

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINERA Y  
METALURGICA**



**PLAN DE MINADO Nv – 440 A Nv – 770  
COMPAÑÍA MINERA MILPO S.A.**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE :**

**INGENIERO DE MINAS**

**PRESENTADO POR:**

**CARLOS ALBERTO BARRENA CHAVEZ**

**LIMA - PERU**

**2000**

## **AGRADECIMIENTO**

**Un agradecimiento especial al esfuerzo de  
mi madre y en memoria de mi tío Aurelio,  
al apoyo de mi adorable esposa,  
esperando servir de ejemplo a mis futuras  
generaciones**

## **INDICE**

### **PLAN DE MINADO NV 440 A NV 770 COMPAÑIA MINERA MILPO S.A.**

***PLAN DE TESIS ELABORADO POR EL SEÑOR CARLOS A. BARRENA CHAVEZ  
PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS***

#### **1.0 INTRODUCCION**

##### ***1.1 Generalidades***

***1.1.1 Ubicación***

***1.1.2 Accesibilidad***

***1.1.3 Explotación actual con equipo cautivo***

***1.1.4 Infraestructura preparada hasta el nivel 450***

##### ***1.2 Objetivo***

***1.2.1 Profundización : Incremento de costos de servicios***

***1.2.2 Reducción de costos de minado***

##### ***1.3 Metodología a utilizar para evaluación y alternativas***

## **2.0 GEOLOGIA**

*2.1 Geología General*

*2.2 Geología Estructural*

*2.3 Geología Económica*

## **3.0 EVALUACION DE MINADO ACTUAL**

*3.1 Blocks de minado*

*3.2 Cuadro comparativo de la evaluación económica y de las operaciones unitarias de minado entre los niveles -280 a -440 y -530 a -850 proyectados.*

*3.3 Recursos Humanos*

*3.4 Utilización de equipos*

## **4.0 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD**

*4.1 Introducción*

*4.1.1 Explotación de niveles actuales*

*4.2 Recursos y Reservas*

*4.3 Costos de Capital*

*4.3.1 Reservas Minables*

*4.3.2 Necesidad de la Profundización*

*4.4 Costos de Operación*

## **5.0 PROFUNDIZACION DE LA MINA**

*5.1 Profundización del Pique*

*5.2 Excavación de rampa de servicio*

*5.3 Excavación de niveles principales y ore pass*

*5.4 Excavación de chimeneas principales de ventilación*

*5.5 Construcción de estación de carga*

*5.6 Costos de construcción*

## **6.0 ALTERNATIVAS DE MINADO**

*6.1 Parámetros de diseño*

*6.2 Corte y relleno ascendente con equipo cautivo*

*6.3 Corte y relleno ascendente con equipo libre*

*6.4 Subniveles y Benching*

*6.5 Cuadro comparativo – Costos esperados*

## **7.0 RESUMEN**

*7.1 Justificación de alternativas de minado*

*7.2 Conclusiones*

*7.3 Recomendaciones*

*7.4 Bibliografía*

## **1.0 INTRODUCCION**

Las futuras reservas minables de Compañía Minera Milpo S.A. , se encuentran ubicados entre los niveles  $-440$  a  $-770$ , por lo cual requiere diseñar el nuevo plan de minado, que permita extraer estas reservas manteniendo los niveles actuales de producción.

Actualmente se viene ejecutando los trabajos de profundización, que consiste en la profundización del Pique Picasso desde el nivel  $-530$  al nivel  $-850$ , excavación de una rampa en espiral en la zona sur, desarrollo de las galerías principales en el nivel  $-600$  y el nivel  $-770$ , construcción de la infraestructura para el sistema de acarreo e izaje de mineral y desmonte.

Se viene explotando las reservas comprendidas entre los niveles  $-280$  y  $-440$ , para lo cual utiliza fundamentalmente el método de Corte y Relleno Ascendente con Equipo Cautivo, con relleno hidráulico. Este método es bastante conocido por el personal de Milpo y tiene la ventaja que permite una adecuada selección de mineral, el porcentaje de dilución es controlable y como principales desventajas son la baja productividad y seguridad.

Con la profundización de la mina los costos actuales de minado se incrementan en las actividades de servicios, se estudia las alternativas para el cambio del sistema actual de minado, lo cual permita mantener y/o reducir estos costos actuales.

Para seleccionar el acceso de profundizar la mina El Porvenir se ha usado el software HYPER +3, luego de analizar una serie de alternativas y usando resultados de simulación, se ha llegado a la conclusión de que profundizar el Pique Picasso es el mejor método para profundizar la Mina El Porvenir

En el estudio actual se hace una evaluación del sistema de minado actual, considerando las ventajas y desventajas de este. Luego se plantea tres alternativas para el sistema de minado que son Corte y relleno Ascendente con equipo libre, Explotación mediante subniveles y Benching que es una variedad del método por subniveles. En las tres alternativas el relleno será: relleno hidráulico y relleno con desmonte proveniente de la excavación de las labores de desarrollo.

Se analiza los criterios considerados para el diseño como son: continuidad geológica de los cuerpos mineralizados, control de dilución, productividad, costos y seguridad. El cálculo de las reservas minables que son la base del estudio. Descripción de las labores de desarrollo; profundización del Pique Picasso, excavación de la rampa en espiral # 1, labores horizontales de desarrollo, transporte de mineral y desmonte. En cada método de explotación propuesto se describe las labores de preparación y desarrollo así como los ciclos de minado. También se detalla los equipos a utilizarse para las labores de desarrollo, minado y los servicios auxiliares requeridos para la operación de la mina.

## 1.1 GENERALIDADES

### 1.1.1 UBICACIÓN

El yacimiento de Milpo políticamente pertenece al distrito de Yanacancha, provincia de Cerro de Pasco, de la Región Andrés Avelino Cáceres, está situado a 16 Km. Al NE de la localidad de Cerro de Pasco y a 385 Km de Lima.

Geográficamente se ubica en el tramo de la cordillera central que forma el nudo de Pasco, en el flanco E de la gran falla Atacocha – Milpo, entre los ríos Tingo y Huallaga, a la altura de 3,900 m.s.n.m.

Su situación precisa es la intersección de las coordenadas:

10° 35' de latitud sur

76° 12' de longitud W

### 1.1.2 ACCESIBILIDAD

Es accesible mediante la carretera totalmente asfaltada entre Lima – La Oroya – Cerro de Pasco, con el siguiente itinerario:

Lima – La Oroya – Cerro de Pasco	asfaltados	305 Km
Cerro de Pasco – Milpo	afirmado	16 Km



También es accesible desde Lima hasta Cerro de Pasco por medio de Ferrocarril Central.

### **1.1.3 EXPLOTACION ACTUAL CON EQUIPO CAUTIVO**

El método de explotación actual es el corte y relleno ascendente con equipo cautivo. El ciclo consta de perforación, voladura sostenimiento, limpieza y relleno hidráulico.

La perforación – voladura se realiza con equipos neumáticos “ Upper Drill ” de 2 brazos y máquinas perforadoras COP 89, la perforación es hacia el techo del tajeo con una inclinación de 65° y 2.70 mt de longitud. El ritmo de avance es de 1,600 pies/guardia y un factor de potencia para explosivo de 0.26 Kg/TMS.

El sostenimiento del techo se realiza después de cada voladura masiva, teniendo en cuenta la calidad del terreno. En lugares brechosos se colocan pernos de fricción y en terrenos de mejor calidad se emplean pernos mecánicos de expansión, con una resistencia a la rotura de 6 toneladas.

Para las labores de limpieza, en los tajeos cautivos se mantienen equipos LHD eléctricos de 3.5 yd<sup>3</sup> que alimentan a los “ draw – points “ para luego ser extraídos por los sub-niveles con volquetes de 13 TM de capacidad.

#### **1.1.4 INFRESTRUCTURA PREPARADA HASTA EL NIVEL –450**

Una vez iniciado la explotación desde superficie, la Compañía Minera Milpo S.A. realizó una primera excavación vertical en el lado sur del yacimiento para construir el Pique Picasso hasta el nivel –230, lugar donde se ubicó la estación de carguío para poder extraer el mineral mediante izaje con winches eléctricos.

Los tajeos están ubicados en la orientación NW-SE y se excavaron niveles de servicio hasta el –200, nivel en el cual se trasladaba todo el mineral de la mina hacia la estación del –230.

Posteriormente en el año 1,989 se inicia la segunda etapa de profundización del Pique Picasso hasta el nivel –450 considerando los mismos criterios de profundización y método de explotación que era el Corte y Relleno ascendente.

Desde el nivel -450 se excava un túnel horizontal de salida a superficie ( Túnel La Quinoa ), para efectos de servicio tales como:

- Drenaje natural de agua
- Ventilación
- Construcción de ore pass
- Transporte de mineral
- Extracción de desmonte

Asimismo se continúa la excavación del Pique para construir una estación de carga en el nivel -530, donde se aplica la tecnología de punta y se automatiza la extracción de mineral por el Pique Picasso.

Los diferentes niveles de explotación se fueron desarrollando desde el nivel -200 hasta el nivel -450, ampliando la producción a 2,600 TPD.

Se excavaron chimeneas principales de superficie hasta el nivel -450 con el objetivo de insuflar aire fresco hacia los niveles principales teniendo un circuito en U.

Se construyó una moderna planta de relleno hidráulico con capacidad para almacenar 2,400 ton de relave clasificado. En interior mina se instalaron 3,000 metros de tubería de acero Schedule para la conducción del relave. Se colocaron densímetros electrónicos para tener un control automático de la densidad que se envía a mina, así como 02 bombas para alimentar relleno hidráulico a mina, se instaló también una batería de ciclones para clasificar el relave.

## **1.2 OBJETIVO**

### **1.2.1 PROFUNDIZACION : INCREMENTO DE COSTOS DE SERVICIOS**

Con la profundización de la mina, los costos de minado se incrementarán en los rubros de drenaje, ventilación, transporte de mineral y desmonte, energía, etc.

A fin de compensar estos incrementos se plantea la modificación del método de explotación actual, por otras alternativas más eficientes.

Se contempla la ampliación de la Central Hidroeléctrica de La Candelaria de 4.0 MW a 6.0 MW de potencia para poder satisfacer el mayor consumo de energía en la mina, de las cuales la Planta Concentradora, el Sistema de Ventilación e Izaje de mineral tiene la mayor demanda.

Asimismo, el hecho de profundizar la mina requiere de un sistema de bombeo de las aguas provenientes del Relleno Hidráulico, perforación, riego, servicios higiénicos, y otros usos, se considera una estación de bombeo de los niveles inferiores hasta el nivel -450, lo cual implica un incremento de los costos de servicio.

El desmonte proveniente de las labores de exploración, preparación y desarrollo en los niveles 770 y 850, realce de accesos, etc. serán empleados en rellenar los tajeos,

pero buena parte de estos serán evacuados al nivel -450 mediante izaje y luego serán transportados a superficie, siendo esto un factor para incrementar los costos de servicio.

### **1.2.2 REDUCCION DE COSTOS DE MINADO**

En vista del incremento de los costos de servicios; una vez estudiado los parámetros para determinar el método de minado, el camino que se tiene para reducir los costos de producción es seleccionar la mejor alternativa para profundizar la mina y el mejor método de explotación, considerando los siguientes análisis:

### **1.3 METODOLOGIA A UTILIZAR PARA EVALUACION Y ALTERNATIVAS**

En este acápite se consideran 02 aspectos:

**A.- La metodología para evaluar las alternativas de accesos para profundizar la Mina El Porvenir.**

Se investigaron 7 probables alternativas de acceso para profundizar la mina, elaborando gráficos conceptuales y cronogramas de construcción de cada alternativa, usando criterios normalmente usados por los contratistas nacionales.

Se fueron generando costos de capital de cada alternativa usando el material mas avanzado y costo de equipo, así también se formularon los costos de operación de cada alternativa para reflejar la diferencia con el costo operacional de la mina.

Con la participación de Kilborn Eng. de Canadá se empleó el software HYPER +3 para hacer un modelo de análisis de decisión y determinar la mejor alternativa.

El HYPER +3 integra 2 técnicas de análisis de decisión: PHA (Proceso de Jerarquía Analítica) y TCMAS (Técnica de Calificación Multi-Atributo Simple), se empleó el método de valor de función de la técnica TCMAS.

El programa ayuda a los que tomarán la decisión generando consensos de opinión y formalizando las alternativas y sus méritos relativos sobre papel no significa que el proceso dé una respuesta definitiva, pero asiste en formalizar y racionalizar la decisión.

Los principales criterios seleccionados por Kilborn son:

**1. Costo**

**2. Operatibilidad**

### **3. Aceptación**

### **4. Cronograma**

Cada uno de estos pueden ser subdivididos en subcriterios, Ejemplo: costos en costo de capital y costos operativos. La prioridad relativa de cada nivel de criterio y subcriterio debe ser seleccionada y puesta en el método.

#### **1.- Costo**

Se consideran 02 ítems en la categoría de costos.

- El Costo de Capital fue calculado produciendo una estimación que se adaptara a los dibujos y cronogramas creados para esta alternativa. Donde fue posible se emplearon costos y performances de contratistas nacionales y en otros casos los costos proporcionados por los proveedores de los equipos.
- El costo operativo es la diferencia entre el costo operacional de la mina actual y cada alternativa, los ítems fueron calculados en \$/ton, teniendo en consideración los siguientes objetos.
  - Personal
  - Consumo de Energía
  - Mantenimiento

- Ventilación
- Días de trabajo reducido
- Equipo de servicio

Para establecer prioridades, se ha dado mayor peso al costo de capital que al costo de producción.

## **2.- Operatividad**

La categoría de operatividad del método fue subdividido en 5 subcategorías:

### **❖ Mantenimiento**

❖ Habilidad

❖ Frecuencia

### **❖ Transición**

### **❖ Transporte**

❖ Servicios

❖ Personal



- ❖ **Mineral**

- ❖ **Drenaje**

- ❖ **Ventilación**

### **3.- Aceptación**

Esta categoría fue dividida en 2 items:

- ❖ **Seguridad**

- ❖ Ruta de escape

- ❖ Mejoras en procedimiento de seguridad

- ❖ Peligros potenciales

- ❖ **Aceptación del personal**

- ❖ Tiempo de adaptación

- ❖ Zona de comodidad

#### **4.- Cronograma**

Se elaboraron en función a los planos y dibujos proporcionados por Kilborn y a las recomendaciones dadas por contratistas peruanos.

Usando los resultados de la simulación vemos que la mejor alternativa es profundizar el Pique Picasso.

#### **B.- La metodología para evaluar las alternativas de minado de la Mina El Porvenir.**

Básicamente consiste en evaluar los parámetros del análisis del nuevo plan de Minado, tales como:

- Condiciones Geológicas
- Forma del yacimiento
- Control de dilución
- Productividad y Seguridad
- Costos

Un programa de perforaciones explorativas será requerido para clasificar las reservas debajo del nivel -600.

Las plataformas de perforación estarán ubicados en el nivel -600 y se ejecutarán en la zona Sur y Norte.

Las perforaciones de definición de las zonas de mineral son importantes, porque el volumen de mineral no puede ser visualizado por inspección, como ocurre con el Corte y Relleno, también serán importantes para ubicar correctamente los desarrollos del subnivel y los taladros de producción.

## **2.0 GEOLOGIA**

### **2.1 GEOLOGIA GENERAL**

La Mina El Porvenir de la Compañía Minera Milpo S.A. se halla en el valle fluvio glacial donde mayormente predomina tectonismo y procesos erosivos así como los procesos kársticos y abundante filtración de aguas. Gran parte del distrito de Milpo se halla cubierto de materiales morrénicos y con una mediana vegetación.

Milpo presenta un relieve muy accidentado caracterizado por quebradas de gran pendiente. Se observan indicios de gran variedad tectónica seguidos de profundos procesos erosivos, la diferencia de altura que existe entre el fondo de la quebrada Tingo Vado y la quebrada Milpo – Atacocha es mas o menos de 500 metros.

La serie caliza de Milpo intercalada entre la formación Mitu y Goyllarisquizga fue denominada como Pucará por Mc. Laughlin y Jenks (1995) incluyó dentro de ella a las calizas Uliachin del triásico y a las calizas de Paria del Jurásico. Megard (1968) subdividió la serie Pucará en tres pisos: Chambará (Noriano – Reteano), Aramachay (Hettangiano “ Sinemuriano medio” y Condorsinga (Sinemuriano Superior – Taorciano superior).

Nuestra apreciación de campo de acuerdo a los fósiles recolectados comparados con los clasificados por Steinman determina la secuencia estratigráfica que luego describimos.

El examen paleontológico realizado por J. L. Guizado Jol, asigna que a estos fósiles recolectados de las calizas adyacentes a la falla de Milpo, una edad correspondiente a los pisos, Noriano y Retiano de la formación Chambará.

#### **Rocas Intrusivas**

Constituidas por Stocks, diques y sills de composición Andesíticos – dacíticos alineados con el rumbo general de la capa Nor-Oeste y Sur-Este.

El stock Milpo tiene una longitud de 600 por 200 metros, se encuentra alterado la superficie en un espesor de 80 metros con limonitas y óxidos de fierro. Los cuerpos mineralizados están estrechamente relacionados con estos intrusivos.

#### **Rocas Metamórficas**

La roca predominante es el Skarn que se formó durante el metamorfismo de contacto y se encuentra en aureolas de contacto entre el intrusivo y la caliza, es de un color amarillo verdoso a verde. Esta compuesto por silicatos de calcio y hierro tales como granates, epidota y piroxeno. Reconociendo el endoskarn que está en contacto con el intrusivo y el exoskarn que está en contacto con el mármol, siendo esta favorable para la mineralización.

## 2.2 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Las estructuras predominantes en el yacimiento Milpo en orden cronológico son:

- El sinclinal Milpo
- La falla regional Milpo
- Fracturamiento

### **Sinclinal Milpo – Atacocha**

Regionalmente el distrito está ubicado en el lado oriental de un anticlinal simétrico, se proyecta al E y W en una serie de sinclinales, uno de los cuales es el sinclinal cóncavo asimétrico de Milpo cuyo eje se dirige hacia el W delineando la imagen tectónica del plegamiento. Los sedimentos fueron intensamente comprimidos de E a W en la segunda fase de la orogénica andina (plegamiento incaico), ocurrido entre el Eoceno y el Oligoceno del Palógeno. Por lo que las calizas Pucará yacen verticalmente en el centr

### **Falla Regional Milpo – Atacocha**

Constituye la estructura de mayor importancia del distrito, ésta estructura longitudinal de rumbo N-S se extiende desde Yarusyacan en el Norte hasta la hacienda Carmen Chico en el Sur.

Megard (1,968) considera que la falla Milpo – Atacocha pertenece a un sistema de fracturamiento que estuvo activo desde el triásico tardío, como consecuencia de una tectónica distensiva, que actuó en el Perú central desde el triásico hasta el cretácico superior y es el responsable del hundimiento del sector oriental. Durante la tectogénesis andina, éstas fallas se activaron nuevamente debido al levantamiento andino, ocasionando varios movimientos verticales que habrían puesto en contacto una al lado de otra, a la porción inferior de la formación Pucará con las areniscas de la formación Goyllarisquizga en el distrito de Milpo.

K. A. Y M. Gunnesch, postulan que los stocks hipabisales e incluso los pulsos del magmatismo ocurridos en el distrito básico están asociados y controlados por el fallamiento Milpo – Atacocha, en consecuencia, también las diferentes etapas del proceso mineralizante.

### **Fracturamiento**

Junto con la falla Milpo-Atacocha se presentan varios sistemas de fractura mas jóvenes concordante con la tectónica de bloques (J. D. Rosholt), relacionadas con las fuerzas

compresionales E a W, que según el “ Elipsoide de formación ” unas correspondían a fracturas de resbalamiento rumbo N65° - 70°E y N50° - 60°W, por lo tanto se pueden reconocer tres periodos de fracturamiento.

- Primer periodo ó inicial relacionado con el plegamiento regional N-S y con la falla Milpo-Atacocha.
- Segundo periodo que desarrolla fracturas de rumbo NE directamente relacionada con la capa de emplazamiento de los stocks, origen de los dikes mineralizados, fracturas en calizas (vetas 1705), vetas San Carlos, Porvenir 9, además de fracturas cortas de rumbo N70°E y N80°E en los cuerpos mineralizados.
- Tercer periodo que desarrolla fracturas de rumbo N35°W y N62°W de pequeñas longitudes también relacionadas con los cuerpos mineralizados.

## **2.3 GEOLOGIA ECONOMICA**

### **Génesis**

El yacimiento de Milpo es de tipo epigenético, donde la mineralización ocurre en forma de cuerpos de reemplazamiento metasomático ubicados en las aureolas de contacto de los intrusivos andesíticos – dacíticos con la caliza Pucará y en segundo orden como vetas mineralizadas relacionadas a diques y fracturas en la formación Goyllarisquizga.



## **Mineralización**

La forma de composición de los intrusivos ha sido determinado en el tamaño y forma de los cuerpos y vetas mineralizadas debiendo destacar que stocks de intrusivos mineralizados andesíticos – dacíticos, están relacionados a los cuerpos mineralizados, de acuerdo a lo expuesto podemos distinguir en la Mina El porvenir los siguientes tipos de mineralización.

- Cuerpos mineralizados en las aureolas de los contactos tanto en los intrusivos como en las calizas de Pucará.
- Cuerpos mineralizados dentro del stock, también intrusivos que englosa calizas.
- Cuerpos de brechas post-minerales relacionados a los intrusivos.
- Cuerpos de brechas post-minerales, estos sin intrusivos.
- Vetas relacionadas a los diques.
- Vetas en calizas sin intrusivos.
- Vetas en intrusivos y calizas.
- Vetas en formación Goyllarisquizga.
- Mineralización tipo Roof Pendants.

## **Alteración**

El stock que ha dado origen a los cuerpos mineralizados se encuentra en un 30% en forma casi fresca y un 70% alterado siendo ésta del tipo hidrotermal y semejante tanto en la superficie como en la profundidad y consistente de arcillas no diferenciados del grupo de caolín con cantidades menores de sericita y abundante piritización en forma diseminada y vetillas delgadas.

La secuencia de alteración metamórfica en la aureola de contacto en forma más representativa está relacionada con el intrusivo fresco repitiéndose también en forma no tan perfecta en el intrusivo hidrotermal alterado.

El endoskarn, se caracteriza por ser considerada como una etapa de transmisión del intrusivo de skarn propiamente dicho, es el que está directamente relacionado con los cuerpos mineralizados, está constituido principalmente por una masa de granates de textura grano blástica que sustituye a la caliza.

### **Zoneamiento de mineralización**

Tenemos 2 tipos de zoneamiento:

- Vertical.- La blenda aumenta su contenido en profundidad, la galena se encuentra en mayor proporción hacia la superficie. Así mismo tenemos:
  - Plata
  - Sulfuro de plata ++
  - Galena ++

- Galena – Blenda +
- Blenda ++ galena +
- Blenda ++
- Pirita +

Horizontal.- La galena argentífera incrementa su contenido de plata en la formación Goyllarisquizga como también se encuentra tennantita y tetraedrita.

En las aureolas de contacto:

Endoskarn – Pirita – Esfalerita – galena – Exoskarn.

### **Paragénesis**

El orden de depositación ó cristalización es como sigue: pirita, blenda, galena, chalcopirita, cuarzo, calcita,.

### **3.0 EVALUACION DE MINADO**

#### **3.1 BLOCKS DE MINADO**

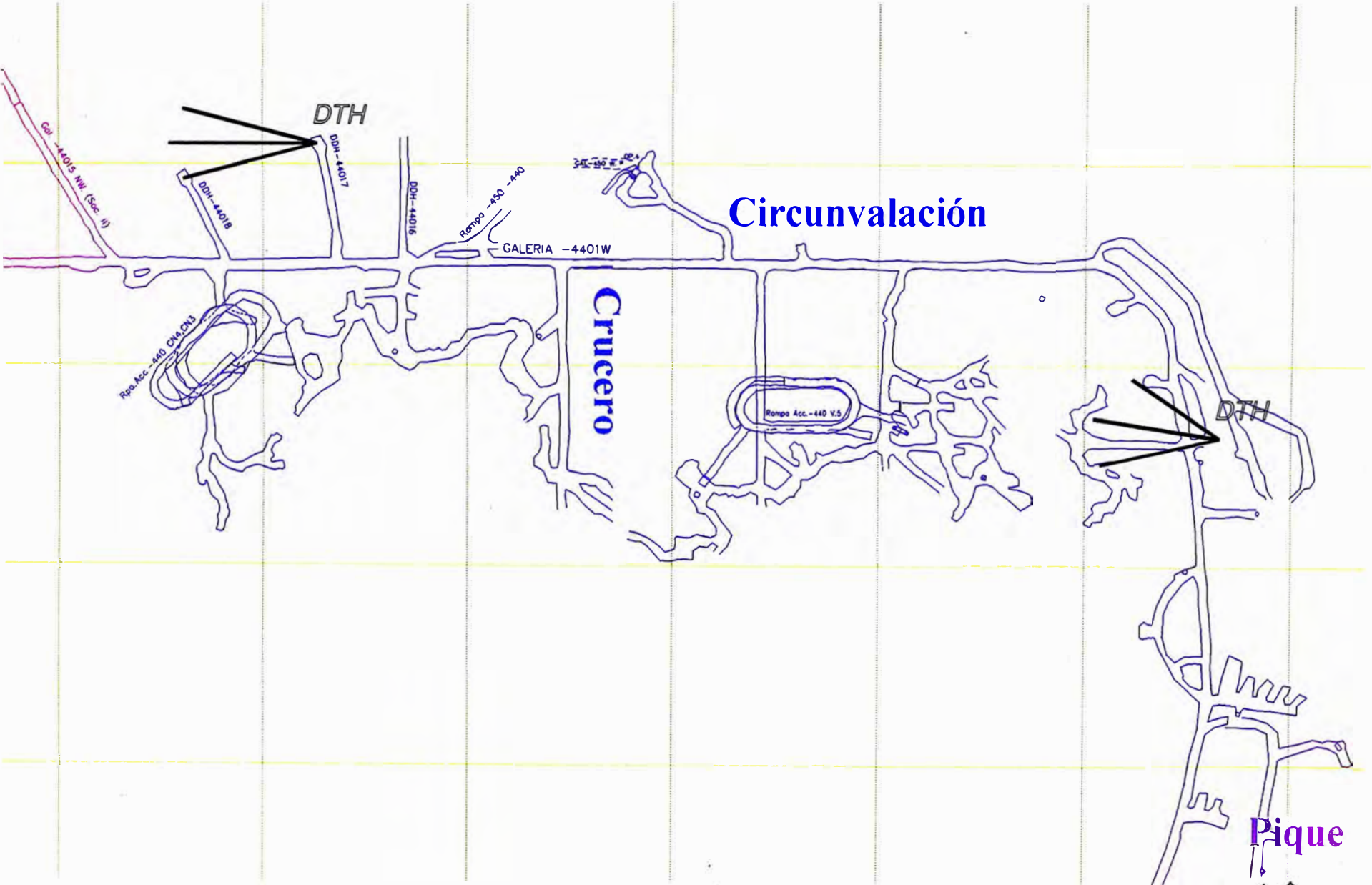
El objetivo del presente capítulo es analizar el sistema de minado actual para que, en base a esta experiencia, proponer alternativas de minado en los niveles inferiores.

Actualmente se tienen conocidos los cuerpos del yacimiento hasta el nivel -450, que están en explotación. Estos fueron reconocidos a través de perforaciones diamantinas, labores de exploración y taladros largos, que proporcionaron información sobre la forma, dimensiones, valores, tipo de roca encajonante y continuidad del yacimiento.

Los trabajos de exploración se inician con la excavación de una galería paralela a la distribución de los cuerpos, a la que se denomina “circunvalación” ó nivel principal, éstas se desarrollan cada 80.0 metros de profundidad con el objetivo de conformar un block de minado. A partir de ésta galería se desarrollan los cruceros de acceso a los cuerpos, de tal manera que la explotación se inicia del nivel inferior y culmina con el nivel superior del “block”.

En forma paralela a estas labores se van desarrollando las labores de infraestructura como chimeneas de ventilación, draw points, polvorines, caminos, bodegas, talleres de mantenimiento, etc. (ver plano 01 y figura 01)

# 2.0 EVALUACIÓN DEL MINADO ACTUAL

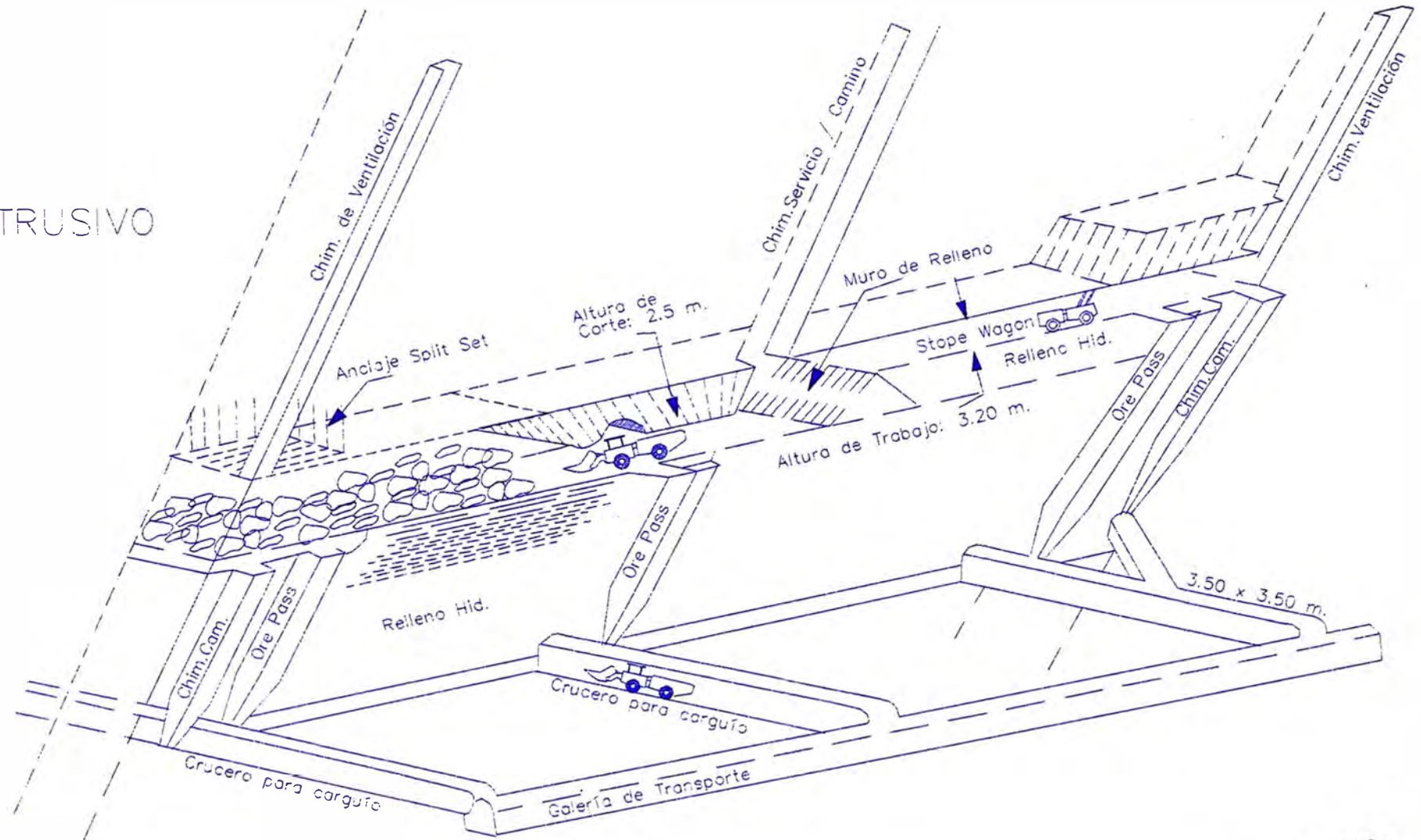


Plano N° 01



## 2.0 EVALUACIÓN DEL MINADO ACTUAL

INTRUSIVO



La mineralización está asociada a la zona de metamorfismo de contacto tipo “ Skarn “, emplazada en intrusivos y calizas, teniendo como elementos valiosos Ag, Pb y Zn. Los cuerpos mineralizados son depósitos de contornos irregulares de gran magnitud, verticalmente alargados a manera de tubos y de variada ocurrencia, siendo reconocidos hasta el nivel -750.

**3.2 CUADROS COMPARATIVOS DE LA EVALUACION ECONOMICA  
Y DE LAS OPERACIONES DE MINADO ENTRE LOS NIVELES  
-280 A -440 Y -530 A -850 PROYECTADOS.**

Para determinar el costo de capital entre ambas etapas, se tiene que acudir a la información de reservas minerales comerciales que se considera en la tabla 01.

**TABLA 01**

<b>EVALUACION ECONOMICA</b>		
<b>ITEM</b>	<b>NIVEL -280 a NIVEL -440</b>	<b>NIVEL -530 a NIVEL -850</b>
<b>Producción Anual t/a</b>	<b>886,600</b>	<b>886,600</b>

<b>Total Producción ( reservas minerales )</b>		<b>4'455,278</b>	<b>15'003,278</b>
<b>Vida estimada de la mina ( años )</b>		<b>05</b>	<b>17</b>
<b>Leyes</b>			
• Plomo %		3.18	2.85
• Zinc %		5.49	5.71
• Plata Oz/tc		4.89	4.34
<b>Recuperación</b>			
• Pb en Conc. Pb %		89.75	85.59
• Zn en Conc. Zn %		90.99	91.00
• Ag en Conc. Pb		74.70	73.90
En Conc. Zn		7.41	8.60
<b>Concentrado</b>			
• Plomo Promedio t/a		35,383.00	31,298.00
Total t		177,803.00	529,630.00
• Zinc Promedio t/a		79,082.00	82,287.00
Total t		397,395.00	1392',483.00
<b>Capital de profundización</b>	<b>US\$ 1000</b>	<b>0.00</b>	<b>28,530.00</b>



Costo de capital	US\$ 1000	6,628.00	28579.00	
Total	US\$ 1000	6,628.00	57,109.00	
Operación	Producción	\$/ton	28.57	27.86
	Adm, Concentrados, otros	\$/ton	14.31	14.09
	Total	\$/ton	42.88	41.95
Flujo de caja	Total	US\$ 1000	57,333.00	152,159.00
	VPN @	US\$ 1000	43,966.00	60,640.00
	10 %			
<p><b>Criterios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Precio del Pb US\$ 0.34 / Lb</li> <li>• Precio del Zn US\$ 0.486 / Lb ó US\$ 1,072 / ton</li> <li>• Precio de la Ag US\$ 5.40 / Oz</li> <li>• Precio del Au US\$ 385 / Oz.</li> </ul>				

<b>COSTOS DE OPERACION</b>		
<b>COSTOS TOTALES</b>	<b>NIVEL -280 a NIVEL -440</b>	<b>NIVEL -530 a NIVEL -850</b>
<b>US \$ / TON</b>	<b>42.89</b>	<b>41.84</b>

### **3.3 RECURSOS HUMANOS**

El método de explotación Corte y Relleno Ascendente con equipo cautivo contempla el siguiente personal, incluyendo al área de servicios:

- Perforación : Perforista + Ayudante 02
- Sostenimiento : Perforista + Ayudante 02
- Limpieza : Operador 01
- Relleno Hidráulico : Operador + Ayudante 02
- Supervisión : Capataz 0.5
- Servicios ( Geología, Topografía, Mecánico, otros ) 2.5

-----

10.0

Se considera que para efectos de voladura, se paralizan las operaciones unitarias para poder cargar aproximadamente 500 taladros en una guardia de trabajo incrementando aún más la cantidad de personal por tajeo.



- Izaje de mineral                                      Winches eléctricos de 8.5 ton
- Izaje de personal                                      Winches eléctricos para transporte de personal
  
- **Equipo estacionario en superficie**
  - Ventilación                                              Ventiladores de 100,000 CFM
  - Planta de Relleno Hidráulico                      Capacidad de almacenamiento de 2,400 ton.

## **4.0 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD**

### **4.1 INTRODUCCION**

#### **4.1.1 EXPLOTACION DE NIVELES ACTUALES**

Milpo viene explotando el mineral que se encuentra entre los niveles -200 al -440. Las reservas sobre el nivel -450 son aproximadamente 4'455,278 TM si se considera una producción de 2,600 TMD, la vida estimada es de 5 años aproximadamente. Por esta razón es necesario el desarrollo de la mina, en los niveles -280, -360, -440 y la profundización de la mina debajo del nivel -450 (**ver cuadro de cubicación Enero 1,998**).

El costo de capital para la expansión de la mina El Porvenir será del orden de los 28 millones de Dólares.

El estudio financiero fue investigado considerando dos casos:

- Caso 5 años: Evaluando las reservas de mineral sobre el nivel -450 con 5 años de vida, no tomando en cuenta el costo de capital para la profundización de la mina.
- Caso 17 años: Evaluando ambas reservas y recursos sobre y debajo del nivel -450, tomando en cuenta el costo de capital para profundizar la mina.

La evaluación económica es presentada en la tabla 1.0 (capítulo 3.0).

**ENERO 1,998**

	AREA TOTAL	AREA ECON.	ALT. PROM.	DESM. ROTO	MINERAL			TMS
					ROTO	TAJO	EXTRAIDO	
<b>ZONA1</b>						1040		
<b>Tj+50 RPA.ESPIRAL</b>								
<b>ZONA5S</b>								
<b>Tj -360 V33#3.</b>	96	96	5.25		1512	27996	300	308
<b>Tj-360 V3N</b>							6449	6620
<b>ZONA4N</b>								
<b>Tj-280 CN3</b>	205	39	2.21	1695	259	877		
<b>ZONA6N</b>								
<b>Tj -440 CN4 A</b>	95	95	1.66		420		1284	1318
<b>Tj -440 CN1-2</b>	91	91	1.70		412		412	423
<b>Tj -440 EXITO</b>	517	448	3.78	664	4523		5040	5174
<b>Tj -440 V1204</b>	1342	1261	4.73	1249	15909		12129	12452
<b>Tj -440 V5</b>	1048	950	3.15	732	7982		7982	8194
<b>Tj -440 CN3</b>	590	312	5.12	3204	4255		5455	5600
<b>ZONA6S</b>								
<b>Tj -440 V33#2</b>	749	388	3.59	2714	3714		5544	5691
<b>Tj -440 KATH</b>	424	283	2.59	360	1956		1956	2008
<b>Tj -440 V3</b>	472	446	2.00	130	2380		4180	4291
<b>Tj -440 V3N-PROG</b>	1576	1301	4.00	2653	13757		11187	11484
<b>Tj -440 AM</b>	486	294	3.00	1200	3884		4584	4706
<b>PREP/DES</b>								
<b>Tj -600 V3</b>	557	557	5.65		7532		8832	9067
<b>Tj -600 KATH</b>	210	210	2.40		1713			
<b>Tj -600 CN4 A</b>	238	238	3.50		2515		3295	3383
<b>Tj -600 CN1-2</b>	317	317	3.50		2187			
<b>GAL 6002W</b>	200	17	3.00	1600	158		2336	2398
					<b>75068</b>		<b>80965</b>	<b>83117</b>

## 4.2 RECURSOS Y RESERVAS

**Tabla 2.0: Recursos y Reservas**

<b>Reserva mineral comercial</b>	<b>TMS</b>	<b>Oz. Ag/TC</b>	<b>%Pb</b>	<b>%Zn</b>	<b>Valor US\$</b>
<b><u>Sobre Nivel –450</u></b>					
Probado y probable	4'455,278	4.90	3.20	5.50	48.46
Inferido	0				
<b><u>Debajo Nivel –450</u></b>					
Probado y Probable	0				
Inferido	10'548,000	4.10	2.70	5.80	45.69
	15'003,278				

LEYES PROMEDIO DDH PISO -600				
VEIA	# DDH	LONG PROM	Oz Ag/Ton	% Zn
AM	06	2.86	3.4	0.6
KATHL	09	6.50	13.9	10.4
V3	07	7.37	21	0.6
V3N	04	8.03	3.4	2.0
PROG	10	9.30	3.7	1.8
EXTO	12	9.27	4.3	1.0
V5-C2	16	6.11	6.0	3.4
VCM-2	158	5.00	5.8	2.9
VCM-4	20	3.90	6.1	3.5

**RESERVAS**

Reservas Minables 1'628,674

Reservas Probadas Piso -440

Reservas Probables Piso -440

Recursos Indicados

Recursos Inferidos

**RESERVAS**

Reservas	Onz Ag	% Pb	% Zn
Reservas 31-12-96	6'425,073	4.50	2.90
Recursos indicados 2-375,240	4.10	2.40	8.20
Recursos inferidos 1'797,376	4.10	2.20	7.20
10'597,689	4.30	2.70	6.70

- LEYENDA**
- DIAMOND DRILL FASE 1
  - ◇ DIAMOND DRILL FASE 2
  - ══ MINERAL PROBADO 31/12/96
  - ══ MINERAL PROBADO INACCESIBLE 31/12/96
  - ══ MINERAL PROB - PROB INACC 31/12/97
  - ══ RAMPA ESPIRAL OCTUBRE 1.996 N-600
  - ══ NIVEL 600 OCT 96 - ABR 97
  - ══ PERF DIAJANT REALIZADA AL PISO N-600

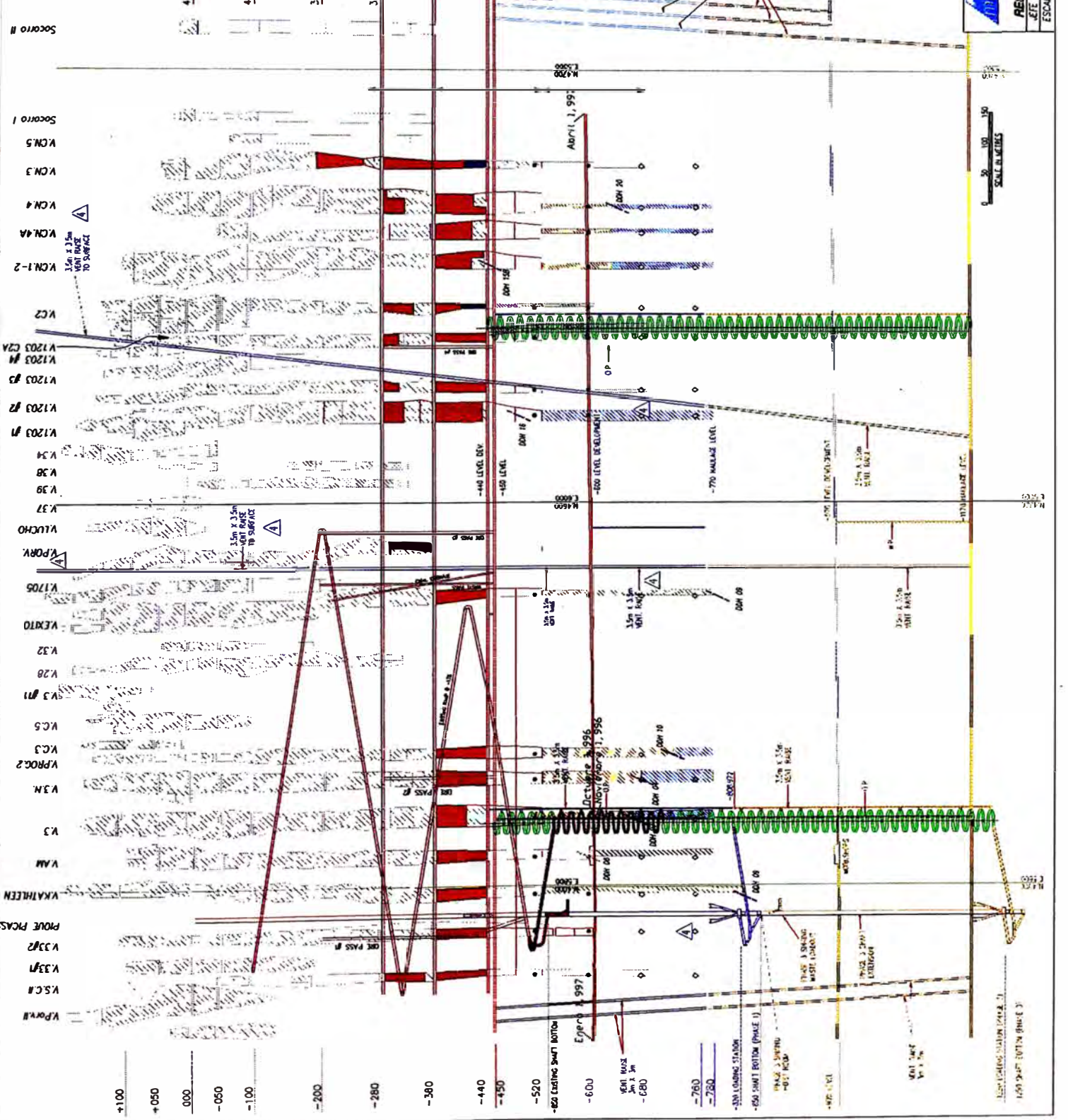
**CIA MINERA MILPO S.A.**

SECCION LONGITUDINAL - VERTICAL

RESERVAS DE MINERAL PROFUNDIZACION MINA

ETE PROG GEOLOGIA: Ing. J Medina Z. Dibujo: E. Capmino C.

ESCALA: 1/2,500 PROGRAMA GEOLOGIA FECHA: 1.997





### 4.3 COSTOS DE CAPITAL

Después de la evaluación del costo de capital actual y proyectado se elaboró el costo de capital para ambos casos.

En el caso del escenario base, el principal costo de capital es el equipo subterráneo y reemplazo del equipamiento. Este ítem fue detallado basado en las horas proyectadas por Milpo para reemplazar el equipamiento y representa una situación real. Las otras categorías del costo de capital se han resumido en los siguientes puntos:

- Adquisición de tierras
- Edificaciones y otras construcciones
- Equipos subterráneos y equipamiento
- Vehículos de transporte en superficie
- Muebles y equipamiento de oficinas
- Otros equipamientos

**Estos números fueron calculados sobre la base de los costos de los cuatro últimos años. El costo de capital del equipo subterráneo y costo de situación de materiales y de otros costos de capital fueron extrapolados como un caso base y extendido sobre 17 años ( Tabla 3 ).**

**TABLA 3.0 COSTO DE CAPITAL**

U.S. \$ x 1000

Item	1996	1997	1998	1999	2000	2001 Adelante
<b>Caso I : 5 años</b>						
Profundización de la mina	0	0	0	0	0	0
Modificación de la Planta	0	0	150	150	150	0
Expansión de la Hidroeléctrica	0	0	0	0	0	0
Reemplazo de equipos	1,327	1,790	1,507	720	162	0
Otros	164	164	164	164	16	0
Programa de Exploración	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL CASO I</b>	<b>1,491</b>	<b>1,954</b>	<b>1,821</b>	<b>1,034</b>	<b>328</b>	<b>0</b>
<b>Caso II : 17 años</b>						
Profundización de la mina	12,189	13,102	3,240		0	0
Modificación de la Planta	0	0	1,000	150	150	150
Expansión de la Hidroeléctrica	2,500	3,840	0	0	0	0
Reemplazo de equipos	1,327	1,790	1,507	720	1,619	1,000
Otros	164	164	164	164	164	164
Programa de Exploración	250	250				
<b>TOTAL CASO II</b>	<b>16,430</b>	<b>19,146</b>	<b>5,911</b>	<b>1,034</b>	<b>1,933</b>	<b>1,314</b>

### **4.3.1 RESERVAS MINABLES**

Se aprecia en el plano longitudinal y vertical de reservas de la profundización (plano 02)

### **4.3.2 NECESIDAD DE LA PROFUNDIZACION**

Como consecuencia de que las reservas minables de la Mina El Porvenir se encuentran ubicados debajo del nivel -440, se requiere profundizar la mina en donde se construirá la nueva infraestructura, llámese labores de desarrollo, sistema de transporte, izaje, ventilación, accesos, etc., las que permitirán continuar con la explotación de la mina.

Luego de decidir sobre el método a profundizar la mina se contempla los trabajos de expansión hasta el nivel -850. Para tener acceso a la parte inferior de la mina El Porvenir, se profundizará el Pique Picasso y la rampa de servicios hasta el nivel -850.

El desmante que proviene de las labores de profundización es transportado a través del túnel La Quinoa. El nuevo Pique Picasso ( profundizado) ha sido diseñado para una capacidad de izaje de 3,600 TPD de mineral hasta el nivel cero, y 600 TPD de desmante que se izarán hasta el nivel -450.

#### 4.4 COSTOS DE OPERACIÓN

El costo de operación es clasificado en tres categorías:

- **Desarrollo directo:** que incluye todas las excavaciones en exploración, desarrollo y preparación
- **Minado**
- **Servicios**

Desarrollo y minado serán considerados costos fijos, mientras que los servicios serán considerados una constante a través de los años.

Para la mayoría de las reservas minables, el costo de minado puede ser considerado fijo. Cincuenta por ciento de los cuerpos sobre el nivel -200 fue considerado minable, pero puede ser más caro extraerlo. Para estas áreas se ha incrementado en 20% el costo de extracción que se produce en su recuperación.

Para los cuerpos mineralizados debajo del nivel -450, el costo de minado de éstas áreas fue considerado ajustando relativamente el mayor costo por la profundización de la mina y los nuevos métodos de minado.



<b>Transporte marítimo y seguros</b>	5.25	4,654.00	5.07	4,429.00
<b>Land transport</b>	1.43	1,266.00	1.41	1,251.00
<b>Costos portuarios</b>	1.64	1,457.00	1.58	1,339.00
<b>Pérdidas en tránsito</b>	0.19	165.00	0.17	151.00
<b>TOTAL</b>	<b>42.89</b>	<b>38,083.00</b>	<b>41.84</b>	<b>32,027.00</b>

## **5.0 PROFUNDIZACION DE LA MINA**

### **5.1 PROFUNDIZACION DEL PIQUE**

Los trabajos comprendidos en este capítulo son

- Excavar una sala para el winche y sala de poleas
- Profundizar y equipar 320 metros lineales del pique de madera de forma rectangular de 7.15 m X 2.6 m.
- Excavar 05 estaciones ( -530, -560, -600, -700, -820 )
- Excavar y construir 02 bolsillos de almacenamiento y estación de descarga.
- Instalar todos los servicios permanentes : aire, agua, energía eléctrica y drenaje.

### **5.2 EXCAVACION DE RAMPAS DE SERVICIO**

A partir del nivel -512 se excavará la rampa en espiral #1, extendiendo la rampa de servicios existente entre el nivel -100 al nivel -512. La nueva rampa tendrá una gradiente de -15%, 4.0 X 3.5 m de sección, y de forma elipsoidal, con una longitud de 2,800 metros. Estará ubicada en la zona sur, lo cual también permitirá el acceso a los diferentes cuerpos mineralizados en esta zona para su explotación. En la zona norte se

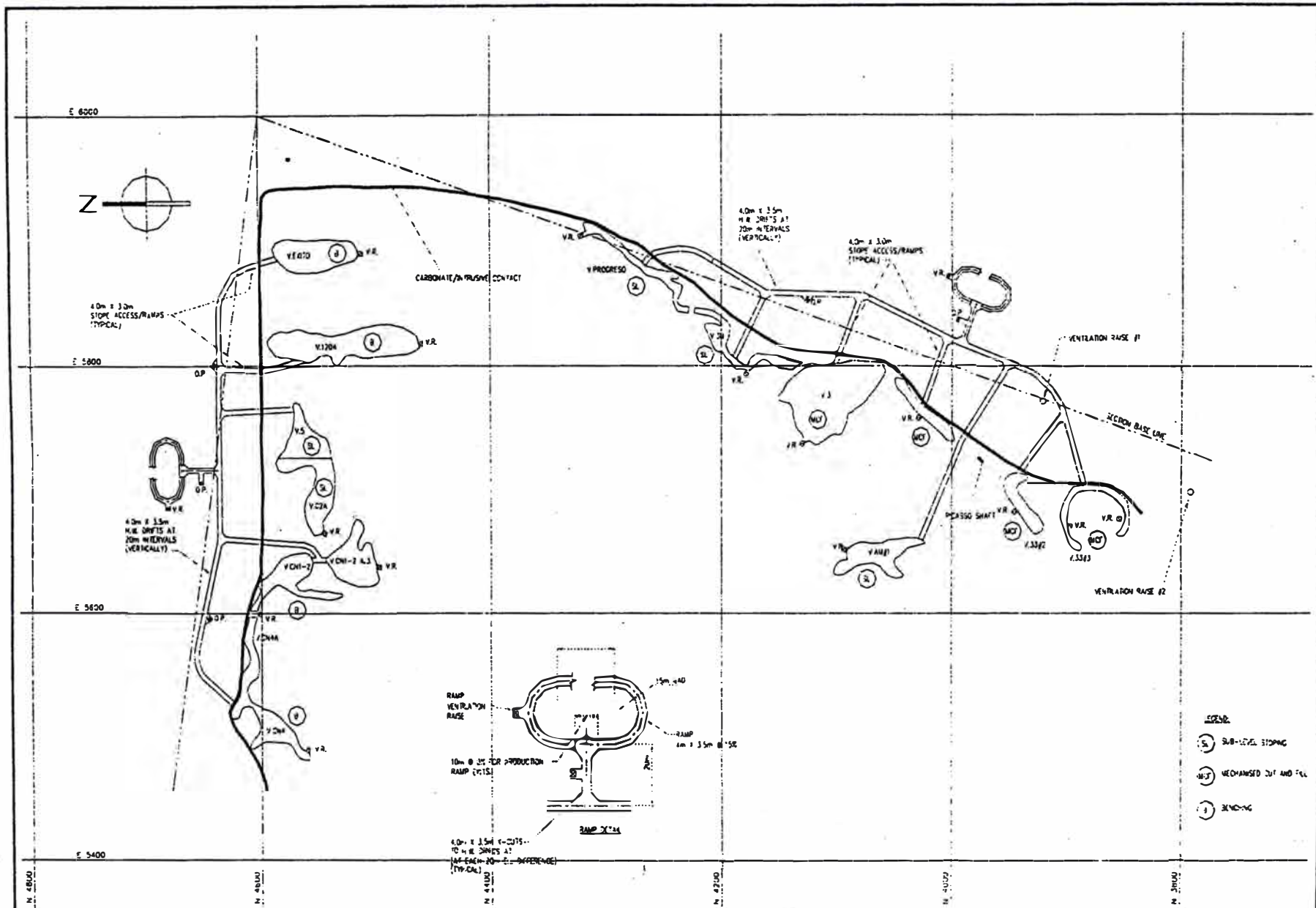
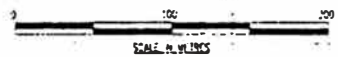


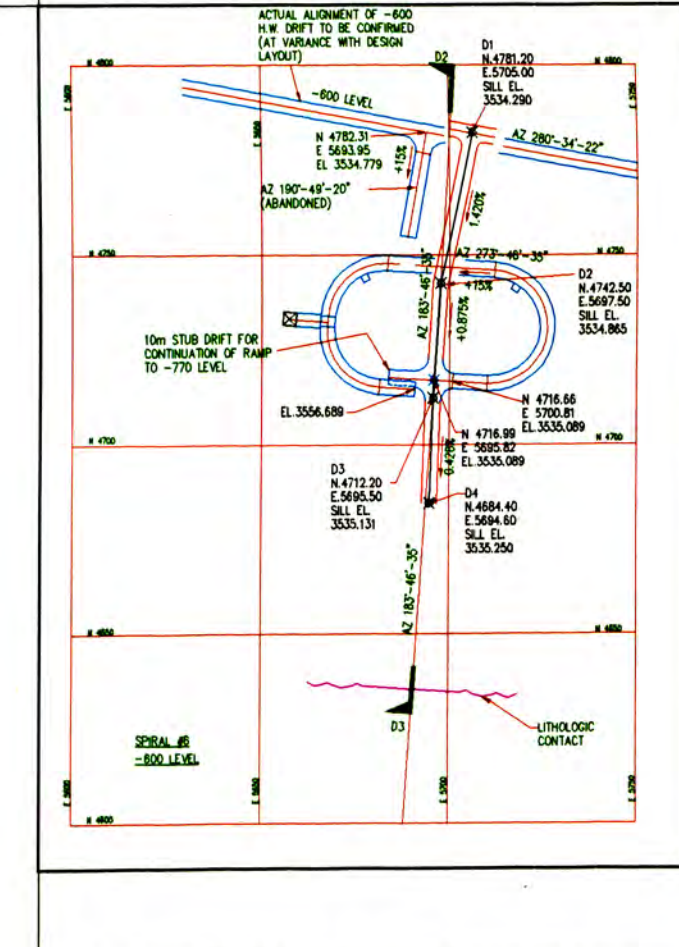
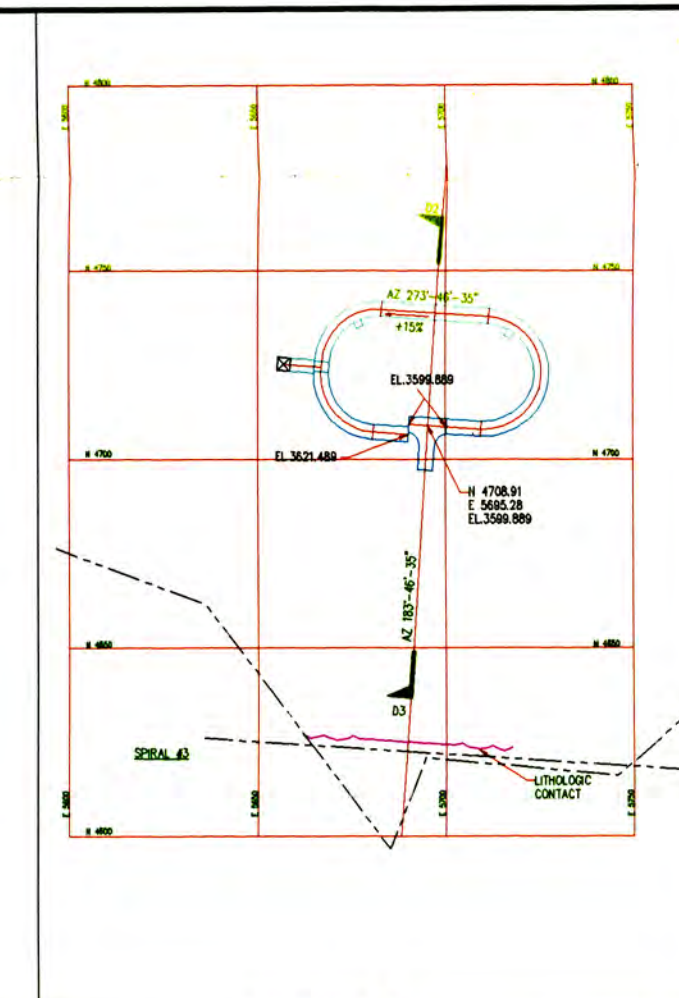
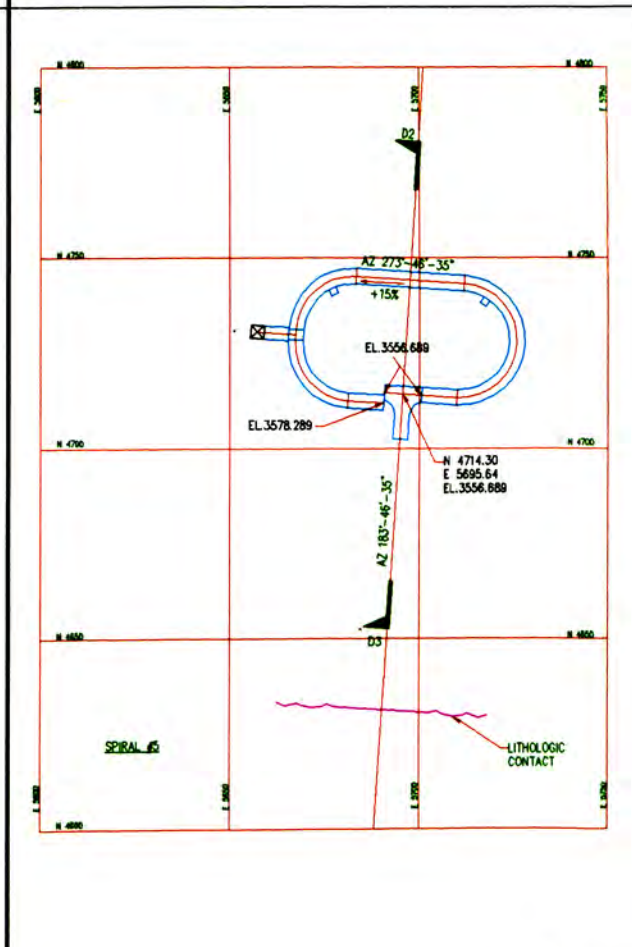
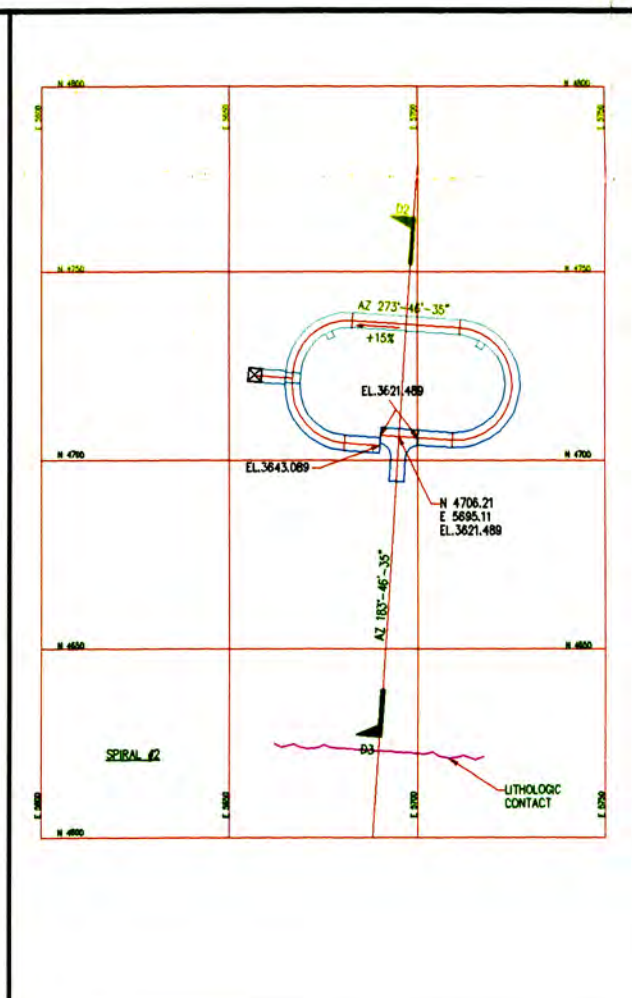
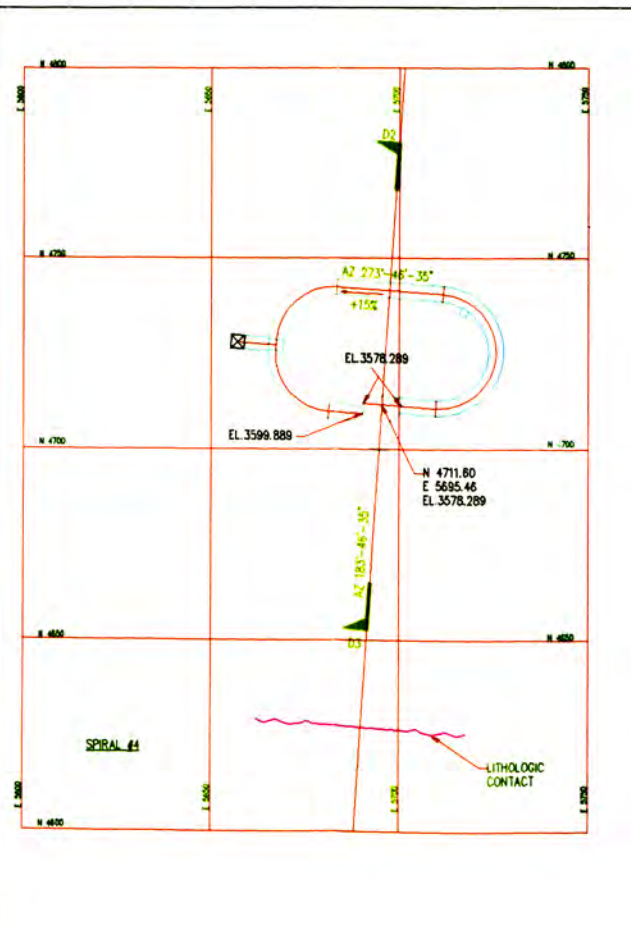
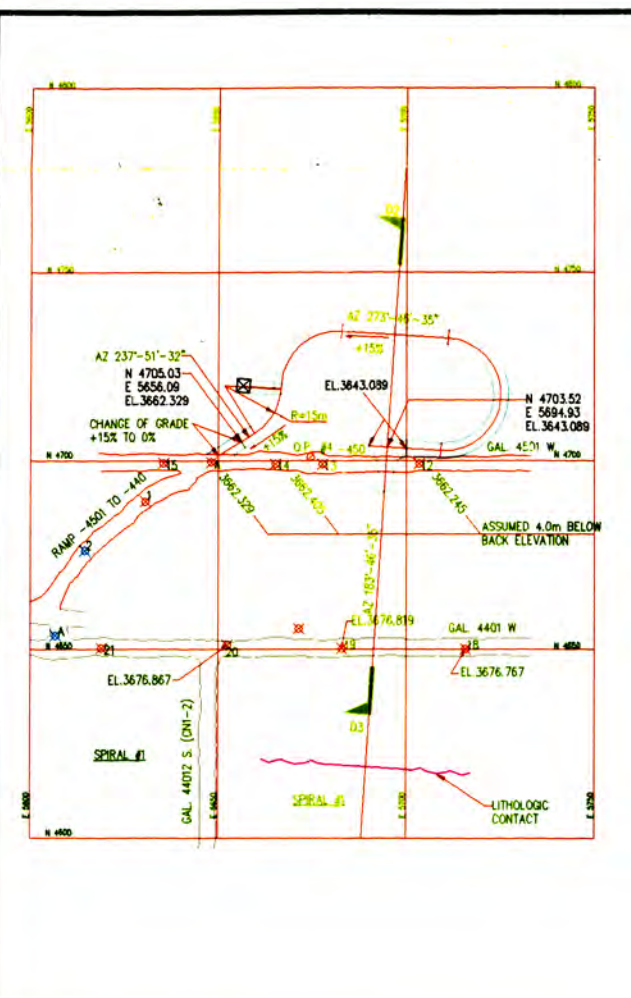
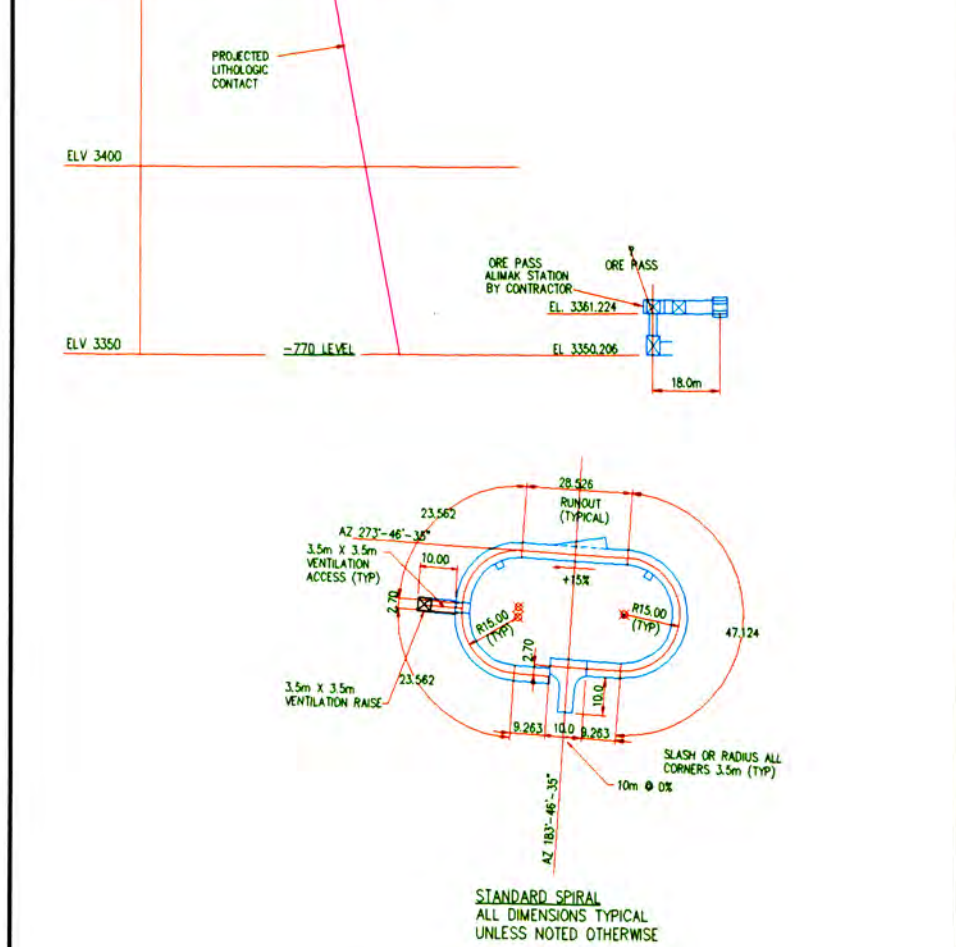
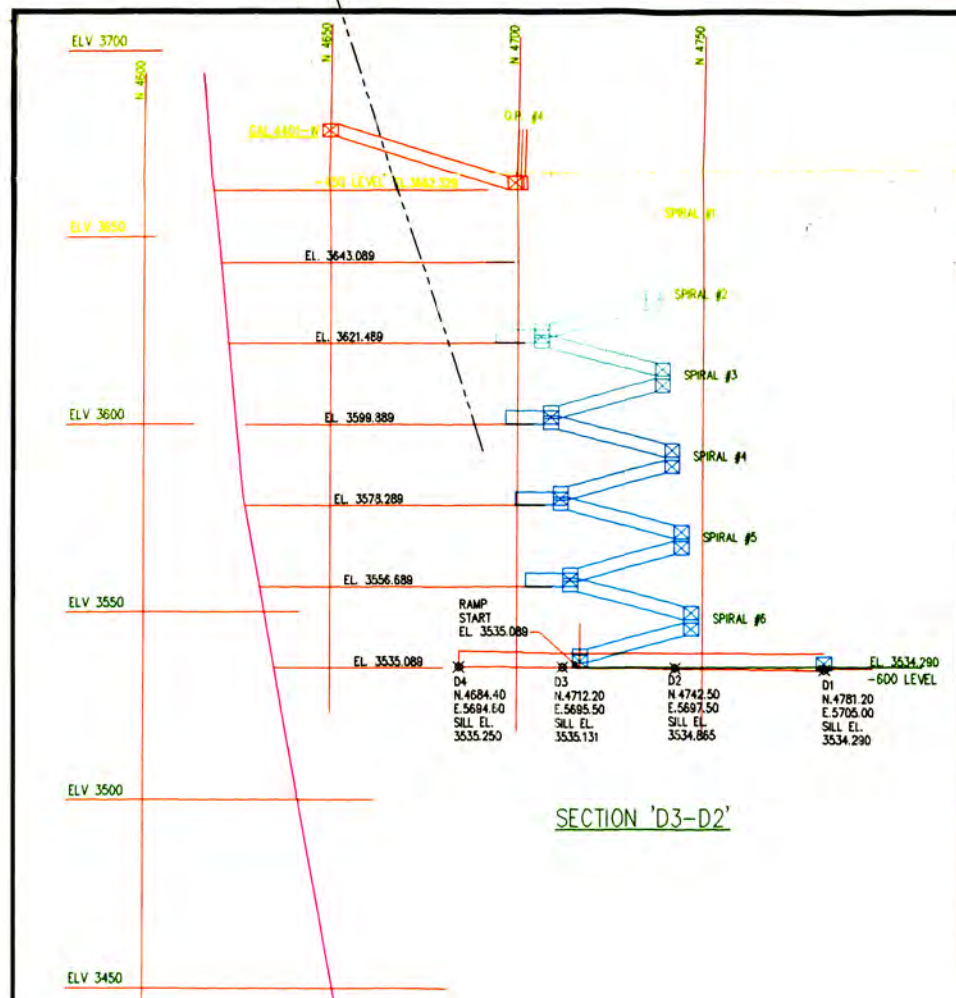
FIGURA 2



- LEGEND
- (S) SUB-LEVEL STOPPING
  - (M) MECHANISED CUT AND FILL
  - (I) BENDING

DISEÑO: [ ] REVISIÓN: [ ] APROBADO: [ ] FECHA: [ ]	DESCRIPCIÓN: [ ]	SECCIÓN: [ ] ESCALA: 1:1000 DISEÑO: [ ] DIBUJO: [ ] FECHA: [ ]	CLIENTE: COMPANIA MINERA [ ] S.A. LOCALIDAD: PERU	TÍTULO: MINAS "EL PORVENIR" NIVEL: [ ] PLAN: [ ]	PROYECTO: [ ] FECHA: [ ]
		DISEÑADO POR: [ ] REVISADO POR: [ ] APROBADO POR: [ ]	DESCRIPCIÓN: [ ]	TÍTULO: MINAS "EL PORVENIR" NIVEL: [ ] PLAN: [ ]	PROYECTO: [ ] FECHA: [ ]





**KILBORN**  
PROJECT

FILE.DWG

PROJECT No.	DIVISION No.
PROJNO	DIVNO
DRAWING NUMBER	DWGNO

DISCIPLINE DWG. SCALE

DWG. NO.	REFERENCE DRAWINGS	CLIENT	PROGRAM	PROCESS	CHECK	ELECTR.	MECH.	CONSTR.	STEEL	PIPEWORK	ARCH.	LAYOUT	NO.	DESCRIPTION	DATE	BY

SECTION	SCALE	DATE	CLIENT
B	NORTH RAMP MOVED 10m SOUTH ISSUED FOR APPROVAL	02FEB98	T.M.
A	ISSUED FOR APPROVAL	29JAN98	PAH

CLIENT	SCALE	DATE	SECTION
COMPAÑIA MINERA S.A.	SCALE	DATE	SECTION

construirá la rampa en Espiral #2 con las mismas características que la anterior y con una longitud de 3,000 metros, tal como se detalla en el plano ubicación y construcción que se presenta a continuación. (ver figura # 2 y plano #2.1).

En el nivel -600 se construirá una galería de 4.0 X 3.5 metros con una gradiente de +/- 2% y una longitud de 1,752 metros, que comunicará el pique y las rampas y servirá para el transporte de los equipos, personal y abastecimiento de materiales. En este nivel se construirá una estación de bombas, comedor, taller de mantenimiento y polvorines. Adicionalmente se excavarán cruceros de 3.5 X 3.5 metros para interceptar y definir los cuerpos mineralizados.

En el nivel -770 se construirá 1,600 metros de galería de 3.5 X 3.5 metros, que servirá para el transporte sobre rieles del mineral y desmonte. En este nivel se construirá la estación de descarga y los bolsillos de almacenamiento, así como se instalarán dos martillos rompe-rocas en las estaciones de descarga.

### **5.3 EXCAVACION DE NIVELES PRINCIPALES Y ORE PASS**

- Entre los niveles -770 y -440 se construirán 2 “ore pass” de 2.5 X 2.5 metros, por los cuales se conducirá el mineral hasta el nivel -770. Estarán ubicados en forma paralela a las rampas de servicio # 1 y #2, al lado norte y sur del yacimiento, por los cuales se evacua el mineral directamente de los tajeos hacia el ore pass.

- El “waste pass” se construirá entre los niveles –770y –600, con una sección de 2.5 X 2.5 metros.
- Estas chimeneas también serán construidas mediante el sistema Alimak.

#### **5.4 EXCAVACION DE CHIMENEAS PRINCIPALES DE VENTILACION**

Desde el nivel –810 hasta superficie se construirán 03 chimeneas de 3.5 X 3.5 metros y 02 chimeneas de 3.0 X 3.5 metros desde el nivel –810 hasta el nivel –440, las cuales servirán para el sistema de ventilación.

La excavación se realizarán mediante el sistema Alimak, que es bastante dominado por el personal de Milpo, teniendo un avance de 4.50 metros diarios en promedio.

La ubicación de las 03 chimeneas principales de 3.5 X 3.5 metros están ubicados al norte, centro y sur del yacimiento y tendrán ventiladores en la boca de la chimenea para insuflar aire fresco a la mina.

## **5.5 CONSTRUCCION DE ESTACION DE CARGA**

En la primera fase se construirá la estación de carguío automática en el nivel –820, donde se alimentará a dos skips de 8.5 toneladas de capacidad cada uno, para que puedan ser izados al nivel cero.

Adicionalmente se excavarán 02 cámaras de almacenamiento de mineral sobre el nivel –820 para que mediante un chute se alimente a la oruga que será instalada en la estación de carguío.

En el nivel –770, sobre los bolsillos de mineral estará ubicado una parrilla donde se vaciará el mineral proveniente de los diferentes tajeos con el objeto de reducir los bancos mayores de 3” y triturarlos con un rompe-bancos ubicados a lado de la parrilla.

## **5.6 COSTOS DE CONSTRUCCION**

Para efectuar los trabajos de construcción, Milpo ha contratado los servicios del Consorcio G Y M – OBSA, por un monto de US\$ 18'817,480, con un plazo de ejecución de 26 meses. El detalle de la inversión se tiene en la tabla 5.0.

Para los trabajos de profundización, Milpo suministrará al contratista una serie de materiales y equipos permanentes para su instalación.

Para los trabajos de Ingeniería de detalle, gestión de compra y supervisión, Milpo ha contratado los servicios de Kilborn Perú S.A. y Kilborn EPL. En la tabla 6.0 se detallan los costos.

**TABLA 5.0 : COSTO DE CONSTRUCCION**

Descripción	Total US\$ \$ 1000	1995	1996	1997	1998
General	75.13		37.07		
Trabajos en superficie	422.23		420.97		
Nivel 0 Sala de izaje	180.57		127.77		
Equipar el nuevo sistema de izaje	252.92			252.92	
Chute de descarga Nv -450	130.63			130.63	
Excavación de rampa	2,958.06		1,150.66	1,807.40	
Desarrollo de Nv -600	3,021.00		800.57	2,220.43	
Sistema de izaje Nv -560	122.47		116.66		
Profundización del Pique	1,498.91		211.43	21,190.36	
Desarrollo del Nv -770	3,650.96			2,290.92	1,360.04
Cambio del nuevo sistema	203.00			203.00	
Desmovilización	43.06				43.06
<b>Total directo</b>	<b>12,558.94</b>		<b>2,865.13</b>	<b>8,095.66</b>	<b>1,403.10</b>
<b>G.G. 28.75%</b>	<b>3,611.95</b>		<b>824.01</b>	<b>2,328.31</b>	<b>403.53</b>
<b>Utilidad 7.45%</b>	<b>935.91</b>		<b>213.51</b>	<b>603.3</b>	<b>104.56</b>
<b>Conting 10%</b>	<b>1,710.68</b>		<b>390.27</b>	<b>1,102.73</b>	<b>191.12</b>
<b>Total Contractual</b>	<b>18,817.48</b>		<b>4,292.92</b>	<b>12,130.00</b>	<b>2,102.31</b>

**TABLA 6.0 COSTO DE EQUIPAMIENTO E INGENIERIA**

<b>Descripción</b>	<b>Total US\$</b>	<b>Distribución por años</b>			
		<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>
<b>Equipamiento</b>	<b>\$ 1000</b>				
Nivel -530	27.96		27.96		
Nivel 0 Sala de izaje, explosivos	3.53		3.53		
Winche (usado)	2,014.80		2,014.80		
Instalaciones eléctricas y anclajes	60.84		60.84		
Grúa de 20 ton (sala de izaje)	71.66		71.66		
Chute retractable, materiales	68.35		1.54	66.81	
Chute: línea, materiales	169.82		169.82		
Mat. Permanentes Nv -600	511.91		511.91		
Sostenimiento sala de izaje	80.22		45.84	34.38	
Estación de bombas-explosivos	21.22		10.61	0.00	
Construcción de sumidero	44.31		44.31		
Cons. Sumidero - rampa	5.73		5.73		
Nv -600 consumo de explosivos	28.42		14.21	0.00	
Nv -600 mat. Eléctricos	50.00		50.00		
Consumo explosivos - rampa -560	1.43		1.43		

Consumo explosivo – Pique	14.67		14.67		
Maderamen para el Pique	356.95		339.10	17.85	
Accesorios para el Pique	49.36		49.36		
Tubería de servicios – Pique	79.22		79.22		
Materiales eléctricos – Pique	129.23		129.23		
Materiales estación de carga	77.73			77.73	
Materiales bolsillo de mineral	57.32			57.32	
Materiales comedor mina	229.28		217.82	11.46	
Materiales para sostenimiento	24.57		12.28	12.29	
Distribución eléctrica Pique	93.14		93.14		
Nv –770-consumo de explosivos	66.58			0.00	
Mat. Sistema trolley Nv –770	20.21		20.21		
Nv –770 Locomotora	339.94			322.94	17.00
Nv –770 carros mineros	799.38			759.41	39.97
Nv –770 Transformador	42.99		42.99		
Nv –770 Rompebancos	113.31		107.64	5.67	
Nv –770 Volteador y parrilla	288.61		274.18	14.43	
Nv –770 Sumidero y materiales	114.64		103.18	11.46	
Nv –770 Equipos eléctricos	55.00		55.00		
Reparación apron feeder	97.87			97.87	
Cables y otros relacionados	115.38			115.38	
Skips de 8.5 ton	200.87			200.87	



Arreglos jaula de personal y mat.	60.69			60.69	
Accesorios de voladura	34.84			34.84	
Modificación al winche actual	332.46			332.46	
<b>Total Equipamiento</b>	<b>6,954.44</b>		<b>4,572.21</b>	<b>2,233.86</b>	<b>56.97</b>
Contingencia 5%	347.72		228.61	111.69	2.85
<b>Total equipo con conting.</b>	<b>7,302.16</b>		<b>4,800.82</b>	<b>2,345.55</b>	<b>59.82</b>
<b>Ingeniería</b>					
EPCM	2,504.95	57.24	1,403.73	692.10	351.91
<b>Total ingeniería</b>	<b>2,504.95</b>	<b>57.24</b>	<b>1,403.73</b>	<b>692.10</b>	<b>351.91</b>
<b>Gran Total US\$</b>	<b>28,624.59</b>	<b>57.24</b>	<b>10,497.47</b>	<b>15,167.65</b>	<b>2,514.04</b>

## **6.0 ALTERNATIVAS DE MINADO**

### **6.1 PARAMETROS DE DISEÑO**

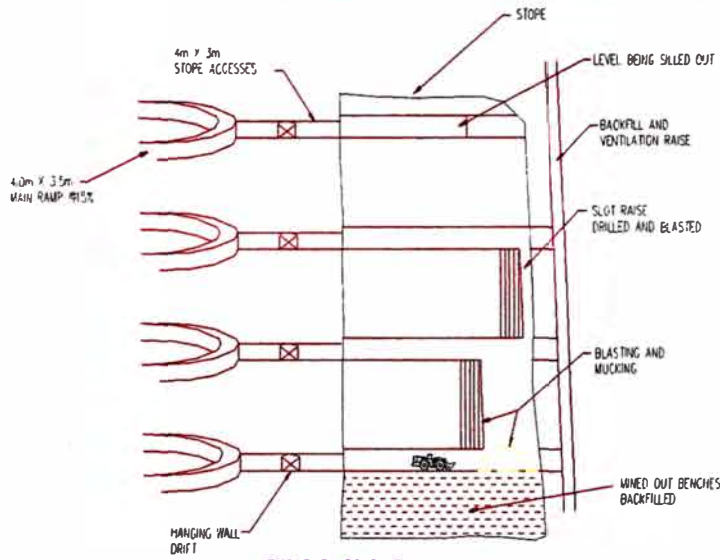
Considerando que al profundizar la mina los costos de explotación utilizando el método actual se incrementarán, por problemas inherentes a la profundización, la implementación de un nuevo método de explotación está siendo evaluado para obtener mayor eficiencia, y reducir los costos actuales. Los parámetros de análisis del nuevo plan de minado son:

- Continuidad del yacimiento
- Control de dilución
- Productividad
- Costos
- Seguridad

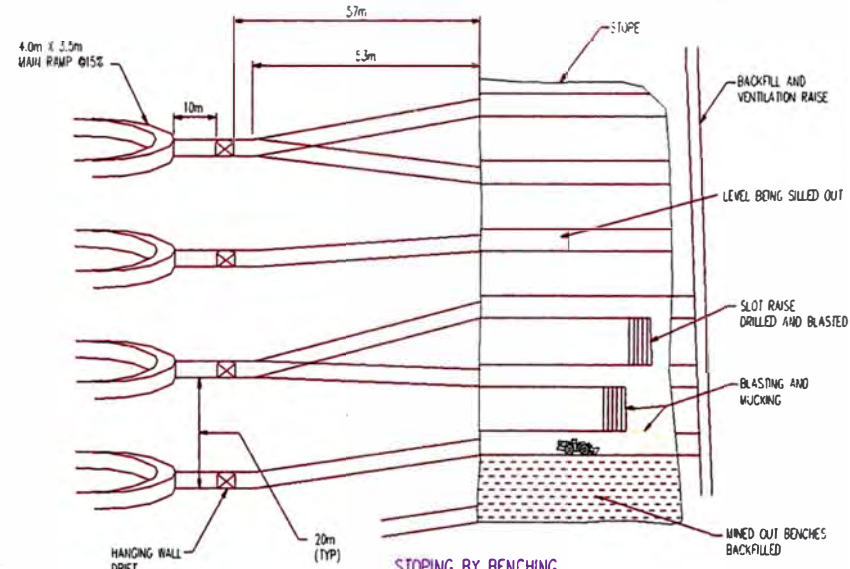
Un programa de perforaciones explorativas será requerido para clasificar las reservas debajo del nivel -600. La plataforma de perforación estará ubicada en el nivel -600 y de varias estaciones se ejecutarán las perforaciones en la zona sur y norte. El nivel -600 estará ubicado a 90 metros de la caja piso-techo de los cuerpos (ver plano 2)

Las perforaciones de definición de las zonas de mineral son importantes para ubicar correctamente los desarrollos del subnivel y taladros de producción.

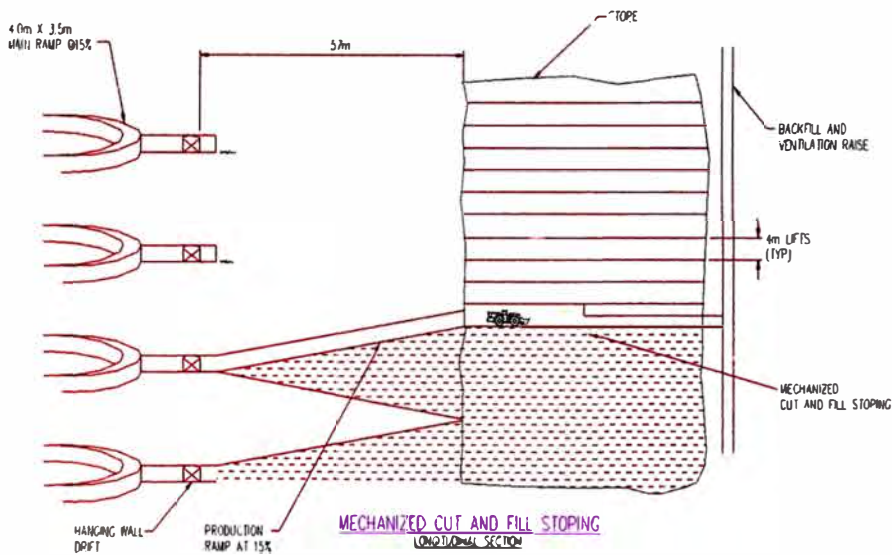
# ALTERNATIVAS ANALIZADAS



SUBLEVEL STOPPING  
LONGITUDINAL SECTION



STOPPING BY BENCHING  
LONGITUDINAL SECTION



MECHANIZED CUT AND FILL STOPPING  
LONGITUDINAL SECTION



A partir de las rampas en espiral # 1 y #2, se excavarán cruceros de accesos entre la rampa y el subnivel en la caja techo (ver figura 3). El subnivel en la caja techo se excavará a lo largo de los cuerpos mineralizados en cada zona, de tal manera que permite acceder a cada cuerpo a través de un cruceo entre el subnivel y el cuerpo mineralizado. Se excavarán subniveles en la caja techo en intervalos de 20 metros (ver figura 4).

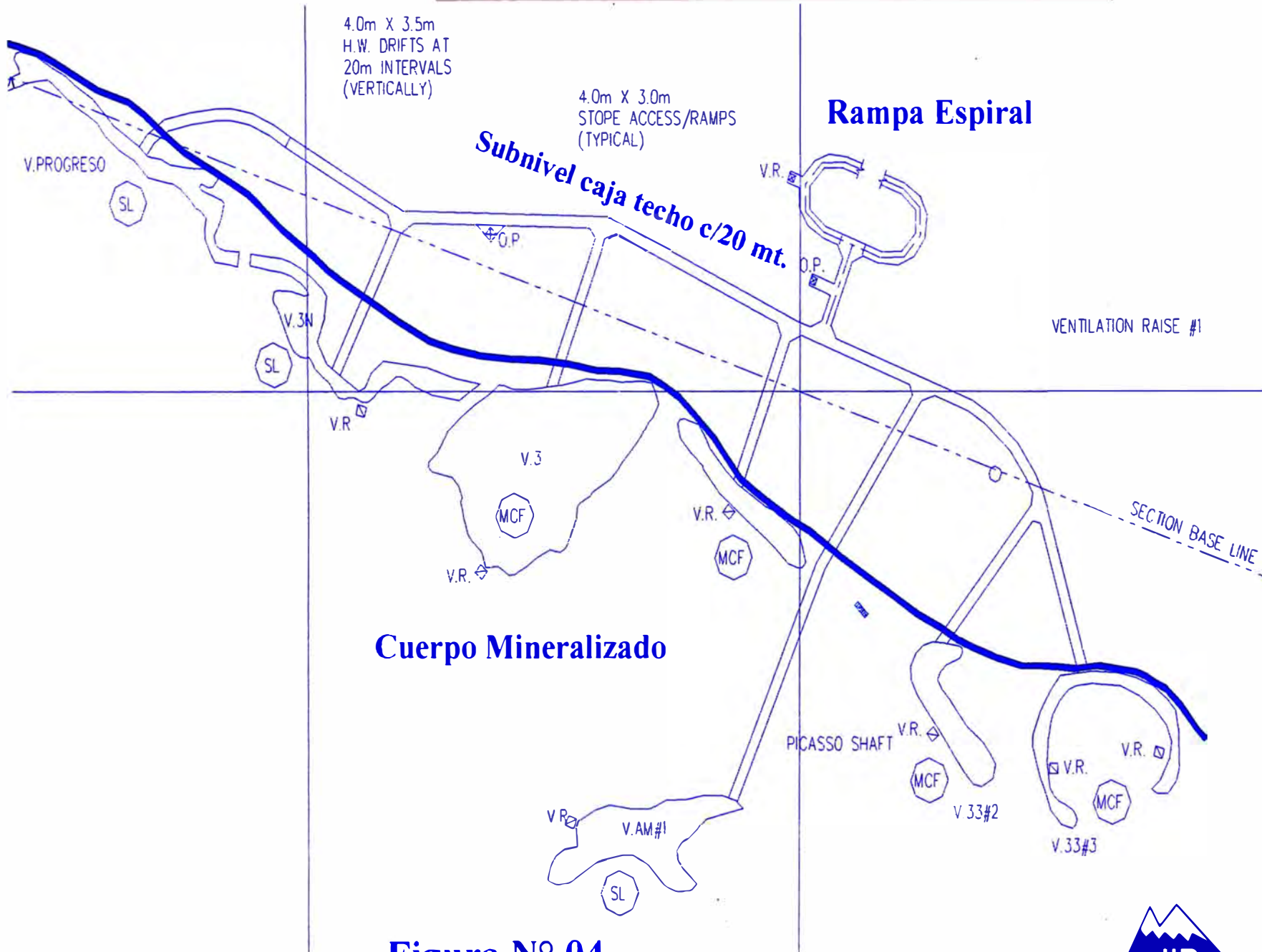
Considerando las condiciones geológicas y forma del yacimiento, se plantea la utilización de 4 métodos de minado:

- Corte y Relleno Ascendente con Equipo Cautivo
- Corte y Relleno Ascendente con Equipo Libre
- Explotación por Subniveles
- Benching

## **6.2 CORTE Y RELLENO ASCENDENTE CON EQUIPO CAUTIVO**

Analizado en el punto 1.1.3

# ALTERNATIVAS DE MINADO



**Figura N° 04**



### **6.3 CORTE Y RELLENO ASCENDENTE CON EQUIPO LIBRE**

#### **Preparación**

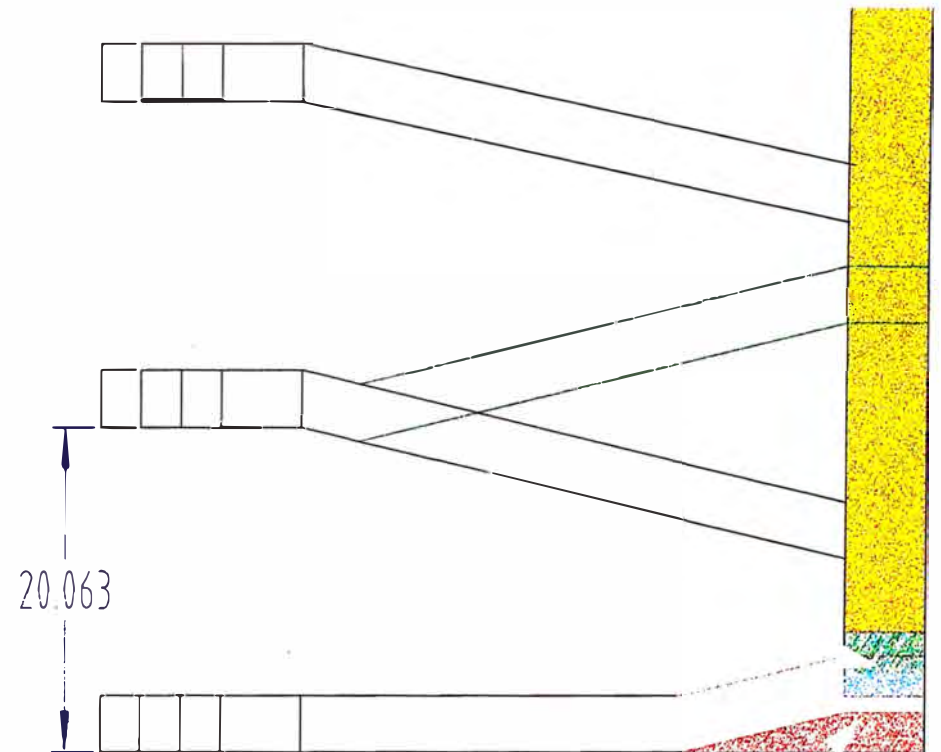
Cada tajeo será iniciado con excavaciones de una rampa descendente de acceso con una pendiente de  $-15\%$ , desde el subnivel en la caja techo hacia el cuerpo y se abrirá en todo lo ancho, lo que permitirá ubicar el siguiente contacto, si es algo irregular. Finalizada la explotación en piso, se ejecutarán excavaciones con realce del techo en la rampa de acceso al cuerpo mineralizado para iniciar la explotación del nuevo piso y esta secuencia se repetirá hasta convertir la rampa de acceso en  $+15\%$  de gradiente (ver figuras 5 y 6), y entonces se iniciará el acceso a partir del subnivel inmediato superior.

#### **Explotación**

La perforación será del tipo “Breasting”, utilizando el mismo equipo de perforación para la preparación. Para la voladura se utilizará cargadores de Anfo neumático, montados sobre un camión diesel. La producción será de 165 TM/disparo. Para el acarreo se utilizará equipos LHD de 6.0 Yd<sup>3</sup> diesel. Que transportará el mineral desde los tajeos hasta el “ore pass”. Todos los tajos estarán desarrollados

# SECUENCIA DE MINADO

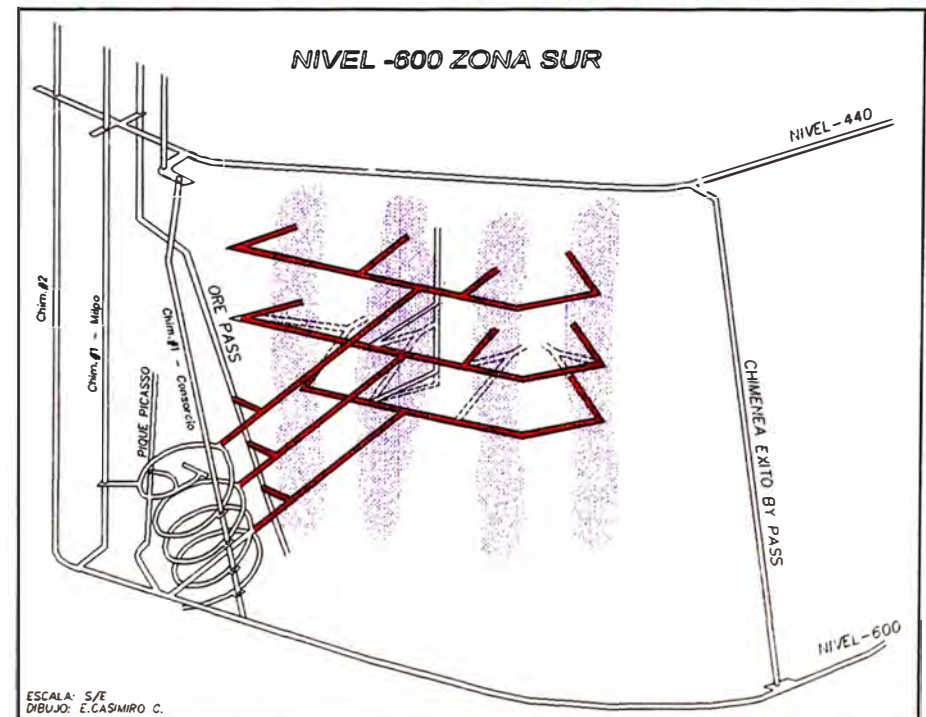
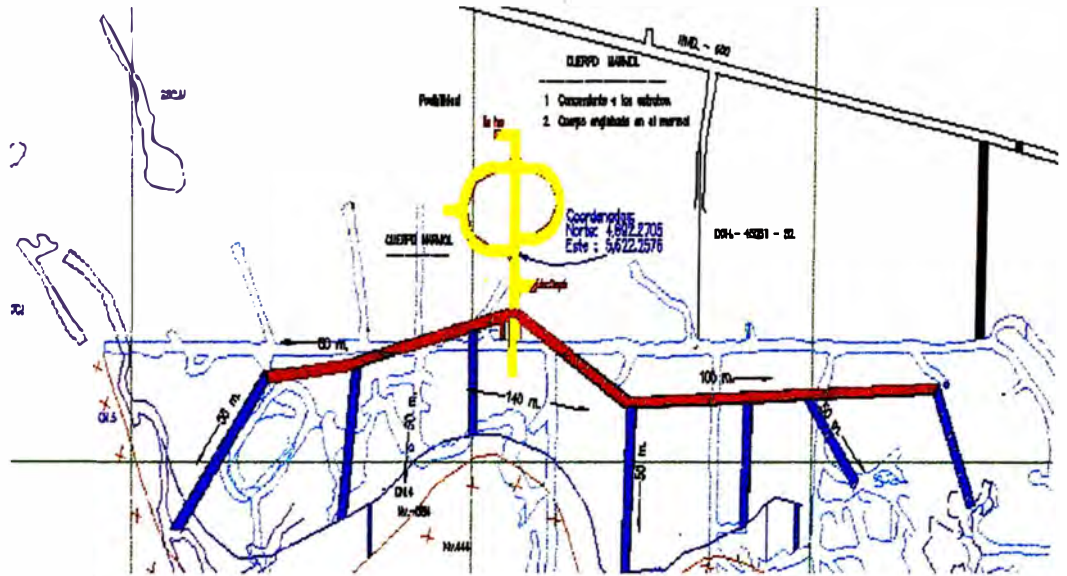
- ◆ **LA EXPLOTACION SE INICIA EN EL NIVEL 600.**
- ◆ **REALCE DEL TECHO CON GRADIENTE 15%**
- ◆ **ACCESO SUPERIOR.**



# ACCESO A LOS TAJEOS

◆ A PARTIR DE LA RAMPA SE CORRE SUBNIVELES DE LOS CUALES SE ENTRA A LOS CUERPOS MINERALIZADOS

◆ LA ALTURA ENTRE CADA SUBNIVEL SERA DE 20 M.





secuencialmente de tal manera que el 64% se encuentre en la fase de producción y el 36% en relleno (ver figuras 7 y 8)

## **Servicios**

En cada tajeo se excavará 1 chimenea de ventilación que estará comunicado al sistema principal de ventilación.

Esta chimenea servirá también para instalar las tuberías de relleno hidráulico.

El sostenimiento se realizará después de la limpieza de mineral, con plataformas hidráulicas para poder llegar al techo del tajeo, desquinchar las rocas sueltas y luego colocar los pernos de fricción.

El acceso para la supervisión, auxilio mecánico y otras áreas de servicio será a través de la rampa de acceso mediante camionetas de doble tracción.

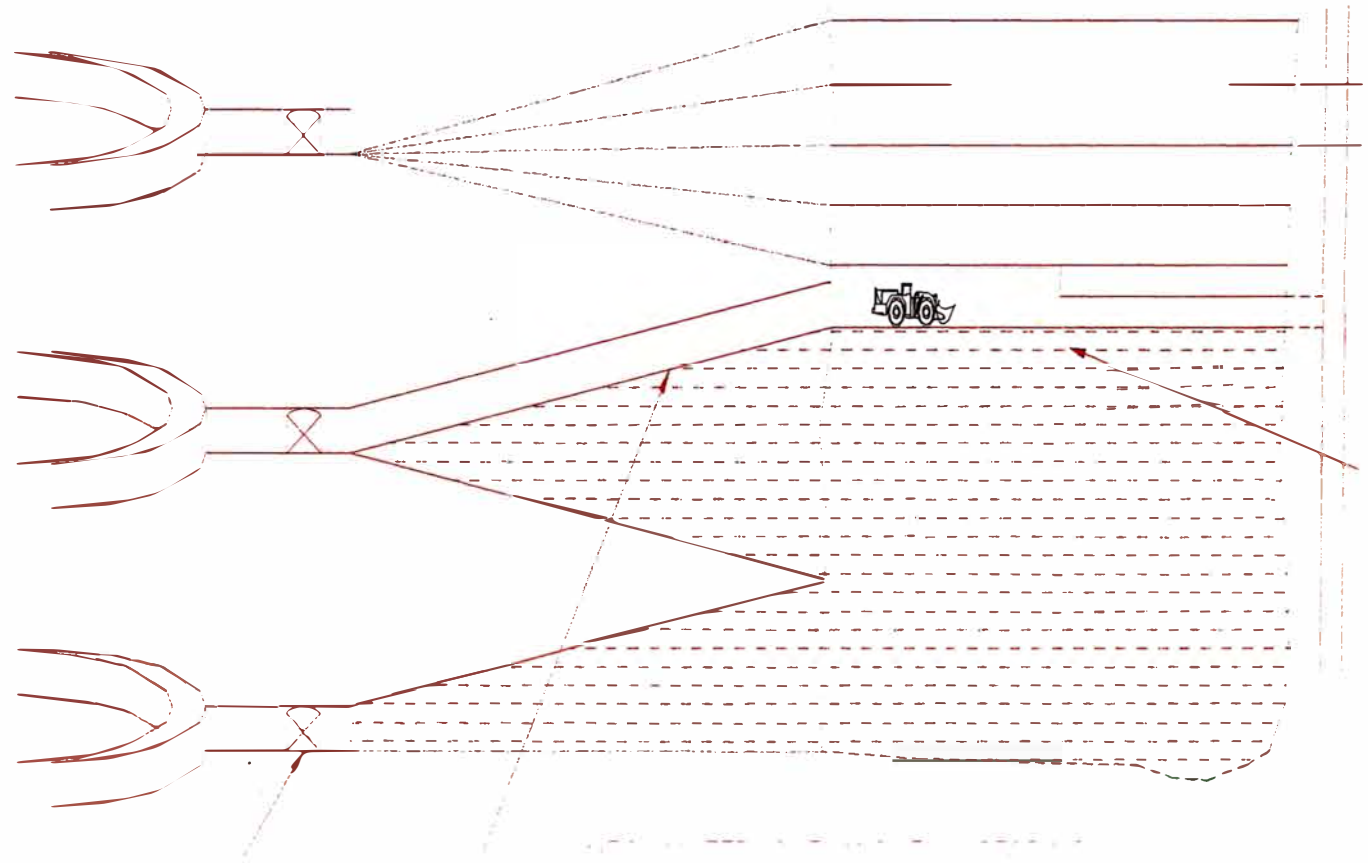
## **6.4 SUBNIVELES Y BENCHING**

### **Aspectos Generales**

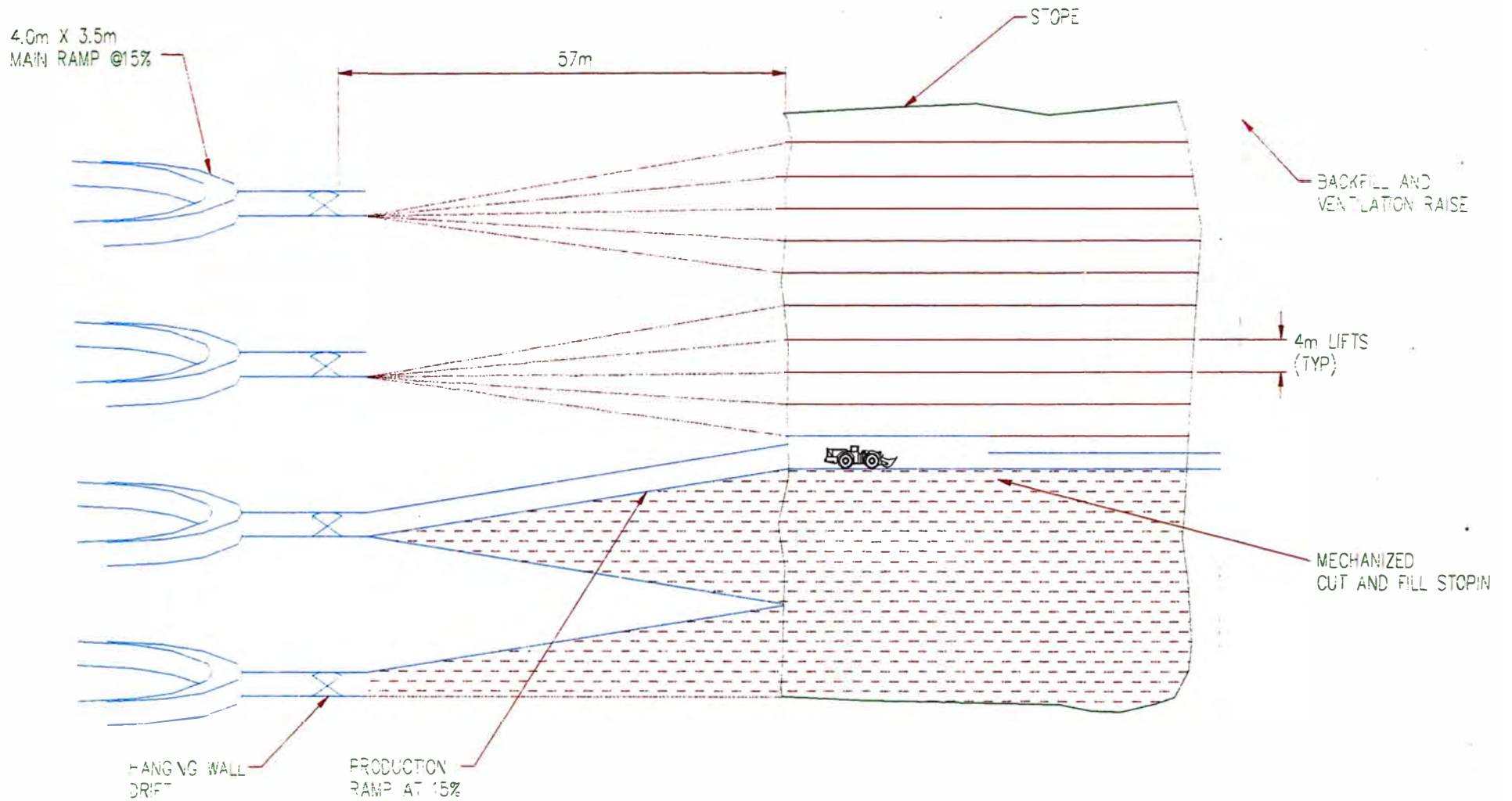
El método de subniveles tendrá bancos con intervalos de 20.0 metros y el “Benching” bancos de 12 metros. Muchos de los tajeos por subniveles y “Benching” serán adyacentes, y serán minados longitudinalmente. Estos tajeos estarán separados por pilares no recuperables.

# PERFORACION EN BREASTING

- ◆ Perforación horizontal
- ◆ Estabilidad de techo
- ◆ Alto control de dilución
- ◆ Alto factor de Seguridad

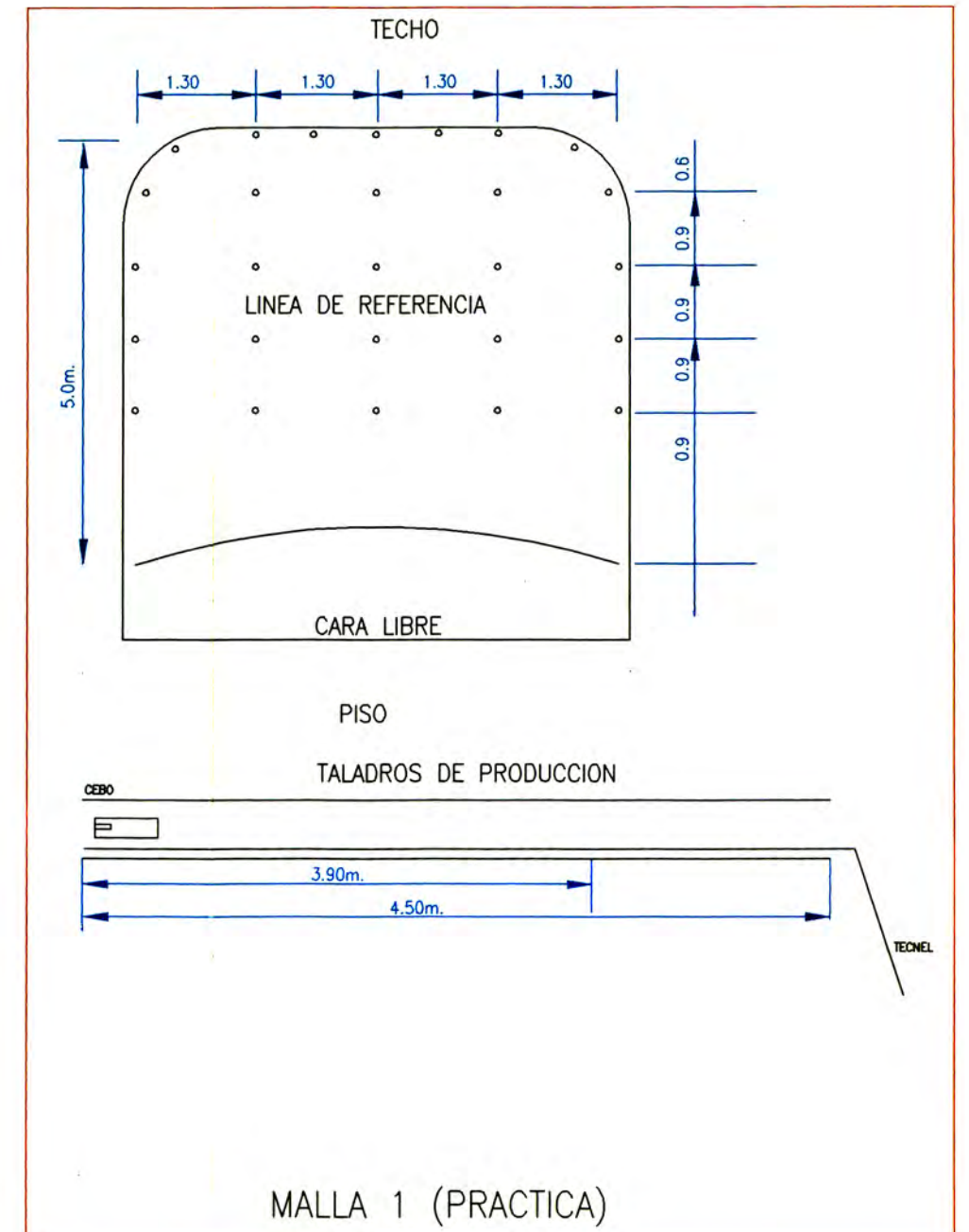
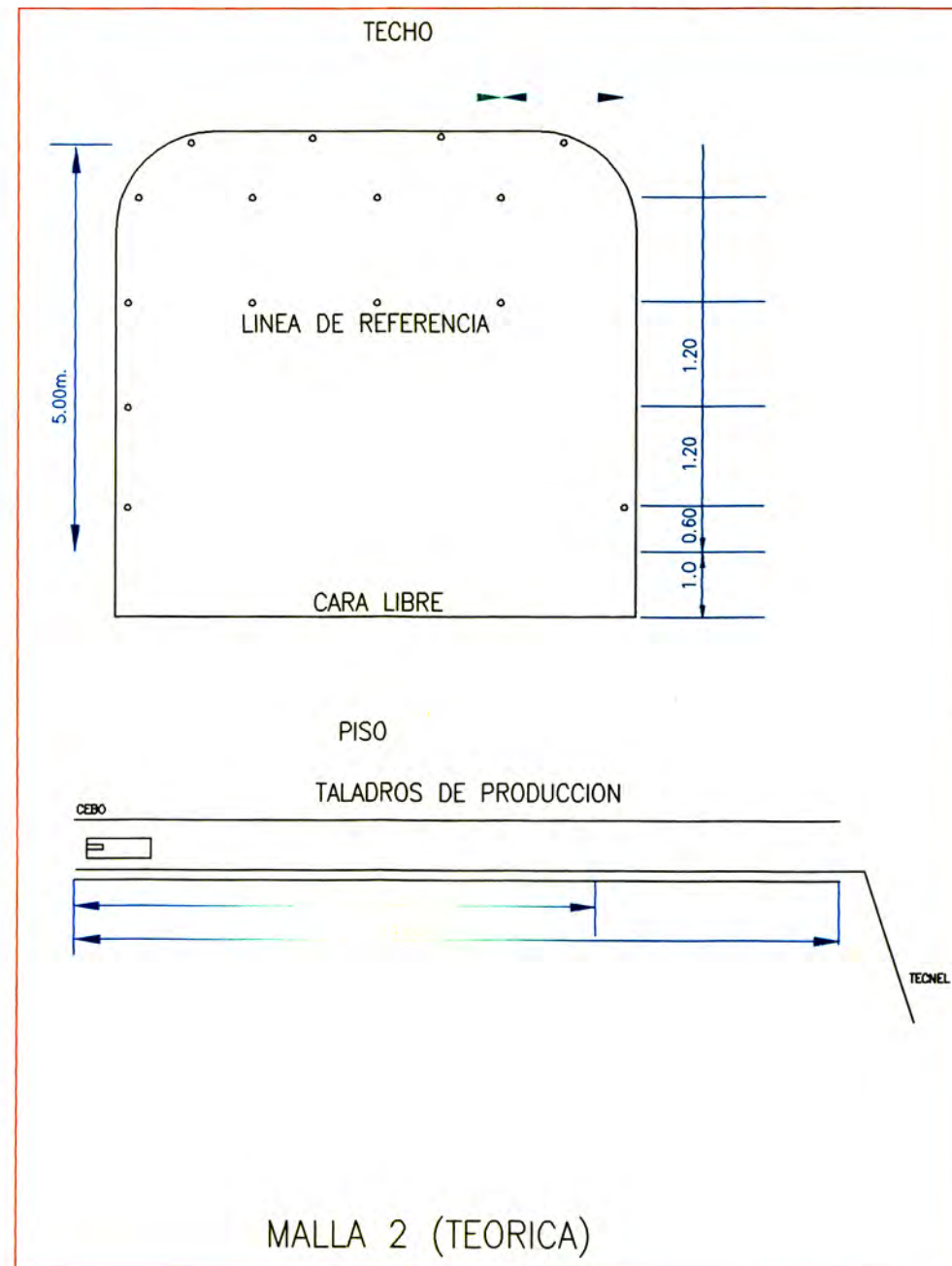
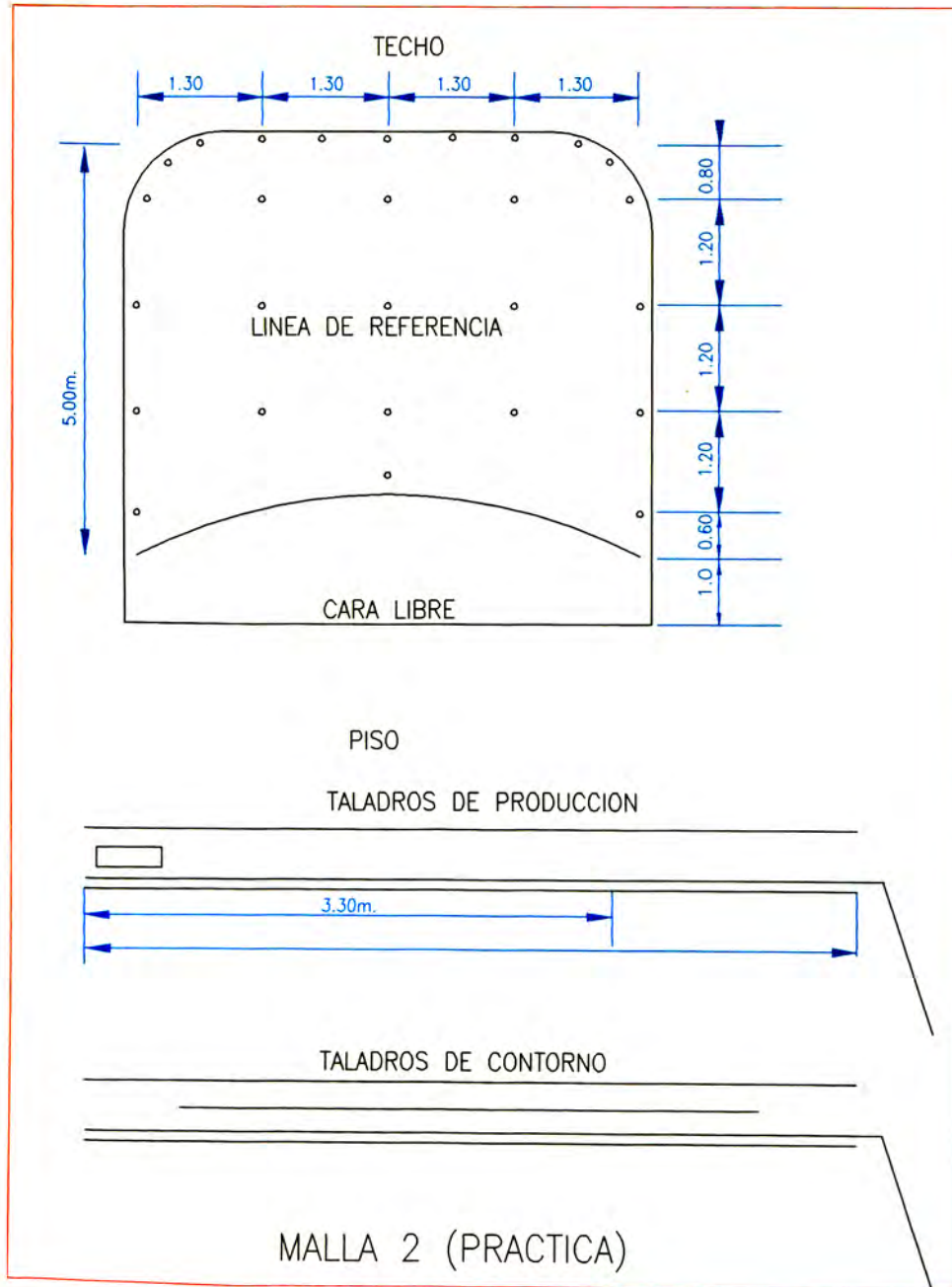


**FIGURA N° 08**



MECHANIZED CUT AND FILL STOPING  
LONGITUDINAL SECTION

# PERFORACION EN BREASTING



## **Preparación**

Ambos métodos serán preparados y minados en fases similares. La preparación consistirá en abrir el nivel inferior de cada tajeo.

En cada cuerpo mineralizado se construirá una chimenea de ventilación y esta a su vez servirá para el transporte de relleno hidráulico.

En caso de que el ancho del cuerpo sea mayor de 12.0 metros, se dejará un pilar de 4.0 metros de ancho entre la caja piso y caja techo. Este pilar será recuperado durante la fase de producción con un sostenimiento previo a la extracción.

El sostenimiento con cables puede ser requerido en la caja piso, dependiendo de las condiciones del terreno.

## **Explotación**

La producción de mineral será el producto de la voladura del banco intermedio. Aunque los taladros pueden ser perforados de cualquier nivel inferior o superior, se recomienda la perforación del nivel superior hacia el inferior. De igual manera, no se recomienda la eliminación de cada segundo subnivel para reducir las labores de desarrollo, pues aumentarán los problemas de dilución por la mayor área abierta al mismo tiempo.

Cuando se tiene establecida la forma del cuerpo, entonces se podrá eliminar el subnivel alterno. La perforación de taladros hacia abajo permitirá más flexibilidad en

el ciclo de minado, ya que al mismo tiempo se podrá ejecutar el acarreo en el nivel inferior.

La chimenea “Slot” será perforada de arriba hacia abajo. Algunos tajeos podrán requerir más de un “Slot”. La malla de perforación diseñada es de 1.5 X 1.5 metros con taladros paralelos de 54 mm y con la misma inclinación del cuerpo mineralizado. La voladura será con Anfo; si se observa la presencia de agua, se empleará explosivos resistentes a éste.

El “Slot” será abierto primero para tener una cara libre a los taladros de producción.

El acarreo del mineral del tajeo será con equipo LHD a control remoto.

No será necesario el uso de camiones para el transporte de mineral, que será descargado al “ore pass” localizado en cada rampa espiral. El mineral mayor de 8” a 12” será roto un romperocas móvil. El ciclo estima que el 67% de los tajeos estará en producción, mientras que la diferencia, en fase de relleno hidráulico (ver figura 4).

## 6.5 CUADRO COMPARATIVO

De acuerdo a pruebas realizadas en el nivel -600, con perforación en breasting y por experiencia en tajos pilotos de explotación por subniveles ( Nv -280), así como datos estadísticos reales de sostenimiento y cálculos teóricos para el método de Benching, se tiene el siguiente cuadro

**Tabla 7.0**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Corte y Relleno Equipo Cautivo</b>	<b>Corte y Relleno Equipo Libre</b>	<b>Subnivel Benching</b>
Seguridad		Regular	Bueno	Regular
Productividad	Ton/hbre.-gdia.	35	62	70
Costos	US\$/ton	15.7	14.25	13.96
Minado		13.32	13.28	12.73
Sostenimiento		2.38	0.97	1.23
Dilución %		17	17	30

## **7.0 RESUMEN**

### **7.1 JUSTIFICACION DE ALTERNATIVAS DE MINADO PROPUESTAS**

- El método de Corte y Relleno Ascendente es ampliamente conocido por el personal de la Mina El Porvenir.
- Se hicieron pruebas y evaluaciones en 02 tajeos para aplicar una variante del método por Subniveles, teniendo la oportunidad de utilizar el sistema de sostenimiento con cables cementados en estos tajeos (Nv -280).
- Debido a estos factores es que se buscaron métodos que no sean muy desconocidos al personal y que se adecuen al tipo de yacimiento.
- Se tiene que considerar que se tiene una roca encajonante muy mala en la caja piso ( intrusivo alterado).
- En el Nv -440, se realizó una modificación al método de Corte y Relleno Ascendente con Equipo Cautivo, construyendo un rampa de acceso libre que sea útil para 03 tajeos, teniendo buenos resultados.
- El control de dilución es muy importante, el método de Corte y Relleno Ascendente con Equipo Cautivo nos permite hacer una buena selección del



mineral roto en tajo, es un factor muy importante para determinar el método de explotación a seleccionar.

- El factor seguridad es muy importante para la selección del método a emplear, ya que el yacimiento es altamente riesgoso, considerando que a mayor profundidad existen presiones laterales que hacen más inestables las rocas encajonantes.

## 7.2 CONCLUSIONES

- Milpo se ha trazado responder a los cambios estructurales del yacimiento
- Con el método a seleccionar se incrementará la productividad
- Referente a la profundización de la Mina El Porvenir:
  - Taladros diamantinos de prueba deben ser perforados en el área de profundización del Pique.
  - Debe efectuarse una auditoría geológica.
  - Profundizar el Pique Picasso hasta el nivel -850, en una primera fase.
  - Desarrollar la Mina El Porvenir según la infraestructura diseñada en este estudio.
- Referente al Método de Explotación se puede apreciar en el cuadro comparativo (tabla N° 7) que el incremento de la productividad del método de explotación de corte y relleno con equipo libre versus corte y relleno con equipo cautivo es de 27 Ton/hbre-gdia, acompañado de un buen sistema de seguridad.

### **7.3 RECOMENDACIONES**

- Se requiere efectuar trabajos de exploración y perforaciones de definición a fin de obtener con mayor precisión el nivel de reservas.
- Es importante delimitar los cuerpos mineralizados mediante sondajes diamantinos.
- Optar por un sistema de seguridad, que contemple las condiciones geológicas del yacimiento a profundidad.
- El uso de plataformas “scissorlift” en la mina y perforadoras tipo stopper para desatado y empernado.
- La aplicación del Método de Explotación de Corte y Relleno Ascendente con Equipo Libre altamente mecanizado permitirá reducir los costos actuales de minado.
- Analizar la alternativa más apropiada para la empresa sobre el requerimiento oportuno de reemplazo de flota de transporte de mineral, para poder cumplir con el programa de producción mina.

#### **7.4 BIBLIOGRAFIA**

- **XXIII Convención de Ingenieros de Minas del Perú : Plan de Minado Nv –440 a Nv –770 de la compañía Minera Milpo S.A.**
  - **Autor : Carlos A. Barrena Chávez**
  
- **Tesis : Alternativa de profundización de la Mina El Porvenir de la Compañía Minera Milpo S.A.**
  - **Autor : Ing° Ernesto Zelaya Pflucker**
  
- **Informe de Geología : Compañía Minera Milpo S.A.**
  - **Autor Ing° Juan Medina Z.**
  
- **Reforzamiento por cables cementados en explotación subterránea**
  - **Autor : Ing° Juan Luque L.**
  
- **Informe de Prácticas Pre-Profesionales : Compañía Minera Milpo S.A.**
  - **Autor : Carlos A. Barrena Chávez**
  
- **Informes internos mensuales : Compañía Minera Milpo S.A.**