UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y METALURGIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

MONOGRAFÍA

Factores Tecnológicos que Influyen en los Costos de Perforación y Voladura del Crucero 117W en la Cortada Esperanza de la Minera Yanaquihua S.A.C. - Periodo 2012 - 2013

Para Optar el Título Profesional de:
INGENIERO DE MINAS

Presentado por:
Bach. SÁNCHEZ OBREGÓN VICTOR HUGO

Asesor:
M.Sc. RUIZ CASTRO ARNALDO ALEJANDRO

HUARAZ - PERU

2016

DEDICATORIA

A Dios, a Mis Padres Victor y Eresvita, a Mi Hijo Thiago y a Mis Hermanos por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida.

RESUMEN

El presente trabajo monográfico tiene como objetivo el de conocer los factores tecnológicos más importantes que influyen en los costos de la actividad de perforación y voladura, con la finalidad de dar una información de base, a futuros estudios de las nuevas generaciones de nuestra Alma Mater, para lo cual se han tomado datos reales e informaciones de experiencias y de informaciones bibliografías.

Para ello debemos conocer si estos costos son efectivamente importantes, para lo cual, en la realización de este trabajo, se han recopilado datos más relevantes de la Cortada Esperanza, perteneciente a la Minera Yanaquihua S.A.C., referente a datos de salarios de personal trabajando, costos de maquinarias, equipos e insumos, que se dan en las actividades de perforación y voladura, además se recopiló información bibliográfica.

Luego, se realizó el análisis preliminar, para determinar los factores tecnológicos más importantes, que influyen en los costos de la actividad de perforación y voladura del crucero 117W.

Por ultimo las conclusiones y algunas recomendaciones emitidas en este informe.

Expreso mi agradecimiento a la contrata EJMAC E.I.R.L. por la amable hospitalidad y las facilidades que me han brindado. Además, hago extensivo mi eterna gratitud y profundo reconocimiento al Ing. Antonio Samaniego Alcantara, Ing. Julio Neira y Ascencios, Ing. Yaser Rivelinho Sicus Quispe, Luis Toribio Barros y demás personas que laboran en esta empresa quienes supieron transmitir sus conocimientos y experiencias; asimismo darme un apoyo incondicional para seguir brindando en esta hermosa carrera profesional como es la de Ingeniería de Minas.

El trabajo requiere bastante tiempo y dedicación tanto para la recolección, de información de campo, selección, resumen, compilación de datos bibliográficos necesarios para este trabajo monográfico.

Es pues de gran importancia esta monografía a realizar ya que nos servirá en desarrollar habilidades en la búsqueda, experiencias y revisión de la literatura como futuros ingenieros de minas, y también entregar información de base, para las futuras generaciones de ingenieros de minas.

Palabras Claves: Factores, Tecnología, Costos de Perforación, Costos de Voladura, Minera Yanaquihua S.A.C.

VICTOR HUGO SÁNCHEZ OBREGÓN

INDICE

DEDICATORIA **I**
RESUMEN **II**
INDICE **IV**
INTRODUCCIÓN **IX**

CAPITULO I
GENERALIDADES

1.1. UBICACIÓN Y ACCESO 12
1.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS 13
1.3. DERECHO MINERO 14
1.4. TOPOGRAFÍA Y FISIOGRAFÍA 14
1.5. CLIMA 15
1.6. RECURSOS NATURALES 15
1.6.1. HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA 15
- Recursos Hídricos 15
- Hidrología 16
- Aguas Superficiales 17

- Origen 17
- Modelos de drenaje 17
- Estructura Hidráulica 17
- Riesgo de inundación 17
- Uso y Calidad del Agua Superficial 18
- Aguas Subterráneas 18

CAPITULO II

GEOLOGÍA

2.1. GEOLOGÍA REGIONAL 19
2.1.1. SECUENCIA SEDIMENTARIA 20
- Complejo Basal de la Costa 20
- Formación Socosani 20
- Grupo Yura 20
- Formación Sotillo 21
- Formación Caraveli 21
- Formación Paracas 21
- Grupo Tacaza 21
- Formación Sencca 22
2.1.1. ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS O PLUTONICAS 22
- Rocas Intrusivas 22
2.2. GEOLOGÍA LOCAL 22
2.2.1. ESTRATIFICACIÓN 22
2.2.2. ROCAS IGNEAS Y VOLCÁNICAS 23
- Alteración Hidrotermal 23
- Mineralización 24
- Controles de Mineralización 24
- Control de Alteración 24
- Control Mineralógico 24
- Control Estructural 25
2.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 25

2.3.1. MARCO TECTONICO ESTRUCTURAL 25
2.3.2. RIESGO SÍSMICO 26
2.4. GEOLOGÍA ECONÓMICA 27
2.4.1. ORIGEN Y TIPO DE YACIMIENTO 27
2.4.2. DEPOSITOS MINERALES 28
2.5. GEOLOGÍA DE MINAS 28
2.5.1. RESERVAS MINERAS 28

CAPITULO III

MINERÍA

3.1. INTRODUCCIÓN 30
3.2. CARACTERIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO 31
3.2.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MASA ROCOSA 31
3.2.2. PROPIEDADES DEL MACIZO ROCOSO 31
3.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LABORES MINERAS 32
3.3.1. CRITERIOS DE DISEÑO 32
3.3.2. DISEÑO DEL SOSTENIMIENTO PARA LABORES DE EXPLORACIÓN, DESARROLLO Y PREPARACIÓN 32
- Diseño de Tajeos 33
- Estabilidad de los Botaderos 33
3.4. PLANEAMIENTO DE MINADO 33
3.4.1. EXPLORACIÓN 34
3.4.2. PLANEAMIENTO 34
3.4.3. PREPARACIÓN 34
3.4.5. LABORES MINERAS 35
- Operaciones Unitarias 35
- Perforación 35
- Voladura 35
- Limpieza 35
- Operaciones Auxiliares 36
- Sostenimiento 36
- Ventilación 36
3.4.6. MÉTODO DE EXPLOTACIÓN 36

3.4.7. DEPÓSITOS DE DESMONTE 37

CAPITULO IV

FACTORES TECNOLÓGICOS QUE INFLUYEN EN LOS COSTOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA EN EL CRUCERO 117W

4.1. INTRODUCCION 38
4.2. OBJETIVOS 39
4.2.1. GENERAL 39
4.2.1. ESPECIFICO 39
4.3. FACTORES TECNOLÓGICOS QUE INFLUYEN EN LOS COSTOS DE PERFORACIÓN 40
4.3.1. CONDICIONES LITOLÓGICAS SEL MACIZO ROCOSO 40
- Terreno Macizo 40
- Terreno Fracturado 41
- Terreno Panizado 41
- Terreno Suelto 42
4.3.2. NÚMEROS DE CARAS LIBRES 42
4.3.3. MALLA DE PERFORACIÓN 43
4.3.4. RECURSOS 45
- Recursos Humanos 45
- Recursos Físicos 45
- Equipos 45
- Materiales e insumos 46
4.3.5. TIEMPOS DE PERFORACIÓN 47
4.2. FACTORES TECNOLÓGICOS QUE AFECTAN EN LOS COSTOS DE VOLADURA 49
4.2.1. MALLA DE VOLADURA 49
4.2.2. INSUMOS EN LA VOLADURA 52
- Explosivo Comercial 52
- Carga de Fondo 53
- Carga Columna 53
4.2.3. GRADO DE FRAGMENTACIÓN 54

CAPITULO V

ANALISIS DE COSTOS DE LOS FACTORES TECNOLÓGICOS MÁS IMPORTANTES EN LA PERFORACIÓN Y VOLADURA

5.1. RECURSOS HUMANOS 55

5.2. RECURSOS FÍSICOS 56

5.2.1. COSTOS DIARIOS DEL EQUIPO DE PERFORACIÓN 56

5.2.2. COSTOS DIARIOS DE LOS MATERIALES DE PERFORACIÓN 56

5.2.3. COSTOS DIARIOS DE INSUMOS EN PERFORACIÓN Y VOLADURA 56

5.3. ANÁLISIS DE COSTOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA EN EL CRUCERO 117W 57

CONCLUSIONES 60

RECOMENDACIONES 62

BIBLIOGRAFÍA 64

ANEXOS 65

- ANEXO N°01: Mapa de Ubicación de la Mina 66
- ANEXO N°02: Mapa Geológico de la Mina 67
- ANEXO N°03: Tiempos del Ciclo de Perforación 68
- ANEXO N°04: Gráfico de las Vetas Zona Esperanza 70

INTRODUCCIÓN

Tengo el agrado de ponerles a vuestra consideración la Monografía Profesional “Factores Tecnológicos que Influyen en los Costos de Perforación y Voladura del Crucero 117W en la Cortada Esperanza”, fruto de mi experiencia de la aplicación del ciclo de minado en la Minera Yanaquihua S.A.C., para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Minas de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE ANCASH SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO, el cual viene a ser un compendio de las enseñanzas adquiridas en las aulas universitarias y el desarrollo de dichos conocimientos en el campo de la experiencia, relacionando de esta manera la teoría con la práctica, como un medio para descubrir nuevas experiencias en provecho por sobre todo para la minería peruana.

El presente trabajo trata en su totalidad de un análisis genérico del tema Factores Tecnológicos que Influyen en los Costos de Perforación y Voladura del Crucero 117W en la Cortada Esperanza, en el periodo 2012 - 2013, teniendo como fuentes principales información bibliografía y experiencia vivida de trabajo en esta mencionada Minera.

El presente trabajo consta de cinco capítulos. Estos buscan detallar las características geoestructurales, aspectos mineros metalúrgicos en que se desarrollan las operaciones mineras, así como la descripción y análisis genérico de los factores tecnológicos más importantes que influyen en los costos de perforación y voladura del crucero 117W.

El primer capítulo, está referido a aspectos generales, describe los antecedentes históricos, ubicación y accesibilidad, clima y vegetación de la Minera Yanaquihua S.A.C..

El segundo capítulo, está referido a conceptos de la Geología Regional, Geología Local, Geología Estructural, Geología Económica y Geología de Minas en que se desarrolló el Yacimiento Minero de Yanaquihua.

En el capítulo tres, se presentan conceptos básicos, de aspectos minero metalúrgicos, en el cual se describe el método de explotación, las actividades mineras de desarrollo, preparación, explotación, operaciones unitarias y auxiliares aplicados a esta Minera; en la parte de proceso metalúrgico, se describe de manera muy genérica sobre la unidad de beneficio.

El capítulo cuatro, describe una relación de factores tecnológicos que influyen en los costos de las actividades perforación y voladura. Asimismo, las dificultades y éxitos encontrados durante el análisis genérico de los factores tecnológicos más importantes, que afectan en los costos de perforación y voladura, se explica brevemente los factores tecnológicos que intervienen en las actividades de perforación y voladura.

En el capítulo cinco, se describe el análisis de costos de los factores tecnológicos más importantes, en los costos de perforación y voladura, mediante cálculos matemáticos empleados en el requerimiento de estas actividades, como es de: salarios de personal, equipo de perforación,

materiales, insumos en las actividades de perforación y voladura en una jornada de trabajo (día).

Por último, el trabajo, se divide en cuatro partes: Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografía y Anexos.

En lo referente a las conclusiones, se mencionan opiniones a las que se ha llegado a realizar con el presente informe. En lo referente a las recomendaciones, estas son algunas sugerencias, de algunas conclusiones emitidas con el fin de dar una información base, para futuras investigaciones.

El método de investigación empleado en este informe, inicialmente será del tipo analítico ya que vamos a partir de conocimientos generales para llegar a conocimientos particulares y la técnica empleada es descriptivo observativo ya que vamos a adquirir informaciones bibliográficas ya elaboradas sobre este tema y sacar información de la realidad.

.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. UBICACIÓN Y ACCESO

Las propiedades de Minera Yanaquihua se ubican aproximadamente a 13km al SW del pueblo de Yanaquihua, en una zona que incluye los cerros Tiquimbro, San Antonio, Esperanza y Cerro Rico, a una altitud de 1500msnm, la zona más baja, llegando hasta los 2700msnm en los afloramientos superiores.

La zona pertenece políticamente al distrito de Yanaquihua, provincia de Condesuyos, departamento de Arequipa.

El acceso por carretera desde Arequipa es vía Corire, Aplao, Chuquibamba, Yanaquihua, desvío a Ispacas y Campamento y Planta Concentradora Alpacay, haciendo un total aproximado de 328km. La carretera es asfaltada en el tramo Arequipa - Chuquibamba y desde allí hasta la mina es afirmada.

En la TABLA 1 se muestra las distancias a las distintas partes de la mina y a los dos centros poblados más cercanos como son Yanaquihua e Ispacas.

TABLA 1: Accesos a la UEA Alpacay de Minera Yanaquihua SAC

Arequipa - Yanaquihua (vía Corire, Aplao y Chuqibamba)	288 Km
Yanaquihua – Planta Concentradora y Oficinas Administracion	12 Km.
Oficinas de Administración - Poblado de Ispacas	4 Km.
Oficinas de Administración – Zona Esperanza	3 Km.
Oficinas de Administración – Zona Consuelo	2.8Km.
Oficinas de Administración – Zona Encarna	0.5 Km.
Oficinas de Administración - Hacienda Alpacay	0.4 Km.

Fuente: Minera Yanaquihua S.A.C.

1.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Minera Yanaquihua (MYSAC) es una empresa peruana constituida en el año 2000 y tiene sus operaciones mineras en el Distrito de Yanaquihua, Provincia de Condesuyos, Departamento de Arequipa.

Minera Yanaquihua opera como una UEA la cual fue constituida con fecha 16 de abril del 2007 mediante la Resolución Jefatural Nro.1253-2007 INACC/J, y que se compone por las siguientes concesiones mineras:

- Asunción Tres
- Asunción Cuatro
- Mina Encarna

Minera Yanaquihua ha instalado una planta piloto de Cianuración con una capacidad instalada de 20TMD que cuenta con todas sus licencias aprobadas y vigentes.

Además, cuenta con la infraestructura de oficinas y campamentos, equipamiento de mina que permiten continuar con una operación a escala reducida.

1.3. DERECHO MINERO

Los derechos mineros de Minera Yanaquihua S.A.C. que dan origen a Unidad Económica Administrativa UEA Alpacay comprenden las concesiones mineras:

- Asunción Tres
- Asunción Cuatro
- Mina Encarna.

Dentro de esta UEA Alpacay se ubica la planta concentradora Alpacay la misma que cuenta con su respectiva cancha de relaves debidamente recubierta con geomembrana.

1.4. TOPOGRAFÍA Y FISIOGRAFÍA

La topografía está circundada por los contrafuertes de los cerros: Cañacchua, Huallcapampa, Apacheta, Yurajallpa, Aarauro, Sunca, Cañipaco y Jachamallja. Dentro del área están ubicadas las elevaciones de los cerros Quiroz, Apacheta, Rico, Esperanza, El rey, Chiluca, San Antonio y Tiquimbro.

En el área de las minas, la configuración topográfica es dominantemente accidentada y pronunciada con pendientes mayores al 70%, alternando con algunas áreas de suave topografía.

Todos estos cerros han formado las quebradas de Chiuca, San Antonio, San Antoñito, Consuelo y El Rey, que descienden hacia el Oeste y son

parte del río Ocoña; en tanto que la quebrada de Piñog drena hacia el río Churunga que también es afluente del río Ocoña.

1.5. CLIMA

La zona en donde se desarrollan las operaciones de MYSAC se caracteriza por presentar un clima desértico, que difiere en su posición geográfica y en relación con el nivel de mar.

La temperatura media anual máxima es de 16.4°C el promedio máximo de la precipitación total anual es de 102.2mm y el promedio mínimo es de 63.5mm. La evapotranspiración potencial total varía entre 8 y 16 veces la precipitación.

1.6. RECURSOS NATURALES

1.6.1. HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

- Recursos Hídricos

El recurso hídrico más cercano y representativo del área del proyecto lo constituye el río Ocoña, el cual se encuentra situado en la zona costa Sur Oeste del Perú, con un recorrido aproximado de 265 Km hasta desembocar en el Océano Pacífico.

El poblado de Yanaquihua y las pocas áreas agrícolas circundantes al área del proyecto, como las de Alpacay, utilizan el agua de la quebrada Piñog, cuyo volumen es de aproximadamente 1.5m^3/seg, mientras que en la quebrada de Andaray y anexos consumen agua de la quebrada Escalería. El volumen del río Piñog se ve afectado por el continuo uso del agua por parte de los mineros informales haciendo de esta manera que el caudal disponible disminuya.

- Hidrología

Las instalaciones de Minera Yanaquihua están ubicadas en una depresión rodeada de cerro áridos de tipo intrusivo por donde disectan pequeñas quebradas secas. La orografía correspondiente a la zona donde se ubica la relavera no existe una cuenca hidrográfica.

De acuerdo a los análisis para máximas avenidas de recurrencia de caudales en un período de retorno de 100 a 500 años, valor probabilístico que resulta del análisis de las precipitaciones máximas de 24 horas registradas en la estación meteorológica de Yanaquihua donde se ha observado una precipitación mensual promedio de 18.65mm y la de Chuquibamba de 16.67mm, las cuales arrojan un promedio de 19.16mm. Con respecto a la precipitación máxima en 24 horas, el promedio es de 7.0mm. En la siguiente TABLA 2 se hace un resumen de los análisis realizados.

TABLA 2: Análisis Evaluación Hidrológica

T.R Años	MDN	MDL	MMC-I	MVR-I
2	30.8	44.1	61.63	40.14
5	41.99	21.29	59.36	41.32
10	47.85	83.4	57.86	42.1
20	52.68	80.26	56.42	42.85
25	54.09	47.35	55.97	43.09
50	58.12	41.58	56.7	43.83
100	61.75	82.36	58.1	44.55
200	65.05	-	59.49	45.28
500	69.11	-	61.33	46.24

MDN: Método de distribución normal
MDL: Método de Distribución Logarítmica
MMD-I: Máxima Precipitación Estimada Según el Método de Gumbel o Distribución de Valores Extremos Tipo I, Método de los Mínimos Cuadrados.
MVR-I: Máxima Precipitación Estimada Según el Método de Gumbel o Distribución de Valores Extremos Tipo I, Método de Variable Reducida.

Fuente: Minera Yanaquihua S.A.C.

- Aguas Superficiales

Las aguas superficiales están representadas en gran porcentaje por las precipitaciones que discurren por las quebradas: Chiuca, San Antonio, San Antoñito, Consuelo y El Rey.

El recurso hídrico permanente y cuyo caudal aumenta en épocas de lluvias (Diciembre - Marzo), es el que discurre por la quebrada Piñog, que aguas abajo cambia de nombre por el de Churunga, el que desemboca al rio Ocoña.

- Origen

Su origen se les atribuye a las aguas producto del deshielo del nevado Coropuna y cuyo caudal aumenta con la precipitación pluviométrica en los meses de Diciembre a Marzo.

- Modelos de drenaje

Se puede observar un modelo de drenaje predominantemente sub-paralelo, característico de rocas ígneas, aunque aisladamente se ha distinguido un drenaje tipo “espina de pescado”.

- Estructura Hidráulica

MYSAC no ha construido ningún tipo de estructuras hidráulicas, ni obras de derivación que puedan afectar la calidad y cantidad del agua del rio Piñog, sin embargo, se debe mencionar que el caudal normal del rio se ve afectado actualmente por traficantes de este recurso por parte de los mineros informales, que lo hacen sin ningún permiso oficial.

- Riesgo de inundación

El área representa una época de secano, es casi imposible que se produzca inundaciones, debido en primer lugar al bajo caudal que presenta el rio Piñog en toda la época del año.

- Uso y Calidad del Agua Superficial

El uso que se le da en la actualidad a las aguas del rio Piñog es de consumo humano y para irrigación de cultivos. Los parámetros analizados en laboratorio para la calidad de sus aguas arrojan valores inferiores a los de los Límites Máximos Permisibles, estipulados por la Ley General de Aguas Ley 17752 y sus modificatorias para los Usos I y III. MYSAC se abastece de agua de la quebrada Piñog transportando el agua con cisternas.

- Aguas Subterráneas

Existe un pequeño manantial en Socosani, junto a la carretera que une Yanaquihua con la mina (altura a la ex hacienda Alpacay) con un caudal de 0.5l/seg.

CAPITULO II

GEOLOGÍA

2.1. GEOLOGÍA REGIONAL

Regionalmente, el contexto geológico que abarca desde el litoral hasta la Cordillera Occidental se caracteriza por presentar amplias exposiciones de rocas metamórficas, intrusivas, sedimentarias y volcánicas, cuyas edades abarcan desde el Paleozoico Inferior hasta el Reciente.

Las rocas más antiguas de la región la constituyen los metasedimentos y las secuencias anfibolita - gneís del Precámbrico. Sobre éstas, en discordancia angular se emplazan las rocas sedimentarias del Mesozoico y las secuencias marinas continentales del Terciario. Intruyendo a las anteriores están las rocas ígneas intrusivas del Batolito de la Costa. Cubriendo toda la secuencia estratigráfica están las unidades de rocas volcánicas lávicas y tufáceas del Cuaternario.

2.1.1. SECUENCIA SEDIMENTARIA

A continuación, se hace una breve referencia de la Unidades sedimentarias desde la más antigua a la más reciente:

- Complejo Basal de la Costa

El Complejo Basal de la Costa (Mendívil, S. y Castillo, W., 1960) que se extiende a largo del litoral conformando los acantilados en el Cuadrángulo de Ocoña, está representado por rocas metamórficas como gneis, esquistos, granito rojo, granodioritas gnéisicas y migmatitas.

Por las correlaciones realizadas en otros Cuadrángulos de la costa sur del Perú, al Complejo Basal de la Costa se le asigna una edad precámbrica.

- Formación Socosani

Esta Formación está representada por calizas, areniscas y pizarras gris oscuras. Tiene un espesor de 600m (Olchauski, E. y Dávila, D., 1994); aflora muy esporádicamente al Este y Sureste del Cuadrángulo de Chuquibamba. Se le asigna una edad del Jurásico Medio.

- Grupo Yura

Está compuesta por areniscas gris verdosas levemente metamorfizadas (cerro Antane en Chalhuane), limolitas y calizas grises. Aflora el Este y Suroeste del Cuadrángulo de Chuquibamba. De acuerdo a C. Rangel (en Olchauski, E. y Dávila, D., 1994), se le asigna una edad que va el Titoniano hasta el Neocomiano.

- Formación Sotillo

Consiste de areniscas poco consolidadas y areniscas conglomerádicas, ambas de una fuerte coloración rojiza. Aflora al sur del prospecto Chalhuane. Por su posición estratigráfica se le atribuye la edad del Paleoceno Medio Superior.

- Formación Caraveli

Está constituida por areniscas semi consolidadas de colores amarillentos intercalada con paquetes de conglomerados y limolitas. Hay afloramientos aislados al sur de Chalhuane y en las inmediaciones del distrito de Andaray.

Por su posición estratigráfica, a la Formación Caravelí se le atribuye una edad Paleoceno - Eoceno (Olchauski L. y Dávila, D, 1994).

- Formación Paracas

La conforman secuencia de conglomerados poco consolidados, areniscas limolíticas y tufáceas y, tufos redepositados. Aflora en la inmediación sur de Chalhuane. Se le atribuye una edad Eoceno Medio a Superior.

- Grupo Tacaza

Las secuencias de tufos soldados, niveles lávicos y paquetes de brechas volcánicas que pertenecen al Grupo Tacaza son de amplia exposición en alturas de más de 4,000m.s.n.m. Por dataciones radiométricas realizadas por algunos autores en las proximidades de Orcopampa, a los volcánicos del Grupo Tacaza le asignan una edad del Mioceno.

El Grupo Tacaza reviste mucha importancia por ser huésped de los yacimientos epitermales de metales preciosos en el sur del Perú.

- Formación Sencca

Los tufos volcánicos semi consolidados de coloración gris clara y blanco rosácea de la Formación Sencca, son de amplia distribución en las proximidades de los valles de Piñog y Chiuca. Por dataciones radiométricas y correlaciones de campo realizadas por algunos investigadores, a los volcánicos de la Formación Sencca le asignan una edad del Plioceno Medio.

2.1.2. ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS O PLUTÓNICAS

- Rocas Intrusivas

Las rocas intrusivas del Batolito de la Costa están constituidas principalmente por granodioritas, cuarzo monzonitas, tonalitas y dioritas. En el batolito estas rocas son de un color blanco rosáceo característico por la presencia e intemperización de feldespatos o a veces pueden variar a una tonalidad blanco grisáceo según el predominio de ferromagnesianos.

Las rocas intrusivas esencialmente están compuestas por plagioclasas, cuarzo, y feldespato potásico, los minerales accesorios que predominan son la horneblenda y biotita, en menor cantidad se tiene epidota, magnetita y pirita. Son de textura porfirítica - equigranular con formas euhedrales embebidos en una masa microcristalina de cuarzo - plagioclasa - feldespatos.

2.2. GEOLOGÍA LOCAL

2.2.1. ESTRATIFICACIÓN

Como roca encajonante de la mineralización en Alpacay se ha reconocido dos tipos de rocas ígneas intrusivas: granodiorita y cuarzo monzonita. La granodiorita está compuesta por plagioclasa (5mm) 40%, cuarzo de bordes corroídos (4mm) 30%, horneblenda

(6mm) 20%, biotita (2mm) 3% y epídota. El cuarzo monzonita está compuesta por feldespato potásico (4mm) 30%, plagioclasa (3mm) 20%, cuarzo (4mm) 20%, biotita (3mm) 15%, horneblenda (3mm) 10%, y epídota. Ambas rocas son de textura porfirítica, de formas euhedrales y subhedrales.

2.2.2. ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS O VOLCÁNICAS

En estas rocas cortando a los intrusivos atraviesan diques de rocas volcánicos y aplitas (rocas ácidas). Los diques de rocas volcánicas predominantemente tienen una orientación NW - SE, algunas vetas están relacionadas a estos diques.

Los intrusivos granodioríticos se emplazan zona sur y oeste del yacimiento, mientras que los intrusivos cuarzos monzoníticos se exponen en la zona este y norte del yacimiento.

- ALTERACIÓN HIDROTERMAL

La acides del sistema ha provocado moderada a fuerte alteración argílica (cuarzo - sericita) de las estructuras mineralizadas, cuya característica es la coloración blanquecina tanto en interior mina como en superficie. La alteración argílica alcanza anchos que van desde unos pocos centímetros hasta 2.0m.

Como envolvente externa de las estructuras mineralizadas ocurre una moderada alteración propilítica que en algunas zonas va acompañada de muy débil piritización y micro venillas de carbonatos. El halo de alteración propilítica va desde 0.20m hasta unos 5m hasta en superficie.

La alteración supérgena ha afectado a todo el sistema de vetas con la oxidación de los minerales sulfurados primarios. La intemperización de los óxidos produce en superficie las

características coloraciones rojizas y amarillentas que ayudan a ubicar estructuras mineralizadas.

- MINERALIZACIÓN

Alpacay es un yacimiento filoniano de comportamiento lenticular (en rosario) tanto horizontal como vertical. Las vetas fallas que alcanzan centenares de metros albergan “clavos” que alcanzan longitudes de 120m a 220m y verticalmente llegan de 200m a 300m, a pesar de que la profundización del nivel cuarzo - sulfuros aún no está bien determinada. Las potencias alcanzan desde 0.10m a 0.15m (veta María) hasta de 0.30m a 2.50m (parte alta de vetas Esperanza y Encarna).

- CONTROLES DE MINERALIZACIÓN

- Control de Alteración.- La alteración argílica (cuarzo - sericita) cuya característica es la persistente coloración blanquecina, es un buen indicador para ubicar lentes con valores de oro. La alteración propilítica que presenta una notoria coloración verdosa, evidencia actividad hidrotermal cercana a los canales de mineralización.

- Control Mineralógico.- En Alpacay como en otros yacimientos de la franja Nazca - Ocoña el oro se asocia directamente a la mineralización de pirita de textura fina y al cuarzo blanquecino. En profundidad el ensamble de pirita - calcopirita - cuarzo es indicador de valores de oro.

La oxidación en forma de hematita, limonita y jarosita es una guía determinante para prospectar mineralización de oro.

- **Control Estructural.-** Los cambios de buzamiento y de rumbo favorecieron a la mayor concentración de valores de oro, lo mismo sucede con los horizontes brechiformes.

2.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Presenta una relación morfológica con amplio movimiento tectónico relacionado con los ciclos precámbrico y andino.

Grandes fracturas atraviesan el área con dirección NW - SE y ENE - WSW, sobre todo en el cuadrángulo de Chuquibamba, las cuales han servido como zona de debilidad para el emplazamiento de numerosos volcanes como el de Andaluza.

Existen grandes fallas con dirección NW - SE, una de ellas en Pampacolca, tiene un emplazamiento vertical considerable donde el bloque Sur ha subido y ha puesto en contacto a las rocas metamórficas del complejo basal con las formaciones Murco-Arcuquina de edad cetácea, esta falla continua hasta los cuadrángulos de Huambo y Cotahuasi.

La segunda es, la falla de Chuquibamba que afecta las rocas ígneas y metamórficas, es una falla antigua que presenta reactivación en el cuaternario.

La tercera falla de Feoy Pampa, estrechamente relacionada a las dos primeras.

2.3.1. MARCO TECTONICO ESTRUCTURAL

Con la revisión de imágenes satelitales del área comprendida entre Chiquibamba y San Juan, en el que se circunscribe el Yacimiento Alpacay, se comprueba fuertes lineamientos de orientación NW los

que son coincidentes con el sistema de fallamiento de dirección NW - SE (Orogenia Andina), una de estas fallas sería la gran Falla Chuquibamba mencionada en el estudio de Geología de los Cuadrángulos de Chuquibamba y Cotahuasi. Transversal al sistema anterior se interpreta el sistema de fallamiento de orientación NE - SW, sistema al que estaría relacionado el campo metalífero de Alpacay.

2.3.2. RIESGO SISMICO

Debido a la tectónica que afectó el Sur del país y que corresponde a Arequipa, se puede concluir que el área de influencia de las operaciones de Minera Yanaquihua presenta el mismo patrón general de distribución espacial que el resto del territorio peruano, es decir, la mayor actividad sísmica se concentra en el mar, paralelo a la costa, distinguiéndose de la Placa de Nazca.

Esta inestabilidad se traduce en una creación modificación y redistribución de esfuerzos, cuya liberación después de cierto tiempo de acumulación da lugar a los movimientos sísmicos, cuya frecuencia y magnitud evidencia el grado de dinamismo de la interacción de estas dos capas.

El cálculo de sismicidad, permite establecer los parámetros para el cálculo de las estructuras bajo la acción sísmica. Para este fin fue necesario analizar el historial sísmico del área de las operaciones, para el cual se investigó el primer terremoto documentado en Arequipa ocurrió el 2 de Julio de 1582 y desde esa fecha hasta la actualidad la región ha sido sacudida 43 veces por mediana y alta energía, que ha ocasionado destrucción.

En la TABLA 3 se aprecia la relación de los sismos registrados a la fecha en el departamento de Arequipa, donde se pueden observar

aquellos movimientos sísmicos más significativos que afectaron la zona.

En la región también se han registrado erupciones volcánicas de Huayna Putina ocurrido el 19 de Febrero de 1600, afectando el departamento de Arequipa con sismos consecuentes. Las operaciones de la MYSAC están ubicadas en una zona de actividad sísmica alta.

TABLA 3: Registro de sismos más importantes en la zona

Fecha	Hora Local	IM (MM)	Localidades Afectadas
22.01.1555	11:30	VII - IX	Arequipa y Vítor
24.11.1604	13:30	X	Arequipa, Moquegua y Tacna
21.10.1687	06:30	VIII-IX	Arequipa, Siguas y Majes
22.08.1715	19:00	VII-VIII	Arequipa, Moquegua y Tacna
13.05.1784	07:36	VIII-IX	Arequipa y Camaná
10.07.1821	08:00	VII-IX	Camaná, Ocopa, Caravelí, Chuquibamba y Majes
13.08.1868	16:45	XI	Arequipa, Moquegua, Tacna y Tarata
11.10.1922	09:50	VII	Caravelí, Arequipa y Mollendo
11.05.1948	03:50	VII	Moquegua, Arequipa y Puno
15.01.1958	14.04	VII-VIII	Arequipa, Camaná y deslizamiento de las laderas del Misti
15.01.1960	4.3	VI-VII	Arequipa, Chuquibamba, Caravelí, Cotahuasi y Moquegua
16.02.1979	05:09	VI-VII	Arequipa, Pampacolca y Viraco
03.04.1999		VI	Arequipa
23.06.2001	03:45	VII	Arequipa, Moquegua y Tacna

Fuente: Minera Yanaquihua S.A.C.

2.4. GEOLOGÍA ECONÓMICA

2.4.1. ORIGEN Y TIPO DE YACIMIENTO

Los depósitos de la UEA Alpacay son yacimientos filoneanos de oro de origen hidrotermal constituido por estructuras mineralizadas de orientación NE - SW, con buzamiento vertical a subvertical (70° - 80°) al NW, emplazados en rocas intrusivas de composición granodiorítica-diorítica del batolito costanero considerado dentro de la faja aurífera Nazca - Ocoña.

La mineralogía observada visualmente, en los minerales alterados contiene aproximadamente la siguiente proporción: cuarzo 70%, óxidos de fierro y cobre 25%, cloritas, trazas de pirita y calcopirita 5%, las vetas presentan ensanchamiento y adelgazamiento típicos de este tipo de mineralización en rosario, formando clavos o lentes ricos y zonas estériles. Se observa también lazos cimoides.

En el área de los cuadrángulos de Chuquibamba y Cotahuasi, la actividad minera es limitada. Existen algunas minas que operan a escala de pequeña minería, como las minas de Arirahua y Pararapa, que también son productoras de oro.

2.4.2. DEPOSITOS MINERALES

En la franja aurífera Nazca - Ocoña del Batolito de la Costa ocurren numerosos yacimientos vetiformes de un ensamble de:

1) Cuarzo - calcopirita - magnetita, (minas de Cobrepampa, Purísima, Machainiyoc, y otras).

2) Cuarzo - pirita - calcopirita con valores de oro (minas Capitana, Cháparra, Ishihuinca, San Juan, Chalhuane, Alpacay, Arirahua y otras).

2.5. GEOLOGÍA DE MINAS

2.5.1. RESERVAS MINERAS

En la UEA Alpacay y alrededores, afloran predominantemente rocas intrusivas de composición granodiorítica con variaciones tonalíticas y cuarzo monzoníticas, en las cuales se emplazan las vetas cuarzo auríferas de orientación NW-SE y NE-SW con

buzamientos altos al SW y SE. Las estructuras mineralizadas presentan internamente estrechos halos (0.50 a 0.80 m.) de alteración argílica (sericita) y en el borde externo predomina la alteración propilítica. El ensamble característico de la mineralización es cuarzo-óxidos de Fe-pirita con valores de oro y calcita-cuarzo-óxidos, en profundidad estos ensambles gradan débilmente a cuarzo-pirita con indicios de minerales de cobre y molibdeno. Las potencias van de 0.10 m. a 0.80 m.

En UEA Alpacay, las reservas de minerales que han sido evaluadas al 30 de noviembre 2012, se resumen en la TABLA 4:

TABLA 4: Reservas Alpacay

Reservas Alpacay	TMS	Pot(m)	Au gr/TM	Onz Au
Probado	25,915.81	0.37	11.9	9,912.31
Probable	16,532.89	0.37	11.56	6,142.31
TOTAL	42,448.70	0.37	11.76	16,054.62

Fuente: Minera Yanaquihua S.A.C.

CAPITULO III

MINERÍA

3.1. INTRODUCCIÓN

Como es de nuestro conocimiento, en el Perú, la actividad minera es la que más se ha desarrollado con respecto a otras actividades, debido a que existe gran cantidad de yacimientos mineralizados, ya sean metálicos y no metálicos los que son explotados por métodos subterráneos o superficiales.

"Esta riqueza que nos muestra la naturaleza, es para el ingeniero de minas o para todo personal dedicado a estos menesteres un reto, pues debe aplicar los conocimientos ingenieriles para poder extraer la riqueza natural, teniendo en cuenta que se debe hacer con la menor inversión posible para obtener el máximo rendimiento económico posible"[1].

[1] EDGAR, Montes… "Perforación y voladura", Tesis, Cerro de Pasco, 1988, vol II, cap III, p 33.

3.2. CARACTERIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

3.2.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MASA ROCOSA

La caracterización del macizo rocoso comprenderá el establecimiento de dominios estructurales que nos permitan identificar aquellas zonas que podrían tener problemas de estabilidad y que requieren algún tipo de sostenimiento.

Actualmente las labores mineras se sostienen con cuadros de madera y puntales, teniendo en cuenta que las labores principales tienen dimensiones pequeñas (1.2m x 1.8m) y que los tajeos corresponden a vetas angostas (0.15m a 0.8m) y tratándose de roca intrusiva poco alterada los problemas encontrados son manejables, sin embargo, se realizará una evaluación geológica geotécnica de acuerdo a las técnicas actuales de trabajo.

3.2.2. PROPIEDADES DEL MACIZO ROCOSO

La obtención de las características físicas y geomecánicas del macizo rocoso es imprescindible para poder realizar el diseño de las labores mineras y su sostenimiento, las propiedades que se determinaron comprenden los siguientes ensayos:

- Propiedades Físicas (Peso específico: Mineral 2.7t/m^3, Cajas 2.6t/m^3)
- Resistencia de Compresión Simple (Mineral 80 - 120Mpa; Cajas 50 - 100Mpa)
- Clasificación geotécnica de las cajas y de las vetas mineralizadas mediante el sistema RMR con las siguientes clasificaciones:
  - Roca Mala RMR <30
  - Roca Media 30<RMR<50

- Roca Buena RMR>50

3.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LABORES MINERAS

Como se manifestó antes estos estudios se encuentran en proceso de ejecución. Este análisis comprenderá los siguientes aspectos:

3.3.1. CRITERIOS DE DISEÑO

Para la determinación de las luces autoportantes y aquellas que requieren de sostenimiento se emplearan criterios empíricos, los cuales consisten en determinar los parámetros RMR, Q y GSI y a partir de ellos estimar el sostenimiento requerido.

3.3.2. DISEÑO DEL SOSTENIMIENTO PARA LABORES DE EXPLORACIÓN, DESARROLLO Y PREPARACIÓN

Las Labores de Exploración, Desarrollo y Preparación principalmente consisten en:

- Cortadas, galerías y cruceros de exploración; estás se realizan en secciones de 1.8m de ancho por 2.1m de altura, se excavan por perforación y voladura con avances de 1.2m en promedio.
- Chimeneas de exploración 1.2m por 1.5m excavadas normalmente en veta.
- Subniveles de preparación de 1.2m de ancho por 1.8m de altura.
- Chimeneas dobles de preparación de 1.2m por 2.4m.

TABLA 4: Sostenimiento recomendado para labores mineras

TIPO DE LABOR	DIMENSIONES	RMR	SOSTENIMIENTO	OBSERVACIONES
Cortada, Crucero	1.8mx2.1m	>50	No requiere	Cortada Esperanza
Cortada, Crucero	1.2mx1.8m	40-50	Cuadros c/1.5m	Cortada Encarna
Galeria	1.8mx2.1m	30-50	Cuadros c/1.2m	Vetas Esperanza, Gertrudis, encarna y consuelo
Subniveles	1.2mx1.8m	30-50	Puntales de Seguridad	Todas las Vetas
Chimeneas	1.2mx1.5m	30-50	Puntales de Seguridad	Todas las Vetas

Fuente: Minera Yanaquihua S.A.C.

- **Diseño de Tajeos**

  El método de explotación es por corte y relleno para las vetas mayores a 0.6m de ancho y por el método de circado para las vetas de menor potencia que 0.3m a 0.5m.

  En ambos casos el método de minado es selectivo y los disparos son de realce y la luz vertical máxima no excede de 2.4m.

  El sostenimiento es con puntales de seguridad de 6” de diámetro y se colocan en promedio espaciados a 1.5m.

- **Estabilidad de los Botaderos**

  Los botaderos son de ladera y se vierten lateralmente logrando un ángulo de reposo entre 30° y 45º. El terreno de cimentación es limpiado de material suelto ya que no existe vegetación por tratarse de un clima árido.

3.4. PLANEAMIENTO DE MINAS

MYSAC en la zona de sus propiedades ha realizado estudios geológicos y de prospección minera en la totalidad de sus denuncios, sin embargo, la exploración, preparación y desarrollo se ha realizado principalmente en las siguientes zonas o vetas Encarna, Consuelo, Gertrudis, Esperanza, Esperanza II, Despreciada. La explotación en sí se concentra en las vetas denominadas: Encarna, Esperanza, Gertrudis, Consuelo ubicados en los

parajes del mismo nombre, distantes de aproximadamente 8Km. de la Planta Alpacay. En el plano de ubicación de las zonas actuales de trabajo.

3.4.1. EXPLORACIÓN

La exploración se realiza con galerías, cortadas y cruceros, en vista de que se está ingresando a una mina con labores antiguas, la exploración en su mayor porcentaje se concentró en verificar el contenido metálico del mineral entre nivel y nivel. Mediante la rehabilitación de labores antiguas.

3.4.2. PLANEAMIENTO

El departamento de planeamiento emite un informe mensual del planeamiento de las labores de exploración, desarrollo, preparación y explotación; del mismo modo está encargada de planificar, de acuerdo a las reservas, la explotación del mineral mensual y anual, asimismo, es el departamento que supervisa los programas de producción y costos de las labores programadas mensualmente tomando en cuenta la ingeniería de control de pérdidas en las diferentes fases de la producción.

3.4.3. PREPARACIÓN

La preparación consiste en la construcción de chimeneas de servicio y tolvas de mineral, así como de subniveles desde donde se inicia la explotación.

3.4.4. LABORES MINERAS

- Operaciones Unitarias

- Perforación

La perforación será efectuada con perforadoras Jackleg en el momento de la preparación y en el momento de la explotación con perforadoras Stoper. Las características de la perforación son las siguientes:

- Longitud del taladro: 4 - 6pies
- Número de taladros perforados por guardia: 20 - 30c/u
- Malla de perforación: La malla más recomendada es corte quemado

- Voladura

Para la voladura se emplea dinamita con fulminantes N°6 y mecha de seguridad por su fácil maniobrabilidad. Sin embargo, cabe la posibilidad de utilizar explosivos de emulsión más adelante. El polvorín en donde se almacenan los explosivos, fue construido y cumple con las recomendaciones, en lo que a este respecto recomienda el Reglamento de Seguridad Minera, especialmente en el almacenamiento independiente de los explosivos y fulminantes.

- Limpieza

El transporte del mineral se efectúa por intermedio de carros mineros sobre ruedas, los que serán transportados por fuerza manual inicialmente, además se cuenta con labores principales de acarreo con línea de 30lb / yardas y carros U35.

Asimismo, en la galería principal de extracción, se construirán refugios, dada cada 10m.

El mineral será transportado a las tolvas superficiales que estará ubicada a la salida de cada bocamina la que contará con una capacidad de 100TM / H, a partir de la cual los volquetes se encargarán de trasportarlo hacia la tolva de gruesos de la planta concentradora.

- Operaciones Auxiliares

- Sostenimiento

Con respecto al sostenimiento, este se realiza principalmente con madera dado que se trata de minería convencional de dimensiones pequeñas. En la TABLA 4 se muestran los sostenimientos empleados para las distintas labores.

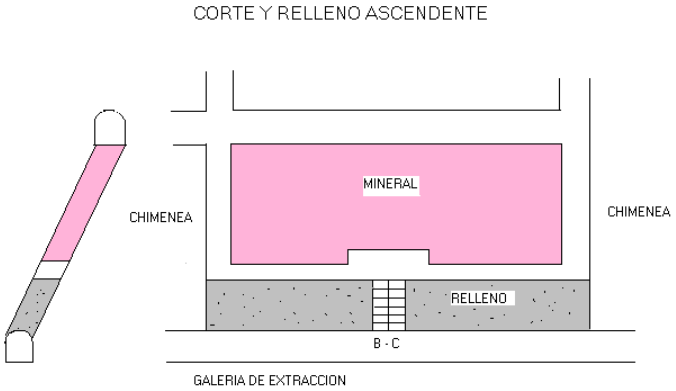
- Ventilación

La ventilación principalmente es natural, pero se cuenta con ventiladores secundarios para las labores extensas como es la cortada Esperanza que cuenta con dos ventiladores de 30,000 cfm cada uno instalados en serie.

3.4.6. MÉTODO DE EXPLOTACIÓN

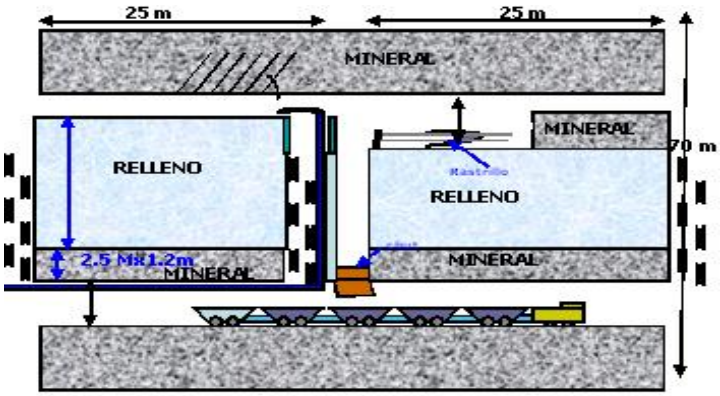
El método de explotación que se aplicará es el de corte y relleno ascendente, en vista de que las rocas encajonantes tienen una condición estable (RMR 50 - 60). Se considera en los extremos de estos tajos la construcción de chutes y caminos, además la construcción de una chimenea estándar de ventilación en la parte intermedia del tajo.

GRAFICO 1: Corte y Relleno Ascendente



Fuente: Minera Yanaquihua S.A.C.

GRAFICO 2: Corte y Relleno Ascendente



Fuente: Minera Yanaquihua S.A.C.

3.4.7. DEPÓSITOS DE DESMONTE

Los depósitos de desmontes serán ubicados principalmente en la bocamina de cada nivel de extracción. Para construir estos depósitos se ha procedido con las siguientes operaciones:

- Limpieza de la base de todo material cuaternario inestable.
- Vertido de desmonte hasta ángulos que oscilan entre 30° y 45º.
- Provisión de construcción de zanja de drenaje superficial al cierre del botadero.

CAPITULO IV

FACTORES TECNOLÓGICOS QUE INFLUYEN EN LOS COSTOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA EN EL CRUCERO 117W

4.1. INTRODUCCIÓN

En minería, la optimización se lleva a cabo mediante la evaluación y análisis de cada una de las operaciones unitarias necesarias para la extracción del recurso mineral de interés. Una de estas, es la operación de perforación y voladura, la cual es uno de los métodos de arranque de material más utilizado, ya que permite obtener mayor cantidad de material arrancado en un tiempo más cortó. Puede ser empleado en rocas con diferentes propiedades físicas y mecánicas, además ofrece una adecuada fragmentación del material, aspecto que es fundamental para la remoción y transporte de material volado**.**

4.2. OBJETIVOS

4.2.1. General

- Ejecutar el crucero 117W, con la finalidad de intersectar la veta, en la cortada esperanza.

4.2.2. Específico

- Desarrollar las operaciones unitarias, para el avance técnico en el crucero 117W.
- Establecer el análisis de costos de perforación y voladura.
- Evaluar correctamente los estándares de perforación y voladura en los frentes de avance.

Factores tecnológicos que influyen en los costos de perforación y voladura en el crucero 117W:

Costos de perforación:
- tipo de terreno
- malla de perforación
- recursos humanos
- recursos físicos
- tiempos de perforación

Costos de voladura
- malla de voladura
- grado de fragmentación
- insumos de voladura

4.3. FACTORES TECNOLÓGICOS QUE INFLUYEN EN LOS COSTOS DE PERFORACIÓN

4.3.1. CONDICIONES LITOLÓGICAS DEL MACIZO ROCOSO

El tipo de terreno del macizo rocoso, es importante para la perforación y voladura en:

- La utilización del tipo de perforadora a emplear, en la explotación del crucero 117W.
- La utilización del tipo de materiales de perforación a emplear, por el desgaste de estos mismos, en la explotación del crucero 117W.
- La utilización del tipo de insumos a emplear en la perforación y para determinar la fuerza de explosivo en la voladura, de la explotación del crucero 117W.
- En el diseño de la malla de perforación a emplear en el crucero 117W.
- En el diseño de la malla de voladura, considerando el número de caras libres de taladros perforados, ya que podría ocasionar costos de Limpieza por sobrerotura; número de horas de trabajo de los equipos de extracción: el carguío o limpieza mediante winches de izaje, palas neumáticas (Eimco 12B), transporte continuo (Cable carriles).

Los tipos de terreno a utilizarse son:

- **Terreno Macizo.-** Es aquel que presenta una estructura uniforme, es decir que no hay fracturas o partes descompuestas, además tiene una dureza uniforme. Este tipo de terreno es el más favorable para la perforación, pues la resistencia que ofrece a la penetración del barreno es uniforme, permitiendo que la barrenación sea fácil y rápida.

- **Terreno Fracturado.-** Se llama así, cuando hay una serie de fracturas o planes de separación, las que pueden estar paralelas o en diferentes direcciones, y a pequeños intervalos o cierta distancia unos de otro. El terreno fracturado presenta los siguientes inconvenientes:

  - Dificulta la perforación, porque el barreno en su avance de encontrar un plano de fracturas inclinado con respecto al eje del taladro, tiende a desviarse, originando el amarre del barreno, en éste caso procurar que los taladros sean perpendiculares a la fractura.
  - No se pueden usar trozos normales, se hará de acuerdo a como se presenta la fractura.
  - Los vacíos de las fracturas, pueden originar escapes de los gases de la explosión y originar que se “soplen” los tiros.

- **Terreno Panizado.-** Es aquel que presenta zonas de panizo entre dos capas de terreno consistente. Los cuidados que se deben de tener, durante la perforación son:

  - Perforar sólo la parte de roca consistente, ubicado los taladros, de modo que abarquen el mayor cuerpo posible de la roca consistente, evitando así perforar en el panizo.
  - No se deben usar trozos normales, después de cada disparo se debe observar con detenimiento el frente, para poder juzgar cual es el trozo más adecuado para el nuevo disparo.
  - Cuando la zona de panizo es demasiado grande y la perforación es inevitable, debe poner especial cuidado al momento de perforar los taladros, haciendo con poca presión y abundante agua.

- **Terreno Suelto.-** “Es aquel que no presenta consistencia alguna, y no se necesita perforación, teniéndose que sostener inmediatamente las labores que se abren, para así impedir derrumbes”[2].

4.3.2. NÚMEROS DE CARAS LIBRES

Una cara libre es aquel que está en contacto con el aire, cuando menos es el número de caras libres mayor es la resistencia de la roca, cuanto mayor es el número de caras libres menor es la resistencia de la roca.

En la Minera Yanaquihua las labores ejecutadas son enteramente subterráneas, las que presentan generalmente una sola cara libre, la cual es más dificultoso hacer la voladura.

Para el éxito de la voladura se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Un eficiente disparo dependerá del éxito de los taladros de arranque, estos deberán ser ubicados y perforados controlando su dirección cuidadosamente; asimismo, deberán tener suficiente carga explosiva.
- La primera ayuda y el primer cuadrador deben ser cargados suficientemente, pues son estos taladros los que abren una cara libre más.
- Por regla se tiene un orden de encendido o salida de los taladros, los que deben respetarse rigurosamente, si se quiere obtener pleno éxito en el disparo.

[2] Tesis para Optar el Título de ingeniero de Minas… “Reemplazamiento de Máquinas Perforadoras”, 1995 p 39.

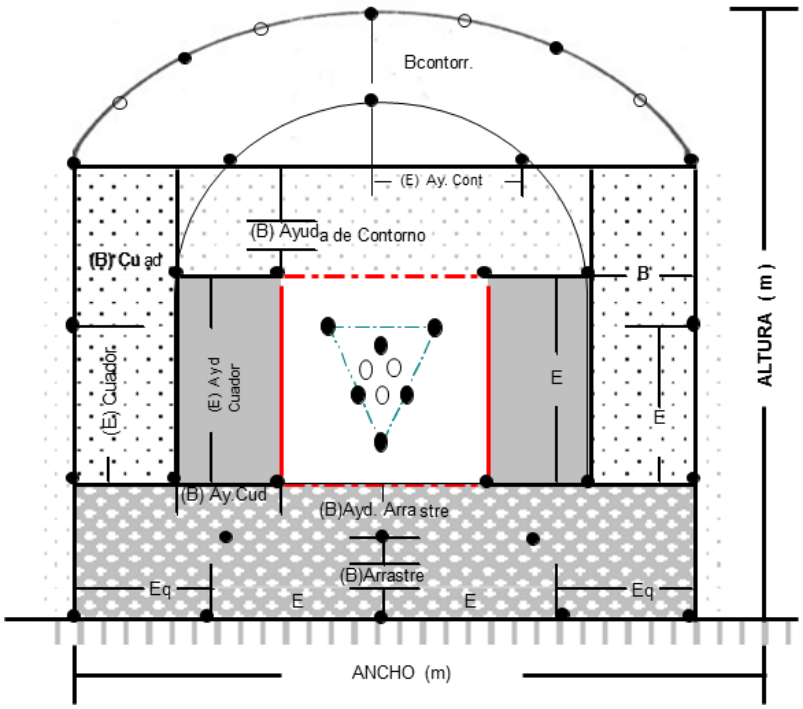
4.3.3. MALLA DE PERFORACIÓN

El diseño de la malla de perforación, un factor tecnológico importante, para el control del número de taladros y los pies perforados por día, en el crucero 117W, será cantidad de insumos en la actividad de perforación, por ende, puedan generar mayores costos por la compra excesiva de estos.

En la Cortada Esperanza, para frentes en cortadas, cruceros y galerías se utiliza el tipo de malla de perforación el corte quemado.

GRAFICO 3: Diseño de Malla de Perforación en un Crucero o Galería

UBICACIÓN DE LOS TALADROS EN UNA MALLA ESTANDAR



Fuente: Minera Yanaquihua S.A.C.

CALCULO DE DISEÑO DE PERFORACIÓN

EN EL CRUCERO:

- Sección: S = 1.8m x 2.1m
- Ancho de la Labor: B = 1.8m
- Altura de la Labor: H = 2.1m
- Tipo de Roca: Dura = K = 2
- Longitud de Perforación: 6pies = 1.83m
- Densidad In situ = 2.7ton / m^3
- Peso del Cartucho de Dinamita = 0.08Kg
- Burden = 0.5m
- Espaciamiento: dt = 0.55m
- Rendimiento de Avance = 85% = 0.85
- Diámetro del explosivo en pulgadas = d_e = (7/8)pulgadas
- Densidad específica del explosivo = ρ_e = 1.2

CALCULANDO EL NÚMERO DE TALADROS POR DISPARO:

N° de Taladros = 4 x $S^{1/2}$/ dt + K x S

N° de Taladros = 4 x $(1.8 \times 2.1)^{1/2}$ / 0.55 + 2 x (1.8 x 2.1)

N° de Taladros = 22 taladros

CALCULANDO EL VOLUMEN MOVIDO:

Como es una área con corona se tiene que tener en cuenta por formula

Area de Labor = 2 x B x H / 3 + (H / (18 x B)) x (H^2 / 3 + 4 x B^2)

Area de Labor = 2 x 1.8 x 2.1 / 3 + (2.1 / (18 x 1.8)) x (2.1^2 / 3 + 4 x 1.8^2)

Area de Labor = 3.46m^2

Por tanto:

Material Removido = Area de Labor x Longitud de Perforación x Rendimiento de Avance

Material Removido = 3.46 x 1.83 x 0.85

Material Removido = 5.38m^3

Ademas:

Volumen Movido = Material Removido x Densidad In situ

Volumen Movido = 5.38 x 2.7

Volumen Movido = 14.53 toneladas

4.3.4. RECURSOS

- RECURSOS HUMANOS

Generalmente el que realiza la actividad, de la perforación y voladura en el crucero 117W, es sólo, un perforista y un ayudante de perforista, los cuales también se dedican a realizar otros trabajos de ciclo por ejemplo limpieza, enmaderado, esto se da ya sea en tajo o en frente; se considera la supervisión de un capataz

- RECURSOS FÍSICOS

- Equipos

Es importante saber el equipo de perforación a emplear en el tajeo, considerando el método de explotación corte e relleno ascendente, y puede ser:

Los costos del equipo de perforación dependen directamente de la potencia en caballaje, vida útil y de las capacidades del mismo.

Estos equipos están supeditados mucho del mercado. Siempre que se da una alta demanda para perforaciones, los propietarios de equipo estarán en la capacidad de pedir precios elevados en vista a la escasez creada por dicha demanda.

En condiciones de mercado normales, un propietario tratará de recuperar suficientes costos de capital como para estar en condiciones de adquirir nuevo equipo cuando el actual se encuentre totalmente depreciado. Por consiguiente, en un mercado robusto, el propietario del equipo tratará de depreciar el valor del mismo sobre la base del valor de reemplazo.

Tajeo

- Máquina de Perforación	:	YETE - 0620
- Presión	:	65 - 70 PSI

Crucero o Galería

- Máquina de Perforación	:	YETE - 27
- Presión	:	65 - 70 PSI

- Materiales e insumos

Los costos de materiales para la perforación, generalmente son constantes; estos precios están supeditados, a las características técnicas de diseño de creación, vida útil en donde fueron creadas; estos materiales de perforación consideradas son barras, brocas, mangueras.

Para la perforación, es importante saber con tipo de material de perforación se utiliza, el uso, su desgaste real en su uso, para que no puedan afectar a posteriori en el costo de perforación por materiales; En la Cortada Esperanza se utiliza por ejemplo barras BOART LONGYEAR de 4’ y 6’, 8’ y brocas BOART LONGYEAR desechables de 0.35mm y 0.38mm en cruz.

Los costos de insumos para la perforación, generalmente sus precios pueden variar en el tiempo, ya sea por motivos de escasez de insumos, o aumento del mismo; estos precios están supeditados, a las características técnicas de diseño, en donde fueron creadas; estos insumos en perforación considerados son aceites, lubricantes aire comprimido, que este último es suministrado también para trabajos de limpieza con palas neumáticas y también, para disipar el aire viciado mediante una manguera con aire comprimido ubicada en la bocamina desde donde se introduce al interior de las diferentes labores o tajeos.

La vida útil de los barrenos integrales de 4' y 6' en el crucero 117W es de 20m - 250m en afilado y de 200m - 800m en servicio aproximadamente.

4.3.5. TIEMPOS DE PERFORACIÓN

El método de perforación que se practica es una perforación vertical y selectiva con el método del circado que consiste en perforar y disparar primero solo la estructura mineralizada y una vez evacuado el mineral roto, se perfora y dispara la caja piso en desmonte, para dar a la labor el ancho mínimo de explotación que es de 0.90m y que queda como relleno. Con este método se procura obtener disoluciones no mayores del 20%.

Para la perforación se utiliza barras BOART LONGYEAR de 4' y 6', 8' y brocas BOART LONGYEAR desechables de 0.35mm y 0.38mm. en cruz.

El que realiza la perforación es sólo un operador que cuenta con 1 ó 2 ayudantes los cuales se dedican a realizar otros trabajos de ciclo por ejemplo limpieza, enmaderado, esto se dan ya sea en tajo o en frente.

El tiempo real empleado en la actividad de perforación y voladura en el crucero 117W, no se considera para el análisis, ya que los salarios ya están establecidos por día del personal, para análisis de trabajos futuros para ingenieros de minas.

Los cálculos, en base a datos de campo tomados en el ciclo de tiempos de perforación, en el crucero 117W, el cual se realizó con un perforista y su ayudante.

Para el cálculo de tiempos del ciclo de perforación, con datos de campo tomados en el crucero 117W, descritos en el cuadro Nº01, ubicados en el anexo de este informe, se hará, con la siguiente fórmula:

TIEMPO DE PERFORACIÓN = $T_P + T_{1P} + T_{1R} + T_{1C} + T_{2P} + T_{2R}$

Donde:
T_{1P} = posicionamiento y/o empate (4pies)(seg)
T_{1P} = perforación y barrido (4pies)(seg)
T_{1R} = retiro de barreno (4pies)(seg)
T_{1C} = cambio de barreno (Seg)
T_{2P} = perforación y barrido (6pies)(seg)
T_{2R} = retiro de barreno (6pies)(seg)

Estos datos son calculados del cuadro Nº01 anexado, en base a un promedio de días de trabajo en la Cortada Esperanza, por lo que no consideré fuente bibliográfica.

- Tiempo Total Perforado : 0.920hrs. = 0 55’ 13”
- Tiempo Neto Perforado : 0.698hrs. = 0 41’ 54”
- Nº de Taladros Perforados = 43 en 1 guardia
- Pies Perforados por guardia:

Barreno 6 pies ..... 6 x 28 = 168

Barreno 4 pies ..... 4 x 15 = 60

228pies / guardia

4.2. FACTORES TECNOLÓGICOS QUE AFECTAN EN LOS COSTOS DE VOLADURA

4.2.1. MALLA DE VOLADURA

Es importante saber en el diseño de la malla de voladura el número de caras libres para el éxito de una buena voladura

En la Cortada Esperanza las labores ejecutadas son enteramente subterráneas, las que presentan generalmente una sola cara libre, la cual es más dificultoso hacer la voladura. Se debe tener en cuenta lo siguiente:

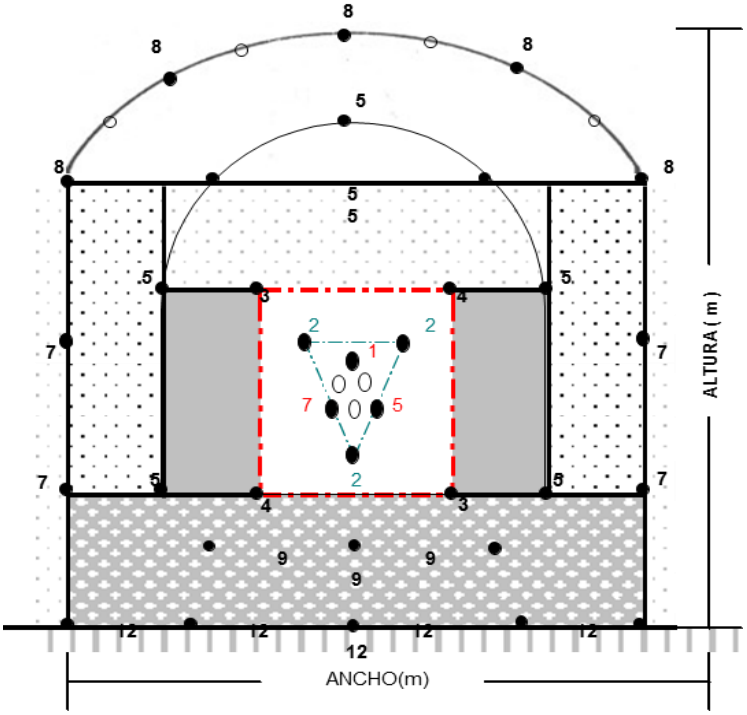
1. Un eficiente disparo dependerá del éxito de los taladros de arranque, estos deberán ser ubicados y perforados controlando su dirección cuidadosamente; asimismo, deberán tener suficiente carga explosiva.

2. La primera ayuda y el primer cuadrador deben ser cargados suficientemente, pues son estos taladros los que abren una cara libre más.

3. Por regla se tiene un orden de encendido o salida de los taladros, los que deben respetarse rigurosamente, si se quiere obtener pleno éxito en el disparo.

GRAFICO 4: Diseño de Malla de Voladura en Crucero o Galería

SECUENCIA DE SALIDA CON FULMINANTE NO ELECTRICO



Burden = 0.30 – 0.50 m
Espaciamiento = 0.50 – 0.70 m

Fuente: Minera Yanaquihua S.A.C.

CALCULO DE DISEÑO DE VOLADURA

EN EL CRUCERO:

- Sección: S = 1.8m x 2.1m
- Ancho de la Labor: B = 1.8m
- Altura de la Labor: H = 2.1m
- Tipo de Roca: Dura = K = 2
- Longitud de Perforación: 6pies = 1.83m
- Densidad In situ = 2.7ton / m^3
- Peso del Cartucho de Dinamita = 0.08Kg
- Burden = 0.5m
- Espaciamiento: dt = 0.55m

- Rendimiento de Avance = 85% = 0.85
- Diámetro del explosivo en pulgadas = d_e = (7/8)pulgadas
- Densidad específica del explosivo = ρ_e = 1.2

CALCULANDO LA DENSIDAD DE CARGA:

dc = 0.34 x $(d_e)^2$ x ρ_e
dc = 0.34 x $(7/8)^2$ x 1.2
dc = 0.31 lbs / pie x 1Kg / 0.45lbs
dc = 0.14 Kg/pie

CALCULANDO EL NÚMERO DE CARTUCHOS POR TALADRO:

Por confinamento del cartucho de dinamita y el taladro se multiplica por 0.75 y luego se resta 1 cartucho de cebo de la siguiente manera:

N°de Cartucho por Taladro = (dc x (1 - Longitud de Perforación x 0.10) x 0.75) / (Peso Cartucho) - 1
N°de Cartucho por Taladro = (0.14 x (1 - 6 x 0.10) x 0.75) / 0.08 - 1
N°de Cartucho por Taladro = 6.09
N°de Cartucho por Taladro = 6

CALCULANDO EL NÚMERO TOTAL DE CARTUCHOS:

- N° de Taladros = 22 taladros
N° Total de Cartuchos = N°de Cartucho por Taladro x N° de Taladros
N° Total de Cartuchos = 6 x 22
N° Total de Cartuchos = 132 cartuchos

CALCULANDO EL PESO TOTAL DEL EXPLOSIVO:
Peso Total Explosivo = N° total de cartuchos x Peso de Cartucho de Dinamita
Peso Total Explosivo = 132 x 0.08

Peso Total Explosivo = 10.56Kg

CALCULANDO EL FACTOR DE CARGA:

- Material Removido = 5.38m^3
Factor de Carga = Peso Total Explosivo / Material Removido
Factor de Carga = 10.56 / 5.38
Factor de Carga = 1.96Kg / m^3

CALCULANDO EL FACTOR DE POTENCIA:

- Volumen Movido = 14.53 toneladas
Factor de Potencia = Peso Total Explosivo / Volumen Movido
Factor de Potencia = 10.56 / 14.53
Factor de Potencia = 0.73Kg / toneladas

4.2.2. INSUMOS EN LA VOLADURA

Los costos de insumos para la voladura, generalmente sus precios pueden variar en el tiempo, ya sea por motivos de escasez de insumos, o aumento del mismo; estos precios están supeditados, a las características técnicas de diseño, en donde fueron creadas; estos insumos en voladura considerados son dinamitas, mechas de seguridad, fulminantes y conectores.

- Explosivo Comercial

Son aquellos que existen en el mercado nacional en gran variedad de tipos y grados, los mismos que son utilizados en diferentes operaciones mineras.

La elección del explosivo para ser usado en casos específicos, en cuanto a cantidad y grado depende de los factores siguientes:

- Naturaleza del terreno.
- Grado de fragmentación deseado.
- Ventilación del lugar de trabajo.
- Condiciones a que serán expuestas las cargas del explosivo.
- factor económico, etc.

Clases de explosivos comerciales usados en la mina:

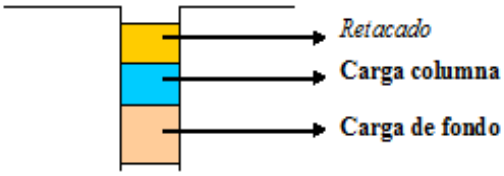
- Carga de Fondo

- Dinamitas
- Explosivos especiales
- Hidrogeles (Slurries)

- Carga Columna

- ANFO
- Pólvora negra
- Pólvora sin humo

GRAFICO 5: Carga de Fondo y Carga Columna



Fuente: Minera Yanaquihua S.A.C.

La operación unitaria de voladura es muy importante durante la explotación, de la cual dependerá el cumplimiento de las metas. Se puede realizar con los siguientes explosivos:

- Fulminante común Nº6
- Mecha de seguridad (7pies)
- Cordón de ignición (Naiter)
- ANFO (7/8” de diámetro, 7” de longitud)

DETERMINACION DE CARGA DE FONDO: CF(m)

CF = 1.3xB

Donde:

B = burden = 0.5m

CF = 1.3x0.5

CF = 0.65m

DETERMINACIÓN DE CARGA DE COLUMNAS: CC(m)

CC = 2.3xB

Donde:

B = burden = 0.5m

CC= 2.3x0.5

CC= 1.15m

4.2.3. GRADO DE FRAGMENTACIÓN

Se refiere al tamaño que debe tener el material derribado, por ejemplo, en disparos que hacen en las galerías de la Minara Yanaquihua, el tamaño de las partículas debe un máximo de 6 pulgadas y un mínimo de 2pulgadas como diámetro, esto para facilitar la limpieza y transporte del material, para lograr lo indicado se debe tener en cuenta el espaciamiento de los taladros, en tajeos 0.60m. y en frentes 0.40m. aproximadamente.

CAPITULO V

ANALISIS DE COSTOS DE LOS FACTORES TECNOLÓGICOS MÁS IMPORTANTES EN LA PERFORACIÓN Y VOLADURA

Los costos de perforación son expresados, a veces, en términos de unidad monetaria por día o unidad monetaria por metro o pié; lo más común es que los contratistas operen en base a costos diarios (una jornada).

5.1. RECURSOS HUMANOS

BENEFICIOS SOCIALES	DIAS	TRABAJADOR (1)		APORTACIONES EMPLEADOR			Total Aport.	TOTAL (Aport + Dias)
				IMPUESTO EXTERNO	ESSALUD	ACCIDENTES TRABAJO		
				5.50%	**9.00%**	**6.50%**		
DIAS TRABAJADOS	265	265	(A)	14.58	23.85	17.23	55.66	320.66
DOMINGOS	52	52	(B)	2.86	4.68	3.38	10.92	62.92
FERIADOS	13	13	(C)	0.75	1.17	0.85	2.77	15.77
VACACIONES	30	30	(D)	1.65	2.7	1.95	6.3	36.3
GRATIFICACIONES	60	60	(E)	3.3	5.4	3.9	12.6	72.6
ENFERMEDAD	5	5	(F)	0.28	0.45	0.33	1.06	6.06
CTS	35	35	(G)	0	0	0	0	35
TOTAL		**460**	**(H)**				**89.31**	**549.31**
								(M)

FACTOR (M)/(A) = 2.0729 ……(N)

BENEFICIOS SOCIALES ((N) - 1) = 1.0729 = **107.29**%

SUELDOS Y SALARIOS

JORNALES	BASICO (S/.)	BENEFICIOS SOCIALES (Básicox107.29%) (S/.)	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	HERRAMIENTAS	TOTAL JORNAL (Bás +Benf. Soc) (S/.)
CAPATAZ	**31.59**	33.89	0.00	0.00	**65.48**
PERFORISTA	**25.28**	27.12	0.00	2.61	**55.01**
AYUDANTE DE PERFORISTA	**22.75**	24.41	0.00	2.35	**49.51**

Una 01 día de trabajo = 01Jornada de trabajo = 8 horas de trabajo

5.2. RECURSOS FÍSICOS

5.2.1. COSTOS DIARIOS DEL EQUIPO DE PERFORACIÓN

RUBRO	CANTIDAD	PRECIO (S/.)	PRECIO (US $)	VIDA	UNIDAD
PERFORADORA	1	22000	8577	120000	PIES

5.2.2. COSTOS DIARIOS DE LOS MATERIALES DE PERFORACIÓN

MATERIALES	NUEVOS SOLES	US $	UNIDAD
BARRA CONICA DE 4 PIES	129.84	50.62	POR PIEZA
BARRA CONICA DE 6 PIES	155.70	60.70	POR PIEZA
BARRA CONICA DE 8 PIES	159.26	62.09	POR PIEZA
BROCA DE 1 1/2"	30.78	12.00	POR PIEZA
BROCA DE 1 3/8"	25.98	10.13	POR PIEZA
MANGUERA DE JEBE Y LONA DE 1"	6.59	2.57	POR METRO
MANGUERA DE JEBE Y LONA DE 1/2"	2.69	1.05	POR METRO

Tipo de Cambio = 2.565 S/./$

5.2.3. COSTOS DIARIOS DE INSUMOS EN PERFORACIÓN Y VOLADURA

Los costos de insumos para la perforación y voladura, generalmente sus precios pueden variar en el tiempo, ya sea por motivos de escasez de insumos, o aumento del mismo; estos precios están supeditados, a las características técnicas de diseño, en donde fueron creadas; estos insumos en perforación considerados son aceite, dinamitas, mechas de seguridad, fulminantes, conectores.

INSUMOS	NUEVOSSOLES	US $	UNIDAD
ACEITE ALMO OIL 527	8.131	3.17	POR GALON
DINAMITA FAMESA PULVERULENTA (7/8”)	4.232	1.65	POR KILO
DINAMITA FAMESA SEMIG. (7/8”) 65 %	4.412	1.72	POR KILO
DINAMITA FAMESA SEMIG. (7/8”) 45 %	4.602	1.794	POR KILO
MECHA LENTA	0.218	0.085	POR METRO
MECHA RAPIDA	0.857	0.334	POR METRO
FULMINANTE N°6	0.244	0.095	POR PIEZA
CONECTOR PARA MECHA RAPIDA	0.372	0.145	POR PIEZA

Tipo de Cambio = 2.565 S/./$

5.3. ANÁLISIS DE COSTOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA EN EL CRUCERO 117W

TIPO DE ROCA	DURA
BURDEN	0.6MTS
ESPACIAMENTO	0.55MTS
ANCHO DE LABOR	1.8MTS
ALTURA DE LABOR	2.1MTS
AREA DE LABOR	3.46MTS^2
NÚMERO DE TALADROS /GDIA	22TALADS / GDIA (16 de 6pies y 6 de 4pies de longitud)
LONGITUD DE TALADROS	= 6pies = 1.83MTS (se considera el taladro de mayor longitud)
RENDIM. DE AVANCE (R = 85%)	= 1.56MTS
FACTOR DE POTENCIA	= 0.73KG / TON
DENSIDAD IN SITU	= 2.7TON / MT^3
VOLUMEN MOVIDO (TON x MT^3 x R)	= 14.53TONELADAS

Salarios:

MANO DE OBRA	UNIDAD	PRECIO (S/.)	PRECIO (US $)	CANTIDAD	COSTO TOTAL (US $ / DIA)
CAPATAZ	TAREA	65.48	25.528	0.167	4.263

PERFORISTA	TAREA	55.01	21.446	1	21.446
AYUDANTE DE PERFORISTA	TAREA	49.51	19.302	1	19.302
TOTAL SALARIOS					**45.011 US $ / DIA**

Nota: El salario por la actividad del capataz es de 4.263 US $ y no 25.528 US $, ya que este salario, es por los 5 tajeos y 1 crucero de supervisión.

ANÁLISIS DEL PRECIO DEL PIE PERFORADO

Pies Perforados = Número de Taladros x Longitud de Taladro x 85%(pies)

RUBRO	CANTIDAD	PRECIO (S/.)	PRECIO (US $)	VIDA	UNIDADES	COSTO = (Precio / Vida) x Cantidad (US $ / pies)
PERFORADORA	1	22000	8577	120000	PIES	0.0715
BARRA DE 6 PIES	1	196.06	76.44	2300	PIES	0.0332
BROCA	1	38.76	15.11	800	PIES	0.0189
ACEITE	1	10.25	4	1	PIES PERFORADOS	0.0357
MANGUERA 1"	25	8.31	3.24	300	PIES PERFORADOS	0.0024
MANGUERA 1/2"	25	3.38	1.32	300	PIES PERFORADOS	0.0009
CONEXIONES	1	13.5	5.26	300	PIES PERFORADOS	0.0002
TOTAL DE PERFORACIÓN						**0.1628 US $ / PIE**

Materiales:

MATERIALES	UNIDAD	PRECIO (S/.)	PRECIO (US $)	CANTIDAD	COSTO TOTAL (US $ / DIA)
PIES PERFORADOS	PIES	0.418	0.163	112.2	18.29
DINAMITA	KG	5.556	2.166	10.61	22.98
MECHA LENTA	MTS	0.275	0.107	40.9	4.37
FULMINANTE N°6	PZAS	0.307	0.120	22	2.64
MECHA RAPIDA (Naiter)	MTS	1.079	0.421	3	1.26
CONECTORES	PZAS	0.468	0.182	22	4.00
TOTAL					**53.54 US $ / DIA**

Nota: Se consideró el taladro de mayor longitud 6pies multiplicado por 85% de rendimiento de avance, para el cálculo de pies perforados.

Nota: Los precios de la dinamita, mecha lenta, fulminante N°6, mecha rápida y conectores, se consideraron de acuerdo a lo que compra la Minera Yanaquihua.

- Para el cálculo de la cantidad de Dinamita a utilizar para el disparo, se hizo de la siguiente manera:

CANTIDAD DE DINAMITA (KG) = VOLUMEN MOVIDO (TON) X FACTOR DE POTENCIA (KG / TON)

- Para el cálculo de la cantidad de mecha lenta a utilizar para el disparo, se hizo de la siguiente manera:

CANTIDAD DE MECHA LENTA (MTS) = (LONGITUD DE TALADRO x 0.85 (PIES) +1) X N° DE TALX 0.3048 (MTS / PIES)

- Para el cálculo de la cantidad de mecha rápida a utilizar para el disparo, es de acuerdo al número de taladros.

- Para el cálculo de la cantidad de conectores y fulminantes a utilizar para el disparo, es de acuerdo al número de taladros.

Nota: Se consideró el costo por día, porque en un día, disparan solo una vez.

Entonces el costo total, que se puede requerir, de acuerdo a los factores tecnológicos más importantes en la ejecución de la actividad de perforación y voladura en un día (jornada) será:

COSTO TOTAL (US $ / DIA) = SALARIOS + MATERIALES

COSTO TOTAL (US $ / DIA) = 45.011 + 53.54

COSTO TOTAL = US $98.55 / Día (En el Crucero)

CONCLUSIONES

1. Llegamos a la conclusión que los factores tecnológicos descritos son influyentes en los costos tanto en la actividad de perforación, como de voladura, por lo tanto, el costo total diario es de US $98.38 / Día en el Crucero 117W.

2. El diseño de la malla de perforación en el Crucero 117W de sección 1.8m x 2.1m es un factor tecnológico de gran importancia, para hacer los cálculos de números de taladros por disparo, el volumen movido y los pies perforados, para así poder obtener los costos de perforación.

3. El trazo y la malla de voladura en el Crucero 117W, es otro factor muy importante, para hacer los cálculos de número total de cartuchos, el peso total del explosivo, el factor de carga, el factor de potencia y así poder obtener los costos de voladura.

4. El diseño de la malla de perforación, es importante para control del número de taladros y los pies perforados por día, en el crucero 117W, será también un factor tecnológico importante cantidad de insumos en la actividad de la

voladura, por ende, puedan generar mayores costos por la compra excesiva de estos, por parte de la empresa minera.

5. Por lo regular, se considera que los costos de perforación y voladura dependen de tres factores importantes: Salarios diarios (jornales) del personal para la perforación y voladura, como perforista, y ayudante de perforista y capataz, para la supervisión, también de los costos diarios del equipo de perforación, de los materiales e insumos de perforación y voladura, tales como combustibles, los aceites, lubricantes, dinamita, mecha lenta, mecha rápida, fulminantes, los cuales son expresados, a veces, en términos de unidad monetaria por día o unidad monetaria por metro o pié; lo más común es que los contratistas operen en base a costos diarios.

6. Los tiempos efectivos en la perforación, es un factor tecnológico importante, en los costos de perforación, el cual servirá de base, para hacer otros estudios más minuciosos de las personas que se interesen en este tema; por ejemplo, para ver realmente las horas - hombre trabajado, horas - máquina, etc, importantes para beneficios de la empresa.

RECOMENDACIONES

1. Se debe tener en consideración el valor del peso de carga del explosivo (dinamita) y el tonelaje a extraer del material, ya que de estos dependerán los costos de voladura, para así obtener un análisis de costos de perforación y voladura.

2. Se recomienda tener mayor énfasis en la identificación del tipo de terreno (tipo de roca), para el análisis de las propiedades físicas del terreno entre ellos la densidad insitu de la roca; ya que éste es un dato importante que influye en el cálculo del tonelaje del material extraíble.

3. Siempre se debe tener presente el tipo de cambio de moneda (de soles a dólares y/o viceversa), que se da en el lugar donde se realizan las adquisiciones de los materiales, equipos e insumos necesarios, ya que esto influirá en los cálculos de costos tanto de maquinaria, materiales e insumos de perforación y voladura.

4. Se recomienda tener un buen diseño de malla de perforación y a la vez de voladura, para optimizar estas dos actividades unitarias, las cuales están en relación con las características del macizo rocoso; con la finalidad de saber la cantidad de taladro necesario para lograr el cálculo adecuado de los pies perforados necesarios; asimismo, determinar el adecuado requerimiento de materiales e insumos que puedan afectar en los costos de voladura. Este diseño podría variar de acuerdo al tipo de diseño a emplear, al tipo de roca al número de caras libres, y al distanciamiento entre taladros.

BIBLIOGRAFIA

LIBROS:

-"REGLAMENTO INTERNO DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE", Preparado por: Dpto. de Seguridad y Medio Ambiente. Aprobado por: Comité de SSMA

-"PERFORACIÓN Y VOLADURA, COSTOS Y SERVICIOS AUXILIARES" Inf. de Practicas Pre-Profesional, YANAQUIHUA S.A.C., Yasser Rivelinho Sicus Quispe

-"PERFORACIÓN Y VOLADURA", Tesis, Cerro de Pasco, 1988, vol II, EDGAR, Montes.

-"REEMPLAZAMIENTO DE MÁQUINAS PERFORADORAS" Tesis, Quiruvilca, 1995, vol II, PEDRO, Maguiña Ramirez

- Carlos Lopez Jimeno, MANUAL DE PERFORACIÓN Y VOLADURA DE ROCAS.

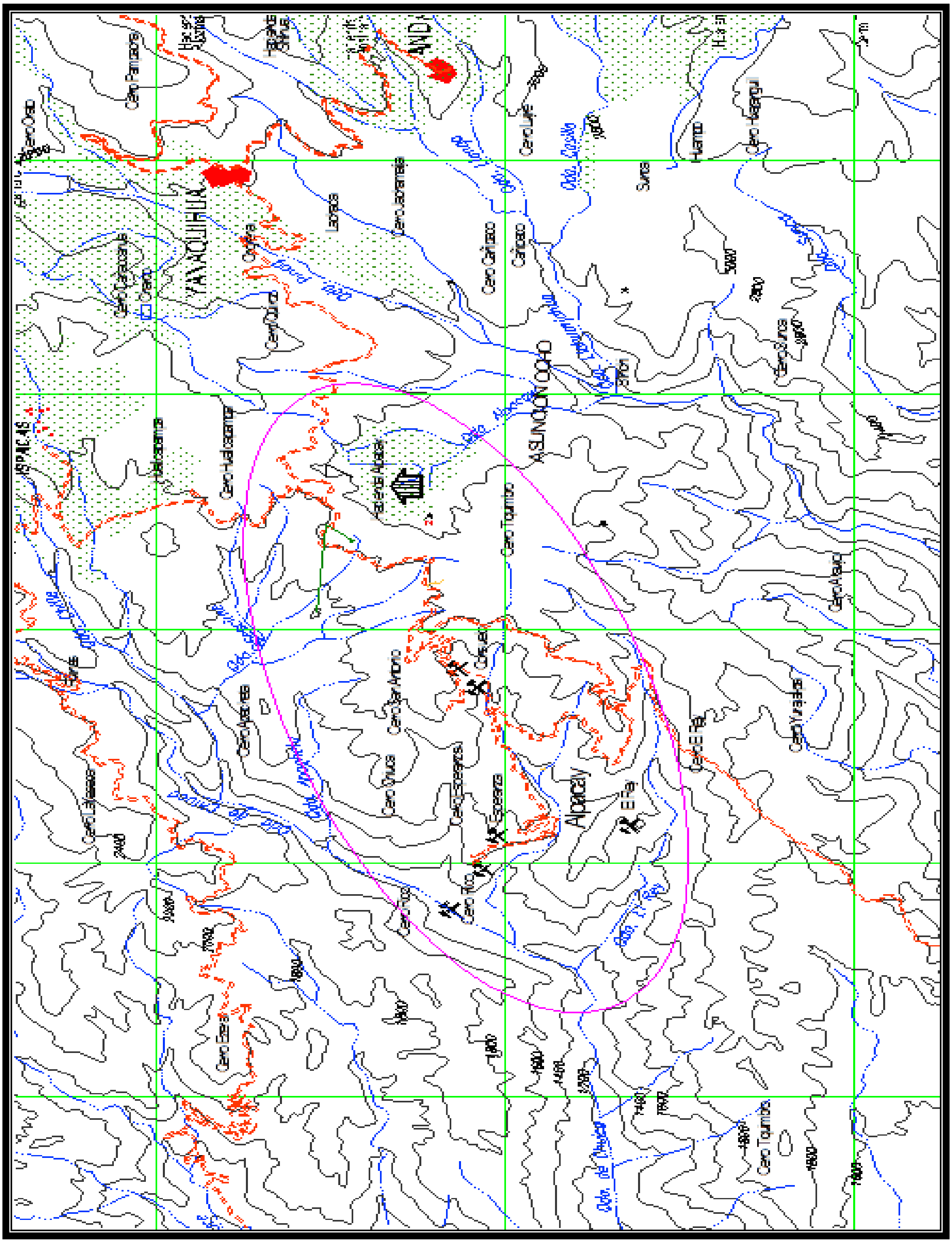
PAGINAS WEB CONSULTADAS:

- http://www.oit.org.pe/ipec/boletin/documentos/trabajo_minero_filomena.pdf
- http://www.oit.org.pe/ipec/boletin/documentos/trabajo_minero_filomena.pdf

ANEXOS

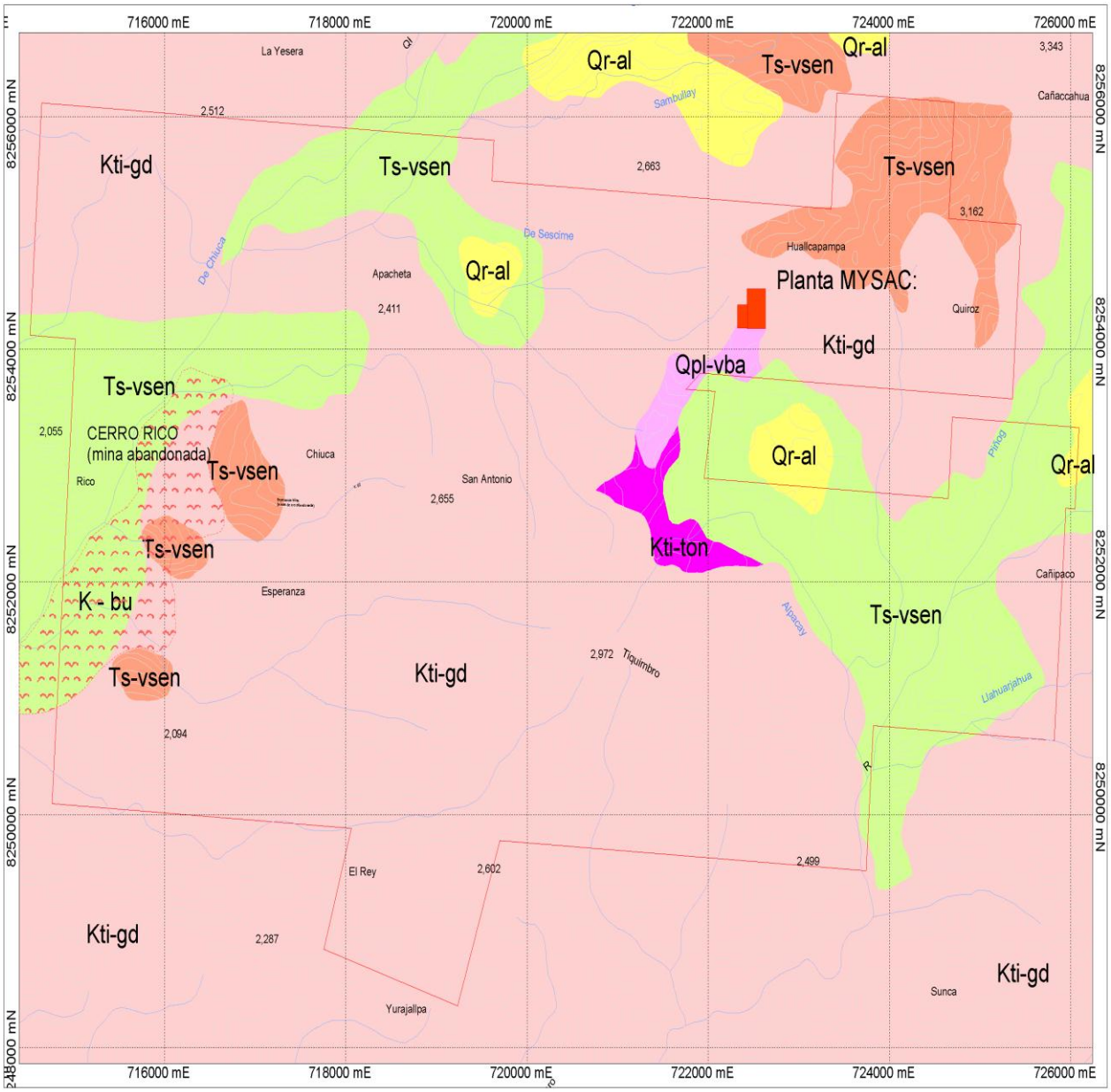
ANEXO N°01

MAPA DE UBICACIÓN DE LA MINA



ANEXO N°02

MAPA GEOLÓGICO DE LA MINA



ANEXO N°03

TIEMPOS DEL CICLO DE PERFORACIÓN

CICLO DE PERFORACION EN FRENTE - CORTADA ESPERANZA, NIVEL 2050, CRUCERO 117W

Nº	POSICIONAMIENTO Y EMPATE (4') (seg.)	PERFORACION Y BARRIDO (4') (seg.)	RETIRO DE BARRENO (4') (seg.)	CAMBIO DE BARRENO (seg.)	PERFORACION Y BARRIDO (6') (seg.)	RETIRO DE BARRENO (6') (seg.)
1	12	30	4			
2	12	35	3	13	33	1
3	10	32	4		32	1
4	6	27	5			
5	8	30	4	13	33	1
6	7	31	4		39	2
7	10	31	4			
8	11	31	5	12	51	1
9	10	27	4		54	2
10	10	29	3			
11	9	29	3	9	21	1
12	9	29	4		32	1
13	8	31	3			
14	10	30	5	11	23	2
15	10	29	4		27	1
16	10	29	5			
17	9	28	4	10	69	4
18	8	32	3		65	2
19	8	35	4			
20	9	35	5	13	50	2
21	9	33	3		41	1
22	7	32	4			
23	8	30	4	14	54	3
24	9	29	3		45	1
25	12	28	4			
26	12	30	4	12	38	3
27	11	31	4		31	2
28	9	32	3			
29	10	32	4	10	50	1
30	11	32	4		46	2
31	11	30	4			

32	9	31	3	14	29	1
33	9	30	4		39	1
34	10	33	5			
35	10	29	4	12	48	1
36	10	32	4		46	2
37	11	31	3			
38	12	30	3	11	42	1
39	12	33	4		48	1
40	12	33	4			
41	11	32	3	12	53	2
42	11	32	4		49	1
43	11	31	4			
TOTAL	**423**	**1326**	**166**	**166**	**1188**	**44**

Máquina de Perforación utilizada: YETE - 27

Presión: 65 - 70 PSI, Malla de Perforación: Corte Quemado

ANEXO N°04

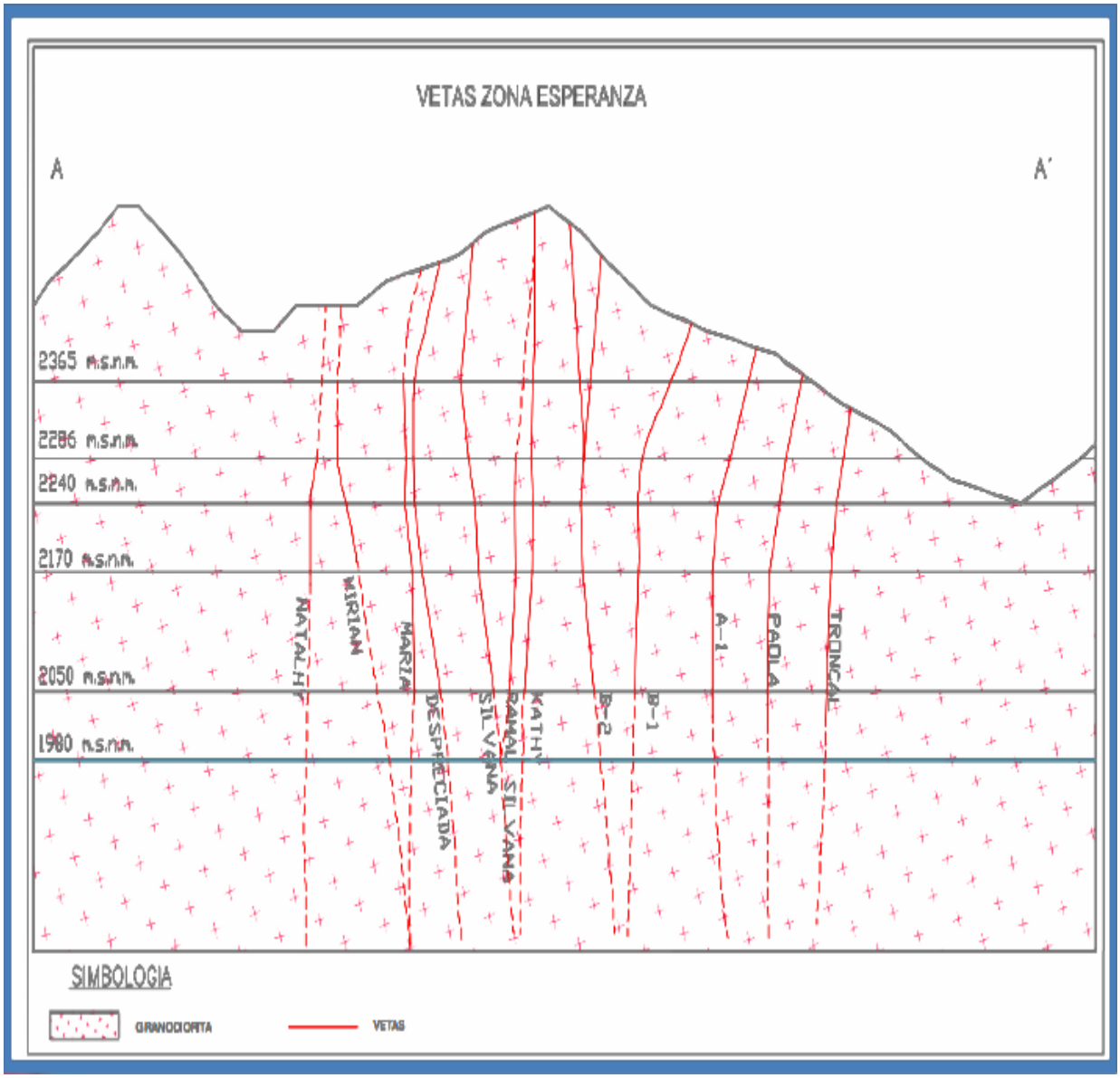



GRAFICO DE LAS VETAS ZONA ESPERANZA