

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA
Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**PROFUNDIZACIÓN DEL PIQUE 447 SECCIÓN 3 EN
CIA MINERA ATACOCHA S.A.**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

PRESENTADO POR:

ALBERTO BARRIOS QUISPE

LIMA – PERU - 2009

DEDICATORIA

Agradezco a mi entorno que me dio las facultades para pensar en mi futuro y sobre todo a mis padres, Tomasa y Eusebio fieles amigos y compañeros, acompañantes y consejeros que si no fuera por su sacrificio no estaría aquí en estos momentos.

No tengo letras ni palabras para seguir expresándome el gran regocijo que me da poder terminar esta etapa en donde profesores y compañeros dejan parte de su vida.

AGRADECIMIENTO

- ◆ A mis padres, por el apoyo moral y económico para la culminación de mis estudios y la ejecución de la presente tesis.
- ◆ A los ingenieros: José Salas, Superintendente de Mina de la Compañía Minera Atacocha S.A.; y el Ing. Juan Castillo Basurto, Gerente General de Manprosub SRL., por darme la oportunidad de trabajar como Jefe del proyecto de la profundización del pique.
- ◆ A todos mis colegas que pusieron su granito de arena para la elaboración y ejecución de este proyecto.
- ◆ A todo el personal que laboró bajo mis órdenes en la ejecución del presente proyecto.

RESUMEN

Categoricamente se puede afirmar que los minerales poli metálicos tales como el zinc, la plata y el cobre son los metales que ofrecen estabilidad en sus cotizaciones en los últimos años (del 2003 al 2007), el mejoramiento prolongado de los precios actuales de los metales y su estabilidad a nivel de los mercados mundiales aseguran la inversión nacional y extranjera.

La meta de la Compañía Minera Atacocha S.A. es incrementar su producción, y disminuir su costo a demás determina que la capacidad instalada de su sistema de izaje no cubría los requerimientos actuales de producción, mucho menos para proyecciones futuras de la empresa; por otra parte alrededor del 50 % de las reservas minerales son eventualmente accesibles, lo que hace de imperiosa necesidad profundizar el actual Pique Principal. Estas razones me motivaron a formular el presente trabajo: "PROFUNDIZACIÓN DEL PIQUE 447 SECCIÓN 3 EN LA – COMPAÑÍA MINERA ATACOCHA", cuyo contenido está dividido en seis capítulos: el primero se refiere a los objetivos y alcances del proyecto, en segundo trata sobre la Geología General, el tercer capítulo detalla sobre el diseño y ubicación del pique, el cuarto capítulo trata sobre construcción del pique, el quinto capítulo trata sobre estructuras y soporte del pique y el sexto capítulo trata sobre la evaluación económica del pique.

Actualmente el 100 % de la explotación se realiza con el método de corte y relleno ascendente mecanizado y con equipo LHD, utilizando para perforación en breasting, jumbos de uno y dos brazos, además de las perforaciones en vertical, máquinas perforadoras jack leg y stopper respectivamente.

La extracción del mineral desde los stopes se realiza mediante scoops diesel y camiones dumpers de bajo perfil hacia las chimeneas echadero que llegan al nivel principal de extracción 3600.

La extracción de los niveles inferiores se realiza por scoops y dumpers que lo cargan y acarrear hasta el echadero en el nivel 3620, el mineral extraído desde el NV. 3360 hacia abajo hasta el NV 3180, se realiza con dumpers hasta el bolsillo del pique 447 que está en el nivel 3360.

Debido a la explotación constante de las reservas de mineral que se tienen en la parte superior al nivel de extracción principal 3600 se ha tomado como alternativa el desarrollo de rampas y pique como una propuesta real para extraer el mineral de la parte inferior ya que las reservas por encima de este nivel se están agotando.

ÍNDICE

Dedicatoria	
Agradecimientos	
Resumen	
Justificación	
A. Problema de investigación	
B. Variables e indicadores	
C. Objetivo	
D. Hipótesis	

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 Ubicación y Accesibilidad	16
1.2 Clima	18
1.3 Fisiografía	18
1.4 Vegetación	18
1.5 Recursos	19
1.5.1 Humanos	19
1.5.2 Naturales	19
1.5.3 Hídricos	19
1.5.4 Eléctricos	19

CAPÍTULO II

GEOLOGÍA DEL YACIMIENTO

2.1 GEOLOGÍA REGIONAL Y LOCAL	20
2.1.1 Estratigrafía	23
a. Grupo Mitu(Pérmico Medio-Triásico Inferior)	23
b. Grupo Pucará (Triásico Superior-Jurásico Inferior)	23

c. Grupo Goyllarisquisga (Neocomiano-Aptiano)	23
2.1.2 Rocas Intrusivas	23
2.1.3 Petrología	24
2.1.4 Intrusivo	25
2.1.5 Alteraciones	26
2.1.6 Geología Estructural: Fallamiento y Fracturamiento	27
2.1.7 Clases y formas de estructuras del Yacimiento	28
2.1.8 Controles geológicos de la mineralización	29
a. Control estructural	30
b. Control litológico	30
c. Control minerológico	30

CAPÍTULO III

DISEÑO Y UBICACIÓN DEL PIQUE

3. Consideraciones de diseño del pique	31
3.1 Ubicación optima del pique 447	33
3.1.1 Variables Consideradas	35
3.1.2 Determinación de la calidad de terreno	37
3.2 Planificación del pique	38
3.2.1 Factor económico	39
3.2.2 Factor operacional	39
3.3 Análisis de equipos y labores	40
3.3.1 Perforadoras Jack Leg	40
3.3.2 Perforadoras Stoper	40
3.3.3 Scoop y Dumper	40

3.3.4 Capacidad de tolvas	41
3.4 Programa de ejecución de Labores Subterráneas	41
3.4.1 Labores Nivel 3270 y Nivel 3300	41
3.4.1.1 Crucero 285 E	41
3.4.1.2 Estación 3300	41
3.4.1.3 Cámara para acceso a los pockets	42
3.4.1.4 Ventilación	43
3.4.1.5 Tolvas y Pockets	43
3.4.1.6 Planeación de la ejecución de los trabajos de los cruceros y de las chimeneas	44

CAPÍTULO IV

CONSTRUCCIÓN DEL PIQUE POR E.E. MANPROBUB SRL.

4.1 Preparación y ejecución de la profundización	46
4.1.1 Consideraciones generales de operación	46
4.1.2 Equipos y maquinaria utilizada	47
A. Máquinas accionadas por aire comprimido	47
B. Equipos de acarreo	48
C. Equipos auxiliares	48
D. Winche de izaje neumático y eléctrico	49
E. Topografía	49
4.2 Perforación de la sección del pique	50
4.2.1 Generalidades	50
4.2.2 Elección del corte	50

4.2.3 Preparación de las ventanas de acceso	51
4.2.3.1 Avance y rendimiento del disparo de los Cruceros, ventanas, accesos y cámaras	52
4.2.3.2 Análisis de los disparos de los cruceros	52
4.2.3.3 Trazos de perforación utilizados	54
Diseño de malla de perforación	56
4.2.3.4 Voladura en frentes de avance	57
4.2.3.5 Programación de avance mensual	58
4.2.3.6 Resumen	59
4.2.3.7 Ejecución de las chimeneas piloto 3270 y 3300, avances y rendimiento por disparos	59
4.2.3.8 Análisis de los disparos de las chimeneas	60
4.2.3.9 Trazos de perforación utilizados	61
Malla de perforación – chimeneas piloto	62
4.2.3.10 Voladura en chimenea piloto	62
4.2.3 .11 Resumen	63
4.2.4 Sección del Pique	64
4.2.4.1 Ensanchamiento de la chimenea piloto	64
4.2.4.2 Compartimientos del Pique	64
4.2.4.3 Winche Zitron de Izaje	65
4.2.4.4 Preparación para colocado de cuadros de madera	65

CAPÍTULO V**ESTRUCTURAS DE SOPORTE Y SOSTENIMIENTO**

5.1	Conceptos sobre esfuerzos de madera	67
5.1.1	Conceptos básicos de esfuerzos	67
5.2	Ejecución y diseño del enmaderado del pique	73
5.2.1	Cuadros simples de pique	74
5.2.2	Preparación preliminar	75
5.3	Armado de elementos	76
5.3.1	Colocación de longarinas	76
5.3.2	Colocación de tirantes	76
5.3.3	Postes	77
5.3.4	Enrejados	77
5.3.5	Cortinas	78
5.3.6	Descanso y escalera	78
5.3.7	Cuadro especial de estación	78
5.3.8	Topes	79
5.3.9	Templadores	79
5.3.10	Guías	79
5.3.11	Cuñas	80
5.4	Fortificación del pique	81
5.5	Tipos de sostenimiento usado	81
5.5.1	Pernos de roca (split set)	82
5.5.2	Pernos helicoidales	82
5.5.3	Obras Civiles	82

5.5.4 Estructura de soporte y equipos instalados en la Estación de carguío del pocket 3270	83
5.6 Sistema de Seguridad en el Pique 447.	83

CAPÍTULO VI

EVALUACIÓN ECONÓMICA

6.1 Costos	85
6.2 Costos de operación	85
6.2.1 Costo de los cruceros	85
6.2.2 Costo de las chimeneas	86
6.2.3 Costo de los desquiches	86
6.2.4 Total costo de preparación para el maderamen	86
6.3 Costo del maderamen	86
6.3.1 Costo de instalación de longarinas	87
6.3.2 Costo de instalación de tirantes	88
6.3.3 Costo de instalación de postes	88
6.3.4 Costo de instalación de cortinas	89
6.3.5 Costo de instalación de enrejados	89
6.3.6 Costo de instalación de descanso y escalera	90
6.3.7 Costo de instalación de guías	90
6.3.8 Costo de perforación de patillas	91
6.4 Costo de Obras Civiles	91
6.4.1 Costo de Encofrado Normal	91
6.4.2 Costo de Vaciado de Concreto	92

6.5 Resumen de elementos de la profundización	92
6.6 Costo de estructuras de concreto y de metal mecánica	95
6.6.1 estructuras de concreto armado	95
6.6.2 Costo de montaje de dosificadores metálicos	95
6.7 Costo total de la profundización	95
6.8 Costo de acarreo de mineral con dumper	96
6.8.1 Costo de acarreo de mineral por tonelada	96
6.9 Costos de izaje de mineral	99
6.10 Aspectos financieros y resultados	100
Conclusiones	104
Recomendaciones	106
Bibliografía	107
Anexos	108

1. JUSTIFICACIÓN

La extracción de mineral por el pique que se tenía llegaba hasta el nivel 3360, y considerando que el último nivel de extracción es el 3180 es que se tomó la decisión de profundizar el pique 447 hasta el nivel 3270 lugar donde se encuentra el pocket y los echaderos en el nivel 3300.

Para el desarrollo de nuestro pique 447 sección 3 se aprovechó la existencia de la rampa 990 (de 20 a 30 metros de distancia) que es la que está al costado del pique desde el Nv 3600. Por la misma rampa es por donde se evacuó todo el desmonte producido, además por aquí es por donde se ejecutaron todos los trabajos de preparación y desarrollo del pique.

La extracción de mineral de los niveles inferiores es más económica y rápida por pique al izar, en cambio los dumpers se demoran mucho tiempo subiendo la rampa (14 % a 18 %) desde el nivel 3240 y más aún del nivel 3180.

El pique es una alternativa muy buena para la recuperación de mineral de niveles inferiores y esto se refleja en un aumento de reservas de 500 000 TM de mineral con leyes superiores al Cut Off.

Esta propuesta disminuye la contaminación por humo producido por los equipos diesel empleados para la extracción por rampas, y también reduce costos de ventilación.

Además esta alternativa contribuye a disminuir los costos de extracción de mineral y desmonte ya que se aprovecha la infraestructura ya existente (del nivel 3600 al 3360) del pique para su profundización y por lo tanto menor será los egresos.

El sistema de izaje es con energía eléctrica, y la compañía está interconectada al Sistema Nacional de Energía Eléctrica lo que lo hace muy favorable.

A. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son las condiciones geológicas para la construcción?

¿Cómo se diseñó la profundización del pique 447 sección tres en Compañía Minera Atacocha?

¿Cómo beneficia esta alternativa de producción de pique a la productividad de la empresa?

B. VARIABLES E INDICADORES

VARIABLE INDEPENDIENTE

1. Construcción de la profundización del pique 447
2. Propiedades del macizo rocoso.
3. Geología local y estructural.

VARIABLES DEPENDIENTES

1. Reservas económicas de mineral
2. Costos operativos

C. OBJETIVO

OBJETIVOS GENERALES

1. Aplicar la profundización y construir el pique 447 para la explotación de las reservas de los niveles inferiores y aumentar la vida de la mina.

OBJETIVO ESPECÍFICO

1. Determinar con la profundización del pique, las reservas geológicas.
2. Disminuir la contaminación producida por los equipos diesel.

3. Reducir el tiempo de acarreo de mineral.
4. Esbozar los trabajos de preparación y explotación en los niveles 3300 al 3180.
5. Resolver las operaciones en los niveles superiores ya que las reservas se están agotando.
6. Operar con el programa de producción de mineral de acuerdo a la capacidad de planta por tres años adicionales.
7. Reducir en inversiones en servicios auxiliares y equipos de ventilación.
8. Reducir los costos de operación en la extracción de mineral por izaje.
9. Presentar ante los jurados para optar el título profesional de Ingeniero de Minas.

D. HIPÓTESIS

Con la profundización del pique 447 se logrará explotar las reservas en los niveles inferiores de la mina a un menor costo y mayor productividad respecto a las condiciones anteriores de operación.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

El yacimiento de Atacocha se encuentra ubicado a 15 Km. al NE de la ciudad de Cerro de Pasco, ocupando la parte central del distrito minero, esta zona pertenece a la Región Andrés Bello Cáceres, distrito de Yanacancha, provincia y departamento de Cerro de Pasco, siendo sus coordenadas geográficas:

76° 14' 20" Longitud Oeste

10° 35' 36" Latitud Sur

Y, coordenadas UTM:

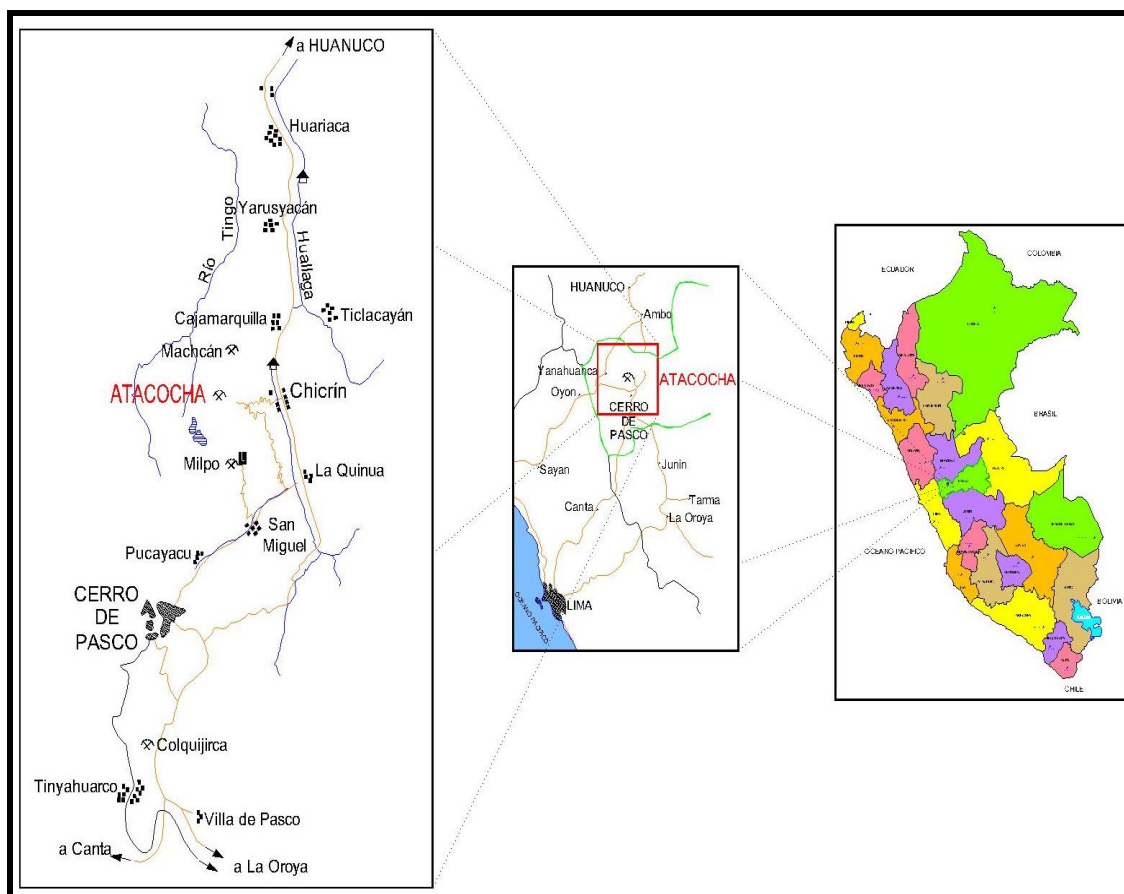
8 881 008,75 N

367 564,91 E

El acceso a la mina es mediante la carretera central totalmente asfaltada siguiendo la ruta:

- Lima - Oroya - Cerro de Pasco 305 Km. por carretera asfaltada.
- Cerro de Pasco - La Quinua - Atacocha 15 Km. por carretera afirmada.
- Lima - Oroya - Chicrín 332 Km. por carretera asfaltada.
- Chicrín - Atacocha 7 Km. por carretera afirmada.

Otra de las formas de llegar es por vía aérea desde Lima a Huánuco, luego Huánuco - Chicrín 81 Km. por carretera asfaltada y luego Chicrín - Atacocha 7 Km. por carretera afirmada.



PLANO NRO 001. UBICACIÓN DE LA MINA ATACOCHA S.A.¹

¹ “Fuente pagina Web CIA Minera Atacocha, www.atacocha.com.pe “

1.2. CLIMA

El clima es típico de la zona de puna (frígido) con temperaturas que oscilan entre los 18 °C en el día y los 0 °C por las noches, durante el año solo se presentan dos estaciones bien marcadas, una estación seca entre los meses de mayo a septiembre y otra estación lluviosa entre los meses de octubre a abril, la lluvia y nevada se incrementa de enero a marzo.

1.3 FISIOGRAFÍA

Fisiográficamente la mina Atacocha se encuentra ubicado en las estribaciones occidentales de la cordillera central de los andes peruanos que forman el nudo de Pasco en el flanco este de la gran falla Atacocha cuya altitud es de 4 000 m.s.n.m. Se logra diferenciar zonas bastante reconocibles como la quebrada de Pucayacu formada por los ríos afluentes al río Huallaga constituida mayormente por rocas sedimentarias y depósitos fluvio glaciares cubiertas por una delgada capa de suelo la cual en algunas zonas el material ha sido erosionado y en otras alterado.

La topografía del área es abrupta y muy accidentada típica de la zonas altas.

El paisaje está compuesto por el resultado de varios procesos geomorfológicos por acción del agua, meteorización, etc.

Como producto de la deglaciación se observan una red de drenajes tipo dendrítico y paralelo, parte de estas zonas están conformadas por montañas de diferentes dimensiones y de alta pendiente así también formas ligeramente onduladas como pliegues.

1.4 VEGETACIÓN

La vegetación de la zona es típica de los parajes fríos, siendo el ichu la planta predominante, también podemos encontrar el musgo y pastos silvestres y otras plantas características de la zona.

1.5 RECURSOS

En el lugar contamos con los siguientes recursos:

1.5.1 Humanos

El personal que labora en la compañía Atacocha es en su mayoría de las zonas aledañas a la empresa, se tiene un total de 1 640 trabajadores entre obreros, empleados y supervisores.

Se cuenta con todo tipo de fuerza laboral que está regida en su mayoría por las Empresas Especializadas, en lo que respecta a la supervisión por personal de la empresa.

1.5.2 Naturales

La Compañía Minera Atacocha cuenta con un yacimiento de mineral que relativamente está dividido en vetas y cuerpos por reemplazamiento llamados "ORE BODIES" de las cuales se extraen el 100 % de materia prima en la que se explota Pb-Ag-Zn-Cu como minerales de mena y As-Bs-Calcita-Oropimente-Rejalgar-Qz – Rodocrosita - Fluorita - Limonita como ganga.

1.5.3 Hídricos

Con respecto al agua esta se capta de los puquiales que se encuentran aledaños en la zona los cuales son transportadas mediante tuberías que hacen que llegue a la planta de tratamiento para potabilizarla y así sea utilizado en las necesidades de la empresa.

1.5.4 Eléctricos

La electricidad llega a través de la red nacional de energía eléctrica, otra parte se abastecen de la central hidroeléctrica de Chaprín de propiedad de Atacocha y otra parte de la central hidroeléctrica de Paragsha.

CAPÍTULO II

GEOLOGÍA DEL YACIMIENTO

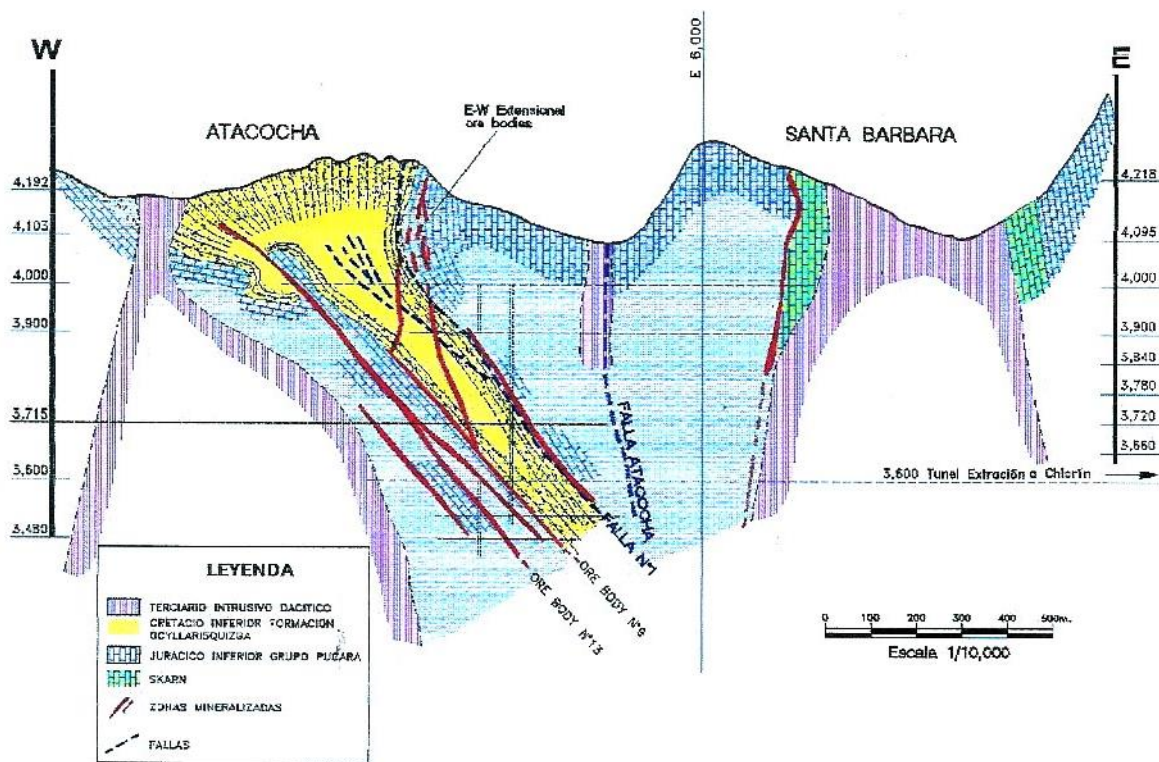
2.1 GEOLOGÍA REGIONAL Y LOCAL

La Geología está representada por una secuencia sedimentaria en las cuales la formación más antigua la conforman el Grupo Mitu que data del Permiano Superior, las Calizas del Grupo Pucará del Triásico - Jurásico que sobreyacen al grupo Mitu y las Areniscas Cuarzosas del Grupo Goyllarisquisga sobreyacen en discordancia paralela al Grupo Pucará. Toda el área está considerablemente cubierta por material no consolidado y depósitos Fluvio Glaciares del Cuaternario.

Las rocas sedimentarias del Paleozoico y Mesozoico están intruidas por rocas magnéticas en forma de stocks, diques, rocas ígneas principalmente de composición dicótica porfirítica y de dioritas a grano dioritas mostrándose preponderantemente definidos en el intrusivo de Atacocha y en el intrusivo de Ayarragran en la zona de Santa Bárbara. Estructuralmente el área está situada en una zona de plegamiento y sobre escurrimiento, durante la

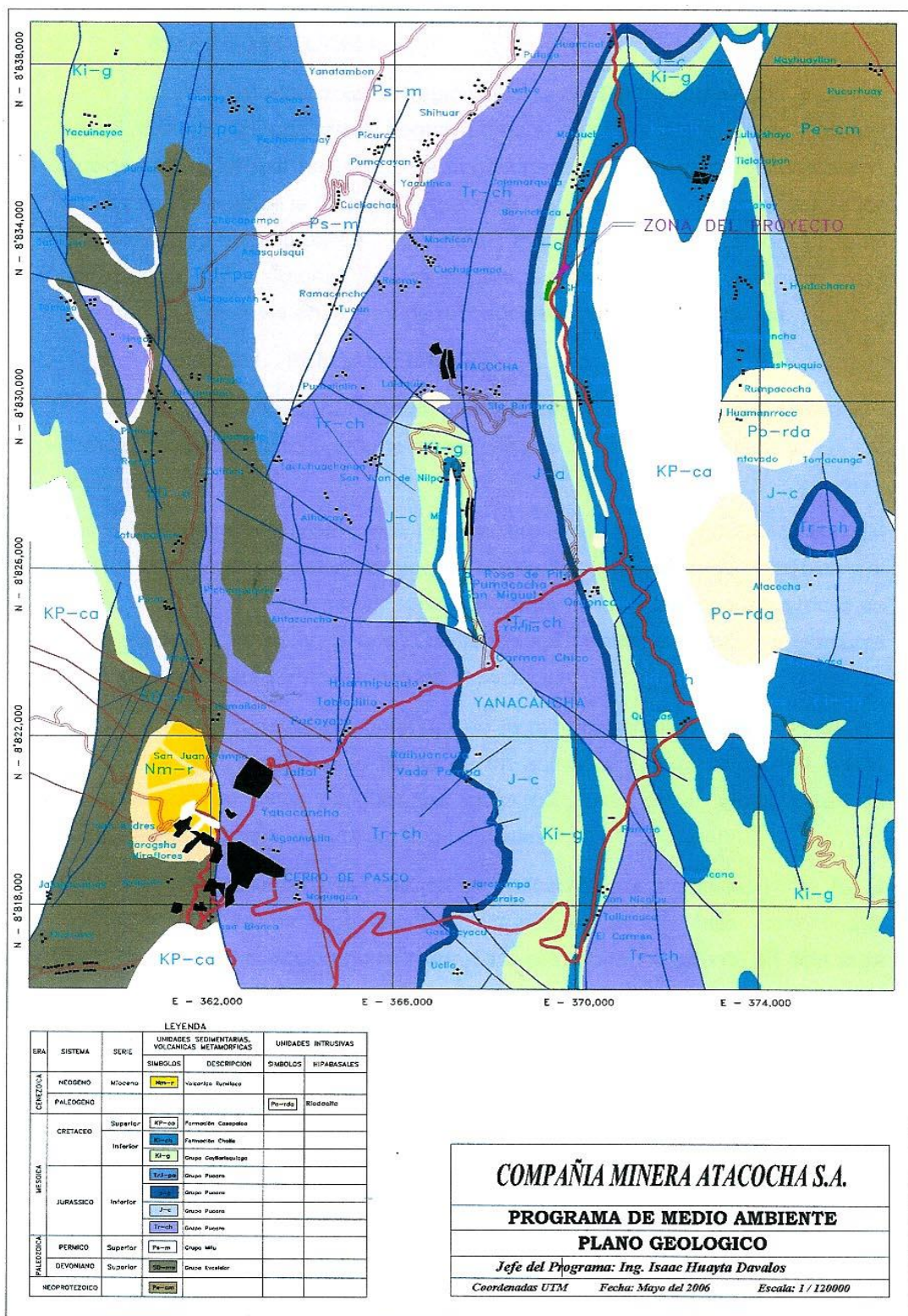
Orogenia Andina la secuencia sedimentaria ha sido intensamente fracturada.

En superficie como en profundidad mediante labores se ha podido apreciar la traza de la gran falla Atacocha que tiene un rumbo NW-SE y la falla 1, estas fallas a profundidad afectan a la zona de mineralización de tal manera que en algunas zonas se empobrece el mineral y en otras lo enriquece, actuando como controlador de la mineralización tal es así que estas fallas a profundidad parecieran que se juntan formando una sola falla, ello da la sensación que ha servido como conducto para los fluidos mineralizantes.



PLANO NRO 002. PERFIL GEOLOGICO DEL YACIMIENTO²

² Fuente: Área de Geología CIA Minera Atacocha S.A.



PLANO NRO 003. GEOLOGICO REGIONAL³

³ Fuente: Área de Geología CIA Minera Atacocha S.A.

2.1.1 ESTRATIGRAFÍA

a. Grupo Mitu (Pérmico Medio-Triásico Inferior)

Este grupo se presenta aledaño a la mina Atacocha aproximadamente a la altura de la planta de La Quinoa, consta de areniscas rojizas y gris cubierta por un conglomerado arenoso, latitas, derrames volcánicos y piroclastos, este grupo se presenta con mayor frecuencia en la provincia de Daniel Alcides Carrión en el departamento de Cerro de Pasco con una potencia aprox. de 750 mts.

b.. Grupo Pucará (Triásico Superior-Jurásico Inferior)

Este Grupo consta de rocas sedimentarias que se presenta en Atacocha como la roca principal y alojadora de mineralización siendo metamorfoseada por la intrusión de stocks dicóticos, litológicamente consta de calizas solidificados intercaladas con latitas, limonitas y nódulos de cherts, calizas de color gris claro y areniscas negras, son rocas características de Cerro de Pasco en la cual se pueden observar en toda su dimensión en la misma ciudad de Pasco, tiene una potencia aproximada de 2 500 mts.

c.. Grupo Goyllarisquisga (Neocomiano - Aptiano)

Esta roca es típica de la zona de Cerro de Pasco puesto que aflora de manera predominante en el distrito de Goyllarisquisga, en Atacocha se presenta con areniscas y latitas pero sin la presencia de lentes de carbón tiene una potencia de 900 mts. Aproximadamente.

ROCAS INTRUSIVAS

Estas rocas datan del Terciario y como rocas intrusivas encontramos rocas magnéticas instruyendo a la secuencia de sedimentos del Paleozoico y Mesozoico, estas rocas de composición dicótica probablemente pertenecen a la edad terciaria en la cual se presenta en forma de stocks y diques.

PETROLOGÍA

La petrología en la mina Atacocha consta de rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas, encontrando calizas, cherts, lutitas, areniscas, areniscas cuarcíticas, conglomerados, skarn, silicatos (wollastonita y granates), mármol, dacita.

CALIZAS.- Rocas sedimentarias generalmente marinas pertenecientes al grupo Pucará de la formación chambara.

CHERT.- Calizas silicificadas que en Atacocha se presentan a manera de brechas de chert en la formación Goyllarisquisga.

LUTITAS. - Roca relativamente arcillosa relacionada a condiciones geológicas de transporte y depositario, encontrándose en forma de lentes.

ARENISCAS CUARCÍTICAS.- Estas rocas se presentan relativamente en capas muy delgadas de tipo manto cuyo espesor rara vez excede de unas decenas de metros, los fósiles no son frecuentes y la estratificación inclinada puede ser característica estructural destacada que pudo haberse formado por:

- a) Intensa destrucción química de todos los minerales originales de cuarzo.
- b) Una recomposición de las arenas cuarzosas del primer ciclo.
- c) Una predisposición local de areniscas arcósicas y grauvacas.

ARENISCAS.- Se observa en el grupo Mitu junto con las latitas rojas y conglomerados.

CONGLOMERADOS.- Roca sedimentarios clásticos formada por detritus grande o mediano unidos por un cemento calizo calcáreo y silicio consolidado biogenéticamente, en Atacocha lo encontramos en la base de los flujos basálticos superiores del cretácico.

SKARN.- Son masas rocosas de silicatos como piroxenos, granates, epidota, etc. que han sido formados por la sustitución de rocas carbonatadas por la acción de soluciones calientes derivadas de magmas intrusivos.

Origen.- Los silicatos de calcio son resultado del metamorfismo de contacto llamado también pirometasomatismo de contacto y metamorfismo regional de calizas y dolomitas que contienen grandes cantidades de arcillas, arena o sílex, durante el metamorfismo la dolomita se descompone dando calcita y dejando en libertad el magnesio y CO₂ dando forma a las llamadas tartitas y skarn, que por lo general son ayudadas por el metasomatismo y muchas de estas rocas son en gran parte de origen pirometasomático formadas en las aureolas de contacto en torno de rocas félsicas intrusivas en especial de granito y granodioritas, también encontramos en el skarn asociaciones como grosularia – diópsido - wollastonita o diópsido – vesubiano - wollastonita.

Factores.- Como factores de formación tenemos el calor, fluidos, en gran parte descenso magnético de presión hidrostática.

Procesos.- Recristalización, reacción entre minerales y fluidos con o sin eliminación o adicción de materiales.

MÁRMOL.- Están formados predominantemente por calcita incluidas, los equivalentes metamórficos de las rocas sedimentarias más puras constituidas por CaCO₃ diversos silicatos de calcio son constituyentes esenciales convirtiéndose en factor textural y mineralógico importante, describiendo a esta como roca con silicatos cálcicos de la relación entre la composición de la roca original y los tipos de silicatos formados en mármoles, podemos ver:

Textura.- Diríamos que los granos de carbonato están dispuestos en mosaicos granuloblásticos equigranudo, también granos que forman agregados entrelazados algo saturados.

INTRUSIVO

En Atacocha afloran rocas magnéticas sub volcánicas a manera de pequeños stocks con menos de 1 Km. denominados como Santa Bárbara,

Atacocha y Ayarragran y algunos diques que cortan la secuencia del Jurásico-Cretácico, su composición es variable desde monzogranito a granodioritas y dacitas que presentan una textura porfirítica, los fenocristales son de plagioclasas, horblenda y biotita en las zonas de contacto difuso.

La actividad magnética tuvo lugar en varios pulsos utilizando los mismos canales para lograr su emplazamiento, la falla Milpo-Atacocha y las fallas adyacentes han servido como conducto de acceso. La variedad de intrusivos en el área de Atacocha ha permitido realizar un modelo que considera la coexistencia en una cámara magnética intermedia física y químicamente zoneada, de la parte del magma mas evolucionado (superior), con una parte del magma menos evolucionada (inferior), es decir que los intrusivos se han formado de un magma basáltico de naturaleza calco alcalina rico en K_2O . El emplazamiento tuvo lugar en el siguiente tren petroquímico, ácido-básico y estuvo controlado por la falla Milpo-Atacocha en la cual existieron repetidas fases de intrusión.

Después de la actividad magnética se produjo una fase pirometamórfica de contacto y fase hidrotermal que fueron significativos para el emplazamiento de minerales polimetálicos de plata, plomo y zinc.

ALTERACIONES

Alteración Hidrotermal.- Posterior a la formación del skarn, particularmente se considera que se produjo una alteración previa a la metalización y esta alteración de menor temperatura está representada por alteraciones del granate a clorita, se ve seriecita, caolín, estas alteraciones están relacionadas a zonas con fracturas.

Recristalización.- En las calizas esta alteración por efecto del metasomatismo de contacto ha hecho que las calizas sufran una recristalización de sus moléculas dando como resultado el mármol.

Solidificación.- La presencia de sustancias volátiles con sílice a una temperatura determinada también ha hecho que las calizas sufran una alteración, en este caso el aumento de sílice hace que las calizas se

solidifiquen y como consecuencia teniendo zonas de caliza con nódulos de chert.

Solicificación.- Al igual que en el anterior el intrusivo contenía soluciones solificadas, las cuales por procesos geoquímicos han hecho que estos llegaran a combinarse con las calizas dando calcosilicatos, granates, Wollastonita y otros.

Caolinización.- El intrusivo de Santa Bárbara presenta caolinización muy intensa en la cual le podemos llamar una alteración deutérica en la cual es una alteración propia de una masa ígnea producida durante las últimas fases de la consolidación del magma.

Piritización.- La presencia de iones sufren en cantidades regulares y más de lo usual o normal en el intrusivo, ha hecho que este ión entre en combinación con los demás iones de Pb^{+++} , Zn^{++} , Fe^{+++} , y como resultado se formó una zona piritizada a la que llamamos Santa Bárbara con presencia de SZn^{++} , $S2Fe^{+++}$.

Propilitización.- Es una alteración producida por soluciones diuréticas calientes e hidratantes ricas en bióxido de carbono, las rocas propilitizadas están compuestas de epidota, clorita, pirita, serpentina y carbonatos, el resultado es una roca propilitizada de color verde opaco, en la cual sólo se conservan los rasgos más abruptos de la textura.

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL: FALLAMIENTO Y FRACTURAMIENTO

Estructuralmente la zona se encuentra perturbada existiendo un sistema de fallamiento vertical paralela o casi paralela a la estratificación con dirección NW-SE y buzamientos entre 85° y 90° SE acompañado por fallas menores, fallas mineralizadas llamados Ore Bodies y fallas sin mineralización.

Como control estructural predominante en el distrito hablaremos de la falla Atacocha y la falla 1.

La mayoría de las fallas tensionales que se ubican al techo de la falla 1 tienen escasa corrida, sin embargo presentan numerosos ramales sub

paralelos que han dado lugar a la formación de zonas permeables a las soluciones mineralizantes así como la falla 1 que se encuentra en el contacto Pucará Goyllarisquisga siendo una estructura importante el sinclinal entre calizas y areniscas, podemos ver en la sección geológica que dicho sinclinal se estrangula dando la formación a nuevas vetas. La falla Milpo - Atacocha que tiene un rumbo Norte Sur que controla rocas del Pucará y Goyllar es una estructura que estuvo activa desde el Triásico al Cretácico Superior, durante la tectogénesis andina estas fallas se activaron nuevamente debido al levantamiento andino ocasionando grandes movimientos verticales que pusieron en contacto a los grupos Pucará y Goyllarisquisga a esta estructura se relacionan los yacimientos polimetálicos de Milpo y Atacocha por un probable movimiento sinistral.

CLASES Y FORMAS DE ESTRUCTURAS DEL YACIMIENTO ATACOCHA

En este acápite se da una aproximación de cómo se presenta el mineral estructuralmente en el yacimiento.

- Vetas en zona de falla (veta T, J, L, controlada por una falla) en brecha de falla o rellenando espacios de falla.
- Vetas de relleno o filones (zona de San Gerardo).
- Cuerpos de reemplazamiento y relleno de falla (Ore Body 15).
- Metasomatismo asociado a fracturas trasversales al contacto (Zona de Santa Bárbara).
- En el contacto entre calizas Pucará y areniscas Goyllarisquisga.
- Vetas en zonas de falla post mineralización (Ore Body 17) en brecha hidrotermal formando cuerpos, ojos y diseminaciones en clastos favorables brohados.
- En intrusivos pórfido dicótico a diurético perteneciente a las rocas calcoalcalinas con ligera tendencia hacia los extremos ácidos entre las aureolas de skarn (exoskarn, asociado al metasomatismo de contacto).

Las características del yacimiento de Atacocha es que son vetas y cuerpos por relleno de fracturas y reemplazamiento metasomático, esto quiere decir que en superficie presentan características de vetas y hacia la profundidad características de cuerpos de relleno.

CONTROLES GEOLÓGICOS DE LA MINERALIZACIÓN

Las conclusiones personales de las estructuras han conducido a pensar que el movimiento de los fluidos subterráneos está controlado por la permeabilidad como función del carácter original de la roca así como de los elementos o sistemas estructurales sobre impuestos, las fallas y otros rasgos permeables canalizan los fluidos mineralizantes y permiten que migren hasta que se enfríen y precipiten su contenido metálico o puedan reaccionar con las rocas receptoras.

Como controles de la mineralización tenemos:

- Control Estructural.
- Control Geológico.
- Control Mineralógico.

a. Control Estructural

Como control estructural predominante en el distrito son el sistema de fallas siendo la estructura predominante la falla Atacocha y como secundaria la falla 1, para luego dar pase a las fallas o ramales conocidos como ore bodies.

b. Control Litológico

El control litológico principal viene a ser el contacto del mármol con la zona de granates en cuerpos irregulares.

En exoskarn hacia la caliza fresca se nota una zona de transición que corresponde al mármol o inicio de recristalización donde se han depositado los sulfuros por lo tanto es la zona más favorable como control litológico.

c. Control Minerológico

Esta representada por el saneamiento metálico desde una temperatura alta a moderada.

El saneamiento se presenta de la siguiente manera, calcopirita - pirita – esfalerita – galena argentífera - calcita.

Utilizamos este control en la disminución de algunos de estos elementos o en aumento en cantidad de acuerdo a los elementos que se presentan en la zona.

CAPÍTULO III

DISEÑO Y UBICACIÓN DEL PIQUE

3. CONSIDERACIONES DE DISEÑO DEL PIQUE

Uno de los primeros puntos a ser considerados cuando se profundiza un pique es establecer el tipo de servicio que prestará como en este caso de izaje de mineral únicamente, por lo que debe estar en la categoría de Producción, como ya está definido el propósito del pique, las consideraciones que deberán darse en el tipo del pique serán las siguientes:

Forma del pique	:	Rectangular
Tipo de revestimiento	:	Entibado de madera
Sostenimiento del pique	:	Permanente

Otro de los puntos importantes es la selección del lugar donde se construirá el pique. Para poder ubicar el lugar se comenzó con las siguientes premisas:

A. Roca Competente

Cualquier labor debe presentar siempre seguridad en todos sus aspectos; en el caso de un pique debe contar con una roca competente no pudiéndose elegir entre varias rocas, se procedió a ubicar dentro de una caliza masiva de grano fino y dura (roca sedimentaria) y que es la que continúa en profundidad del nivel 3330 es decir la continuación de pique 447 que predomina con muy poca alteración por que está alejada de las zonas de falla, y nos asegura que en lo posterior no habrá posibles derrumbes.

B. Escasez de Agua

Siguiendo las pautas para una buena elección se encontró que en la profundización del pique nos encontramos con roca competente y de poca presencia de agua, para las tolvas, pockets y estaciones del pique.

Todo este procedimiento tuvo que estar acompañado con el estudio de niveles superiores. Descartando fracturas o fallas que pudieran contener agua.

C. Ausencia de Alteración

Aproximadamente la vetas se encuentran a una distancia no menor de 50 metros del pique contando con esta distancia la alteración es mínima, volviéndose casi nula al acercarse al pique.

D. Buena Accesibilidad

El pique se ubica cerca de la rampa 990 y atraviesa todos los niveles principales, prácticamente el pique estará ubicado en la parte central que rodea la rampa teniendo un fácil acceso para iniciar su construcción, a la vez poder evacuar el desmonte que será proveniente de la apertura de las excavaciones, del frente en la preparación de la ventana de acceso al piloto.

Como se puede notar, la viabilidad del proyecto ha sido aprobado por las buenas leyes y tonelaje que presentan los stops o tajeos que ya están en

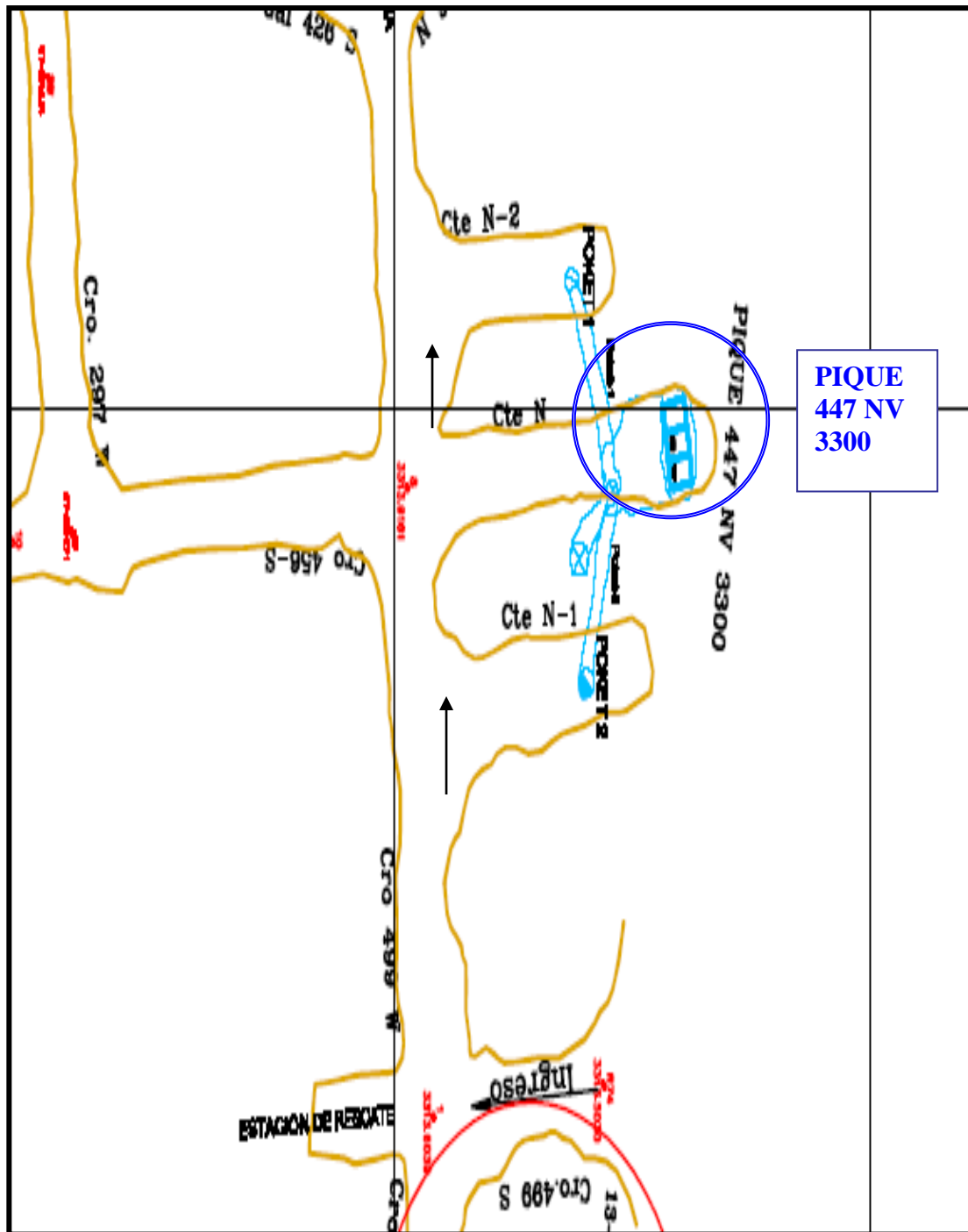
explotación en los niveles inferiores y que las demoras más significativas se tienen en el tiempo de evacuación del mineral de las labores, incluso acumulando mineral en otras zonas para su posterior traslado a los bolsillos del pique.

Tomando todas las pautas anteriores, la ejecución del proyecto se a logrado con mucho éxito. Iniciándose la profundización tal como se planeó y sin problemas posteriores.

Nota: No se hicieron sondeos en la zona de ejecución del pique por que no presentaban alteraciones cercanas a la rampa que es la que rodea al proyecto del pique.

3.1 UBICACIÓN OPTIMA DEL PIQUE 447

La ubicación del pique tiene que ser la continuación del pique ya existente, ya que todas las características geológicas del terreno y del método de explotación son las más acertadas, ya que tendremos las instalaciones lo más cerca posible como son servicios de agua y aire para la perforación, energía eléctrica, teléfono, a demás cámaras de acumulación de materiales etc.



PLANO NRO 004. NV 3300 UBICACIÓN DEL PIQUE 447⁴

⁴ Fuente: Área de Planeamiento CIA Minera Atacocha S.A.

Variables consideradas

- Costo de traslado de personal.
- Costo de transporte del desmonte
- Costo de conservación de labores existentes
- Costo por pérdida de carga de mineral al mover desmonte
- Costo en el aumento en ventilación
- Otros.

Se tomó como punto de partida el Nv. 3330 del mismo pique y se inició la profundización hasta el Nv. 3270 zona del pocket.

La variación que sufrirá el pique es mínima, lo único que se tiene que tener en cuenta es que el balde bajará 60 metros más para izar mineral de la parte baja.

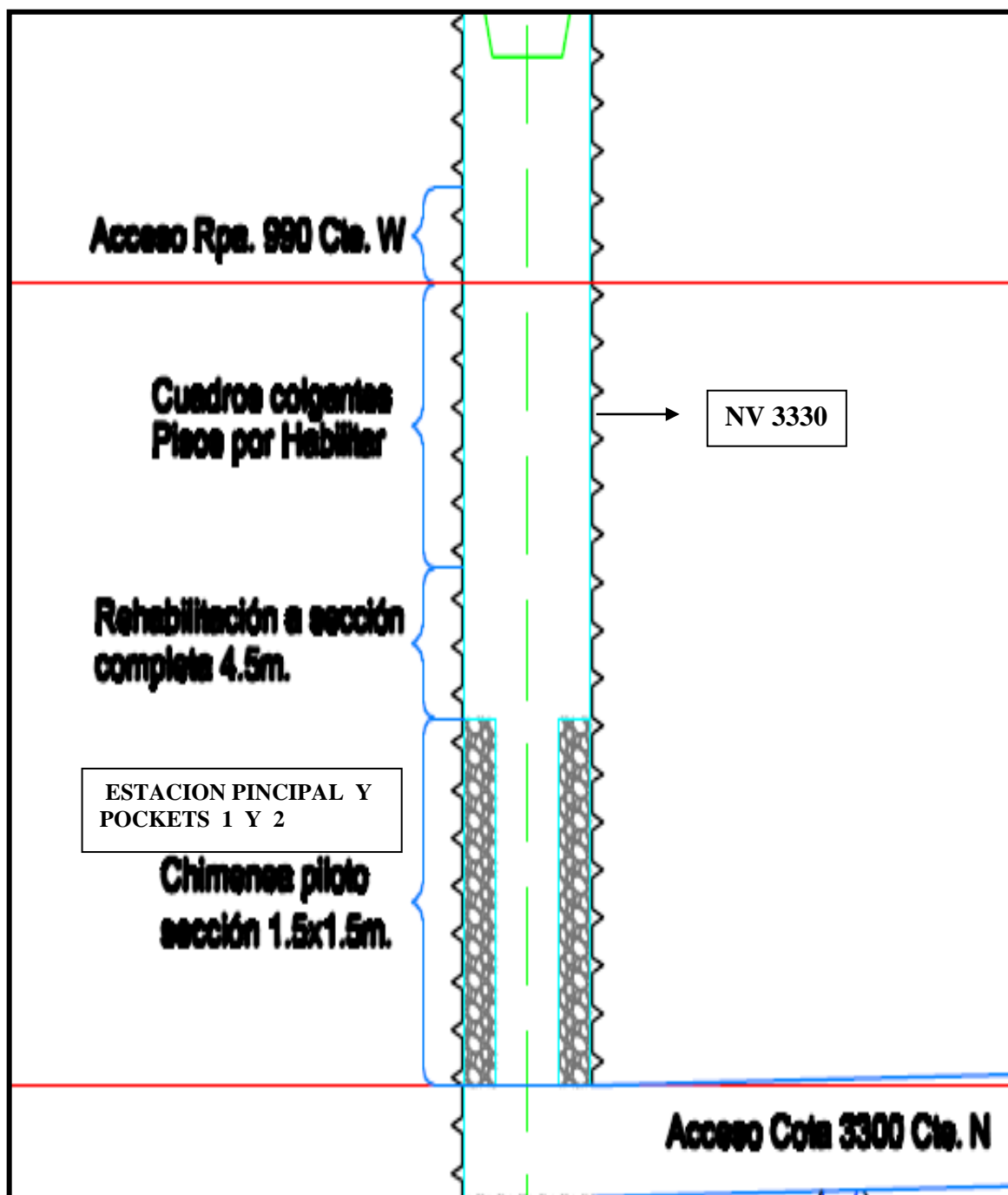
La profundidad del pique en su totalidad es de 240 mts., va desde el nivel 3600, estación hasta el Nv 3360 zona de tolvas donde se descarga el mineral.

La profundidad al término del proyecto aumentará en 60 metros.

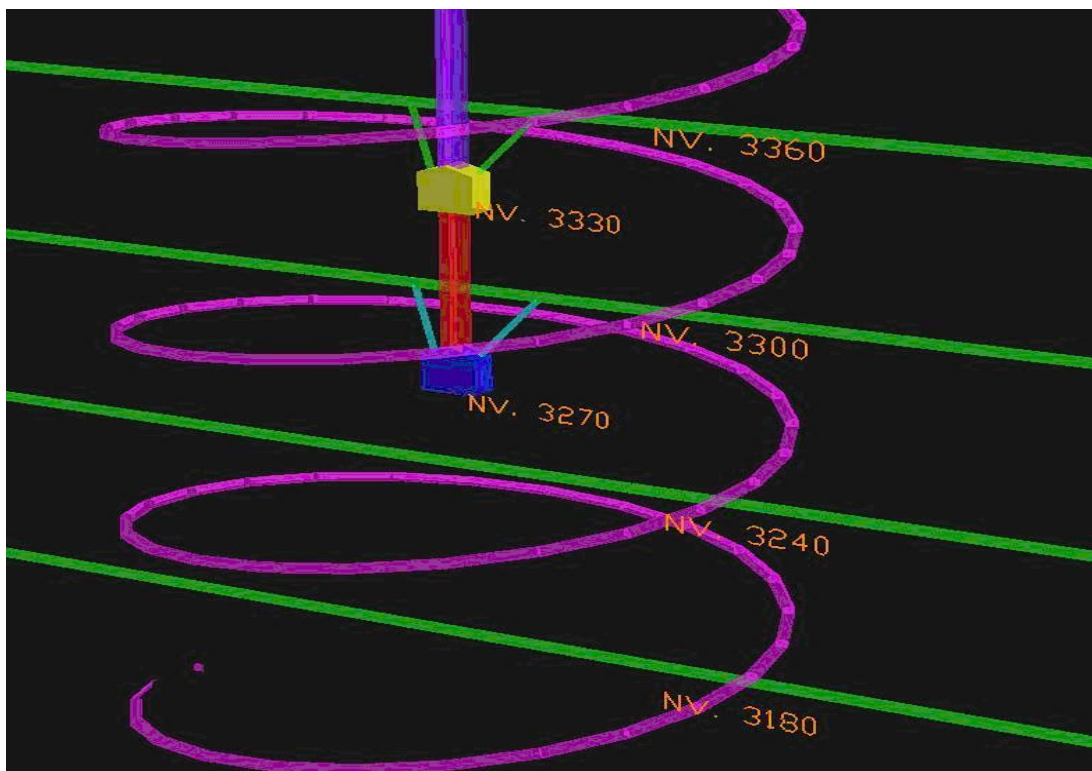
La parte más baja del proyecto donde empezaremos será el nivel 3270 para poder hacer los pockets y la preparación para su ejecución.

El pique está dividido en 3 compartimentos, uno de camino al norte y dos para el izaje de los baldes zona central y sur del pique.

La ubicación del pique, está de acuerdo a las condiciones que presenta las características geológicas del terreno y del método de explotación del yacimiento que se está aplicando.



PLANO NRO 005: Construcción del pique vista en perfil



PLANO NRO 006: Profundización del Pique 447 del NV 3330 al NV 3270 ⁵

Determinación de la Calidad del Terreno

- El primer paso para la caracterización mecánica del macizo es establecer la propiedad de la roca intacta, según la tabla de clasificación de BIENIAWSKY.
- Mediante el parámetro de Barton correspondiente al RMR de Bieniawsky; para tener la incidencia de estos factores, se define una serie de parámetros, asignándoles determinados valores, cuya sumatoria nos indicará la calidad de la roca.

TABLA 001

RMR	CATEGORÍA	ESTADO DE LA ROCA
81 - 100	I	Roca muy buena
61 – 80	II	Roca buena
41 – 60	III	Roca media
21 – 40	IV	Roca mala
< 20	V	Roca muy mala

⁵ Fuente: Área de Planeamiento CIA Minera Atacocha S.A.

Analizando los resultados, basado en la clasificación de Bieniawsky, se tiene:

TABLA 002

PARÁMETRO	DATOS EN SITU	VALORIZACIÓN
1. Resistencia a la compresión simple de roca matriz (Referencial)	1 350 Kg/cm ²	12
2. Condiciones del diaclasado:		
- No de juntas por metro.	3	29
- Distancia de abertura.	0,03 mm.	5
- Luz de persistencia.	<1	6
- Estado de rugosidad.	Rugosa	5
- Estado de rellenos.	Ninguna	6
- Meteorización.	Ligero	5
3. Efecto de agua	Ligeramente húmedo	10
TOTAL	-----	78

FUENTE: Dpto. de Geomecánica

Según la clasificación de Bieniawsky, la calidad de la roca donde se ubica el pique es buena.

Todo esto es referencial no es definitivo por que la proyección abajo cambia, hay mineral, fracturas que cortan por el centro del pique por lo tanto se plantea un estudio de fortificación.

3.2 PLANIFICACIÓN DEL PIQUE

Para evitar riesgos, es que se toman en consideración los factores económicos operacionales y geológicos así poder controlar la mayor cantidad posible de variables involucradas en la construcción del pique.

El conjunto y cada uno por si solo coinciden en forma importante en el diseño del pique y están relacionados entre si de una forma u otra.

3.2.1 Factor Económico

Uno de los principales es el factor económico y su incidencia se aprecia en los costos que tenga el desarrollo del pique, determinando además la variante del diseño a aplicar.

Las variables que intervienen serán las siguientes:

- Costo de materiales en perforación y voladura
- Costo de mano de obra
- Costo de maquinaria
- Costo de energía
- Costo de materiales enmaderado propiamente dicho

3.2.2 Factor Operacional

Las variables que tendremos en cuenta en el diseño y ejecución serán las siguientes:

- **Método de profundización.**- De acuerdo al terreno a atravesar.
- **Elección de equipos.**- Será en función al método aplicado para su profundización, en este caso la excavación de un piloto y después el ensanchamiento del mismo a la sección necesaria para el enmaderado.
- **Tipo de roca y plazos de ejecución.**- también están aquí los medios económicos disponibles.
- **Elección del personal.**- De acuerdo a la naturaleza y tipo de trabajo.
- **Abastecimiento.**- Depende del lugar, maquinaria empleada, materiales, etc.
- **Mantenimiento.**- De acuerdo a los equipos empleados.
- **Otros.**- Factores operacionales condicionantes como por ejemplo:
 - Profundidad
 - Dimensiones del pique

- Presiones de las paredes del pique.
- Características geológicas de la zona.
- Características de la maquinaria.
- Pericia y experiencia de los trabajadores.
- Imprevistos propios del trabajo.

3.3 ANÁLISIS DE EQUIPOS Y LABORES

3.3.1 Perforadoras Jack Leg

El diseño inicial considera la ejecución de un crucero de una sección de 3 x 3 para interceptar el eje del piloto, para ello se programó una longitud de 20 metros, este trabajo será ejecutado con máquinas perforadoras Jack Leg manuales.

Estas máquinas también serán utilizadas después de haber ejecutado el piloto, para el ensanchamiento, este ensanchamiento será de arriba hacia abajo para aprovechar la limpieza en la parte inferior por el scoop y dumpers.

3.3.2 Perforadoras Stoper

Para la ejecución del piloto se consideró una labor vertical en una sección de 1,50 x 1,50 metros, para la ejecución de este piloto de 60 metros junto con los brazos para los bolsillos se harán con máquinas chicas Stoper

3.3.3 Scoop y Dumper

En todo el proceso de construcción del crucero, la chimenea piloto y del ensanchamiento de la chimenea piloto a la sección requerida, todo el desmonte producido será evacuado por los scoop y el material será llevado con dumpers al nivel 3620 a la tolva de desmonte para su evacuación, de lo contrario también puede ser llevado a tajos que se encuentren en relleno más próximos a la labor.

3.3.4 Capacidad de Tolvas

La capacidad es de 135 m³ aproximadamente 200 TM, si tenemos que en 4 horas se extraen 600 TM, el tiempo utilizado para llenar estas tolvas sería de 1 hora con 20 minutos.

3.4 PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LABORES SUBTERRÁNEAS

3.4.1 Labores Nivel 3270 y Nivel 3300

3.4.1.1 Crucero 285 E

Sección de 3.0 x 3.0 m. en una distancia de 20 m. especialmente para el acceso al piloto de la profundización del pique.

Esta labor se iniciará en la rampa 990 hacia el Este, para poder hacer la cámara necesaria para iniciar el piloto del pique, para cargar los Dumpers se hará en la rampa 990.

Se hará con una gradiente de 5 x 1 000 para que el agua proveniente de la perforación y posibles pequeñas filtraciones se canalicen a la cuneta de la rampa y no tengamos acumulación de agua.

La sección es para poder sacar el desmonte, ya que contamos con scoop de hasta 3,5 yd³.

3.4.1.2 Estación 3300

Simultáneamente con el crucero para el piloto se desarrollará las 3 ventanas, uno para el pique y 2 para los bolsillos del norte y del sur donde se echará el mineral y desmonte con los dumpers y la proyección a futuro de volquetes.

Largo	:	25 m
Ancho	:	6,0 m
Alto	:	7,0 m.

Se consideran estas secciones para que el volquete pueda dar su giro de retroceso y levante de su tolva en el momento de la descarga.

A. Ejecución de la Estación 3300

Para poder llevar una labor de este tipo, se tomó en cuenta la resistencia del macizo rocoso, este factor es muy importante ya que la labor es de dimensiones grandes.

Debido a estudios anteriores a este trabajo nos encontramos en una roca de buena calidad.

Para la ejecución de las labores se desarrollaron en 2 partes, inicialmente en el nivel 3270 y después en el nivel 3300, se tomó como punto de partida el nivel inferior para poder dar inicio a la chimenea piloto, y como segunda opción a la ventana principal para el acceso al pique y también para sus respectivos mantenimientos.

El primer tramo se realizó en una sección de 3 x 3 metros, para el caso de las ventanas de descarga de los equipos después se ensanchó y se dio la sección necesaria para el volteo de las tolvas y también los ángulos de curvatura necesarios para que los equipos puedan dar giros completos.

B. Utilidad de la Estación

Básicamente para el echado del material sea mineral o desmonte, inicialmente el proyecto se contemplo para dumpers de 14 toneladas, y al final del proyecto este se amplió para utilizar volquetes de 12 m³.

3.4.1.3 Cámara para acceso a los pockets.

Labor parecida a la estación del nivel 3360.

Largo	:	8,0 m.
Ancho	:	8,0 m.
Alto	:	6,0 m.

Esta cámara se dejará en el Nv. 3270 para la ejecución de las obras civiles y de mantenimiento mecánico que es el encargado de hacer toda la parte metálica de las compuertas para el llenado de los skip.

3.4.1.4 Ventilación

Para el proyecto se utilizó la ventilación de la rampa, en el Nv. 3300 se utilizó el circuito del nivel, no se instaló ningún ventilador adicional.

En la ejecución de las chimeneas tanto el piloto así como las chimeneas para los bolsillos se utilizó el aire comprimido.

3.4.1.5 Tolvas y Pockets

Están ubicadas casi paralelas al pique, estos se diferencian según su ubicación hacia el norte y hacia el sur, estos fueron efectuados después de las obras de minería por obras civiles para el vaciado de concreto en la parte superior, y también se harán las compuertas en la parte inferior para la dosificación a los skips, estos serán con compuertas hidráulicas y toda la estructura de concreto forrada con planchas de acero de ½ pulgada.

Largo : 5,0 m.
Ancho: 5,0 m.
Alto : 18,0 m.

Función de los pockets

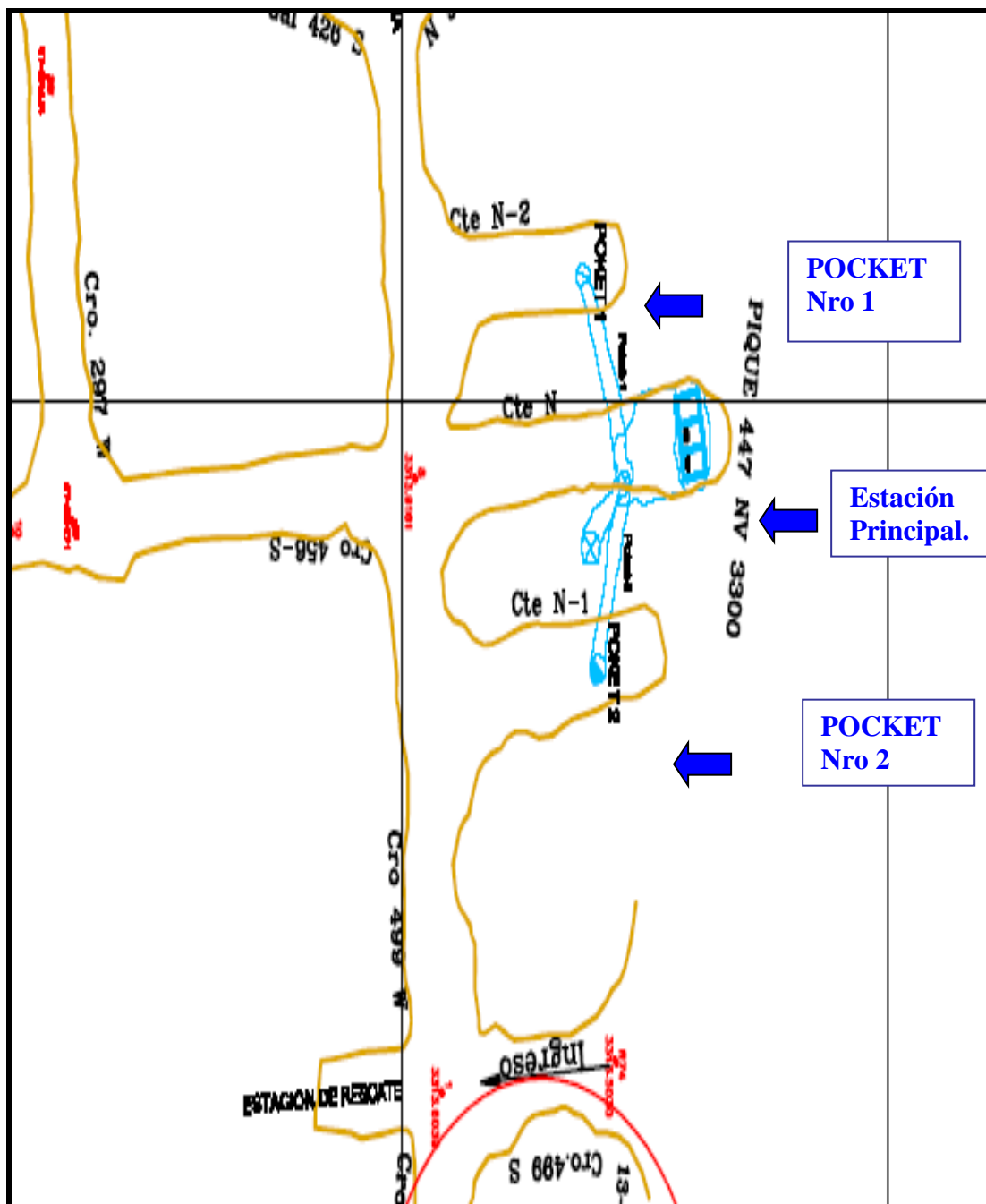
Los pockets son hechos para el almacenamiento de mineral y desmonte, pueden usarse en forma independiente.

Cada uno tiene una capacidad de 350 m³ aproximadamente, la capacidad de estos pockets fueron hechos para poder almacenar por lo menos la producción de una guardia en el pocket en caso de tener problemas con el skip o con el enmaderado del pique.

3.4.1.6 Planeación de la ejecución de los trabajos de los cruceros y de las chimeneas

Realmente para poder atacar este gran conjunto de labores se tuvo que empezar ordenando por prioridad cada una de ellas sobretodo tomando en cuenta la accesibilidad para cada una de ellas el alto rendimiento y seguridad como parte inicial de la operación misma.

- **Accesibilidad:** Que el material a extraer sea rápido, de igual manera el traslado en los equipos y disponibilidad de tajeos en relleno o el pocket del Nv 3620 disponible.
- **Alto Rendimiento:** Para poder compensar los gastos y el tiempo que se utiliza, el ejecutor debe buscar la manera más eficiente y rápida para desarrollar cualquier labor.
- **Seguridad:** Cualquier trabajo debe reducirse a un mínimo riesgo, para esto toda labor debe ser previamente asegurada y revisada.



PLANO NRO 007. LABORES PREPARADAS NV 3300 ESTACIONES, CRUCEROS, POCKETS ETC⁶

⁶ Fuente: Área de Planeamiento CIA Minera Atacocha S.A.

CAPÍTULO IV

CONSTRUCCIÓN DEL PIQUE POR E.E. MANPROSUB SRL.

4.1 PREPARACIÓN Y EJECUCIÓN DE LA PROFUNDIZACIÓN

En este capítulo se desarrollará en forma detallada los métodos empleados para la construcción del pique, como la ejecución de la perforación piloto así como también para el ensanche, se pondrá énfasis en el tema de perforación y voladura como parte integral para poder obtener caras firmes y bien definidas de la roca con la menor perturbación de la misma.

Analizaremos los tipos de cortes empleados, distribución de los taladros, la preparación de la carga, avance y rendimiento de los disparos, análisis de los disparos, avances mensuales y cumplimiento de programas, explosivos y materiales usados para la rotura.

4.1.1 Consideraciones generales de operación

La necesidad de profundizar piques en un menor tiempo de operación con costos similares o más bajos que los sistemas convencionales de

profundización de piques, además de tratar de obtener un mejoramiento sustancial de las condiciones de trabajo ha permitido el desarrollo de alternativas diferentes a la de perforación de piques a sección plena como es el presente caso que desarrollaremos.

4.1.2 Equipos y maquinaria utilizadas

A. Máquinas accionadas por aire comprimido

- Perforadoras

Los tipos de perforadoras que se utilizaron para efectuar trabajos en desarrollo y chimeneas son:

- Perforadoras Jack Leg Seco

Tipo E393-K97-124 (seco) de aproximadamente 31,5 Kg., estas máquinas fueron usadas para la ejecución de la preparación de las ventanas hacia los pockets del nivel 3300, también para la ventana de acceso donde se realizaría la chimenea piloto del pique.

Para la preparación de la estación de carga y descarga de los bolsillos en el nivel 3270, antes de las obras civiles y de metalmecánica. (4 máquinas).

- Perforadora Tipo RH 571-3L (Atlas Copco)

Máquinas exclusivas para piques, fueron utilizadas para el ensanche del piloto del pique, estas máquinas no llevan barra de avance, lo que las hace ideales para este tipo de trabajo especializado, aproximadamente su peso es de 28,5 Kg. (3 en total).

- Perforadoras Stoper

Tipo E393X-B04-806 (seco) para avance vertical, fue utilizada en la ejecución de la chimenea piloto y también para hacer las chimeneas a modo de brazos

de la estación intermedia para hacer los bolsillos del norte y sur del pique, el peso aproximado es de 32,5 Kg. (2 Máquinas).

B. EQUIPOS DE ACARREO

a. SCOOP de 3,5 yd³ Js 145 Atlas Copco

Para la limpieza del material roto en toda la preparación desde las ventanas de los bolsillos, acceso al piloto, el piloto, bolsillos y ensanches se limpió con este scoop, todo el desmonte se cargaba a un dumper de 14 toneladas.

b. Dumper de 14 toneladas

Este equipo era de exclusivo uso para el acarreo de todo el desmonte de la rotura de material en la profundización del pique, el acarreo se hizo desde las labores de preparación hasta el nivel 3620, a unas tolvas, donde salía con locomotora a superficie y luego trasladados al echadero de desmonte

C. EQUIPOS AUXILIARES

a. Compresores

El aire comprimido se genera en las siete compresoras, de acuerdo a las necesidades de empresa. Se están trabajando en 3 zonas, Santa Bárbara, la profundización Atacocha y la parte alta de Atacocha. Su capacidad instalada es suficiente ya que con solo 5 de ellas se abastece para las tres zonas y con un buen caudal, las mediciones realizadas en nuestras labores no bajaban de 75 psi de presión.

Las tuberías bajan por el pique 533, el principal en tubería de 16" de Ø, y es repartida en cada uno de los niveles del 3600 hacia abajo.

b. Timbres, teléfonos, focos, etc.

Los timbres fueron instalados una vez terminados las obras mineras, cuando se inicia el armado del enmaderado del pique para la comunicación

Además que están instalados en todos los niveles superiores del pique.

c. Máquinas Auxiliares

Relacionadas directamente a la profundización, empernado y al colocado de los cuadros de madera del pique.

D. WINCHE DE IZAJE NEUMÁTICO Y ELÉCTRICO

Utilizado exclusivamente para el izaje y envío de madera, herramientas y otros materiales al pique, en el enmaderado y armado de los pisos del pique.

Estos winches se anclan en los cuadros maestros en las estaciones, son asegurados con pernos en las longarinas.

Se utilizaron 2 winches en la profundización, ambos operaron en el nivel 3330 y en el nivel 3300, desde allí se enviaban todos los materiales.

E. TOPOGRAFÍA

Antes de toda operación tenemos que hacer el levantamiento topográfico, relacionándolo con la rampa inferior para poder obtener el punto donde empezaremos con las labores de preparación de las ventanas en ambos niveles.

Una vez terminado, necesitaremos los puntos para tener el centro del pique para ejecutar la chimenea piloto desde el 3270.

De igual manera para guiarnos en la apertura de las ventanas para los pockets y también para el acceso principal del pique.

Para el ensanche del piloto se necesita colocar hasta cuatro puntos topográficos para poder llevar la verticalidad del pique en su ensanche, al momento de colocar el enmaderado estos puntos serán los principales ya que serán los que guiaran la continuidad vertical del pique, además de que los compartimientos sean exactamente iguales a los de la parte superior.

Todo el ensanche y el armado de los pisos del pique se hicieron desde arriba hacia abajo por la facilidad y la técnica utilizada con una plataforma colgante.

4.2 PERFORACIÓN DE LA SECCION DEL PIQUE.

4.2.1 Generalidades

Es necesario explicar, el método utilizado para la profundización del pique, ya que por intermedio de éste tendremos una referencia más detallada, de cómo se profundiza un pique con piloto. A lo largo de toda la ejecución nos daremos cuenta que es la manera más rápida de hacer una profundización siempre y cuando se tenga una rampa por debajo desde o hasta donde se desea hacer la profundización, ya que el método ciego requiere de un mayor tiempo y diferentes técnicas de perforación.

4.2.2 Elección del corte

Se fueron probando los tipos de cortes que iban siendo utilizados en la construcción de los cruceros, las chimeneas piloto, las chimeneas de los bolsillos y el ensanche para tener la sección para el armado del enmaderado.

- Corte quemado

Este tipo de corte se utilizó en ambos casos, en los frentes de trabajo se lograron hacer con rimadoras (02 taladros de 50 mm de Ø) como cara libre, en las chimeneas se hicieron el arranque con 5 taladros paralelos, del mismo diámetro.

- Corte en cuña

Se hicieron pruebas sólo en los frentes pero no dio resultado por el tipo de roca competente que teníamos.

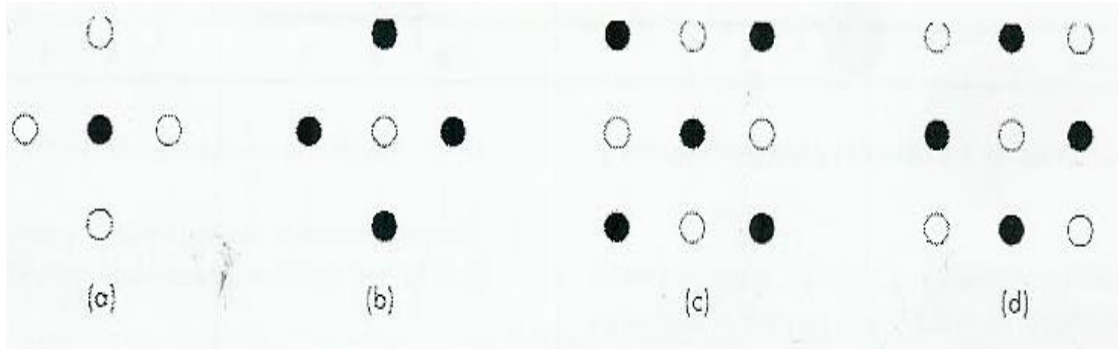
- Corte en abanico

Solo se utilizó para los desquinches, cuando iniciamos la excavación de la estación donde se construirían los dosificadores

Los desquinches adicionales a las cámaras para el acceso libre de los volquetes, tomando en cuenta el levante de sus tolvas.

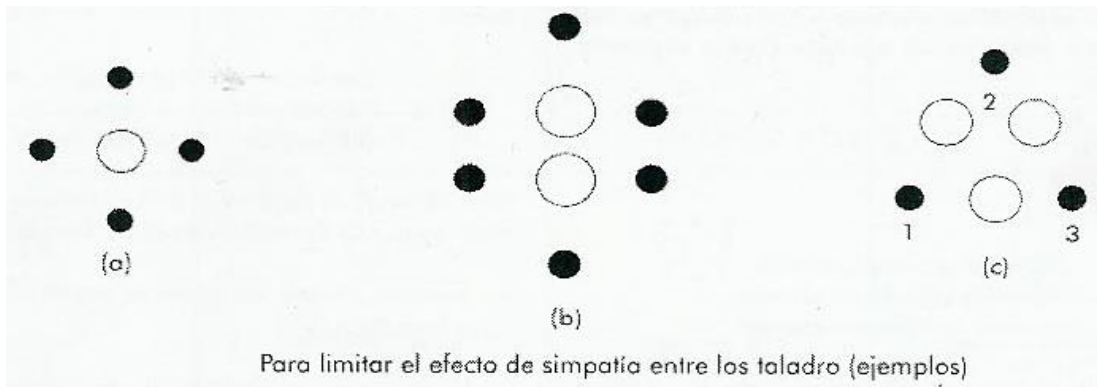
Esto se modificó por que inicialmente el diseño se contempló para el volteo del mineral con dumpers, y el diseño final se hizo para volquetes de 25 toneladas.

FIG. 001



Nota: Corte quemado con taladros paralelos de igual diámetro, para arranque en chimenea se ha usado el caso "b y d".

FIG. 002



Nota: Corte quemado con taladros paralelos de diferente diámetro, para los frentes se ha usado los del caso "b y c".

4.2.3 Preparación de las ventanas de acceso

Se inició paralelamente en el nivel 3300 y en el nivel 3270, ambos en una sección de 3 x 3 para la facilidad de limpieza del scoop de 3,5 yd3.

4.2.3.1 Avance y rendimiento del disparo de los cruceros 285 E, ventana al pique, y accesos 1 y 2 de cámaras de volteo de los pockets.

El promedio por disparo es de 1,5 m. en una sección de 3,0 x 3,0 metros perforados con barras cónicas de 6 pies de longitud.

Se hicieron disparos con barrenos de 8 pies, estos disparos, se podían hacer siempre y cuando la limpieza del disparo anterior se hacía en forma rápida y se nos daba tiempo para poder terminar con la perforación, estaba supeditado a tiempos muertos en la rampa ya que teníamos que dar permiso a cada una de las unidades que transitaban en la rampa.

Por lo que era un deber sacar el disparo, las demoras se tenían ya que no había una cámara de acumulación de desmonte cercana, por lo que todo el carguío del desmonte se realizaba allí mismo en la rampa.

Fue una ventaja al inicio por que para la limpieza nos dejaban más equipos dumpers, y en una hora y media máximo teníamos el frente limpio, esto es muy relativo, ya que cuando se avanzó más de 7 metros, el scoop se podía meter y esconder en la ventana, esta ventaja fue para nosotros un retraso por que ya sólo se disponía de un solo dumpers para la limpieza.

Otro factor relevante fue que con los disparos de 8 pies se nos prohibió, por que salía mucha carga y demoraba más tiempo el pase para los demás equipos o personal a las zonas bajas de la mina.

4.2.3.2 Análisis de los disparos de los cruceros

A. Promedio de tiempo para un disparo

Se utilizan 4 hombres, 2 máquinas y 2 juegos de barrenos de 2, 4, 6 y 8 pies.

<u>Observación</u>	<u>Tiempo</u>	
- Perforación con barreno de 2 pies	2'	
- Intercambio de barreno de 2 a 4 pies		5"
- Perforación con barreno de 4 pies	2'	
- Intercambio		5"
- Perforación con barreno de 6 pies	2'	15"
- Intercambio		5"

- Perforación con barreno de 8 pies	<u>2' 20"</u>
Perforación total de un taladro de 8 pies	8' 50"

Si multiplicamos por 42 taladros tendremos el tiempo que se necesita para perforar todo el disparo.

$$42 \text{ taladros} \times 8' 50'' = 6 \text{ Hrs. } 6,6 \text{ minutos}$$

A este resultado lo dividimos en dos ya que la perforación es por medio de 2 máquinas.

$$6 \text{ Hrs. } 6,6' / 2 = 3 \text{ Hrs. } 3,3' \text{ minutos.}$$

Los tiempos utilizados dentro de la guardia son los siguientes:

TABLA 003

Ciclo de Operación por turno		
Horas		Descripción
07:10	07:40	Ingreso personal + Inducción
07:50	08:35	Mantenimiento y traslado de equipos a la labor
08:50	12:00	Limpieza del frente, desate y regado
12:00	01:00	Refrigerio
01:00	01:30	Traslado de materiales, pintado de malla.
01:30	04:30	Perforación
04:30	05:45	Carguío de taladros y voladura

Para terminar, se comienza a cargar con los siguientes tiempos:

Cargado de un taladro	1,5"
Por Número de taladros	42 <u> </u>
TOTAL	1 Hr. 3'

A esto hay que sumarle el amarrado de todas las guías (15 min.) y el disparo final.

$$1 \text{ hrs. } 3' + 15' = 1 \text{ Hr. } 18 \text{ min.}$$

Sumando el total de tiempos efectuados en toda una perforación y voladura:

$$\begin{aligned}
 &3 \text{ Hrs. } 30 \text{ Min. } + \\
 &\underline{1 \text{ Hr. } 18 \text{ Min}} \\
 &4 \text{ Hrs. } 48 \text{ Min.}
 \end{aligned}$$

B. Tiempo efectivo, sin pérdida o demora alguna

Este tiempo no se puede reducir, ya que ha sido en forma continua y con un equipo experimentado. Hay que tener en cuenta que quitarle o disminuirle en cualquier fase traería errores, como son, mala voladura, plantado de barrenos o algún otro imprevisto.

Otro de los factores que debemos de tener en cuenta que no se debe de fallar en los tiempos para hacer el disparo por que se está trabajando en una rampa principal.

4.2.3.3 Trazos de perforación utilizados

La perforación se realizó con dos máquina jackleg marca seco con aire comprimido de 70 PSI, barrenos cónicos de 2', 4' y 6' que en el tipo de roca tiene una vida útil medio de 1 068,80 pies perforados; las brocas tienen una duración de 314,35 pies perforados, según los reportes mensuales que se hizo al concluir el mes, se termina de perforar los 42 taladros en 3 horas utilizando un procedimiento práctico siguiente:

TABLA 004

TIPO DE ROCA	C	K
Dura	0,5 a 0,55	2,0
Semi dura	0,6 a 0,65	1,5
Blanda	0,7 a 0,75	1,0

$$N_{tal} = \frac{P}{dt} + CS$$

Donde:

P= Perímetro de la sección del túnel en metros.

S = Sección, área del frente

Dt = Distancia entre taladros, periféricos

C = Coeficiente de roca

- Cálculo P: $\sqrt{S} \times 4 = \sqrt{9} \times 4$

- Perímetro: 12,00 m.

Reemplazando datos, considerando roca dura.

$$\begin{aligned} \text{Cálculo para roca dura} \quad N_{tal} &= \frac{12}{0,5} + 2(9m^2) \\ N_t &= 42_tal \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cálculo para roca intermedia} \quad N_{tal} &= \frac{12}{0,6} + 1,5(9m^2) \\ N_t &= 32_tal \end{aligned}$$

Como se sabe, en la zona de trabajo predomina la roca dura a semidura, por estas características del tipo de roca, fresca y sin alteraciones, tuvimos que hacer mallas de hasta 42 taladros, ya que en su correcto diseño empleado que utilizamos fue de 36 taladros como estándar.

Primero se perfora la mitad de sección sobre carga, se procede a la limpieza y se perfora la otra mitad.

$$\text{Avance / Disparo} = \frac{6\text{pies} \times 0,9 \times 0,9}{\text{disp}} \times \frac{0,31}{1\text{pie}} = 1,50m / \text{disp}$$

$$\text{pp / disparo} = \frac{42\text{tal}}{\text{disp}} \times \frac{6\text{pies} \times 0,9}{1\text{tal}} = 226,8\text{pp} / \text{disp}$$

$$\text{Total_disparos} = \frac{100m}{1,50m / \text{disp}} = 67\text{disp}$$

$$\text{Total_p.perf} = 227\text{pp} / \text{disp} \times 67\text{disp} = 15209_pp$$

$$\text{Nº Barrenos} = \frac{15209\text{pp}}{1068,80\text{pp} / \text{barrenos}} = 14,2_barrenos$$

Se considera 2 barrenos en stand by

Nº total de barrenos = 14,2 + 2 = 16 barrenos.

Se adjunta la malla de perforación empleada en la ejecución de los cruceros.

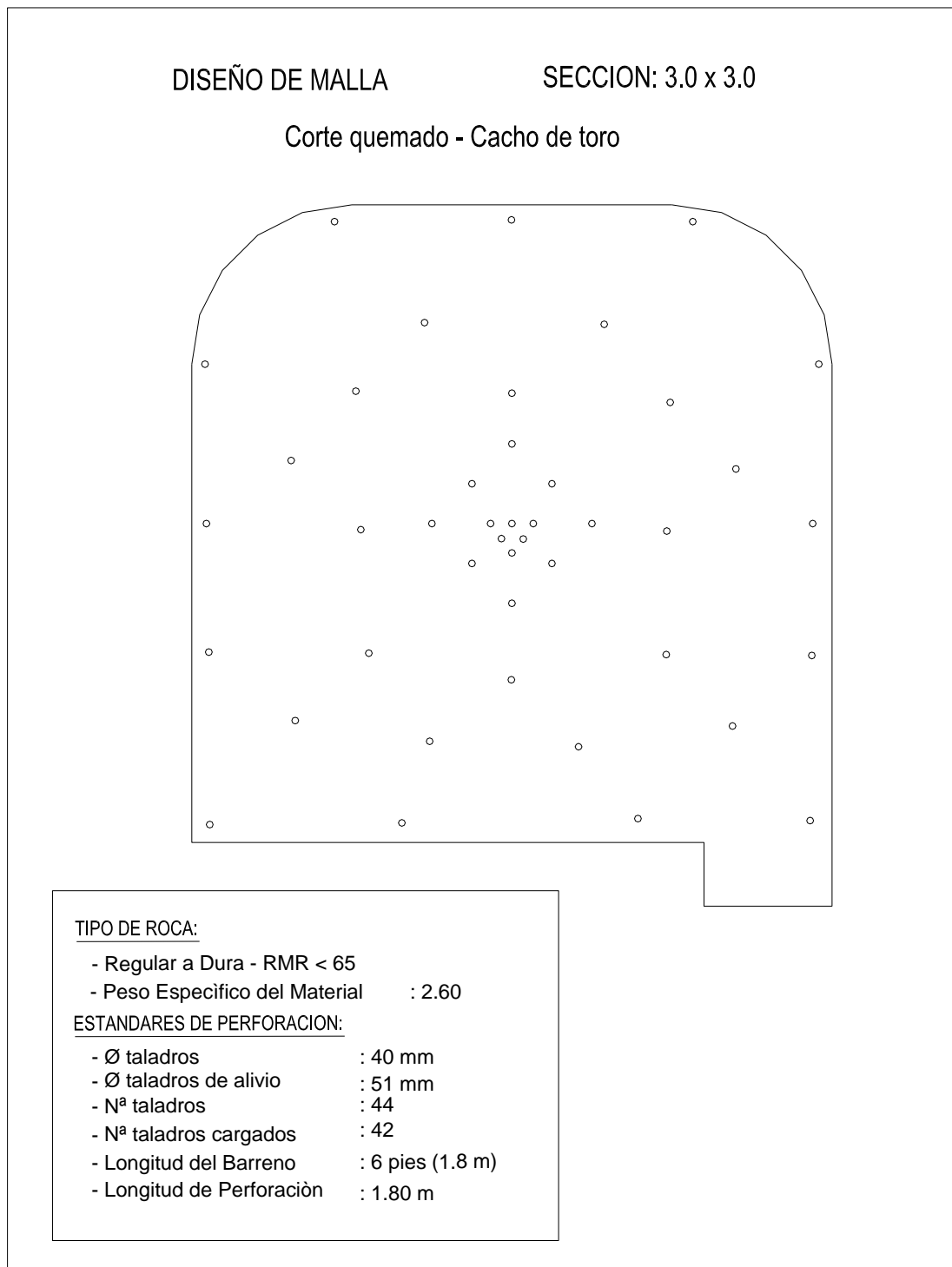


Fig. 003 – DISEÑO DE LA MALLA DE PERFORACION EMPLEADA

4.2.3.4 Voladura en frentes de avance.

Avance por disparo fue de 1,50 m., en una sección de 3,0 x 3,0 x 1,50

- Buena fragmentación, para la extracción
- Sección definida y de buen corte

$$3,0 \times 3,0 \times 1,5 = 13,5 \text{ m}^3 \text{ de roca disparada}$$

Por el peso específico se tiene:

$$13,5 \text{ m}^3 \times 2,6 = 35,10 \text{ TM}$$

Entonces el tonelaje por cada disparo es de 35,10 TM.

El explosivo a usar: Dinamita Semexa de 65 % de 1 1/8" x 8" y la carga promedio es de 6 cart/tal aparte del cebo (en total 7 cartuchos). Con Fanel al medio segundo. De acuerdo a la práctica se carga alternadamente con los números del 1 al 10.

TABLA 005

Retardo	Tiempo de retardo (seg.)
1	0,5
2	1,0
3	1,5
4	2,0
5	2,5
6	3,0
7	3,5
8	4,0
9	4,5
10	5,0

$$Cart / disp = \frac{42tal}{Disp} \times \frac{7Cart}{tal} = 294_cart / disp$$

$$Totalcartuchos = \frac{294cart}{disp} \times 67disp = 19698_cart$$

- Total cartuchos de los cruceros para la profundización = 19 698 cart

$$N^{\circ} \text{decajas} = \frac{1 \text{caja}}{216 \text{cart}} \times 19698 \text{ cart} = \text{cajas} = 91,2 \text{ cajas}$$

Accesorios:

- Pentacord 3G x 10 mts. = 670 metros
- Carmex de 7' 2 piezas. = 134 Pzs.
- Mecha rápida x 1 mts. = 67 metros

B. Tiempo efectuado para la limpieza

En la limpieza hay que tener en cuenta los tiempos utilizados y el personal que sea fuerte y capacitado en esta clase de labores.

Personal:	4 hombres (2 perforistas, 2 ayudantes, desate y regado)
	1 operador scoop, y
	<u>1</u> en el dumper
Total	6 Hombres/Limpieza.

4.2.3.5 Programación de Avances Mensual

Se distribuye el mes en 26 días hábiles, de los cuales tomaremos un 80 % de cumplimiento en perforación y voladura.

Entonces en el mes se tendrá:

$$20 \text{ días} * 2 \text{ disparos} * 1,5 \text{ mts /disp.} = 60 \text{ metros por ventana.}$$

Se tiene que el pique se encuentra a 25 metros de la rampa, por lo que por la sección solo se avanzará 30 metros en su máxima longitud, por que se ataca los frentes independientemente.

Entonces necesitaremos el 50 % del mes por lo que los 30 metros deberemos hacerlo en un plazo máximo de 15 días para realizar la longitud máxima, sólo son necesarios los cruceros para los pilotos, ya que los cruceros de los echaderos se harán paralelos a las chimeneas y el ensanche del pique.

4.2.3.6 Resumen

Se inicia haciendo las ventanas o cruceros para ubicar los centros del pique en ambos niveles, donde se correrán las chimeneas piloto, en el 3300 y en el 3270, adicionales a ellos se hicieron 2 frentes más en el nivel 3300 para el acceso a los echaderos de los bolsillos, uno hacia el norte a 20 metros y el otro al sur a 20 metros que es donde se hará el descargue de los volquetes y dumpers.

Hay que tener en cuenta que el crucero del 3270 es sólo para acceso a la chimenea piloto en una longitud de 20 metros y la central del 3300 en una longitud de 30 metros y de los accesos a los echaderos de 25 metros, se hacen estos accesos con la finalidad de que la limpieza sea lo más barato posible, ya que si haríamos profundización en pique ciego necesitaríamos un equipo especial de limpieza como una Cryderman, es muy costoso y toma mucho tiempo para hacer la limpieza, además que se interrumpiría el izaje del mineral desde el nivel 3360 hacia arriba.

4.2.3.7 Ejecución de las chimeneas piloto 3270 y 3300, avances y rendimiento por disparos.

El promedio por disparo es de 1,3 m. por disparo en una sección de 1,5 x 1,5 metros perforados con barras cónicas de 6 pies de longitud.

Para la limpieza se hizo de la misma forma que con los cruceros, como ya se tenía donde se podían ocultar los equipos, dejaban un dumper, y en una hora y media máximo se tenía toda la carga evacuada y el pie de la chimenea limpio.

Ambas chimeneas se hicieron en simultáneo con las mismas parejas que hicieron los cruceros, la chimenea piloto 1 del nivel 3270 se corrió 30 metros continuos, con puntales de avance, la chimenea 2 del nivel 3300 se corrió sólo hasta que la 1 esté hasta los 25 metros de allí se paró por temor a que el disparo pateará hacia arriba y podría causar un accidente.

Luego de comunicar la chimenea piloto 1, se retomó el avance de la chimenea piloto 2 hasta el nivel 3330, para ello se paralizó el echado de mineral del nivel 3360, y se usó solo los echaderos de nivel 3420, por seguridad.

4.2.3.8 Análisis de los disparos de las chimeneas

Promedio de tiempo para un disparo

Se utilizan 2 hombres, 1 máquina y 1 juegos de barrenos de 2, 4, y 6 pies.

<u>Observación</u>	<u>Tiempo</u>	
- Perforación de una barreno de 2 pies	1	50'
- Intercambio de barreno de 2 a 4 pies		10"
- Perforación de un barreno de 4 pies	2'	
- Intercambio		10"
- Perforación con barreno de 6 pies	<u>2'</u>	<u>20"</u>
Perforación total de un taladro de 6 pies	6'	30"

Si multiplicamos por 24 taladros tendremos el tiempo que se necesita para perforar toda la sección de la chimenea.

$$24 \text{ taladros} \times 6' 30" = 2 \text{ Hrs. } 36 \text{ minutos}$$

El carguío de todos los taladros y el amarre con la mecha rápida de los carmex es de 1 hora.

Tiempo total para el disparo

La suma total de los tiempos es como sigue:

Colocado del puntal en línea	= 2 h 30 min.
Perforación	= 2 h 36 min.
Carguío de los taladros	= 1 h
Total	= 6 h 06 min.

Esto sin considerar el tiempo de limpieza y el tiempo del traslado de madera de la cancha hacia la labor.

4.2.3.9 Trazos de perforación utilizados

La perforación se realizó con una máquina stoper, barrenos cónicos de 2', 4' y 6' con el mismo tiempo de vida de barrenos que en los cruceros. Ya que se tomó el promedio de los consumos de todos los avances.

Como se sabe, en la zona de trabajo predomina las dacitas, calizas y lutitas silicificadas duras con presencia de rodocrocita, tuvimos que hacer mallas de 24 taladros, se hicieron algunas pruebas con menos taladros y nuestro avance era de hasta 1,10 metros por disparo, por lo que estandarizamos a 24 taladros.

$$\text{Avance} / \text{Disparo} = \frac{6\text{pies} \times 0,85 \times 0,85}{\text{disp}} \times \frac{0,31}{1\text{pie}} = 1,30\text{m} / \text{disp}$$

$$\text{pp} / \text{disparo} = \frac{24\text{tal}}{\text{disp}} \times \frac{6\text{pies} \times 0,85}{1\text{tal}} = 122,4\text{pp} / \text{disp}$$

$$\text{Total} _ \text{disparos} = \frac{100\text{m}}{1,30\text{m} / \text{disp}} = 77\text{disp}$$

$$\text{Total} _ \text{p.perf} = 122,4\text{pp} / \text{disp} \times 77\text{disp} = 9424,8 _ \text{pp}$$

$$\text{N}^\circ \text{ Barrenos} = \frac{9424,8\text{pp}}{1068,80\text{pp} / \text{barrenos}} = 8,8 _ \text{barrenos}$$

Se considera 2 barrenos en stand by

Nº total de barrenos = 9 + 2 = 11 barrenos.

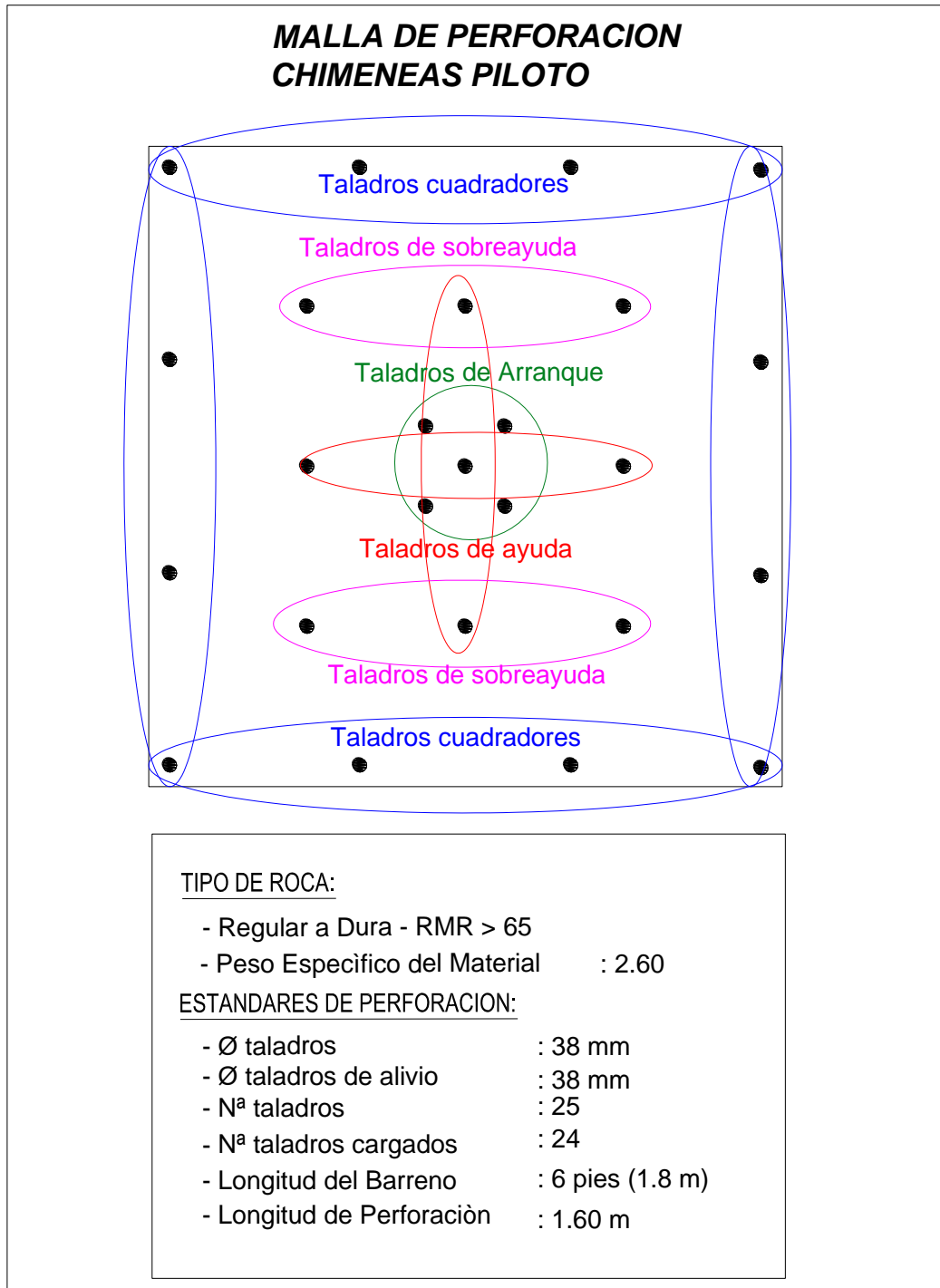


Fig. 004 MALLA PERFORACION CHIMENEA PILOTO

4.2.3.10 Voladura en chimenea piloto.

Avance por disparo fue de 1,30 m., en una sección de:

1,50 x 1,50 x 1,30= 2,93 m³ de roca disparada

Por el peso específico se tiene:

$$2,93 \text{ m}^3 \times 2,6 = 7,68 \text{ TM}$$

Entonces el tonelaje por cada disparo es de 7,68 TM.

El explosivo a usar: Dinamita Semexa de 65 % de 1 1/8" x 7" y la carga promedio es de 6 cart/tal aparte del cebo (en total 7 cartuchos). Con Carmex de 7 y 9 pies, de acuerdo a la altura de la chimenea.

$$\text{Cart} / \text{disp} = \frac{24\text{tal}}{\text{Disp}} \times \frac{7\text{Cart}}{\text{tal}} = 168_ \text{cart} / \text{disp}$$

$$\text{Totalcartuchos} = \frac{168\text{cart}}{\text{disp}} \times 77\text{disp} = 12936_ \text{cart}$$

- Total cartuchos de los cruceros para la profundización = 12 936 cart

$$\text{N}^\circ \text{de cajas} = \frac{1\text{caja}}{216\text{cart}} \times 12936_ \text{cart} = \text{cajas} = 59,9_ \text{cajas}$$

Accesorios:

- Carmex de 7' y 9 xx 22 piezas. = 1 694 Pzs.
- Mecha rápida x 5 mts. = 385 metros

4.2.3.11 Resumen

Ya con los cruceros hechos se inicia con las chimeneas piloto, en el 3300 y en el 3270, paralelos ellos se continúan con los frentes hacia los pockets y el ensanche de los cruceros para las cámaras de volteo.

Los pilotos se inician paralelos. Pero la chimenea piloto 2 se para hasta terminar la chimenea piloto 1 por seguridad, ambas chimeneas son la 447.

Los 40 metros de chimenea que se hacen para los bolsillos se inician después de haber terminado la sub-estación de los pockets del 3270 para las tolvas de llenado de los skips.

4.2.4 Sección del Pique.

4.2.4.1 Ensanchamiento de la chimenea piloto y de los cruceros del 3300

El ensanche se inició con el piloto del pique 447 de una sección de 1,50 x 1,50 metros, a una sección de 2,50 x 6 metros para el armado de los cuadros empataillados.

Para la longitud del pique tenemos:

Chimenea 447 piloto 1 y 2 = 145 m³.

Ensanchado a sección = 755 m³

En el grafico se muestra el proceso:

Los cruceros del pique se ensanchan a una sección de:

Cx 192 a 5 x 5 = 480 m³

Cx pocket 1 a 6 x 6 = 675 m³

Cx pocket 2 a 6 x 6 = 675 m³

Sub estación 3270 7x6x12 = 504 m³

Bolsillos 1 y 2 = 182 m³ x 2 = 364 m³

Total desquinces en todo el proyecto = 2 698 m³

4.2.4.2 Compartimientos del Pique.

El pique 447 presenta tres compartimientos, uno de camino al norte y dos para el izaje de los baldes zona central y sur del pique.

a. Compartimiento camino norte

Compartimiento con escaleras para permitir el transito del personal, aquí se ubican las instalaciones de servicios como tuberías de agua, aire y cables eléctricos separados a los extremos del compartimiento.

b. Compartimiento central y sur

Aquí se ubican los skips para el izaje de mineral o desmonte desde los pockets del NV 3270 al NV 3600 nivel principal de extracción

4.2.4.3 Winche zitrón de Izaje.

El winche zitrón de izaje que se utiliza en el pique 447 es la misma que se va usar en la profundización del pique, este winche es de 2 tamboras cada tambora trabaja con un skip por lo tanto el pique 447 trabaja con dos skips a la vez para izaje de mineral.

4.2.4.4 Preparación para el colocado de los cuadros de madera

La preparación previa es hacer patillas en roca, donde se colocarán las longarinas y se topearán, las dimensiones:

Alto = 40 cm.

Ancho = 40 cm.

Profundidad = 60 cm.

El estándar de los cuadros de madera nos indica que las patillas estarán espaciadas en 2,10 m. de cada piso.

Para cada piso se deben de preparar 8 patillas, (para 4 longarinas), estas deben estar a una misma cota vertical y separados en a, 1,77 metros de eje entre si en cada una de las caras del pique.

Longitud total	= 60 metros
Estaciones	= 02
Pisos x estación	= 02 x 2 = 4 pisos menos
Total número de pisos	= 24 pisos
Total patillas	= 192

En todo el armado del pique se harán 192 patillas con máquinas perforadoras Jack Leg, lo que nos aumentarán el consumo de barrenos, el promedio de taladros por patilla es de 20 taladros porque se hacen en forma de panal de abeja, para no dañar la roca y salga como una caja, esto con la finalidad que la longarina pueda tener un piso firme donde sentarse y el mínimo de cuñas para topearlos.

En la mayoría de las patillas se hacia como precorte al rededor y después con una carga de 1 cartucho se les dispara debilitando todo el centro que luego es rectificado con perforación o usando una broca escareadora de 2 ½ " de Ø.

CAPÍTULO V

ESTRUCTURAS DE SOPORTE Y SOSTENIMIENTO

5.1 Conceptos sobre esfuerzos de madera.

5.1.1 Conceptos básicos de esfuerzos

Para comprender de una manera fácil los esfuerzos a que están sometidos los diferentes elementos estructurales de sostenimiento con madera, se da a continuación los conceptos básicos de cada uno de ellos:

A. Resistencia a la tensión

Se representa en maderas donde se aplica las fuerzas paralelas a sus fibras.

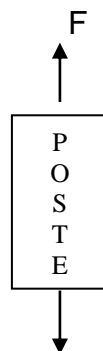


Fig. 005

En esta forma de trabajo la Madera tiene mayor resistencia en condiciones normales la resistencia de la madera llega aproximadamente a 3 000 Kg/cm², humedad de 8 – 10 %.

La relación de la carga tiene una relación fundamental en el ángulo de inclinación de las fibras. Baumau ha realizado estudios sobre las variaciones de la resistencia a la tensión, flexión y compresión, llegando a la siguiente conclusión que se muestran en el siguiente gráfico.

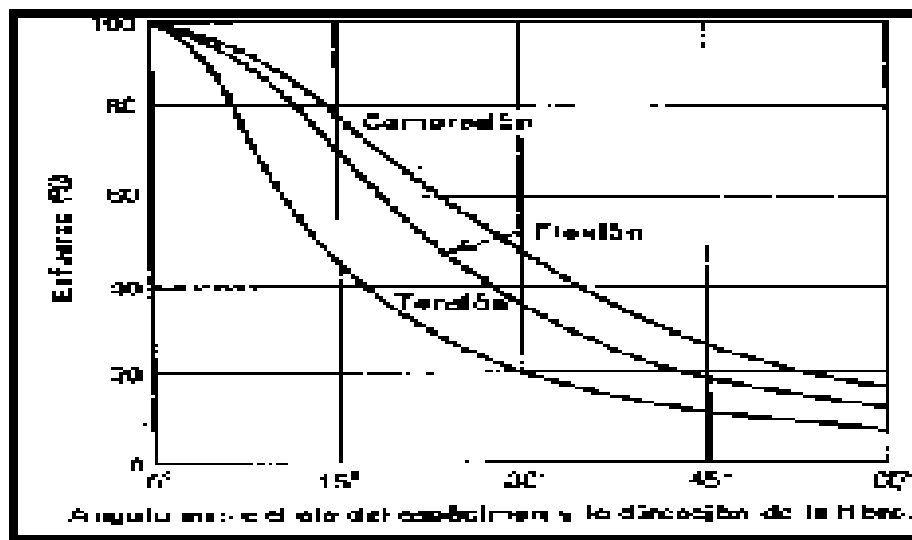


Fig. 006

Siempre la madera debe trabajar paralelamente a sus fibras. La humedad afecta a la resistencia de la tensión llegándose a determinar que por incremento de 1 % de humedad decrece un 3 % de su resistencia (Según el U.S. Forest Products laboratory).

La humedad máxima de la madera debe comprenderse entre 8 – 10 % en condiciones normales para que pueda resistir y aprovecharse el máximo de su resistencia.

TABLA 006

Resistencia Promedio a la tensión de fibras de madera importadas (Cemal Biron).

Especie	Fibras tempranas de la madera Kg/cm²	Fibras recientes de la madera Kg/cm².
Pino California	4 850	9 140
Abeto del Pacifico	8 230	9 070
Pino de hoja corta	3 300	6 470
Abeto Douglas	3 590	9 980
Abeto blanco	5 130	7 310
Cedro rojo	3 340	4 780
Pino blanco	4 220	4 640

B. Resistencia a la compresión

La madera secados al aire libre, la resistencia a la compresión paralela a sus fibras representa un 50 % menos que la resistencia a la tensión a lo largo de la misma fibra. La madera resiste más a la tensión que a la compresión, esto debido a su estructura fibrosa y su cementación acompañada de un buen acuñamiento entre sus fibras inicialmente presentándose un pandeo al iniciar la ruptura.

C. Resistencia al pandeo

Esta resistencia se mide paralelamente a las fibras de la madera, teniendo en cuenta la relación de esbeltez.

$$\lambda = \frac{4L}{d}$$

λ = Relación de esbeltez.

L = Longitud de la madera.

d = Diámetro de la madera o lado menor de la cara transversal de la madera.

Cuando la relación de esbeltez o la relación, longitud sobre diámetro es menor que 11, se utiliza la resistencia a la compresión o aplastamiento.

Para una relación de esbeltez $\lambda > 100$

$$\sigma = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$$

E = módulo de elasticidad $\lambda < 100$

$$\sigma = \sigma C (I - a\lambda + b\lambda^2)$$

σC = Resistencia a la compresión.

a, b = Constantes de acuerdo a las condiciones de la madera (calidad de la madera).

En condiciones normales a = 0, b = 2

l = Longitud de la madera

Saxena y Singh proporciona la siguiente fórmula en base a las pruebas:

$$P = 47,2 - 1,5 h/d$$

Donde:

P = Capacidad de soporte de la madera (resistencia al pandeo)

h = Altura del poste en milímetros

d = Diámetro del poste en mm

De igual manera si se presenta una madera rectangular se toma el lado menor de la cara transversal de la madera.

D. Resistencia a la flexión (Módulo de ruptura)

Las maderas horizontales están sujetas al esfuerzo a la flexión cuando las fibras superiores están sujetas a compresión y las inferiores a tensión.

El eje neutro se encuentra más cerca al lado de la tensión que a la compresión, porque la resistencia a la tensión es más alta que a la compresión.

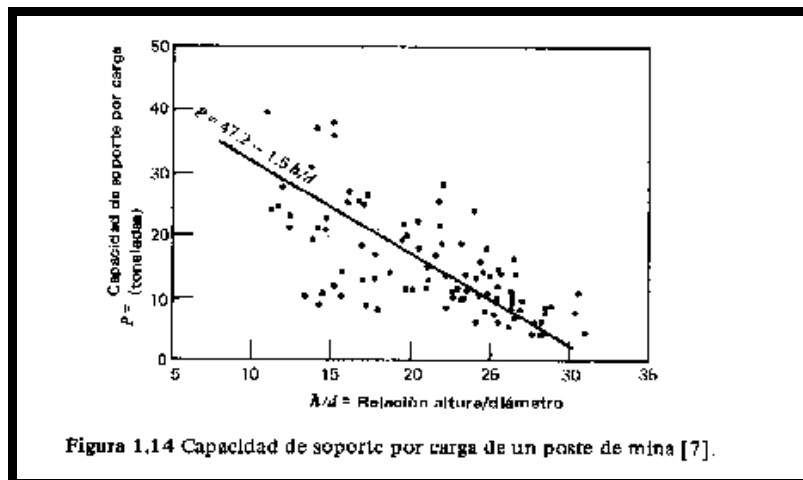


Fig. 007

Se mide cargando un peso determinado en una viga tratando de colocar al centro mismo de éste.

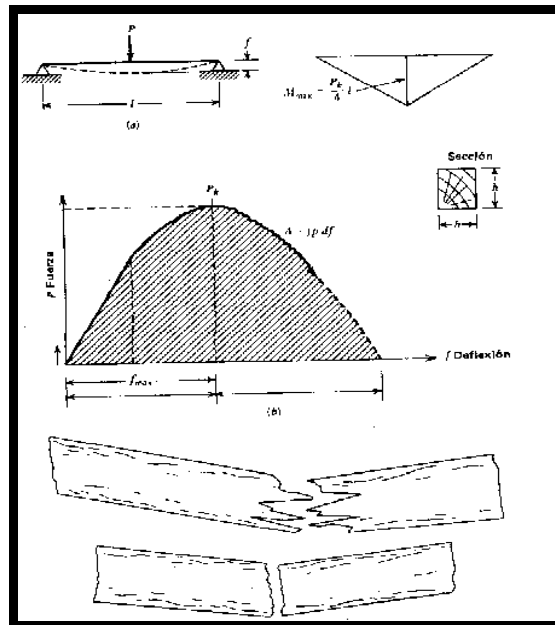


Fig.008

- Medir la deflexión
- Hay varias zonas de deformación.
 - o Zonas elásticas donde la carga y la deflexión son proporcionales.
 - o Esta relación continúa aunque en menor grado, y finalmente, con una carga máxima, PK se rompe la fibra más alejada, la ruptura no es repentina sino se propaga de fibra a fibra.

- Momento máximo

La resistencia a la flexión o módulo de ruptura se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$M_{\max} = \frac{Pk.L}{4}$$

$$\sigma_b = \frac{M_{\max}}{W}$$

Siguiente fórmula:

$$W = \frac{B \times h^2}{6}$$

Reemplazando:

$$\sigma_b = \frac{Pkl / 4}{bh^2 / 6}$$

Simplificando:

$$\sigma_b \frac{3Pkl}{2bh^2}$$

W = Módulo de sección.

σ_b = Resistencia a la flexión (Módulo de ruptura)

Pk = Carga a la ruptura.

Mmax = Momento máximo por flexión

l = Longitud de la viga

La orientación de la fibra de relación con la carga afecta al esfuerzo a la flexión con relación a la resistencia de tensión y pandeo, así mismo los efectos de la madera como los nudos, muescas, rajaduras hacen que disminuya la resistencia a la flexión.

E. Resistencias Permisibles

Debido a que la madera es un material natural muchos factores afectan su resistencia por lo tanto se necesita calcular un factor de seguridad elevado lo más recomendable sería probar la resistencia del material uno por uno y utilizarlo de acuerdo a su resistencia pero llegaría a ser demasiado costoso para evitar dichos costos se recomienda calcular los esfuerzos de seguridad aplicando la siguiente fórmula:

$$\sigma_{sf} = \frac{X - Ks}{n} f_k \times f_y$$

σ_{sf} = Esfuerzo (permisible) de seguridad.

X = Esfuerzo promedio obtenido del laboratorio de material pequeño.

K = Constante estadística que asegura una pequeña probabilidad de que la resistencia se esta excediendo que generalmente es 2.

S = Desviación estándar obtenida del material sin defecto.

n = Factor de seguridad para sostenimientos de larga duración.

Carga en flexión n = 2,25

Carga en compresión n = 1,40

f_K = Factor para defectos naturales se toma de 0,4 a 0,75 para un poste de grietas y nudos 0,5

f_y = Factor para la duración de la carga

Larga duración $f_y = 1,0$

Corta duración $f_y = 1,5$

Nota: El factor de seguridad debe estar comprendido entre 2 y 4.

$$F_s = \frac{\text{Resistencia promedio medida}}{\text{Esfuerzo de seguridad supuesto}}$$

5.2 EJECUCIÓN Y DISEÑO DEL ENMADERADO DEL PIQUE

La entibación del pique es muy importante, por que se encuentra sometido a presiones constantes de las cajas que lo rodean.

Para el maderamiento se ha considerado dos tipos de madera

- Pino Oregón
- Eucalipto

La estabilidad de los cuadros es por el ajuste de topes y cuñas a los extremos de cada uno de las longarinas, también se hace presión con el enrejado contra la roca y transmitiendo estos esfuerzos a los postes mejorando su estabilidad.

Las guías utilizadas para alinear y guiar el skip son de pino Oregón.

Los elementos utilizados en la construcción de los cuadros son los siguientes:

- Longarinas
- Tirantes
- Postes
- Enrejados
- Cortinas
- Descansos
- Escaleras
- Cuñas y topes
- Templadores de fierro
- Guías

Para la construcción del mejoramiento se desarrollará elemento por elemento detalladamente para una mejor comprensión del armado de los pisos, la estación y la sub estación.

5.2.1 Cuadros simples del pique

Cada cuadro está dividido en:

- 4 Longarinas: De madera de pino, con una sección de 10" x 10" x 10'. Conforman la base y estabilidad del piso, ya que sobre estas están sentados los postes, las longarinas, postes adicionales de ser necesario y los enrejados de los 3 compartimentos, las guías solo están colocadas en el compartimiento norte y sur del piso completo.
- 6 tirantes: son los que mantienen la distancia entre las longarinas para que se mantengan fijas en su eje horizontal, unen los compartimientos del camino norte y sur, su destaje es especial en forma de cacho de toro que son incrustados en las longarinas también preparados para ello. La sección es de 8" x 8" x 1,62 cm. de madera de pino.
- 8 Postes: De 8" x 8" x 2 metros, se encuentran uniendo los pisos con las longarinas y le dan la rigidez que necesita al ser comprimidos.
- 8 Enrejados: Se hacen con tablas de eucalipto de 2" x 8" x 5' es utilizado para el recubrimiento de las caras.
- Listones: Madera de eucalipto de 2" x 2" x 4", sirven para hacer los descansos en el compartimiento del camino, soportados por un tirante adicional para el camino.
- Escaleras: De madera de eucalipto de 3 metros, situadas solamente en el compartimiento del camino. Las escaleras son de un mismo tipo y altura.
- Cuñas y Topes: Las cuñas son de eucalipto, los topes son cuartones de 8" x 8" y son de pino. Se utilizan para asegurar los cuadros largos de las estaciones.

- Tirantes de hierro liso: De 7/8" de diámetro por 7 pies, sus partes terminales son en hilo, en las cuales se colocan placas con tuerca para ajustar el cuadro.

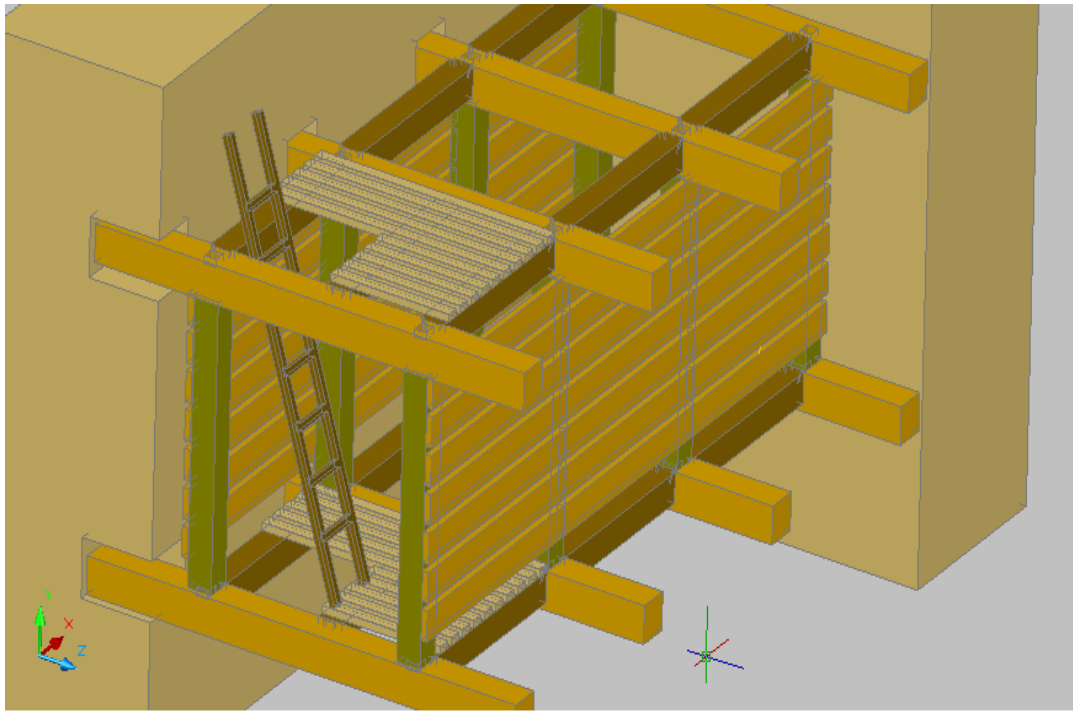


FIG. 009. El pique y sus tres compartimientos. Norte, centro y sur.

5.2.2 Preparación preliminar

Primeramente se preparó una plataforma con vigas de acero de H-4 Schedule 80, estas vigas esta empernadas y hacen un cuadro de 2,20 x 5,50 metros de largo, están provistos de 4 sujetadores en forma de gusanos que se anclan a la roca haciéndolas fijarse en ésta, están soportados por 4 tecles de 3 toneladas cada una en cada uno de sus extremos y soportados en el cuadro superior por cables de acero de media a la vez asegurados por postes de 8 x 8 pies para mayor seguridad entre longarina y longarina con el objetivo de no deteriorarla.

Cada vez que se baja un piso se va bajando los tecles uno a uno hacia el piso inferior ya armado, sujetándolos con cables de acero.

Se hacen actuar los tecles en sus 4 puntos para que baje uniformemente horizontal.

Cada vez que se baja la plataforma se sueltan los tornillos de gusano y cuando se vuelve a fijar a una altura adecuada (1,20 mts.) debajo del piso que se va a armar para tener comodidad al momento de asegurar las longarinas.

5.3 Armado de los elementos

5.3.1 Colocación de longarinas

Las longarinas son de 10 " x 10" x 14' pies de longitud, generalmente todos los elementos bajan hacia una plataforma hecha 2 pisos arriba de donde se armará el piso deseado.

Una vez fijada la plataforma donde se trabajará, se lanza los cordeles, con los 4 puntos principales de centro del pique desde la estación mas cercana, luego se bajan las longarinas y se colocan en las patillas, en forma horizontal, luego se fijan las longarinas con cuñas de acuerdo a las medidas exáctas, se tiene en cuenta siempre la medida exacta para cada caso, siempre se debe de estar verificando con un nivel su horizontalidad de la cara y el espaciamiento en cada punto.

En las 2 estaciones que se van a hacer se colocan dos juegos de longarinas juntas una encima de otra para soportar los postes especiales que se armarán, ya que la estructura de soporte será de casi 6 metros de alto.

Además que serán tensadas y amarradas con templadores de fierro que después describiremos.

5.3.2 Colocación de tirantes

Luego vienen a ser colocados los tirantes, para su colocación se hacen destajes en las longarinas en forma de cabeza de toro, en V, con 6 pulgadas en la parte superior, 2 pulgadas en la parte inferior y 6 pulgadas de alto, con una pulgada de profundidad, se miden los tirantes y en ellos se hacen espigas con estas mismas medidas quedando de la siguiente forma:

Una vez terminado este ensamblado ya se tiene el piso completo para seguir con los postes.

5.3.3 Postes

Los postes son los que le dan la fortificación al enmaderado, estos se colocan con una espiga en uno de sus extremos de 4" x 4" x 2", que sirve como fijación para que no se mueva, por el otro extremo no tiene mortero ni espiga, este se acopla con presión hasta una posición vertical quedando muy sólido.

El mortero se hace en la longarina inferior del piso de igual dimensión, el empleo de eucalipto, no es una buena opción ya que en lugares con ventilación reducida y presencia de pirita se incrementa el calor y el eucalipto se seca y se deforma, pero en cuanto a costos el pie de eucalipto es mucho más barato.

En total se colocan 8 postes por piso, en algunos lugares donde hay sobre rotura se colocan postes adicionales para poder tener un mejor encortinado con las caras de roca del pique.

En el caso de las estaciones, se colocan postes largos de 5,80 metros de longitud, estos postes especiales son de pino y de 10' x 10' pies, y se colocan sobre dos longarinas fijas juntas para que soporte toda la estructura y los esfuerzos a los que son sometidos cuando trabaja el skip.

5.3.4 Enrejados

Los enrejados cubren todos los alrededores del pique en sus 8 caras, cada enrejado está compuesto por 8 tablas con una separación de 2 pulgadas entre ellas, con tacos que son preparados de las mismas tablas.

Estos van haciendo presión a las paredes de la roca por cuñas que son preparadas con los restantes de la tabla que se corta para que den a la medida exacta.

5.3.5 Cortinas

La cortina va sólo entre el compartimiento del camino y el del sur, por seguridad, el camino queda aislado de los compartimientos donde corre el balde, para proteger de la caída de rocas que podría haber en el caso de un mal llenado del balde y alguien esté transitando por el camino.

Esta cortina, va con 2 chapas y clavadas en la mayoría de los casos, pero fácil de poder desarmar si es que fuera necesario para poder ingresar a hacer el mantenimiento de los compartimientos, para el cambio de guías, o en el peor de los casos porque el skip se trunque en alguna zona por fallas estructurales del balde.

5.3.6 Descanso y escalera

Los descansos se hacen con listones de eucalipto de 2" x 4" x 10', se preparan los listones de acuerdo a la medida y dejando espacio de 0,80 x 0,80 metros para el paso de los peatones y también para el paso de una camilla sin dificultad.

El espaciamiento entre cada listón es de 2 pulgadas y se clavan a las longarinas y al tirante intermedio de cuartón de 5" x 8" x 5' que se coloca como soporte adicional.

Las escaleras se colocan en cada piso, son escaleras de 10 pies, de eucalipto, sujetas en la parte superior a la longarina.

5.3.7 Cuadro especial de estación

Los cuadros especiales de estación son de una altura de 5,80 metros, de longitud, que reemplazan a 2 cuadros, en la base para su soporte se hace con 2 longarinas una encima de otra y también con doble tirante, se paran los postes y estos se aseguran con chapas en la parte superior cada uno de los postes de pino de 10' x 10' x 20' pies, estos para mantener su rigidez en la parte intermedia se colocan en total 8 topes, los descansos van igual por cada piso encima de los topes, de todas maneras se colocan las cortinas, se enreja solo la parte superior de cuadro a modo de protección y se anclan en la parte

inferior 2 puertas para hacer el mantenimiento de cada compartimiento, estas puertas son de fierro con malla metálica.

Los topes a la vez son fijados con templadores de fierro entre postes para su rigidez.

En la profundización se hicieron 2 cuadros especiales de estación uno en el nivel 3300 y otro en los pockets del nivel 3270

5.3.8 Topes

Son de pino, de 10' x 10' x 5', con una espiga de 4" x 4" x 1" en ambos extremos, el mortero se hace en los postes especiales para su anclaje.

Van en total 8 topes por cada piso.

5.3.9 Templadores

Los templadores se colocan debajo de cada tope para asegurar que no se muevan, son de fierro de $\frac{3}{4}$ " de \emptyset , con hilos a los extremos y chapas metálicas para su ajuste perfecto.

5.3.10 Guías

Las guías se colocan cada 2 pisos armados o más, son de 4" x 6" x 20 pies, que van en los compartimentos norte y sur, anclados por tirafones y también por pernos pasantes a las longarinas, son 2 guías por cada compartimiento, su unión se hace con destajes en ambos extremos a modo de labios asegurados con pernos pasantes.

Las guías deben de ser fijadas muy bien y en forma exactamente vertical ya que son los carriles por donde el balde se desplazará, se debe de hacer un chequeo constante de las guías ya que si se descentra pueda causar que el balde se atraque y es más podría hasta desarmar un cuadro completo.

5.3.11 Cuñas

Son en forma triangular, de 8" x 2" x 10" pueden ser de pino o de eucalipto a modo de triángulos, sirven para poder fijar las longarinas hacia la roca y centrarlas, también se pueden usar en el enrejado de los cuadros.

Vista de un cuadro completo de pique

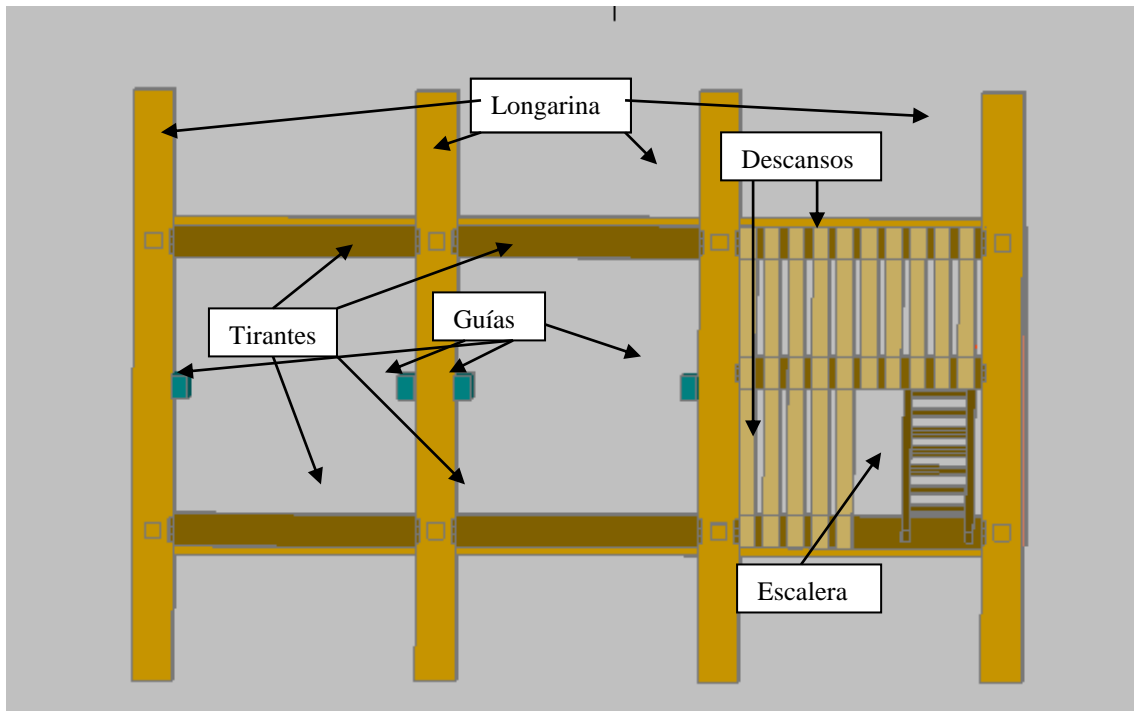


Fig. 010 Vista en planta de los elementos del pique

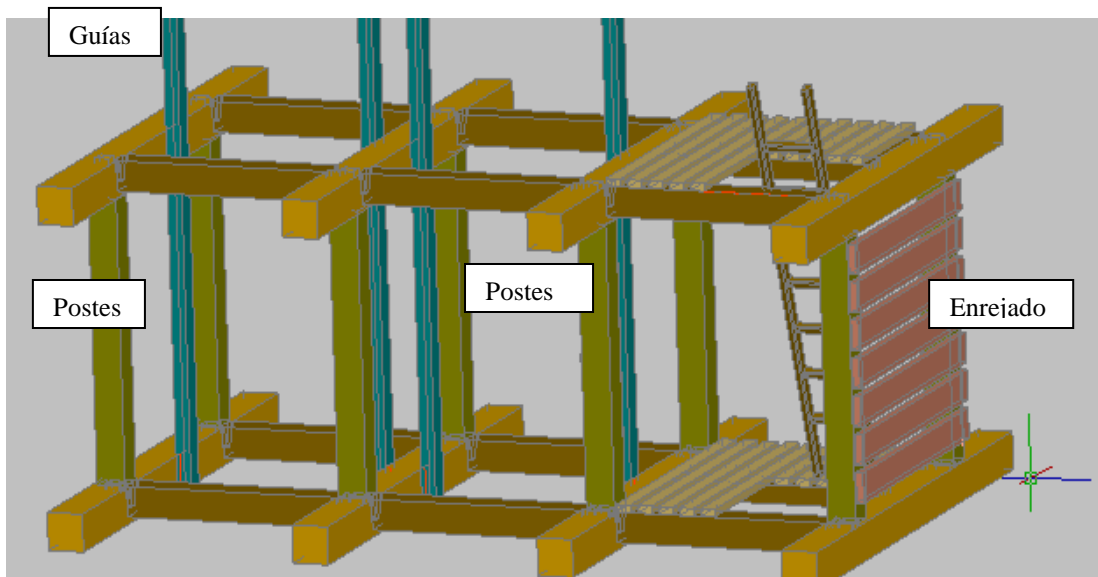


Fig. 011. Vista angular de los elementos del pique

5.4 FORTIFICACIÓN DEL PIQUE

El principal objetivo del sostenimiento de piques es proteger al personal, equipos, materiales y asegurar la estabilidad manteniendo la forma y dimensiones trazadas en el proyecto. En terrenos firmes no es necesario usarlas.

El sostenimiento se hace para darle cierta insensibilidad a los movimientos de roca debido a la explotación misma, se le da cierta flexibilidad más en sentido longitudinal que transversal. La sección debe de mantenerse en lo posible sin alteraciones, por los ejes y la verticalidad del pique depende mucho de su duración y buen trabajo en operación constante.

En la elección de un sistema de fortificación utilizable se debe considerar la función que debe cumplir esta, por cuanto tiempo estaría en funciones, que calidad de trabajo realizará, etc., y depende de los esfuerzos presentes en el terreno (fortificación rígida, semi rígida o deslizante); si esta será de tipo activa o inactiva o será una fortificación de carácter permanente o temporal.

5.5 TIPOS DE SOSTENIMIENTO USADO

5.5.1 Pernos de roca (splits set)

Se han utilizado split set ocasionales, en algunas cuñas que se formaban y como el personal tenía que estar trabajando en la parte inferior para el ensanche se colocaba por seguridad.

Este tipo de sostenimiento es solo temporal.

5.5.2 Pernos Helicoidales

Se colocaron en la estación del 3300 y en la sub estación del 3270, por las dimensiones de la excavación, a una malla de 1,50 x 1,50 por seguridad, ya que estas estaciones son frecuentemente transitadas.

Se colocan en forma perpendicular a las estructuras de los plegamientos de las calizas y lutitas, de 7 pies de longitud con seis cartuchos de cemento encartuchado y un cartucho de resina para su mejor fijación.

Este tipo de sostenimiento es para labores permanentes.

5.5.3 OBRAS CIVILES

El revestimiento de hormigón se utiliza en las estaciones, se encofra el primer piso y se hace un vaciado para obtener un piso firme y se pueda servir además como cuadro maestro para el soporte de todos los esfuerzos al que está sometido el cuadro especial de estación.

El hormigón empleado debe tener la menor cantidad posible de huecos o burbujas con 300 a 400 kg/m³ de cemento y con una relación en peso de agua cemento de 25 % a 30 % de contenido de agua en peso de cemento. El ancho de la pared depende de el ancho de la excavación en las comunicaciones para formar el piso, pero no llega a ser más de 40 a 60 cm. con un alto de un metro aproximadamente.

Para un mejor armado del concreto en algunas estaciones se colocaron mechas en la roca de fierro corrugado de $\frac{3}{4}$ " de \emptyset , con esto se asegura que el concreto esté amarrado con la roca.

Se hicieron vaceados en las 2 estaciones del pique NV 3300 y NV 3270 con concreto de 210 kgf/cm².

Se hizo el vaceado con concreto armado con canastillas de fierro corrugado de los 2 pockets en el NV 3300, para la descarga de mineral con sus respectivas parrillas.

Se armó la estructura de concreto de los dosificadores en la sub. Estación NV 3270 para el carguío de los baldes.

5.5.4 ESTRUCTURA DE SOPORTE Y EQUIPOS INSTALADOS EN LA ESTACIÓN DE CARGUÍO DEL POCKET 3270

Los soportes y anclajes de roca para el armado de los bolsillos de mineral y el diseño de la estructura de concreto así como el vaciado se hicieron con el departamento de obras civiles, lo correspondiente a la instalación de los equipos hidráulicos y de compuertas, lo hizo el departamento de mantenimiento.

Desde la salida del dosificador todo el concreto se revistió con planchas de acero especial de ½" de espesor para protegerlos del desgaste al tener fricción directa del mineral hacia el balde.

5.6 SISTEMA DE SEGURIDAD EN EL PIQUE 447

Se utiliza radio portátil para mejor comunicación entre el Winchero y el timbrero en el proceso de izaje de mineral.

También se ha instalado timbres que son manipulados por el timbrero que a través de diferentes sonidos el winchero puede identificar que tipo de movimiento se va hacer con el skip como subir, bajar, parar etc.

Cerca de la estación principal del pique 447 en el NV 3600 se a hecho una estocada donde se encuentra la estación de emergencia del pique que cuenta con una camilla, extintor de polvo, balón de oxigeno, arnes, botiquín etc., para cualquier emergencia que pudiera haber en el pique a demás la camilla puede hacerse bajar por el compartimiento camino del pique ya que las plataformas de los descansos tienen una sección abierta de 0.8x0.8 cm por donde van colocados las escaleras.

Existe un programa de mantenimiento del pique 447 que abarca 4 días a la semana lunes, miércoles, viernes y domingo en turno día de 7 a.m. a 11 a.m. en turno noche de 7 p.m. a 11 p.m. todo el traslado de materiales, herramientas y el acceso al pique para su mantenimiento se hace por la estación principal que se encuentra en el NV 3600 en coordinación con el timbrero y winchero quienes son los encargados de guiar al personal con el skip hasta el punto donde se va hacer mantenimiento del pique.

En el NV 3600 para el ingreso del personal al pique 447, al skip se adhiere una plataforma de metal que sirve de guarda cabeza diseñado exclusivamente para esta ocasión para que así el personal este protegido de posibles desprendimiento de roca, a demás el personal ingresa en numero de cuatro como máximo y va protegido cada uno con su arnés de seguridad y línea vida.

El mantenimiento del pique 447 consiste en el cambio de los elementos deteriorados por desgaste y afectados por desprendimiento de carga en el

momento del izaje, como son las longarinas, postes, tirantes guías entre los principales.

Una vez por semana los días sábados de 7 a.m. a 11 a.m. el área de mantenimiento de Atacocha realiza el engrase de los cables del skip el mantenimiento preventivo del winche zitrón y sus elemento respectivos.

Ningún personal esta autorizado a ingresar por el pique a través del compartimiento camino a excepción del timbrero y el personal de mantenimiento en horarios restringidos ya que el pique 447 es exclusivamente para izaje de mineral.

CAPITULO VI

EVALUACIÓN ECONÓMICA

6.1 COSTOS

6.2 COSTOS DE OPERACIÓN

Primero haremos la evaluación económica de los cruceros, las chimeneas piloto, y los ensanches que se realizaron antes del armado de los cuadros de madera.

6.2.1 Costo de los Cruceros

Los cruceros se hicieron con máquinas peroradotas Jack Leg.

COSTO TOTAL DE CRUCEROS

ITEM	DESCRIPCIÓN	METRADO	SECCIÓN	PU	GG + Util	PUx x metro	TOTAL
1	Cx 3270	20	3 X 3 Mts.	290,15	124,31	414,46	8 289,22
2	Cx 3300	30	3 X 3 Mts.	290,15	124,31	414,46	12 433,83
3	Cx Pocket 01	25	3 X 3 Mts.	290,15	124,31	414,46	10 361,52
4	Cx Pocket 02	25	3 X 3 Mts.	290,15	124,31	414,46	10 361,52

COSTO TOTAL DE LOS CRUCEROS	41 446,10
------------------------------------	------------------

6.2.2 Costo de las Chimeneas

Las chimeneas se corrieron con puntales, método convencional.

COSTO TOTAL DE CHIMENEAS

ITEM	DESCRIPCIÓN	METRADO	SECCIÓN	PU	GG + Util	PUx metro	TOTAL
1	Ch piloto 01	30	1,50 x 1,50 M	195,36	83,70	279,06	8 371,78
2	Ch piloto 02	30	1,50 x 1,50 M	195,36	83,70	279,06	8 371,78
3	Ch Pocket 01	20	1,50 x 1,50 M	195,36	83,70	279,06	5 581,19
4	Ch Pocket 02	20	1,50 x 1,50 M	195,36	83,70	279,06	5 581,19

COSTO TOTAL DE LAS CHIMENEAS 27 905,95

6.2.3 Costo de los Desquinches

Todos los desquinches fueron hechos con perforadoras Jack leg.

COSTO TOTAL DE DESQUINCHES DEL PIQUE Y DE LOS CRUCEROS EN METROS CÚBICOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	METRADO	SECCIÓN INICIAL	SECCIÓN FINAL	PU	GG + Util	PUx metro	TOTAL
1	Ch piloto 01 y 02	755	1,50 x 1,50 Mts.	2,5 x 6,0 Mts.	24,50	10,50	35,00	26 425,00
2	Cx 3300 Estación	480	3 X 3 Mts.	5,0 x 5,0 Mts.	18,90	8,10	27,00	12 960,00
3	Ch Pocket 01 y 02	364	1,50 x 1,50 Mts.	5,0 x 5,0 Mts.	24,50	10,50	35,00	12 740,00
4	Cx pockets 01 y 02	1 350	3 X 3 Mts.	6,0 x 6,0 Mts.	18,90	8,10	27,00	36 450,00
5	Sub Est. 3270	504		7,0 x 6,0 x 12 Mts.	24,50	10,50	35,00	17 640,00

COSTO TOTAL DESQUINCHES 106 215,00

6.2.4 Total costo de preparación para el maderamen

Resumen de las preparaciones con voladura

RESUMEN

Costo de cruceros	41 446,10
Costo de chimeneas	27 905,95
Costo de desquinches	106 215,00

COSTO TOTAL PREPARACIÓN 175 567,05 US \$ dólares americanos

6.3 COSTO DEL MADERAMEN

Para el cálculo del maderamen se considera un incremento de gastos generales hasta el 39 % y una utilidad del 10 %.

6.3.1 Costo de Instalación de Longarinas

Partida:

**INSTALACION DE LONGARINAS
GG REALES**

Rendimiento =
Madera =

0,70 Unid / Grdia
m2

HH / grdia = 6

BB. SS. 99,94%

Actividades:

						US \$ / m.	199,756
DESCRIPCIÓN	UNID.	Cantd.	Incid.	Precio (US \$)	Parcial (US \$/m)	Sub Total (US \$/m)	Total (US \$/m)
1.- MANO DE OBRA						101,125	101,125
Maestro Enmaderador	HH	16,00	1,371	27,26	37,391		
Ayudante Enmaderador	HH	16,00	1,371	26,05	35,730		
Ayudante Servicios Mina	HH	4,00	0,343	19,39	6,647		
Capataz	HH	4,00	0,343	30,29	10,386		
Jefe de Guardia	HH	2,00	0,171	63,99	10,970		
2.- MATERIALES:							22,973
Corte de Madera						11,678	
Cadena de motosierra	Glb.	0,100	0,009	28,79	0,247		
Aceite lubricante moto sierra	gln.	0,500	0,043	3,17	0,136		
Combustible	gln.	0,300	0,026	3,79	0,097	0,097	
Herramientas Manuales	Glb.	1,000	0,086	8,06	0,691	0,691	
Implementos de seguridad	Glb.	5,250	0,450	1,82	0,818	0,818	
Lamparas mineras	Glb.	5,250	0,450	21,53	9,689	9,689	
3.- EQUIPOS:						9,986	9,986
Moto Sierra	Hm	3,0	4,286	2,33	9,986		
Camión Utilitario	Hm		0,000		0,000		
			0,000		0,000		
			0,000		0,000		
TOTAL COSTO DIRECTO							134,083
4.- MATERIALES DE INSTALACION						0,000	0,000
Madera instalada	m2		0,000		0,000		
Tablas	m2		0,000		0,000		
Madera para topeo	m2		0,000		0,000		
			0,000		0,000		
5.- GASTOS GENERALES:		39%				52,265	52,265
6.- UTILIDADES:		10%				13,408	13,408
7.- COSTO TOTAL							199,756

6.3.2 Costo de Instalación de Tirantes

Partida:

INSTALACION DE TIRANTES GG REALES								
Rendimiento =	1,25	Unid / Grdia			HH / grdia =	6		
Madera =		m2						
					BB. SS.	99,94%		
Actividades:						US \$ / m.	111,705	
DESCRIPCIÓN	UNID.	Cantd.	Incid.	Precio (US \$)	Parcial (US \$/m)	Sub Total (US \$/m)	Total (US \$/m)	
1.- MANO DE OBRA							56,793	56,793
Maestro Enmaderador	HH	16,00	0,768	27,26	20,939			
Ayudante Enmaderador	HH	16,00	0,768	26,05	20,009			
Ayudante Servicios Mina	HH	4,00	0,192	19,39	3,723			
Capataz	HH	2,00	0,096	30,29	2,908			
Jefe de Guardia	HH	3,00	0,144	63,99	9,215			
2.- MATERIALES:								12,584
Corte de Madera							6,399	
Cadena de motosierra	Glb.	0,100	0,005	28,79	0,138			
Aceite lubricante moto sierra	gln.	0,500	0,024	3,17	0,076			
Combustible	gln.	0,300	0,014	3,79	0,055	0,055		
Herramientas Manuales	Glb.	1,000	0,048	8,06	0,387	0,387		
Implementos de seguridad	Glb.	5,125	0,246	1,82	0,447	0,447		
Lamparas mineras	Glb.	5,125	0,246	21,53	5,296	5,296		
3.- EQUIPOS:							5,592	5,592
Moto Sierra	Hm	3,0	2,400	2,33	5,592			
Camión Utilitario	Hm		0,000		0,000			
			0,000		0,000			
			0,000		0,000			
TOTAL COSTO DIRECTO							74,970	74,970
4.- MATERIALES DE INSTALACION							0,000	0,000
Madera instalada (2 elementos)	m2		0,000		0,000			
Tablas	m2		0,000		0,000			
Madera para topeo	m2		0,000		0,000			
			0,000		0,000			
5.- GASTOS GENERALES:							29,238	29,238
6.- UTILIDADES:							7,497	7,497
7.- COSTO TOTAL								111,705

Los precios unitarios no incluyen IGV.

6.3.3 Costo de Instalación de Postes

INSTALACION DE POSTES GG REALES								
Rendimiento =	1,25	Unid / Grdia			HH / grdia =	6		
Madera =		m2						
					BB. SS.	99,94%		
Actividades:						US \$ / m.	106,696	
DESCRIPCIÓN	UNID.	Cantd.	Incid.	Precio (US \$)	Parcial (US \$/m)	Sub Total (US \$/m)	Total (US \$/m)	
1.- MANO DE OBRA							53,722	53,722
Maestro Enmaderador	HH	16,00	0,768	27,26	20,939			
Ayudante Enmaderador	HH	16,00	0,768	26,05	20,009			
Ayudante Servicios Mina	HH	4,00	0,192	19,39	3,723			
Capataz	HH	2,00	0,096	30,29	2,908			
Jefe de Guardia	HH	2,00	0,096	63,99	6,143			
2.- MATERIALES:							6,259	12,304
Corte de Madera							6,259	
Cadena de motosierra	Glb.	0,100	0,005	28,79	0,138			
Aceite lubricante moto sierra	gln.	0,500	0,024	3,17	0,076			
Combustible	gln.	0,300	0,014	3,79	0,055	0,055		
Herramientas Manuales	Glb.	1,000	0,048	8,06	0,387	0,387		
Implementos de seguridad	Glb.	5,000	0,240	1,82	0,436	0,436		
Lamparas mineras	Glb.	5,000	0,240	21,53	5,167	5,167		
3.- EQUIPOS:							5,592	5,592
Moto Sierra	Hm	3,0	2,400	2,33	5,592			
Camión Utilitario	Hm		0,000		0,000			
			0,000		0,000			
			0,000		0,000			
TOTAL COSTO DIRECTO							71,618	71,618
4.- MATERIALES DE INSTALACION							0,000	0,000
Madera instalada (2 elementos)	m2		0,000		0,000			
Tablas	m2		0,000		0,000			
Madera para topeo	m2		0,000		0,000			
			0,000		0,000			
5.- GASTOS GENERALES:							27,916	27,916
6.- UTILIDADES:							7,162	7,162
7.- COSTO TOTAL								106,696

Los precios unitarios no incluyen IGV.

6.3.4 Costo de Instalación de Cortinas

Partida:

**INSTALACION DE CORTINAS
GG REALES**

Rendimiento = 2,50 Unid / Grdia HH / grdia = 6
Madera = m2

BB. SS. 99,94%

						US \$ / m.	53,355
DESCRIPCIÓN	UNID.	Cantd.	Incid.	Precio (US \$)	Parcial (US \$/m)	Sub Total (US \$/m)	Total (US \$/m)
1.- MANO DE OBRA						26,861	26,861
Maestro Enmaderador	HH	16,00	0,384	27,26	10,470		
Ayudante Enmaderador	HH	16,00	0,384	26,05	10,004		
Ayudante Servicios Mina	HH	4,00	0,096	19,39	1,861		
Capataz	HH	2,00	0,048	30,29	1,454		
Jefe de Guardia	HH	2,00	0,048	63,99	3,072		
2.- MATERIALES:							6,152
Corte de Madera						3,130	
Cadena de motosierra	Glb.	0,100	0,002	28,79	0,069		
Aceite lubricante moto sierra	gln.	0,500	0,012	3,17	0,038		
Combustible	gln.	0,300	0,007	3,79	0,027	0,027	
Herramientas Manuales	Glb.	1,000	0,024	8,06	0,193	0,193	
Implementos de seguridad	Glb.	5,000	0,120	1,82	0,218	0,218	
Lamparas mineras	Glb.	5,000	0,120	21,53	2,584	2,584	
3.- EQUIPOS:						2,796	2,796
Moto Sierra	Hm	3,0	1,200	2,33	2,796		
Camión Utilitario	Hm		0,000		0,000		
			0,000		0,000		
			0,000		0,000		
TOTAL COSTO DIRECTO						35,809	35,809
4.- MATERIALES DE INSTALACION						0,000	0,000
Madera instalada (2 elementos)	m2		0,000		0,000		
Tablas	m2		0,000		0,000		
Madera para topeo	m2		0,000		0,000		
			0,000		0,000		
5.- GASTOS GENERALES:						13,965	13,965
6.- UTILIDADES:						3,581	3,581
7.- COSTO TOTAL							53,355

Los precios unitarios no incluyen IGV.

6.3.5 Costo de Instalación de Enrejados

**INSTALACION DE ENREJADOS
GG REALES**

Rendimiento = 3,00 Unid / Grdia HH / grdia = 6
Madera = m2

BB. SS. 99,94%

						US \$ / m.	44,463
DESCRIPCIÓN	UNID.	Cantd.	Incid.	Precio (US \$)	Parcial (US \$/m)	Sub Total (US \$/m)	Total (US \$/m)
1.- MANO DE OBRA						22,384	22,384
Maestro Enmaderador	HH	16,00	0,320	27,26	8,725		
Ayudante Enmaderador	HH	16,00	0,320	26,05	8,337		
Ayudante Servicios Mina	HH	4,00	0,080	19,39	1,551		
Capataz	HH	2,00	0,040	30,29	1,212		
Jefe de Guardia	HH	2,00	0,040	63,99	2,560		
2.- MATERIALES:							5,127
Corte de Madera						2,608	
Cadena de motosierra	Glb.	0,100	0,002	28,79	0,058		
Aceite lubricante moto sierra	gln.	0,500	0,010	3,17	0,032		
Combustible	gln.	0,300	0,006	3,79	0,023	0,023	
Herramientas Manuales	Glb.	1,000	0,020	8,06	0,161	0,161	
Implementos de seguridad	Glb.	5,000	0,100	1,82	0,182	0,182	
Lamparas mineras	Glb.	5,000	0,100	21,53	2,153	2,153	
3.- EQUIPOS:						2,330	2,330
Moto Sierra	Hm	3,0	1,000	2,33	2,330		
Camión Utilitario	Hm		0,000		0,000		
			0,000		0,000		
			0,000		0,000		
TOTAL COSTO DIRECTO						29,841	29,841
4.- MATERIALES DE INSTALACION						0,000	0,000
Madera instalada (2 elementos)	m2		0,000		0,000		
Tablas	m2		0,000		0,000		
Madera para topeo	m2		0,000		0,000		
			0,000		0,000		
5.- GASTOS GENERALES:						11,638	11,638
6.- UTILIDADES:						2,984	2,984
7.- COSTO TOTAL							44,463

6.3.8 Costo de Perforación de patillas

Partida:

PERFORACION DE PATILLAS GG REALES						
Numero de taladros perforados	96			Long perf	2	pies
Rendimiento =	2,50	Unid / Grdia		HH / grdia =	6	
Madera =		m2				
				BB. SS.	99,94%	

Actividades:

DESCRIPCIÓN	UNID.	Cantd.	Incid.	Precio (US \$)	Parcial (US \$/m)	US \$ / m.	79,266
						Sub Total (US \$/m)	Total (US \$/m)
1.- MANO DE OBRA						26,861	26,861
Maestro Enmaderador perforista	HH	16,00	0,384	27,26	10,470		
Ayudante Enmaderador perforista	HH	16,00	0,384	26,05	10,004		
Ayudante Servicios Mina	HH	4,00	0,096	19,39	1,861		
Capataz	HH	2,00	0,048	30,29	1,454		
Jefe de Guardia	HH	2,00	0,048	63,99	3,072		
2.- MATERIALES:						20,870	23,542
Aceros de perforacion							
Barra de 2"	Unid	1,00	0,240	35,00	3,360		
Broca descartable 42 mm.	Unid	1,00	0,768	12,00	3,686		
Barra de 2"	Unid	1,00	0,192	60,00	4,608		
Broca rimador de 2"	Unid	1,00	0,192	120,00	9,216		
Accesorios de perforacion						1,473	
Mangueras de lona de 1"	m	25,0	0,120	2,45	0,118		
Mangueras de lona de 1/2"	m	25,0	0,120	1,23	0,059		
Abrazadera de 1"	Unid	2,0	0,006	5,00	0,013		
Abrazadera de 1/2"	Unid	2,0	0,006	4,00	0,010		
Valvula de 1"	m	1,0	0,005	1,85	0,004		
Valvula de 1/2"	m	1,0	0,005	1,10	0,002		
Aceite de perforacion Torcula 150	gln	0,6	1,000	3,17	1,268		
Herramientas Manuales	Glb.	1,000	0,024	8,06	0,077	0,077	
Implementos de seguridad	Glb.	5,000	0,120	1,82	0,087	0,087	
Lamparas mineras	Glb.	5,000	0,120	21,53	1,033	1,033	
3.- EQUIPOS:						2,796	2,796
Perforadora	Hm	3,0	1,200	2,33	2,796		
Camión Utilitario	Hm		0,000		0,000		
TOTAL COSTO DIRECTO						53,198	53,198
5.- GASTOS GENERALES:		39%				20,747	20,747
6.- UTILIDADES:		10%				5,320	5,320
7.- COSTO TOTAL						79,266	79,266

6.4 COSTO DE OBRAS CIVILES

6.4.1 Costo de Encofrado Normal.

Análisis de Precios Unitario

Partida:

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL

Rendimiento =

10.00 m2/grdia

HH / grdia = 8

Actividades: Preparado de formas, encofrado y desencofrado

DESCRIPCIÓN	UNID.	Cantd.	Incid.	Precio (US \$)	Parcial (US \$/m2)	US \$ / m2.	17,662
						Sub Total (US \$/m2)	Total (US \$/m2)
1.- MANO DE OBRA						6.633	6.633
Operario	HH	1.00	0.800	3.10	2.479		
Capataz	HH	0.25	0.200	3.99	0.799		
Oficial	HH	1.00	0.800	2.87	2.300		
Jefe de Guardia	HH	0.25	0.200	5.28	1.056		
2.- MATERIALES:						5.106	5.796
Materiales							
Clavo de alambre 2"	Kg.	0.120		1.40	0.168		
Clavo de alambre 3"	Kg.	0.120		1.40	0.168		
Alambre de amarre N° 08	Kg.	0.300		1.40	0.420		
Madera para encofrado	m2	3.000		0.74	2.220		
Tripal de 19 mm	Plach	0.080		26.63	2.130		
Herramientas Manuales	Glb.	1.000	0.030	6.633	0.199	0.199	
Implementos de seguridad	Glb.	2.500	0.250	1.244	0.311	0.311	
Lamparas mineras	Glb.	2.500	0.250	0.718	0.179	0.179	
3.- EQUIPOS:						0.000	0.000
Camión Utilitario	Hm		0.000		0.000		
			0.000		0.000		
			0.000		0.000		
TOTAL COSTO DIRECTO						12.429	12.429
5.- GASTOS GENERALES:		32.11%				3.991	3.991
6.- UTILIDADES:		10%				1.243	1.243
7.- COSTO TOTAL						17.662	17.662

Los precios unitarios no incluyen IGV.

6.4.2 Costo de Vaciado de Concreto.

Análisis de Precios Unitario

Partida: VACIADO DE CONCRETO						US \$ / m3. 167.183	
210 Kg / cm2							
Rendimiento =		12.00	m3/grdia	HH / grdia =		8	
Actividades: Mezca de cemento y agregados, transporte del concreto, colocaciWn de concreto						24.442	24.442
DESCRIPCIÓN	UNID.	Cantd.	Incid.	Precio (US \$)	Parcial (US \$/m3)	Sub Total (US \$/m3)	Total (US \$/m3)
1.- MANO DE OBRA							
Operario	HH	2.00	1.333	3.10	4.131		
Capataz	HH	0.25	0.167	3.99	0.666		
Oficial	HH	1.00	0.667	2.87	1.916		
Peon	HH	7.00	4.667	2.73	12.718		
Operador de equipo liviano	HH	2.00	1.333	3.10	4.131		
Jefe de Guardia	HH	0.25	0.167	5.28	0.880		
2.- MATERIALES:						87.133	89.910
Materiales de Concreto							
Arena gruesa	m3	0.420		19.70	8.274		
Cemento portland tipo V	m3	9.740		6.36	61.946		
Piedra Chancada 3/4"	m3	0.850		19.70	16.745		
Instalación de agua	m3	0.184		0.91	0.167		
Herramientas Manuales							
Implementos de seguridad	Gib.	1.000	0.030	24.442	0.733	0.733	
Lamparas mineras	Gib.	12.500	1.042	1.244	1.296	1.296	
	Gib.	12.500	1.042	0.718	0.748	0.748	
3.- EQUIPOS:						3.292	3.292
Camión Utilitario	Hm		0.000		0.000		
Mezcaldora concreto 9 Pies3	Hm	1.0	0.667	4.25	2.833		
Vibrador de concreto 1.5"	Hm	0.5	0.333	2.75	0.458		
TOTAL COSTO DIRECTO						117.644	
4.- GASTOS GENERALES:		32.11%				37.775	37.775
5.- UTILIDADES:		10%				11.764	11.764
6.- COSTO TOTAL						167.183	

Los precios unitarios no incluyen IGV.

6.5 RESUMEN DE ELEMENTOS DE LA PROFUNDIZACIÓN

RESUMEN DE ELEMENTOS COLOCADOS

Número de pisos	29		
Cuadros de estación	2		
Elementos por piso		Total elementos	
1	Longarinas	4	116
2	Tirantes	6	174
3	Postes	8	232
4	Enrejados	8	232
5	Cortinas	1	29
6	Desc. + Escalera	1	29
7	Guías	4	116
8	Patillas	8	232
Elementos en Cuadro de Estación		Total elementos	
1	Longarinas	8	16
2	Tirantes	12	24
3	Postes	8	16
4	Cortinas	8	16
5	Topes	8	16
6	Desc. + Escalera	2	4
6	Chapas	16	32
7	Templadores	8	16
8	Patillas	8	16

Nota Los templadores son parte de los topes
 Las chapas son parte de los postes
 Los topes cuestan igual que los tirantes
 Los postes largos cuestan el 75% más de un poste normal.

Se hicieron algunos pisos bajos por necesidades de la roca.

TABLA 007

COSTO TOTAL DEL MADERAMEN				
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PU + GG + UTIL.	SUBTOTAL
1	Longarinas	132	199,756	26367,792
2	Tirantes	214	111,705	23904,87
3	Postes	232	106,696	24753,472
4	Postes especiales	16	186,718	2987,488
5	Enrejados	232	44,463	10315,416
6	Cortinas	45	53,355	2400,975
7	Desc. + Escalera	31	44,463	1378,353
8	Guias	44	106,696	4694,624
9	Patillas	248	79,266	19657,968
TOTAL GENERAL				116460,958

Este costo representa sólo mano de obra, no se esta considerando el costo de toda la madera utilizada.

Costo de madera Utilizada

TABLA 008

Consumo de Madera por piso

Item	Cant.	Madera	Medidas			factor (1/12)	Pies2 x elemento	Total
			pulg.	pulg.	pies			
1	4	Longarinas de pino	10	10	16	0,083	133,33	533,33
2	8	Postes	8	8	8	0,083	42,67	341,33
3	6	Tirantes	8	8	7	0,083	37,33	224,00
4	88	Tablas	2	8	7	0,083	9,33	821,33
5	1	Descanso	5	8	7	0,083	23,33	23,33
6	10	Listones	2	4	7	0,083	4,67	46,67
7	1	Escalera	5	8	7	0,083	23,33	23,33
Total de madera por piso =								2 013,33

Valorización de consumos de madera

	pie2	US \$/ pie2	Total
Pino	757,33	0,656	496,81
Eucalipto	1 256,00	0,201	252,46
Total por piso			749,27
Total por 29 pisos			21 728,73

TABLA 009

Consumo de Madera por cuadro de Estación y Subestación

Item	Cant.	Madera	Medidas				Pies2 x elemento	Total
			pulg.	pulg.	pies	factor (1/12)		
1	8	Longarinas de pino	10	10	16	0,083	133,33	1 066,67
2	8	Postes	10	10	20	0,083	166,67	1 333,33
3	16	Tirantes	8	8	7	0,083	37,33	597,33
4	8	Topes	8	8	7	0,083	37,33	298,67
5	176	Tablas	2	8	7	0,083	9,33	1 642,67
6	2	Descanso	5	8	7	0,083	23,33	46,67
7	20	Listones	2	4	7	0,083	4,67	93,33
8	2	Escalera	5	8	7	0,083	23,33	46,67
Total de madera por piso =								5 125,33

Valorización de consumos de madera

	pie2	US \$/ pie2	Total
Pino	3 296,00	0,656	2 162,176
Eucalipto	1 829,33	0,201	367,696
Total por piso			2 529,87
Total por 2 pisos			5 059,74

Valorización de consumos de madera en todo el pique

Piso Normal

Descripción	pie2	US \$/ pie2	Pisos	Costo Parcial
Pino	757,33	0,656	29	14 407,45
Eucalipto	1 256,00	0,201	29	7 321,22

Cuadro de Estación

Pino	3 296,00	0,656	2	4 324,35
Eucalipto	1 829,33	0,201	2	735,39

Costo Total Madera 26 788,41

Total de consumo de madera 26 788,41 US \$ dólares americanos

6.6 Costo de estructuras de concreto y de metal mecánica**6.6.1 Estructuras de concreto armado*****ESTRUCTURA DE COSTO DE OBRAS CIVILES***

	PU US \$
Estación de concreto 3270	1 242,65
Estación de concreto 3300	1 242,65
Armado de echadero 01	6 578,65
Armado de echadero 02	6 578,65
Estructura de concreto de subestación	9 875,26
Total estructuras de concreto	25517,86

6.6.2 Costos de montaje de dosificadores metálicos.***ESTRUCTURA DE COSTOS MONTAJE DE EQUIPOS***

	PU US \$
Bomba hidráulica	4 860,00
Forrado de dosificadores	3 985,00
Compuertas	2 400,00
Pistones hidráulicos	1 600,00
Costo total - incluye montaje	12 845,00

6.7 COSTO TOTAL DE LA PROFUNDIZACIÓN***RESUMEN GENERAL DE COSTO DE LA PROFUNDIZACIÓN DEL PIQUE 447***

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO - US \$
1	Obras mineras	175 577,05
2	Armado del Maderamen	116 460,96
3	Madera	26 788,48
4	Obras civiles	25 517,86
5	Montaje de Subestación	12 845,00
	Costo Total de la profundización	357 189,35

6.8 COSTO DE ACARREO DE MINERAL CON DUMPER

Se tenían 6 dumpers trabajando en las rampas en el acarreo de mineral hacia el nivel superior, se tiene una longitud total en la rampa de 400 metros de un nivel a otro.

La capacidad de los dumpers es de 14 toneladas por cada uno.

Tiempos considerados para acarreo de un nivel de 60 metros en vertical.

Subida 8 min. 20 seg.

Bajada 4 min. 30 seg.

La gradiente de las rampas es de 12 % en este nivel.

Con la profundización se tiene el ahorro de 12 min. 50 seg. por cada viaje, este mineral era traído desde los niveles del 3240 y del 3180.

Se hacía un promedio de 8 viajes por dumper en una guardia de 10 horas

En total con los 6 dumper se hacía 48 viajes x 14 toneladas se acarrea un promedio de 672 toneladas por turno,

Cuando se inició con el funcionamiento de la profundización se incrementó a 10 viajes por dumper, teniendo un total de 60 viajes por turno x 14 toneladas, se incrementó la producción a 840 toneladas por turno.

Incrementos en la producción:

Por guardia 168 tonelada

Por día 336 toneladas

Por mes 10 080 toneladas

6.8.1 Costo de acarreo de mineral por tonelada

Los contratos que se hacen con los equipos de acarreo se valorizan por horas, de aquí es de donde partiremos para hallar el costo por tonelada acarreada.

COSTO ESTIMADO DE PROPIEDAD Y OPERACIÓN
US\$ / HORA

CLIENTE	Compañía Minera Atacocha S.A.
LUGAR DE TRABAJO	Atacocha
TIPO DE EQUIPO	CAMION
MODELO DE EQUIPO	MT-413
TIPO DE MOTOR	
MODELO DE MOTOR (Mayúsculas)	

Sección I: TRANSACCION Y COSTO DEL EQUIPO

1. Precio del Equipo Ex-Work incluyendo opcionales	
2. Fletes y Gastos de Embarque hasta posición F.O.B.	75 000,00
3. Factor de Importación (Flete Marítimo y Derechos)	1,20
4. Valor de Venta Stock Lima sin I.G.V.	90 000,00
5. Valor de Rescate (Aprox. 10% del Valor Stock)	27 000,00
6. Precio de las Llantas (Aprox)	10 000,00
7. Valor Neto del Equipo sin Valor de Llantas	80 000,00

Sección II: COSTO DE PROPIEDAD

8. Horas Esperadas de Trabajo al Año	2 912,00	2 760,00
- Horas de Trabajo por Día	8,00	
- Días de Trabajo por Semana	7,00	
- Horas de Trabajo por Mes	230,00	
- Semanas por Año	52,00	
9. Años a Depreciar el Equipo		3,00
- Vida Util	10 000,00	
10. Costo Financiero	2,21	5,72%
- Factor Costo Finan (Tabla 7)	0,67	
- Interés Anual Ganado	0,12	
11. Depreciación	8,00	20,72%

Sección III: COSTO DE OPERACIÓN

12. Costo de Combustible	8,01	20,74%
- Galones por Hora	2,60	
- Costo Combust (US\$/Gal)	3,08	
13. Mtto Preventivo (Lubricantes, Filtros, Grasa)	2,80	7,26%
14. Costo de Reparación (Factor 0,45)	3,60	9,32%
15. Costo de Llantas	4,76	12,33%
- Vida Util	2 000,00	
16. Costo Reparación de Llantas (Factor 0,15)	0,71	1,85%
17. Sueldo Operador (un Turno/día)	14,78	38,29%
- Salario Mensual S/.	3 400,00	
- Tipo de Cambio	3,00	
18. Sueldo Mecanico (2 hrs/día)	1,74	4,50%
- Salario Mensual	4 000,00	
- Tipo de Cambio	3,00	

Sección IV: COSTO TOTAL PROPIEDAD Y OPERACIÓN

18. Costo Total de Propiedad y Operación (US\$/Hora)	38,61	100,00%
--	-------	---------

Sección V: COSTO FIJO

19. Gastos Generales	0,00%	0,00	0,00%
20. Utilidad	10,00%	3,86	10,00%

COSTO US\$/HR

42,47

Entonces tenemos que antes de la profundización el costo por tonelada acarreada por el dumper en una guardia de 10 horas es.

Tiempo de trabajo	7,5 horas efectivas
Tonelaje acarreado	112 toneladas
Costo por el traslado	339,36
Costo por tonelada	2,84 Us \$ dólares

Entonces se tiene:

El incremento de la producción es de 10 080 toneladas, si se hubiese continuado con el acarreo de mineral con más equipos, nos daría un costo mensual de 28 627,2 dólares americanos por mes por este incremento.

Se está incrementando el volumen movido de mineral sin hacer mayores gastos operativos.

6.9 Costos de izaje de mineral

Partida:

IZAJE DE MATERIAL PIQUE 447			
PRECIO U.S.\$/Tn			
Numero de personas	12		
Rendimiento =	289.00	Tn / Gdia	HH / gdia = 6

Actividades: Izaje de mineral o desmonte de los niveles intermedios al nivel principal de extracción.							US \$ / Und.	0.335
DESCRIPCIÓN	UNID	Cant.	Incid.	Precio (US \$)	Parcial (US \$/Tn)	Sub Total (US \$/Tn)	Total (US \$/Tn)	
1.- MANO DE OBRA								0.298
Winchero	HH	9.14	0.004	25.95	0.103	0.103		
Timbrero	HH	18.29	0.008	24.70	0.195	0.195		
Jefe de Guardia	HH							
Residente Obra	HH							
2.- MATERIALES:								0.007
Implementos de seguridad	Glb.	3.429	0.012	1.24	0.004	0.004		
Lamparas mineras	Glb.	6.000	0.021	0.72	0.002	0.002		
TOTAL COSTO DIRECTO								0.305
5.- GASTOS GENERALES:								
6.- UTILIDADES:							10%	0.030
7.- COSTO TOTAL								0.335

Este es el costo real para el izaje de mineral por el pique 447, ahora este costo es para 4 niveles, antes de iniciar con el izaje desde el Nv 3270, el promedio de baldes era de 289 por guardias de 6 horas, el pique no estaba funcionando a su capacidad total por que se tenían hora muertas por falta de mineral para izar.

Por lo tanto cuando se empezó con el inferior, se incrementó el número de baldes izados por guardia porque se tenía mayor flujo de mineral.

Si hacemos un análisis de precios unitarios con el nuevo número de baldes por guardia, incluso el costo por tonelada de mineral izado sería menor.

Una de las ventajas de mucha importancia es que antes de la profundización se tenían muchos problemas por desmonte, los pockets del 3360 eran más chicos y se llenaban rápido por lo que no se podían ciclar para poder sacar desmonte.

Este problema se superó ya que ahora los pockets del 3360 se usan sólo para desmonte y los nuevos pockets para mineral.

Es decir se dio más flujo a la extracción de desmonte y mineral, lo que permitió que la profundización de la rampa se le diera mayor dinamismo ya que no se tenía problemas con el desmonte.

6.10 ASPECTOS FINANCIEROS Y RESULTADOS

Todos estos trabajos de la profundización del pique para el aumento de producción y reducir los costos de acarreo o mejor dicho aprovechar los equipos con los que se contaban y hacerlos más productivos se reflejan en los estados financieros que se han tomado de sus anuarios.

Cabe señalar que la profundización se terminó en el primer trimestre del 2006, por lo que entró en funcionamiento durante el segundo y tercer trimestre de este año.

CUADRO N° 1 Atacocha Estado de Resultados (en miles de US \$)

	2002	2003	2004	2005	2006	Desv estánd, s
1. Valor Bruto contenidos valiosos	89,092	98,008	134,315	160,458	262,490	
2. Transacciones externas	(43,608)	(45,265)	(57,257)	(54,120)	(91,971)	
3. Ventas netas *	45,484	52,743	77,058	106,338	170,519	
4. Costos operativos	(25,515)	(25,115)	(25,845)	(30,076)	(38,108)	4,112.60
Costos operativos \$/TMSZE	202.38	194.83	201.68	234.67	385.76	65.61
Costos transacciones \$/TMZE	345.88	351.14	446.80	422.28	931.00	245.23
Costo operaciones en \$/TMS ore	22.03	20.74	20.89	24.22	27.42	2.81

*Nota: La información en NS de la Memoria se convirtió a US\$ aplicando la tasa de conversión del anexo I

En el cuadro anterior vemos como se reflejan las inversiones y como ésta afecta al costo operativo de producción de mineral.

Este incremento se inicia el 2005 cuando empezó la profundización y sigue al 2006.

CUADRO N° 2 Atacocha

Parte I Producción mina y contenidos brutos %							Parte II contenidos valiosos brutos				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Año	ore TMS	Zn %	Pb %	Cu %	Ag Oz/TM	Oro Oz/TM	Zn TM	Pb TM	Cu TM	ag Oz	Au Oz
2006	1,264,387	4.96%	1.66%	0.27%	2.57	0.013	62,714	20,989	3,414	3,249,475	16,437
2005	1,241,967	5.00%	3.45%	0.31%	4.57	0.012	62,098	42,848	3,850	5,675,789	14,904
2004	1,237,184	5.24%	3.25%	0.32%	4.76	0.013	64,828	40,208	3,959	5,888,996	16,083
2003	1,211,200	5.79%	3.53%	0.33%	4.58	0.017	70,128	42,755	3,997	5,547,296	20,590
2002	1,158,347	5.86%	3.44%	0.35%	5.25	0.018	67,879	39,847	4,054	6,081,322	20,850

Se puede apreciar como se incrementó la producción del 2005 al 2006, en 22 420 toneladas de mineral. Esto posiblemente debido a los cambios que se hicieron después del segundo trimestre, no se refleja mayor volumen por los stops que dejaron de producir en la parte alta y se reponían con los stops de la zona baja.

CUADRO N° 3 Atacocha

	Recuperaciones metálicas totales en %					Contenidos recuperados TM y Oz				
	Parte I					Parte II				
	Zn	Pb	Cu	Ag	Au	Zn TM	Pb TM	Cu TM	Ag Oz	Au Oz
2006	93.5%	89.2%	43.4%	89.1%	29.6%	58,614	18,714	1,482	2,894,821	4,859
2005	91.2%	85.3%	42.3%	91.1%	27.0%	56,624	38,656	1,630	5,167,955	4,023
2004	90.9%	77.8%	37.0%	89.7%	28.2%	58,899	35,400	1,464	5,283,654	4,539
2003	89.4%	76.5%	26.0%	85.3%	33.6%	62,707	36,231	1,041	4,729,405	6,911
2002	88.2%	69.9%	22.0%	84.2%	35.4%	59,899	33,514	894	5,122,711	7,375
Prom	90.6%	79.7%	34.1%	87.9%	30.76%					
Desv, s	2.00%	7.607%	9.672%	2.974%	3.593%					

También se puede notar como mejoran las recuperaciones en la planta, esto debido a que el mineral extraído de la profundización son cuerpos con buenas leyes de zinc y plomo.

Se menciona el Zinc porque es el mineral referente para la Compañía Minera Atacocha.

ESTADO DE RESULTADOS

(en miles de Nuevos Soles)

CUADRO Nº 4 Atacocha

	2,006	2,005	2,004
1 Ingresos brutos	602,478	348,130	267,238
2 Costo de ventas	(129,338)	(98,237)	(89,631)
3 Utilidad bruta	473,140	249,893	177,607
4 Gastos operaciones			
Administrativos	(71,980)	(27,592)	(18,259)
de ventas	(17,694)	(23,833)	(23,455)
	(89,674)	(51,425)	(41,714)
5 Utilidad operativa, EBITDA	383,466	198,468	135,893
6 Estructurales			
Ing financ	23,319	5,462	4,159
Gasts financ	(30,268)	(14,000)	(5,499)
Depreciación	(62,748)	(52,952)	(43,169)
7 Utilidad económica, EBT	313,769	136,978	91,384
8 Coyunturales			
May valor asig a activos adquiridos	64,632	0	744
Otros ing y gastos	(1,964)	(5,841)	(2,861)
9 Utilidad Ai y PT	376,437	131,137	89,267
10 Impuestos			
Trabajadores	(26,350)	(10,679)	(7,304)
Renta	(90,774)	(36,828)	(25,199)
11 Utilidad Neta de L D	259,313	83,630	56,764
EBIDA	266,342	150,961	103,390
E	196,645	89,471	58,881

Todos los cuadros anteriores se reflejan en el estado de resultados, se puede ver que la empresa del 2005 al 2006 ha incrementado su utilidad de libre disposición en 175 683 000 nuevos soles, producto de sus ventas.

En estos resultados no está sólo lo que es la inversión y la puesta en marcha del pique para dinamizar la extracción, esto es parte de la estrategia que se

usó ya que a la par de ello se cambió los camiones de bajo perfil por camiones de 25 toneladas, y el izaje se incrementó en 10 080 toneladas por mes.

También podemos mencionar que se dinamizó la extracción de la profundización Santa Bárbara.

CONCLUSIONES












1. Antes de hacer un proyecto de profundización de mina se debe de tener claramente cuales son los propósitos, que objetivos se desean alcanzar, y su viabilidad en cuanto a disponibilidad de recursos de inversión.
2. Para este tipo de trabajos de profundización en pique es necesario predecir el comportamiento del macizo rocoso y poder definir los parámetros de diseño. El comportamiento geomecánico de las labores varía en forma vertical y por zonas es por eso que se tienen que evaluar permanentemente y de ser necesario hacer que el soporte utilizado cumpla su función para reducir costos sin dañar la estructura rocosa.
3. Es conveniente tener una rampa por debajo de los niveles donde se desarrollara el pique, ya se tiene información geológica y el comportamiento de la roca, por lo que da la ventaja de no tener ningún imprevisto al ejecutar la profundización del pique.
4. El método seleccionado de construcción del pique es seguro, rápido y barato, porque no se necesitan equipos especiales de limpieza.
5. No se necesitan equipos especiales de ventilación, tampoco se tienen problemas con el agua de filtración ya que se va directamente a la rampa.
6. Se demostró que se puede utilizar madera de pino oregón con el eucalipto, abaratando los costos, no se debe usar eucalipto en zonas de calor por que se deforma.
7. El costo de acarreo por rampas es más caro que el costo por izaje por piques. La acumulación de agua en la perforación y la percolación no dificulta en la profundización (el bombeo es efectuado en 36 min.).
8. Con la puesta en marcha del pique, se incrementó la producción sin necesidad de incrementar equipos de acarreo, y haciendo que el pique tenga menos horas muertas y tampoco hubo incremento de personal.

9. Se dio mayor dinamismo en la explotación de los niveles inferiores, haciendo posible también el reemplazo de tajeos que iban agotándose en la parte alta de la falla Atacocha y San Gerardo. Esto permitió un incremento de la producción y una reducción en los costos de extracción.
10. Mejoras de ventilación en los niveles inferiores, debido a que por el pique baja aire fresco hasta el nivel 3270 y esta se comunica directamente con la rampa.

RECOMENDACIONES

1. Para la construcción del Pique, es necesario tener el control frecuente por parte de topografía para llevar la sección correcta y mantener la verticalidad del pique, evitando sobre excavaciones, que pueden repercutir en sostenimiento e incluso refuerzos de los cuadros de madera o su inestabilidad.
2. Cuando se hacen ensanchamiento de chimeneas, se debe de hacer cuadros maestros firmes, en el ingreso a la labor y también en la boca de la chimenea a ensanchar.
3. Siempre se debe de hacer desate de roca al momento de bajar, debido a que con los disparos diarios la roca se va debilitando, además deben hacerse inspecciones diarias.
4. El trabajo en el pique es uno de los más arriesgados y más peligrosos por lo que se recomienda que toda persona que trabaje o ingrese debe tener entrenamiento especial de trabajos en altura de alto riesgo.
5. Para la construcción del maderamen de cualquier profundización es necesario que se construya una plataforma de seguridad (Blasting Set). Este elemento debe ser de fierro con vigas de acero y diseñados para que pueda anclarse a la roca.
6. Nunca se debe de practicar 2 trabajos a la vez en un pique, siempre se hace sólo un trabajo a la vez, y tampoco se admite el trabajo de 2 niveles diferentes, a la vez siempre se arman guarda cabezas para cualquier tipo de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

-  BARTOS, Paúl J. "Mineralización de la Mina Quiruvilca". 1984
-  BATEMAN, Alan M. "Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico", Edit. Omega, Barcelona, España, 1957.
-  COATES, D. F. "Fundamentos de Mecánica de Rocas". Monografía 875 de la Dirección de Minas, Ottawa-Canadá, 1970.
-  CIA. MINERA
CASAPALCA S.A. Reporte de Operaciones
-  COSSIO, Aurelio "Geología del Cuadrángulo de Santiago de Chuco". Lima-Perú, 1964
-  MALQUI TAPIA Maquinaria Minera Universidad Nacional del Centro
-  SOLANO SAEZ, J. "Manuales de Profundización de Piques Elvira, Almiranta, Graciela, Quiruvilca". 1986.
-  TUMIALAN DE LA CRUZ Génesis de los yacimientos
-  SCHAUM - MCGRAW "Profundización de Piques" Edit. Omega. Barcelona-España, 1975.
-  STEINMANN, Gustavo "Geología del Perú". Lima-Perú, 1930.
-  NOVITZKI, A Método de explotación subterránea y planificación de minas

ANEXOS

**PROCESO DE ARMADO DE CUADRO DE MADERA DE PIQUE
EMPATILLADO EN ROCA**

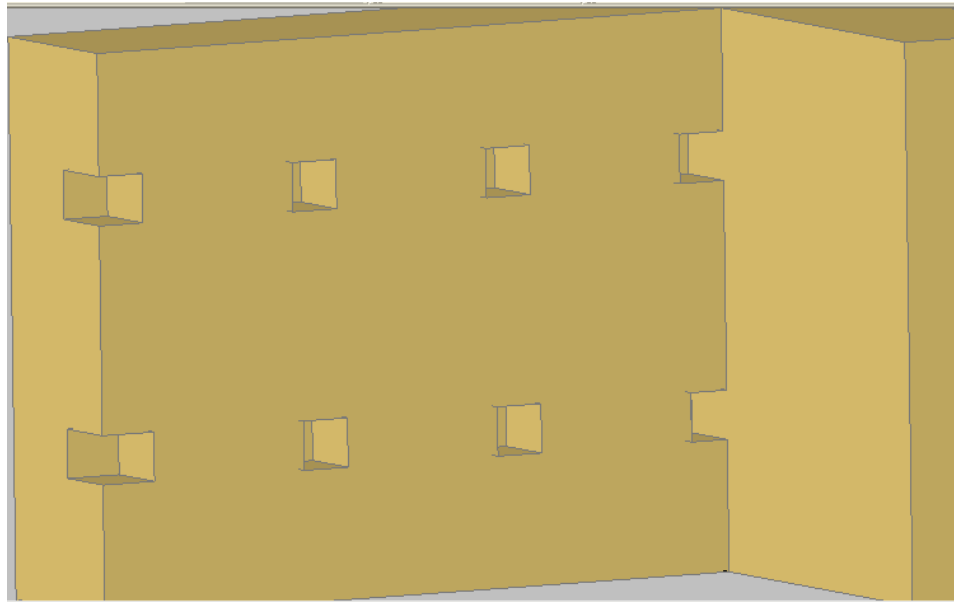


Fig. 01

COLOCACIÓN DE LONGARINAS

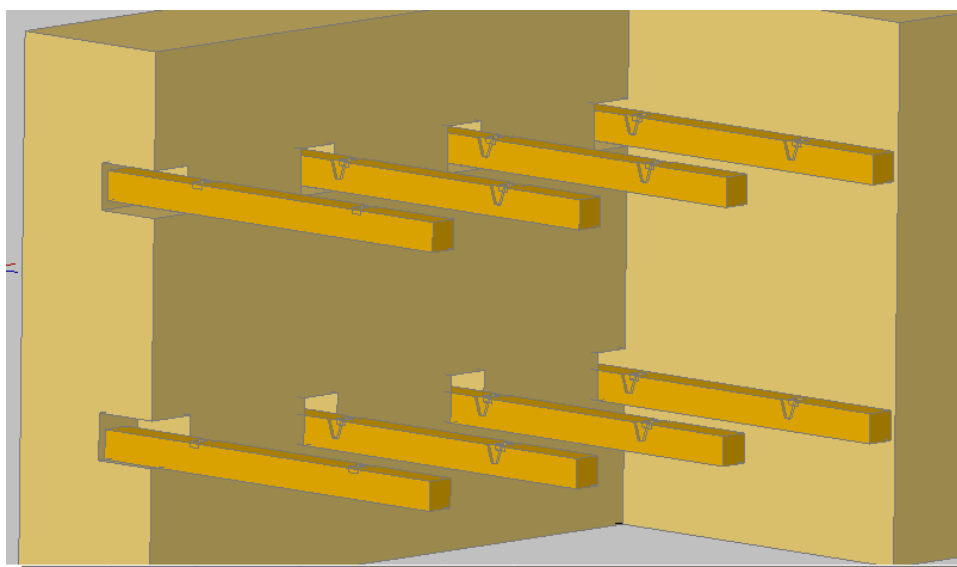


Fig. 02

COLOCACIÓN DE TIRANTES

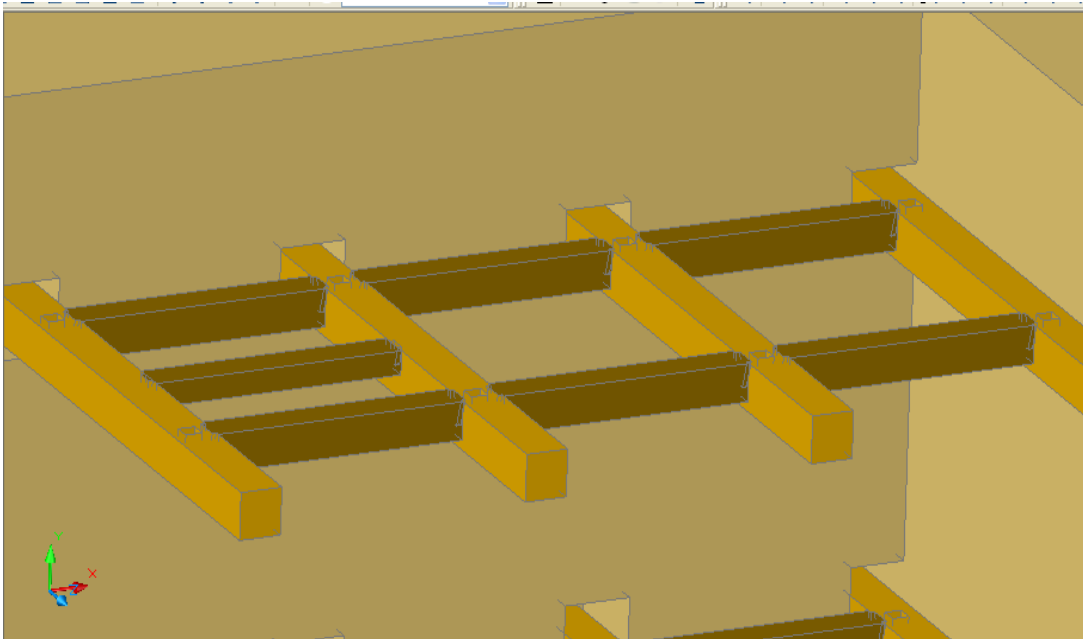


Fig. 03

COLOCACIÓN DE POSTES

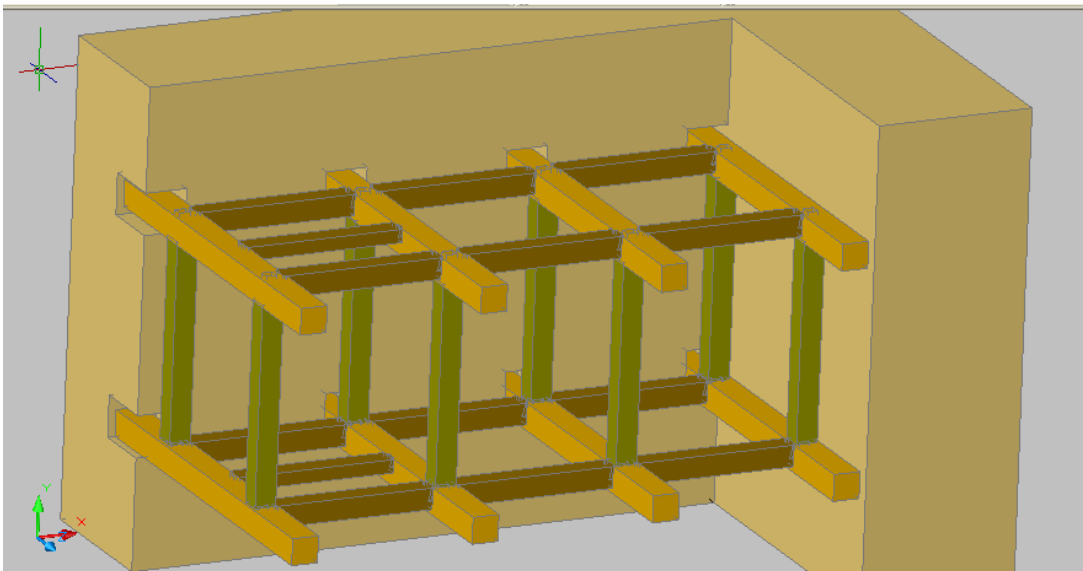


Fig. 04

COLOCACIÓN DE DESCANSO

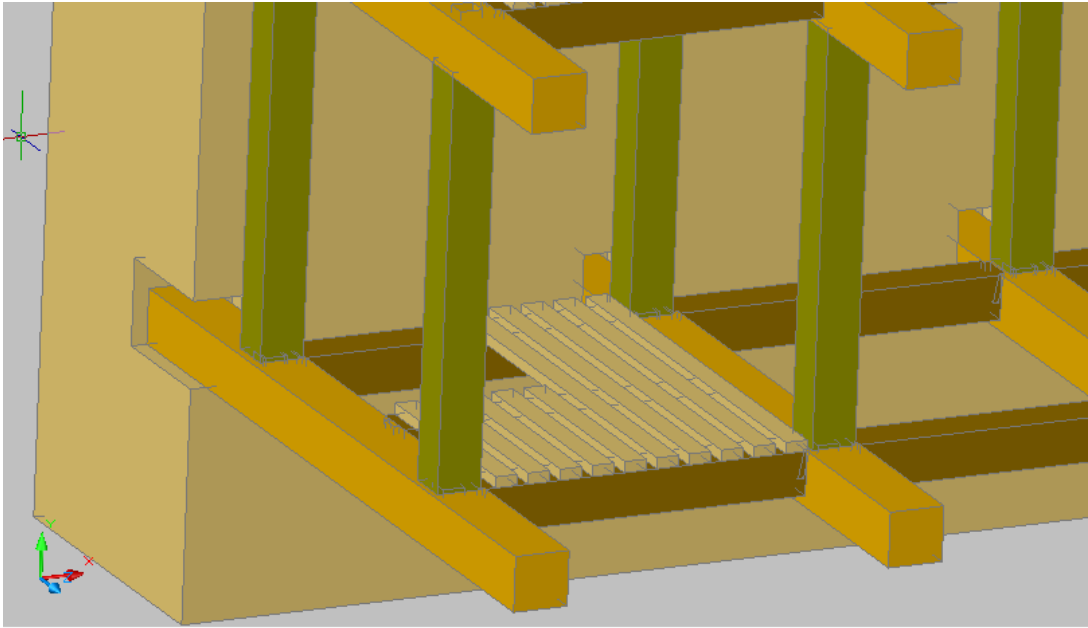


Fig. 05

COLOCACIÓN DE LA ESCALERA

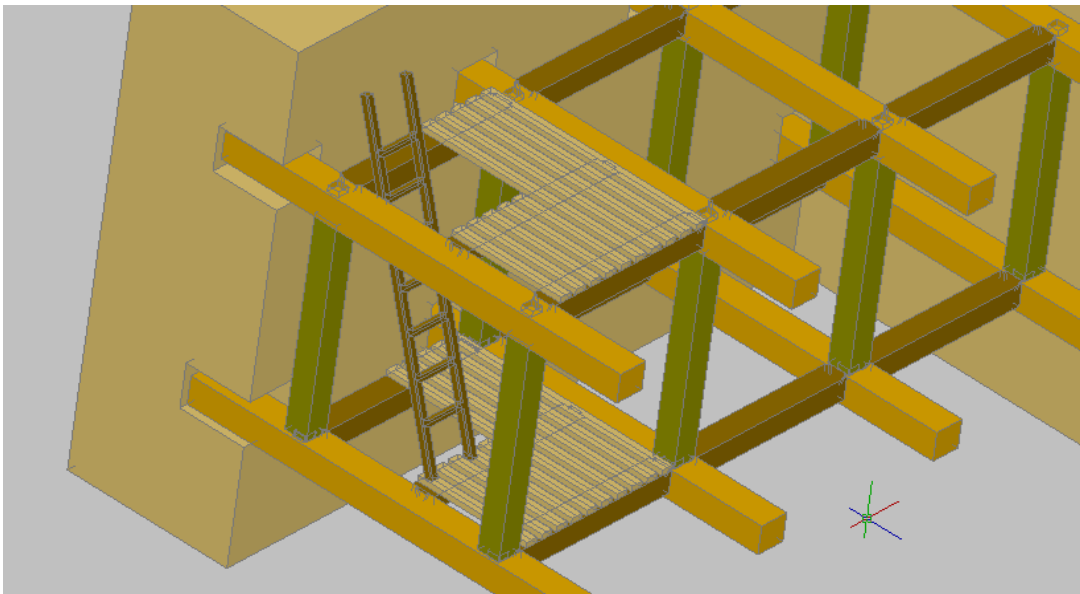


Fig. 06

COLOCACIÓN DE LOS ENREJADOS

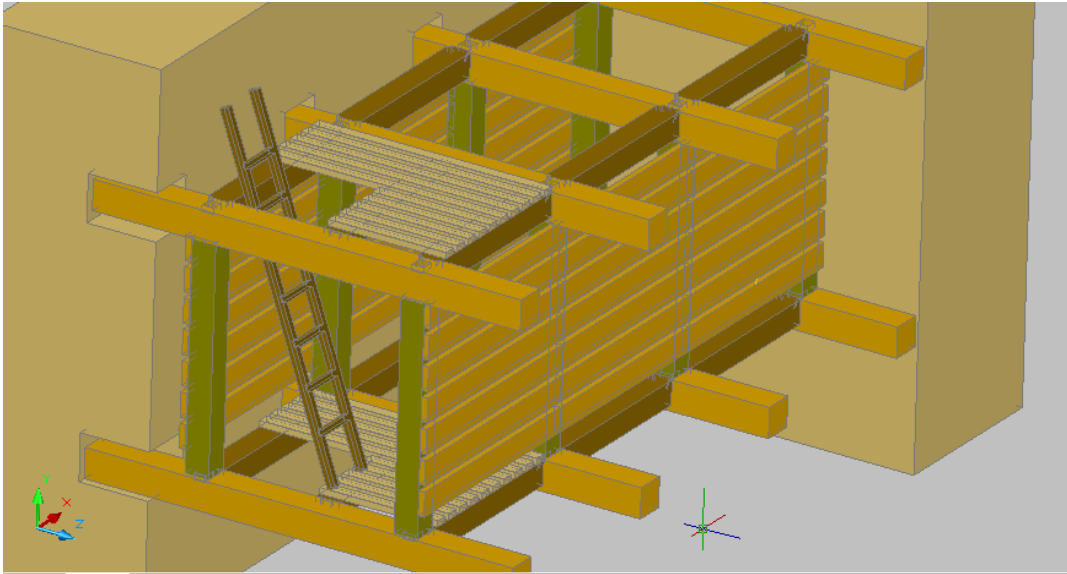


Fig. 07

COLOCACIÓN DE LA CORTINA

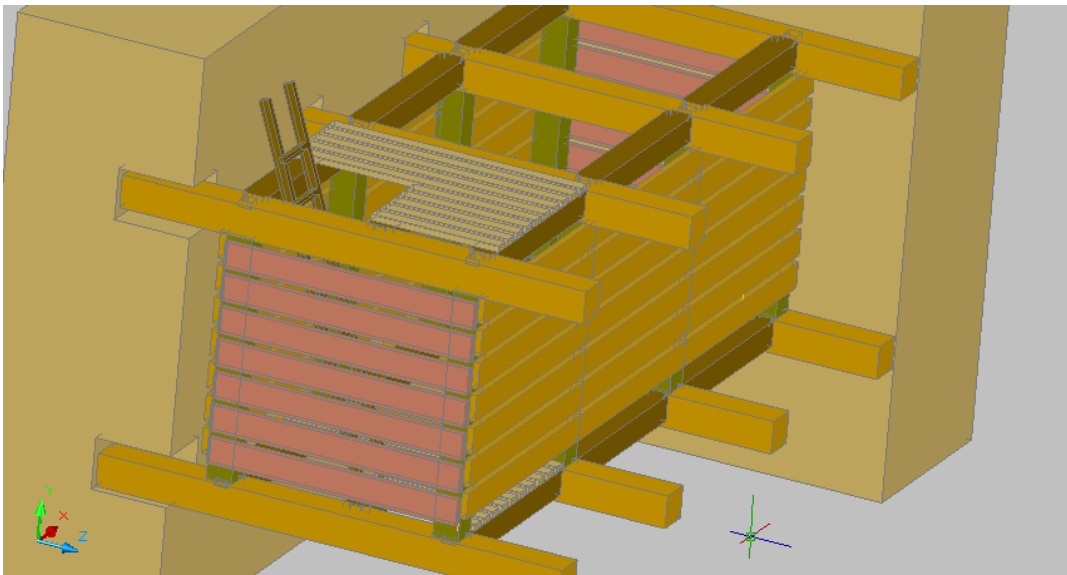


Fig. 08

COLOCACIÓN DE LAS GUIAS

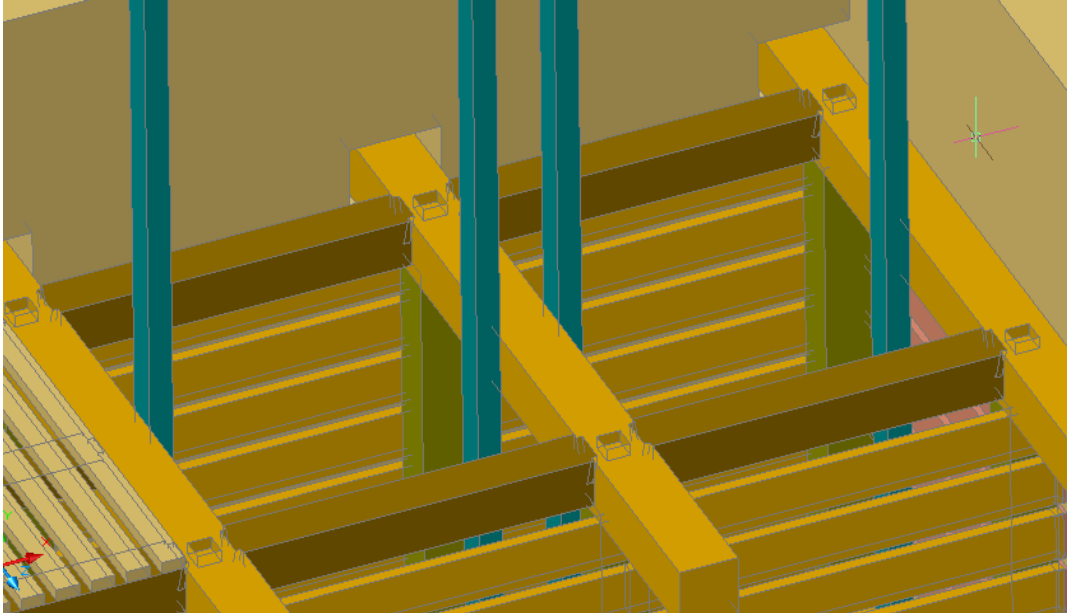
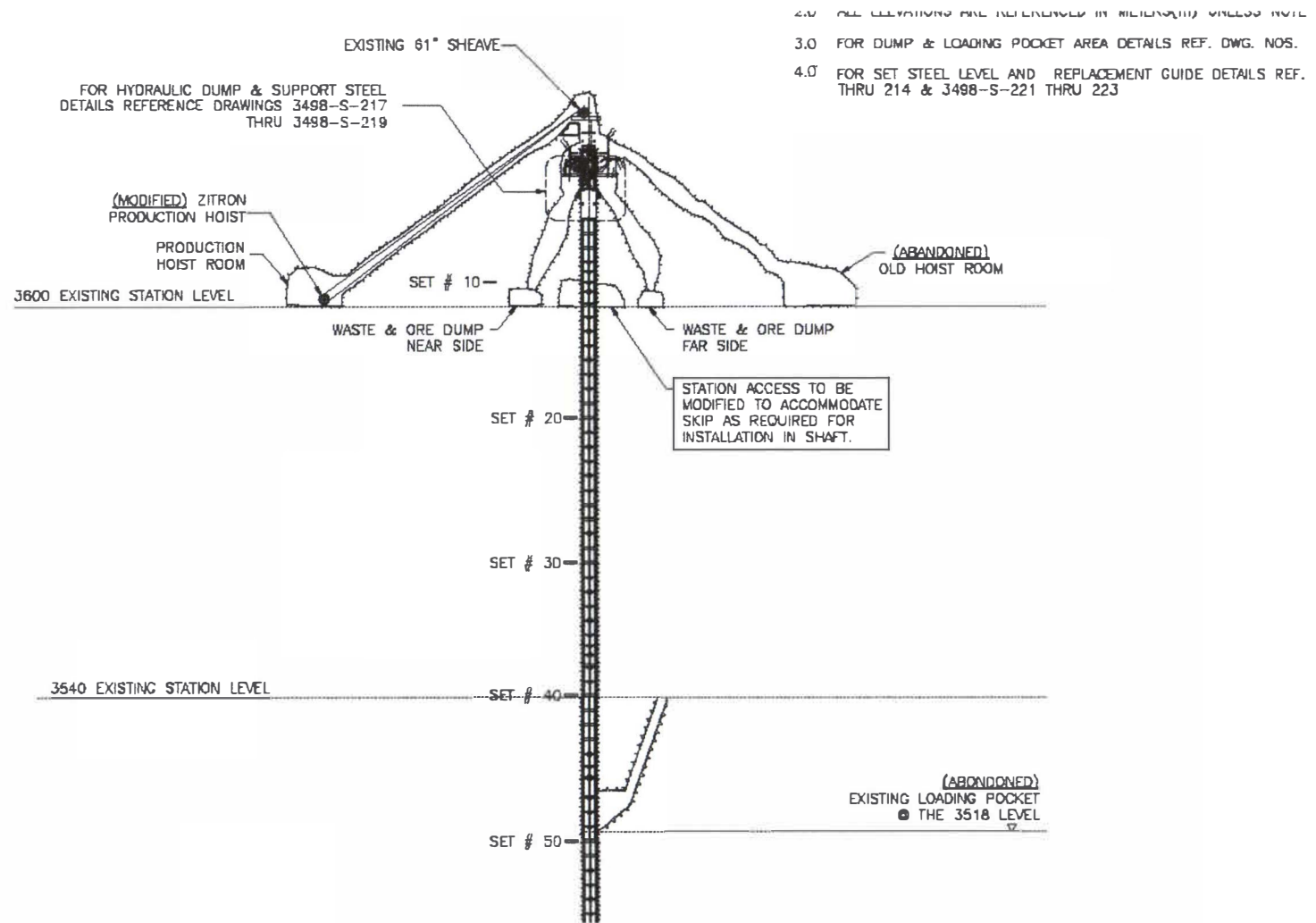


Fig. 09

Repotenciación Pique 447





Repotenciación Pique 447

