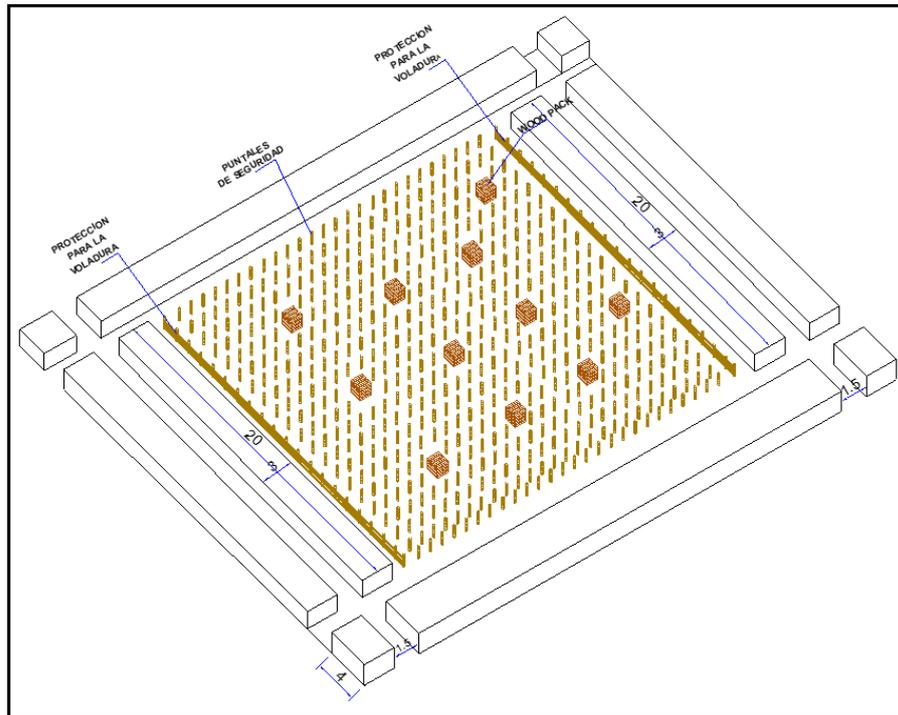


Figura 25

Vista de block relleno

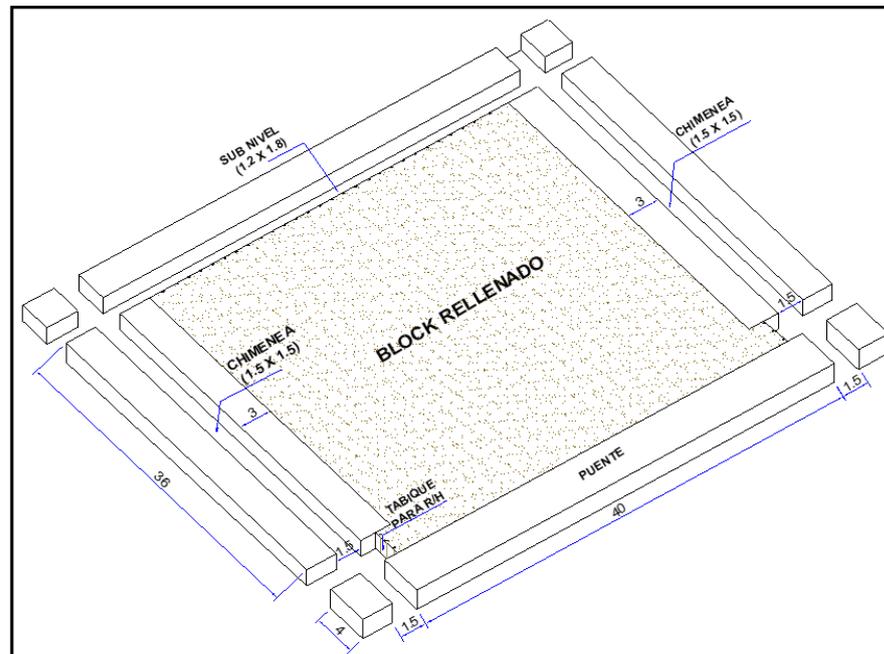


Figura 26

Dimensionamiento del Block, Preparación

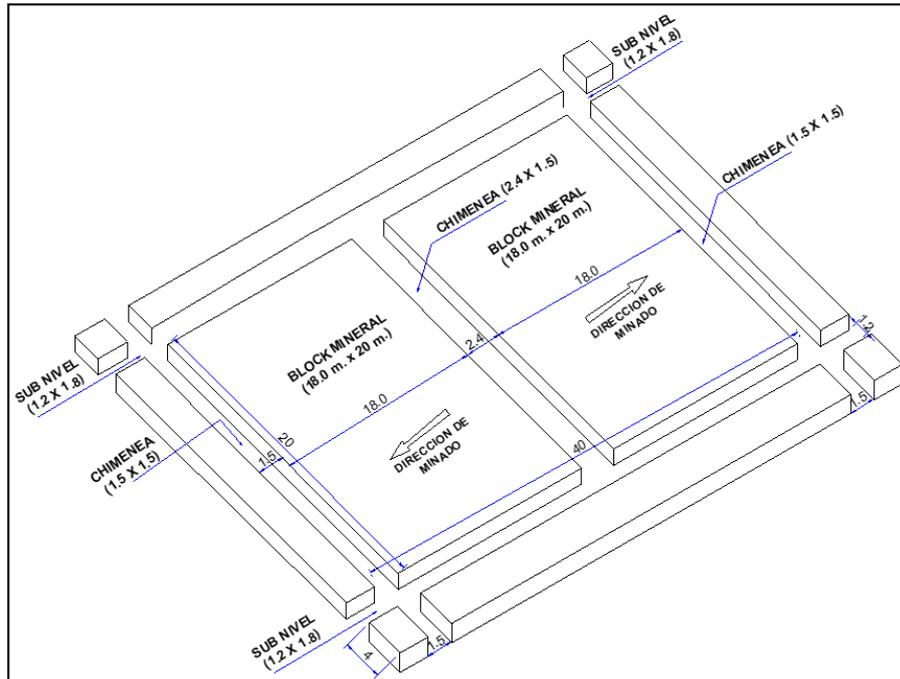


Figura 27

Dimensionamiento del Block, Preparación, vista en sección

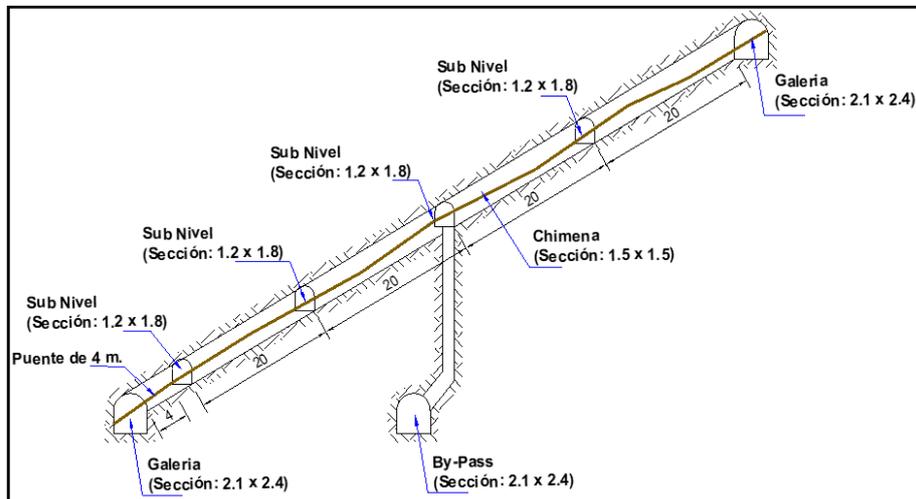


Figura 28
Perforación y voladura

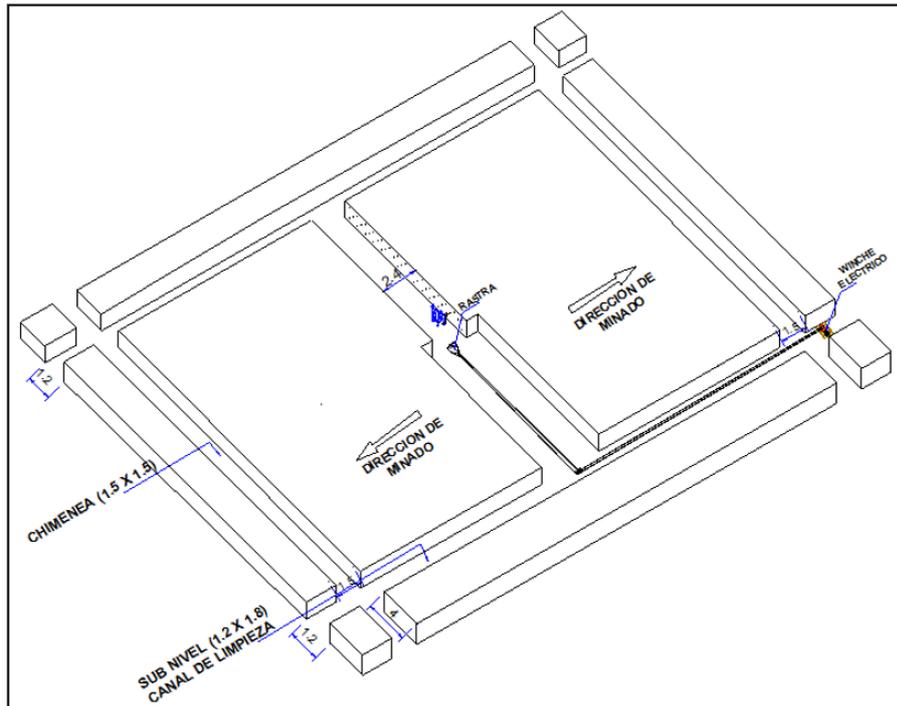


Figura 29
Sentido del avance con dos grupos

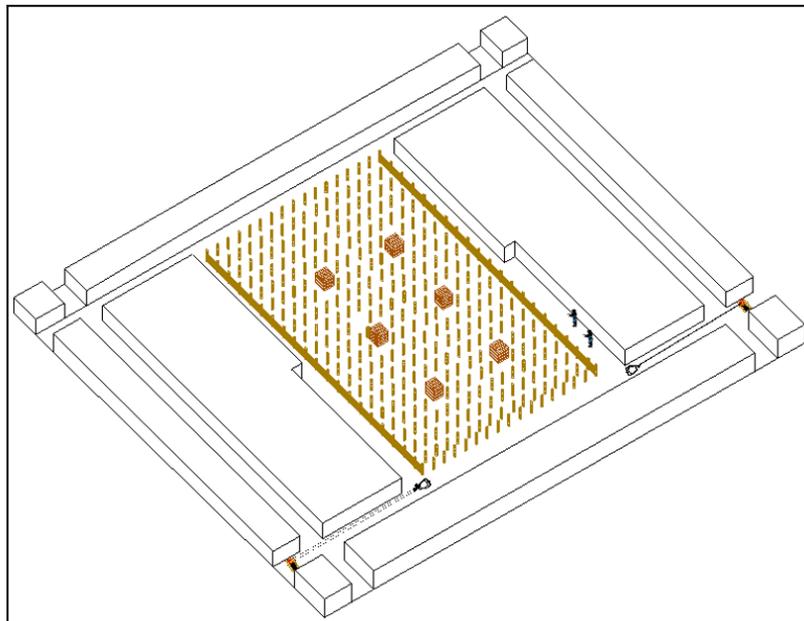


Figura 30
Perforación

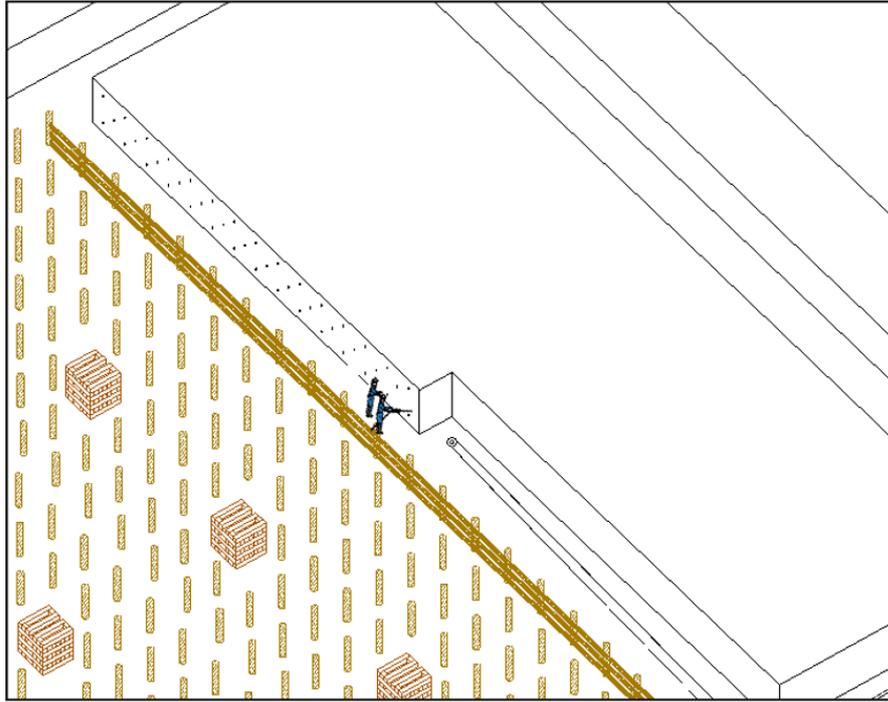


Figura 31
Carguío de taladros

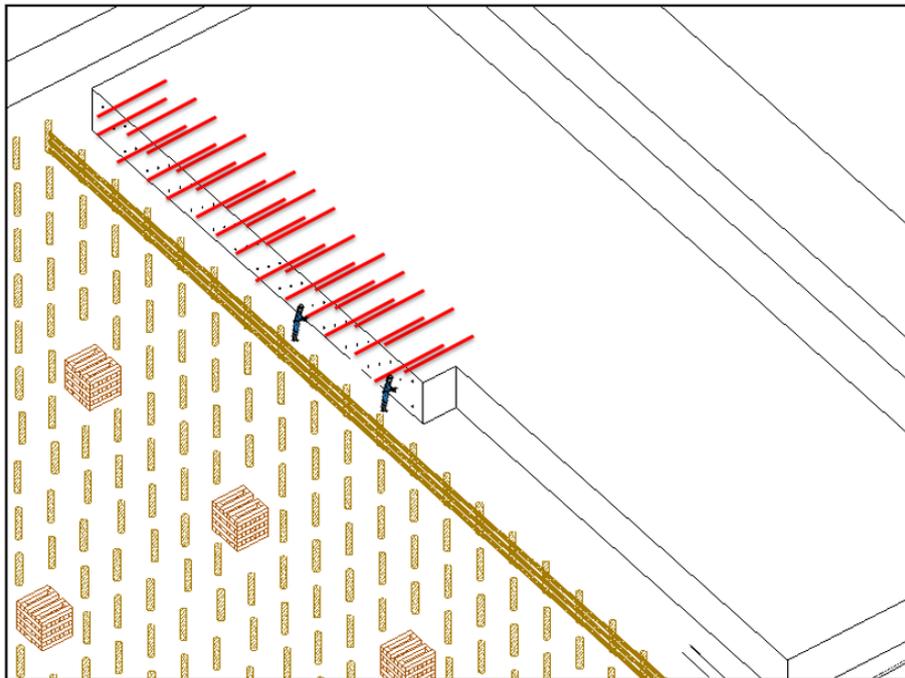


Figura 32

Voladura

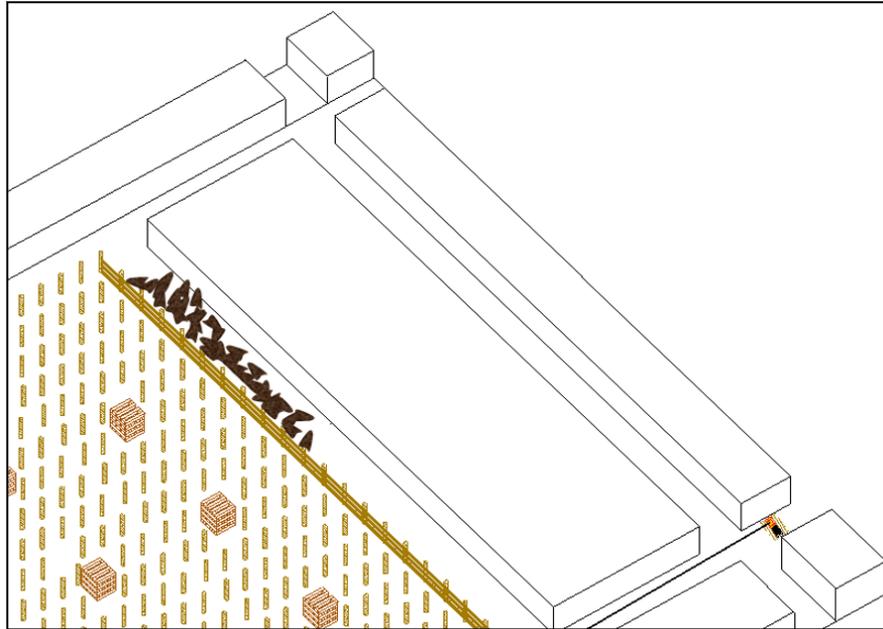


Figura 33

Limpieza en 'L' con rastra de 36", WINCHE 15 HP

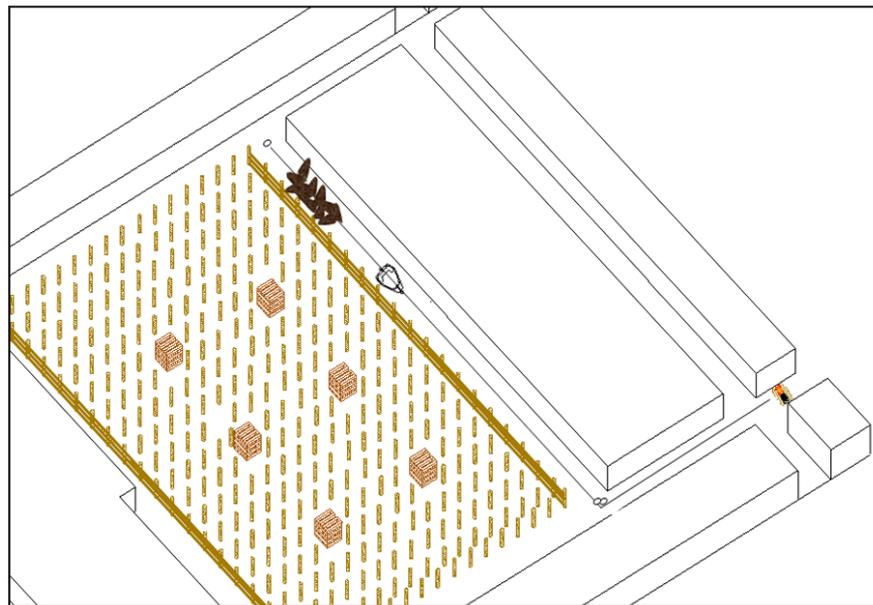


Figura 34

Limpieza del tajeo con rastra de 36", winche 15 HP



Figura 35

Sostenimiento con puntales y cabezales Jack Pot



Figura 36

Entablado lateral para mantener el canal de rastrillaje



Figura 37

Sostenimiento con Wood Crib 2x2



Perforación y voladura actual con barrenos de 6 pies

Al evaluar los KPIs de la perforación y voladura se tuvo en cuenta el tipo de roca regular, la malla de perforación y las secciones de 2.4 m x 2.7 m.

Se realizaba la perforación con 39 taladros donde 37 taladros son cargados y 2 taladros vacíos

A su vez se tiene taladros de alivio los cuales se utilizan barras pilotos de 4,6 y 8 pies con rimadoras de 64 mm

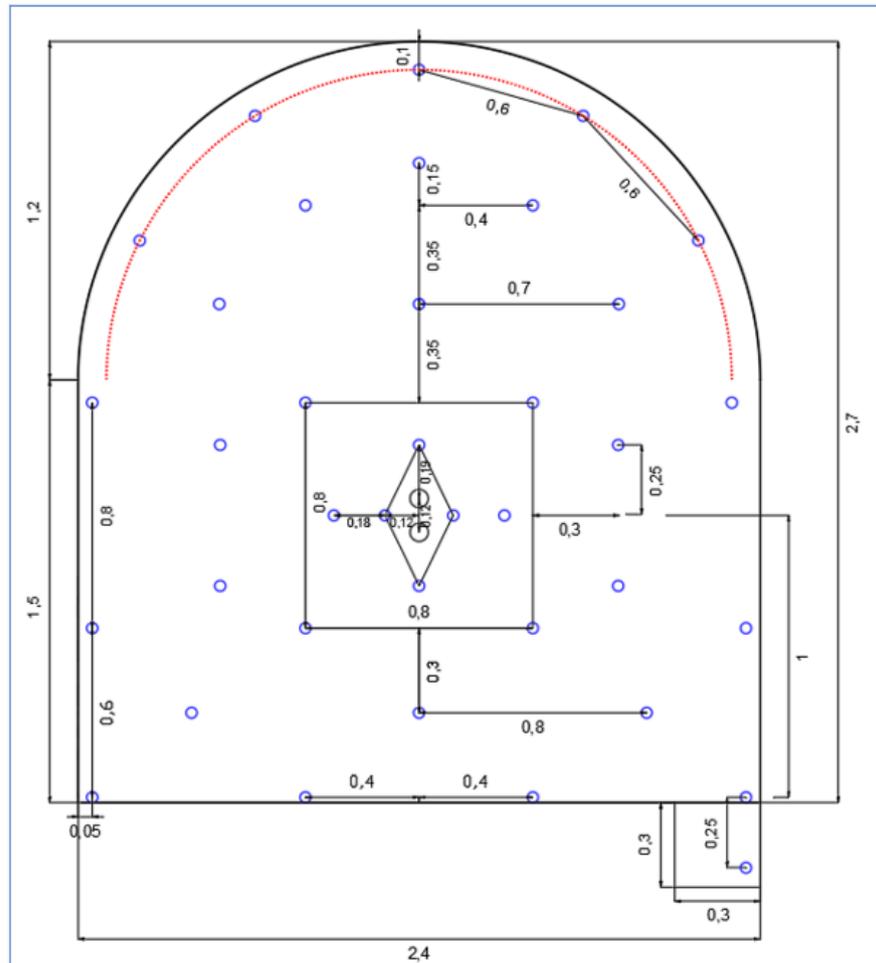
Usar brocas de 38 y 36 mm para perforaciones

Se viene utilizando barras cónicas de 4 y 6 pies de longitud.

Malla de perforación, sección de 8' x 9' x 6 pies

Figura 38

Malla de perforación en sección de 8' x 9' x 6 pies



Distribución de los explosivos en los taladros

Figura 39

Distribución de los explosivos en los taladros



Parámetros de rendimiento de perforación CRUCERO DE 8' X 9' (6 PIES)

Datos de perforación de CRUCERO DE 8' X 9' (6 PIES)

Tabla 2

Parámetros perforación de CRUCERO DE 8' X 9' (6 PIES)

PERFORACIÓN	
FECHA	10 – enero - 2022
Equipo	Perforadora Jack leg, Pala neumática
Sección	2.40m x 2.70m
Avance	1.55 ml.
N° de taladros	42
N° de taladros cargados	35

Datos de voladura de CRUCERO DE 8' X 9' (6 PIES) /disp.

Tabla 3

Parámetros de voladura de CRUCERO DE 8' X 9' (6 PIES) /disparo

VOLADURA	
Semexa 65 %	12.96 kgs.
Gelatina especial 75 %	4.4 kgs.
Exadit 45 %	1.52 kgs
Carmex	10.8
Cordón detonante (pentacord)	18
Mecha rápida	18
Factor de potencia	2.13
Factor de carga/metro lineal	11.44
Factor de carga/taladro	0.53

Parámetros de rendimiento de perforación CRUCERO DE 8' X 9' (6 PIES)

Tabla 4

Parámetros de rendimiento de perforación CRUCERO DE 8' X 9' (6 PIES)

Parámetros de perforacion CRUCERO DE 8' X 9' (6 PIES)	
PERFORACION	
Tipo de roca	III-A; III-B
Longitud de barra	1.80 m.
Longitud efectiva de perforacion	1.65 m.
Eficiencia de perforacion	91.67 %
Densidad de material	2.70 tn/m ³
Volumen/disparo	9.40 m ³ /disp.
Tonelaje/disparo	25.38 tn/dispar.
PARAMETROS DE PERFORACION	
Diámetro de brocas	38.36 mm
Espaciamento	0.30
Burden	0.15
Numero de taladros	42 taladros

RENDIMIENTOS	
Avance/disparo	1.60 m/disp..
Rendimiento ml/hg	0.53 m/hg
Rendimientos en avances	96.96 %
Factor de perforacion	6.75 m/m3
Taladros perforados/hora	12.8 tal/hr.
Toneladas rotas/taladro	0.60 tn/tal
Tiempo de posicionamiento/empate	0.10 hr
Tiempo efectivo de perforacion	1.96 hr.
Tiempo de retiro	0.31 hr.
Tiempos muertos	0.87 hr.
Tiempo de perforacion	3.26 hr.

**Costo de voladura EN FRENTES DE AVANCE CON BARRENO DE 6 PIES,
CRUCERO DE 8' X 9' (6 PIES)**

Tabla 5

Costo de voladura EN FRENTES DE AVANCE CON BARRENO DE 6 PIES

VOLADURA	
Semexa 65 %	75.2 S/
Gelatina especial 75 %	35.5 S/
Exadit 45 %	7.2 S/
Fulminante N° 6	10.15 S/
Cordón detonante (pentacord)	3.99 S/
Conector para mecha rápida	16.1 S/
Mecha de seguridad	24.36 S/
Mecha de seguridad	19.44 S/
Total, S/x disparo	191.94 S/

**COSTO/METRO LINEAL de perforación EN FRENTE DE AVANCE CON
BARRENO DE 6 PIES, CRUCERO DE 8' X 9' (6 PIES)**

Tabla 6

*COSTO/METRO LINEAL de perforación EN FRENTE DE AVANCE CON
BARRENO DE 6 PIES*

ITEM	DESCRIPCION	INCIDENCIA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		SUBTOTAL US\$	TOTAL US\$/ML
1.- MANO DE OBRA								
	Maestro Perforista	1.1477	Tarea	1.00	81.66	US\$/Tarea	93.72	
	Palero	0.6077	Tarea	1.00	81.66	US\$/Tarea	49.63	
	Maestro Tubero-Carrilano	0.3754	Tarea	1.00	74.21	US\$/Tarea	27.86	
	Ayud. Perforista	1.1477	Tarea	1.00	68.09	US\$/Tarea	78.14	
	Peón	0.6077	Tarea	1.00	62.13	US\$/Tarea	37.76	
	Ayud. Tubero-Carrilano	0.3754	Tarea	1.00	68.45	US\$/Tarea	25.70	
		4.2617					312.81	201.81
2.- IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD								
	Personal Operativo normal	1.9664	Tarea	1.00	2.94	US\$/Tarea	5.78	
	Personal Operativo en Agua	2.2953	Tarea	1.00	3.32	US\$/Tarea	7.63	
							13.41	8.65
3.- MATERIALES Y HERRAMIENTAS								
	Barreno conica de 4'	0.1718	uni	1.00	148.71	US\$/uni	25.55	
	Barreno conica de 6'	0.0973	uni	1.00	206.25	US\$/uni	20.06	
	Manguera de 1"	0.0083	m	30.00	7.53	US\$/m	1.88	
	Manguera de 1/2"	0.0083	m	30.00	3.02	US\$/m	0.75	
	Conexiones	0.0083	uni	4.00	24.60	US\$/uni	0.82	
	Aceite	0.4175	ql	1.00	17.28	US\$/ql	7.21	
	Herramientas	1.0000	Tarea	1.00	0.00	US\$/Tarea	0.00	
							56.29	36.31
4.- EQUIPOS DE CONTRATA								
	Perforadora Jack Leg	1.00	pp	232.87	0.21	US\$/pp	48.89	
	Repuestos de lámpara	1.00	Tarea	4.26	0.74	US\$/Tarea	3.15	
							52.04	33.57
5.- SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS							434.55	280.35
6.- COSTOS INDIRECTOS								
	Contingencias		%		5%	US\$	31.69	20.44
	Vivienda		%		2.20%	US\$	6.88	4.44
	Medicinas		%		1.50%	US\$	4.69	3.03
	Gastos Generales		%		0%	US\$	0.00	0.00
	Utilidad		%		15%	US\$	65.18	42.05
							108.44	69.96
TOTAL COSTO x METRO LINEAL EN DOLARES (US\$/ML)							350.32	
	Gastos Generales		%		0.00%	US\$	0.00	0.00
TOTAL COSTO x METRO LINEAL EN DOLARES (US\$/ML)							350.32	

Propuesta de Diseño de la perforación y voladura para barrenos de 8 pies

Malla de perforación con barrenos de 8 pies

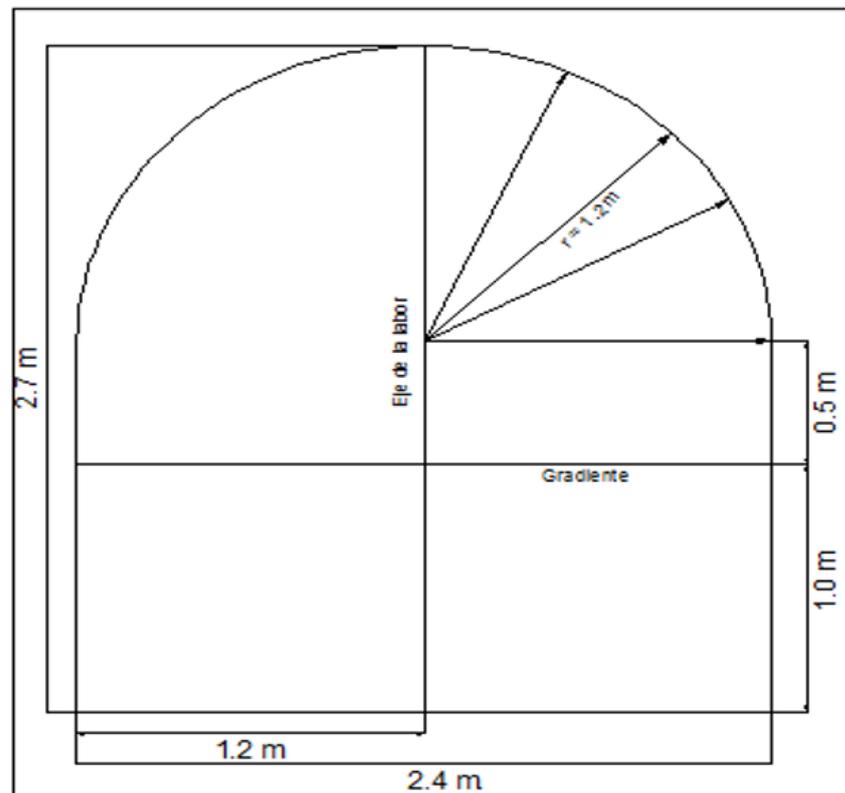
Para la perforación con barrenos de 8 pies se tuvo en cuenta lo siguiente:

Tipos de roca

- RMR 34 -10 = Roca mala, entre 30% hasta indeterminado
- RMR 59 – 35, Roca regular, entre 15% al 25%.
- RMR 100 – 60, Roca buena, entre 5% al 10%
- Se perfora Taladros de alivio utilizan barras pilotos de 4 y 8 pies con rimadoras de 64 mm
- Brocas de 38 y36 mm para las perforaciones
- Barras cónicas de 4, 6 y 8 pies de longitud

Figura 40

Malla de perforación de secciones de 8' X 9' (8 PIES)

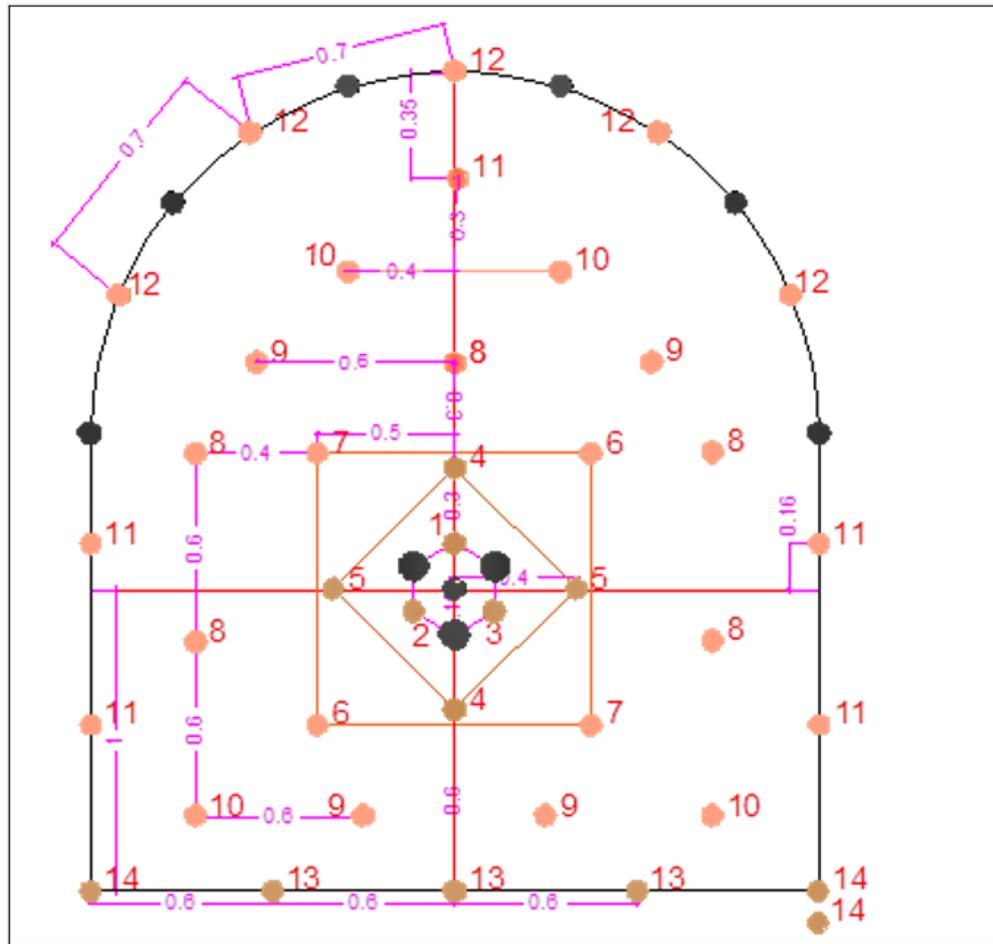


“Malla de perforación y voladura para RMR (100 – 60) 2.40 m X 2.70 m

Para roca buena RMR 100 – 60”

Figura 41

Malla de perforación de secciones de 2,4 m x 2,7m y barreno de 8 pies (RMR 100 – 60)

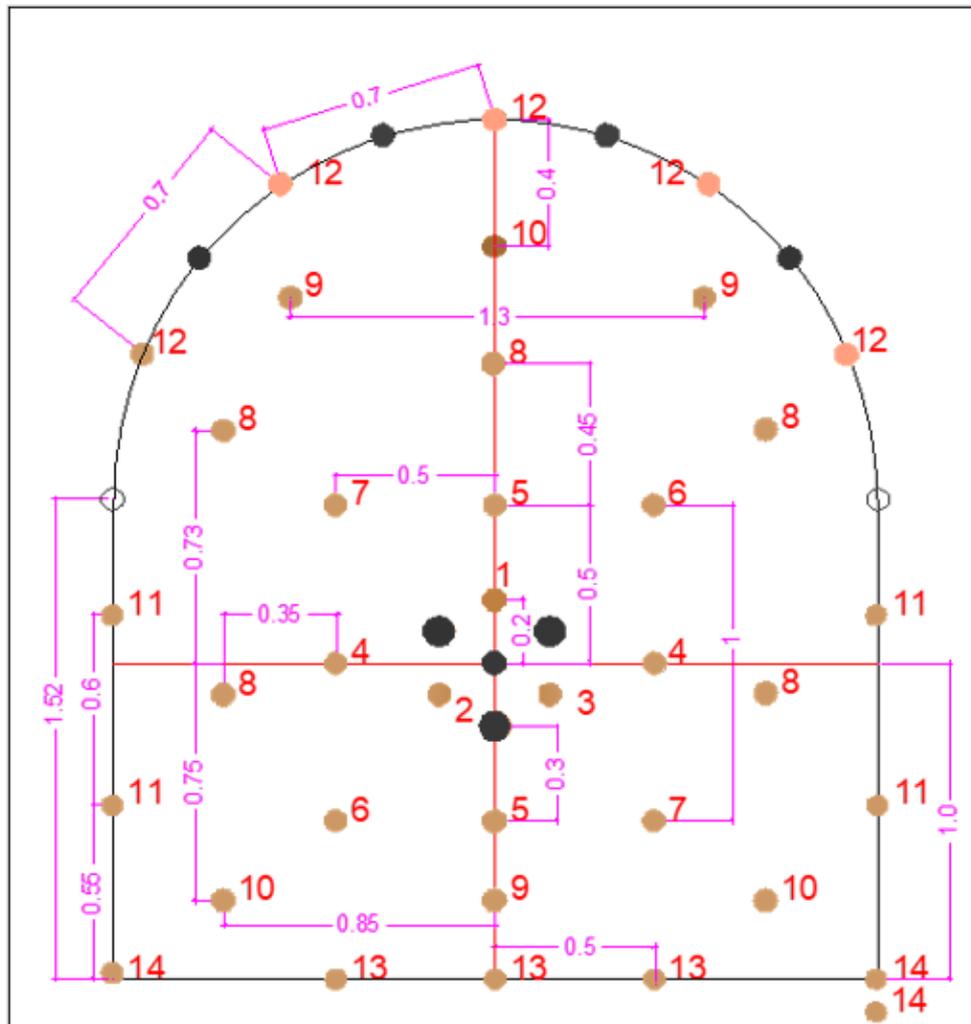


“Malla de perforación y voladura para RMR (35 - 59) 2.40 m x 2.70 m

Para Roca regular RMR 59 – 35”

Figura 42

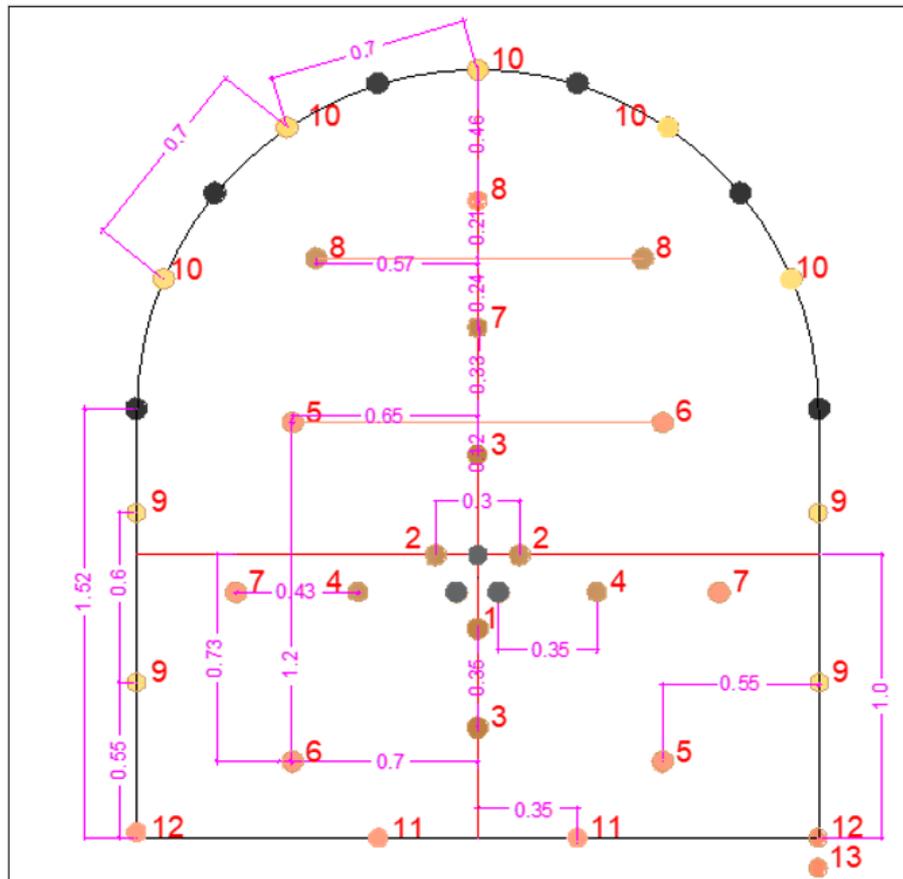
Malla de perforación de secciones de 2,4 m x 2,7m y barreno de 8 pies (RMR 59 – 35).



“Malla de perforación y voladura para RMR (34 - 10) 2.40 m x 2.70 m para roca mala RMR 34 – 10”

Figura 43

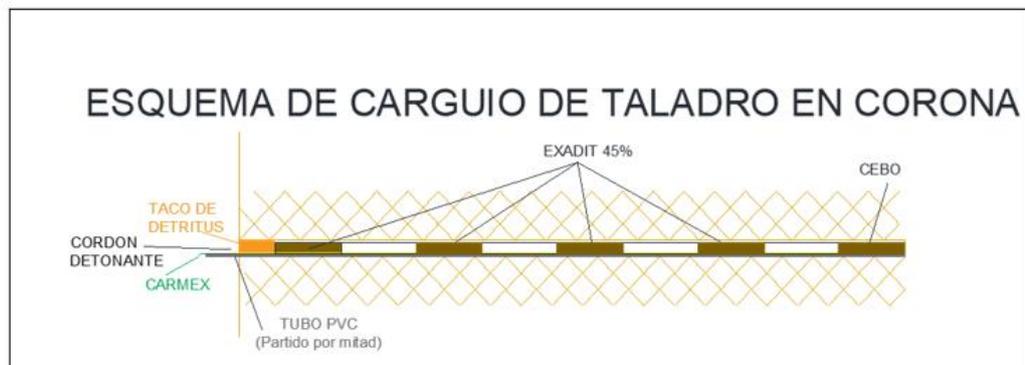
Malla de perforación de secciones de 2,4 m x 2,7m y barreno de 8 pies



Al realizar la descripción de los 3 tipos de roca que se encontró en las exploraciones se cuenta con el esquema de carguío para taladro, como lo muestra la figura siguiente:

Figura 44

Distribución de los cartuchos del taladro de corona



Parámetros de rendimiento de perforación CRUCERO DE 8' X 9' (8 PIES)

Datos de perforación de CRUCERO DE 8' X 9' (8 PIES)

Tabla 7

Parámetros de perforación CRUCERO DE 8' X 9' (8 PIES)

PERFORACIÓN	
FECHA	10 – enero - 2022
Equipo	Perforadora Jack leg, Pala neumática
Sección	2.40m x 2.70m
Avance	2.10 ml.
N° de taladros	44
N° de taladros cargados	37

Datos de voladura de CRUCERO DE 8' X 9' (8 PIES)/disp.

Tabla 8

Parámetros de voladura de CRUCERO DE 8' X 9' (8 PIES)/disp

VOLADURA	
Semexa 65 %	18.3 kgs.
Gelatina especial 75 %	5.28 kgs.
Exadit 45 %	2.28 kgs
Carmex	37
Cordón detonante (pentacord)	12
Mecha rápida	18
Factor de potencia	2.16
Factor de carga/metro lineal	11.75
Factor de carga/taladro	0.69

Parámetros de rendimiento de perforación CRUCERO DE 8' X 9' (8 PIES)

Tabla 9

Parámetros de rendimiento de perforación CRUCERO DE 8' X 9' (8PIES)

Parámetros de perforación CRUCERO DE 8' X 9' (8 PIES)	
PERFORACION	
Tipo de roca	III-A; III-B
Longitud de barra	2.40 m.
Longitud efectiva de perforacion	2.20 m.
Eficiencia de perforacion	91.67 %
Densidad de material	2.70 tn/m ³
Volumen/disparo	12.54 m ³ /disp.
Tonelaje/disparo	33.85 tn/disp.
PARAMETROS DE PERFORACION	
Diámetro de brocas	38.36 mm
Espaciamiento	0.28
Burden	0.14
Numero de taladros	44 taladros
RENDIMIENTOS	
Avance/disparo	2.17 m/disp..
Rendimiento ml/hg	0.72 m/hg
Rendimientos en avances	98.63 %
Factor de perforacion	7.07 m/m ³
Taladros perforados/hora	13 tal/hr.
Toneladas rotas/taladro	0.76 tn/tal
Tiempo de posicionamiento/empate	0.09 hr
Tiempo efectivo de perforacion	2.40 hr.
Tiempo de retiro	0.43 hr.
Tiempos muertos	0.49 hr.
Tiempo de perforacion	3.43 hr.

**Costo de voladura EN FRENTES DE AVANCE CON BARRENO DE 8 PIES,
CRUCERO DE 8' X 9' (8 PIES)**

Tabla 10

Costo de voladura EN FRENTES DE AVANCE CON BARRENO DE 8 PIES

VOLADURA	
Semexa 65 %	106.22
Gelatina especial 75 %	42.6
Exadit 45 %	10.8
Fulminante N° 6	10.73
Cordón detonante (pentacord)	4.44
Conector para mecha rápida	17.02
Mecha de seguridad	32.19
Mecha de seguridad	19.44
Total S/x disparo	243.44

**COSTO/METRO LINEAL de perforación EN FRENTES DE AVANCE CON
BARRENO DE 8 PIES, CRUCERO DE 8' X 9' (8 PIES)**

Tabla 11

*COSTO/METRO LINEAL de perforación EN FRENTE DE AVANCE CON
BARRENO DE 8 PIES*

ITEM	DESCRIPCION	INCIDENCIA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		SUBTOTAL US\$	TOTAL US\$/ML	
1.- MANO DE OBRA									
	Maestro Perforista	1.19	Tarea	1.00	81.66	US\$/Tarea	97.28		
	Palero	0.76	Tarea	1.00	81.66	US\$/Tarea	61.97		
	Maestro Tubero-Carrilano	0.51	Tarea	1.00	74.21	US\$/Tarea	38.11		
	Ayud. Perforista	1.19	Tarea	1.00	68.09	US\$/Tarea	81.12		
	Peón	0.76	Tarea	1.00	62.13	US\$/Tarea	47.15		
	Ayud. Tubero-Carrilano	0.51	Tarea	1.00	68.45	US\$/Tarea	35.15		
							4.93	360.78	170.18
2.- IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD									
	Personal Operativo normal	2.54	Tarea	1.00	2.94	US\$/Tarea	7.49		
	Personal Operativo en Agua	2.38	Tarea	1.00	3.32	US\$/Tarea	7.92		
							15.40	7.27	
3.- MATERIALES Y HERRAMIENTAS									
	Barreno conica de 4'	0.16	uni	1.00	148.71	US\$/uni	24.34		
	Barreno conica de 6'	0.09	uni	1.00	206.25	US\$/uni	19.11		
	Barreno conica de 8'	0.09	uni	1.00	310.81	US\$/uni	28.79		
	Manguera de 1"	0.01	m	30.00	7.53	US\$/m	1.88		
	Manguera de 1/2"	0.01	m	30.00	3.02	US\$/m	0.75		
	Conexiones	0.01	uni	4.00	24.60	US\$/uni	0.82		
	Aceite	0.54	gl	1.00	17.28	US\$/gl	9.35		
	Herramientas	1.00	Tarea	1.00	0.00	US\$/Tarea	0.00		
							85.04	40.11	
4.- EQUIPOS DE CONTRATA									
	Perforadora Jack Leg	1.00	pp	301.84	0.21	US\$/pp	63.37		
	Repuestos de lámpara	1.00	Tarea	4.93	0.74	US\$/Tarea	3.64		
							67.01	31.61	
5.- SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS							528.23	249.17	
6.- COSTOS INDIRECTOS									
	Contingencias		%	5%		US\$	38.11	17.98	
	Vivienda		%	2.20%		US\$	7.94	3.74	
	Medicinas		%	1.50%		US\$	5.41	2.55	
	Gastos Generales		%	0%		US\$	0.00	0.00	
	Utilidad		%	15%		US\$	79.24	37.38	
							130.70	61.65	
TOTAL COSTO x METRO LINEAL EN DOLARES (US\$/ML)								310.82	
	Gastos Generales		%	0.00%		US\$	0.00	0.00	
TOTAL COSTO x METRO LINEAL EN DOLARES (US\$/ML)								310.82	

Comparación de la estructura de costos en frentes de avance con barreno de 6 pies y 8 pies

Tabla 12

Comparación de la estructura de costos en frentes de avance con barreno de 6 pies y 8 pies

ITEMS	DESCRIPCION	FRENTE(6pies) US\$/ML	FRENTE(8pies) US\$/ML	DIFERENCIA US\$/ML	VARIACION %
1	MANO DE OBRA	201.81	170.18	31.63	15.67
2	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	8.65	7.27	1.38	15.95
3	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	36.31	40.11	-3.8	-10.47
4	EQUIPOS	33.57	31.61	1.96	5.84
5	EXPLOSIVOS	44.22	41.40	2.82	6.38
6	SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS	324.56	290.57	33.99	10.47
7	COSTOS INDIRECTOS	69.96	61.65	8.31	11.88
8	TOTAL COSTO/METRO LINEAL	394.52	352.22	42.30	10.72

Mejoras obtenidas en la perforación y voladura para barrenos de 6 y 8 pies

Indicadores de perforación

“Rendimiento de Avance / Disparo con Barreno de 6 pies”

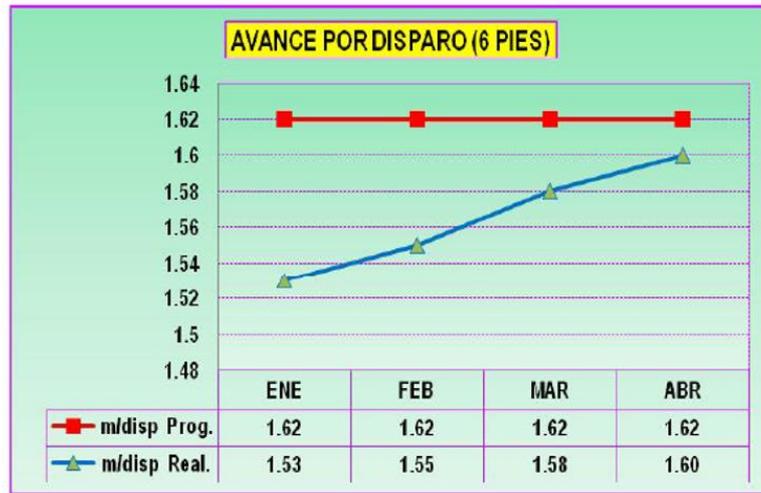
Tabla 13

Rendimiento de Avance / Disparo con Barreno de 6 pies

Indicador	Zona	Unidad		enero	febr.	marzo	abril
Avance por disparo 6 pies	Valeria	m/disp.	programado	1.62	1.62	1.62	1.62
		m/disp..	Real	1.53	1.55	1.58	1.60
	cumplimiento	%	94.4	95.7	97.5	98.8	

Figura 45

Avance/disparo con barreno de 6 pies



Se puede ver que los niveles de eficiencia en cuando a disparos y avances con barrenas de 6 pies mejora a comparación a la programación del mes, como consecuencia de las capacitaciones continuas en los Estándares de Perforación y Voladura.

“Rendimiento de Avance / Disparo con Barreno de 8 pies”

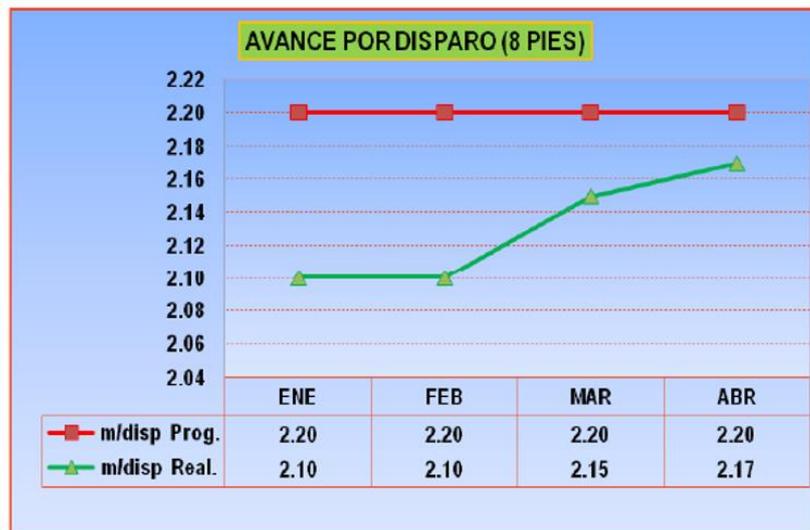
Tabla 14

Rendimiento de Avance / Disparo con Barreno de 8 pies

Indicador	Zona	Unidad		enero	febr	marzo	abril
Avance por disparo 8 pies	Valeria II	m/disp.	programado	2.20	2.20	2.20	2.20
		m/disp..	Real	2.10	2.10	2.15	2.17
	cumplimiento		%	95.5	95.5	97.7	98.6

Figura 46

Avance/disparo con barreno de 8 pies



Al implementar y aplicar el estándar de perforación y voladura en el frente de avance con barrenos de 8 pies, se obtuvo un rendimiento mayor de avance, de esta manera se pudo optimizar el costo unitario de Perforación y Voladura.

Rendimiento de Perforación Metro Lineal / Hombre Guardia

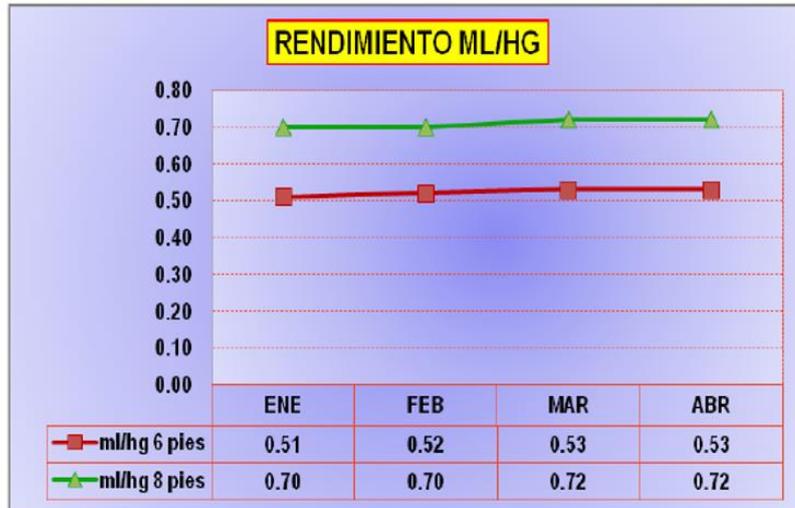
Tabla 15

Rendimiento de Perforación Metro Lineal / Hombre Guardia

Indicador	Zona	Unidad		enero	Febr.	marzo	abril
Rendimiento	Valeria	m/hg.	6 pies	0.51	0.52	0.53	0.53
	II	m/hg.	8 pies	0.70	0.70	0.72	0.72
	Variación			0.19	0.18	0.19	0.19

Figura 47

Rendimiento de Perforación Metro Lineal / Hombre Guardia



Aquí se muestra los rendimientos de perforación por metro lineales /hombre guardia con barreno de 8 pies a diferencia de 6 pies puede incrementar notablemente a medida que los operarios se adapten al tipo de trabajo y se cumplan los estándares de perforación y voladura en los frentes de avance.

Cumplimiento de Programa Mensual de Avances en Labores Lineales

Tabla 16

Cumplimiento de Programa Mensual de Avances en Labores Lineales

Indicador	Zona	Unidad	ene.	feb.	mar.	abr.	mayo.
Avance Lineal	Españolita	Prog.	50	30	40	10	
		Real	49	17	81	10	
		%	98	170	230	100	
	Valeria II	Prog.	260	280	225	105	185
		Real	185	228	228	253	200
		%	71	99	101	241	108
TOTAL		Prog.	310	310	365	115	185
		Real	234	245	309	263	200
		%	62	79	85	229	108

En cuanto al cumplimiento del programa mensual de avance en promedio en las labores vemos que en los tres primeros meses de evaluación fue deficiente llegando solo a un 62%, 79%, 85% luego en los dos siguientes meses se superó llegando a obtener un 229 % y 108 % de cumplimiento

INDICADORES DE VOLADURA

“Control de Trabajos Deficientes de Voladura en Frentes de Avance”

Tabla 17

Control de Trabajos Deficientes de Voladura en Frentes de Avance

Zona	Trabajos	enero	feb.	mar.	abr.	mayo
Valeria II	Tiro soplado	3	2	1	1	
	Tiro cortado	1	1		1	1
	Disparo anillado	1		1		
	Disparo deficiente (tacos)	1	1			
	Desquinche	4	3	2	1	1
	TOTAL	10	7	4	3	2

Figura 48

Control de Trabajos Deficientes de Voladura en Frentes de Avance

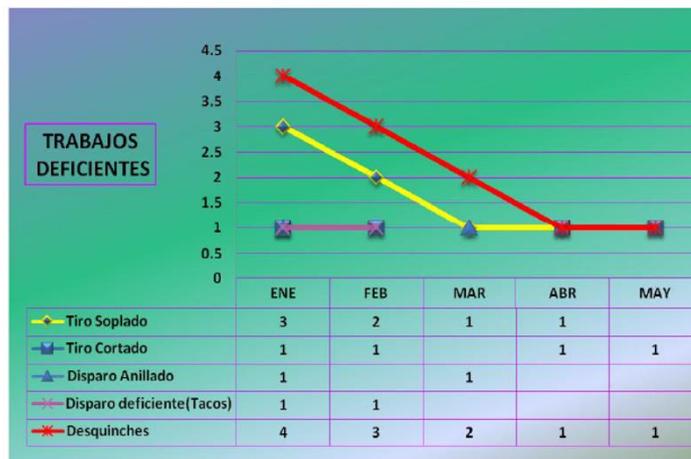
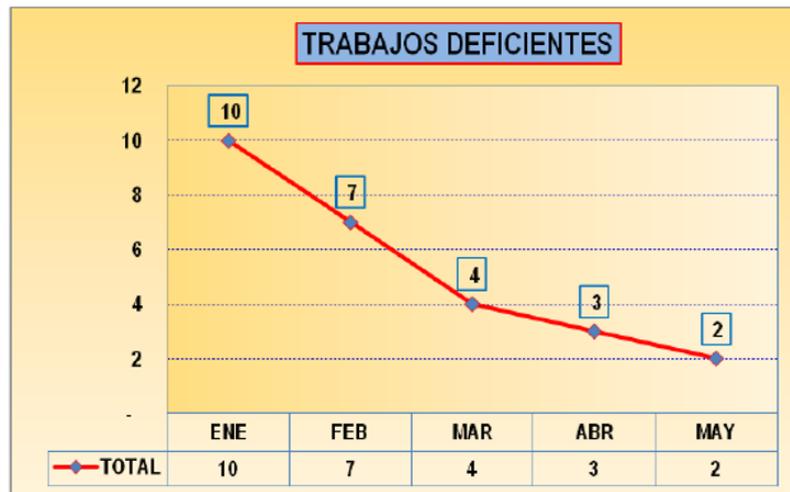


Figura 49

Total de Trabajos Deficientes de Voladura en Frentes de Avance



Se minimizo los trabajos que presentaban deficiencias mediante las capacitaciones en perforación y voladura, específicamente en el trazo de malla de perforación, paralelismo de los taladros, factores de cargas, etc.); Añadiéndose la supervisión y control de la supervisión.

Control de Factor de Voladura en Frentes de Avance

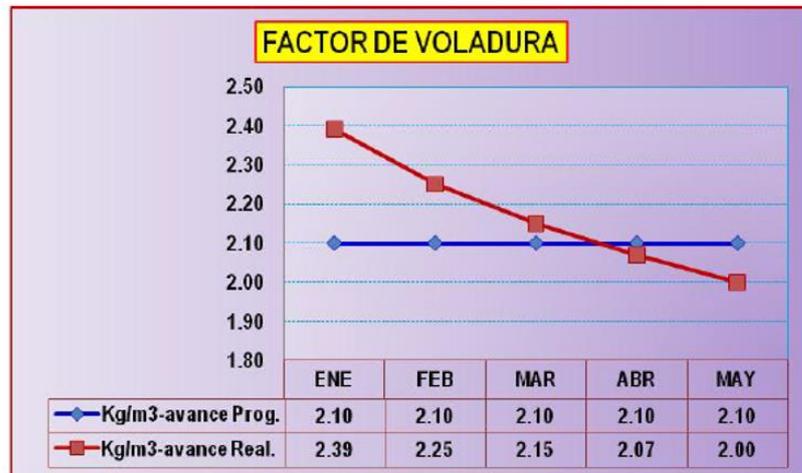
Tabla 18

Factor de Voladura en Frentes de Avance

Indicador	Zona	Unidad	enero	feb.	mar.	abr.	may.
Factor de voladura	Valeria II	Kg/m3, avance	Prog	2.10	2.10	2.10	2.10
		Kg/m3, avance	Real	2.39	2.25	2.15	2.07
	Cumplimiento	%	114	107	102	98	95

Figura 50

Factor de Voladura en Frentes de Avance



Se observa que el indicador del factor de voladura disminuyó debido a una distribución adecuada de las columnas explosivas y además de una capacitación, seguimiento y controles por parte de la supervisión.

“Rendimiento mensual de Avance/Disparo en Frentes de Avance”

Tabla 19

Rendimiento mensual de Avance/Disparo en Frentes de Avance

Mes	Avance con barreno de 6 pies (m/disp.)	Avance con barreno de 8 pies (m/disp.)
Enero	1.53	2.10
Febrero	1.55	2.10
Marzo	1.58	2.15
Abril	1.60	2.17
<u>Total</u> avance/disparo	6.26	8.52
Media	1.57	2.13
Desviación estándar	0.03	0.04

El rendimiento de avance por disparo tanto al usar barrenos de 6 pies como de 8 pies a ido en aumento mes a mes, en barrenos de 6 pies de 1.53 a

1.60 m/disparo y al usar barrenos de 8 pies se llegó de 2.10 a 2.17 m/disparo lo que es muy significativo para los costos.

4.2. Discusión de resultados

Perforación y voladura con barrenos de 6 pies de longitud

Perforación

Para la evaluación de los kpis operativos de la perforación y voladura al usar barrenos de 6' se tuvo cuenta las siguientes características

- Tipo de roca regular
- Sección del frente 2.4 m x 2.70 m
- Barrenos de perforación de 4, 6 pies de longitud
- Brocas de 38, 36 mm
- Numero de taladros 42 taladros
- Equipo de perforación Jack Leg

Voladura

Se usaron como explosivos.

- Semexa 65 %, 12.96 kgs/disparo
- Gelatina especial 75 %, 4.4 kgs.
- Exadit 45 %, 1.52 kgs

Obteniendo como resultados.

- Factor de potencia 2.13 kg/tn
- Factor de carga 11.44 kg/m
- Factor de carga/taladro, 0.53 kg/tal

Parámetros de rendimiento de perforación

- Eficiencia de perforación, 91.67 %
- Volumen/disparo, 9.40 m³/disparo
- Toneladas/disparo, 25.38 tn/disparo
- Avance por disparo, 1.60 m/disp..
- Factor de perforación, 6.75 m/m³

- Tiempo de perforación, 3.26 hr.
- Costo de voladura por disparo, 191.94 S/disp.
- Costo de mano de obra, 201.81 \$/m.
- Costo de implementos de seguridad, 8.65 \$/m.
- Costo de materiales y herramientas, 36.31 \$/m
- Costos de contrata, 33.57 \$/m.
- Costos indirectos 69.96 \$/m.
- Costo total x metro lineal 350.32 \$/m.

Perforación y voladura con barrenos de 8 pies de longitud

Perforación

Para la evaluación de los kpis operativos de la perforación y voladura al usar barrenos de 6' se tuvo en cuenta las siguientes características

- Tipo de roca tres tipos de roca, buena, regular, mala
- Sección del frente 2.4 m x 2.70 m
- Barrenos de perforación de 4, 6, 8 pies de longitud
- Brocas de 38, 36 mm
- Numero de taladros 44 taladros
- Equipo de perforación Jack Leg

Voladura

Se usaron como explosivos.

- Semexa 65 %, 18.3 kgs/disparo
- Gelatina especial 75 %, 5.28 kgs.
- Exadit 45 %, 2.28 kgs

Obteniendo como resultados.

- Factor de potencia 2.16 kg/tn
- Factor de carga 11.75 kg/m
- Factor de carga/taladro, 0.69 kg/tal

Parámetros de rendimiento de perforación

- Eficiencia de perforación, 91.67 %
- Volumen/disparo, 12.54 m³/disparo
- Toneladas/disparo, 33.85 tn/disparo
- Avance por disparo, 2.17 m/disp..
- Factor de perforación, 7.07 m/m³
- Tiempo de perforación, 3.43hr.

Costo de voladura por disparo, 243.44 S/disp.

Costo de mano de obra, 170.18 \$/m.

Costo de implementos de seguridad, 7.27 \$/m.

Costo de materiales y herramientas, 40.11 \$/m

Costos de contrata, 31.61 \$/m.

Costos indirectos 61.65 \$/m.

Costo total x metro lineal 310.82 \$/m.

Comparación de costos con barrenos de 6 y 8 pies

Al comparar los costos por metro lineal cuando usamos barrenos de 6 pies se tiene un costo de 394.52 \$/ml y al usar barrenos de 8 pies se tiene un costo de 352.22 \$/ml obteniendo una diferencia de 42.30 \$/ml lo que significa un 10.72 % de ahorro.

Mejoras en la perforación y voladura para barrenos de 6 y 8 pies

Rendimiento de Avance / Disparo con Barreno de 6 pies

El nivel de eficiencia de avance / disparo usando barreno de 6 pies mejoro si se lo compara con la programación mensual, incluso alcanzo en el mes de noviembre a un 98.8 % como producto de una continua capacitación en los Estándares de Perforación y Voladura

Rendimiento de Avance / Disparo con Barreno de 8 pies

En los frentes de avance con barrenos de 8 pies, se obtiene mayor rendimiento de avance mes a mes llegando en el mes de noviembre a un 98.6 %

Rendimiento de Perforación Metro Lineal / Hombre Guardia

El Rendimiento de Perforación Metro Lineal / Hombre Guardia al usar barrenos de 8 pies es superior en relación al rendimiento al usar barrenos de 6 pies obteniendo una diferencia de 0.19 m por hombre guardia.

Cumplimiento de Programa Mensual de Avances en Labores Lineales

En cuanto al cumplimiento del programa mensual de avance en promedio en las labores vemos que en los tres primeros meses de evaluación fue deficiente llegando solo a un 62%, 79%, 85% luego en los dos siguientes meses se superó llegando a obtener un 229 % y 108 % de cumplimiento

Control de Trabajos Deficientes de Voladura en Frentes de Avance

Se encontraron deficiencias como tiros soplados, tiros cortados, disparo anillado, tacos, desquinche los cuales tuvieron que corregirse de un total de 10 deficiencias a solo 2 en los meses evaluados.

Control de Factor de Voladura en Frentes de Avance

Los indicadores de factor de voladura han disminuido mes a mes desde los 114 kg de explosivo por metro cubico a 95 kg/m³ en el mes de diciembre lo que es muy favorable para los costos.

Rendimiento mensual de Avance/Disparo en Frentes de Avance

El rendimiento de avance por disparo tanto al usar barrenos de 6 pies como de 8 pies a ido en aumento mes a mes, en barrenos de 6 pies de 1.53 a 1.60 m/disparo y al usar barrenos de 8 pies se llevo de 2.10 a 2.17 m/disparo lo que es muy significativo para los costos.

CONCLUSIONES

1. Para la evaluación de los KPIs de la perforación y voladura en la mina MARSA se tuvo en cuenta aspectos como: tipo de roca, sección del frente de perforación, equipo Jack Leg, barrenos de 6 y 8 pies, malla de perforación, tipo de explosivo.
2. En la evaluación los parámetros técnicos y económicos obtenidos al usar barrenos de 6 pies, fueron: en el aspecto técnico: eficiencia de perforación 91.67 %, volumen de disparo 9.40 m³/disp., tonelaje por disparo 25.38 tn/disp. Factor de perforación 6.75 m/m³, factor de potencia 2.10 kg/m³, tiempo de perforación 3.25 hrs; en el aspecto económico se tiene: costo de voladura 52.59 \$/disparo, costo de perforación 350.32 \$/ml.
3. En la evaluación los parámetros técnicos y económicos obtenidos al usar barrenos de 8 pies, fueron: en el aspecto técnico: eficiencia de perforación 91.67 %, volumen de disparo 12.54 m³/disp., tonelaje por disparo 33.85 tn/disp. Factor de perforación 7.07 m/m³, factor de potencia 2.00 kg/m³, tiempo de perforación 3.43 hrs; en el aspecto económico se tiene: costo de voladura 66.70 \$/disparo, costo de perforación 310.82 \$/ml.
4. Las mejoras que se obtuvieron durante la evaluación de la perforación y voladura al usar barrenos de 6 y 8 pies fueron importantes en la reducción de los costos, así tenemos: se mejoró mes a mes el avance por disparo, la programación de la perforación ml/Hg también se mejoró, se redujeron las deficiencias de la voladura de un total de 10 a 2, el factor de potencia de la voladura también se redujo.
5. Al hacer la comparación de costos al usar barrenos de 6 y 8 pies vemos que se tiene una diferencia de 42.30 \$/ml cuando se perfora con barrenos de 8 pies lo que representa un 10.92 % de disminución de costos.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar la capacitación, seguimiento y control en forma permanente por parte de la supervisión en los trabajos de perforación y voladura.
2. Se recomienda que para todos los trabajos de voladura y perforación que se van a realizar se debe programar anticipadamente evitando el incumplimiento de las metas fijadas de producción.

BIBLIOGRAFÍA

- AIMA, J. (2021). *optimizacion de la perforación mediante la ampliacion del diametro de taladros largos en el metodo tajeo por subniveles en la mina Marcapunta Norte - el Brocal - Pasco*. [tesis de licenciamiento, U.N.de San Antonio Abad del Cusco] repositorio institucional U.N. de San Antonio Abad del Cusco.
- ATLAS COPCO. (2012). *Lineas de perforación Magnum SR35*.
- Baena , G. (2014). *Metodologia de la investigacion*. Grupo Editorial Patria.
- BELTRAN, S. (2022). *“DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA PARA OPTIMIZAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA MINA SUBTERRÁNEA EN PATAZ LA LIBERTAD 2020”*. [tesis de licenciamiento, Universidad Privada del Norte.
- BERNAL, C. (2010). *Metodologia de la investigacion, tercera edicion*. Pearson Educacion de Colombia Ltda.
- Bernaola, J., Castilla, J., & Herrera, J. (2013). *Perforación y voladura de rocas en mineria*. DEPARTAMENTO DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS, Universidad Poitecnica de Madrid.
- CONDORI, VELAZCO, M. (2021). *“Optimización de perforación y voladura por el método de Roger Holmberg en minera aurífera Estrella de Chaparra S.A.”*. [tesis de licenciamiento, UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DEL PERU] REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DEL PERU.
- DE LA CRUZ , O. (2018). *“OPTIMIZACIÓN DE COSTOS EN PERFORACIÓN Y VOLADURA ESTANDARIZANDO MALLA PARA SECCIÓN 2.40m x 2.40m EN LA EMPRESA CANCER E.I.R.L. – MARSÁ”*. [tesis de licenciamiento Universidad Nacional de Trujillo] repositorio institucional Universidad Nacional de Trujillo.
- ENAEX. (s.f.). *Manual de tronadura ENAEX S.A*. ENAEX, Gerencia tecnica.
- ESTUDIOS MINEROS DEL PERU S.A.C. (2002). *Manual de mineria* .
- EXSA. (s.f.). *Manual practico de voladura, 4ta edicion*. exsa.

- GARRIDO, A. (207). *Andrés Alejandro Garrido elaboro y sustentó su tesis doctoral: "Diagnostico y Optimización de Disparos en Desarrollo horizontal Mina el Teniente"*,. [tesis de licenciamiento Universidad de Chile] repositorio institucional Universidad de Chile.
- Hernandez ; Fernandez; Baptista, R. (2014). *Metodología de la investigacion, sexta edicion*. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Instituto Geologico y Minero de España. (1987). *Manual de perforación y voladura de rocas*. Instituto Geologico y Minero de España.
- JAUREGUI, O. (2009). *"Reducción de los Costos Operativos en Mina mediante la Optimización de los Estándares de las Operaciones unitarias de Perforación y Voladura"*,. [tesis de licenciamiento Pontificia Universidad Catolica del Peru] repositorio institucional Pontificia Universidad Catolica del Peru.
- Ministeri de Renergia y Minas, D.S. 024 -2016. (2016). Reglamento de seguridad y salud en el trabajo. Lima: Diario El Peruano .
- OSINERGMIN,. (2017). *Guía de criterios geomecánicos para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas*. (O. S. OSINERGMIN, Ed.)
- SANDVIK. (2014). *Aceros de perforación, Volcan Compañia Minera S.A.A. Cerro de Pasco*.
- ZAPATA, M. (2002). *"Control de Costos de una Operación Minera mediante el Método del Resultado Operativo"*. [tesis de licenciamiento Universidad Nacional Mayor de San Marcos] repositorio institucional Universidad Nacional Mayor de San Marcos].

ANEXOS

ANEXO A

Instrumentos de Recolección de datos

Parámetros de rendimiento de perforación CRUCERO DE 8' X 9' (6 y 8 PIES)

PERFORACIÓN	
FECHA	
Equipo	
Sección	
Avance	
N° de taladros	
N° de taladros cargados	

Parámetros de voladura de CRUCERO DE 8' X 9' (6 y 8 PIES) /disparo

VOLADURA	
Semexa 65 %	
Gelatina especial 75 %	
Exadit 45 %	
Carmex	
Cordón detonante (pentacord)	
Mecha rápida	
Factor de potencia	
Factor de carga/metro lineal	
Factor de carga/taladro	

Parámetros de rendimiento de perforación CRUCERO DE 8' X 9' (6 y 8 PIES)

Parámetros de perforación CRUCERO DE 8' X 9' (6 y 8 PIES)	
PERFORACIÓN	
Tipo de roca	
Longitud de barra	
Longitud efectiva de perforación	
Eficiencia de perforación	
Densidad de material	
Volumen/disparo	
Tonelaje/disparo	
PARAMETROS DE PERFORACIÓN	
Diámetro de brocas	
Espaciamiento	
Burden	
Numero de taladros	
RENDIMIENTOS	
Avance/disparo	
Rendimiento ml/hg	
Rendimientos en avances	
Factor de perforación	
Taladros perforados/hora	
Toneladas rotas/taladro	
Tiempo de posicionamiento/empate	
Tiempo efectivo de perforación	
Tiempo de retiro	
Tiempos muertos	
Tiempo de perforación	

**Costo de voladura en frentes de avance con barreno de 6 y 8 PIES,
CRUCERO DE 8' X 9' (6 y 8 PIES)**

VOLADURA	
Semexa 65 %	
Gelatina especial 75 %	
Exadit 45 %	
Fulminante N° 6	
Cordón detonante (pentacord)	
Conector para mecha rápida	
Mecha de seguridad	
Mecha de seguridad	
Total S/x disparo	

Anexo B

Matriz de Consistencia

Título: “EVALUACION DE LOS KPIs OPERATIVOS DE LA PERFORACION Y VOLADURA AL USAR BARRENOS DE 6’ Y 8’ CON FINES DE MEJORA, EN LA COMPAÑÍA MINERA AURIFERA RETAMAS S.A. (MARSA)”				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>Problema general</p> <p>¿Al evaluar los KPIs operativos de la perforacion y voladura que rendimiento se tiene, al usar barrenos de 6’ y 8’ en las labores, de la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A.?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>a. ¿Al evaluar los KPIs operativos de la perforacion y voladura que rendimiento en la parte técnica se tiene, al usar barrenos de 6’ y 8’ en las labores, de la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A.?</p> <p>b. ¿Al evaluar los KPIs operativos de la perforacion y voladura, que rendimiento en la parte Económica se tiene, al usar barrenos de 6’ y 8’ en las labores, de la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A.?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar los KPIs operativos de la perforacion y voladura para determinar el rendimiento que tienen, al usar barrenos de 6’ y 8’ en las labores, de la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>a. Evaluar los KPIs operativos de la perforacion y voladura para determinar el rendimiento que tienen en la parte técnica, al usar barrenos de 6’ y 8’ en las labores, de la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A.</p> <p>b. Evaluar los KPIs operativos de la perforacion y voladura para determinar el rendimiento que tienen en la parte Económica, al usar barrenos de 6’ y 8’ en las labores, de la Empresa Minera Aurífera Retamas <u>S.A</u></p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Al evaluar los KPIs operativos de la perforacion y voladura podemos determinar el rendimiento se tiene, al usar barrenos de 6’ y 8’ en las labores, de la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>a. Al evaluar los KPIs operativos de la perforacion y voladura podemos determinar los rendimientos en la parte técnica como avance/disparo, factor de perforacion, toneladas rotas por taladro, factor de potencia, factor de carga, consumo de explosivos, al usar barrenos de 6’ y 8’ en las labores, de la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A</p> <p>b. Al evaluar los KPIs operativos de la perforacion y voladura, que rendimiento en la parte Económica como costos directos, indirectos, al usar barrenos de 6’ y 8’ en las labores, de la Empresa Minera Aurífera Retamas <u>S.A</u></p>	<p>Variables para la hipótesis general</p> <p>KPIs operativos de perforacion y voladura</p> <p>Rendimiento</p> <p>Variables para la hipótesis específicas</p> <p>Para la variable especifica a</p> <p>KPIs operativos de perforacion y voladura</p> <p>Rendimiento técnico</p> <p>Para la variable especifica b</p> <p>KPIs operativos de perforacion y voladura</p> <p>Rendimiento económico</p>	<p>-Tipo de I. Aplicada</p> <p>-Nivel de I explicativo.</p> <p>-Metodo de I Científico, deductivo, analítico</p> <p>-Diseño de I. diseño cualitativo</p> <p>-Muestra de I. muestra es la RP (+) 10172-SE de la zona de VALERIA II.</p>