

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

---

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALURGICA



---

## SOSTENIMIENTO EN LA MINA MILPO

Unidad Minera "EL PORVENIR".

---

## INFORME DE INGENIERIA

Para optar el título de:

**INGENIERO DE MINAS**

**Presentado por:**

Bachiller MARCO ANTONIO ALARCÓN SÁNCHEZ

LIMA – PERU

2006

## INDICE

### INTRODUCCIÓN.

<b>1. VISTA PANORÁMICA DEL GRUPO MILPO.....</b>	<b>1</b>
Mina El Porvenir.....	2
Gestión Minera S.A.....	3
Minera Pampa de Cobre.....	4
Proyecto Cerro Lindo.....	5
Mina Iván.....	6
<b>2. GEOLOGÍA DE LA MINA MILPO</b>	
2.1 . Ubicación y Acceso.....	11
2.2 . Fisiográfica.....	12
2.3 . Clima y Vegetación.....	13
2.4 . Historia.....	14
2.5 . Estratigrafía.....	15
2.6 . Geología Estructural.....	16
<b>3. MINADO EN LA MINA MILPO</b>	
A. Método de Explotación.....	20
B. Ciclo Minado.....	23
3.1 . Perforación de Rocas.....	29
3.2 . Voladura de Rocas.....	32
<b>3.3 . SOSTENIMIENTO.....</b>	<b>37</b>
• Tabla de sostenimiento para labores de explotación.....	39
• Gráficos de la mina por zona.....	40, 41
• Tiempo de auto soporte para Labores de producción.....	42
• Sistema grafico de caracterización de labores.....	43
3.3.1. Sostenimiento de Tajos de Producción.....	44
3.3.2. Descripción de los Elementos de Sostenimiento.....	46
A. Perno Mecánico.....	46
B. Split Set.....	49
C. Perno Helicoidal.....	52

## PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

- Desatado Manual.....56
- Sostenimiento Sobre Carga.....60
- Sostenimiento Sobre Scissor Lift.....65

### D. Cablebolting.....70

- Fuerzas y desplazamientos asociados a los Esfuerzos de un cable instalado.....75
- Diseño del Cableado.....77

## PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

- Sostenimiento con Cablebolting.....78

- Especificaciones de Perforación.....84
- Estándares de consumo.....85
- Mapa del tajo a sostener con Cablebolting.....86

### 3.3.3. Costos en Sostenimiento.....92

#### A. Costo Unitario de la instalación de Perno Mecánico, Perno Helicoidal, Split Set y malla.....92

#### B. Costo Unitario de la instalación de cables acerado.....94

### 3.4. Limpieza de Mineral.....98

### 3.5. Acarreo y transporte de Mineral.....99

## **3.6. RELLENO HIDRAULICO.....101**

### 3.6.1 Introducción.....101

### 3.6.2 Planta de Relleno Hidráulico.....102

- Silo de Acumulación.....104
- Tanque Mezclador.....105
- Tanque distribuidor.....105

### 3.6.3 Descripción del Proceso de Relleno Hidráulico.....108

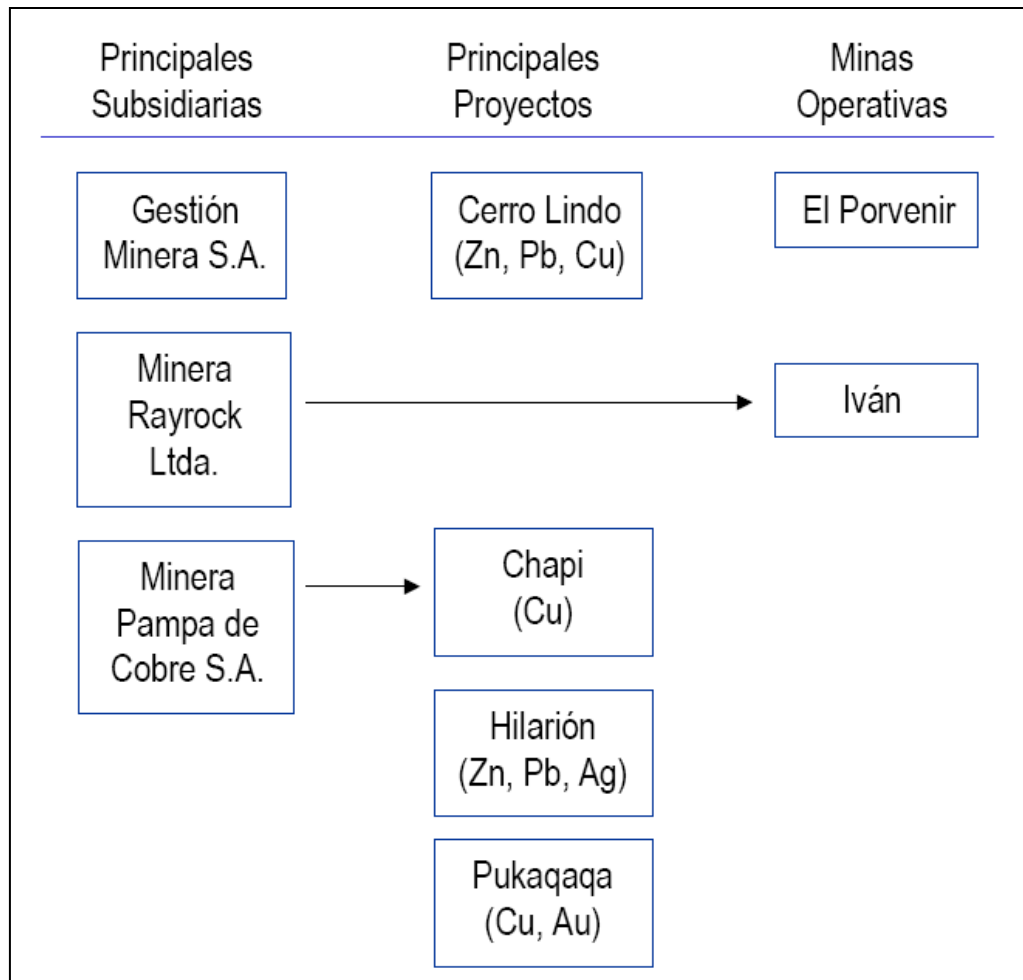
#### 3.6.3.1. Etapa de preparación del Relleno Hidráulico.....109

- Sistema de Agitación del Relleno Hidráulico.....111

3.6.3.2.	Etapa de transporte del Relleno Hidráulico.....	111
3.6.3.2.1	Red de relleno hidráulico.....	116
	• Calculo de las presiones de Llegada a los tajeos.....	116
	• Cálculos de las velocidades de flujo en Las tuberías.....	117
	• Análisis de malla del relave final de Planta concentradora.....	119
	• Factor de fricción de Darcy.....	121
	• Perdida de Presión por accesorios.....	122
	• Evaluación de la perdida total de Presión y verdadera presión de llegada al tajo por zonas.....	123
	• Distribución de la empaquetaduras en los Hidrociclones.....	124
	• Empaquetaduras para reducir diámetro del Apex.....	125
3.6.3.3.	Etapa de Rellenado.....	126
	• Preparación de la labor.....	126
	• Rellenado.....	127
	• Drenaje de relleno hidráulico.....	127
3.6.4.	COSTO UNITARIO DE RELLENO HIDRAULICO...	131
<b>4.</b>	<b>SEGURIDAD MINERA .....</b>	<b>134</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>139</b>
<b>6.</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>141</b>

## 1. VISTA PANORAMICA DEL GRUPO MILPO

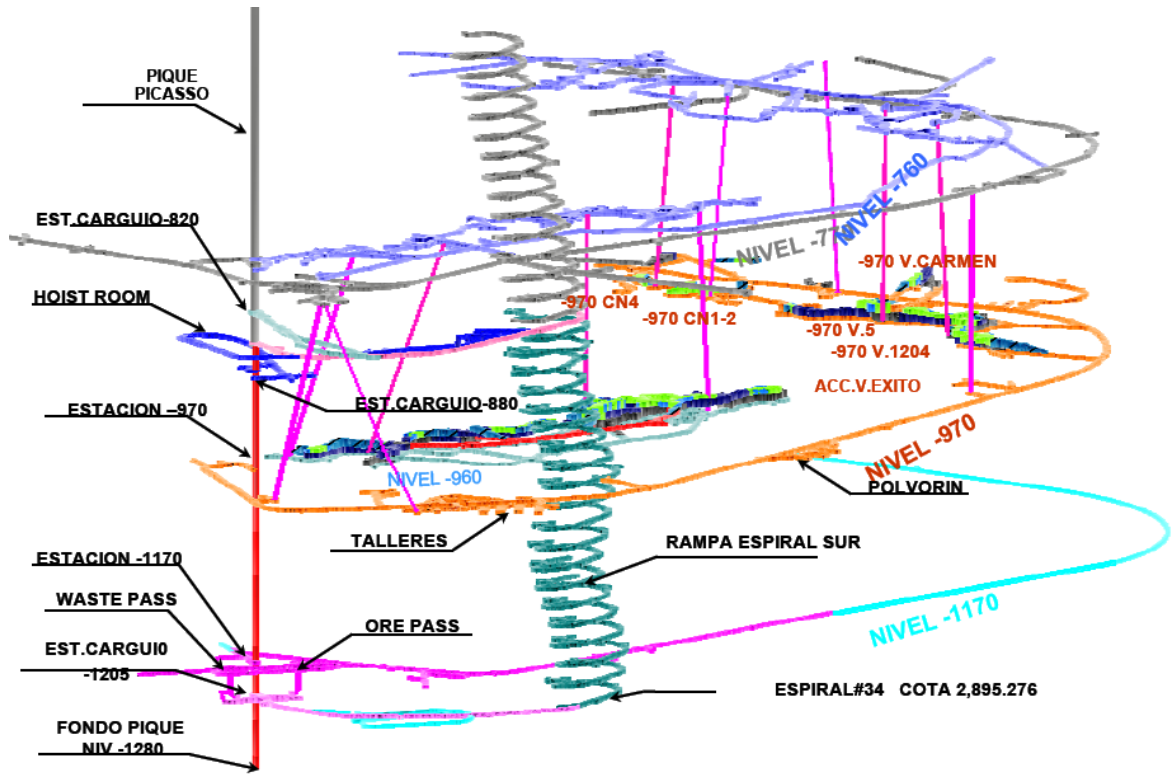
Milpo es un grupo minero con 55 años orientado al desarrollo y operación de minas medianas, productoras de Zinc, Cobre, Plomo, Plata y Oro. Actualmente, junto con sus dos unidades operativas, la mina El Porvenir y la mina Iván, la empresa cuenta con una interesante cartera de proyectos, en diferentes estados de avance. Asimismo, parte importante del Grupo son sus subsidiarias Gestión Minera, empresa de ingeniería y construcción dedicada a la prestación de servicios dirigidos al sector minero y minera Pampa de Cobre, titular del proyecto de Cobre Chapi



## **MINA EL PORVENIR**

- Mina subterránea de Cerro de Pasco – Perú.
  - Produce concentrados de Zinc, Plomo y cobre con contenidos de Oro y Plata.
  - Ventas anuales de US\$ 63 millones aproximadamente.
  - El complejo minero – metalúrgico de El Porvenir tiene áreas principales claramente definidas: explotación, desarrollo, preparación y explotación de mina (minería subterránea con corte y relleno ascendente, el relleno es hidráulico) y una planta concentradora (concentración por flotación diferencial).
  - El Porvenir cuenta con una Central Hidroeléctrica (La Candelaria) y una Central Termoeléctrica.
  - El Porvenir es una de las minas mas profundas de Latinoamérica.
  - Luego de una inversión superior a US\$ 6.7 millones durante cinco años, la empresa culmino exitosamente la realización de su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental – PAMA.
  - A la culminación del PAMA, se sumo la recertificacion de su Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001, al haber cumplido con todos los requerimientos de la Auditoria practicada por su consultora SGS Internacional Certification Services Inc.
  - Ambos logros son el resultado de la política responsable para el cuidado del medio ambiente puesta en práctica por Milpo, en beneficio de la población de su entorno y demuestra que la actividad minera puede desarrollarse sin afectar al medio ambiente.
-

VISTA EN 3D MINA MILPO



GESTION MINERA S.A. – GEMIN



Empresa de Ingeniería y Construcción dedicada a la prestación de servicios mineros, principalmente en proyectos de profundización, expansión y operación en minería subterránea.

Durante el 2003, GEMIN realizó los siguientes trabajos en la Mina El Porvenir:

- ✓ Ingeniería y Supervisión del Proyecto de Profundización – Fase II
- ✓ Construcción del Proyecto de Profundización – Fase II
- ✓ Preparación y desarrollo de la Mina
- ✓ Levantamiento de la Presa de Relaves

Asimismo, durante el año, GEMIN participó activamente en la revisión de los estudios tanto del Proyecto Chapi como Cerro Lindo.

Gracias a la experiencia de los profesionales de GEMIN, de manera paralela a los servicios prestados dentro del Grupo Milpo, se ejecutaron servicios de ingeniería en proyectos de expansión de minas y profundización a diversas empresas nacionales y extranjeras. Dentro de éstas, se podría mencionar a:

- ✓ COMSUR, Mina Don Mario (Bolivia)
- ✓ PAN AMERICAN SILVER, Expansión de la Mina Huarón (Perú)
- ✓ PAN AMERICAN SILVER, Due Diligence Proyecto “M”
- ✓ CONSORCIO MINERO HORIZONTE, Proyecto de Profundización (Perú)

El nivel de facturación durante el 2003 fue de US\$ 9.6 millones, aproximadamente. Durante el 2004, los ingresos esperados son de US\$ 14 millones.

---



## MINERA PAMPA DE COBRE – PROYECTO CHAPI



Subsidiaria del Grupo Milpo, titular del Proyecto Chapi:

- ✓ Ubicado en el departamento de Moquegua, a 57 kilómetros del límite urbano de la ciudad de Arequipa.
- ✓ Milpo espera invertir durante el 2004 y el 2005 US\$ 15 millones a fin de iniciar la operación del proyecto durante el 2005.
- ✓ Chapi producirá 80 TM de sulfato de cobre al día. Dicho sulfato equivale a 20 TM de cátodos de cobre.
- ✓ En Chapi, el método de explotación que será utilizado es el de “cámaras y pilares”.

## PROYECTO CERRO LINDO



Ubicado en el departamento de Ica.

Milpo ha establecido la viabilidad de una operación subterránea polimetálica con una capacidad de tratamiento por flotación de 5000 toneladas de mineral por día.

La inversión requerida para poner operativo el Proyecto será de, aproximadamente, US\$ 65 millones.

Milpo planea realizar dicha inversión entre el año 2005 y 2006, a fin de iniciar la operación del mismo durante el 2007.

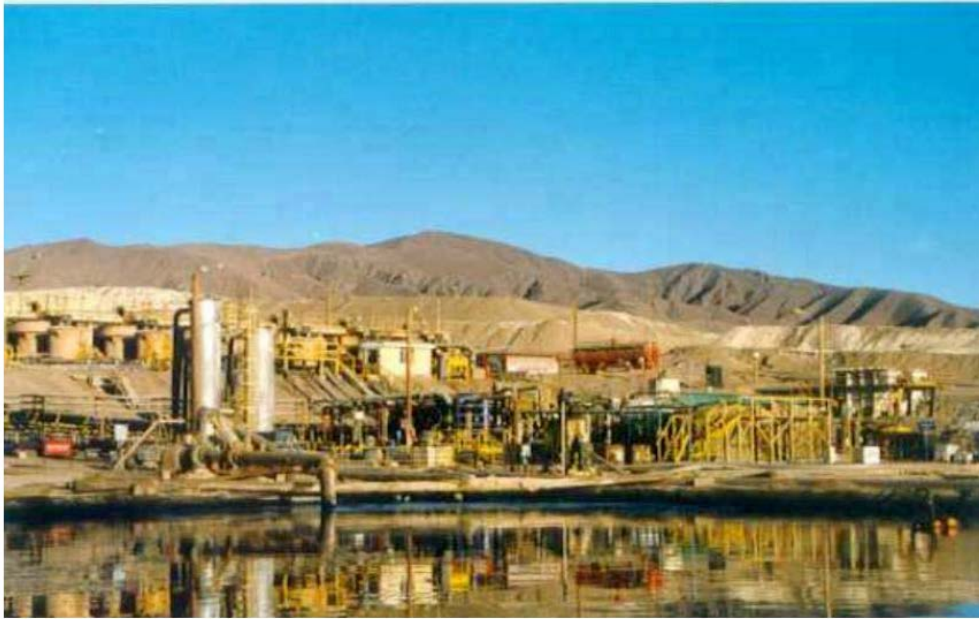
Se espera producir anualmente, un promedio de:

- ✓ 110,000 TMS de concentrados de zinc
- ✓ 12,500 TMS de concentrados de plomo
- ✓ 8,500 TMS de concentrados de cobre

En Cerro Lindo, el método de explotación que será utilizado es el “sub level stopping”.

---

## MINA IVAN



Adquirida en 1999 por MILPO.

Situada en Antofagasta, Chile.

Operación minera que incluye la explotación en minería subterránea (óxidos y sulfuros) y la compra de minerales de terceros.

Ambos minerales son procesados en pilas de lixiviación y posteriormente en la planta de extracción por solventes y electrodeposición, de donde se obtienen cátodos de cobre de alta pureza.

En el caso de los óxidos, la lixiviación es química (con ácido sulfúrico); en el caso de los sulfuros, es bacterial.

Capacidad de producción de la planta de electrodeposición es de 40 TM de cátodos de cobre al día.

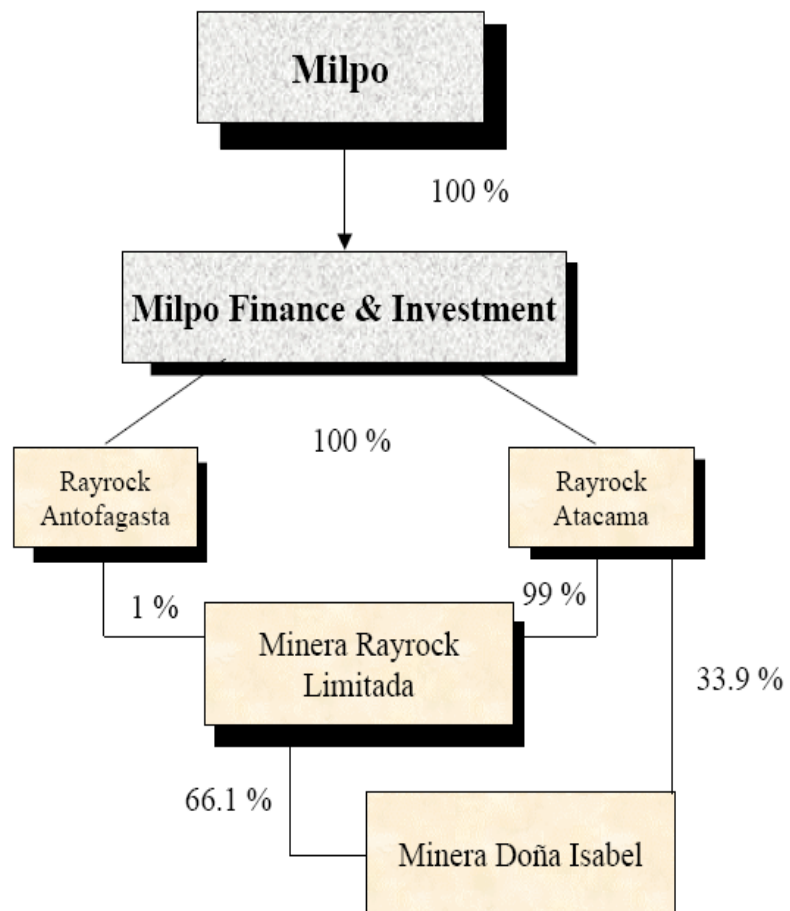
---

## ¿Cómo decide Milpo entrar a Chile?

- ✓ Antes de Milpo, Glamis Gold Ltd. era la propietaria de Minera Rayrock Ltda.
  - ✓ Glamis había realizado un take over sobre Rayrock meses atrás y decidió vender la propiedad por su deseo de mantener un enfoque estratégico en el oro y en el sudoeste de Estados Unidos y América Central.
  - ✓ Glamis contrató a Warrior para organizar y conducir un proceso de licitación para vender la Mina Iván.
  - ✓ Warrior y Glamis identificaron un número de empresas que pudieran tener interés en los activos.
  - ✓ La respuesta a esta convocatoria fue de 29 compañías de todo el mundo.
  - ✓ De éstas, 15 empresas visitaron el data room establecido en Chile por Glamis y Warrior.
  - ✓ Glamis recibió ofertas de 9 y permitió a 7 empresas visitar la Mina. Luego de las visitas, 5 compañías enviaron propuestas formales.
  - ✓ Milpo decidió participar en el concurso de licitación, emergiendo como ganador después de un proceso que involucró a varias compañías de diversas partes del mundo.
  - ✓ De acuerdo con Glamis, Milpo ganó la licitación debido a su oferta, su capacidad financiera y la seriedad con la que se había manejado la operación hasta la fecha
  - ✓ Así, en el mes de octubre de 1999, Compañía Minera Milpo adquirió por US\$ 21.1 millones de Glamis Gold Ltd., Minera Rayrock, propietaria de la Mina Iván y de aproximadamente 120,000 hectáreas de tierras con potencial cuprífero en el norte de Chile.
-

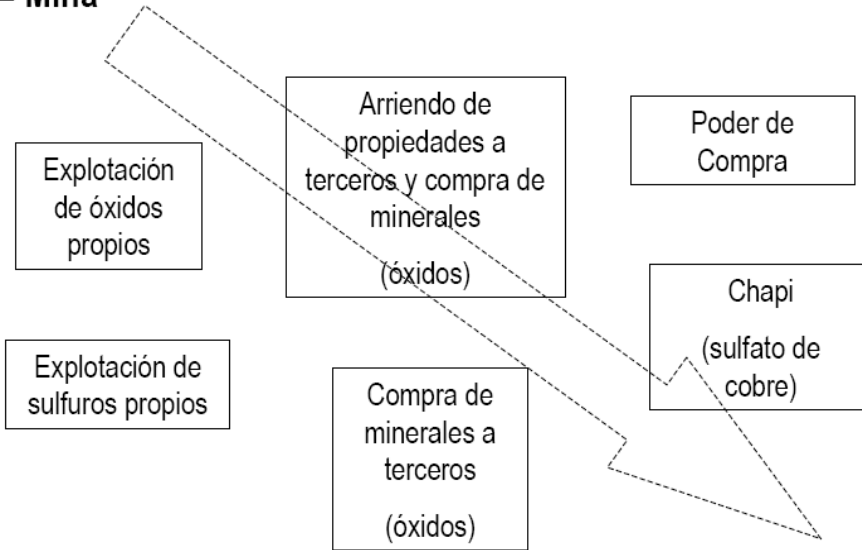
- ✓ Cabe resaltar que desde su adquisición hasta el 2003, Rayrock ha invertido alrededor de US\$ 12.6 millones, entre activo fijo, exploración y otros proyectos. Asimismo, en lo que va del 2004, éste monto asciende a US\$ 1.3 millones.
- ✓ Los siguientes gráficos muestran la Estructura Corporativa de Propiedad de Minera Rayrock, antes y después de la compra, así como la estructura actual.

## Estructura Corporativa de Propiedad: actual



## Estrategia de Milpo en Iván

Iván = Mina



Iván = Refinería



## 2. GEOLOGÍA DE LA MINA MILPO

### 2.1 UBICACIÓN Y ACCESO

EL yacimiento de Milpo pertenece políticamente al distrito de Yanacancha, provincia de Cerro de Pazco, de la Región Andrés Avelino Cáceres, está situada a 16 Km. al NE de la localidad de Cerro de Pazco.

Geográficamente se ubica en el tramo de la Cordillera Central que forma el nudo de Pazco, en el flanco Este de la Gran Falla Atacocha-Milpo, entre los ríos Tingo y Huallaga a la altura de 3900 m.s.n.m.

Su ubicación es la intersección de las coordenadas

**10° 35' de Latitud Sur**

**76° 12' de Longitud Este**

Es accesible mediante la carretera totalmente asfaltada Lima - La Oroya - Cerro de Pazco, con el siguiente Itinerario:

- Lima - La Oroya - Cerro de Pazco..... Asfaltados 305 Km.
- Cerro de Pazco – Milpo..... Afirmados 16 Km.

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





### FISIOGRAFÍA.

Se presenta como un valle interandino, fluvio-glaciar y presenta un relieve accidentado con abruptas pendientes, en la zona se dan indicios de gran actividad tectónica, seguido de profundos procesos erosivos. Es muy notorio el fenómeno de la erosión diferencial, así como la influencia de procesos cársticos y glaciares. La elevación más importante está representada por el cerro Kitty a 4380 m.s.n.m., gran parte del yacimiento se encuentra cubierto por material morrénico, acompañado de una vegetación propia de la región.

### CLIMA Y VEGETACIÓN.

El clima es seco y frígido, con poca vegetación, los pastos existentes sirven de forraje para el ganado, en la zona se notan dos estaciones bien definidas; con intensas lluvias (Noviembre - Marzo), y seca con fuerte sol y heladas el resto del año.

El clima es frígido, se acentúa más en el invierno, la temperatura suele variar desde un mínimo de 6°C bajo cero y hasta un máximo de 17°C sobre cero, la zona carece de vegetación agrícolas, de escasa ganadería. Los recursos hídricos son originados por las precipitaciones fluviales.



## 2.4 HISTORIA

La compañía minera Milpo fue trabajando esporádicamente desde fines del siglo XVIII, hasta que en año 1926, la firma Gallo Hermanos iniciaron los trabajos de exploración por la zona de Atacocha.

En lo referente a lo que actualmente son concesiones de la Compañía Minera Milpo S.A., el señor Augusto Arias fue el primer minero que hizo trabajos de explotación.

Transcurría el año de 1942, cuando los amigos y socios Aquiles Venegas F. Y Amador Nycander decidieron probar suerte en el Yacimiento de Milpo, tomaron por compra la concesión del señor Arias realizando trabajos de explotación en el área mineralizada. Eran tiempos en que no existían carreteras, había necesidad de ir a caballo, era una verdadera odisea llegar a la zona, solo existía frágiles chozas.

La mina comenzó a producir en pequeña escala y pronto viendo la necesidad de beneficiar el mineral, ellos buscaron la colaboración de sus antiguos socios: Ernesto Baertl S., Manuel Montori S. Y Luis Cáceres F., con quienes habían explotado antes otras minas, siendo conocidos como las “5 Barretas de Cuyuma” y constituyeron el “Grupo Promotor”.

El mineral que era extraído de esta mina tubo que ser beneficiado en Huaraucaca a 30 Km. de distancia, pero este grupo de hombres con gran esfuerzo montaron una planta de concentración en el mismo campamento.

Mas tarde ante la falta de capital decidieron ampliar la sociedad y entonces llamaron a otras 6 personas y todos aportaron S/. 1,000 Soles cada uno mensualmente, así se integraron los señores: Luis Picasso Perata, Agustina de Aliaga, Pablo Gallo, Pedro Montori, Eulogio Fernandini y Luis Remy

El 6 de Abril de 1949, se funda la Compañía Minera Milpo S.A.; luego de su fundación, la compañía instaló una planta concentradora de separación gravimetría que comenzó a prestar servicios en 1953, siendo la primera de su clase en el país. Estos adelantos y la instalación de un segundo molino que comenzó a funcionar en el año 1955, permitieron a la compañía duplicar la capacidad de beneficio.

Actualmente la capacidad de producción es mucho mayor por que la compañía cuenta con un sistema de explotación muy mecanizado, lo cual indica estar entre los principales

productores de concentrado de plomo, zinc y plata.

En el año de 1988 la Compañía Minera Milpo S.A., benefició la cantidad de 700,000 TMS de mineral, ubicándose entre una de las compañías más importantes del país en la mediana minería.

## 2.5 ESTRATIGRAFIA

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 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 ).

La 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 corresponde a los pisos, Noriano y Retiano de la formación Chambará.

### 2.5.1 GRUPO PARIA O PUCARÁ

Está constituido por calizas de color gris oscuro a negro parduzco con intercalaciones de lutitas, calcáreas, nódulos de Chert, con rumbo N20°W y buzamiento vertical que se presenta en capas de 0.1 a 0.5 m de espesor con una potencia total de 2000 m.

De acuerdo a la edad en este grupo se distinguen a su vez, tres subdivisiones: formación Chambará, Familia Aramachay y Familia Condorsinga, todas correspondiente a una face de deposición estrictamente marina.

### 2.5.2 FORMACIÓN CHAMBARÁ

Es la mas antigua del distrito y expone a los pisos calcáreos de la edad Triásico Superior: Craniano y Retiaro.

Entre los fósiles clasificados por Lisson, Steinman Jenks y Megard, se ha identificado en el presente estudio a las siguientes:

Myophorias parecidas a la M. Lisson Stein ( Fig. 57 ) y a la Pascoensis de los pisos Craniano – Noriano.

J. L. Guizado identificado además a las siguientes especies pertenecientes a los pisos Noriano – Retiano.

### 2.5.3 FAMILIA ARAMACHAY

Agrupada a las calizas que pertenecen a los pisos Hetangiano, Sinemuriano y Lotangiano de edad Jurásico Inferior o Liásico, caracterizada por la presencia de numerosos ammonites.

En los trabajos de campo realizados se logró recolectar e identificar en el examen paleontológico realizado por el Ing. J. L. Guizado por las siguientes especies fósiles:

- Gryphea, Darwin Forbes ( oestrea ) de edad liásica del Jurásico Inferior
- Terebrátula ovatisima ( braquiópodo ) del piso Lotaringiano
- Pentacrinus ct. Jurensis ( tallo ) del piso Hetangiano
- Rhynchonella tetraedra ( braquiapodo ) del piso Lotaringiano.

### 2.5.4 FAMILIA CONDORSINGA

Estas calizas con características similares a la familia Aramachay y en general al grupo Pucará, pertenecen al Jurásico medio o Dogger. De acuerdo con F. Megard estarían presentes los pisos, Pliensbachiano, Domeriano y Taorciano y faltarían los pisos correspondientes al Jurásico superior o Malm por haber sido erosionados durante la tectogénesis Nevadiana.

En el presente trabajo se ha logrado recolectar e identificar la siguiente especie fósil:

- Astarte Andium ( braquiapodo ).

### 2.5.5 GRUPO GOYLLARISQUIZGA

Yace en discordancias aparente o dudosa sobre el Pucará, debido a que la falla Milpo – Atacocha junta a estas formaciones una al lado de otra.

Tiene una litología muy variada representada por las siguientes rocas:

- Areniscas arcósicas de grano variable de colores desde gris a pardo claro.
- Cuarcitas impuras de grano medio de color gris claro.
- Lutitas de color gris verdoso.
- Lavas basálticas de textura amigdaloides de color gris a pardo verdoso.
- Algunas capas de carbón características.

Este grupo tiene rumbo N-S y buzamiento 53°E y presenta en capas de 0.2 a 0.8 m de espesor con una potencia total de 300 m.

No existen fósiles conocidos en la región, pero se asigna a este grupo una edad Cretácea inferior o Neocómica pisos Barreniano y Aptiano.

La litología del grupo, corresponde a una deposición francamente continental que es característica de Cretáceo Inferior de la región andina.

#### 2.5.6 FORMACIÓN MACHAY

Yace en concordancia paralela sobre el grupo Goyllarisquizga, con rumbo y buzamiento similar a este grupo, esta representada principalmente por calizas arenosas de color gris y pardo claro a amarillento, en bancos de 0.1 a 0.4 m de espesor, y horizontes interestratificados de basalto de color marrón de textura amigdaloides, con una potencia de 100 m.

#### 2.5.7 ROCAS INTRUSIVAS

Estas tienen una relevante importancia, tanto en la génesis del yacimiento, como también en la localización, magnitud, y mineralización de los cuerpos y vetas existentes. Las intrusiones de Milpo- Atacocha de edad terciaria, estarían relacionadas ( K.A. M. Gunnesch ) al cinturón magmático cenozoico situado al este del batolito Costero y directamente al batolito de la Cordillera Blanca del cual , constituirían stocks hipabisales asociadas a un sistema de fallas profundas ( de dirección andina ), relacionadas al tectonismo andino.

Estos stocks hipabisales ocurren en el distrito como cuerpo de 1 Km<sup>2</sup> de extensión, donde se pueden individualizar tres : Santa Bárbara, San Gerardo y Milpo. A estos stocks intrusivos mayores, existen numerosos diques y sills de composición también hipabisales, que intruyen a la formación Pucará hacia el techo y cerca de la formación Goyllarisquizga, alineados según la estratificación de N a S y emplazados, utilizando como vías de acceso la falla Milpo – Atacocha. Fallas adyacentes y fracturas pre-existentes.

En los contactos las calizas presentan, un halo de alteración, de silicatos de metamorfismo o skarn y mármol, estos halos son irregulares en extensión de escasos centímetros a mas de 100 m de ancho.

Estudios físicos – químicos realizados por K.A. y M Gunnesh ( 1987 ) concluyen, en que las rocas intrusivas de Milpo – Atacocha tiene textura porfirítica con fenocristales de plagioclasa, hornablendas, biotita, cuarzo beta de composición química específica, que indican la ocurrencia en el distrito de varios pulsos de un magma común basáltico calco-alcalino rico en  $K_2O$ , los cuales dieron origen a varios cuerpos intrusivos de diferente composición:

- Primer pulso magmático, originado en la cámara magmática inferior y que a nivel sub – volcánico emplazaron: monzo – garbo.
- Segundo pulso magmático, originado en la cámara inferior y a que a nivel sub volcánico emplazaron diorita.
- Tercer pulso magmático, originado en la cámara magmática superior y que a nivel sub volcánico emplazaron granodiorita.
- Cuarto pulso magmatico, originado en la cámara magmática y que a nivel sub volcánico emplazaron monzodioritas.

Estudios al microscopio realizado por el especialista Ing° C. Canepa ( 1990 ) de varios especimenes de rocas hipabisales, con el objeto de obtener un patrón para clasificar a los intrusivos mapeados, determinan básicamente dos tipos de rocas, que son:

**Dacita Porfirítica:** equivalente a la Granodiorita del tercer pulso magmático de Gunnesh.

**Andesita Porfirítica:** equivalente a la Diorita del primer pulso magmático de Gunnesh.

Concluyendo en el yacimiento, existen básicamente dos clases de cuerpos intrusivos diferentes.

**INTRUSIVOS DACÍTICOS:** De composición “granodiorítica”, equivalente a una dacita en la clasificación de rocas volcánicas e hipabisales, con las siguientes características:

- Color: Gris verde claro blanco.
- Textura: Porfirítica
- Plagioclasas: En fenocristales de 1.7 mmm maclados y zoneados: 20%
- Ortosa : Generalmente alterada: 5%
- Cuarzo: En fenocristales de 3mm: 5%
- Matriz: Afanítica ( 4 a 18 micrones ) compuesta de cuarzo, feldespatos, anfíboles, epídota y sericita 65 %.

**INTRUSIVOS ANDESÍTICOS:** De composición química “diorítica” equivalente a una “andesita” en la clasificación de rocas volcánicas e hipabisales, con las siguientes características:

- Color: Gris verde claro
- Textura: Porfirítica
- Plagioclasas: En fenocristales de 3 mm maclados y zoneados: 10%
- Matriz: Afanítica compuesta de cuarzo, feldespatos, anfíboles, epidota y carbonatos: 72%

## 2.6 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

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

- El Sinclinal Milpo – Atacocha.
- La Falla Regional Milpo.
- Fracturamiento.

### 2.6.1 SINCLINAL MILPO – ATACOCHA

Regionalmente el distrito está ubicado en el lado oriental de un anticlinal asimétrico 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 W delineado la imagen tectónica del plegamiento. Los sedimentos fueron intensamente comprimidos de E a W en la segunda fase de la orogénia andina ( Plegamiento Incaico ), ocurrido entre el Eoceno y el Oligoceno del Paleógeno. Por lo que las calizas Pucará yacen verticalmente en el centro y a todo lo largo del eje y la formación Goyllarisquizga gradualmente buzando menos hacia los flancos, al W de Milpo dichas areniscas buzan 50°W en el S, están curvadas hacia arriba de la posición vertical con los topes escurridos hacia el W.

Varios ejes de pliegues cruzados se han localizado en este sinclinal que tiene relación con la mineralización.

### 2.6.2 FALLA REGIONAL MILPO – ATACOCHA:

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

Megard ( 1968 ) considera que la falla 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 tectonogénesis andina, estas 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 – ácido – básico, están asociados y controlados por el fallamiento Milpo – Atacocha, en consecuencia, también las diferentes etapas del proceso mineralizante.

### 2.6.3 FRACTURAMIENTO.

Junto con la falla Milpo – Atacocha se presentan varios sistemas de fracturas más jóvenes, concordantes con la tectónica de bloques ( J.D. Rosholt), relacionada con las fuerzas compresionales E a W, que según el “Elipsoide de formación” unas corresponderían a fracturas de resbalamiento rumbos  $N65^{\circ} -70^{\circ}E$  y  $N50^{\circ} -60^{\circ}W$ , por lo tanto se puede reconocer tres periodos de fracturamiento.

- **Primer Período:** O inicial relacionado con el plegamiento regional N-S con la falla Milpo – Atacocha.
- **Segundo Período:** Que desarrolla fracturas de rumbo NE directamente relacionadas con la etapa de emplazamiento de los Stocks, origen de los diques mineralizados, fracturas en calizas ( vetas 1705 ) veta San Carlos, Porvenir 9, además de fracturas cortas de rumbo  $N70^{\circ}E$  y  $N80^{\circ}E$  en los cuerpos mineralizados.
- **Tercer Período:** Que desarrolla fracturas de rumbo  $N35^{\circ}W$  y  $N62^{\circ}W$  de pequeñas longitudes también relacionadas con los cuerpos mineralizados.

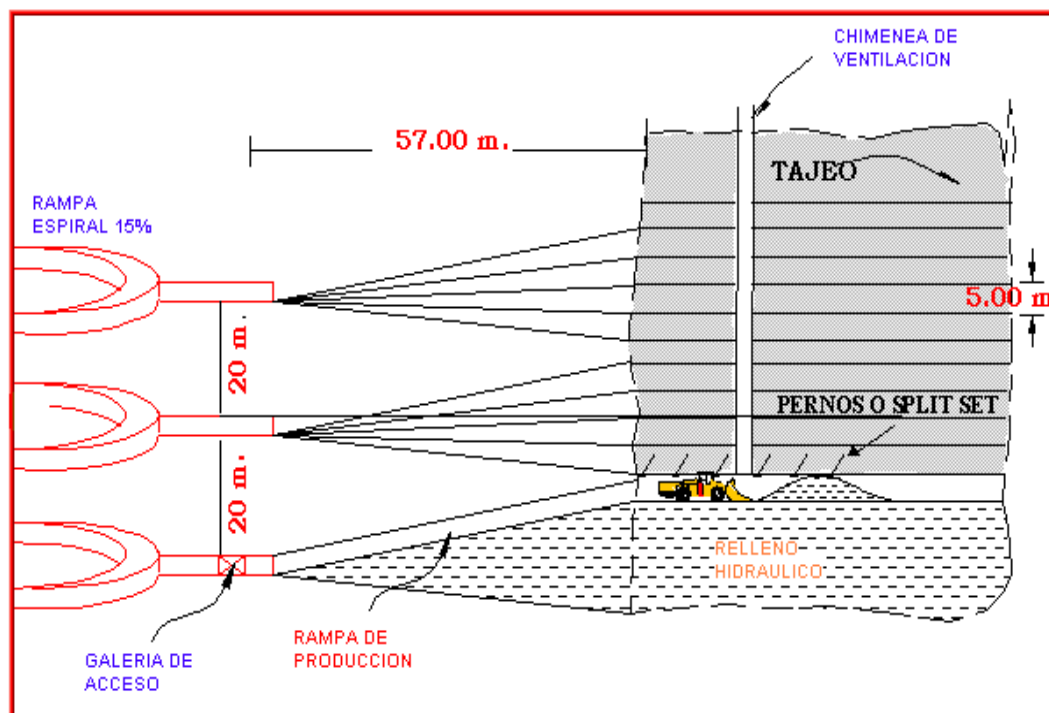
### 3. MINADO EN LA MINA MILPO

#### A. METODO DE EXPLOTACIÓN :

El método de minado que se viene usando para la explotación de los blocks comprendidos entre los niveles -970 al -770 en la Zona Sur y Norte es el **Corte y Relleno Ascendente con perforación en Breasting**.

A partir de los accesos a los sub niveles construidos cada 20 metros se desarrollan rampas de acceso al cuerpo mineralizado con 15% de gradiente negativa, conforme se realzan los cortes en el tajeo, el acceso también se realiza hasta lograr una gradiente de 15 % positivo.

Los bancos de rotura con Breasting tienen una altura de 5 m., para la voladura se tiene un espacio de 1 m. de altura entre la cara libre y el piso a lo largo del tajeo, siendo por lo tanto la altura total del tajeo 6 m.



La Mina Milpo actualmente en el año 2006 tiene una capacidad de planta de 4000 TMD pero se espera incrementar esta capacidad a futuro, por ende incrementar la producción de la mina.



## PRODUCCIÓN EN TAJOS MINA ZONA NORTE:

		TAJOS ZONA NORTE				
		V 5	V 1204	V C 1	V CN 1-2	V CN 4
RQD	Caliza	50%(R3)	50%(R3)	50%(R2-R3)	50%(R2)	50%
	Zona Mineralizada	30%(R2)	30%(R2)		30%(R3)	30%
	Intrusivo Piritizado	40%(R3)	40%(R2)		40%(R2)	40%

Perforación y Voladura	Shank (m)	5500	5500	5500	5500	5500
	Barra (m)	3400	3400	3400	3400	3400
	Broca (m)	515	515	515	515	515
	TMR/mtr perforados	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38
	Eficiencia( TM H-Guardia)	45	45	45	45	45
	Costo (\$/m)	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8

Área	Total(m <sup>2</sup> )	1166.32	1690.48	364	797.83	1518.68
	Económica(m <sup>2</sup> )	1014.18	1469.98	317	693.77	1320.59

Leyes	Oz Ag	3.85	3.3	4.6	2.73	4.2
	% Pb	1.65	1.9	3.5	2.24	3.8
	% Zn	7.75	7.8	7.9	9.09	8.6
	% Cu	0.27	0.24	0.15	0.13	0.27

## PRODUCCIÓN EN TAJOS MINA ZONA SUR

		TAJOS ZONA SUR				
		V PROGRESO	V 3 N	V 3	V KATHLEEN	V 33 #2
RQD	Caliza	50%(R3)	50%(R2-R3)	60%(R3)		50%(R2-R3)
	Zona Mineralizada	30%(R2)	30%(R2)	30-40%(R2)		30%(R2)
	Intrusivo Piritizado			30-40%(R2)		

Producción(TM)	9357	11628	10991		6505
----------------	------	-------	-------	--	------

Perforación y Voladura	Shank(m)	5500	5500	5500	5500	5500
	Barra(m)	3400	3400	3400	3400	3400
	Broca(m)	515	515	515	515	515
	TMR/mtr perf	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38
	Eficiencia( TM H-Guardia)	45	45	45	45	45
	Costo (\$/m)	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8

Area	Total(m <sup>2</sup> )	717.4	891.5	842.68		498.73
	Económica(m <sup>2</sup> )	623.83	775.2	732.77		433.68

Leyes	Oz Ag	2.1	3.65	2.7		3.9
	% Pb	1.4	2.7	1.8		3
	% Zn	6.3	7.9	7.95		7.1
	% Cu	0.25	0.28	0.33		0.35

Valor de Mineral (\$/TM)	48.36	49.39	51.8		48.3
--------------------------	-------	-------	------	--	------

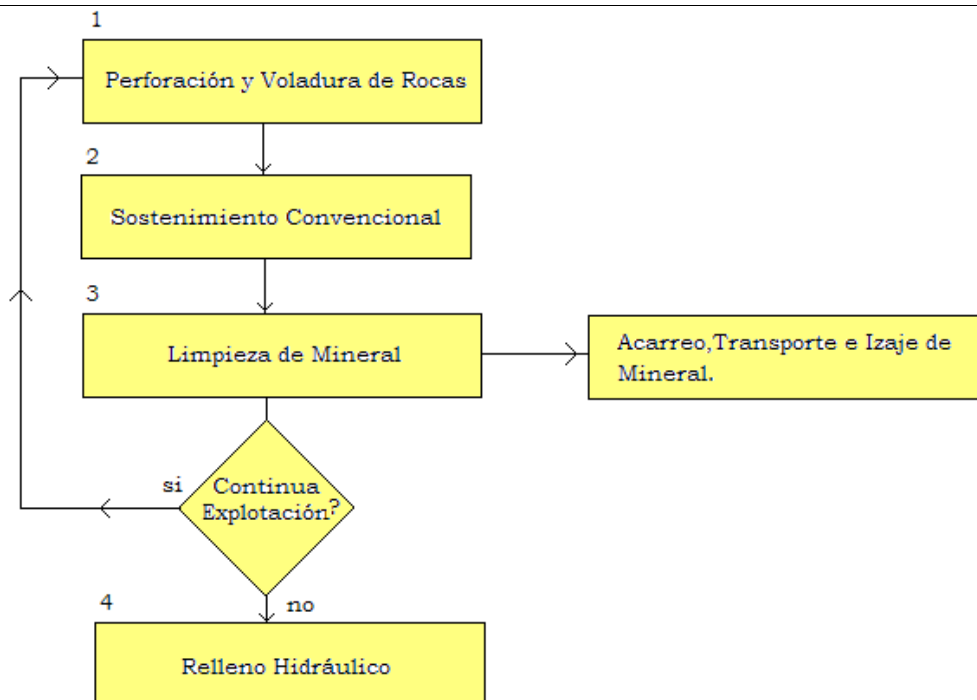
## B. CICLO DE MINADO

El ciclo de minado que posee Milpo es característico en toda Minería Semi-mecanizada, con un método de explotación de Corte y Relleno Ascendente, son las siguientes:

- I. Perforación de Rocas.
- II. Voladura de Rocas.
- III. Limpieza de Mineral.
- IV. Sostenimiento.
- V. Acarreo, Transporte e Izaje de mineral.
- VI. Relleno Hidráulico.

Actualmente Milpo experimenta 02 tipos de ciclos de minado variantes básicamente por la mecanización del sostenimiento con la adición de equipos mineros para estos trabajos, a continuación se muestran los ciclos de minado resultado de la explotación en la mina Milpo:

### ESQUEMA TRADICIONAL

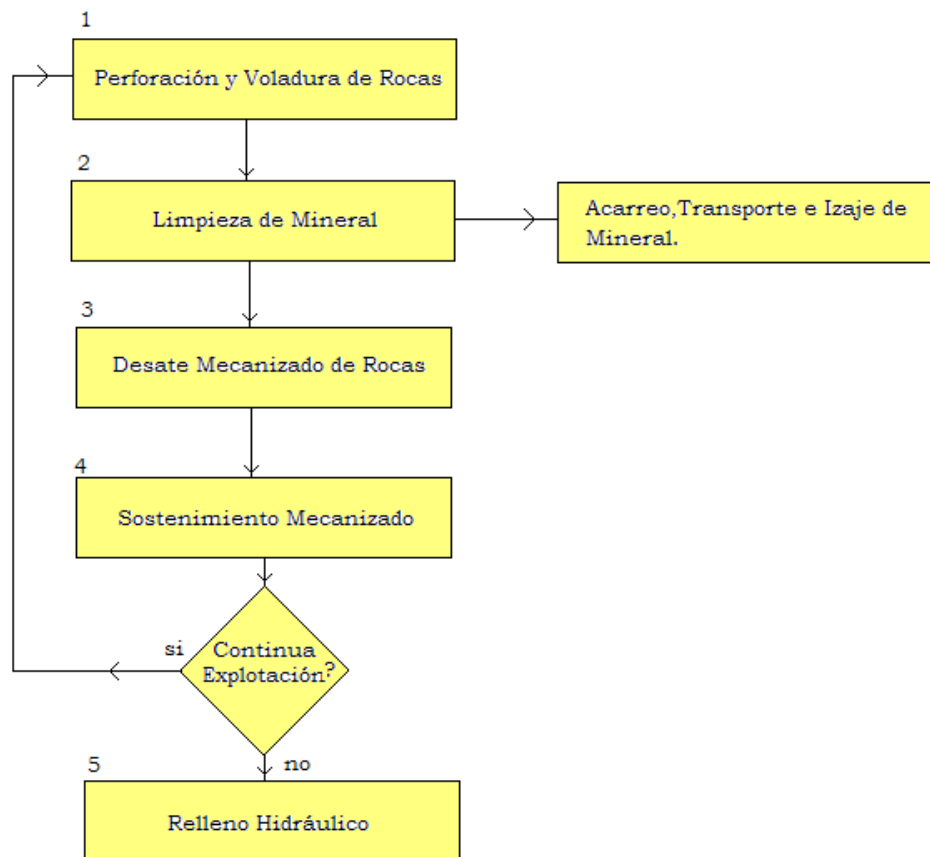


Este esquema es el tradicionalmente utilizado con un sostenimiento convencional con maquinas chicas como son las Jackleg y sobre la carga de disparado.

---

**ESQUEMA VARIANTE CON SOSTENIMIENTO MECANIZADO**


---



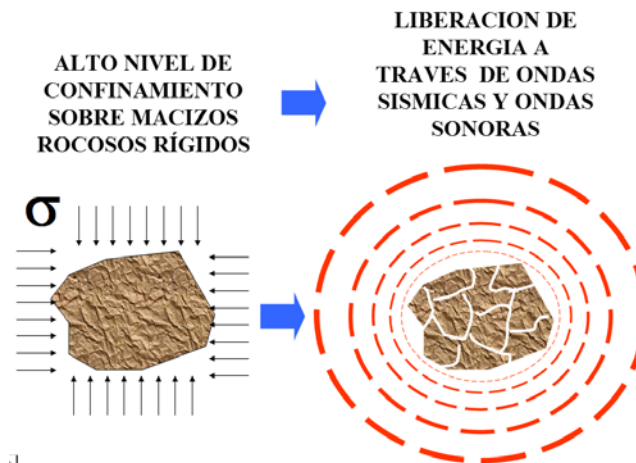
Este esquema presenta la variante en las operaciones adicionales de Desate Mecanizado de Rocas con la utilización de equipos especializados en los trabajos de sostenimiento en este caso son:

- Scaler .- Desatador mecanico, Atlas Copco.
- Scissor Bolter.- Empernador mecanico, Mc Clean-Resemin.

Para realizar todos estos trabajos se necesita un piso adecuado para los equipos, es decir se debe limpiar primero la carga de disparo dejando como piso parte de la carga, una vez concluido con el sostenimiento tenemos listo un frente de ataque para la perforación con Jumbo.

Cabe mencionar que en la mina Milpo actualmente se esta trabajando en niveles considerablemente profundos, estamos hablando de 1 Km. de profundidad; estas condiciones de profundidad generan algunas condiciones inherentes al minado conocidos popularmente como “ESTALLIDOS DE ROCA”.

---



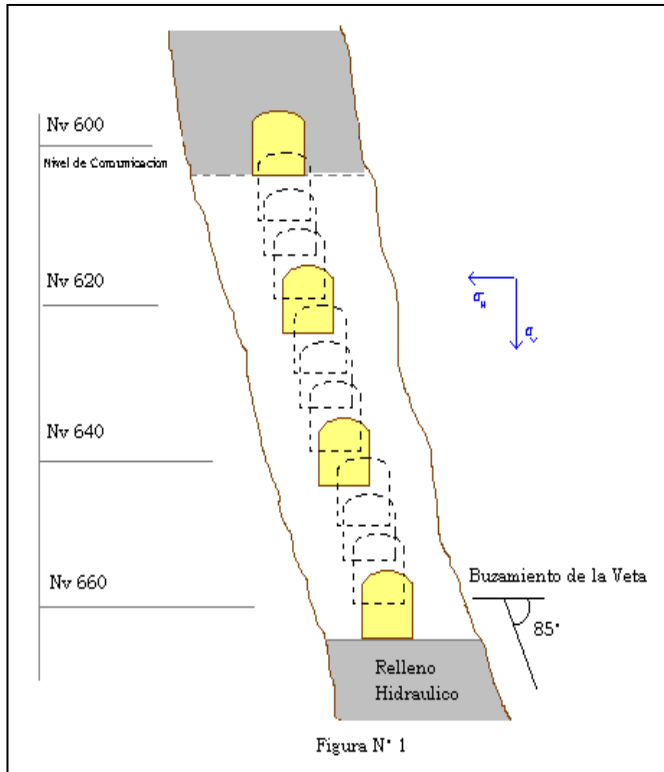
Estallido de Rocas es el término utilizado a los casos de rotura rocosa en los que se combina lo súbito y lo violento a una escala lo suficientemente grande como para poner en peligro las labores mineras, personal, equipo y proceso.

Para que un estallido tenga lugar es necesario:

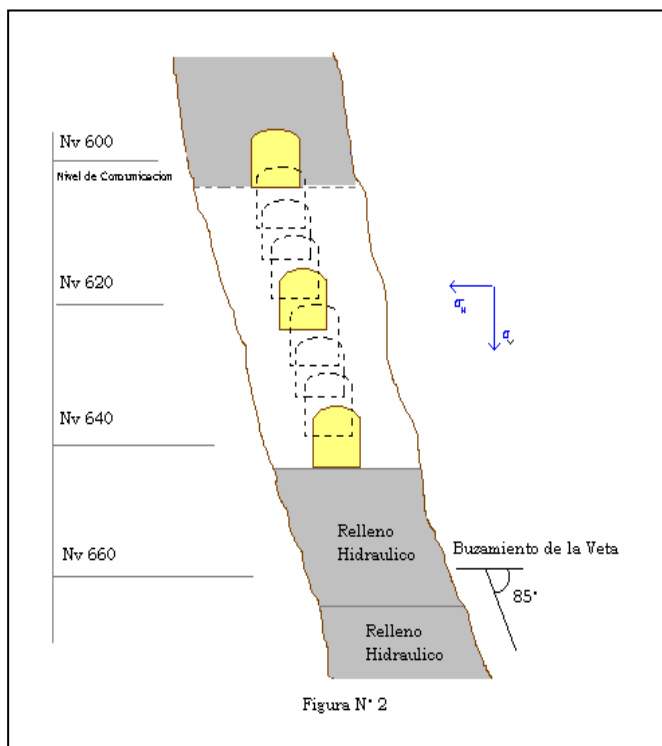
- **Primero:** La tensión supere la resistencia en la roca.
- **Segundo:** Es necesario que la roca transforme en energía de deformación la mayor parte del trabajo realizado por la tensión, entonces la rotura es una rotura frágil acompañada de la violencia asociada a una liberación súbita de toda la energía unitaria almacenada. Tales tipos de roturas se producen en los frentes de explotación, en los pilares y en los hastiales adyacentes.

Cabe mencionar que el estallido de rocas se produce por una descompensación de esfuerzos ya sea vertical u horizontal afectando directamente a la roca circundante venciendo su resistencia tensiva o compresiva según sea el caso, adicionalmente se producen por cambios bruscos en la sección de la labor es decir por ejemplo al ensanchar la sección de la labor los esfuerzos al acomodarse produce que la roca adyacente al techo se vuelva inestable por lo que las presiones se concentran justamente en el techo produciendo liberación de energía expresándose muchas veces en desprendimientos violentos, en el caso de las labores de explotación describimos a

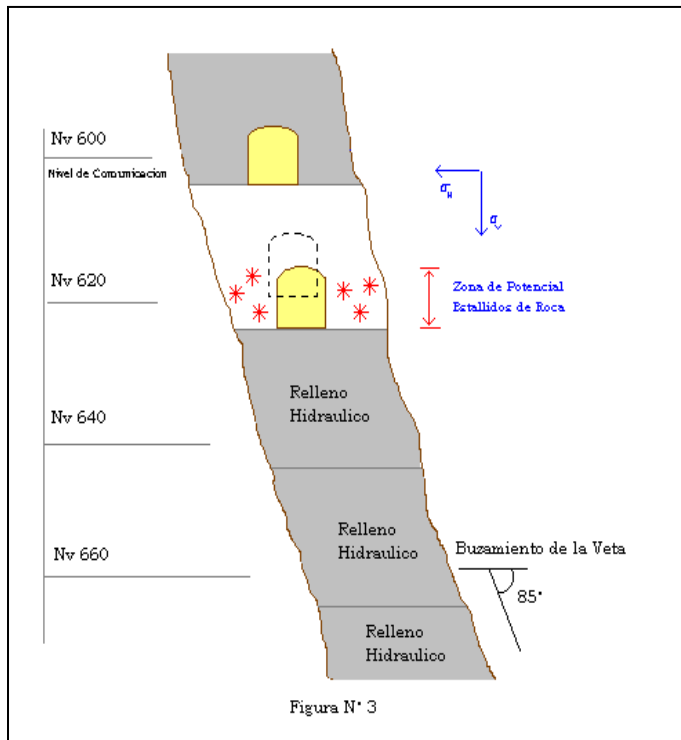
continuación esquemáticamente según el minado la secuencia que ha permitido ocurran estos estallidos de roca.



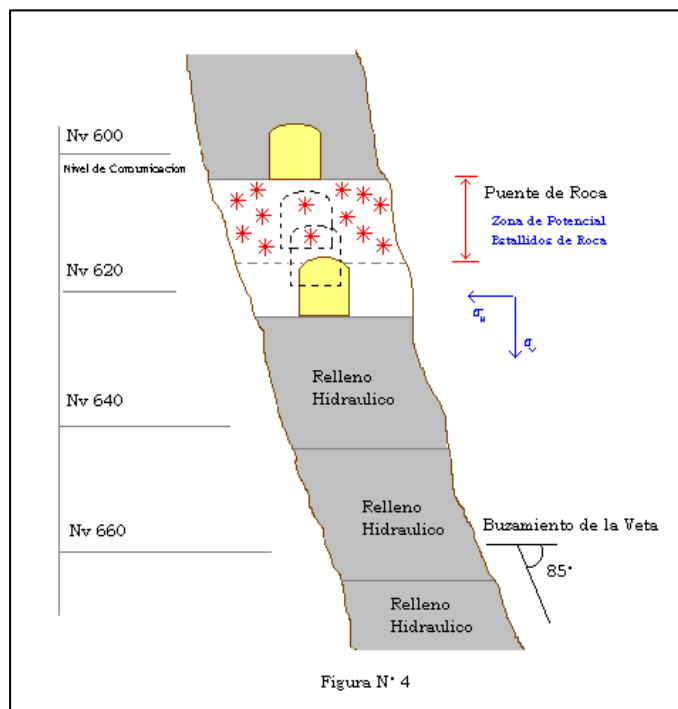
En este gráfico se muestra la distribución de los sub niveles en la veta rodeada de la roca madre o encajonante en lo que será la explotación ascendente, observamos que de nivel a nivel existe 20 m. de roca puente que sirven de auto soporte de los tajeos inferiores para que una vez terminada la explotación de los tajos inferiores se proceda al relleno hidráulico de estos, cabe notar también que los niveles superiores del -600 ya han sido explotados



En este gráfico se representa la explotación del Nivel -660 que fue relleno hidráulicamente, para esto se nota que tenemos un puente menos para un auto sostenimiento de los tajeos, por lo que es fácil predecir que según sigamos ascendiendo en la explotación tendremos problemas de estabilidad por reacomodos de los esfuerzos circundantes en la roca, al producirse esto podrían vencer la resistencia tensiva o compresiva de la roca provocando a futuro estallidos o desplomes de roca en las labores.



En este gráfico pasamos la explotación del Nivel 640 donde se evidencian problemas de estabilidad, como se observa ahora solo tenemos 01 puente que esta soportando todos los esfuerzos resultado del reacomodo del macizo rocoso disturbado, por lo que al transitarse por estas labores se notan sonidos de golpes fuertes del macizo rocoso esto nos evidencia que en algunas zonas el esfuerzo inducido de la roca esta superando la resistencia de la misma ocasionando roturas violentas.



Finalmente en este gráfico se muestra que en la explotación de los siguientes cortes desde el nivel 620 la situación de vuelve crítica por lo que estuvo recomendando realizar un solo corte es decir dejar un puente de 15 m. de longitud ya que la presencia de agua y las características geoestructurales adversas hacen previsible un desplome del techo.

**OBSERVACIONES DE CAMPO.**

Fecha	Nivel	Zona	Labor	Frecuencia de estallidos	Intervalo aproximado entre estallidos	<b>Intensidad</b>
						Baja (B) Media (M) Alta (A)
07/09/03	-620	Sur	V - 3 A1	06	1 hrs., 30 min.	2 B, 3M, 1 A
08/09/03				03	55 min.	2 M, 1 A
08/09/03	-620	Sur	V - 33 - 2 Acceso	03	2 hrs., 30 min.	2 M, 1 A
09/09/03	- 640	Sur	V - Progreso A1	03	15 min.	2 M, 1B
09/09/03	-640	Sur	V - Progreso A2	02	15 min.	1 M, 1 A
09/09/03	-640	Sur	V - 3N Acceso	06	1 hr,	3 B, 2 M, 1 A
09/09/03	-640	Sur	V - Kathleen	06	2 min.	5 B, 1 M
07/09/03	-660	Norte	V - C N4 A1	02	30 min.	1 M, 1 A
07/09/03			V - C N4 A3	03	1 hrs. , 25 min.	2 M, 1 A
08/09/03	-660	Norte	V - CN 1-2	02	15 min.	A
08/09/03	-500	Norte	V - 5 A2	03	4 hrs., 20 min.	2 M, 1 A



### 3.1 PERFORACIÓN DE ROCAS

La perforación de producción que se realiza es horizontal o Breasting, en Milpo es muy importante ya que el yacimiento es un Metasomatismo de contacto y teniendo como problema principal las rocas Intrusivas, con índices de resistencia muy bajas y con RQD severamente bajos, que ocasiona inestabilidad en los techos de las labores, en este método permite el control del techo después de la voladura dejando el techo mas uniforme y el debilitamiento del techo es menor las cuales posteriormente son desatadas y sostenidas con elementos de sostenimiento de acuerdo al diseño elaborado por geotecnia para su mayor seguridad tanto para los trabajadores, equipos y proceso.

La perforación de taladros tanto en los tajeos como en los realces de los accesos se realizan con Jumbos electro hidráulicos, la longitud de los taladros en los tajeos es 16 pies.

Tener presente que en un minado subterráneo el riesgo crítico que se tiene es la caída de rocas por consecuencia el sostenimiento es una actividad crítica, pero el sostenimiento no empieza después de una voladura sino en la perforación y para esto debemos controlar los siguientes parámetros:

- Perforación en arco de los techos.
  - Paralelismo horizontal en los taladros.
  - Espaciamiento adecuado de los taladros así como del burden.
-

## EQUIPOS UTILIZADOS

Actualmente Milpo tiene en operación :

- 01 Jumbo Axera de dos brazos, utilizada para la explotación de la Zona Norte.



Ancho : 2.5 m

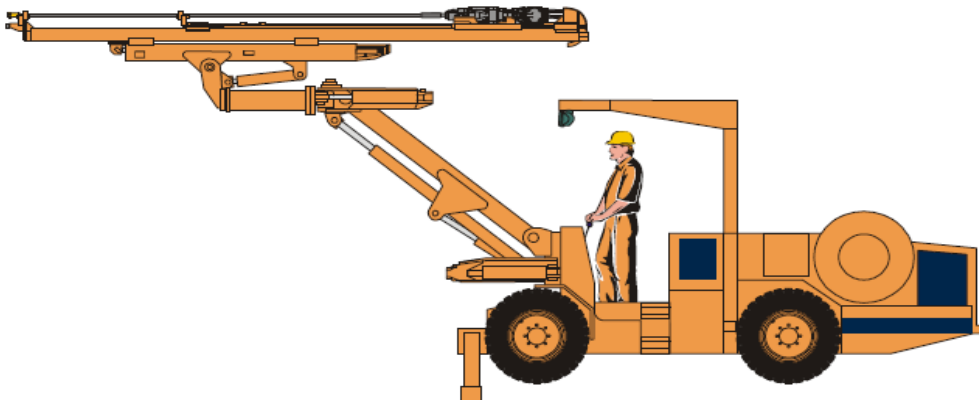
Alto : 3.6 m.

Largo : 15.2 mm.

Velocidad : 15 Km/hr (horizontal), 4.8 Km/hr (14% de Gradiente).

Ø De Perforación : 51 mm. < > Ø 2”

- 01 Jumbo electro hidraulico monomatic HS 105, de un brazo.



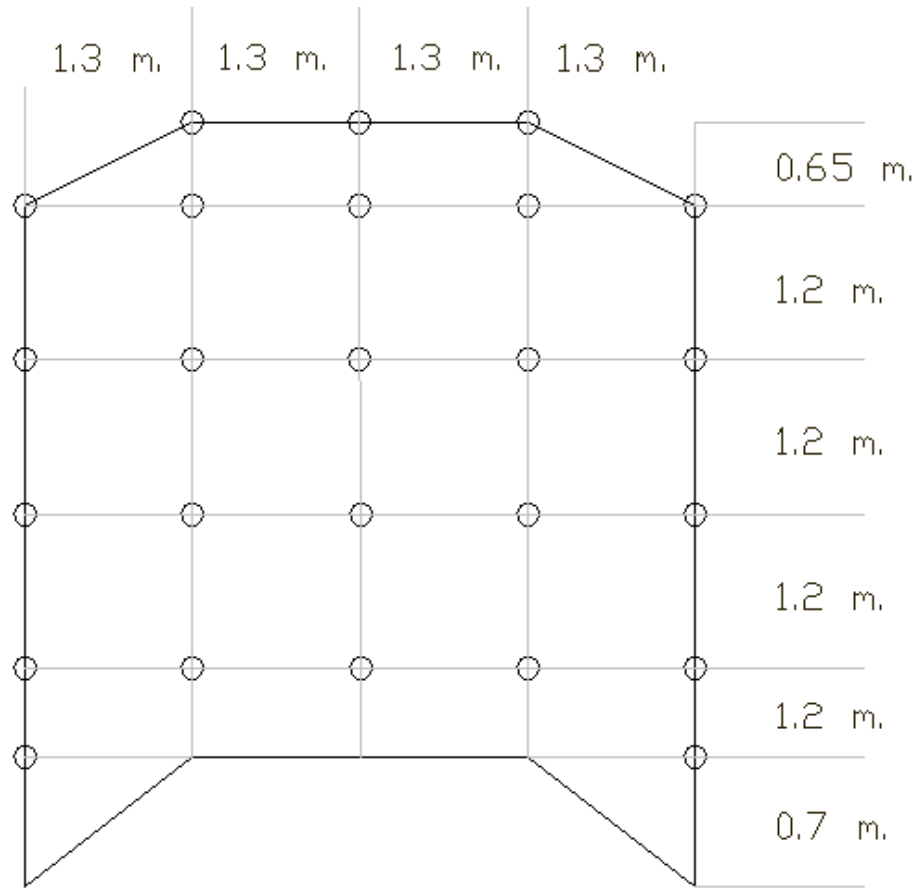
Velocidad De Desplazamiento 12 KM/H.

Perforación Horizontal

Ø Perforación. 51 mm. < > Ø 2”

Longitud de perforación: 16 pies

ESQUEMA DE PERFORACION.

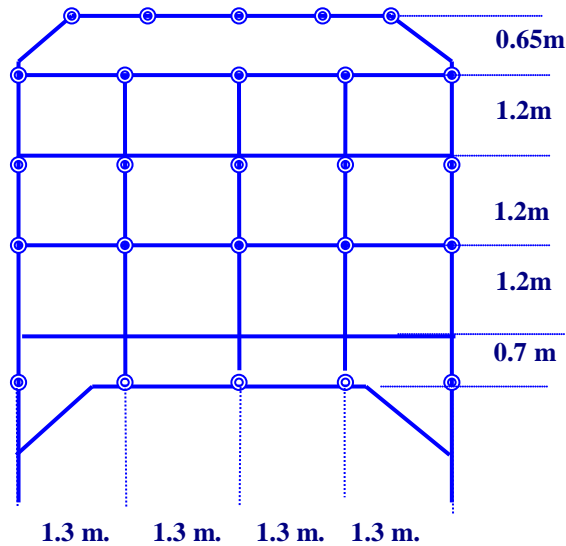




DISEÑO DE MALLA

Malla Actual = 1.1 m x 1.1 m

F. P. = 0.29 Kg./TM



Malla Propuesta = 1.3 m x 1.2 m

F.P. = 0.27 Kg./TM

ZONA SURVETA 3 : PARA UNA SECCION: DE 5 m x 5 m

**MALLA ANTERIOR:** 1.4m x 1.3m; F.P. = 0.25 kg/TM

22TALADROS

**MALLA ACTUAL:** 0.8m x 0.9m; F.P. = 0.40 kg/TM 38

TALADROS

**MALLA PROPUESTA:** 1.2m x 1.1m; F.P. = 0.30 kg/TM 27

TALADROS

Diferencia en costos de explosivo: 39.6 \$

VETA 3N : PARA UNA SECCION: DE 5 m x 5 m

**MALLA ANTERIOR:** 1.4m x 1.3m 22TALADROS

**MALLA ACTUAL:** 0.8m x 0.9m 38 TALADROS

**MALLA PROPUESTA:** **AREA 1** 1.2m x 1.1m 27 TALADROS

**AREA 2** 1.2m x 1.1m 27 TALADROS

**AREA 3** 1.2m x 1.1m 27 TALADROS

Diferencia en costos de explosivo: 39.6 \$

**V. PROGRESO: PARA UNA SECCION: DE 5 m x 5 m**

**MALLA ANTERIOR:** 1.4m x 1.3m 22TALADROS

**MALLA ACTUAL:** 0.8m x 0.9m 38 TALADROS

**MALLA PROPUESTA:** **AREA 1** 1.2m x 1.1m 27 TALADROS

Diferencia en costos de explosivo: 39.6 \$

**AREA 2** 1.2m x 1.1m 27 TALADROS

Diferencia en costos de explosivo: 39.6 \$

**AREA 3** 1.1m x 1.1m 32 TALADROS

Diferencia en costos de explosivo: 27.0 \$

**V. KATHLEEN: PARA UNA SECCION: DE 5 m x 5 m**

**MALLA ANTERIOR:** 1.4m x 1.3m 22TALADROS

**MALLA ACTUAL:** 0.8m x 0.9m 38TALADROS

**MALLA PROPUESTA:** **AREA 1** 1.1m x 1.1m 32TALADROS

Diferencia en costos de explosivo: 27.0 \$

**AREA 2** 1.1m x 1.1m 32TALADROS

Diferencia en costos de explosivo: 27.0 \$

**V. 33 - 2: PARA UNA SECCION: DE 5 m x 5 m**

**MALLA ANTERIOR:** 1.4m x 1.3m 22TALADROS

**MALLA ACTUAL:** 0.8m x 0.9m 38TALADROS

**MALLA PROPUESTA:** **AREA 1** 1.3m x 1.2m 27TALADROS

Diferencia en costos de explosivo: 39.6 \$

**AREA 2** 1.3m x 1.2m 27TALADROS

Diferencia en costos de explosivo: 39.6 \$

---

**ZONA NORTE**

**VETA 1204:            PARA UNA SECCION: DE 5 m x 5 m**

**MALLA ANTERIOR:**    1.4m x 1.3m   22 TALADROS

**MALLA ACTUAL:**        0.8m x 0.9m   38 TALADROS

**MALLA PROPUESTA:**   **AREA 1**   1.2m x 1.1m   27 TALADROS

Diferencia en costos de explosivo: 39.6 \$

**AREA 2**   1.2m x 1.1m   27 TALADROS

Diferencia en costos de explosivo: 39.6 \$

**AREA 3**   1.2m x 1.1m   27 TALADROS

Diferencia en costos de explosivo: 39.6 \$

**VETA 5:                PARA UNA SECCION: DE 5 m x 5 m**

**MALLA ANTERIOR:**    1.4m x 1.3m   22 TALADROS

**MALLA ACTUAL:**        1.0m x 1.0m   36 TALADROS

**MALLA PROPUESTA:**   **AREA 1**   1.1m x 1.1m   32TALADROS

Diferencia en costos de explosivo: 27.0 \$

**AREA 2**   1.1m x 1.1m   32TALADROS

Diferencia en costos de explosivo: 27.0 \$

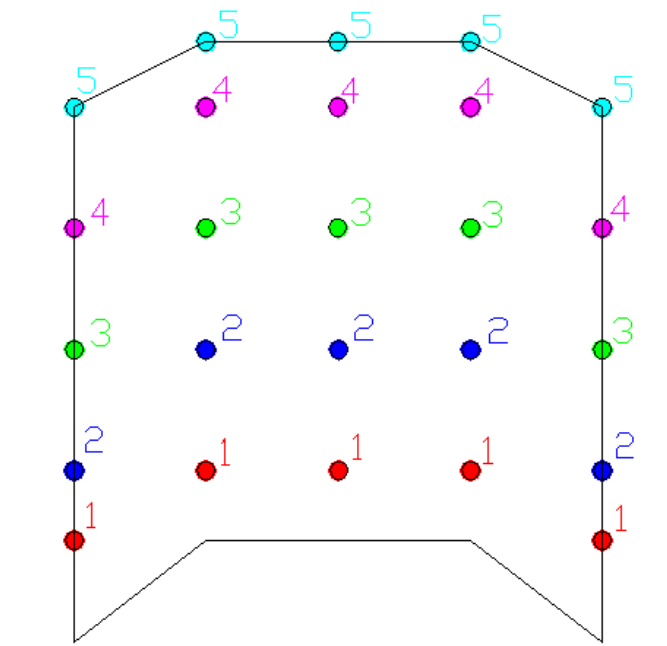
Estos costos exigidos por mina están directamente ligados al nivel de fragmentación que se requiere de manera que no ocurran atoros en los Ore Passes, además de incurrir en mayores costos en mantenimiento y reparación del rompe bancos, adicionalmente estas paradas ocasionan tiempos muertos en el Izaje de Mineral.

**AGENTES Y ACCESORIOS UTILIZADOS EN VOLADURA**

Se usa como agente de voladura al ANFO con el nombre de SUPERFAN, tenemos también la utilización de las emulsiones para casos de presencia de agua y como iniciadores y finalmente como accesorios a los faneles, guías secas, pentacord.

---

ESQUEMA DE CARGUIO



EQUIPOS UTILIZADOS EN EL CARGUIO

Actualmente MILPO se encuentra en un proceso de mecanización en la que tiene como herramienta de carguío 01 ANFO LOADER.





### 3.3. SOSTENIMIENTO

El sostenimiento de la mina Milpo esta en proceso de mecanización con la utilización de equipos especializados como son primeramente un desatador mecánico “SCALER” y también un “SCISSOR BOLTER” que es un empernador montado sobre la plataforma de Scissor Lift, pero a la vez se sigue trabajando con el esquema tradicional en las diferentes zonas de explotación.

[SCISSOR BOLTER SB-108](#)



[SOSTENIMIENTO CONVENCIONAL](#)




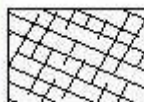
Respecto a los elementos de sostenimiento utilizados en la mina Milpo consiste en pernos mecánicos, Pernos Helicoidales, Split Sets, Malla electro soldada y además de los cables acerados conocidos en el mercado como Cablebolting, estos son utilizados de una manera sistemática en el macizo rocoso, específicamente techos y cajas debido a que Milpo posee condiciones geomecánicas en los niveles de producción muy desfavorables que se mencionarán a continuación:

		V PROGRESO	V 3 N	V 3	V 33 #2
RQD	Caliza	50%(R3)	50%(R2-R3)	60%(R3)	50%(R2-R3)
	Zona Mineralizada	30%(R2)	30%(R2)	30-40%(R2)	30%(R2)
	Intrusivo Piritizado	-----	-----	30-40%(R2)	

		TAJOS ZONA NORTE				
		V 5	V 1204	V C 1	V CN 1-2	V CN 4
RQD	Caliza	50%(R3)	50%(R3)	50%(R2-R3)	50%(R2)	50%
	Zona Mineralizada	30%(R2)	30%(R2)	-----	30%(R3)	30%
	Intrusivo Piritizado	40%(R3)	40%(R2)	-----	40%(R2)	40%

En la mina Milpo actualmente esta implementando un sistema gráfico de clasificación del Macizo rocoso, así mismo se trabaja con las siguientes herramientas:

- Tabla de sostenimiento para Labores de explotación.
- Mapeo Geomecánico de la mina, Zona Sur y Norte.
- Tablas de Auto soporte de labores de Producción.

 <b>MILPO</b> Dpto. Geomecánica		TABLA DE SOSTENIMIENTO LABORES DE EXPLOTACION 8 a 12 m.		
<b>B</b> Pemo de 1,5X1,5m. (malla o cinta metálica ocasional) Tiempo de colocación: 1 semana.	<b>C</b> Pemo de 1,0X1,0m. (malla o cinta metálica ocasional) Tiempo de colocación: 3 días.	<b>D</b> Pemo de 1,0X1,0m. malla metálica obligatoria Tiempo de colocación: 1 día.	<b>E</b> Shotcrete con fibra (5cm). Pemo de 1,0X1,0m. Tiempo de colocación: inmediato.	BUENA (MUY RESISTENTE, LEVEMENTE ALTERADA) DISCONTINUIDADES PUCOSAS, LEV. ALTERADA, MANCHAS DE OXIDACION, LIGER ABERTA (Rc 100 A 250 MPa) (SE ROMPE CON VARIOS GOLPES DE PICOTA)
				REGULAR (RESISTENTE Y LEVANTE ALTERADA) DISCONTINUIDADES LISAS, MODERADAMENTE ALTERADA (SE ROMPE CON UNO O DOS GOLPES DE PICOTA)
				POBRE (MODERADAMENTE RESIST MODERADAM. ALTER) SUPERFICIE PULIDA O CON ESTRACIONES, MUY ALTERA RELENO BITUMINOSO O CON FRAGMENTOS DE ROCA (Rc 25 A 50 MPa) - (SE INDENTA SUPERFICIALEMTE)
				CONDICION SUPERFICIAL
* ESTRUCTURA		MODERADAMENTE FRACTURADA MUY BIEN TRABADA, NO DISTURBADA, BLOQUES CUBICOS FORMADOS POR TRES SISTEMAS DE DISCON- TINUIDADES, ORTOGONALES. (ROD 50 - 75) (6 A 12 FRACT. POR METRO)	BUENA (B) (Rc 100) REGULAR (R) (Rc 50) POBRE (P) (Rc 25)	
		MUY FRACTURADA, MODERADAMENTE TRABADA, PARCIALMENTE DISTURBADA, BLOQUES ANGULOSOS FORMADOS POR CUATRO O MAS SISTEMAS DE DISCON- TINUIDADES. (ROD 25 - 50) (12 A 20 FRACT. POR METRO)	REGULAR (R) (Rc 50) POBRE (P) (Rc 25)	

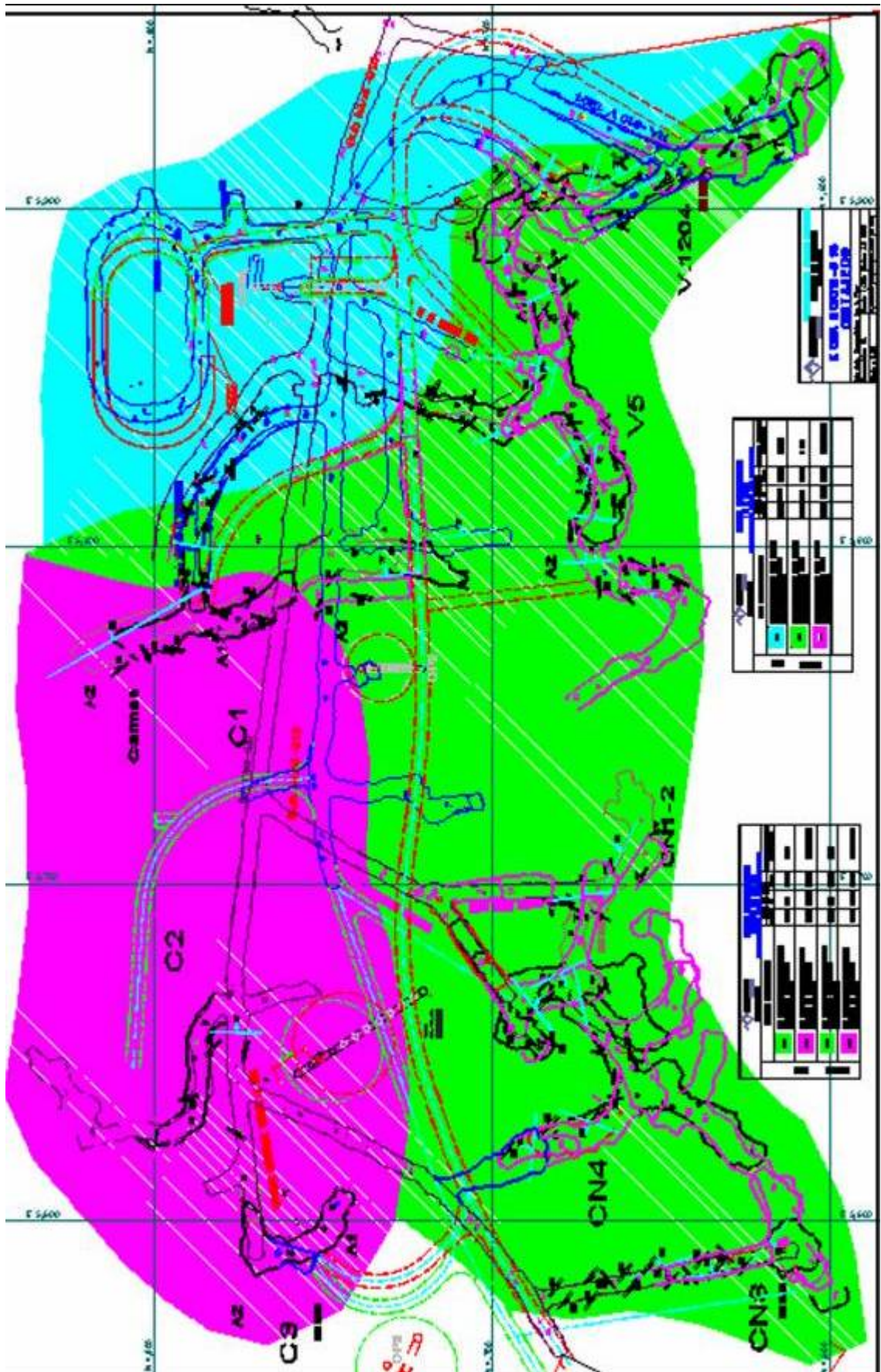
METODOLOGIA DE APLICACION

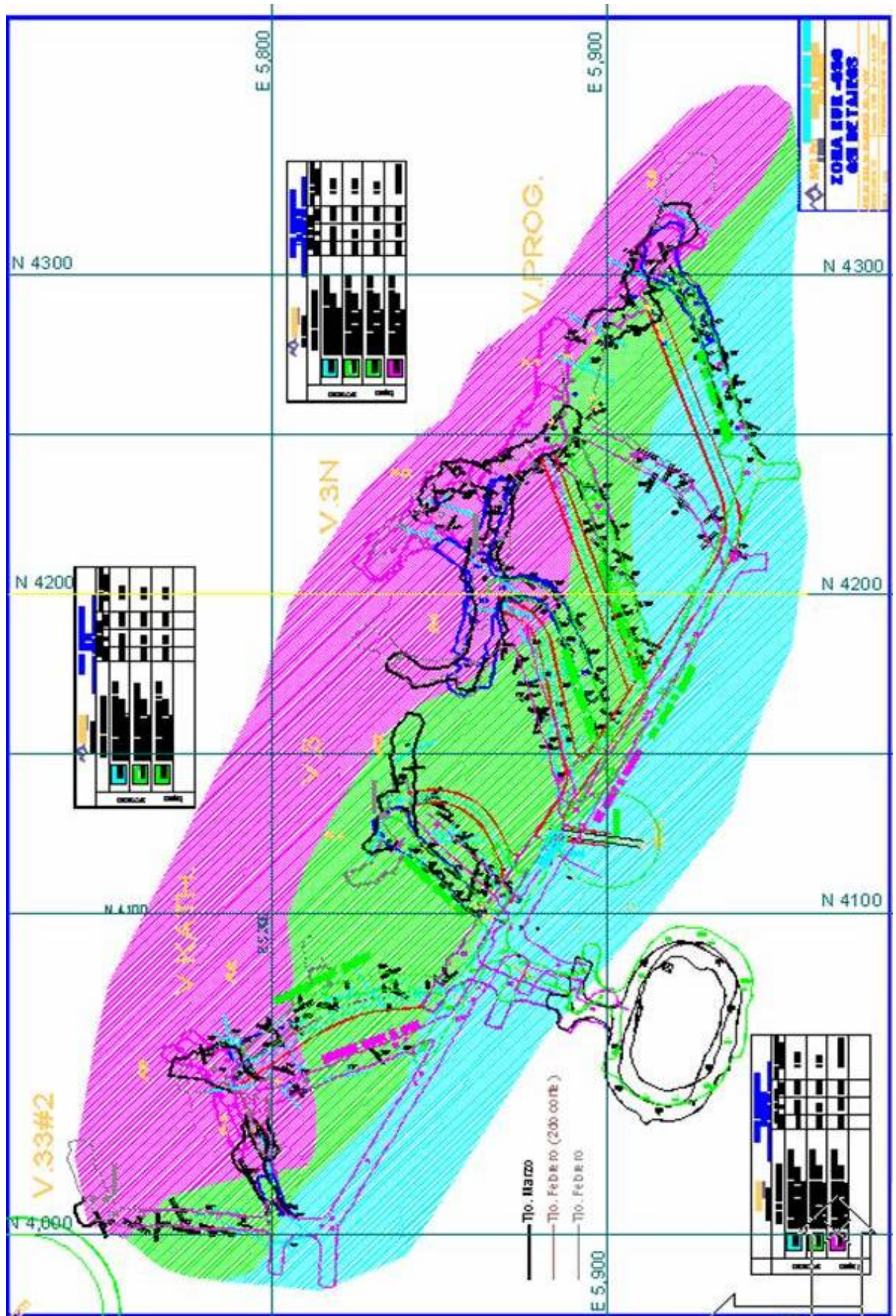
El desprendimiento de roca se evita colocando el soporte adecuado en el momento oportuno

- » La aplicación directa de la tabla se realiza únicamente si no existen factores inherentes, tales como: presencia de estratos, o la tabla de fibrocemento de discontinuidades, que rituales y a distancia de las paredes horizontales en la bovedas, presencia de agua, aberturas de ranuras, voladura cercana, colocación a distancia de soporte.
- » En el caso de presencia de factores inherentes debe la corregirse la detección hecha de soporte según el tipo de roca de acuerdo al siguiente ejemplo:
  - > En el caso de explotación de factores inherentes con poca modificación hecha nada a regular (R) el soporte según la tabla será de tipo C. Para presencia de factores inherentes se colocará el tipo D.
  - > Si el tipo de explotación es voladura y el ejemplo es mayor de 15 m, el soporte a condiciones de factores inherentes será de tipo E.
- » Las obras metálicas deberán colocarse en forma transversal a la dirección de las fracturas principales y de locales, perfiles o en forma de una cuadrícula si es que está en la roca.

Medidas preventivas y de control

- » La primera medida preventiva es el uso de "voladura controlada" en especial en las bovedas, para lo cual, se deberá tener el espacio libre de voladuras a 0,70m y distribuir la mejor carga. Actuarmente la voladura aplicada es la correcta sobre muros y la caída de tablas y la boveda cas le a su totalidad.
  - » El control de magre como caso de limitación y colocación de soporte de acuerdo al tipo y tiempo recomendado en la tabla.
  - » Realizar y cumplir a norma estricta con el manual de procedimientos de colocación de los diferentes elementos de soporte que se aplican.
  - » Efectuar periódicamente ensayos de ataque en los peñones colocados, limpieza y reparación de mallas rellenas con fragmentos, reemplazar los peñones mal colocados o ser los y los bamos con soporte deteriorado.
  - » Capacitación permanente del personal de operarios, directores de Guardia, Capataces, Perforistas y Ayudantes en la aplicación de la tabla y colocación de soporte libre.
  - » Compromiso de la Gerencia General y de las operadoras con la aplicación correcta y oportuna de esta actividad.
- Formas de colocación terminantemente prohibidas
- » Instalar la colocación de soporte sin haber sido abrido correctamente o asegurado el fondo.
  - » Perforar para peñones y/o colocados inmediatamente después de perforar e instalar.
  - » Colocar peñones en las fracturas o en y/o inclinados o en zonas que la foto se ha de prohibir este.
  - » Colocar el soporte sobre malla rellena de fragmentos de roca.
  - » Colocar soporte a una distancia mayor de 1,5m con la superficie en la placa con agua a presión (entre 3 y 5 bares).



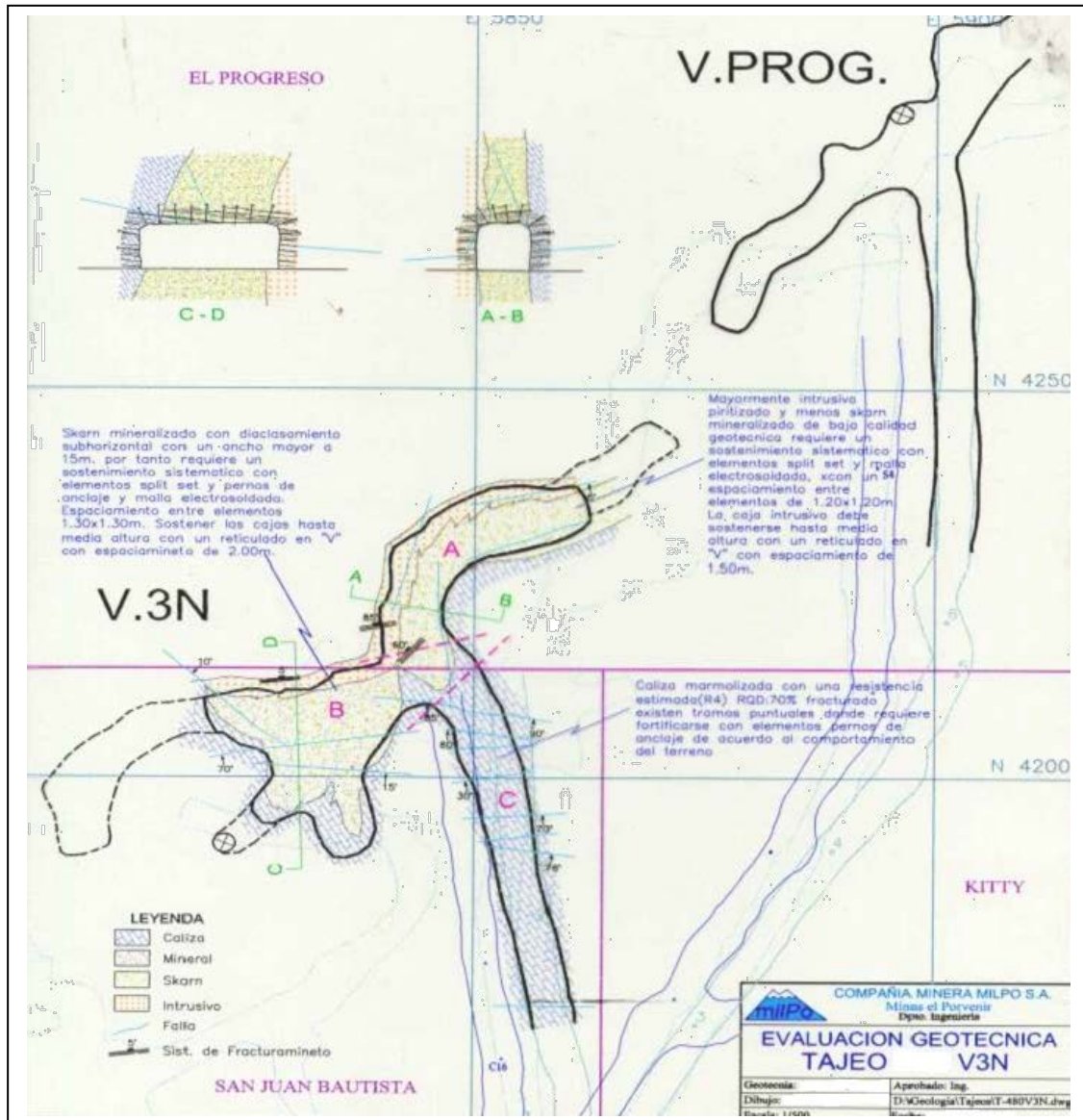


## TIEMPO DE AUTOSOPORTE PARA LABORES DE PRODUCCION

ZONA SUR					
	GSI	RMR	Q	Q'	TIEMPO DE AUTOSOPORTE
33 2	36	41	0,72	0,36	8 HRS
KATHLEEN	37	42	0,80	0,40	8 HRS
V3	45	50	1,95	0,97	1 DIA
V3N	43	48	1,56	0,78	1 DIA
PROGRESO	38	43	0,89	0,45	8 HRS

ZONA NORTE					
	GSI	RMR	Q	Q'	TIEMPO DE AUTOSOPORTE
V 1204	48	53	2,72	1,36	1 DIA
V5	45	50	1,95	0,97	1 DIA
CARMEN	35	40	0,64	0,32	INMEDIATO
CARMEN 2	35	40	0,64	0,32	INMEDIATO
CARMEN N 1-2	45	50	1,95	0,97	1 DIA
CN 3	45	50	1,95	0,97	1 DIA
CN 4	45	50	1,95	0,97	1 DIA
C3	35	40	0,64	0,32	INMEDIATO

Sistema grafico de caracterización de las labores en producción



### 3.3.1 SOSTENIMIENTO TAJEOS DE PRODUCCION

#### ZONA NORTE:

##### ➤ **TAJEO V1204 :**

---

- Acceso.- 80 % Pernos mecánicos, espaciamiento 1.20 x 1.20 m  
20 % Split set, espaciamiento 1.20 x 1.20 m
- Tajeo.- 80 % Pernos mecánicos, espaciamiento 1.2 x 1.2 m  
20 % Split set, espaciamiento 1.2 x 1.2 m

##### ➤ **TAJEO V5 :**

---

- Acceso .- 80 % Pernos Mecánicos, espaciamiento 1.20 x 1.20 m  
20 % Split set, espaciamiento 1.20 x 1.20 m
- Tajeo.- 60 % Pernos mecánicos, espaciamiento 1.0 x 1.0 m,  
40 % Split set , espaciamiento 1.0 x 1.0 m

Perno mecánico de 10 pies, en zonas como la caja derecha del área 2 donde se tiene un terreno muy fallado.

##### ➤ **Tajeo CARMEN:**

---

- Acceso.- 70 % Pernos mecánicos, espaciamiento 1.20 x 1.20 m  
30 % Split set, espaciamiento 1.20 x 1.20 m
- Tajeo.- 70 % Split set, espaciamiento 1.0 x 1.0 m  
30 % Pernos mecánicos, espaciamiento 1.0 x 1.0 m

Perno mecánico de 10 pies, en zonas como la caja derecha del área 2 donde se tiene un terreno muy fallado.

##### ➤ **TAJEO CN 4 :**

---

- Acceso.- 80 % Pernos mecánicos, espaciamiento 1.20 x 1.20 m  
20 % Split Set, espaciamiento 1.20 x 1.20 m
- Tajeo .- 50 % Pernos mecánicos, espaciamiento 1.0 x 1.0 m  
50 % Split set, espaciamiento 1.0 x 1.0 m

##### ➤ **TAJEO CN 3:**

---

- Acceso.- 80 % Pernos mecánicos, espaciamiento 1.20 x 1.20 m  
20 % Split Set , espaciamiento 1.20 x 1.20 m
  - Tajeo .- 50 % Pernos mecánicos, espaciamiento 1.0 x 1.0 m  
50 % Split set, espaciamiento 1.0 x 1.0 m
-



➤ **TAJEO CN 1-2:**

---

- Acceso.- 80 % Pernos mecánicos, espaciamiento 1.20 x 1.20 m  
20 % Split Set , espaciamiento 1.20 x 1.20 m
- Tajeo .- 50 % Pernos mecánicos, espaciamiento 1.0 x 1.0 m  
50 % Split set, espaciamiento 1.0 x 1.0 m

➤ **TAJEO C 3:**

---

- Acceso.- 20 % Pernos mecánicos, espaciamiento 1.20 x 1.20 m  
80 % Split Set , espaciamiento 1.20 x 1.20 m
- Tajeo .- 100 % Split set, espaciamiento 1.0 x 1.0 m

➤ **Tajeo C 2:**

---

- Acceso.- 100 % Split Set , espaciamiento 1.20 x 1.20 m
- Tajeo .- 100 % Split set, espaciamiento 1.0 x 1.0 m

**ZONA SUR**

➤ **TAJEO 33 # 2 :**

---

- Acceso.- 70 % Pernos helicoidales , espaciamiento 1.20 x 1.20 m  
30 % Split set , espaciamiento 1.20 x 1.20 m
- Tajeo.- 50 % Pernos helicoidales, espaciamiento 1.0 x 1.0 m  
50 % Split set , espaciamiento 1.0 x 1.0 m

➤ **TAJEO KATHLEEN :**

---

- Acceso .- 60 % Pernos Helicoidales , espaciamiento 1.20 x 1.20 m  
40 % Split set , espaciamiento 1.20 x 1.20 m
- Tajeo.- 50 % Pernos Helicoidales, espaciamiento 1.0 x 1.0 m,  
50 % Split set , espaciamiento 1.0 x 1.0 m

Perno mecánico ocasional, para el control de cuñas de gran volumen (el soporte es inmediato que permite trabajar con seguridad).

➤ **TAJEO V3:**

---

- Acceso.- 40 % Pernos helicoidales, espaciamiento 1.20 x 1.20 m  
60 % Split set , espaciamiento 1.20 x 1.20 m
  - Tajeo.- 50 % Pernos helicoidales , espaciamiento 1.0 x 1.0 m  
50 % Split set , espaciamiento 1.0 x 1.0 m
-

➤ **TAJEO V3N :**

---

- Acceso.- 50 % Pernos split set, espaciamiento 1.20 x 1.20 m  
50 % helicoidal, espaciamiento 1.20 x 1.20 m
- Tajeo .- 50 % Pernos helicoidales, espaciamiento 1.0 x 1.0 m  
50 % Split set, espaciamiento 1.0 x 1.0 m

Perno mecánico ocasional, para el control de cuñas de gran volumen (el soporte es inmediato que permite trabajar con seguridad).

➤ **TAJEO PROGRESO :**

---

- Acceso.- 50 % Pernos split set, espaciamiento 1.20 x 1.20 m  
50 % helicoidal, espaciamiento 1.20 x 1.20 m
- Tajeo .- 50 % Pernos helicoidales, espaciamiento 1.0 x 1.0 m  
50 % Split set , espaciamiento 1.0 x 1.0 m

Perno mecánico ocasional, para el control de cuñas de gran volumen (el soporte es inmediato que permite trabajar con seguridad).

---

### 3.3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

#### A. PERNO MECÁNICO

Este tipo de sostenimiento es de tipo temporal usado en los tajos en explotación y en zonas donde existe inestabilidad de la estructura rocosa, tienen la particularidad de trabajar bajo condiciones tensionales, específicamente actúan los extremos del perno, en el interior del taladro una cabeza expansiva actúa de anclaje y en el exterior del taladro una pletina que es presionada por la cabeza del perno de manera que al ajustar el perno en el taladro se genera una fuerza tensional que aprisionará la roca de manera que este sector se encontrará estable.

#### CONDICIONES DE APLICACIÓN DEL PERNO MECÁNICO

Como mencionamos anteriormente para que el perno trabaje adecuadamente se debe generar una tensión al ajustar el perno en el taladro, para que esto ocurra la roca debe ser dura, no muy fracturada por que de no ser así el cabezal del perno que se encuentra dentro del taladro no anclará y definitivamente no funcionará haciendo ineficiente el sostenimiento con posibilidad de un desprendimiento de roca por mala instalación.

A continuación mostramos la aplicación del perno para diferentes características litostáticas presente en la Mina Milpo

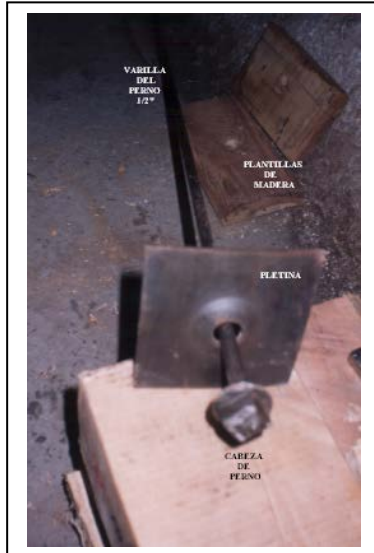
TIPO DE ROCA	Litología (mineralogía)	Calidad de Roca	Espaciamiento	Accesorio
RMR > 20	Brecha mineralizada Intrusivo alterado Skarn mineralizada	Mala	Ninguno	
RMR 40-60	Caliza negra Skarn mineralizada	Regular	1.00 m. x 1.00 m.	Utilizar Malla Elctrosoldada
RMR 60-80	Caliza mineralizada Skarn Mineralizada	Buena	1.20 m. x 1.20 m.	No se usa nada

Características Litológicas para la Aplicación del Sostenimiento con Perno Mecánico

#### CARACTERÍSTICAS DEL PERNO MECÁNICO

- Diámetro de Varilla : 1/2"
- Diámetro de cabeza expansiva : 36 – 37 mm.

- Longitud de la Varilla : 7 Pies
- Material : Acero Templado
- Capacidad Promedio : 14 TM.
- Dimensiones de la pletina : 5" x 5" x 1/8".



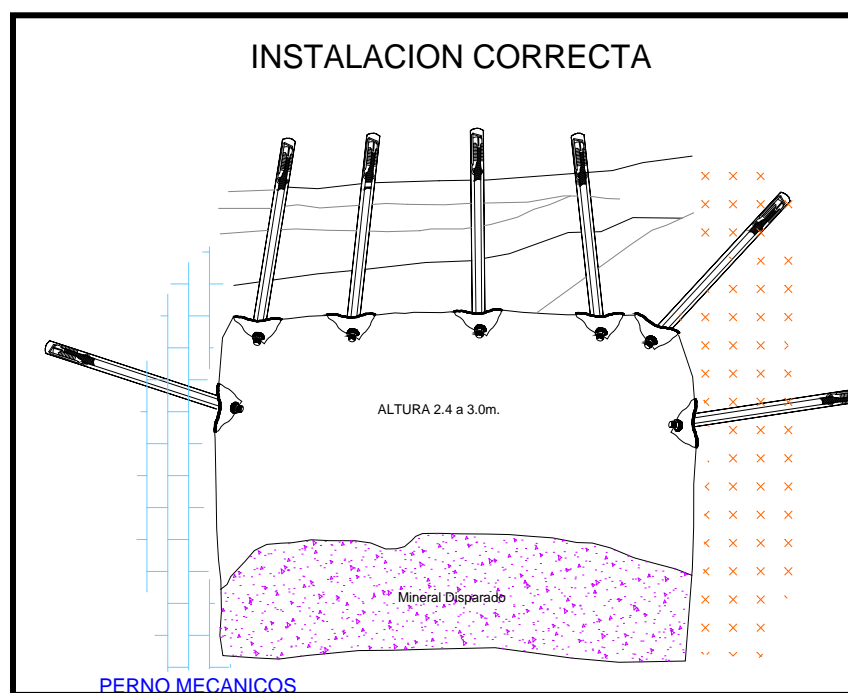
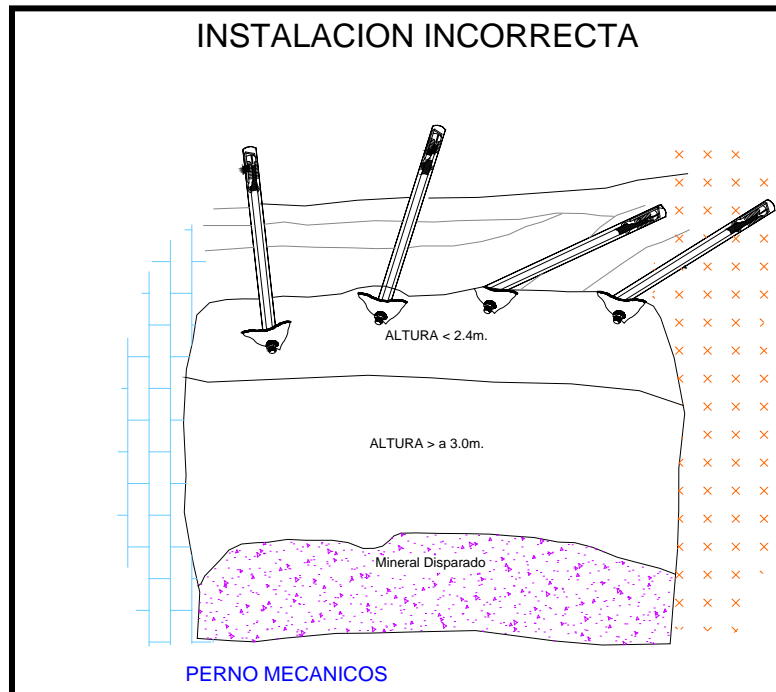
#### CARACTERÍSTICAS DE LA PERFORACIÓN

- Diámetro de taladro : 37 – 39 mm.
- Longitud del taladro : 8 Pies.
- Espaciamiento de Malla : Según las especificaciones de la roca (ver 3.3.1)
- Dirección : Perpendicular a la discontinuidades (áreas, fracturas, diaclasas, estrato, etc.)
- Máquina Perforadora : Jackleg - SECO
- Presión de Aire Requerida : 90-100 PSI
- Presión de Agua Requerida : 60 PSI
- Accesorios de Perforación : Barra cónica de 7/8"x 6', Broca de botones 38 mm.  
Barra cónica de 7/8"x 8', Broca de botones 36 mm.  
Adaptador para Torque de los Pernos mecánicos  
Mangueras de Aire y Agua de 1"

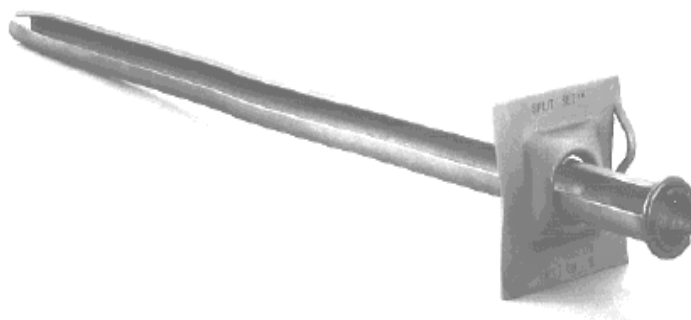
#### CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN DEL PERNO MECÁNICO

- Contacto total de la plantilla a la superficie de la roca (mineral o desmonte)
- Evaluación periódica de capacidad de soporte (c/15 días).

- Verificar la calidad del elemento
- En caso de instalación del perno en los hastiales se pueden utilizar pernos reciclados que tienen una capacidad de soporte de 6 - 8 TM.



## B. SPLIT SET



## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MODELO	SS-33	SS-39	SS-46
TAMAÑO NOMINAL DE BROCA ( recomendada)	31 mm. a 33 mm.	<b>35 mm. a 38 mm.</b>	41 mm. a 45 mm.
CAPACIDAD PROMEDIO	10.9 TONELADAS	<b>12.7 TONELADAS</b>	16.3 TONELADAS
CAPACIDAD MÍNIMA	7.3 TONELADAS	<b>9.1 TONELADAS</b>	13.6 TONELADAS
LONGITUD	0.9 a 2.4 m	<b>0.9 a 3 m</b>	0.9 a 3.6 m
DIÁMETRO NOMINAL EXTERNO DEL TUBO	33 mm.	<b>39 mm.</b>	46 mm.

El Split Set es un elemento de sostenimiento del tipo friccional, que tiene la característica de que trabaja en toda su extensión ya que el tubo se encuentra en contacto con la roca en su totalidad, en Milpo actualmente se está utilizando los Split Set de 39 mm., marca Ingersol Rand y eventualmente nacionales que como observamos en las especificaciones técnicas tiene una capacidad mínima de soporte de 9.1 toneladas, tener presente que para el correcto uso de estos elementos de sostenimiento debe considerarse como condiciones:

- Tipo de terreno: Roca suave, zona de alto diaclazamiento o en mineral
- Instalación: Tener las herramientas adecuadas y en buen estado ( Presionador ) así como la perforación del taladro perpendicular a la probable cuña, debe formar ángulo de 90° entre la superficie a sostener y el Split Set.

### ESPECIFICACIONES DE ROCA PARA EL USO DEL SPLIT SET

TIPO DE ROCA	LITOLÓGÍA MINERALOGÍA	CALIDAD DE ROCA	MALLA	ACCESORIO ADICIONAL
RMR > 20	BRECHA	MUY MALA	0.8m x 0.8m	utilizar malla electrosoldada y shotcrete
RMR 20 - 40	Brecha Mineralizada Intrusivo Alterado	MALA	1.0m x 1.0m	utilizar malla electrosoldada
RMR 40 -60	Skarn Mineralizada alterada	REGULAR	1.2m x1.2m	utilizar malla electrosoldada operacional
RMR 60 -80	Caliza Mineralizada Skarn Mineralizado	BUENA	1.4m x 1.4m	no se usa

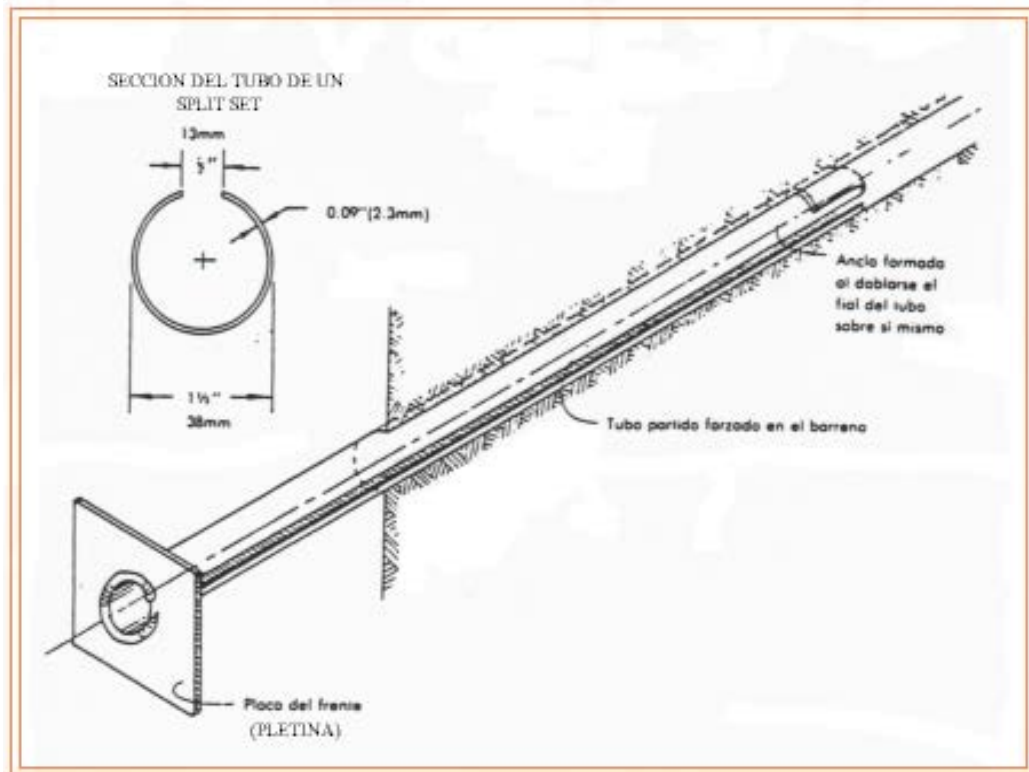
### ESPECIFICACIONES DE PERFORACIÓN

- Diámetro del taladro: 37 - 39 mm.
- Longitud del taladro: 8 pies
- Malla según las especificaciones de la roca 1.0 -1.2 m
- Dirección perpendicular a las discontinuidades (áreas, fracturas, diaclasas, estrato, etc.)

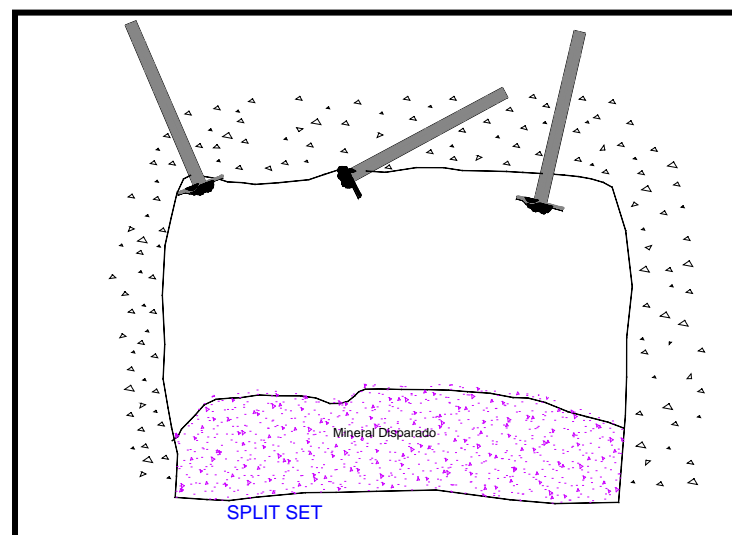
### ESPECIFICACIONES DE INSTALACIÓN

- Diámetro de la varilla: 39m.
- Longitud: 7 pies
- Presión de aire superior de 80 PSI
- Evaluación periódica de capacidad de soporte ( c/ 15 días )
- Verificar la calidad del Split Set.
- En caso de utilizar plantilla este debe tener un contacto total con la superficie de la roca.

Las características en detalle de un Split Set de 7' es el siguiente:

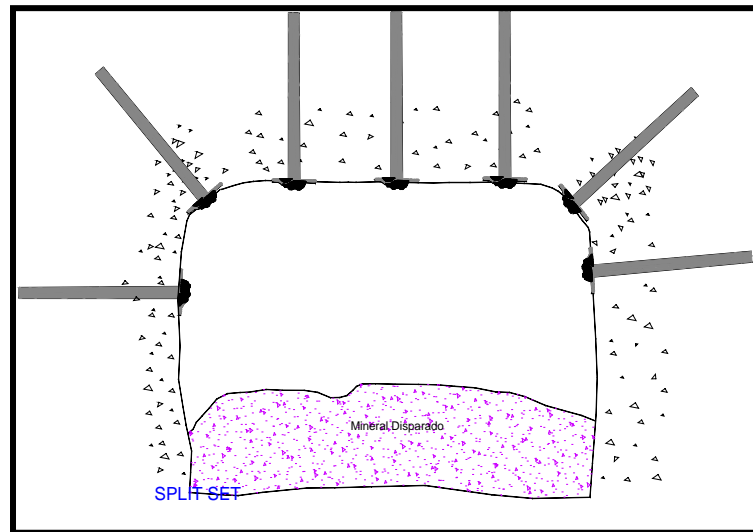


### INSTALACIÓN INCORRECTA DEL SPLIT SET





## INSTALACIÓN CORRECTA DEL SPLIT SET



## C. PERNOS HELICOIDALES.



La barra helicoidal ha sido diseñada para reforzar y preservar la resistencia natural que presentan los estratos rocosos, suelos o taludes. Consiste en una barra de acero con resaltes en forma de hilo helicoidal de amplio paso, que actúa en colaboración con un sistema de fijación formado por una placa perforada de acero y una tuerca. La inyección de la resina en la perforación del estrato en que se introduce la barra sirve de anclaje, actuando el hilo como resalte para evitar el deslizamiento de la barra. Ello da como resultado un conjunto

altamente resistente, sometido a esfuerzo de compresión. El soporte que provee al terreno esta en el rango de las 20 a 25 toneladas según la pruebas realizadas.

Actualmente en la mina estamos usando estos elementos para labores tanto de preparacion como de explotacion según el acapite 3.3.1.

#### ESPECIFICACIONES TECNICAS

<b>DIAMETRO NOMINAL mm</b>	<b>MASA (*kg/m</b>	<b>PASO DEL HILO , P mm</b>	<b>ANCHO RESALTE, E mm</b>
22	2.98	11.09 + 0.1 / - 0.2	3.6 + 0.5 / - 0.3
25	3.85	12.5 + 0.1 / - 0.2	4.6 + 0.5 / - 0.3

#### ESPECIFICACIONES DE PERFORACIÓN

- Diámetro del taladro: 32 - 36 mm.
- Longitud del taladro: 8 pies
- Malla según las especificaciones de la roca 1.0 -1.2 m.
- Dirección perpendicular a las discontinuidades (áreas, fracturas, diaclasas, estrato, etc.)

#### ESPECIFICACIONES DE INSTALACIÓN

- Diámetro de la varilla: 19, 22 mm.
- Longitud: 8 pies
- Presión de aire superior de 80 PSI
- Evaluación periódica de capacidad de soporte ( c/ 15 días )
- Verificar la calidad del Perno helicoidal.

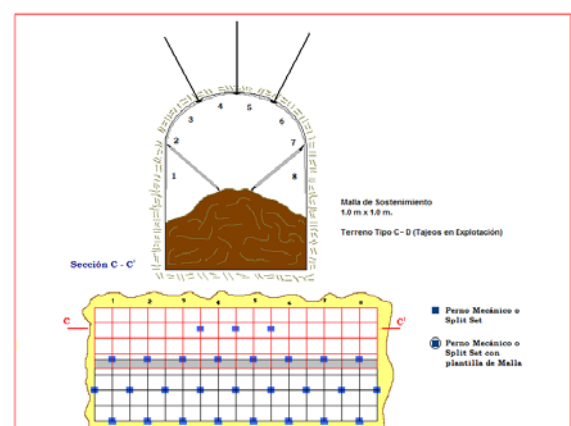
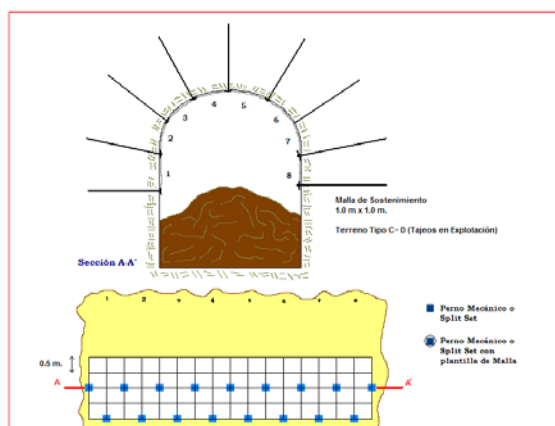
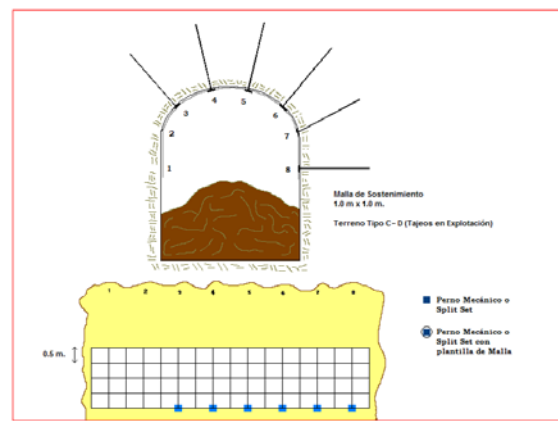
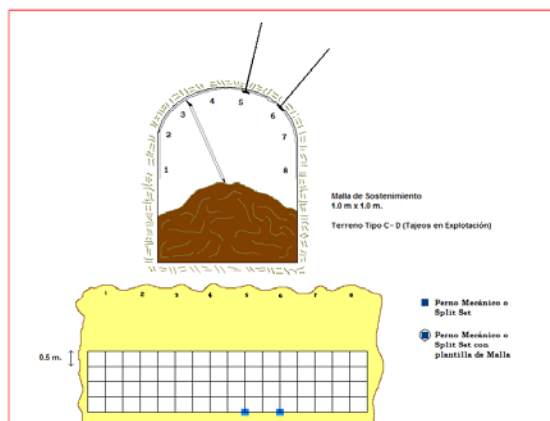
La correcta instalación de un perno helicoidal esta regida básicamente por los siguientes parámetros:

- Diámetro de perforación, debe usarse brocas de 32 mm.
- Batido de la resina, debe batirse aproximadamente 20 seg.

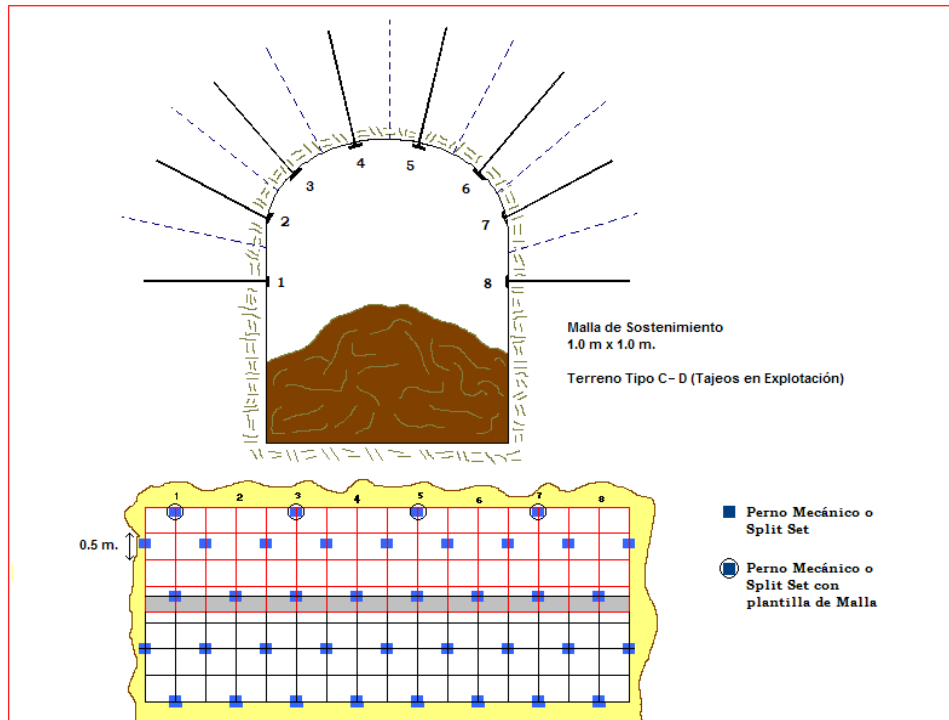
En el trabajo diario de sostenimiento se observa que tanto el perno mecánico, perno helicoidal y el Split set realizan un trabajo eficiente siempre y cuando se aplique en las condiciones de terreno indicados respectivamente para cada caso, esto permite que las condiciones de trabajo en interior mina específicamente en los niveles de producción sean más segura y por lo tanto los índices de accidentabilidad de personales y equipos sean muy bajos.

Cabe recalcar que en las labores de sostenimiento o tajos recientemente disparados de Milpo se usan diferentes tipos de combinaciones en el sostenimiento con pernos mecánicos, pernos helicoidales y Split Sets como se indica en el acápite 3.3.1.

En los siguientes gráficos se presenta de manera grafica la secuencia en los trabajos de sostenimiento en un ajeo de producción.



Finalmente el frente de ataque queda de la siguiente manera, listo para realizar los trabajos de limpieza con Scooptram.



A continuación detallamos los trabajos previos antes, durante y después del sostenimiento con los Procedimientos relacionados a estos trabajos, son:

- Desate de Rocas MI – P – 03.
- Sostenimiento sobre Carga MI – P – 13.
- Sostenimiento sobre Scissor Lift MI – P – 14.

# Desatado Manual

## 1.0 OBJETIVO

Este procedimiento es para realizar un correcto desatado de rocas, en las Operaciones de Explotación, Galerías y Rampas, considerando los aspectos que conducen a la calidad del proceso en ejecución, haciendo hincapié el buen desatado.

## 2.0 ALCANCE

Este procedimiento se aplica cada vez que se ejecuta la actividad de desate antes y después del disparo del frente de la labor, además hacer campaña de desate en forma periódica en todas las actividades de la operación mina.

## 3.0 DEFINICIONES

### **Barretillas de Desate**

Son herramientas livianas de aluminio de 1" de  $\varnothing$ , para hacer caer las rocas sueltas del macizo rocoso, de diferentes longitudes de 4', 6', 8', 10' y 12', un extremo tiene uña y la otra en punta de fierro corrugado.

### **Roca suelta.**

Macizo rocoso fracturado y colgado en los techos y caras laterales de una labor minera antes y después de un disparo.

### **Desate Manual**

Es la operación de hacer caer las rocas sueltas de una labor, utilizando una barretilla liviana y adecuada.

### **Sonido "Bombo"**

Sonido que se diferencia de un terreno macizo al golpear con la barretilla (está por caer).

### **Posición de Desate**

Es la posición corporal que adopta el personal para el ataque del desatado y maniobrar con la barretilla colocando a un costado del cuerpo y no más de 45° de inclinación con respecto a la horizontal.

### **Regado de Carga.**

Es la operación de humedecer el material después de la voladura con la finalidad de decantar las partículas sólidas en suspensión.

### **Ruta de Escape**

Es el camino seguro dentro del macizo rocoso, por donde debe salir el personal cuando se presentan eventualidades de estallido de rocas, chispeo de rocas y/o caída de rocas,

## Desatado Manual

mientras se realiza el desatado de rocas. Esta ruta es predeterminada durante el desatado de rocas.

### 4.0 DOCUMENTOS A CONSULTAR

- Reglamento de Seguridad e Higiene Minera.
  - ✓ Título Tercero : Gestión de las Operaciones Mineras.
  - ✓ Capítulo I : Estándares de las Operaciones Mineras.
  - ✓ Subcapítulo Uno : Control del terreno en Minería Subterránea.
  - ✓ Artículo : 181
  
- Requisito 7.5.1 de la Norma ISO 9001:2000
- Requisito 4.4.6 de la Norma ISO 14001:2004
- Requisito 4.4.6 de la Norma OHSAS 18001:1999
- SSO-P-10-4 Reporte de Cinco Puntos de Seguridad Mina

### 5.0 RESPONSABILIDADES

#### 5.1 Jefe de Guardia de Mina y/o Empresa Especializada

Él es responsable de la coordinación con el Líder del tajo, para asegurarse que se cuente con líneas de agua y verificar la ejecución del regado de la carga, para evitar la exposición del personal al polvo.

Él debe inspeccionar conjuntamente con el personal, los peligros y riesgos existentes en el área de trabajo, para iniciar con el desatado de rocas además firmará el reporte diario de desatado manual de tajos.

#### 5.2 Desatadores

Son los responsables de desatar previo regado de carga para controlar el polvo y gases generados por la voladura, utilizando su EPP. Llenara y firmara el reporte diario del desatado manual (MI-P-3- 1 Reporte diario de desatado manual) entregara al Secretario de Sistema de Gestión Operativo mina al final de cada guardia.

#### 5.3 Jefe de Programa de Seguridad Cía / Empresa Especializada

Verificará en forma inopinada el cumplimiento del procedimiento

#### 5.4 Secretario de Sistema de Gestión Operativo de Mina

Es el responsable de archivar el reporte diario de desato manual en la oficina de SGOM (MI-P-03- 1).

## Desatado Manual

---

### 6.0 PROCEDIMIENTO

**6.1** Los desatadores inspeccionan la labor minuciosamente y llenan el Reporte de cinco puntos seguridad mina SSO-P-10-4, el cual será revisado y firmado por los jefes de guardia de mina.

**6.2** Luego riegan el área a desatar, para detectar las rocas sueltas, eliminar el polvo y gas generados por la voladura.

**6.3** Verificar la altura entre el piso y techo de la labor, debe estar dentro del rango de 2.50 m. a 3.00 m. Verificar y seleccionar las barretillas adecuadas de 4', 6', 8', 10' y 12' pies.

**6.4** Elegir un lugar seguro del macizo rocoso para iniciar el desatado de rocas, golpeando con la barretilla, para detectar el sonido metálico o hueco.

**6.5** Iniciar el desatado posicionando la barretilla a un costado del cuerpo y con una inclinación no mayor de 45° con respecto a la horizontal, el desate se realizará en avance, de afuera hacia adentro. Durante la tarea del desatado de rocas, deberá evitarse toda clase de ruidos para poder percibir el estallido de la roca o detectar el sonido bombeado del mismo.

**6.6** El desatado deberá realizarse en forma permanente, el Jefe de Guardia de Mina debe firmar el Reporte diario de desatado manual (MI-P-03-1).

### 7.0 REGISTROS / ANEXOS

- MI-P-03-1 Reporte Diario de desatado manual

**REPORTE DIARIO DE DESATADO MANUAL**

 FECHA:..... TURNO: ..... CIA:  E.E. : 

DESATADO	LABOR	AREA	BARRETILLAS					CANT.	M <sup>2</sup>	D/M
			4'	6'	8'	10'	12'			
DE A										
DE A										
DE A										
DE A										
DE A										

OBSERVACIONES									
.....									
.....									
.....									

 \_\_\_\_\_  
**DESATADOR**

 \_\_\_\_\_  
**JEFE DE GUARDIA MINA**



## 1.0 **OBJETIVO.**

Este procedimiento es para normar el proceso de la ejecución correcta del sostenimiento en el macizo rocoso.

## 2.0 **ALCANCE.**

Este procedimiento se aplica a todas las actividades de la Operación Mina, Según el estudio efectuado del macizo rocoso.

## 3.0 **DEFINICIONES.**

### **Altura de Sostenimiento**

Es la altura requerida de 3.00 m, entre el piso de la carga y el techo de la labor.

### **Elementos de sostenimiento**

Son materiales metálicos fabricados con características técnicas, para el soporte del macizo rocoso (pernos mecánicos de 7', Split Set de 7', Malla electro soldada de 50 m<sup>2</sup>).

### **Máquinas Perforadoras**

Son equipos livianos neumáticos, que sirven para la perforación de taladros, barras cónicas con brocas de 36 y 38 mm. y barras integrales de 8' de longitud.

### **Sostenimiento de Labor**

Consiste en el sostenimiento del macizo rocoso con elementos de sostenimiento, para tener una estabilidad de las labores durante las operaciones mineras.

### **Concreto Lanzado**

Elemento de sostenimiento que consiste en lanzar una mezcla de concreto a la zona que se quiera estabilizar usando la presión del aire comprimido.

**Torquímetro.-** Herramienta que sirve para dar el ajuste requerido de los elementos de sostenimiento (perno de roca).

#### **4.0 DOCUMENTOS A CONSULTAR**

- Reglamento de seguridad e higiene minera D.S. N° 046-2001 EM.
- Título Tercero : Gestión de las Operaciones Mineras.
- Capítulo I : Estándares de las Operaciones Mineras.
- Subcapítulo Uno: Control del terreno en Minería Subterránea – Sostenimiento, Artículo: 187 al 191.
- MI-P-03.1 Reporte diario de Desatado manual
- MI-P-05-1 Reporte de Desate de rocas con equipo Scaler
- SSO-P-10-4 Reporte de cinco puntos seguridad mina.
- Requisito 7.5.1 de la Norma ISO 9001:2000
- Requisito 4.4.6 de la Norma ISO 14001:2004
- Requisito 4.4.6 de OHSAS 18001:1999

#### **5.0 RESPONSABILIDADES.**

##### **5.1 Superintendente de Mina**

El debe coordinar con los Jefes de Guardia de Cía Milpo y E.E. para el sostenimiento de las labores que lo amerite y de este modo asegurar la integridad física de los trabajadores y equipos.

##### **5.2 Jefe de Guardia de Mina**

El es responsable de coordinar con el Jefe de Guardia de la empresa especializada y líder de la zona para realizar el sostenimiento de las labores según prioridad. De igual manera dar las condiciones de trabajo al personal de sostenimiento.

##### **5.3 Residente / Jefe de Guardia de la E.E.**

El es responsable de la coordinación con el Jefe de Guardia Mina y con el Líder de la Zona, para el sostenimiento de labores según prioridad, para asegurarse el cumplimiento de los objetivos. También percatarse la correcta instalación de los elementos de sostenimiento.

---

El debe inspeccionar conjuntamente con el personal, las labores designadas para dar las condiciones de trabajo y finalmente procederá hacer el reporte diario de Jackleg. MI-P-13-1 para ser entregados al Secretario del Sistema de Gestión Operativo Mina para su posterior digitación.

#### **5.4 Jefe de Logística.**

El debe coordinar con el Superintendente de Mina para el abastecimiento óptimo de los materiales, de sostenimiento, los cuales son de reposición automática.

#### **5.5 Jefe de Geotecnia**

El es responsable de la entrega de los Planos Geotécnicos y del Diseño de la Malla de Espaciamiento de los elementos de sostenimiento de las labores y el cumplimiento de los mismos, de acuerdo al reporte de EX-P-08-1 Formato de reporte de pruebas de arranque de elementos de fortificación EX-P-08-2 Formato de reporte de pruebas de torque de elementos de fortificación (torquímetro)

#### **5.6 Perforista y Ayudante**

Son responsables de dar cumplimiento al llenado de los formatos SSO-P-10-4 Reporte de cinco puntos de seguridad mina y MI-P-05-1 Desate de rocas con equipo Scaler.

Son responsables de inspeccionar, identificar y eliminar los peligros y riesgos que se presentan en su área de trabajo.

#### **5.7 Secretario de Sistema de Gestión Operativa de Mina**

Es el responsable de digitar los datos al SGOM (Reporte diario de Jackleg MI-P-13-1) y archivar los reportes en su oficina y llevará el archivo de MI-P-03-1 Reporte diario de desatado manual.

### **6.0 PROCEDIMIENTO**

**6.1** El perforista y Ayudante deberán inspeccionar la labor minuciosamente y llenar el Reporte de cinco puntos seguridad mina SSO-P-10-4, lo cual será revisado y firmado por los jefes de guardia de mina.

**6.2** Estimar la altura del piso de la carga al techo de la labor, debe estar dentro del rango de 2.50 m. a 3.00 m., las máquinas perforadoras deben ser evaluadas antes de ingresar a operar por mantenimiento mecánico de la Empresa Especializada.

**6.3** Los perforistas regaran la carga con agua desde una área sostenida, después se procede con el desatado de rocas empezando desde el área sostenida hacia delante. utilizando el juego de barretillas 6', 8',10' y 12', antes, durante y después de la instalación de cada elemento de sostenimiento. reportando en el formato MI-P-03-1 Reporte diario de desatado manual.

**6.4** Iniciar la perforación de un taladro a partir de la zona sostenida, para hacer él traslape respectivo entre mallas y luego instalarlo el elemento de sostenimiento y así sucesivamente hasta concluir (**taladro perforado, elemento instalado**) Para la instalación de los elementos de sostenimiento, la presión de aire debe ser de +/- 80 PSI, para controlar se debe colocar un manómetro al ingreso del sub nivel de trabajo. El sostenimiento debe realizarse hasta el tope y en las cajas hasta el ras de la carga disparada.

**6.5** El perforista y ayudante deberán retirar los equipos y accesorios, máquina perforadora, mangueras, barrenos, elementos de sostenimiento sobrantes a un lugar seguro.

## **7.0 REGISTROS / ANEXOS**

- MI-P-13-1 Reporte Diario de Jackleg.

**REPORTE DIARIO DE JACKLEG**

 JACKLEG : .....    FECHA: .....    TURNO: .....    CA:     EE: 

PERFORACION	LABOR	AREA	ACTIVIDAD							METODO B/V	CANT.	MALLA M2	D/M	E/A	DESCRIPCION
			PP	PS	PD	PA	PM	PF	OTRA						
DE A															
DE A															
DE A															
DE A															

PP: Perf. Primaria    PD: Perf. Desplazada    PM: Perf. Sustentación    B: Buzing    B: Mineral    E: Part. eléctrico  
 PS: Perf. Secundaria    PA: Perf. Auxiliar    PF: Perf. de Frente    V: Vertical    D: Desmonte    A: Part. de Apoyo

MOTIVO PARADAS	MP	DESCRIPCION

MP (Motivo Principal) D: Derrama Operativa ; B: Falta de equipos

 Estado al Final del Turno  
 Operativo     Inoperativo 

OBSERVACIONES

 \_\_\_\_\_  
 OPERADOR

 \_\_\_\_\_  
 JEFE DE GUARDIA E.E.

 \_\_\_\_\_  
 JEFE DE GUARDIA MINA

## **1.0 OBJETIVO**

Este procedimiento es para normar el proceso de la ejecución correcta de la instalación de elementos de sostenimiento con el Scissor Lift, en las operaciones de desarrollo, preparación y explotación de la Unidad Minera El Porvenir y garantizar la estabilidad y continuidad de las labores en el proceso productivo.

## **2.0 ALCANCE**

Este procedimiento se aplica cada vez que se efectúa el sostenimiento sobre Scissor Lift en todas las actividades de la Operación Mina (Exploración, Desarrollo, Preparación, Explotación y Obras Civiles en interior de la mina).

## **3.0 DEFINICIONES**

### **Altura de Sostenimiento con Scissor Lift**

Es la altura requerido de 6.00 m. entre el piso y el techo de la labor, para realizar el sostenimiento adecuado sobre la plataforma del Scissor Lift con máquina perforadora liviana.

### **Iluminación Artificial**

Es la fuente de energía eléctrica hacia un reflector, donde la intensidad de luz sea uniforme y adecuada para el área de trabajo y que no proyecten sombras o deslumbramiento que pueden lesionar la vista de los trabajadores.

### **Scissor Lift**

Es un equipo de bajo perfil, accionado con un sistema hidráulico para levantar las tijeras de la plataforma, utilizando en interior mina para diferentes actividades en función a la altura requerida (Desatado de rocas, carguío de taladros, cableado de cables bolting, sostenimiento sobre Scissor y para servicios mina).

## **4.0 DOCUMENTOS A CONSULTAR**

- Reglamento de Seguridad e Higiene Minera.
  - Título Tercero : Gestión de las Operaciones Mineras.
  - Capítulo I : Estándares de las Operaciones Mineras.

- Subcapítulo Uno : Control del terreno en Minería Subterránea – Sostenimiento.
- Artículo : 187 al 191.
- Reglamento Interno Milpo “Control de las Actividades de riesgo en las operaciones mineras.
- Procedimiento MN-P-06 mantenimiento de equipos de bajo perfil.
- MI-P-03 Procedimiento de Desatado manual
- MN-I-04-2 Check List Equipos
- SSO-P-10-4 Reporte de cinco puntos seguridad mina.
- Requisito 7.5.1 de la Norma ISO 9001:2000
- Requisito 4.4.6 de la Norma ISO 14001:2004
- Requisito 4.4.6 de la Norma OHSAS 18001:1999

## **5.0 RESPONSABILIDADES**

### **5.1 Superintendente de Mina**

Es responsable de monitorear la operatividad y la actividad de sostenimientos sobre Scissor Lift.

### **5.2 Jefe de Geotecnia**

Es responsable de la entrega de los Planos Geotécnicos y del Diseño de la Malla de Espaciamiento de los elementos de sostenimiento, con perno mecánico y/o split set según el tipo de roca de las labores y el cumplimiento de los mismos.

### **5.3 Jefe de Logística**

El debe asegurar la existencia del Stock de todos los elementos de sostenimiento (pernos mecánicos, split set, malla electrosoldada) con la aprobación del responsable del departamento de Geotecnia.

### **5.4 Jefe de Guardia de Mina**

El es responsable de coordinar con el Jefe de Guardia de la empresa especializada y líder de tajo para realizar el sostenimiento de las labores con el apoyo Scissor Lift y de dar las condiciones de trabajo al personal de sostenimiento.

### **5.5 Jefe de Guardia de la Empresa Especializada**

El debe proporcionar el equipo para la realización de las tareas de mantenimiento en los talleres de interior mina, siguiendo el cronograma establecido.

El es responsable de la coordinación con el Jefe de Guardia de Cía y con el Líder de tajo, para el sostenimiento de labores que se requieren con el Scissor Lift.

El debe inspeccionar conjuntamente con el personal, Jefe de Guardia de Mina y/o Líder tajo, las labores designadas para dar las condiciones de seguridad del trabajo.

### **5.6 Perforista y Ayudante**

El Perforista y/o Ayudante debe tener Autorización para Operar vehículo y/o Equipo Pesado actualizado y inspeccionar el equipo utilizando el Formulario de equipos pesados.

Realizar el desate de rocas utilizando el Scissor Lift de la parte sostenida hacia el tope, dejando el macizo rocoso estable. Iniciar el sostenimiento sobre la plataforma del Scissor Lift, a partir de la zona sostenida utilizando las recomendaciones de Geotecnia. Retirar el equipo una vez concluida a un lugar seguro previa verificación.

### **5.7 Secretario de Sistema de Gestión Operativo de Mina**

Es el responsable de digitar los datos al SGOM del reporte MI-P-14-1 Reporte diario de Sostenimiento sobre Scissor Lift previamente firmado por el operador y el Jefe de Guardia de la Mina y archivar en su oficina.

## **6.0 PROCEDIMIENTO**

6.1 El sostenimiento con el Scissor Lift se hará con dos personas (Maestro perforista y Ayudante) iniciando la labor con la inspección el área usando el SSO-P-10-4 Reporte de cinco puntos seguridad mina, inspección del equipo según MN-I-04-2 Check List Equipos y luego trasladar a la zona de trabajo.

6.2 Cumplir con el MI-P-03 Procedimiento del Desatado Manual de Labores, Utilizando como piso la plataforma del Scissor Lift.



## Sostenimiento sobre Scissor LIFT

6.3 El personal de sostenimiento debe cumplir con la malla de sostenimiento proporcionado por Geotecnia, e identificar el tipo de roca de su área de trabajo.

6.4 El Jefe de Guardia de la Empresa Especializada deberá inspeccionar la zona de trabajo, verificando el correcto llenado del formato SSO-P-10-4 Reporte de cinco puntos de Seguridad mina, (ventilación, orden y limpieza, iluminación, la altura del piso al techo, piso de la labor) y luego firmar

- Traslado del equipo de perforación y accesorios, elementos de sostenimiento a la plataforma del Scissor Lift,

6.5 Iniciar la perforación de un taladro a partir de la zona sostenida, para hacer el traslape respectivo entre mallas.

- Presentar la malla electro soldada en el techo, fijando con el apoyo de las barretillas.
- Instalarlo el elemento de sostenimiento y así sucesivamente hasta concluir (taladro perforado, elemento instalado).
- Colocado de Split Set = Diámetro de 36 mm. - 37 mm.
- Colocado de Perno Mecánico = Torque 80 libras

6.6 El maestro perforista deberá retirar el Scissor Lift, la máquina perforadora, mangueras, barrenos, y elementos de sostenimiento sobrantes a un lugar seguro.

6.7 El control de la buena ejecución del sostenimiento lo realizan los Jefes de Guardia de Mina el Jefe de Guardia de la E.E. y los Líderes tajo.

### 7.0 REGISTROS / ANEXOS

- MI-P-14-1 Reporte diario de Scissor Lift.

Compañía Minera Milpo.  
**Sostenimiento sobre  
 Scissor LIFT**

Procedimiento N° : MI-P-14      Rev : 02  
 Fecha de Emisión : 05/05/04  
 Actualización : 07/02/05

**REPORTE DIARIO DE SOSTENIMIENTO SOBRE SCISSOR LIFT**

EQUIPO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_ TURNO: \_\_\_\_\_ CIA  E.E.

HOROMETRO MOTOR \_\_\_\_\_ INICIO: \_\_\_\_\_ FIN: \_\_\_\_\_

TRABAJO DEL EQUIPO							
HORA		LABOR	AREA	USO			OBSERVACIONES
DE	A			SOSTENIMIENTO	CARGUIO	OTROS	

PARADAS DEL EQUIPO			
HORA		Motivo Parada	DESCRIPCION
DE	A		

Leyenda    MP    Mantto. Programado    IM    Inspección Mecánica    Lugar al final del turno \_\_\_\_\_    Estado al Final del Turno    Operativo     Inoperativo   
 FM    Falla Mecánica  
 FE    Falla Eléctrica  
 D    Demora Operativa

**OBSERVACIONES**

-----  
 -----  
 -----

\_\_\_\_\_  
 OPERADOR

\_\_\_\_\_  
 JEFE DE GUARDIA MINA

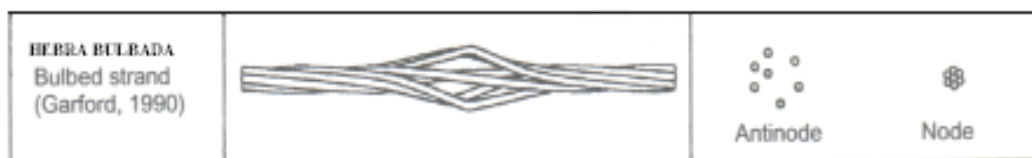
#### D. CABLEBOLTING

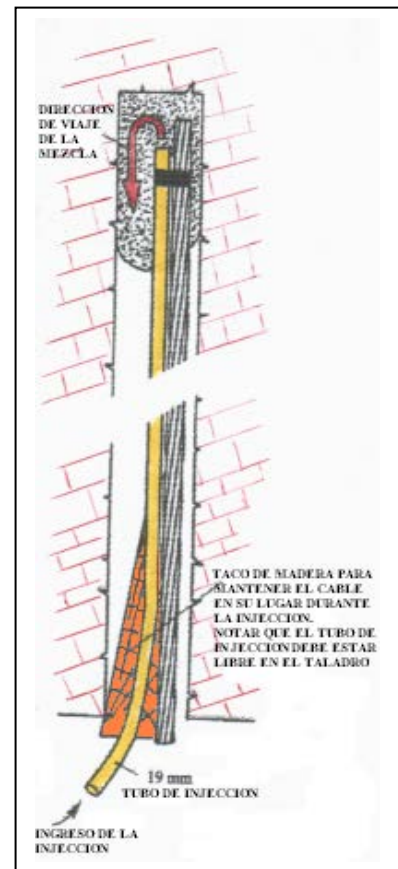
Este tipo de sostenimiento de funcionalidad tensional o Traccional y de tipo temporal es usado en Milpo ya años atrás, tiene por objetivo el sostenimiento de tajos de grandes dimensiones (mas de 12 m.) que tienen un considerable diaclazamiento en su estructura además de poseer familias de fallas muy marcadas que cuyas intersecciones dan como resultado formaciones de cuñas potenciales de debilitamiento de grandes dimensiones y tonelajes (hablamos de un promedio de 10-15 toneladas) es por esto que Milpo con las necesidades de seguridad y a la vez de producción (4000 TM /día) tomo la decisión de optar este tipo de sostenimiento.

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CABLE USADO

CARACTERÍSTICAS DEL CABLE	DESCRIPCIÓN
Peso unitario	1.10 Kg./m
Longitud	20 m
Diámetro	5/8"
Número de hebras	7
Diámetro de la hebra	3/16"
Tipo de hebra	Embulbada o Nudada
Tracción máxima	21 TM/m

Este el tipo de cable usado en Milpo



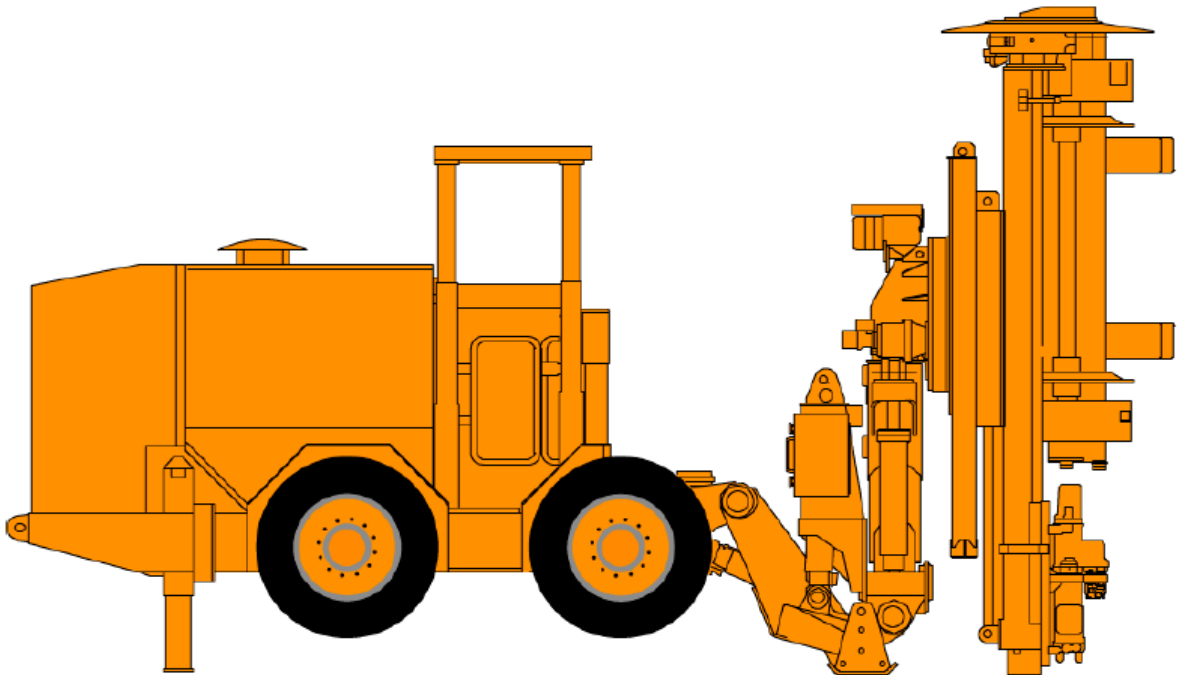


Los materiales y equipos usados para este tipo de sostenimiento usado en Milpo son:

- 1 jumbo de perforación de taladros largos con sistema radial (Modelo Solo H606 TAMROCK)
- Cable de acero de 5/8" de 7 hilos.
- Tubería de Polietileno de 3/4"Ø de alta presión (250 - 500 PSI)
- Cemento Portland tipo V. (de alta resistencia compresiva y alta resistencia a los sulfatos)
- Cuñas de Madera.
- Cinta aislante.

EQUIPOS UTILIZADOS

- JUMBO Long Hole SOLO 606 RA - TAMROCK



ESPECIFICACIONES TECNICAS

Longitud: 6.78 m.

Ancho: 2.3 m.

Altura: 2.7 m.

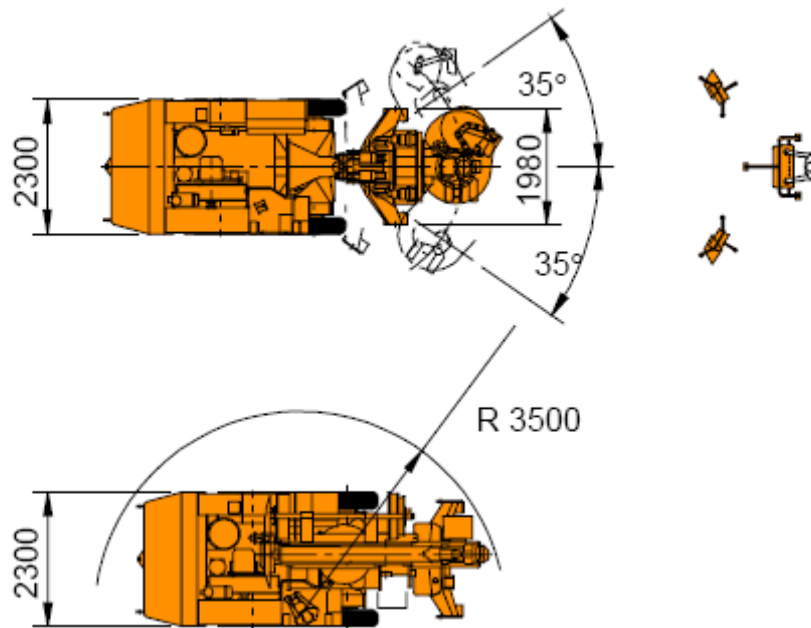
Velocidad: 3.5 Km./h (Horizontal), 1.6 Km./h (13% de Gradiente).

Ø de Perforación: 2" a 4".

Longitud de Perforación: 45 m (hacia arriba)

54 m. (hacia abajo)

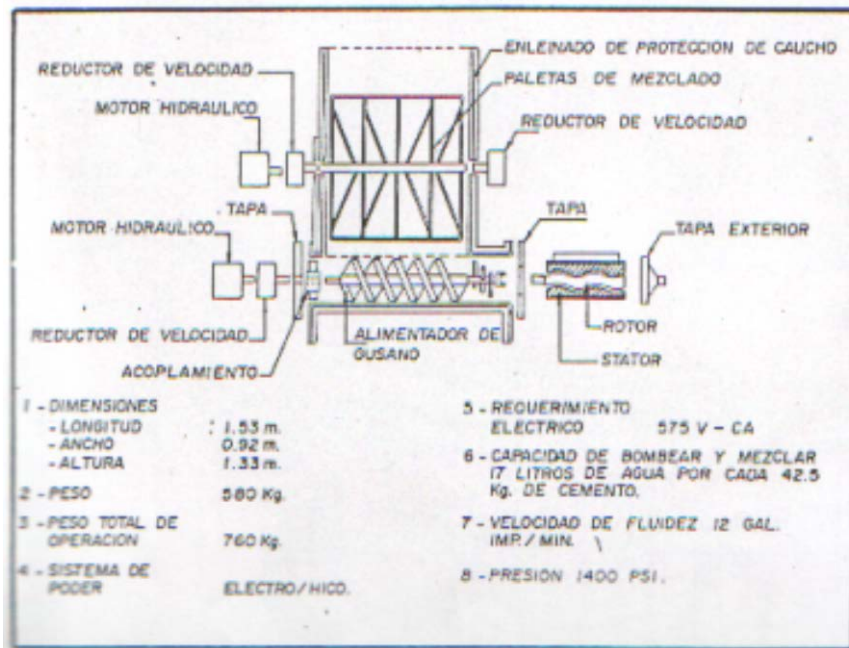
- Los accesorios de perforación consisten en:
- 13 barras de extensión de 5 pies.
- 04 Brocas de 2" Ø < > 51 mm.
- Grasa.



- BOMBA DE INYECCIÓN de Pasta de Cemento "LANGFORD"

CARACTERISTICAS:

- Sedimento de alta densidad tiene la única capacidad de la conducción por tubería y sistemas de cables cementados.
- Sedimento mixto de torsura, esto permite una sedimentación de alta densidad, para ser bombeado a largas distancias por aberturas pequeñas.
- Fácil operación, solo dos centrales.
- Fácil limpieza, su sistema permite el desmantelamiento de todos sus componentes que entran en contacto con el sedimento sin uso de herramientas.
- Fácil reparación, muchas de las reparaciones las puede hacer el mismo operador.
- Tiene la capacidad de mezclar agua/cemento en relación de 0.3/1.
- Velocidad de fluidez: 12 GPM
- Capacidad: 400 Libras ó 200 Kg. ( 4.7 bolsas de Cemento )
- Dimensiones: Longitud: 153 cm., Ancho: 92 cm., Altura: 133 cm.
- Peso: 580 Kg.



MECANISMO DE BOMBEO Rotor - Estator

0 Grados



45 Grados



135 Grados



90 Grados



180 Grados



Pasta de Cemento Prove -  
niente de la Tina de Batido



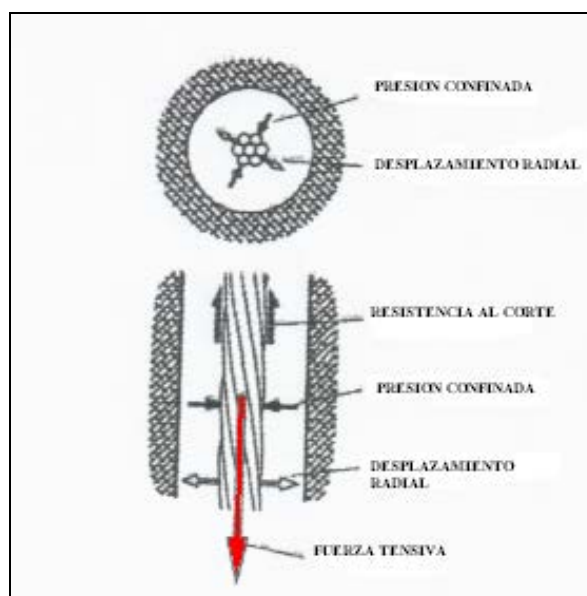
- **SCISSOR LIFT**, equipo para trabajos en altura



Este equipo es utilizado como medio de transporte de materiales y como plataforma para permitirnos llegar al techo de la labor y poder realizar la instalación manual del cable acerado en los taladros perforados.

- Altura De Elevación = 6 m.
- Capacidad De Carga = 3500 Kg.

### FUERZAS Y DESPLAZAMIENTOS ASOCIADOS A LOS ESFUERZOS DE UN CABLE INSTALADO





Cabe resaltar que para un mejor funcionamiento del cable acerado se deben tomar en cuenta que tan cohesionados pueden estar las interfaces roca - pasta de cemento y pasta de cemento – cable acerado, esto lo podemos cuantificar con la ayuda de la siguiente relación:

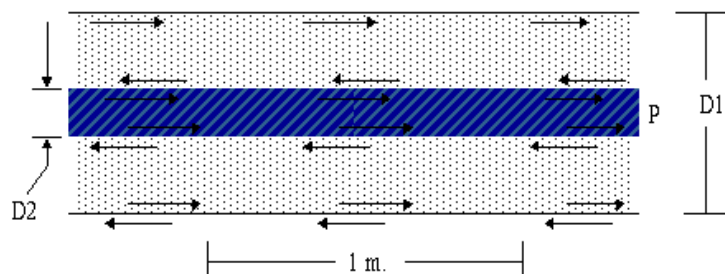
$$P = 0.08 D \times L \times S$$

**D:** Diámetro para cada interfase (pulg.)

**P:** Resistencia tensiva al deslizamiento (MN)

**L:** Longitud del cable cementado ( m.)

**S:** Fuerza cohesiva de la lechada (MPa.)



#### INFORMACIÓN ADICIONAL

$R_c$ : Resistencia a la compresión uniaxial de la lechada de cemento (MPa.).

$R_c = 420$  MPa. (Dato de gabinete).

**Reemplazando:**  $S = (1/10) \times R_c = 42$  MPa.

$D_1 = 2''$  (Interfase Roca – Pasta de Cemento)

$D_2 = 5/8''$  (Interfase Cable – Pasta de Cemento)

$L = 20$  m.

#### Cálculo:

$P_1 = 13.44$  MN (Interfase Roca – Pasta de Cemento)

$P_2 = 4.2$  MN (Interfase Cable – Pasta de Cemento)

Observamos que la interfase roca- pasta de cemento posee una mayor resistencia tensiva al deslizamiento lo que nos indica que existe una mayor cohesión en las paredes de la roca con la pasta de cemento que la interacción entre pasta de cemento - cable, esto nos hace pensar que este sistema de sostenimiento tiene sus limitaciones y que soportar una determinada capacidad que puede ser calculado de la siguiente manera:

### CAPACIDAD DE TENSIÓN DEL CABLE

$$P_2 = \frac{4,2 \text{ MN} \times 10^6 \text{ N}}{\text{MN}} \times \frac{\text{KN}}{10^3 \text{ N}} \times \frac{1 \text{ TON}}{9.96 \text{ KN}} = 421,52 \text{ TON}$$

$$\text{Resistencia a la tracción} = \frac{421.52 \text{ TON}}{20 \text{ m}} = 21 \text{ TON /m.}$$

#### Factores Que Afectan La Cohesión

- Suciedad en la superficie del cable.
- Tipo de cable (Centro de acero, estructura rugosa).
- Sistema de bombeo de la pasta.
- Relación Agua / Cemento.
- Tipo de cemento.

### DISEÑO DEL CABLEADO

$$N = \frac{F \cdot H \cdot E \cdot P \cdot G}{C \cdot L}$$

**DONDE :**

**N** : Número de cables por línea

**F** : Factor de seguridad

**H** : Altura de la cámara a formarse (m)

**E** : Espaciamiento entre líneas (m)

**P** : Ancho de la Zona potencial de falla (m)

**G** : Densidad de la Roca (TM/m<sup>3</sup>)

**C** : Capacidad de Tensión (TM/m)

**L** : Longitud de cable efectivo empotrado (m)

En nuestro caso tenemos la siguiente información valida para los tajos de la zona norte y zona sur.

F=2	H=40 m	E=2.10 m	p =7 m
G=2.7 TM/m <sup>3</sup>	C=21 TM/m <sup>3</sup>	L=17 m	

Por lo tanto N = 9 cables por línea

# Sostenimiento con Cable Bolting

## 1.0 OBJETIVO

Este procedimiento es para normar el proceso de la ejecución correcta del Sostenimiento Mecanizado con Cable Bolting.

## 2.0 ALCANCE

Este procedimiento se aplica cada vez que se efectúa el sostenimiento mecanizado en interior de la mina con Cable Bolting del macizo rocoso.

## 3.0 DEFINICIONES

### **Bomba Langford**

Es un equipo electro hidráulico estacionario, diseñado para bombear la pasta de cemento de alta densidad a lo largo de un taladro de 20 metros.

### **Cable Bolting**

Es el sostenimiento del macizo rocoso con cable de acero que tiene una estructura conformada por 7 hilos de acero con un diámetro total de 5/8" y una longitud de 20 metros, a los cuales se le inyecta pasta de cemento para darle mayor estabilidad a las labores de explotación.

### **Pasta de Cemento**

Es una mezcla de cemento agua, en una proporción de 0.35: 1

### **Jumbo para Cable Bolting**

Es un equipo de bajo perfil, long hole, diseñado para realizar perforaciones radiales en un radio de 360° y de una longitud de 20 m.

## 4.0 DOCUMENTOS A CONSULTAR

- Reglamento de Seguridad e Higiene Minera.
  - Título Tercero : Gestión de las Operaciones Mineras.
  - Capítulo I : Estándares de las Operaciones Mineras.
  - Subcapítulo Uno : Control del terreno en Minería Subterránea – Sostenimiento.

## Sostenimiento con Cable Bolting

- Artículo : 187 al 191.
- SSO-P-10-4 Reporte de cinco puntos seguridad mina.
- MN-I-04-2 Check List Equipos
- Requisito 7.5.1 de la Norma ISO 9001:2000
- Requisito 4.4.6 de la Norma ISO 14001:2004
- Requisito 4.4.6 de la Norma OHSAS 18001:1999

### 5.0 RESPONSABILIDADES

#### 5.1 Jefe de Guardia Cia. Y/O Empresa Especializada

Responsables de la preparación del tajeo asignado de acuerdo al procedimiento, además que se cumplan todas las recomendaciones y especificaciones técnicas generadas por el jefe de geotecnia así como del control de la buena ejecución del sostenimiento con cable bolting,

#### 5.2 Superintendente de Mina

Es el responsable de monitorear y evaluar el cumplimiento del procedimiento establecido.

#### 5.3 Líder de Tajo

Responsable de la ejecución de la preparación del tajeo asignado, así como del control de la buena ejecución del sostenimiento con cable bolting,

#### 5.4 Jefe de Geotecnia

Responsable de realizar el programa de Cable Bolting según prioridades y coordinar con el Residente y/o Jefe de Guardia de E.E. de Cable Bolting, para hacer la entrega del Plano del Diseño de la Malla de Perforación y controlar el cumplimiento de la actividad.

#### 5.5 Jefe de Ingeniería

Elaboración del Plano del Diseño de la Malla de Perforación, previa coordinación con el responsable de Geotécnia, así mismo de pintar la malla de perforación en el tajeo designado.

## **Sostenimiento con Cable Bolting**

---

### **5.6 Jefe de Logística.**

Es responsable de la existencia del Stock de elementos de Perforación y Sostenimiento en los Depósitos del Almacén.

### **5.7 Mecánico Asignado al Equipo de Perforación de E.E.**

El debe seguir las tareas descritas en las cartillas de mantenimiento preventivo (MN-P-06-1).

Mantener el equipo operativo durante la perforación de taladros.

Efectuar inmediatamente el plan de contingencia en caso de accidentes que se registren en el equipo, según el Procedimiento MN-P-06 mantenimiento de equipos de bajo perfil.

### **5.8 Operador y Ayudante del Equipo de Perforación**

El Operador debe tener licencia de manejo del Jumbo “SOLO”, para su respectivo desplazamiento y tránsito en las labores, son responsables de inspeccionar e identificar las condiciones sub-estándares y eliminarlos en forma inmediata en su área de trabajo. El Operador debe ceñirse estrictamente al Plano de Diseño de la Malla y ángulo de inclinación para iniciar con la perforación de los taladros en la labor. Además realizará el llenado de los formatos MI-P-12-1 Reporte Operación – perforación con Jumbo solo y MI-P-12-2 Reporte de Operación, Cableado e Inyectado.

### **5.9 Secretario de Sistema de Gestión Operativo de Mina.**

Es el responsable de archivar en su oficina los reportes MI-P-12-1 Reporte Operación – Perforación con Jumbo Solo, MI-P-12-2 Reporte de Operación - Cableado e Inyectado previamente firmado por el operador y el jefe de Guardia Mina de la E.E.

## **6.0 PROCEDIMIENTO**

**6.1** El Operador del Jumbo Solo y su ayudante, realizan la inspección de la zona de trabajo utilizando el SSO-P-10-4 Reporte de cinco puntos seguridad mina. lo cual debe ser revisado y firmado por el Jefe de Guardia de Mina, verificando el total sostenimiento del area, la altura del piso al techo del área a perforar debe estar entre

## **Sostenimiento con Cable Bolting**

3.50 m. a 4.00 m., piso nivelado e iluminado, así como de las instalaciones de agua y energía eléctrica 440 voltios.

**6.2** La malla de perforación debe estar marcado por el departamento de Ingeniería. para el posterior traslado y posicionamiento del equipo en el área de trabajo, e iniciar la perforación de los taladros con el ángulo dado en el Plano del Diseño de la Malla de perforación. Concluida la perforación de todos los taladros del área retirar el Jumbo Solo a un lugar seguro

**6.3** Para el cableado se utilizará el Scissor Lift, desde donde se introduce el cable de acero con la tubería de polietileno acuñado con madera y taponeado con huaype, terminado con el cableado, se procede al retiro del Scissor Lift llevándolo a un lugar seguro.

**6.4** Para la inyección de la pasta de cemento, se traslada con el apoyo de un Scoop la bomba de inyección de pasta (Langford), al area de los taladros cableados, ubicándolo en la parte central, culminada la inyección de todos los taladros, se procederá al lavado y retiro de la bomba, así como del orden y limpieza de toda el área de trabajo.

### **7.0 REGISTROS / ANEXOS**

- MI-P-12-1 Reporte Operación – perforación con Jumbo solo
- MI-P-12-2 Reporte de Operación – cableado e inyectado.

Compañía Minera Milpo S.A.A.

### REPORTE DE OPERACIÓN - PERFORACION CON JUMBO SOLO

EQUIPO .....		FECHA: .....		TURNO: .....		CIA <input type="checkbox"/> EE. <input type="checkbox"/>																		
HRM. PERCUSION		INICIO GUARDIA		FINAL GUARDIA		TAJEO																		
HRM. MOTOR DIESEL						OPERADOR		SUPERV.E.E																
						AYUDANTE		SUPERV. MILPO																
NRO. TAL.	LONG. PERF.	HORA		COORD E	NRO. BROCA	NRO. SHANK	BARRAS															OBSERVACIONES		
		INICIO	FINAL				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								

R=Roca      D=Desmorte      M=Mineral      G=Geoda      F=Fractura

MOTIVO PARADAS	Activ.	OBSERVACIONES
De.....A.....		
De.....A.....		
De.....A.....		
De.....A.....		

D Demora Operativa      FE Falla Eléctrica      IM Inspección Mecánica      Estado al Final del Turno  
 FM Falla Mecánica      D Otras Demoras      MP Mantto. Programado      Operativo  Imperativo

OBSERVACION :

OPERADOR : .....

JEFE DE GUARDIA MINA E.E: .....

### REPORTE DE OPERACIÓN - CABLEADO E INYECTADO

EQUIPO: .....		FECHA: .....		TURNO: .....		OPERADOR: .....			
CABLEADO		INYECTADO		NV-TAJEO-AREA : .....					
HORAS REALES		HORAS STAND BY		HORAS REPARACION					
NRO. TAL.	Tiempo	Coord	NRO. TAL.	Tiempo	Coord	NRO. TAL.	Tiempo	Coord.	OBSERVACIONES
1			11			21			
2			12			22			
3			13			23			
4			14			24			
5			15			25			
6			16			26			
7			17			27			
8			18			28			
9			19			29			
10			20			30			

**MATERIAL UTILIZADO (CANTIDADES)**

CABLE DE ACERO	TUBERIA 3/4	TUBERIA 1/2	ACEITE HIDRAUL	CEMENTO V
----------------	-------------	-------------	----------------	-----------

MOTIVO PARADAS	Activ.	OBSERVACIONES
De.....A.....		
De.....A.....		
De.....A.....		
De.....A.....		

D Demora Operativa      FE Falla Eléctrica      IM Inspección Mecánica      Estado al Final del Turno  
 FM Falla Mecánica      O Otras Demoras      MP Mantto. Programado      Operativo  Inoperativo

OBSERVACION :

---

Operador:.....

Jefe de Guardia Mina E.E:.....



**ESPECIFICACIONES DE PERFORACION**

DESCRIPCION	
Malla de Perforación	2.3 m. x 2.3 m.
Area de Perforación	Ancho > 8 m.
Dirección Perforación	Perpendicular según el buz. del cuerpo.
∅ del Cable	5/8" de 7 hebras
Longitud de inyección	20 mts.
∅ de Tubería inyección	3/4" presión soporte 300 PSI
Tipo de cemento	Portland Tipo V
Relación agua/cemento	12 Lts. Agua x 01 Bls. Cemento
Fraguado recomendado	14 días
Longitud de Perforación	20 m.
∅ de Perforación	2"
Cable de Acero	5/8" de 7 alambres
Cemento	Tipo V

## **ESTANDARES DE CONSUMOS**

<b>MATERIALES PRINCIPALES</b>	<b>UNID</b>	<b>PROM ./MES</b>
Cable de Acero de 5/8"	mts.	2474
Cemento tipo V	bls.	277
tuberia polietileno	mts.	3086

### **Consumo de Accesorios Y Materiales de Perforación**

<b>MAT. Y ACCESORIOS</b>	<b>UNID</b>	<b>PROMEDIOS</b>
BROCAS	PZAS.	6.67
BARRAS DE EXT.	PZAS.	15.67
SHANK	PZAS.	1.67
ACEITE	GL	73.33

### **PERFORACION ALCANZADO**

TAL PERF/MES	TAL/MES	114
MTS PERF/MES	MTS/MES	2287
MTS. DE BARRA	PIES/MES	5229

### **RENDIMIENTOS**

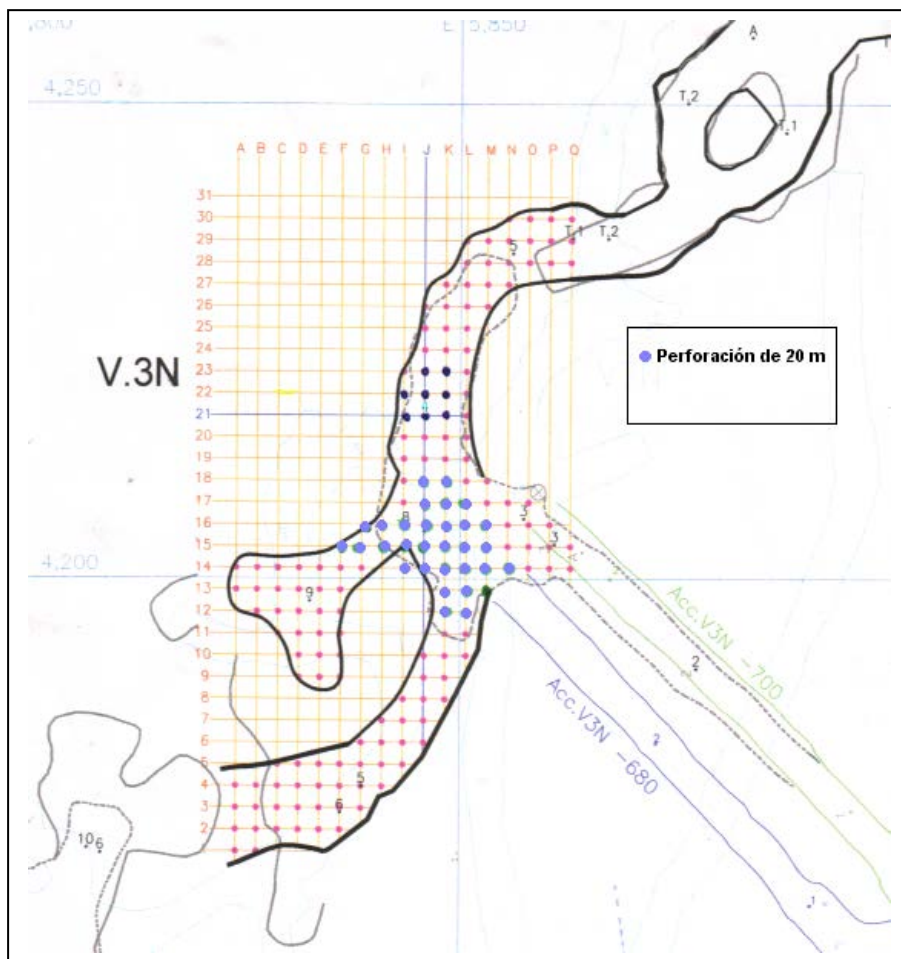
RENDIMIENTO-BROCA	MTS/BROCA	384
RENDIMIENTO-BARRAS	MTS/BARRA	340
RENDIMIENTO-SHANK	MTS/SHANK	1523
RENDIMIENTO-ACEITE	MTS/GL	33

Cable de acero	mts/tal.	21.64
Cemento tipo V	Bls/tal	2.42
Tuberia polietileno de 3/4"	mts/tal.	26.99

Esta información fue obtenida según los trabajos realizados durante la Operación de Instalación de los Cables Acerados en los tajos de Interior Mina.

A continuación se muestran estadísticas de análisis de tiempo sobre la Operación de Cable Bolting.

MAPA DEL TAJEO A SOSTENER CON EL SISTEMA CABLE BOLTING



TURNO	OPERADOR	LABOR	TALADROS PERFORADOS	AVANCE
DIA	Romero	V3N	3	60
NOCHE	Peña	V3N	6	120
DIA	Romero	V3N	8	160
NOCHE	Peña	V3N	10	200
DIA	Romero	V3N	4	80
NOCHE	Peña	V3N		
			31	620

**PERFORMANCE DE PERFORACION PARA SOSTENIMIENTO CON CABLE ACERADO DE 20 m**

Nv 720 V Cn 1-2 (Intersección)

Operador: Hebert Romero

Ayudante: Luis Vásquez

Guardia: día

COORDENADAS																							Velocidad Promedio de Perforación por Barra (cm/s)
Barra	Long (m)	Avance (m)	T-16				U-16				S-17				T-17				S-18				
			min	seg	Tiempo(seg)	C	min	seg	Tiempo(seg)	C	min	seg	Tiempo(seg)	C	min	seg	Tiempo(seg)	C	min	seg	Tiempo(seg)	C	
1	1.5	1.5	1	34	94	G	0	50	50	G	1	24	84	G	1	10	70	G	1	35	95	G	1.908
2	1.5	3	1	31	91	G	1	8	68	P	1	41	101	G	1	5	65	P	2	2	122	G	1.678
3	1.5	4.5	1	40	100	G	1	30	90	G	1	56	116	G	1	50	110	P	2	6	126	G	1.384
4	1.5	6	1	47	107	G	1	50	110	G	1	43	103	G	1	35	95	G	1	47	107	G	1.437
5	1.5	7.5	1	52	112	P	1	49	109	P	2	2	122	G	1	45	105	B	1	44	104	B	1.359
6	1.5	9	2	4	124	G	1	57	117	B	1	55	115	B	1	41	101	B	2	11	131	B	1.276
7	1.5	10.5	1	54	114	P	2	6	126	B	2	3	123	B	1	49	109	P	2	34	154	B	1.198
8	1.5	12	1	50	110	B	1	54	114	B	2	13	133	B	1	47	107	B	2	35	155	B	1.212
9	1.5	13.5	1	49	109	B	1	56	116	B	1	56	116	B	1	44	104	B	3	10	190	B	1.181
10	1.5	15	2	8	128	B	1	56	116	B	2	10	130	B	1	40	100	B	3	8	188	B	1.133
11	1.5	16.5	2	16	136	B	1	49	109	B	2	8	128	B	2	26	146	B	3	10	190	B	1.058
12	1.5	18	2	6	126	B	1	47	107	B	2	4	124	B	1	54	114	B	2	48	168	B	1.174
13	1.3	19.3	1	26	86	B	1	31	91	B	1	32	92	B	1	37	97	B	2	0	120	B	1.337

Tiempo Perforac / Taladro (min)	23.95	22.05	24.78	22.05	30.83
Long. Taladro (m)	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3
Veloc. Perforac/ taladro (m/s)	0.013	0.015	0.013	0.015	0.010
Veloc. Perforac/ taladro (cm/s)	1.343	1.459	1.298	1.459	1.043

En la tabla la variable C me indica el color del detrito en el momento de la perforación:

G: Gris - Galena o pirita

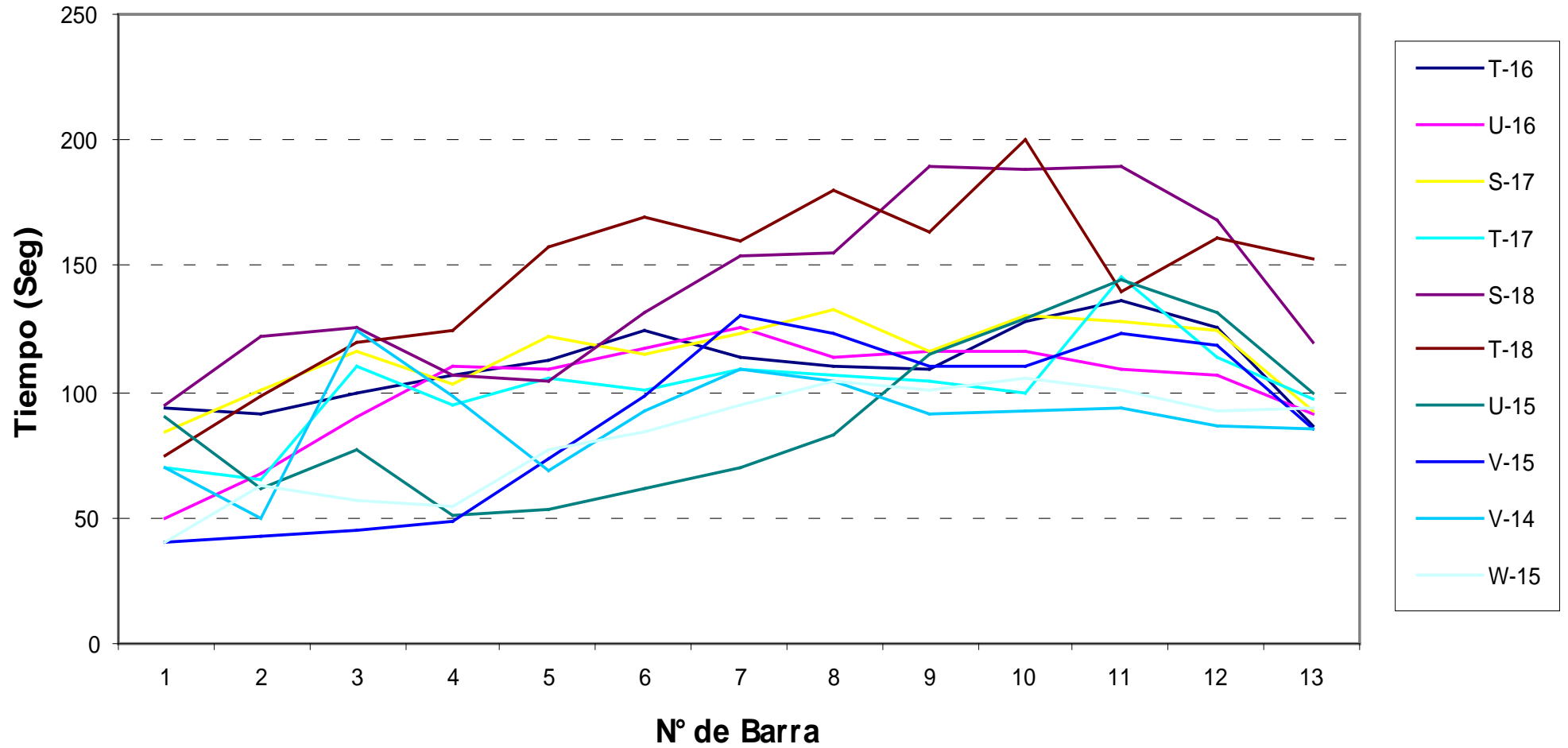
P: Pardo - Esfalerita

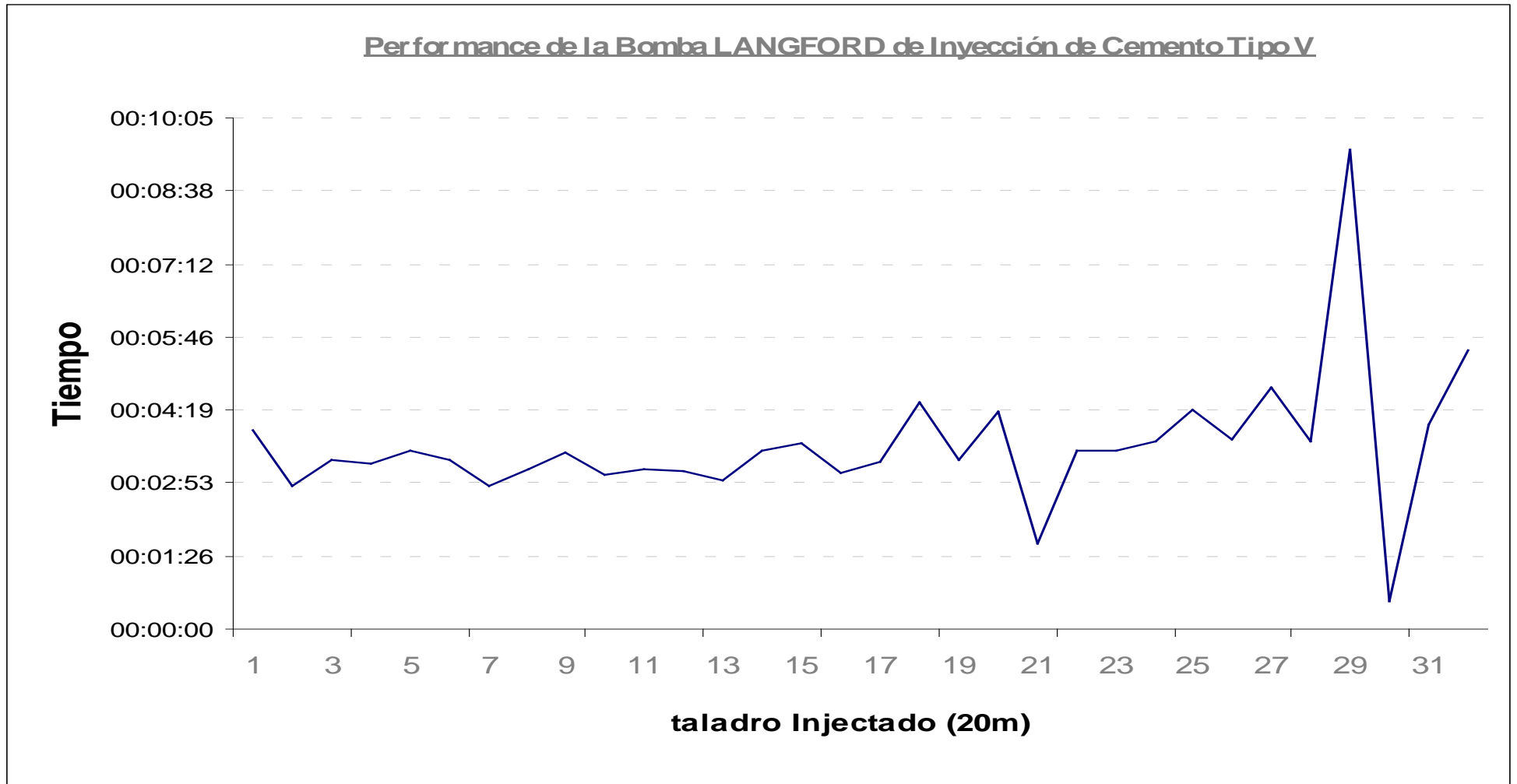
B: Blanco - Caliza

COORDENADAS																							Velocidad Promedio de Perforación por Barra (cm/s)
Barra	Long (m)	Avance (m)	T-18				U-15				V-15				V-14				W-15				
			min	seg	Tiempo(seg)	C	min	seg	Tiempo(seg)	C	min	seg	Tiempo(seg)	C	min	seg	Tiempo(seg)	C	min	seg	Tiempo(seg)	C	
1	1.5	1.5	1	15	75	P	1	30	90	G	0	40	40	G	1	10	70	G	0	40	40	P	2.381
2	1.5	3	1	38	98	G	1	2	62	P	0	43	43	G	0	50	50	P	1	3	63	P	2.373
3	1.5	4.5	2	0	120	G	1	17	77	G	0	45	45	G	2	4	124	G	0	57	57	G	1.773
4	1.5	6	2	5	125	G	0	51	51	P	0	48	48	P	1	38	98	P	0	54	54	P	1.995
5	1.5	7.5	2	37	157	B	0	53	53	P	1	14	74	G	1	9	69	P	1	17	77	G	1.744
6	1.5	9	2	50	170	B	1	2	62	G	1	38	98	P	1	32	92	G	1	24	84	P	1.482
7	1.5	10.5	2	40	160	B	1	10	70	P	2	10	130	P	1	49	109	P	1	35	95	B	1.330
8	1.5	12	3	0	180	B	1	23	83	B	2	3	123	B	1	44	104	B	1	44	104	B	1.263
9	1.5	13.5	2	43	163	B	1	55	115	B	1	50	110	B	1	31	91	B	1	41	101	B	1.293
10	1.5	15	3	20	200	B	2	9	129	B	1	50	110	B	1	33	93	B	1	46	106	B	1.176
11	1.5	16.5	2	20	140	B	2	24	144	B	2	3	123	B	1	34	94	B	1	41	101	B	1.246
12	1.5	18	2	41	161	B	2	12	132	B	1	58	118	G	1	27	87	G	1	32	92	G	1.271
13	1.3	19.3	2	33	153	B	1	40	100	B	1	25	85	B	1	25	85	B	1	34	94	B	1.257

Tiempo Perforac / Taladro (s)	31.7	19.47	19.12	19.43	17.80
Long. Taladro (m)	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3
Veloc. Perforac/ taladro (m/s)	0.010	0.017	0.017	0.017	0.018
Veloc. Perforac/ taladro (cm/s)	1.015	1.652	1.683	1.655	1.807

## Análisis de Perforación por Barra





PERFORMANCE DE LA BOMBA LANGFORD

(INYECCION DE CEMENTO TIPO V)

V3N (Intercepción)

Taladro	Inicio	Final	Tiempo	Demoras Operativas	Tiempo en Maniobras
1	02:04:45	02:08:50	00:03:55		0:0:10
2	02:08:50	02:16:29	00:02:50	00:04:49	
3	02:16:29	02:20:24	00:03:21		00:00:34
4	02:20:24	02:29:14	00:03:16	00:05:34	
5	02:29:14	02:33:30	00:03:31		00:00:45
6	02:33:30	02:43:52	00:03:20	00:07:02	
7	02:43:52	02:47:20	00:02:50		00:00:38
8	02:47:20	02:55:52	00:03:10	00:05:22	
9	02:55:52	03:00:06	00:03:28		00:00:46
10	03:00:06	03:07:10	00:03:03	00:04:01	
*	03:07:10	03:16:30	00:03:10	00:06:10	
11	03:16:30	03:20:19	00:03:07		00:00:42
12	03:20:19	03:23:57	00:02:57		00:00:41
13	03:23:57	03:35:49	00:03:32	00:08:20	
14	03:35:49	03:40:02	00:03:39		00:00:34
15	03:40:02	03:44:48	00:03:05		00:01:41
16	03:44:48	03:55:02	00:03:18	00:06:56	
17	03:55:02	04:00:30	00:04:28		00:01:00
18	04:00:30	04:04:08	00:03:20		00:00:18
19	04:04:08	04:14:34	00:04:17	00:06:09	
20	04:14:34	04:17:10	00:01:41		00:00:55
21	04:17:10	04:21:40	00:03:32		00:00:58
22	04:21:40	04:34:00	00:03:32	00:08:48	
23	04:34:00	04:38:42	00:03:42		00:01:00
24	04:38:42	04:44:05	00:04:20		00:01:03
25	04:44:05	04:59:50	00:03:45	00:12:00	
26	04:59:50	05:05:05	00:04:45		00:00:30
27	05:05:05	05:09:53	00:03:42		00:01:06
28	05:09:53	05:20:44	00:09:27		00:01:24
29	05:20:44	05:31:44	00:00:34	00:10:26	
30	05:31:44	05:37:40	00:04:01		00:01:55
31	05:37:40	05:43:10	00:05:30		

TIEMPOS NETOS			
INYECCION DE CEMENTO	1:56:08 hrs		
DEMORAS OPERATIVAS		01:25:37 hrs	
MANIOBRAS			00:16:30 hrs
<b>TIEMPO TOTAL</b>	<b>03:38:15 Hrs</b>		



## 3.3.3 COSTOS EN SOSTENIMIENTO

A. INSTALACIÓN DE PERNO MECÁNICO, PERNO HELICOIDAL,  
SPLIT SET CON MALLA

NUMERO DE PERNOS Y SPLIT SETS / MES	Unidades.	4500
LONGITUD DE TALADRO	PIES	8
PIES PERFORADOS	PP	36000

NUMERO DE TALADROS EN GUARDIA DE 12 HORAS / CUADRILLA	38
GUARDIAS DE 12 HORAS	2
DIAS DE TRABAJO / MES	30

**1. COSTO DE PERSONAL**

## 1.1 COSTO FIJO

## 1.1.1 PLANILLA MENSUAL EMPLEADOS

PERSONAL		SUELDO MENSUAL	CANTIDAD	IMPORTE
ING. RESIDENTE	20%	4200	1	840
ING. JEFE DE GUARDIA	100%	3500	3	10500
SUBTOTAL				11340
LEYES SOCIALES (67.82%)				7690.79
TOTAL S/.				19030.79
SUB TOTAL US \$ (DOLARES AMERICANOS) CAMBIO 1\$ = S/.3.5				5437.37

<b>SUB TOTAL US \$ / Split Set o Perno Instalado</b>	<b>1.21</b>
--	-------------

**2. EQUIPO DE PERFORACION**

## 2.1 Costo de Adquisición

Precio de la máquina	US \$	4500
Vida útil de máquina Perforadora	PP	100000
Costo / PP	US \$ / PP	0.05

## 2.2 Costo de operación

Mantenimiento y reparación	US \$ / PP	0.08
Aceite de perforación	US \$ / PP	0.004

Costo de Adquisición y Operación / Pie Perforado	US \$ / PP	0.13
--	------------	------

Pies perforados por taladro	PP / Taladro	8
-----------------------------	--------------	---

<b>SUB TOTAL US \$ / Split Set o perno instalado</b>	<b>1.03</b>
--	-------------

3. ACCESORIOS DE PERFORACION

	Vida Útil	Precio US \$	Cantidad	Costo US \$ / PP
Barreno de 4´	1300	62.5	1	0.048
Barreno de 6´	1300	70.5	1	0.054
Barreno de 8´	1300	79	1	0.061

Costo de accesorios por pie perforado	US \$ / PP	0.16
---------------------------------------	------------	------

Afilado de Barrenos	5 % (del costo en barrenos)	0.008
Costo de Accesorios y Afilado	US \$ / PP	0.171
Pies Perforados por Taladro	PP / Taladro	8
<b>SUB TOTAL</b>	<b>US \$ / Split Set o Perno Instalado</b>	<b>1.37</b>

4. HERRAMIENTAS (3 % DEL COSTO DE MANO DE OBRA)

<b>SUB TOTAL</b>	<b>US \$ / Split Set o perno instalado</b>	<b>0.12</b>
------------------	--	-------------

5. IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD

DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	P. UNIT.	VIDA UTIL MES	IMPORTE
PROTECTOR	4	Und.	11.4	12	3.80
BOTAS	4	Und.	11	3	14.67
GUANTES	4	Und.	2.24	3	2.99
CORREA	4	Und.	5.27	12	1.76
MAMELUCO	4	Und.	17.14	12	5.71
RESPIRADOR	4	Und.	19.3	12	6.43
FILTROS	2.5	Paq./ 50 Und.	13.1	1	32.75
LENTES	4	Und.	7.1	12	2.37
TAPON DE OIDO	4	Und.	0.8	12	0.27
GASTO US \$/Mes					70.74

<b>SUB TOTAL</b>	<b>US \$ / Split Set o Perno Instalado</b>	<b>0.09</b>
------------------	--	-------------

COSTO DIRECTO (CD) = (1) + (2) + (3) + (4) + (5)

<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>US \$ / Split Set o perno instalado</b>	<b>6.67</b>
----------------------	--	-------------

**6. VARIOS**

DESCRIPCION		US \$/Unid.
IMPREVISTOS	4% CD	0.27
GASTOS GENERALES	8% CD	0.53
SUB TOTAL		0.80
SUBTOTAL GENERAL	US \$ / Unid.	7.47
UTILIDAD	10%	0.75
MOBILIDAD PERSONAL EN LA MINA	US \$ / Unid.	0.76
MOBILIDAD PERSONAL A C. de P.	US \$ / Unid.	0.30
<b>COSTO UNITARIO POR SPLIT SET O PERNO MECANICO INSTALADO CON MALLA ELECTRO SOLDADA.</b>	<b>\$/UNIDAD</b>	<b>9.27</b>

**B. INSTALACIÓN DE CABLES ACERADOS – “CABLEBOLTING”**

<b>LONGITUD DE CABLEADO / MES</b>	<b>Metros</b>	<b>3400</b>
-----------------------------------	---------------	-------------

**1. COSTO DE PERSONAL**

## 1.1 PLANILLA MENSUAL EMPLEADOS

PERSONAL	Participación	Sueldo Mensual	CANTIDAD	IMPORTE
ING. RESIDENTE	15%	3500	1	525
ING. SEGURIDAD	15%	3500	1	525
ING. JEFE DE GUARDIA	15%	3500	3	1575
ADMINISTRADOR	15%	2000	1	300
SUB TOTAL				2925
LEYES SOCIALES	67.82%			1983.74

TOTAL S/. (SOLES) 4908.74

SUB TOTAL US \$ (DOLARES AMERICANOS) CAMBIO 1\$ = S/. 3.5	<b>1402.50</b>
---	----------------

## 1.2 PLANILLA DIARIA OBREROS

PERSONAL	CANTIDAD	SALARIO S/.	DIAS/ MES	IMPORTE
Operador	3	45	25	3375
Ayudante	3	40	25	3000
				<b>6375</b>
LEYES SOCIALES		84.49%		5386.24

SUB TOTAL S/. (SOLES)		11761.24
SUB TOTAL US \$ (DOLARES MERICANOS)	1 \$ = S/.3.5	3360.35
SUB TOTAL COSTO DE PERSONAL US \$/MES		4762.85
<b>SUB TOTAL US \$ / m</b>		<b>1.40</b>

## 2. EQUIPO DE PERFORACION

### 2.1 Costo de adquisición

Precio del Equipo	US \$	127000
Periodo de Depreciación	Mes	36
Costo / Mes	US \$ / MES	3527.78

### 2.2 Costo de Operación

Mantenimiento y reparación	US \$	1000.00
Repuestos	US \$	2500.00
Costo / Mes	US \$	3500.00
Costo de Equipo de Perforación	US \$ / MES	7027.78
<b>SUB TOTAL</b>	<b>US \$ / m</b>	<b>2.07</b>

### 2.3. Accesorios de Perforación.

Descripción	Vida útil ( m )	Precio US \$	Cantidad	Costo US \$ / m
Shank Adapter	1500	180	1	0.12
Barra de extensión R 32	1500	170	18	2.04
Broca de Botones R 32 x 51 mm.	350	70	1	0.20
<b>SUB TOTAL</b>				<b>US \$ / m 2.36</b>

## 3. BOMBA DE INYECCION

### 3.1 Costo de Adquisición

Precio del equipo	US \$	5700
Periodo de depreciación	Mes	36
Costo / Mes	US \$ / MES	158.33
Costo / metro	US \$ /m.	0.05

**REPUESTOS**

DECRIP.	CANT.	UNIDAD	P.U (US \$)	VIDA UTIL MES (m.)	IMPORTE US \$/m.
STATOR	1	Und.	767	2000	0.38
ROTOR	1	Und.	732	6000	0.12

Costo / metro **0.51**

**SUB TOTAL US \$ / m 0.56**

**4. MATERIALES**

DESCRIPCION	UNID.	PRECIO UNIT. (US \$)	CANTIDAD	GASTO MENSUAL
Cemento Tipo V Kg. / m 4.25	Kg	0.13	14450	1807.83
Cable de acero de 5/8	m	2.62	3400	8908
Tubo PVC de 3/4 x 5 m	Unid.	1.53	3400	5202
				15917.83
<b>SUB TOTAL</b>			<b>US \$ / m</b>	<b>4.68</b>

**5. HERRAMIENTAS**

**SUB TOTAL US \$/m (3 % DEL COSTO DE MANO DE OBRA) 0.04**

**6. IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD**

DECRIPCION	CANT.	UNIDAD	P. UNIT.	VID.UTIL MES	IMPORTE
PROTECTOR	7	Und.	11.4	12	6.56
BOTAS	7	Und.	11	3	25.30
GUANTES	7	Und.	2.24	3	5.15
CORREA	7	Und.	5.27	12	3.03
MAMELUCO	7	Und.	13.69	12	7.87
RESPIRADOR	7	Und.	19.3	12	11.10
FILTROS	3	Paq/50 Und.	13.1	1	39.30
LENTES	7	Und.	7.1	12	4.08
TAPON DE OIDO	7	Und.	0.8	12	0.46
CINTAS REFLECTORAS	0.276	Rollo	267	12	6.14

SUB TOTAL US \$/MES 108.99

**SUB TOTAL US \$ / m 0.03**

**7. TRANSPORTE EN LA MINA**

**SUB TOTAL US \$/ metro 0.19**

**COSTO DIRECTO (CD) = (1)+(2)+(3)+(4)+(5)+(6)+( 7) US \$ / m 11.33**

**8. VARIOS**

IMPREVISTOS	4 % CD	US \$/MES	0.45
GASTOS GENERALES	8 % CD	US \$/MES	0.91

<b>9. SUB TOTAL GENERAL</b>		<b>US \$ / m</b>	<b>12.68</b>
-----------------------------	--	------------------	--------------

UTILIDAD	10 % CD		1.27
----------	---------	--	------

MOBILIDAD PERSONAL		US \$ / m	0.04
--------------------	--	-----------	------

<b>10. TOTAL GENERAL</b>		<b>US \$ / m</b>	<b>13.99</b>
--------------------------	--	------------------	--------------

---

### 3.4 LIMPIEZA DE MINERAL

En la actividad de Limpieza de mineral de los tajos tanto zona Norte y Sur se realizan con equipos Scooptram de marca TAMROCK Y CATERPILLAR como se muestra en el gráfico adjunto.



Estos equipos envían el mineral a los Ore Passes de manera que el mineral llega al nivel de extracción -1170 siendo retenidos por los Shuts Electro hidráulicos en este nivel.

Entre algunas características principales de este equipo Scooptram tenemos:

CAPACIDAD : 6.0 yd<sup>3</sup>

VELOCIDAD : 80 m / min.

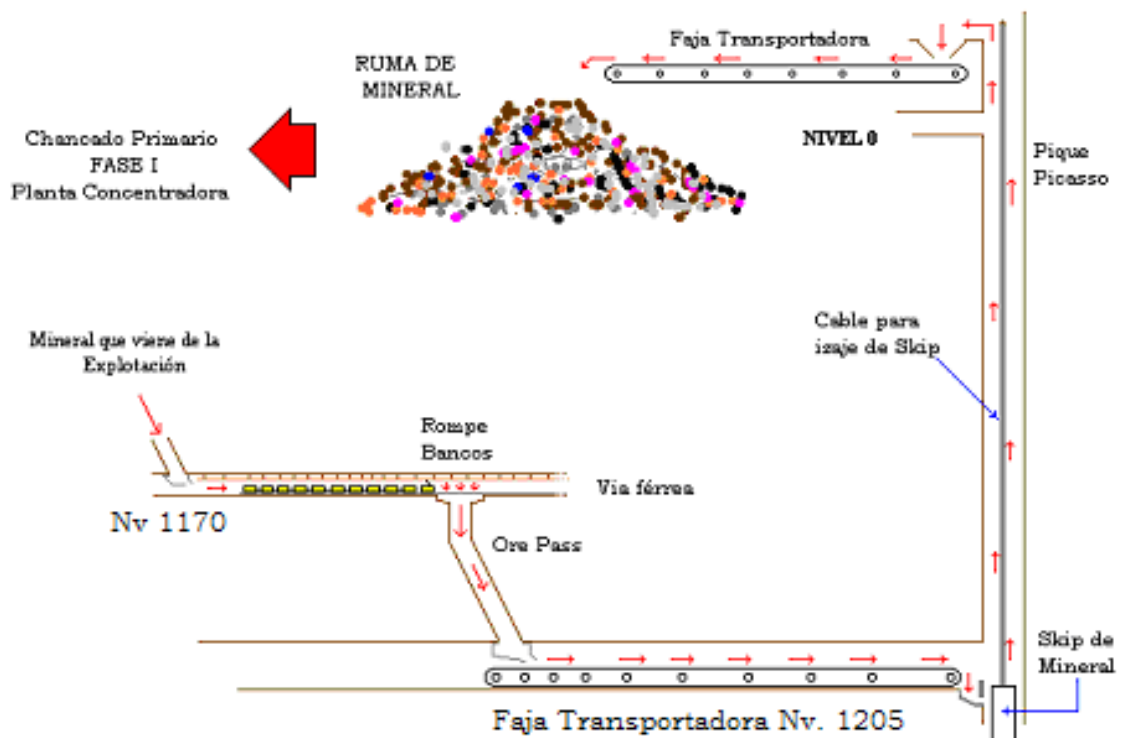
TIEMPO DE CARGUÍO: 1.24 min en Promedio



### 3.5 ACARREO Y TRANSPORTE DE MINERAL

El acarreo y transporte de mineral se realiza por medio de vías férreas o también llamado línea Trolley, el destino inicial son los Shuts de mineral ubicados al pie de los Ore Pasees y el destino final de este convoy es el rompe bancos que a la vez se encuentra en un Ore Pass donde el mineral cae al nivel inferior con una granulometría de 8" que es la abertura de la compuerta, el mineral llega al Nivel -1205 donde se ubica una faja transportadora que lleva el mineral a una tolva y de esta se abastece de mineral a los Skips de mineral que tienen una capacidad de carga de 10 Toneladas, el mineral es izado a superficie donde llega nuevamente a un tolva que con la ayuda de una faja transportadora lleva el mineral a una poza de alimentación Fase I de la Planta Concentradora.

En el grafico adjunto se observa el ciclo de acarreo, transporte e izaje de mineral.





### EQUIPOS UTILIZADOS

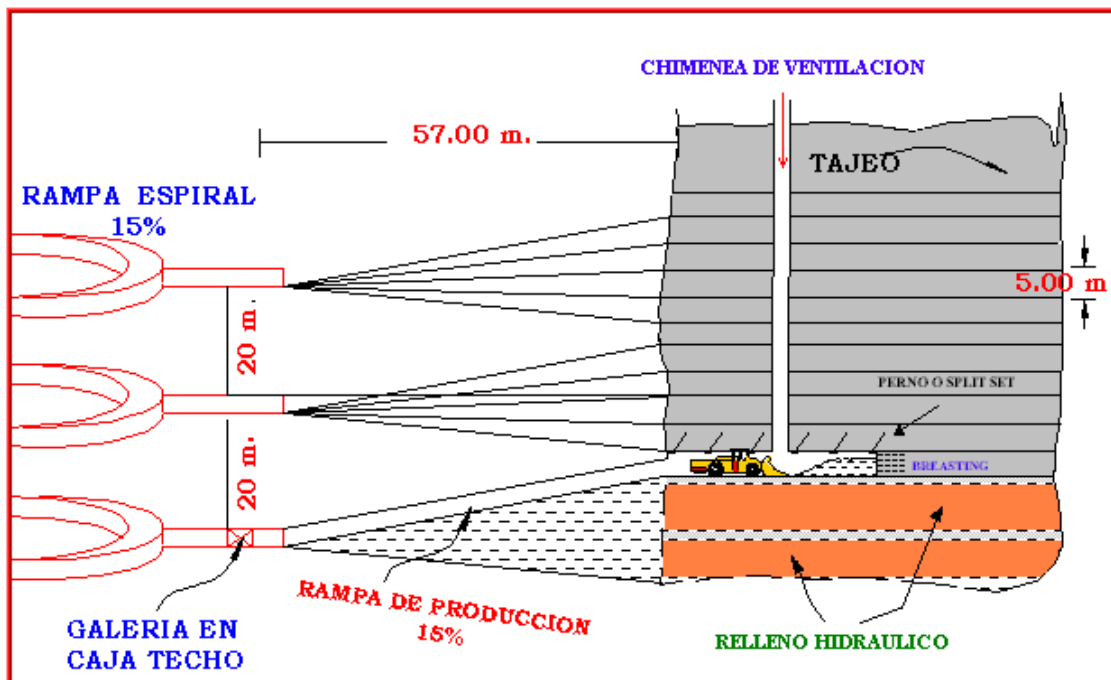
- 04 Shuts electro hidráulicos.
- 02 Locomotoras marca Goodman, cada locomotora acompañada de un convoy de 10 carros mineros de 8 Tn. De capacidad cada uno.
- 02 Rompe bancos de mineral.

Cabe mencionar que para esta capacidad de carga del convoy se están utilizando rieles de 80 Lbs/pie de peso unitario.

### 3.6 RELLENO HIDRÁULICO

#### 3.6.1 INTRODUCCIÓN

Básicamente la mina Milpo tiene como método de explotación el de CORTE Y RELLENO ASCENDENTE MECANIZADO con voladura en Breasting y por lo tanto se hace necesario el uso del Relleno Hidráulico para la explotación como se muestra a continuación en el gráfico.



Las funciones que cumple el Relleno Hidráulico es de evitar el movimiento y la caída de rocas así como de proveer plataforma para el siguiente realce y desde el punto de vista medio ambiental de evitar que el relave contamine el medio ambiente haciéndolo regresar a la mina neutralizándolo al ser enterrado nivel tras nivel.

El Relleno Hidráulico usado en la mina Milpo es una mezcla de relave - agua comportándose dicha mezcla como un fluido que es transportada por gravedad a la mina por medio de tuberías de 3, 4 y 5 pulgadas de diámetro.

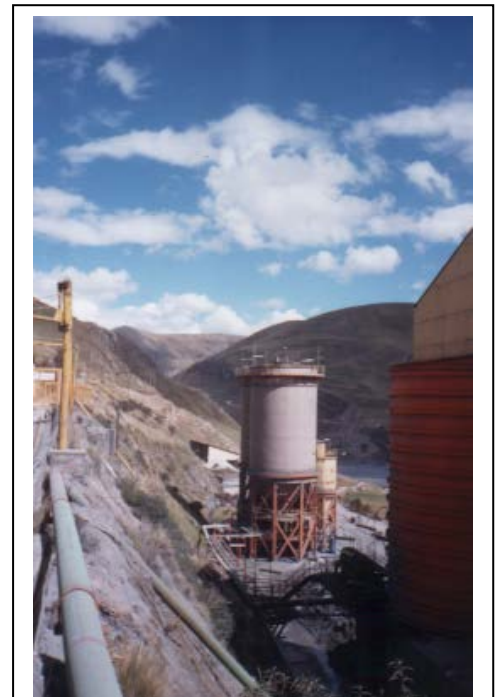
El rendimiento del Relleno Hidráulico es alto comparados con sistemas convencionales de relleno, aquí se tiene un rendimiento en un rango entre las 100 TM/Hr hasta 120 TM/Hr.

En este tipo de relleno necesariamente debemos tener una cantidad de tonelaje que satisfaga los requerimiento de mina en este caso la Planta Concentradora de Milpo genera mensualmente un promedio de **103 132.8 TMS** de relave.

A continuación se muestra los requerimientos de mina y la capacidad de planta para generar relave que será usado posteriormente como Relleno Hidráulico:

Mineral Tratado	1 395 991.06 TM.	Perdidas Recuperación	2 790.40 TM.
Concentrado	196 402.88 TM.	Relave perdido / rebalse	55 993.42 TM.
Relave	1 199 588.17 TM.	Relave a presa sin clasificar	455 675.66 TM.
Horas Operativas Planta	8 374.96 TM.	Relave a ciclones	743 912.51 TM.
Relave producido x hora	143.24 TM/hr	Relave a mina Fluviómetro	1 281 581.52 TM.

### 3.6.2 PLANTA DE RELLENO HIDRÁULICO



La planta esta constituida por los siguientes equipos:

**BOMBAS Y MOTORES**

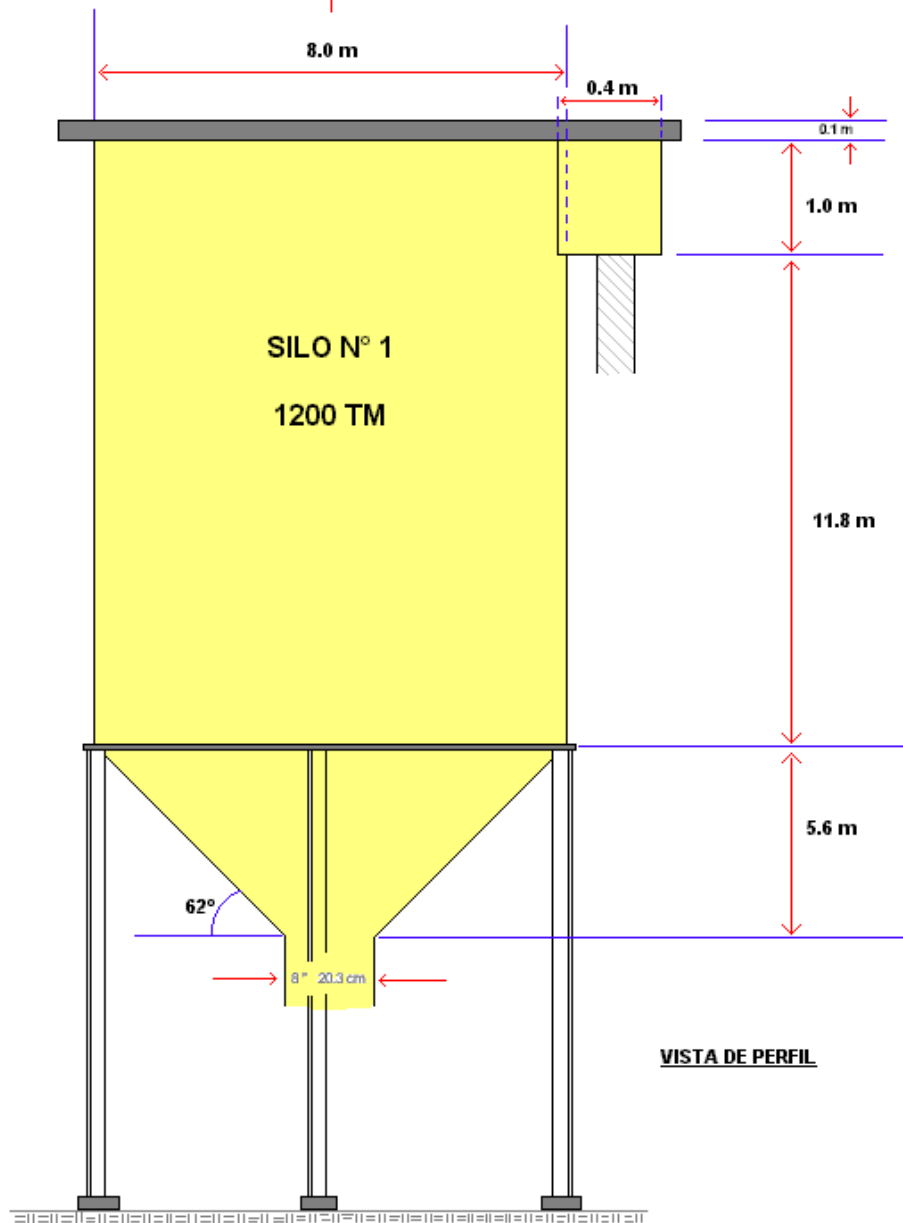
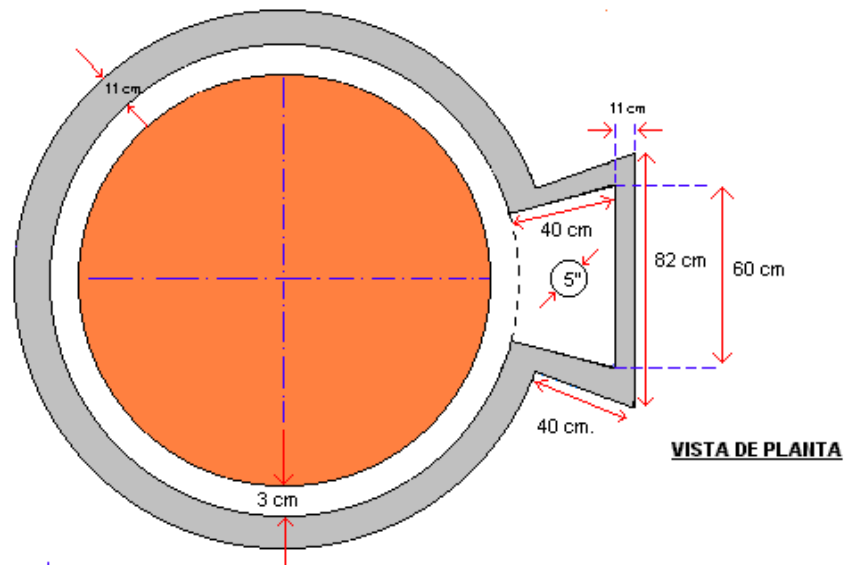
	MARCA	HP	VOLTAJE	AMPERAJE	RPM
01 Bomba para Pulpa	WARMAN	125	440	120	1765
01 Bomba de alimentación al Silo	DENVER	30	440	38	1750
01 Bomba d Agua	HIDROSTAL	30	440	36	3520
01 Compresora de Aire	ATLAS COPCO	15	440	18,5	3480
01 Agitador del Tanque de Mezcla	DELCROSA	12	440	17	1155

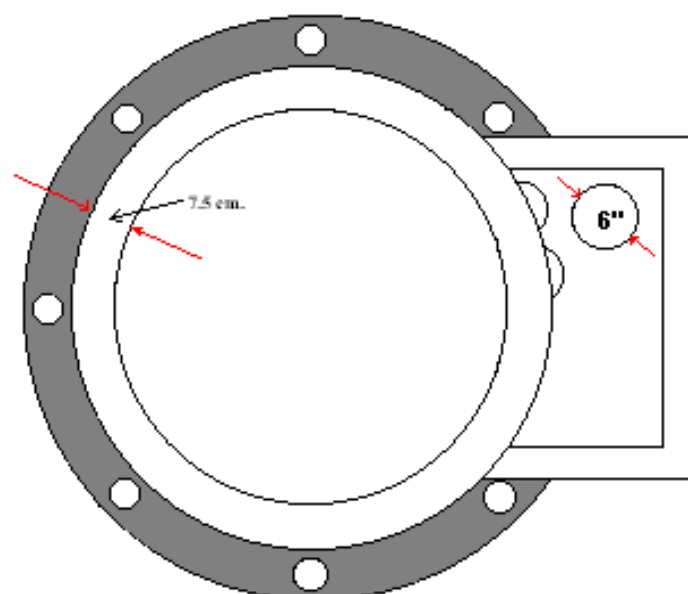
**PARTES DE LA PLANTA DE RELLENO HIDRAULICO**

02 Silos de 1200 TM c/u
01 Tanque Mezclador
01 Tanque Distribuidor
01 Densímetro Electrónico

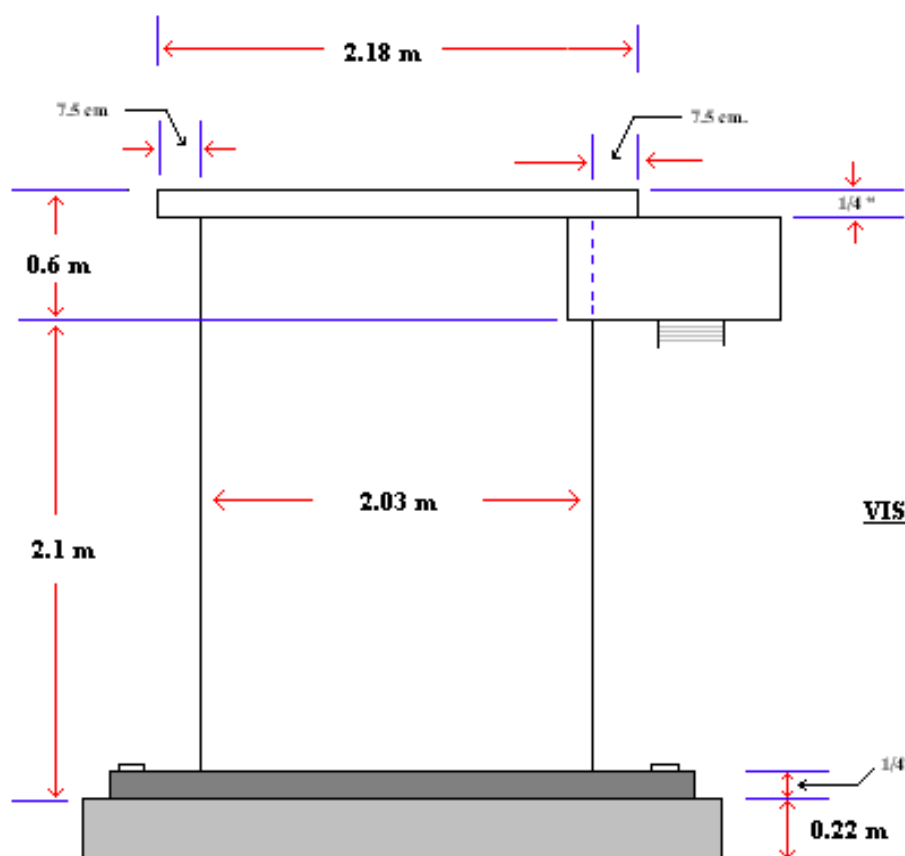
---

**DIMENSIONES DE LOS SILOS DE ACUMULACIÓN**





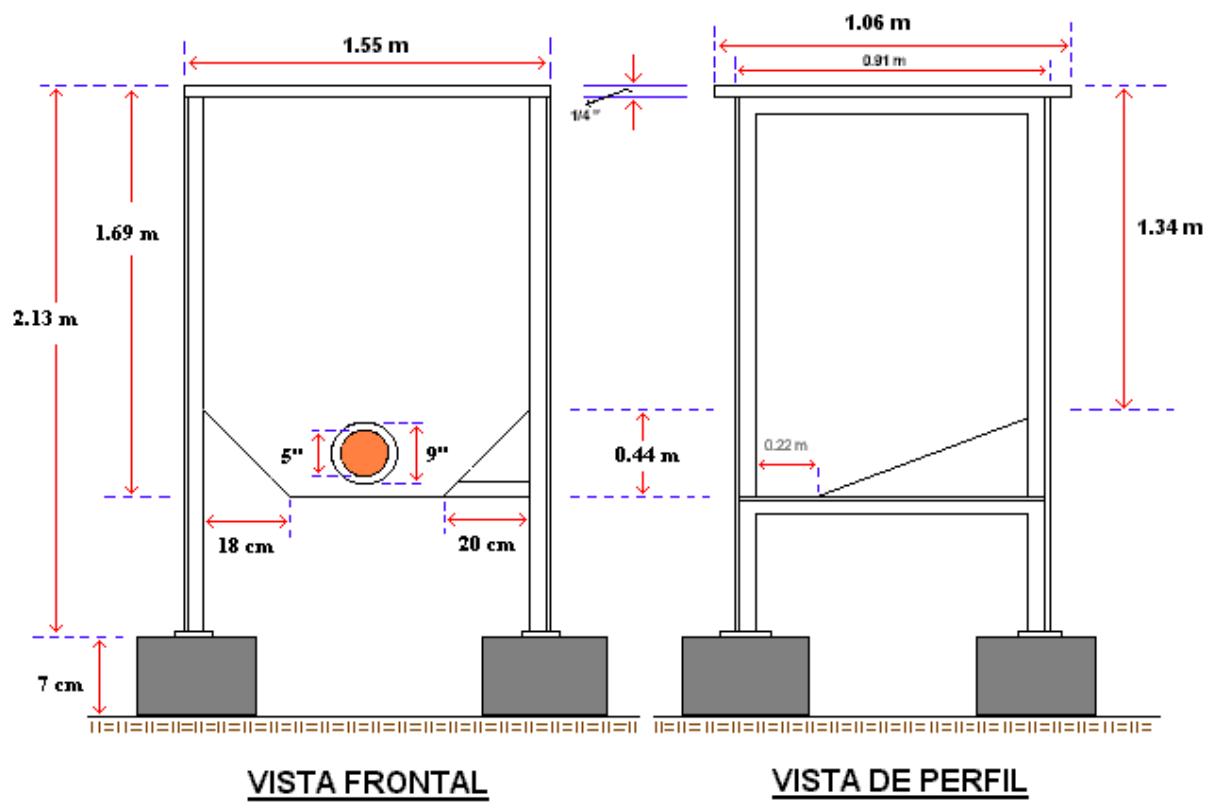
**VISTA DE PLANTA**



**VISTA DE PERFIL**

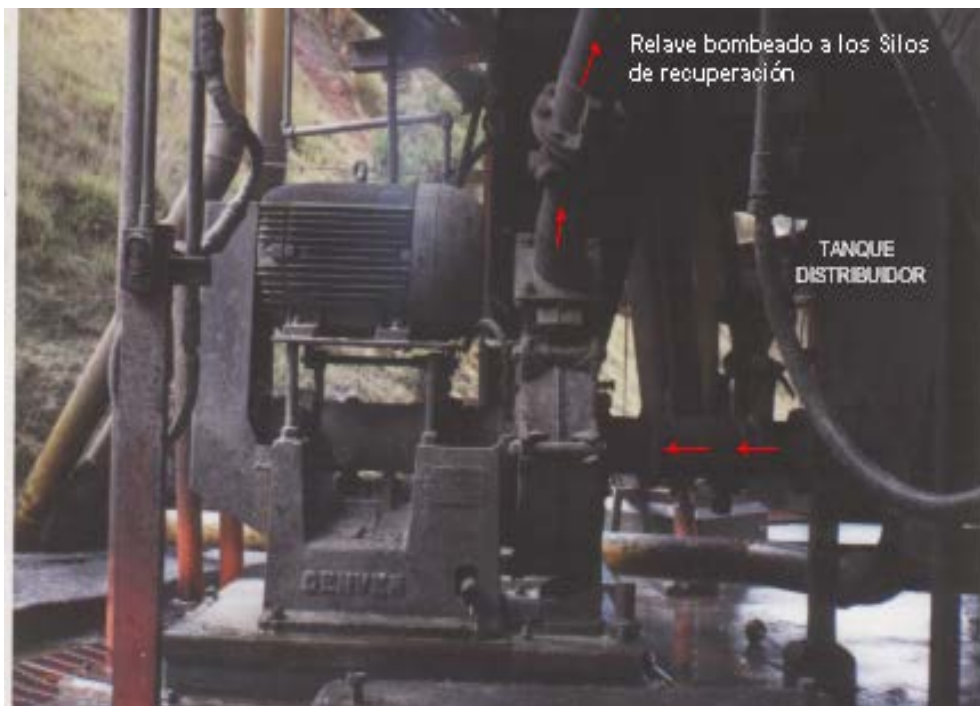
**DIMENSIONES DEL TANQUE MEZCLADOR**

DIMENSIONES DEL TANQUE DISTRIBUIDOR





En esta vista se muestra de izquierda a derecha la Compresora de Aire Atlas Copco y la Bomba de Agua Hidrostral estos tiene la función principal de agitar el relave en el interior del silo de manera que no se sedimente la pulpa

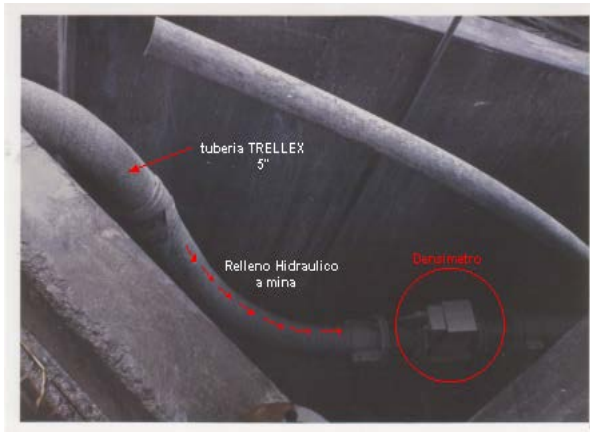


En esta vista se muestra la Bomba de pulpa WARMAN de Alimentación a los Silos para la acumulación del relave para su posterior emisión amina





En ambas fotos se muestran las válvulas de compuerta de cada uno de los Silos

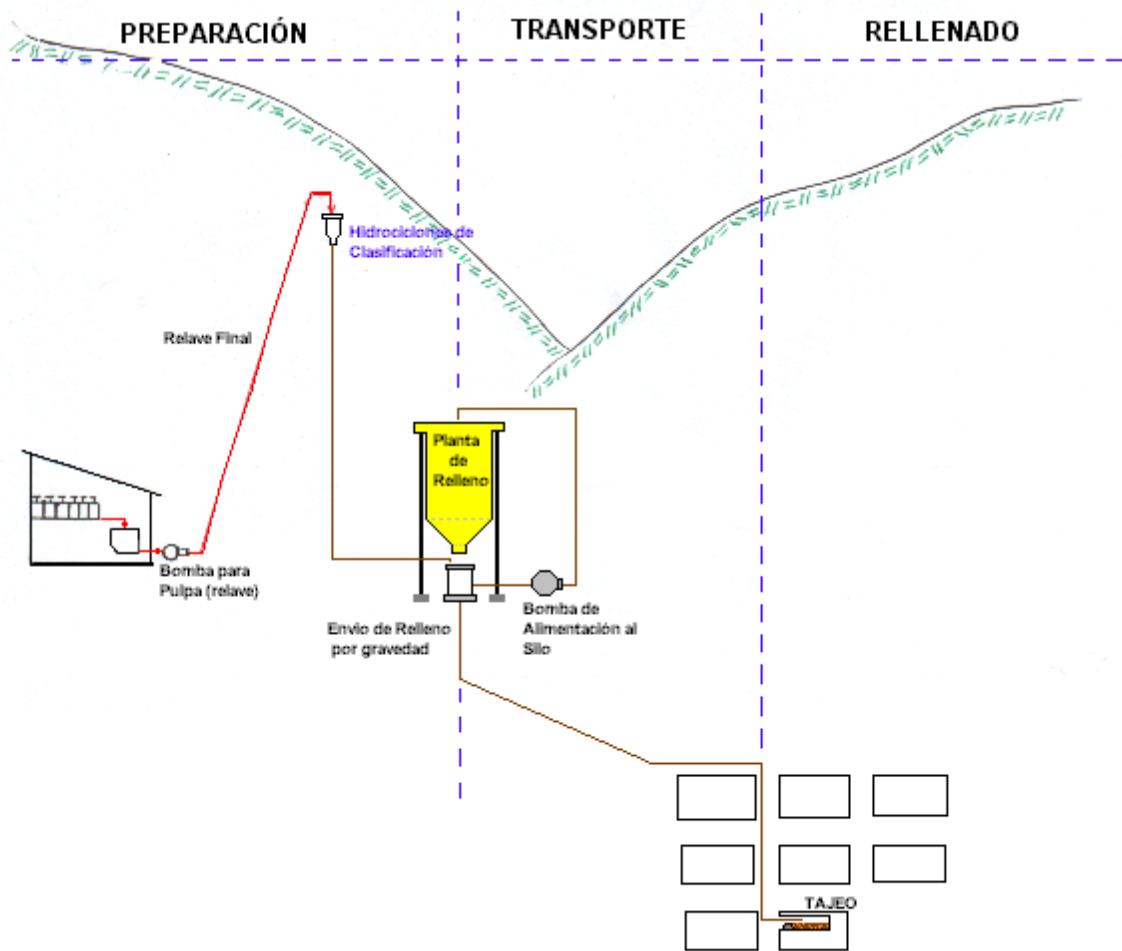


En ambas fotos se observa al densímetro electrónico de la planta de Relleno, en la izquierda el sensor y en la derecha la pantalla de visualización de las densidades del Relleno Hidráulico

### 3.6.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE RELLENO HIDRÁULICO

Inicialmente el Relleno a usar se obtiene del Relave resultado del proceso de flotación para la obtención de Concentrados en la planta concentradora, desde esta el relave es enviado mediante bombeo a Hidrociclones de clasificación para luego pasar a la Planta de Relleno Hidráulico y desde esta se envía a mina por gravedad. Cabe mencionar que existen etapas muy marcadas en el proceso de relleno estas son : la etapa de preparación

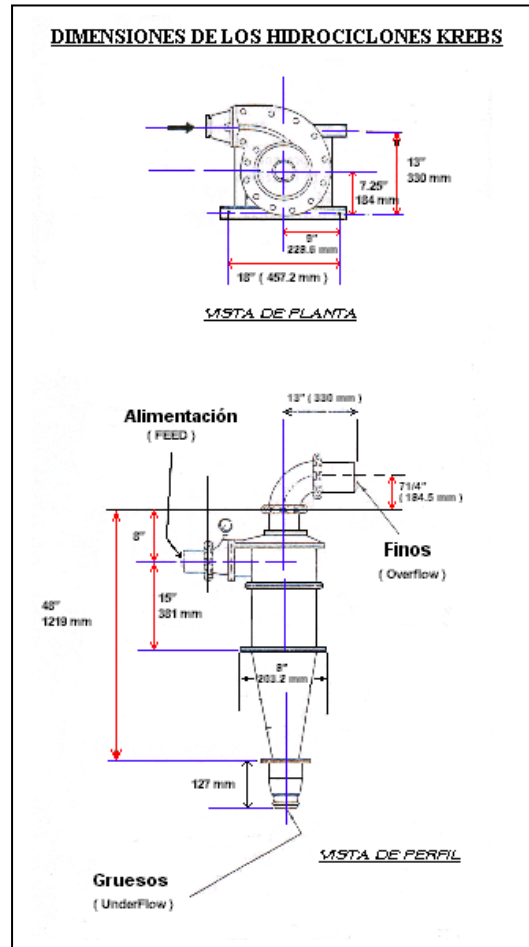
del Relleno, etapa de transporte y la etapa de relleno cuando el relave llega finalmente a las labores en interior mina.



### 3.6.3.1. ETAPA DE PREPARACIÓN DEL RELLENO HIDRÁULICO.

En esta etapa inicial se trata todo lo concerniente a la habilitación del relleno hidráulico desde planta concentradora hasta antes de enviar la pulpa a mina.

El relave final de planta Concentradora es enviada por Bombeo hacia un tanque de Presión, a este dispositivo llega el relave a una determinada presión que servirá para la clasificación del relave, estos dispositivos tienen la función principal de separar las partículas fina de las gruesas por método gravimétrico esto con la finalidad de controlar el ingreso de partículas finas a la mina y evitar la contaminación por sólidos suspendidos. A continuación se muestra esquemáticamente la conformación estructural de los hidrociclones así como la ubicación que tiene fuera de la planta.



Luego por caída van dirigidos a la Planta de Relleno Hidráulico mediante una línea de tubería de PVC de 10" Ø, exactamente al Tanque Mezclador donde se le adiciona agua de manera de obtener una densidad determinada entre 1650 gr/lit y 1820 gr/lit teniendo previamente el agitador en funcionamiento.

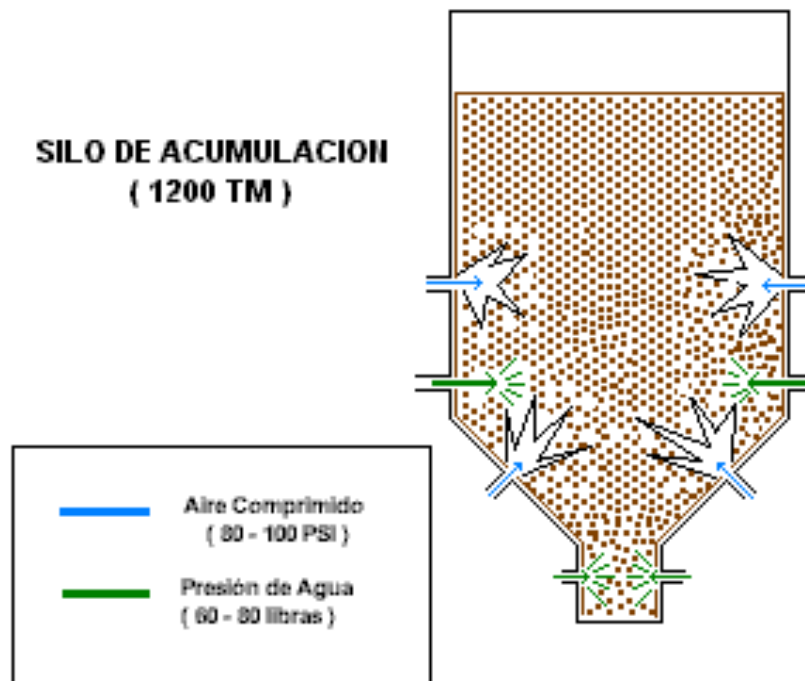
**ENVÍO DE RELLENO A MINA:** Primeramente se inicia con el envío de agua por un tiempo aproximado de 15 min. con la finalidad de observar la llegada del agua al tajeo luego se procede a encender las Bomba 95 Warman 10x8 (Bomba para sólidos) de la Planta Concentradora para llevar el relave a los ciclones para llegar al tanque de mezclado de la Planta de Relleno Hidráulico para luego adicionar agua para obtener la densidad deseada y finalmente enviar el relave a la mina directamente abriendo la válvula correspondiente.

**RECUPERACIÓN DEL RELAVE AL SILO:** Una vez que ha llegado el relave a la planta de relleno procedemos a activar la Bomba de recuperación al Silo (Bomba

Denver 5x4 S.R.L. C) que servirá como almacenaje de relave y este nos permitirá mantener niveles adecuados de densidad de envío de relave a mina.

Cabe mencionar que los Silos tienen un sistema de Agitación de agua a presión y aire comprimido distribuidos sistemáticamente, que hacen que el relave al permanecer en el Silo no sedimente.

### SISTEMA DE AGITACION DEL RELLENO HIDRAULICO



Luego al confirmarnos que existe tajo para rellenar desde mina procedemos a enviar solo agua por un espacio de tiempo de tal manera que desde mina nos confirmen que el agua ha llegado con buena presión entonces es cuando enviamos el relave, abrimos las válvulas de los silos de donde el relave caerá al tanque mezclador donde se le adicionará agua de tal manera obtener la densidad deseada medida por el densímetro, pasará al tanque distribuidor para finalmente ser enviado a mina.

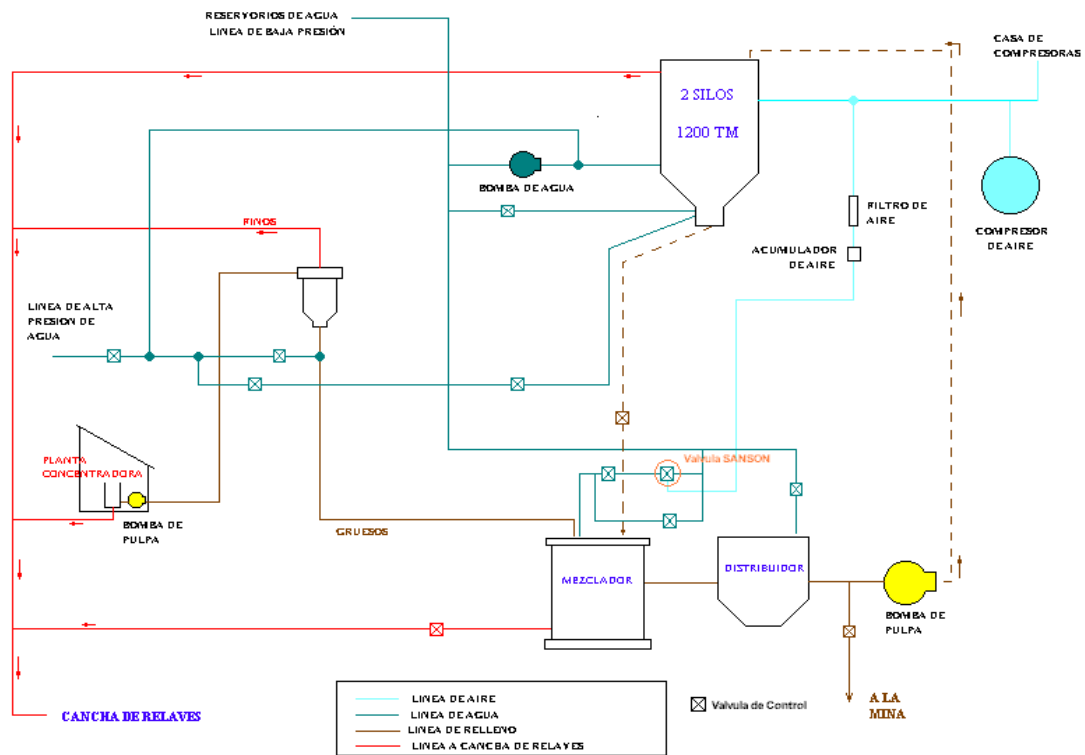
#### **3.6.3.2 ETAPA DE TRANSPORTE DEL RELLENO HIDRÁULICO**

En esta etapa se deben tomar en cuenta muchos parámetros físicos y químicos del relleno hidráulico como son la granulometría, densidad, velocidad crítica de sedimentación, concentración de sólidos en peso y en volumen además del PH, para la selección conveniente de nuestras tuberías y de los accesorios que utilizaremos en nuestra línea de relleno.

Para el transporte del relleno hidráulico a mina se hace uso de la gravedad es decir se envía la pulpa por caída libre a través de tubos, en de Milpo al transportar la pulpa por gravedad nos ocasiona menores costos en esta actividad es decir evitamos gastos en Bombas así como de su respectivo mantenimiento además de Energía Eléctrica que frecuentemente son costos considerables.

Seguidamente se presenta el diagrama de flujo del relleno hidráulico desde planta concentradora hasta el envío a mina.

### DIAGRAMA DE FLUJO DEL RELLENO HIDRAÚLICO



El Diagrama de flujo del Relleno Hidráulico nos permite visualizar la secuencia del relleno hidráulico además cabe recalcar que existen diferentes opciones de envío de relleno hidráulico desde la planta de Relleno Hidráulico:

**Primera Alternativa:** (En caso de estar relleno un tajo interior mina)

Ocurre cuando enviamos relave directamente de la Planta Concentradora pasando por los ciclones de clasificación luego al tanque mezclador para después pasar al Tanque distribuidor y finalmente enviar relave a mina.

**Segunda Alternativa:** (En caso de no estar relleno un tajo en interior mina)

En este caso la situación es similar al caso anterior a excepción de que en vez de enviar el relave a la mina lo haremos hacia los silos de acumulación mediante una Bomba para sólidos de manera que podamos almacenar relave en caso de alguna contingencia en la Planta Concentradora, estos silos tienen una capacidad de almacenaje de 1200 TM c/u

**Tercera Alternativa:** (Parada de Planta de Concentrados y envío desde los Silos)

En esta situación donde no existe producción de relave por la planta concentradora debemos hacer uso del relave acumulado en los silos es decir estos mediante un sistema de agitación en base de presión de agua y aire nos permite hacer uso de este relave acumulado de manera que este baja del silo hacia el Tanque Agitador para luego pasar por el tanque agitador y enviar a mina los requerimientos de relave.

Cabe recalcar que desde todo punto de vista lo ideal es que todo el relave producido por la Planta Concentradora sea enviado a la mina en forma de relleno hidráulico y evitar la contaminación medio ambiental, pero esto en la operación cotidiana de la mina no ocurre así. Milpo en su preocupación por la protección del Medio Ambiente tiene diseñado hace varios años atrás una Cancha de relaves de manera de retener sus materiales contaminantes, pero esta cancha a medida que pasan los años va aumentando en tonelaje y volumen de relave, esto debido a que la planta Concentradora de Milpo tiene mayor capacidad de producir relave que la mina de asimilarla como relleno hidráulico esto debido a muchos factores como son:

- Limitada capacidad de almacenamiento de relave en los silos.
  - No existen tajos permanentes para rellenar por lo que el relave excedente debe ser enviado a la cancha de relaves.
  - En caso de avería de la Bomba de sólidos (Bomba 95) el relave no puede ser bombeado a los ciclones de clasificación por lo que no podrá llegar a la Planta de Relleno y por ende este relave deberá ser enviado a la cancha de relaves directamente.
-

Una de las soluciones que se dan para aprovechar al máximo la producción de relave por parte de planta concentradora es rellenar tajos abandonados donde culminó la explotación en niveles superiores para así también avanzar con lo que concierne a un futuro plan de cierre.

En Milpo se usan para el transporte del relleno hidráulico tuberías de Fierro, Trellex y Polietileno además de accesorios como bridas, codos, reducciones (Cabezales), empalmes, niples y otros como se muestra a continuación.



Se muestran las Bridas Vitaulicas de fierro de 5" Ø uniendo tubos de fierro del mismo diametro.



En la izquierda se muestra un empalme tipo T de 5" Ø empalmada con bridas a los tubos de fierro de 5" Ø se usan en caso de atoro para drenar el relave asentado. En la derecha una unión por platos entre una tubería de fierro de 5" Ø y una Trellex de 5" Ø.

En el transporte del Relleno hidráulico encontramos muchos factores que afectan el adecuado transporte de los sólidos por tuberías uno de los casos críticos son los atoros y las fugas las que producen pérdidas no solo operativas sino también perdidas de material en este caso de tuberías esencialmente aumentando nuestros costos unitarios de relleno.

En esta parte de este informe trataré de demostrar cuales son los parámetros de Relleno Hidráulico (sólidos en suspensión) que debemos controlar para un adecuado transporte de sólidos por tubería.

A la hora de enviar relleno hidráulico desde de la planta de Relleno la preocupación mas importante para el operador debe ser manejar adecuadamente su densidad, así también de ver la acumulación de relave en los Silos

A continuación se mostrará un análisis de cálculo de presiones de llegada a los tajos para esto se ha requerido hacer un inventario en detalle de las tuberías como de los accesorios, adicionalmente como utilizar el análisis de malla del relave proveniente de los ciclones para determinar por criterio de velocidad critica la probable sedimentación.

---



### 3.6.3.2.1 RED DE RELLENO HIDRÁULICO EN LA MINA MILPO

Debemos tener presente que la densidad con que se envía relave a mina para la zona Norte y Sur no son iguales debido a que por encontrarse a diferentes distancias el relave tendrá diferentes comportamientos, esto implica que tenemos que controlar posibles atoros en la red de tuberías, esto lo conseguimos enviando a la mina relave con una densidad tal que no produzca la posibilidad de sedimentación además de poder controlar las presiones que se generan en el trayecto al tajo a rellenar previniendo también colapso de las tuberías por sobre presión

En este caso la red del norte es mas larga por lo tanto en esta zona norte el envío de relave se debe hacer con una menor densidad que en la zona sur.

Las densidades en promedio son las siguientes:

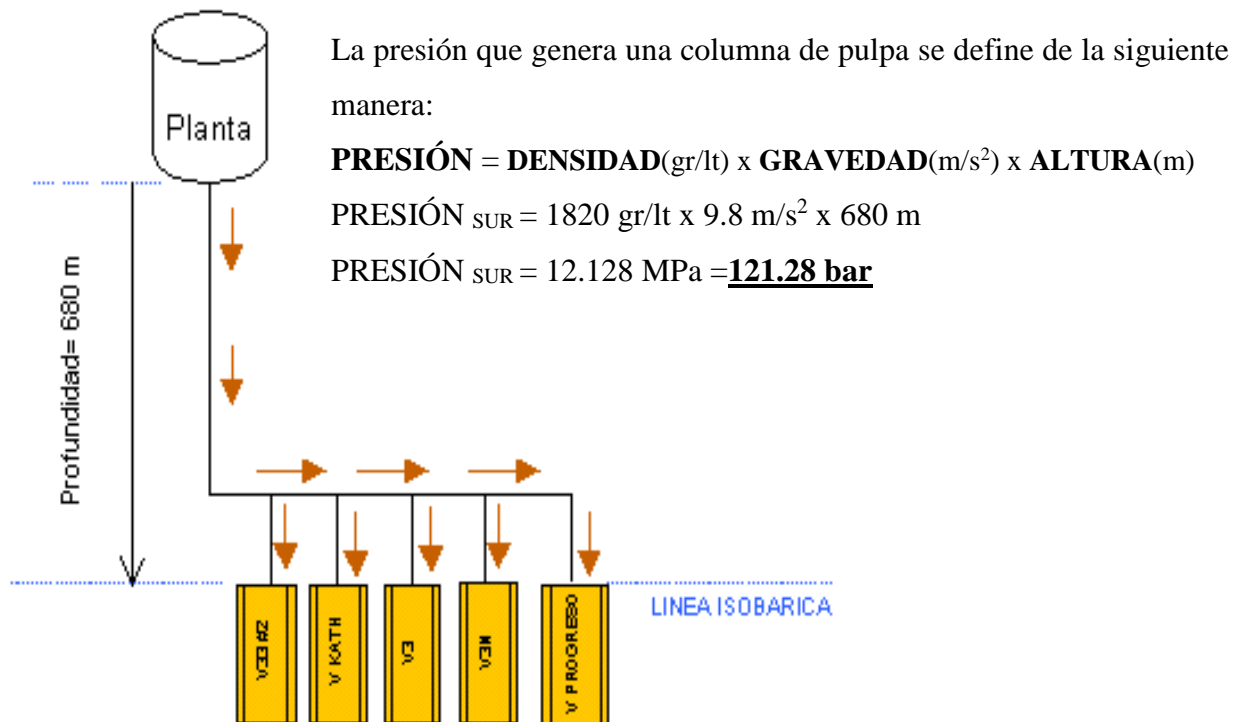
Zona Sur: 1.820 gr/lit

Zona Norte: 1750 gr/lit

### CÁLCULO DE LAS PRESIONES DE LLEGADA A LOS TAJOS

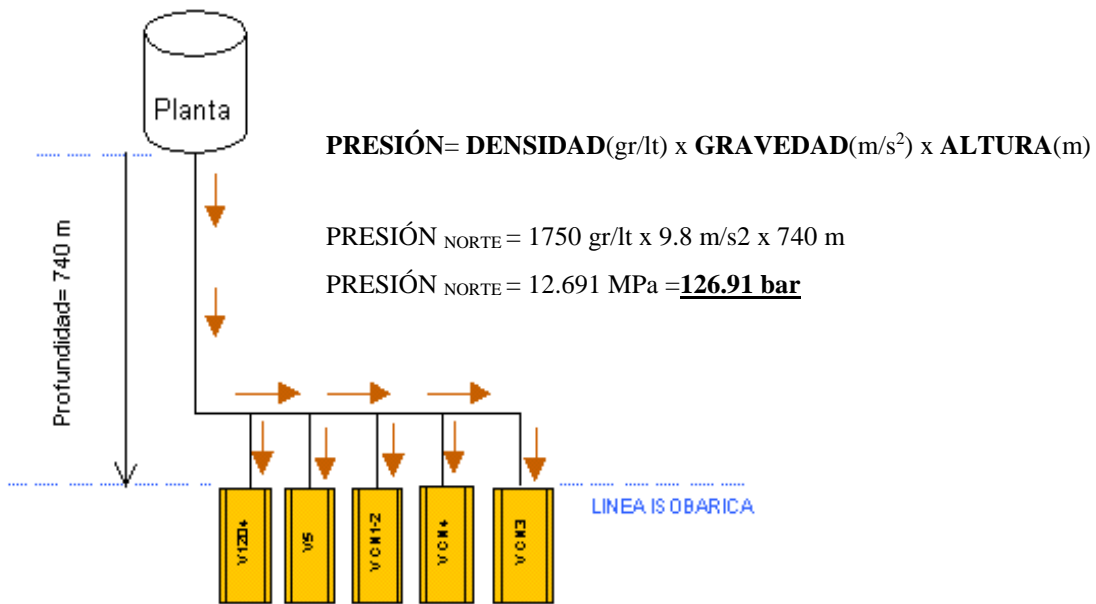
#### ZONA SUR

La altura de pulpa hasta los tajos es aproximadamente 680 m.



**ZONA NORTE:**

La altura de pulpa hasta los tajos es aproximadamente 740 m



**CALCULO DE LAS VELOCIDADES EN LAS TUBERÍAS**

En planta de RELLENO HIDRÁULICO se tiene un estimado de flujo de relave a mina de aproximadamente Ø =110 TM/Hr para la Zona Sur y Ø=100 TM/Hr para la Zona Norte; con esto determinar las velocidades de flujo en las tuberías de los diferentes tramos de la red de relleno hidráulico.

Usaremos la formula:

<b>VELOCIDAD (m/s) = FLUJO (lt/s) / AREA (m<sup>2</sup>)</b>
--

Este cálculo de velocidades es uno de los factores que nos permitirá luego conocer cual es la pérdida de presión que se ocasiona tanto por fricción en las paredes internas de las tuberías así como de los accesorios que tenemos en las líneas.

A continuación vemos los resultados de las velocidades obtenidas para las diferentes diámetros de tubería.

	ZONA SUR	ZONA NORTE
DENSIDAD(Kg/lit)	1.82	1.75
FLUJO(TM/Hr)	110.00	100.00
FLUJO(m3/s)	0.0168	0.0159
FLUJO(GPM)	266.11	251.59

AREA DE SECCIÓN (m <sup>2</sup> )		
Tubería de 3"	0.0046	0.0046
Tubería de 4"	0.0081	0.0081
Tubería de 5"	0.0127	0.0127

	VELOCIDAD (m/seg)	
en tubería de 3"	3.68	3.48
en tubería de 4"	2.07	1.96
en tubería de 5"	1.33	1.25

	VELOCIDAD (Pies/seg)	
en tubería de 3"	11.22	10.61
en tubería de 4"	6.31	5.97
en tubería de 5"	4.04	3.82

Para garantizar que la pulpa se mantendrá en suspensión y que no decantarán las partículas sólidas, la pulpa debe poseer una velocidad de circulación mínima o sea una VELOCIDAD CRITICA ( $V_C$ )

Para el cálculo de esta velocidad se tomará como parámetros el tamaño de partícula de la cual se va a calcular su  $V_C$ , su peso específico aproximado, la gravedad y la concentración de sus partículas en la mezcla para dicho objetivo nos ayudaremos de la fórmula de STEEL.

A continuación un Análisis de Malla efectuada en el Laboratorio Metalúrgico, instalaciones de la mina.

**ANÁLISIS DE MALLA DEL RELAVE FINAL DE PLANTA CONCENTRADORA**

MALLA TYLER	ALIMENTACIÓN		DESCARGA		REBOSE		Abertura (mm)
	% PESO	% ACUMUL	% PESO	% ACUMUL	% PESO	% ACUMUL	
+35	1.70	1.70	2.26	2.26	0.18	0.18	0.417
+45	3.52	5.22	4.92	7.18	0.42	0.60	0.355
+70	12.38	17.60	12.9	20.08	1.50	2.10	0.212
+100	12.36	29.96	15.84	35.92	1.64	3.74	0.150
+140	14.54	44.50	18.64	54.56	2.44	6.18	0.106
+200	11.24	55.74	15.36	69.92	4.00	10.18	0.075
+270	8.46	64.20	9.64	79.56	7.12	17.30	0.053
+325	3.26	67.46	4.88	84.44	3.82	21.12	0.045
+400	2.70	70.16	4.32	88.76	4.10	25.22	0.038
-400	29.84	100.00	11.24	100.00	74.78	100.00	

Para el cálculo de la  $V_C$  tomaremos en cuenta las partículas de las mallas 270 al 70.

**FORMULA DE STEEL:**

$$V_C = fl \times (2 \times g \times d \cdot (y-1))^{1/2}$$

- Donde:
- fl : concentración de las partículas.
  - g : gravedad (m/s<sup>2</sup>)
  - d : Tamaño de las partículas (m)
  - y : peso específico de las partículas.

Sabiendo que:

- Peso Específico (y) : 3.0
- Gravedad (g) : 9.8 m/ seg.

PARTICULAS DE MALLA	fl	d (m)	V <sub>c</sub> (m/seg)	V <sub>c</sub> (Pies/seg)
270	9.64	0.000053	0.44	1.34
200	15.36	0.000075	0.83	2.54
140	18.64	0.000106	1.20	3.66
100	15.84	0.000150	1.21	3.70
70	12.9	0.000212	1.18	3.58

Las velocidades de la pulpa obtenidas anteriormente sobrepasan a la velocidad crítica, para las tuberías de 3, 4 y 5 pulgadas de diámetro por lo tanto el peligro de atoro no existe siempre y cuando se controle el flujo de pulpa indicada y de su respectiva densidad como se indica en cuadro de flujos de relave.

Con la información anterior podemos determinar la pérdida de presión por fricción en metros de columna de pulpa de la siguiente manera:

$$H_f = \frac{f \cdot L \cdot V^2}{D \cdot 2g}$$

**H<sub>f</sub>** ⇒ Perdida de Presión por fricción (m de columna de fluido)

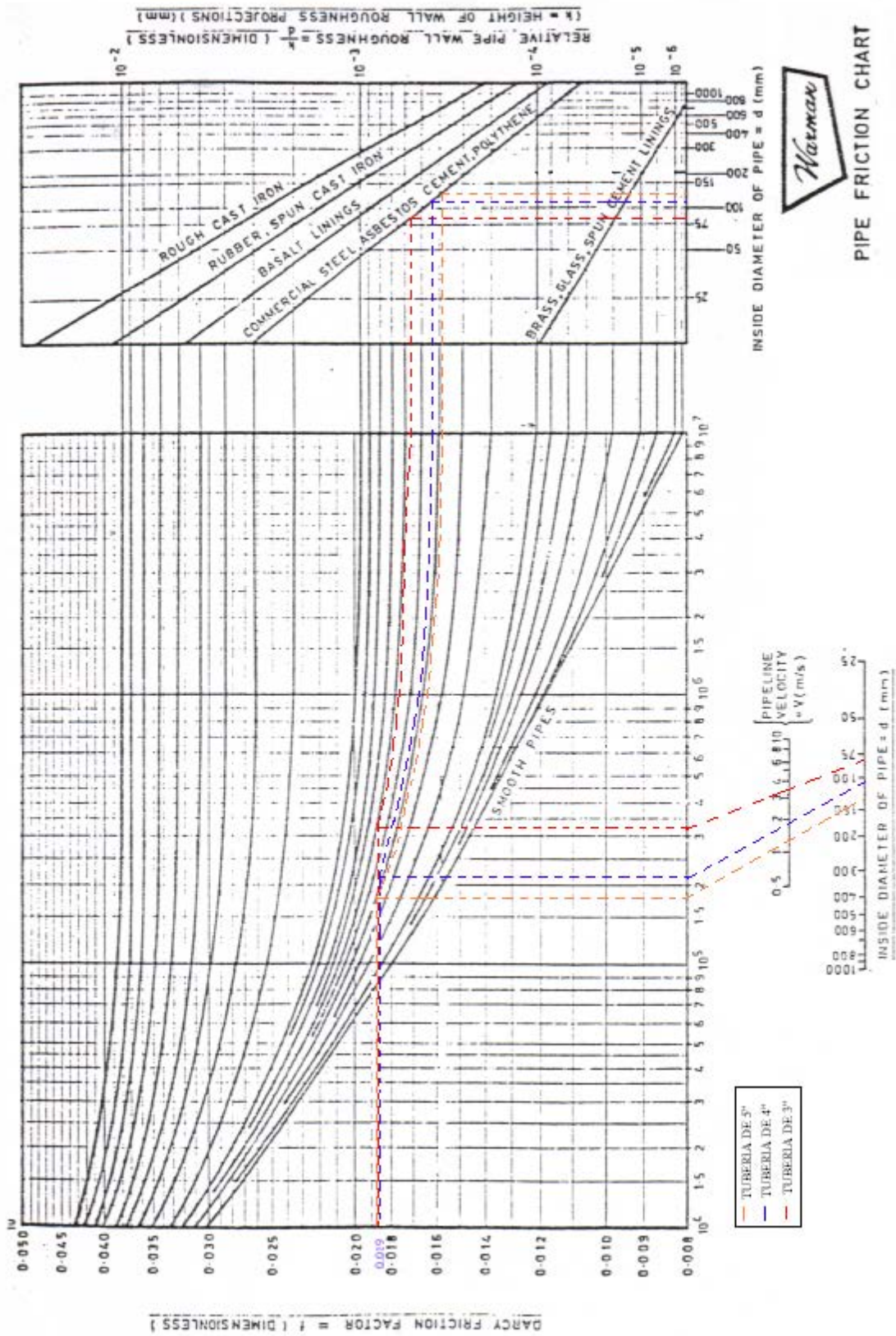
**f** ⇒ Factor de fricción de Darcy

**L** ⇒ Longitud de la tubería (m)

**D** ⇒ Diámetro interno de la tubería (m)

**V** ⇒ Velocidad en la línea de la tubería (m/s)

**g** ⇒ 9.81 m/s<sup>2</sup>



Del gráfico anterior notamos que el factor de fricción de Darcy para las tuberías de 3", 4" y 5" Ø tienen un valor aproximadamente de 0.019 que nos servirá para calcular la pérdida de presión por fricción en las tuberías ( $H_f$ ) de diferentes materiales, para este análisis se tomaran como referencia las líneas norte y sur independientemente ya que existe variación en las características del relave enviado a mina por citar la densidad como ejemplo.

A continuación se presenta el análisis:

**PÉRDIDA DE PRESIÓN POR ACCESORIOS**

ACCESORIOS (unidades)	Dimensión	FACTOR DE PÉRDIDA	Total de Accesorios		Hf (metros de columna de pulpa)	
			Linea Norte	Linea Sur	Linea Norte	Linea Sur
			Brida Metálica	4"	0.003	6
	5"	0.003	99	99	0.34	0.34
Te	5"	3.660	9	9	32.94	32.94
Reducción	5" a 4"	0.001	1	1	0.00	0.00
Junta TRELLEX	5"	0.003	21	21	0.07	0.07
Codo 90°	3"	2.070	2	5	4.14	10.35
	4"	2.770	4	12	11.08	33.24
Codo 5°	5"	0.875	3	3	2.63	2.63
Niple de Fierro	4"	0.148	8	8	1.18	1.18
	5"	0.034	12	15	0.41	0.52
Niple de Polietileno	3"	0.147	88	57	12.91	8.36
	4"	0.148	5	7	0.74	1.04
	5"	0.034	0	0	0.00	0.00
Empalme	3" a 4"	0.023	0	3	0.00	0.07
	4" a 3"	0.124	1	3	0.12	0.37
<b>Pérdida Parcial</b>					<b>66.59</b>	<b>91.14</b>
<b>Pérdida de Presión (Mpa)</b>					<b>1.12</b>	<b>1.65</b>
<b>Pérdida de Presión (Bar)</b>					<b>11.22</b>	<b>16.52</b>

PERDIDA DE PRESIÓN POR FRICCIÓN EN TUBERÍAS

TUBERÍA	Material	Diam(")	Longitud (m)		Factor Fricción	Velocidad (m/s)		Hf en metros de columna de pulpa	
			L.Norte	L. Sur		Linea Norte	Linea Sur	Linea Norte	Linea Sur
			Fierro	5		467.73	467.73	0.0185	1.33
Trellex	5	216.00	216.00	0.0185	1.33	1.25	2.84	2.51	
Polietileno	3	629.18	293.53	0.0184	3.68	3.48	104.97	43.79	
	4	2722.60	2908.57	0.0186	2.07	1.96	108.96	104.36	
		LongitudTotal	4035.5	3885.82	Pérdida Parcial		<b>222.93</b>	<b>156.10</b>	

**Pérdida de Presión (Mpa)**      3.76      2.83  
**Pérdida de Presión (Bar)**      37.58      28.30

EVALUACIÓN DE LA PÉRDIDA TOTAL DE PRESIÓN Y LA VERDADERA PRESIÓN DE LLEGADA AL TAJO POR ZONAS

<u>PERDIDAS</u>	LINEA NORTE	LINEA SUR
POR ACCESORIOS (Bar)	11,22	16,52
POR FRICCIÓN EN TUBERÍAS (Bar)	37,58	28,30
<b>TOTAL DE PERDIDAS (Bar)</b>	<b>48,80</b>	<b>44,82</b>
PRESION INICIAL (Bar) (sin considerar pérdidas)	126,91	121,28
PRESION FINAL (Bar) (considerando pérdidas)	<b>78,11</b>	<b>76,46</b>
Porcentaje de Pérdida (%)	<b>38.45 %</b>	<b>36.95%</b>

De los resultados observamos que ocurre un mayor porcentaje de pérdida en la línea Norte y es comprensible ya que esta línea es relativamente mas larga y está expuesta a mayor pérdida de presión tanto por tubería y por accesorios.

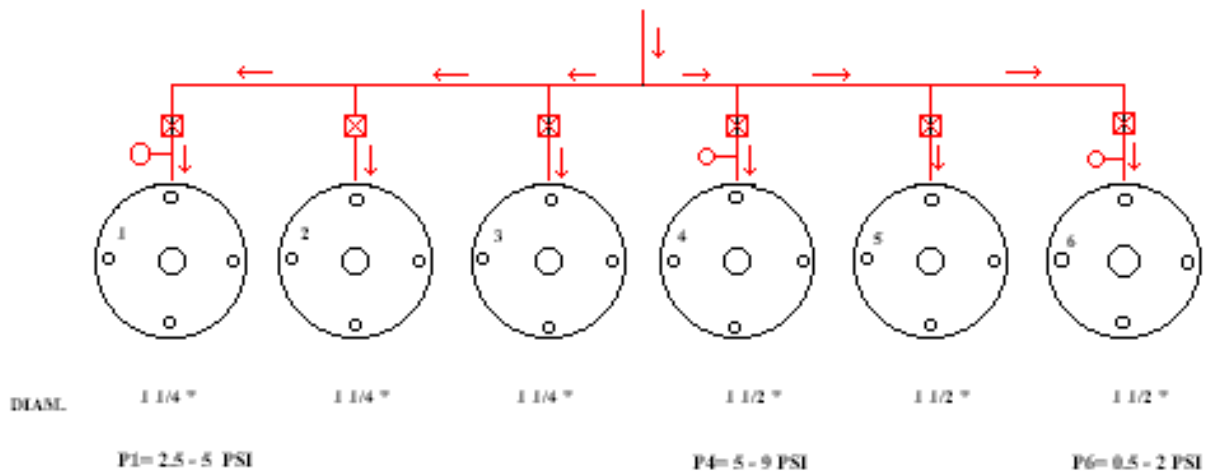


Además recalcar que al haber cambios bruscos de densidad de envío de relave a mina puede ocasionar atoros ya que se puede dar el caso de que por alta densidad ocurra una disminución brusca en la velocidad del relave en las tuberías y por lo tanto sedimentación de las partículas produciendo inevitablemente atoros.

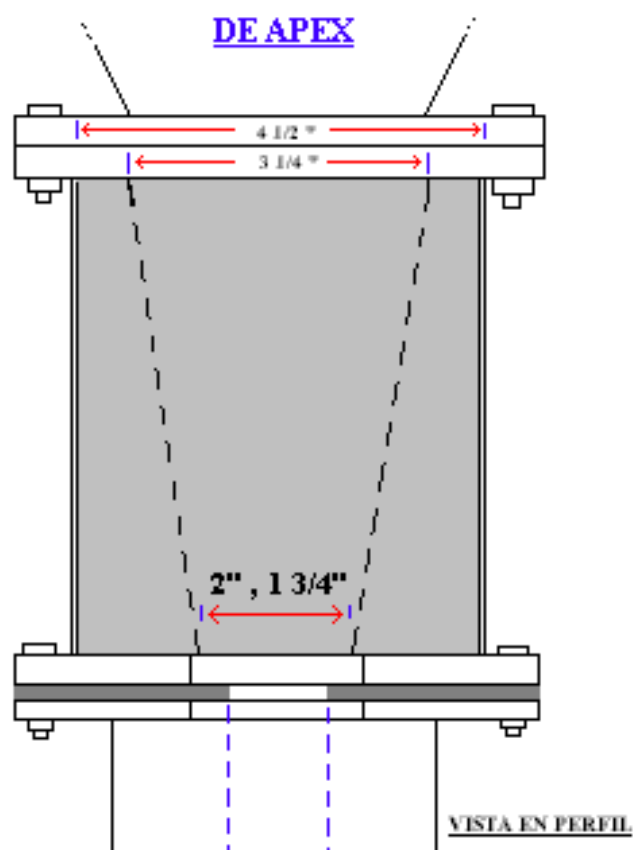
Notar que también se debe controlar adicionalmente que los Hidrociclones clasifiquen los gruesos con eficiencia por que como se demuestra esto tiene una influencia directa en la velocidad de transporte del relave. Esto implica dar un mantenimiento periódico de los Apex y Vortex en lo respectivos hidrociclones, así como de los conductos que están implicados en esta, se ha ideado una forma como mejorar de alguna manera la clasificación de gruesos, colocando empaquetaduras de jebe de un espesor aproximado de 1/8" para reducir ligeramente el diámetro de salida del Apex con esto se han obtenido buenos resultados cuando se hace un mantenimiento continuo.

**DISTRIBUCION DE LAS EMPAQUETADURAS EN LOS CICLONES**

( ABERTURA CENTRAL )



**EMPAQUETADURA PARA REDUCIR DIAMETRO  
DE APEX**

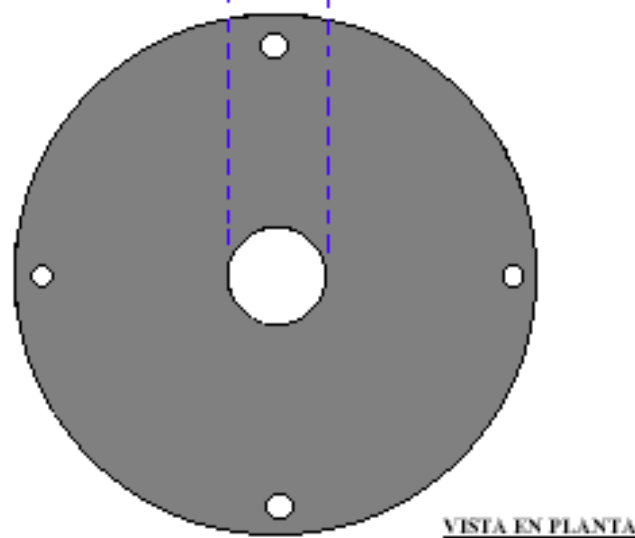


■ APEX

■ EMPAQUETADURA

1 1/2"

1 1/4"



### 3.6.3.3 ETAPA DE RELLENADO.

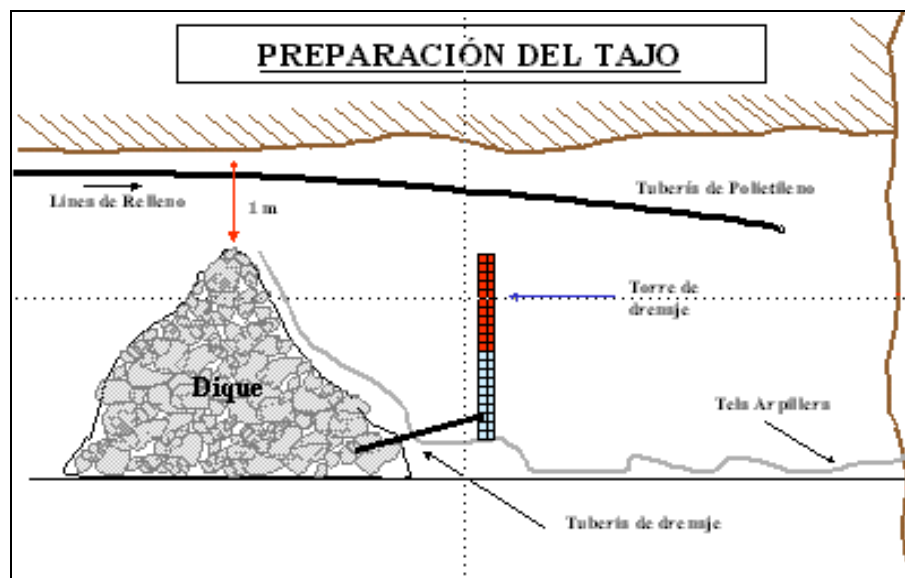
En esta etapa debemos tener en cuenta que el relleno hidráulico al llegar a su punto final de su trayecto, nosotros debemos con anterioridad realizar los siguientes trabajos:

#### A. PREPARACIÓN DE LA LABOR

Los trabajos iniciales se realizan con ayuda de un Scooptram de 6 yd<sup>3</sup> y son:

- Ubicar los bloques de desmorte en un lugar apartado donde no signifique peligro de corte de la tela, lejos del dique y tapones.
- El área contigua al dique debe estar completamente limpio.
- El dique debe tener una altura tal que sobre pase 2 pies de la línea de relleno.
- El dique debe estar construido con desmorte más no con relave.

El Rellenador debe instalar la tela de polipropileno en la totalidad del tajo, asegurando que dicha tela esté totalmente adherida a la roca, la del piso enterrada a medio pie por debajo de la superficie. Así mismo, debe colocar la tela de polipropileno en los tapones, colocando doble capa, para darle mayor consistencia al relleno hidráulico, también debe realizar la instalación de la torre de drenaje, finalmente acondicionar la tubería por donde llegara el relleno hidráulico hacia el tajo.



Una vez culminada las anteriores actividades, estamos llanos a solicitar al operador de planta de relleno hidráulico el envío de agua, de llegar al tajo con buena presión pasamos a pedir que finalmente envíe relleno hidráulico.

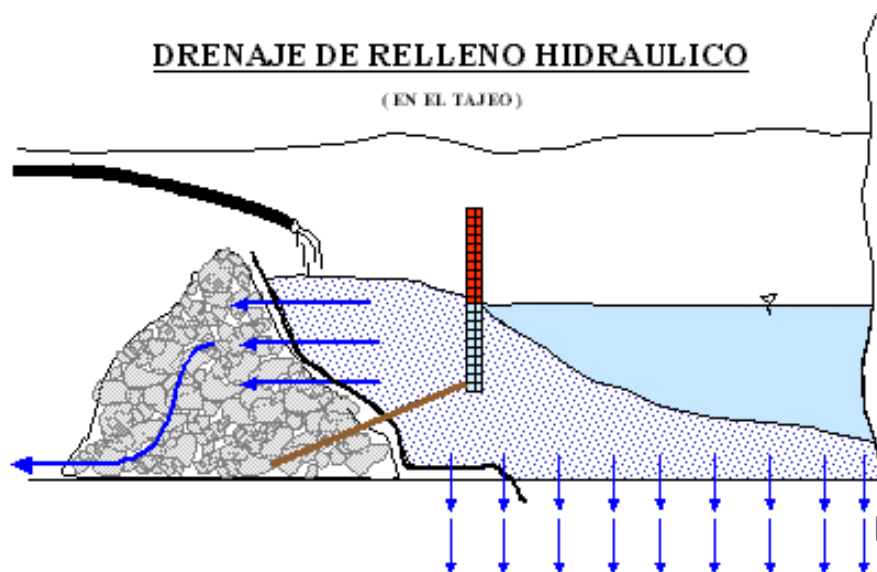
B.- EN EL MOMENTO DEL RELLENADO

Cuando el relleno hidráulico llega al tajo los rellenadores deben estar atentos al nivel de presión con que es expulsado el relleno, ya que de tener una baja presión de salida nos puede evidenciar una probable fuga en la línea de relleno.

Los rellenadores deben hacer medición de la densidad con la ayuda de un densímetro cada hora, ya que una elevada densidad puede ocasionar atoros en la línea de relleno, además estar pendiente de que la torre de drenaje tenga la tela que la cubre y esté debidamente levantada de tal forma que en cierto instante cuando haya una acumulación considerable de agua pueda drenarse.

Uno de los rellenadores deberá inspeccionar los lugares de drenaje en niveles inferiores y verificar que el agua este saliendo limpia de no ser así se deberá parar el rellanado para corregir la preparación del tajo.

C.- DRENAJE DE RELLENO HIDRÁULICO



El drenaje del relleno hidráulico se produce por filtración a través de la tela de polipropileno de 140 gr. /m<sup>2</sup> y por decantación evacuando el agua por la torre de drenaje.

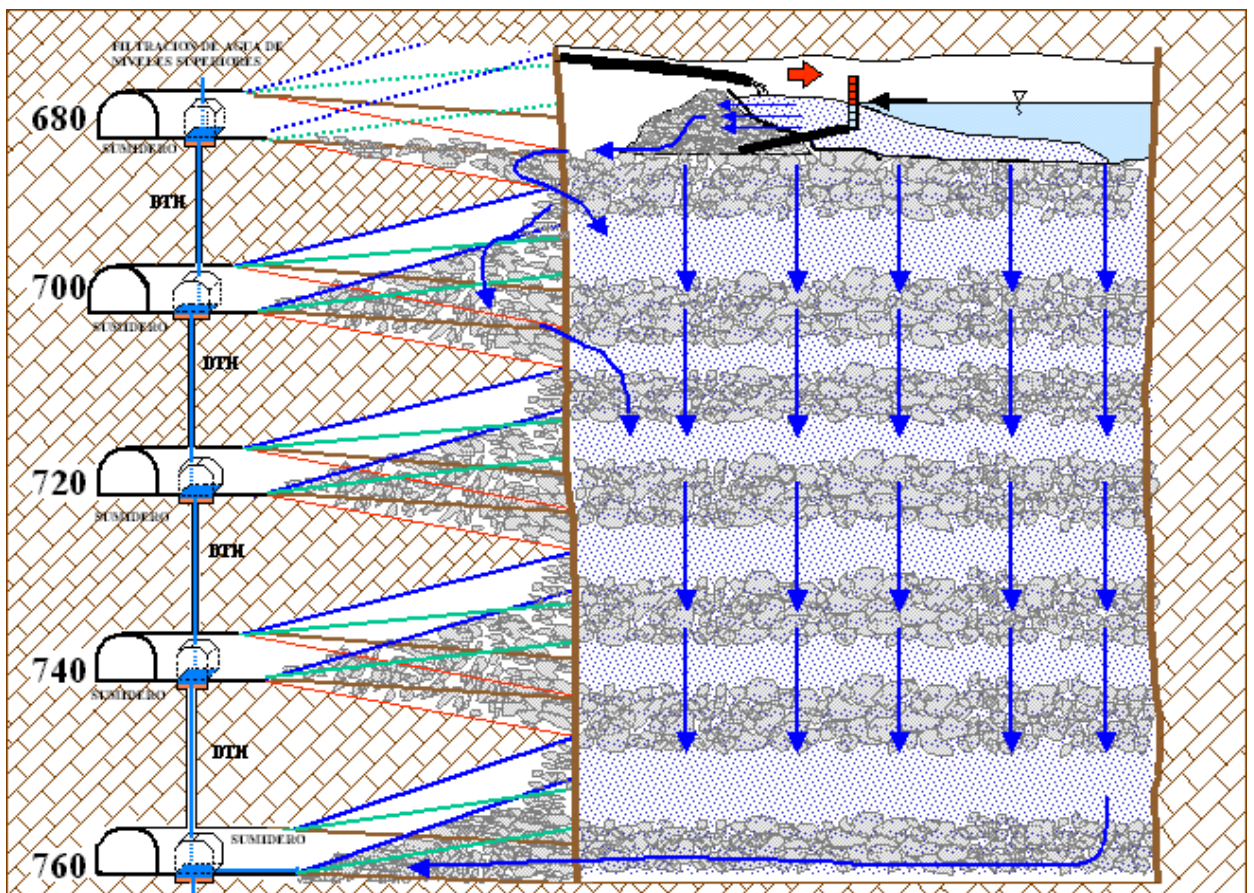
En el drenaje por el sistema de filtración se ha optado por utilizar la tela de polipropileno de 140 gr./ m<sup>2</sup> por tener una buena capacidad de captar las partículas finas que son arrastradas por el agua , haciendo viable la prevención de contaminación por Soluciones Totales Suspendidas ( STS )

Luego el drenaje por el sistema de decantación consiste en que al rellenar los tajeos las partículas se van sedimentando lentamente haciendo que el nivel superior del agua este libre de partículas y por ende limpia haciendo que esta agua sea desalojada por la torre de drenaje.



Esta torre de drenaje ha sido construida con Malla acerada electro soldada de 4"x 4", posee una altura de 2 m y un diámetro de 25.8 cm (aproximadamente 10 "), desempeña la función de drenaje del agua decantada en el tajo.

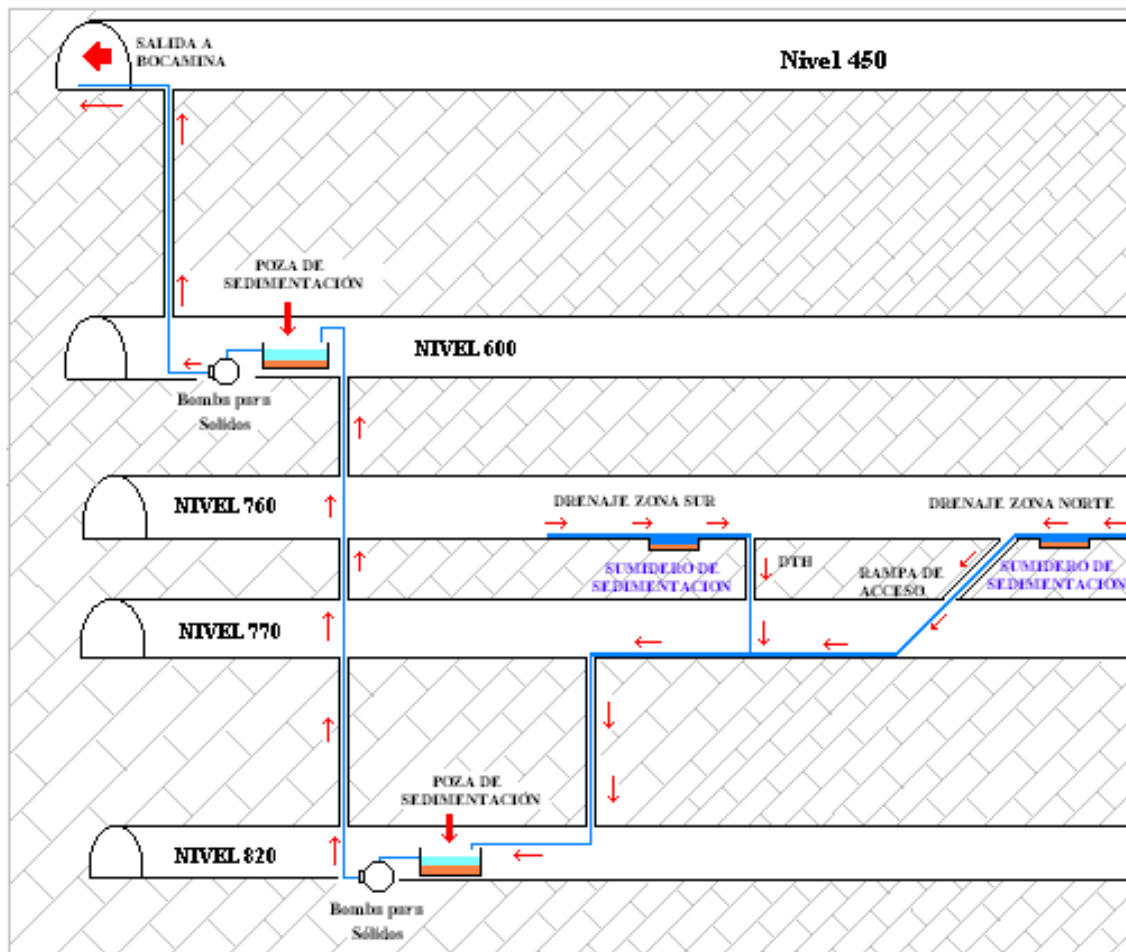
En el siguiente gráfico se observa como ocurre el proceso de drenaje entre niveles mediante la cuneta el agua será dirigida hacia un DTH que permitan desalojar este flujo sin afectar las vías de acceso de vehículos y maquinaria como es el caso de la rampa espiral, galerías, etc.



**DRENAJE DE RELLENO HIDRAULICO**  
( ENTRE NIVELES )

**DRENAJE DE RELLENO HIDRAULICO**

( DESDE NIVELES DE EXPLOTACIÓN HASTA SALIDA DE BOCAMINA)



Este gráfico se muestra el sistema de decantación y posterior bombeo hacia superficie en 2 etapas, como se observa en los nivel -820 y -600, estas estaciones de bombeo constan de una poza de sedimentación la que cumple la función de receptor del agua con contenido de partículas las que por gravedad sedimentarán hacia el fondo de la poza haciendo que en la superficie permanece quede agua semi - limpia con algún contenido de partículas muy finas probablemente de granulometría menores de la Malla 400 según la clasificación de Tyler, así también de Bombas de alto caballaje ( en el rango de los 400 HP )

Este sistema de sedimentación y bombeo tiene la finalidad de reducir la contaminación del agua por partículas suspendidas, que tiene como Limite Máximo Permisible de 50 mgr/lit. y que Milpo semanal realiza el monitoreo obteniendo resultados muy por debajo de los LMP, hablamos de un rango de (15- 20 m gr./l.) cumpliéndose así con la prevención de la contaminación de aguas que es una de las preocupaciones básicas de Mina Milpo.

### 3.6.4 COSTO UNITARIO DE RELLENO HIDRÁULICO

#### 1. COSTO DE PERSONAL

##### 1.1 PLANILLA MENSUAL EMPLEADOS

PERSONAL	PARTICIP	SUELDO MENSUAL	CANTIDAD	IMPORTE
ING. RESIDENTE	100%	1200	1	1200
ING. SEGURIDAD				
ING. JEFE DE GUARDIA	100%	850	1	850
ADMINISTRADOR	100%	550	1	550
SUBTOTAL(a)				2600
LEYES SOCIALES(b)		67.82 %		1763.32
TOTAL US \$ (DOLARES AMERICANOS) CAMBIO			(a)+(b)	<b>4363.32</b>

##### 1.2 PLANILLA DIARIA OBREROS

PERSONAL	CANTIDAD	SALARIO S/.	DIAS/ MES	IMPORTE
OBREROS	17	14.28	25	6069
LEYES SOCIALES		84.49%		5127.70
SOBRETIEMPOS		240 Hrs.		749.70
TOTAL US \$ (DOLARES AMERICANOS)		1 \$ = S/.3.5		<b>11946.40</b>
TOTAL COSTO DE PERSONAL US \$/MES				<b>16309.72</b>

#### 2. MATERIALES DE RELLENO HIDRAULICO

DESCRIPCION	Und	Costo \$	PROMEDIO/MES	IMPORTE \$/MES
TELA ARPILLERA DE POLIPROPILENO	m	0.68	4500.0	3060.00
ALAMBRE NEGRO DE AMARRE N°8	Kg	0.62	350.0	217.00
ACETILENO INDUSTRIAL	Kg	8.74	2.0	17.48
CLAVO DE ALMABRE DE 2" N° 13	Kg	0.62	5.0	3.10
CLAVO DE ALMABRE DE 5" N° 14	Kg	0.68	20.0	13.60
CUÑA DE MADERA	UN.	0.35	15.0	5.25
ELECTRODO CELLOCORD AP AWS E-6	Kg	1.52	5.0	7.60
ELECTRODO SUPERCITO AWS E-7018	Kg	1.62	4.0	6.48
FORMATO SOLICITUD DE SALIDA	BL	2.74	0.5	1.37
FORMATO ORDEN DE TRABAJO	BL	1.64	0.5	0.82
HILACHA DE ALGODÓN	Kg	1.07	30.0	32.10



HILO FIBRADE NYLON	UN	1.4	35.0	49.00
HOJA DE SIERRA DE 1/2"	UN	1.2	20.0	24.00
OXIGENO INDUSTRIAL	m <sup>3</sup>	2.07	4.0	8.28
PETROLEO DIESEL	GL	1.23	5.0	6.15
SELCHA DE MADERA 1" x 1"x 8'	UN	0.28	300.0	84.00
TRAPO BLANCO LAVADO	Kg	0.71	25.0	17.75
TUBERIA DE POLIETILENO DE 3" C-10	UN	2.36	200.0	472.00
TUBERIA DE POLIETILENO DE 4" C-10	UN	3.55	300.0	1065.00

**TOTAL \$/Mes 5090.98**

### 3. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	P. UNIT.	VID.UTIL MES	IMPORTE
EQUIPO DE CORTE	1	Un.	466	24	19.42
MAQUINA DE SOLDAR	1	Un.	1601.69	36	44.49
LLAVE CORONA 3/4 x 3/4	16	Un.	13.9	12	18.53
LLAVE CORONA 15/16 x 15/16	3	Un.	12	12	3.00
LLAVE CORONA 15/16	2	Un.	18	12	3.00
LLAVE CRESENT DE 12	3	Un.	31.5	12	7.88
LLAVE STILSON DE 12	3	Un.	36	12	9.00
LLAVE STILSON DE 18	3	Un.	39	12	9.75
LLAVE STILSON DE 24	3	Un.	47	12	11.75
LAMPA	2	Un.	9.77	6	3.26
PICO	2	Un.	9.77	4	4.89
CORBINA	1	Un.	32	6	5.33
ARCO DE SIERRA	6	Un.	5.74	6	5.74
SOGA NYLON DE 1/2	40	Kg.	8.68	6	57.87
DENSIMETRO	1	Un.	740	6	123.33
MAQUINA DE COSER	1	Un.	880	36	24.44

**TOTAL US \$/MES 351.68**

### 4. IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD

DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	P. UNIT.	VID.UTIL MES	IMPORTE
PROTECTOR	20	Und.	11.4	24	9.50
BOTAS	20	Und.	11	3	73.33
GUANTES	20	Und.	2.24	3	14.93
CORREA	19	Und.	5.27	24	4.17

MAMELUCO	20	Und.	13.69	12	22.82
RESPIRADOR	19	Und.	19.3	12	30.56
FILTROS	6	Paq/50 Und.	13	1	78.00
LENTES	19	Und.	7.1	12	11.24
TAPON DE OIDO	20	Und.	0.8	12	1.33
BOTAS MUSLERAS	3	Juego	40.41	6	20.21
ROPA DE JEBE	3	Juego	17.82	12	4.46
CINTAS REFLECTORAS	0.4	Rollo	267	12	8.90

TOTAL \$ / mes **279.45**

#### 5. VARIOS

DESCRIPCION		US \$/MES
TRANSPORTE DE MATERIALES DE LIMA		0.00
IMPREVISTOS	4 % CD	881.27
GASTOS GENERALES	8 % CD	1762.55
<b>TOTAL \$/mes</b>		<b>2643.82</b>

COSTO DIRECTO (CD) = (1) + (2) + (3) + (4) +(5)

US \$ / MES = **24675.64**

UTILIDAD	10 % CD	2467.56
MOBILIDAD PERSONAL		920
REFRIGERIO		205.7

**TOTAL GENERAL 28268.91**

#### 6. COSTO UNITARIO

TOTAL GENERAL	<b>\$ 28 268.91 ..... (A)</b>
TONELAJE DE RELLENO / MES	<b>42 000 TM ..... (B)</b>

COSTO UNITARIO R/H (A / B) US \$/TM **0.67**

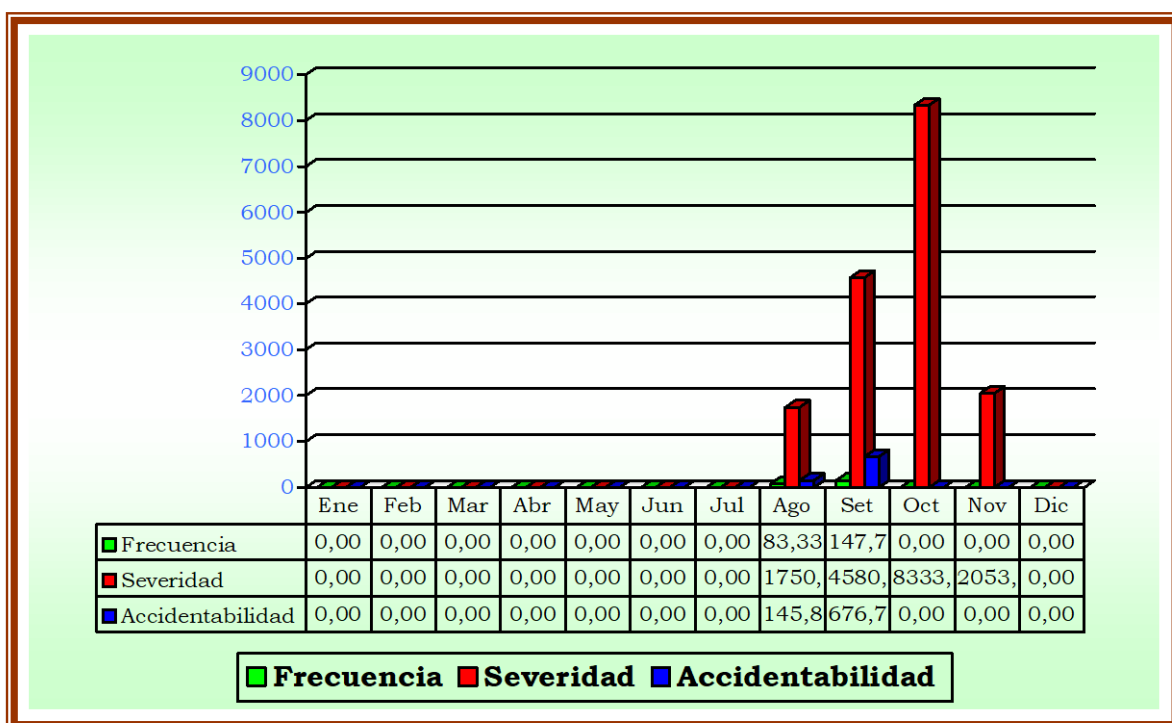
#### 4. SEGURIDAD MINERA Y MEDIO AMBIENTE EN LA MINA MILPO.

Con respecto a temas de seguridad e higiene minera pues al igual que toda la minería a nivel nacional nos regimos con el D.S. 046 – 2001 – EM, mejor conocido como REGLAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE MINERA.

Adicionalmente cabe mencionar que la Mina Milpo en el año 2005 ha logrado la certificación en los Sistemas de Gestión ISO 9000, 14 000 y 18000, con lo que no podemos referenciar que cada área tiene su Sistema, para el caso particular de Seguridad Mina estamos trabajando con el Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional (SSO) que cumple con las normas ISO, en los para nuestros trabajos diarios hemos desarrollado Procedimientos según el área, en caso de trabajos de Sostentamiento tenemos los siguientes procedimientos:

- Sostentamiento sobre Carga de Disparo.
- Sostentamiento sobre Scissor Lift.
- Sostentamiento con Cable Bolting.
- Relleno Hidráulico.
- Desatado de Rocas.

Con respecto a los Índices de Severidad, Frecuencia y Accidentabilidad se presentan a continuación.



En este caso se observa una accidentalidad considerable en Setiembre y Octubre con índices de severidad que repercuten hasta el mes de Noviembre debido a las horas hombre perdidas por accidentes, tener en cuenta que para la frecuencia solo se toman en cuenta los accidentes incapacitantes y fatales más no los triviales donde el accidentado regresa a laborar dentro de las 24 horas de ocurrido el suceso.

Normalmente a diario se reportan sucesos en interior mina con el Reporte de Condiciones Sub Estándares que a continuación se describe como ocurre en el transcurso de los días:

El Ministerio de Energía y Minas ha efectuado una Clasificación de Condiciones Sub Estándares e Incidentes de la siguiente Manera:

TIPO	DESCRIPCIÓN	TIPO	DESCRIPCIÓN
1	Desprendimiento de Rocas	24	Relleno Hidráulico
2	Carga y Descarga	25	Faltas / Maltratos
3	Acarreo y Transporte	26	Extintores
4	Manipuleo de Materiales	27	Señalización
5	Caída de Personas	28	Guardas, barandas, cercos, etc.
6	Operación de Maquinarias	29	Iluminación
7	Perforación	30	Luces de Emergencia y Avisos
8	Explosivos	31	Sustracción y/o Pérdida
9	Herramientas		
10	Tránsito		
11	Instalaciones Eléctricas		
12	Temperaturas Externas		
13	Succión de Mineral / Desmonte		
14	Personal no Autorizado		
15	Falta / Falla de comunicaciones		
16	Síntomas de ebriedad		
17	Falsa Alarma		
18	Falta de Implementos de Seguridad		
19	Falta / Falla de Sostenimiento		
20	Falta de Ventilación		
21	Fuga de Aire / Fuga de Agua		
22	Tubería y Accesorios		
23	Orden y Limpieza		

CLASIFICACION POR TIPO DE CONDICIÓN SUB ESTANDAR																															TOTAL	
TIPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		31
Cantidad	25		2			1	9	1		1	2								17	12	2	1	2	5	5			1	1			87

Desprendimiento de Rocas

Acarreo y Transporte

Operación de Maquinarias

Perforación

Explosivos

Tránsito

Instalaciones Eléctricas

Falta / falla de sostenimiento

Falta de ventilación

Fuga de Aire / Fuga de Agua

Tubería y Accesorios

Orden y Limpieza

Reileno Hidráulico

Faltas / Maltratos

Guardas, barandas, cercos, etc.

Iluminación

CLASIFICACION POR TIPO DE INCIDENTE																															TOTAL	
TIPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		31
Cantidad	3					3		1			2								1	2	4				2							18

Desprendimiento de Rocas

Operación de Maquinarias

Explosivos

Instalaciones Eléctricas

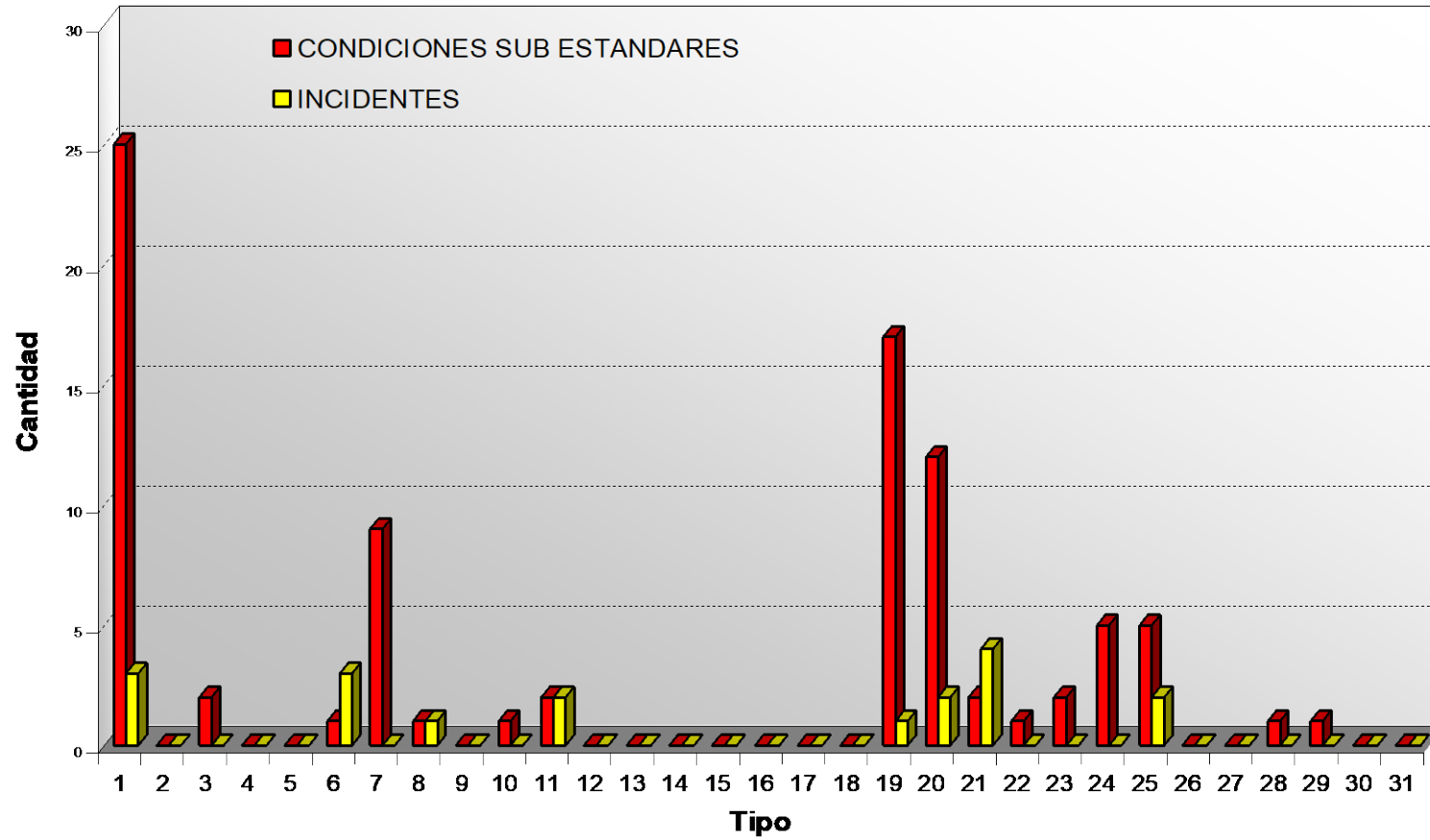
Falta / falla de sostenimiento

Falta de ventilación

Fuga de Aire / Fuga de Agua

Faltas / Maltratos

**Condiciones Sub Estándares e Incidentes**  
(ENERO 2004)



En el área de Medio Ambiente de la misma manera se cuenta con un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) y se maneja de una manera similar al Departamento de Seguridad, por lo que como se podrá referenciar los controles medio ambientales son muy estrictos como por ejemplo los niveles de polvo de interior mina, ruido, soluciones totales suspendidas, etc.

---

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

- La mecanización de sostenimiento es una opción operacionalmente mucho mas segura y básicamente buscar la no exposición del personal a la caída de rocas.
- Es fundamental el constante monitoreo del sostenimiento, debido a las grandes profundidades en las que se trabaja.
- Por las características geoestructurales y del terreno alterado de la zona sur, existe mayor ocurrencia de estallidos de roca por lo que se requiere un planeamiento en la explotación en relación a que no deben existir voladuras cercanas evitando disturbar en demasía el macizo rocoso.
- La operación mina actualmente está basada en producción con seguridad buscando el cuidado de la salud del trabajador, previniendo la contaminación ambiental y todo esto hacerlo con calidad.
- Se debe cuidar mantener un ancho de minado de manera que no ocasione inestabilidad en los frentes de producción, buscando en la perforación el arco natural para una mejor distribución de los esfuerzos inducidos.

### 5.2 RECOMENDACIONES

- En sostenimiento, se debe incidir en el monitoreo con ayuda de las pruebas de tensión tanto para los Pernos Mecánicos, pernos helicoidales, Split Sets así mismo como de los Cables Acerados de la misma forma continuar con el control en instalación de los elementos de sostenimiento como parte de la búsqueda de la calidad en nuestros trabajos.
  - En Relleno Hidráulico, del estudio realizado sobre las perdidas de presión por fricción se demostró que la mayor pérdida ocurre en la Línea Norte debido a la mayor extensión de tubería para esta zona, se recomienda utilizar en los
-



codos, empalmes tubería del tipo Trellex que es una tubería de caucho reforzado internamente con acero de manera evitar fugas por desgaste.

- Se debe controlar una buena clasificación de los gruesos con eficiencia ya que como se demuestra en el análisis de malla, tiene una influencia directa en la velocidad de transporte del relave y por lo tanto también sería factor para la ocurrencia de atoros en la tubería.
  
  - Debe tener un programa de mantenimiento adecuado de los dispositivos de clasificación granulométrico del relave a mina ya que se ha estado observando relleno en el tajo con granulometría muy fina, esto ocasionara un problema ambiental de Sólidos totales Suspendidos en la salida al río, además de ocasionar grave daños a los impulsores de las bombas para sólidos carcomiéndose internamente por arenación, aumentando los costos en el sistema de bombeo de Milpo.
-

6. REFERENCIAS

- AN INTRODUCTION TO MINE SEISMICITY, Australian Centre for Geomechanics
  - EXCAVACIONES SUBTERRÁNEAS EN ROCA , E. Hoek & E. T. Brown.
  - CABLEBOLTING IN UNDERGROUND MINE, D. Jean Hutchinson, Mark S. Diederichs
  - SOSTENIMIENTO EN ROCAS SUELTAS, Ground Control
  - TRANSPORTE DE SÓLIDOS POR TUBERÍAS, Ing. Henry Brañes.
  - MANUAL DE VOLADURA, EXSA – Tercera Edición.
  - MANUAL DE TÚNELES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS, Ing. Carlos López Jimeno.
  - SUPPORT OF UNDERGROUND EXCAVATIONS IN HARD ROCK, E. Hoek – P.K. Kaiser – W.F Bawden, 1995.
  - ROCK ENGINEERING, Course notes by Evert Hoek.
  - SOSTENIMIENTO CON CABLE BOLTING, Ing. Juan Luis Luque Lanza.
-