

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA
MINERA Y METALURGICA
ESCUELA DE INGENIERIA DE MINAS



RELLENO HIDRAULICO EN MINERIA AURÍFERA
RETAMAS - MARSA S.A.

INFORME DE INGENIERIA
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERIA DE MINAS

PRESENTADO POR:
FERNANDO CESAR DÁVILA CALLUPE

LIMA – PERU

2005

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
1 GENERALIDADES.....	5
1.1 Ubicación.....	5
1.2 Accesibilidad.....	5
1.3 Historia y Desarrollo Actual.....	5
1.4 Clima.....	6
1.5 Vegetación.....	6
1.6 Recursos.....	7
2 GEOLOGÍA.....	8
2.1 Geología General.....	8
2.2 Geología Local.....	8
2.3 Petrología.....	9
2.3.1 Rocas Intrusivas.....	9
2.3.2 Rocas metamórficas.....	9
2.3.3 Rocas sedimentarias.....	9
2.3.4 Depósitos Cuaternarios.....	9
2.4 Geología Estructural.....	10
2.4.1 Plegamientos.....	10
2.4.2 Fracturamiento.....	10
2.4.3 Fallamiento.....	10
2.5 Sistema de vetas.....	11
2.6 Geología Económica.....	11
3 MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN.....	12
3.1 Corte y Relleno Ascendente.....	12
3.1.1 Limpieza.....	13
3.1.2 Perforación y voladura.....	15
3.1.3 Sostenimiento.....	17
3.2 Cámaras y Pilares.....	18
4 OPERACIONES UNITARIAS EN LABORES LINEALES HORIZONTALES.....	19
4.1 Limpieza.....	19

4.2	Perforación	20
4.3	Distribución de Carga.....	20
4.4	Sostenimiento	26
5	ACARREO Y TRANSPORTE	27
5.1	Vagones	27
5.2	Locomotoras.....	28
5.3	Línea de Cauville.....	29
6	SERVICIOS AUXILIARES.....	31
6.1	Aire Comprimido.....	31
6.1.1	Información General.....	31
6.1.2	Comportamiento de la presión de aire.....	32
6.1.3	Calculo de la Humedad en el Aire.....	36
6.1.3.1	Volumen Estimado de Agua que Succionan los Compresores	40
6.1.3.2	Volumen Captado en los Purgadores	42
6.1.3.3	Volumen Medido a la Salida de las Compresoras Eléctricas y el Pulmón.....	43
7	RELLENO HIDRÁULICO.....	45
7.1	Planta de Relleno.....	46
7.2	Preparación de pulpa	47
7.3	Rellenado de Labores	55
7.3.1	Armado de Tabiques.....	55
7.3.2	Instalación de Tuberías.....	57
7.3.3	Recepción.....	57
7.4	Características del Material de Relleno	57
7.4.1	Análisis granulométrico.....	57
7.4.1.1	Análisis de la Arena.....	58
7.4.1.2	Análisis del Relave.....	59
7.4.1.3	Análisis del Rechazo	59
7.4.2	Calculo de la Gravedad Específica.....	60
7.4.2.1	Método de la Fiola.....	60

7.4.2.2	Método de la Probeta.	61
7.4.3	Cálculo de la Densidad Aparente.	62
7.4.4	Velocidad de Percolación.....	62
7.4.4.1	Experimentalmente	62
7.4.4.2	Velocidad de Percolación – Empleando el Tamaño de Partículas	64
7.4.5	Velocidad Crítica.....	65
7.4.6	Cálculo de la compacidad del relleno.....	67
7.4.6.1	Razón de poros:.....	67
7.4.7	Altura Máxima.	70
7.4.8	Máxima Distancia Horizontal.....	70
7.5	Rendimiento	71
7.5.1	Volumen de Relleno (m ³) por tarea total.....	71
7.5.2	Volumen de Relleno (m ³) por Área de Tabiques (m ²).....	72
7.5.3	Volumen de Relleno (m ³) por Labor	73
7.5.4	Tabiques por labor	74
7.5.5	Área de Tabiques.....	74
7.5.6	Área de Tabiques por labor	75
7.6	Consumo de Recursos y Materiales.....	76
7.7	Balance de Relleno y explotación	77
7.8	Costo.....	77
8	CONCLUSIONES.....	78
9	BIBLIOGRAFIA.	80

INTRODUCCIÓN

Pongo en consideración del Jurado calificador el presente trabajo, cual es el resultado de las observaciones y experiencias obtenidas en Minera Aurífera Retamas – MARSA S.A.

En la presente se da a conocer el procedimiento en la explotación y a su vez algunas alternativas de cómo mejorarla evitando los riesgos de accidente que significan menoscabo en los recursos humanos así como logísticos.

La caída de rocas es uno de los factores de mayor incidencia en accidentes que ocurren en la mina y el sostenimiento de labores subterráneas constituyen uno de los problemas de mayor importancia para proteger la seguridad del personal, que debe afrontar en todo momento.

El sostenimiento es una herramienta fundamental en la obtención de óptimos resultados en una operación minera, en la actualidad se utiliza una diversidad de sistemas de sostenimiento como activos y pasivos.

El sostenimiento que describo es el relleno hidráulico para lo cual se ha utilizado relave, material detrítico.

El objetivo del siguiente trabajo tiene por finalidad el de optar el título profesional de Ingeniero de Minas.

1 GENERALIDADES

1.1 *Ubicación.*

La mina el Gigante se halla situado en el Anexo de Llacuabamba, Distrito de Parcoy, Provincia de Pataz y Departamento de la Libertad, emplazada en las vertientes del flanco oriental de la cuenca hidrográfica del Marañòn, en el sector norte de la cordillera central.

1.2 *Accesibilidad.*

El acceso a la mina por carretera es de la siguiente forma:

Lima - Trujillo	:	562 Km. Asfaltado
Trujillo – Chiran	:	34 Km. Asfaltado
Chiran - Chagual	:	307 Km. Afirmado
Chagual – Mina Gigante	:	70 Km. Afirmado
TOTAL	:	973 Km.

Por vía Aérea

Lima –Chagual Aprox.	:	1 hr. 30'
Trujillo – Chagual Aprox.	:	0 hr. 45'

1.3 *Historia y Desarrollo Actual*

Los primeros trabajos en la región se realizan en la época pre-inca, se tiene evidencia de una intensa explotación incaica. Como lo atestiguan herramientas de madera, grandes muros restos de estanques, etc. La explotación debe haber sido en lavaderos y los pocos óxidos de los afloramientos

(TORNAWIECKIE), se cree que parte del oro para el rescate del Inca Atahualpa provenía de esta región.

A principios del siglo XVIII se trabajan las minas de oro de Parcoy, Buldibuyo y a inicios del siglo XX se empiezan a trabajar las minas de plata de Buldibuyo, Tayabamba, Soledad y Chilia. El descubrimiento de cinabrio en Buldibuyo intensifica la explotación del Oro y Plata de la región (HUMBOLDT) a fines de la colonia y principios de la república los trabajos de mina disminuyen notablemente por agotamiento de los óxidos superficiales (PACOS); en 1892 la Compañía Minera Gigante instala la primera planta de Cianuración en el Perú (Descubierto el proceso en 1887) cuyos resultados fueron deficientes.

En 1918 el Sr. TORNAWIECKIE instala una planta de cianuración en Retamas con resultados satisfactorios y trabajo la zona de gigante. En 1934 se forma el Sindicato minero Parcoy S.A que trabajo hasta 1960 los yacimientos de Retamas, Llacuabamba y el Gigante.

Entre 1932 y 1964 la Compañía minera Buldibuyo LTDA trabajo los yacimientos de Buldibuyo (La Paccha), actualmente lo trabaja MARSА.

En abril de 1981 se crea MARSА, las áreas mineralizadas cubriéndolo con denuncios, en 1983 se instala una planta concentradora con capacidad de 60TM/día entrando en operación en el segundo semestre del mismo año en los años siguientes se han ampliado sucesivamente a 100 luego a 280TM/día (Desde 1994-2004 1300TM/día).

1.4 Clima.

El clima es predominante frígido, típico de la región Puna o Jalca presenta dos variantes climatológicas marcadas, noviembre o abril con lluvias constantes y el resto del año ligeramente húmedo.

1.5 Vegetación

Los terrenos se encuentran cubiertos por pastos naturales, la vegetación predominante es el ichu. Acompañados por diversos arbustos y plantas silvestres, por debajo de 4000 msnm. En las partes bajas se encuentran sembríos de papas, habas, maíz alfalfa, etc. Y por encima de los 4000 msnm. Solo ichu.

1.6 Recursos.

Recursos Hídricos.- Las quebradas Huichus, Mushmush, Molinetes, Pomacchay, Ventana, Valcones y Misenta, son los principales canales de transporte del agua de todo el área de la mina tanto de flujos constantes como de los torrentes temporales.

La quebrada Molinetes pasa por la mina, se junta con la Quebrada Ventanas, antes de Llacuabamba uniéndose en retamas con la de Huinchus formando el río Parcoy. A partir de la Laguna Pías toma el nombre de río San Miguel que va a unirse al río Marañòn, que con otros afluentes y unión de los ríos Huallaga y Ucayali forman el río Amazonas.

En la zona destacan las lagunas: laguna Blanca, tres lagunas, laguna Sice, el abastecimiento de agua para las operaciones industriales, provienen de La quebrada Mishitu y Molinetes.

1.6.2.-Recursos Humanos.- El recurso Humano calificado proviene de las diferentes Universidades del país, la de mano de obra no calificada es contratada de diferentes ciudades del país: Huancayo, Huancavelica, Puno, Arequipa, Huaraz, Tayabamba, etc.

1.6.3.-Suministros.- El abastecimiento de insumos para la operación minera proviene de las ciudades de Lima y Trujillo. Los comestibles y madera para el sostenimiento de las zonas aledañas de Huamachuco y Cajabamba.

1.6.4.-Energía.- La energía utilizada para la operación de las maquinarias y equipos es térmica, generado por grupos electrógenos.

2 GEOLOGÍA

2.1 *Geología General*

Esta zona aurífera está ligada a una faja de rocas intrusivas conocida como el Batolito de Pataz que cortan a los esquistos, filitas y pizarras del Complejo Marañón. El batolito tiene rumbo N60°W, 50 Km de longitud y 2.5 Km de ancho, limitado por el NE con el Complejo Marañón y por el SW con las rocas sedimentarias de la Formación Crisnejas.

El sistema principal de vetas NW-SE se formó como consecuencia del relleno de los espacios vacíos de las fracturas y fallas, debido al múltiple fracturamiento del intrusivo.

Estas vetas, posteriormente, fueron sometidas a sucesivos eventos tectónicos, por lo que se presentan muy irregulares en su comportamiento y continuidad.

El relleno mineralizante de las fracturas es el cuarzo lechoso, pirita, arsenopirita, marmatita, esfalerita, galena, oro en estado nativo y electrum.

2.2 *Geología Local*

La zona está mayormente cubierta por depósitos cuaternarios por lo que las zonas y estructuras mineralizadas están poco expuestas.

Por debajo se extiende el intrusivo Pataz de posible edad Paleozoica, de naturaleza félsica. Es aquí donde se presentan la mayor parte de vetas auríferas. Al NE, cerca de San Andrés, afloran algunas rocas metamórficas del Complejo Marañón y al SW algunas ocurrencias de areniscas rojas de la Formación Chota.

2.3 Petrología

2.3.1 Rocas Intrusivas

Las rocas intrusivas son, predominantemente, tonalíticas, dioríticas a microdioríticas, estas resultan favorables para la mineralización. También se presentan rocas intrusivas menos favorables para la mineralización formando stocks, emanaciones irregulares y/o digitaciones, de composición granítica, granodiorítica a dacitas porfíricas.

La variación entre estos tipos de rocas es generalmente gradacional, no existen contactos definidos.

El contacto NE con el Complejo Marañón se caracteriza por una franja de recristalización y hornfelsificación en el Complejo. El contacto SW es fallado.

2.3.2 Rocas metamórficas

Representadas por el Complejo Marañón, constituido por pizarras oscuras y filitas grisáceas, intercaladas con pequeñas capas de esquistos cloritizados. Se hallan mejor expuestas en las quebradas Ventanas, Mushmush y Porvenir. Al N y NW de la faja del intrusivo afloran filitas, esquistos y cuarcitas de estratificación delgada, intercaladas, plegadas y/o perturbadas por sucesivos eventos de metamorfismo dinámico e ígneo.

El Complejo Marañón se habría emplazado en el Precámbrico.

2.3.3 Rocas sedimentarias

Representada por la franja occidental que aflora al SW del intrusivo principalmente al SW de la quebrada Huinchus y al W de la zona Alaska.

Conformada por rocas del Mesozoico como calizas del Grupo Pucará, cuarcitas del Grupo Goyllarisquizga, calizas de la Formación Crisnejas y areniscas rojas de la Formación Chota, esta última del Cretácico Superior sobre yace con ligera discordancia a la Formación Celendín.

2.3.4 Depósitos Cuaternarios

Los depósitos Cenozoicos constituidos por suelos residuales, coluviales, fluvio-glaciares y aluviales, se extienden cubriendo gran parte del área con espesores que varían de 1 a 100 m. formando un relieve relativamente suave con vegetación de Puna.

2.4 Geología Estructural

A nivel distrital los rasgos más importantes que se observan son plegamientos, fracturamientos y fallamientos en rocas intrusivas y metamórficas.

2.4.1 Plegamientos

De extensión regional, con ejes orientados de SE a NW; Se presentan en las formaciones sedimentarias. La dirección de los esfuerzos de compresión que originaron estos plegamientos ha sido NE a SW y viceversa. Las estructuras mineralizadas reconocidas como Natasha; Gigante Uno, Esperanza, etc. se presentan plegadas localmente, dificultando su exploración y explotación.

2.4.2 Fracturamiento

Las rocas intrusivas y metamórficas están frecuentemente fracturadas debido a los múltiples eventos tectónicos. Estos fracturamientos siguieron un patrón estructural derivado de la dirección de los esfuerzos tectónicos. Se presentan formando sistemas de fracturamientos locales, ya sea paralelos al sistema de falla longitudinales, diagonales o paralelos a los esfuerzos de compresión que a la vez originaron micro fallas. Las vetas comúnmente se presentan fracturadas y/o craqueladas.

2.4.3 Fallamiento

La zona se encuentra muy perturbada por el efecto del fallamiento y plegamiento. Se han diferenciado tres sistemas principales de fallamiento:

- **Sistema de fallamiento principal EW o fallas mayores (Diagonales)**
Son estructuras de más de 200 m. de extensión, caracterizadas por presentar material de falla, estrías y espejos de falla. Dentro de estas se consideran a las fallas: Uno, E-1, E-2, veta Pumas Uno, Mano de Dios, A-B, etc.
- **Sistema de fallamiento NW-SE (Longitudinales)**
Son fallas de rumbo subparalelo – paralelo a las vetas, que originaron ensanchamientos, acuñamientos y discontinuidades locales de las estructuras mineralizadas, muchos de estos son normales -sinextrales e inversas - dextrales, con desplazamientos desde cm a varios metros.
En las labores de Gigante Uno, Esperanza, Cachaco - Las Torres, Mano de Dios, Yanaracra 2 etc. se observa este tipo de fallas que perturban a las vetas.

- **Sistema de fallamiento NE-SW a N-S (Transversales)**

Son fallas que se presentan muchas veces agrupadas en bloques (fallamiento en bloque) otras veces como estructuras aisladas. Las vetas se hallan afectadas por este tipo de fallamiento, ya sea normal, inverso, dextral o sinextral, es el caso de la falla Oeste Uno de desplazamiento N-S normal sinextral (zona Esperanza). Cuando las fallas son de bajo ángulo se presentan como sobre escurrimientos locales.

2.5 Sistema de vetas

Existen dos sistemas de vetas emplazadas en el intrusivo Pataz, agrupadas dentro del sistema NW-SE (Esperanza, Gigante, Natasha, etc.) y sistema N-S (Yanaracra Uno, Yanaracra Dos, Cachaco - Las Torres).

Las vetas del sistema NW-SE inflexionan su rumbo localmente al N-S causado por fallas, es el caso de las vetas Esperanza, Gigante Uno, Giselle, etc. el buzamiento varía desde 10° a 50°NE y con rumbo N0° a 50°W. La variación se debe a los esfuerzos compresivos y tensionales que causaron plegamientos y fallamientos que perturbaron a las vetas.

2.6 Geología Económica

El mineral de mena que se explota de las vetas es la pirita aurífera, que se presenta acompañada de arsenopirita, galena y marmatita en proporciones menores o iguales y con contenido aurífero menor cantidad.

En las vetas de sulfuros el oro se encuentra en estado metálico ligado a la pirita y en menor grado a la arsenopirita, mientras que en vetas de óxidos el oro se halla en estado nativo.

La ley promedio en MARSA bordea los 13 gr. Au / TM y su producción diaria es aproximadamente 1400 TMS. Este mineral pasa por la Planta de Beneficio, la cual a través del proceso Merrill - Crowe alcanza una producción mensual de 450 Kg de Au con 60 % de pureza. Una vez en Lima el oro es trasladado a la Fundición del Callao obteniéndose las barras DORE con 99 % de pureza.

3 MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN.

3.1 Corte y Relleno Ascendente

El inicio de la explotación es a partir del sub nivel base, dejando un puente de 3m, respecto a la galería principal.

En vetas con buzamiento mayor de 30°, se realiza en cortes horizontales empleando como sostenimiento temporal puntales de madera, gatas hidroneumáticas, pernos y cuadros de madera de forma ocasional o sistemática dependiendo de la calidad de roca de la caja techo.

Concluidos todos los cortes horizontales, se procede al barrido de finos y lavado de la labor, todos los finos que se recuperan en este proceso es llenado a sacos de rafia para su posterior envío a Planta. Seguidamente, se construyen los tabiques para rellenar la labor, el cual será el sostenimiento definitivo.

Durante el avance ascendente de la producción, se deja pilares de 3x5m, adyacente a las chimeneas principales y un puente de 3m x 20m paralela a la galería, los cuales son extraídos al final de la explotación del tajo.

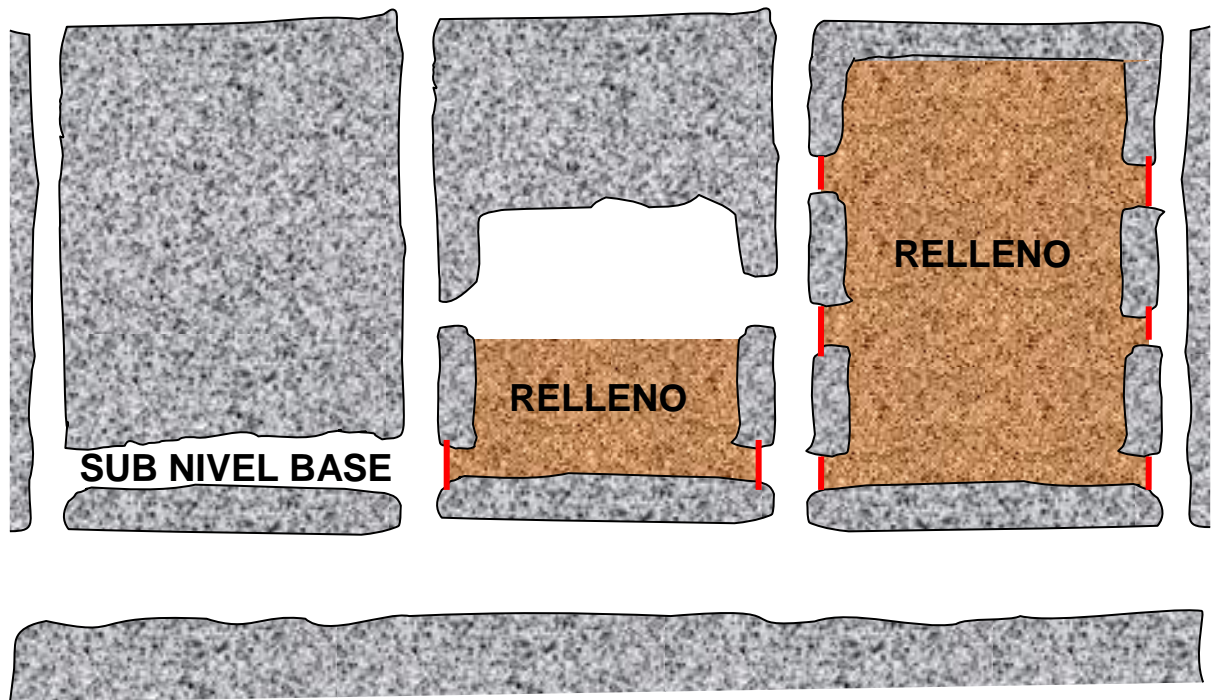


Fig 1: Corte y relleno ascendente

3.1.1 Limpieza

La limpieza se realiza a pulso o con winches eléctricos,

3.1.1.1 La limpieza a pulso

Es realizada generalmente en tajos con dimensiones muy pequeñas o que sean muy irregulares en su geometría; para ello se utiliza dos carretillas y una lampa.

Al realizar la limpieza se realiza seleccionando el desmonte para dejarlo como pircas en el tajo. El tiempo de limpieza depende mucho de la distancia que exista entre el echadero y la labor. El tiempo de llenado de una carretilla es de 2 minutos en promedio, y se utilizan 11 carretillas en promedio para llenar un vagón de 1m^3 .

El material es llevado directamente a un echadero o a una chimenea principal de donde será llevado a la tolva.

3.1.1.2 Limpieza Winches Eléctricos

Es realizado en labores de mayor tamaño, una altura de minado mínimo de 1.00m.

Primero se prepara el canal de rastrillaje para continuar con los siguientes cortes, por el canal de rastrillaje pasa la rastra que lleva el material hacia una chimenea de donde será llevado a la tolva; para hacer esta operación se hace un arreglo en "L"

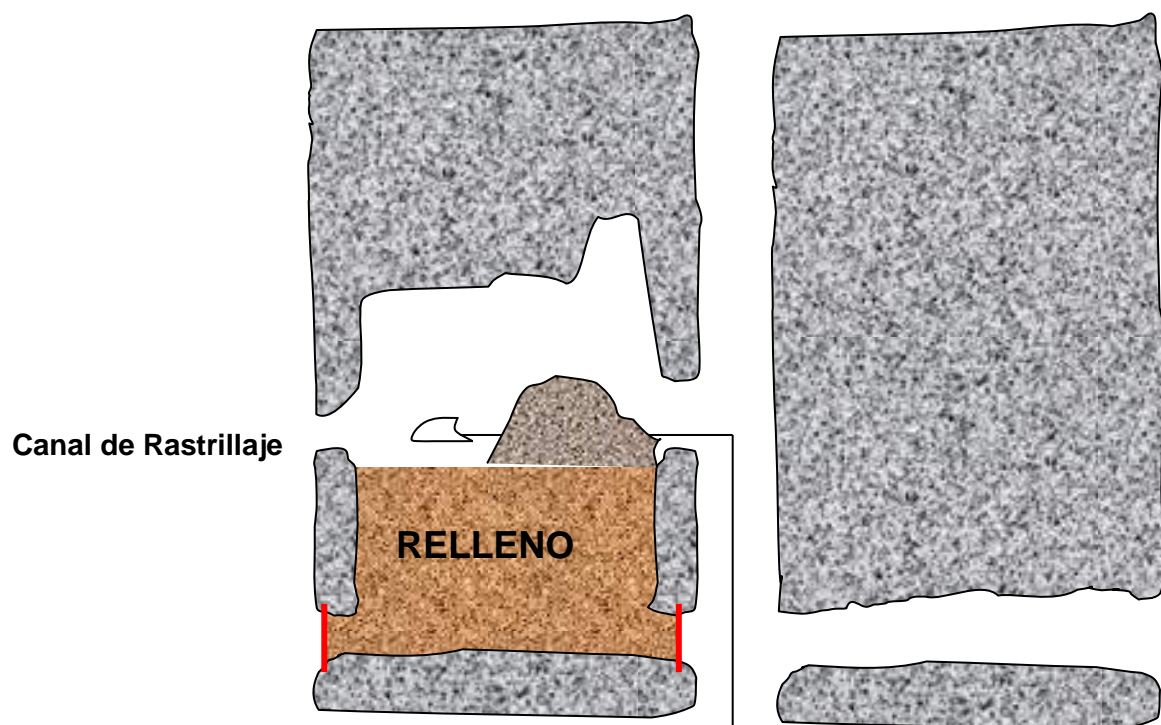


Fig 2: Limpieza en Corte y relleno ascendente

3.1.2 Perforación y voladura

Perforación se realiza con perforadoras tipo Jackleg y barrenos de 4ft, la perforación se realiza sobre veta, el espaciamiento es de 40cm en promedio, la distancia a la cara libre es de 30cm.

Ciclo de Perforación. El ciclo de perforación esta compuesto por:

- **Tiempo de Ubicación.** Es un tiempo que no tiene mucha variación se considera como un tiempo fijo.
- **Tiempo de Percusión.** Es el tiempo de que la maquina se demora en penetrar a la roca, es un tiempo variable depende de la dureza de la roca fundamentalmente, la velocidad de penetración promedio que se tienes es 1.33ft/min.
- **Tiempo Sacar Barreno.** Tiempo fijo, después haber realizado el taladro, se saca de este el barreno y el tiempo que se demora en esta operación se le asigna a este tiempo.

Primero se perfora una cámara el cual sirve como cara libre, para luego realizar el corte en todo el frente

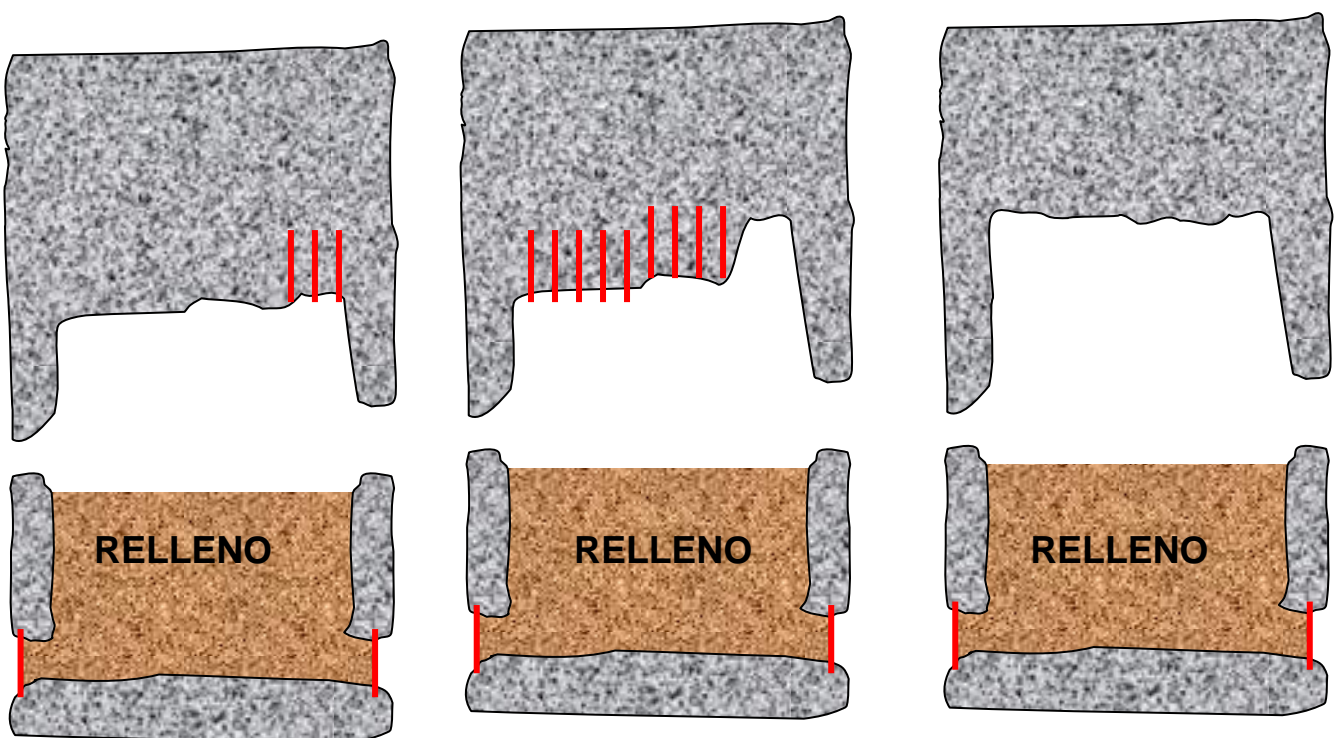


Fig 3: Perforación y Voladura

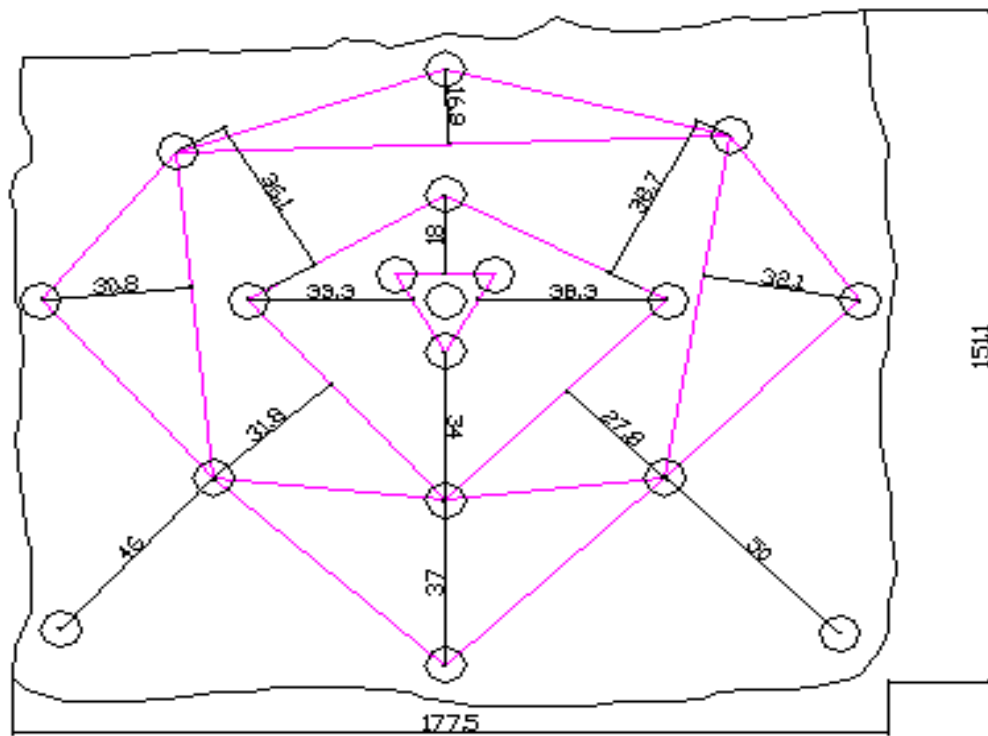


Fig. 4: Malla de Perforación de la Cámara

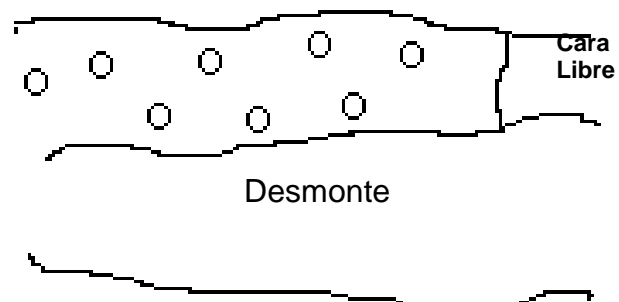


Fig. 5: Malla de Perforación del Frente

3.1.3 Sostenimiento

El sostenimiento de las labores esta basado principalmente en la madera, colocándose cuadros, puntales.

Los puntales son 8 pulgadas de diámetro para el sostenimiento de techo, además de plantillas de 2 x 7 1/4 x 23"

El puntal debe quedar presionado y en la parte central de la plantilla, no deben quedar espacios vacíos ente el puntal y la plantilla.

El espaciamiento promedio entre los puntales es de 1.40m, con una densidad de 0.5 puntales por metro cuadrado.

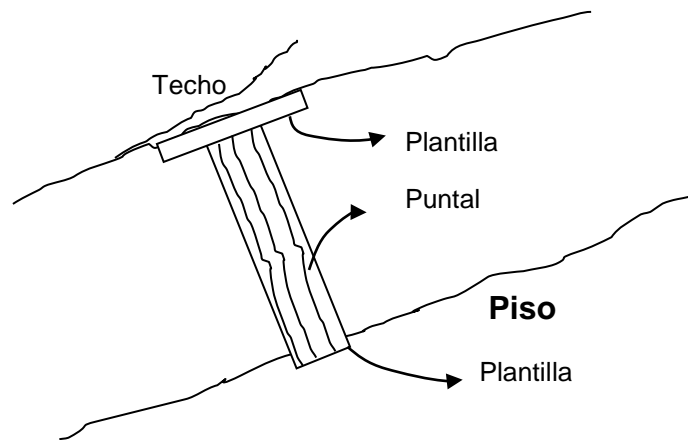


Fig. 6: Puntales de sostenimiento

Los cuadros se instalan en las labores más críticas o donde el techo se halla realzado, para topear al techo se arma los encribados o los sobre-cuadros dependiendo del terreno. El espaciamiento entre cuadros de un promedio de 1m.

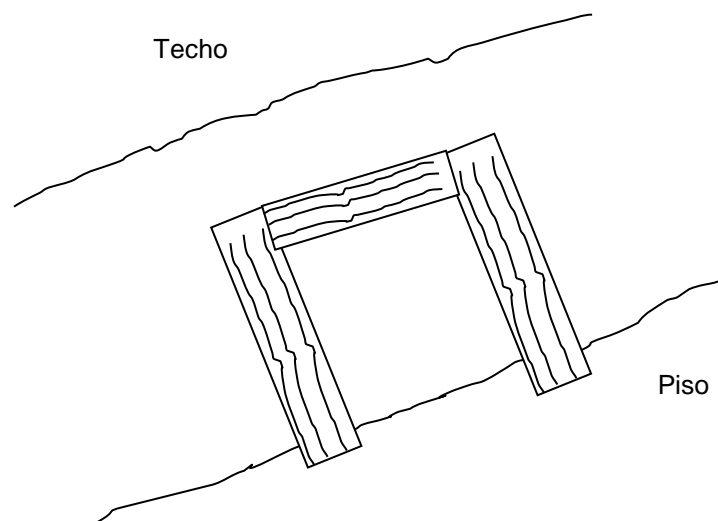


Fig. 7: Cuadros Sostenimiento

3.2 Cámaras y Pilares

Se ha reemplazado en casi en su totalidad este método de cámaras y pilares por el de Corte y relleno ascendente.

A partir del sub-nivel base avanzar con las cámaras, las cuales serán rellenas, para luego recuperar los pilares que se dejaron anteriormente

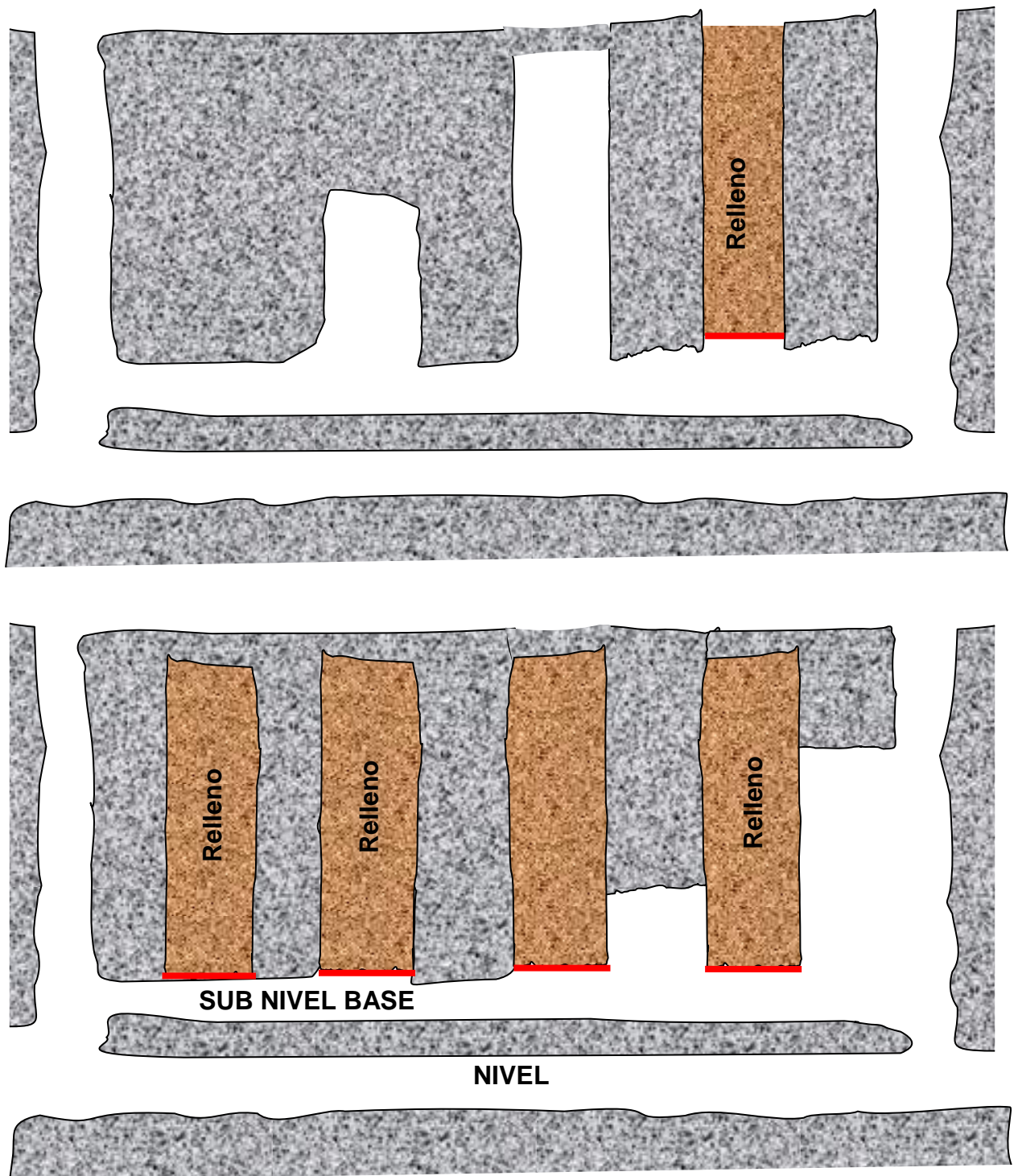


Fig. 8 Secuencia de Cámaras y Pilares

4 OPERACIONES UNITARIAS EN LABORES LINEALES HORIZONTALES

4.1 Limpieza.

La limpieza en este tipo de labores se realiza con palas neumáticas y carros mineros modelo U-35.

Dependiendo del tamaño de la sección se asigna el modelo de pala que se utilizara, los dos modelos de pala con las que se cuenta son: Eimco-12B y Eimco-21B.

Para la limpieza con una pala Eimco-12B y sección 7x8' se tiene lo siguiente:

1.	Tiempo de Limpieza	2 hrs. 14 min 57 seg.
	Tiempo Efectivo	1 hr 48 min. 55 seg.
	Tiempos Perdidos	0 hrs. 26 min. 02 seg.
2.	Ciclo de Limpieza	06 min. 53 seg.
	Tiempo de Llenado	05 min. 15 seg.
	Cambio de Carro	01 min. 38 seg.
3.	Número de Carros para limpiar el frente	17 unid.
4.	Tiempo de Cuchareo (segundos)	23 seg.
5.	Número de Cucharadas para llenar un carro	14
6.	Volumen transportado	9.45 m³
7.	Toneladas transportadas en cada carro	1.39 TN
8.	Toneladas extraídas durante la guardia	23.63 TN

4.2 Perforación

En la perforación se realiza con 2 Perforadoras a la vez, lo cual hace que el tiempo de necesario para esta operación sea mas corta. Esta simultaneidad de funcionamiento de las perforadoras genera un parámetro al que se llama Factor de Simultaneidad, que es una relación de tiempos que nos indica cuanto sé esta aprovechando las dos maquinas.

Los barrenos utilizados son de 4ft y 6ft, generalmente se hacen 31 taladros, que tienen una longitud de 5ft y 8in.

La distribución de los taladros es como sigue:

Arranque	1
Alivio	4
Ayudas	4
Sobre Ayudas	4
Cuadradores	4
Techo	4
Ayuda Techo	3
Arrastre	4
Ayuda Piso	3

El tiempo que se demora en perforar todo el frente es de 2 horas 15 minutos, pero si se perfora con una sola maquina se demoraría 3 horas 48 minutos, por estar trabajando las 2 perforadoras este tiempo se redujo.

1	Tiempo de Perforación	02 hrs. 15 min. 19 seg.
2	Tiempo Efectivo (2 maquinas)	03 hrs. 27 min. 49 seg.
	Perforadora A	02 hrs. 12 min. 42 seg.
	Perforadora B	01 hr. 15 min. 07 seg.
3	Tiempo Muertos	00 hrs. 21 min. 00 seg.
4	Factor de Simultaneidad	1.69
5	Longitud de Taladros (ft)	5.68
6	Numero de Taladros	31
7	Pies Perforados	176.18
8	Volumen Roto (m3)	9.45
9	Toneladas Rotas	23.63
10	Toneladas por metro perforado (ton/m)	0.42
11	Factor de Perforación (m/m3)	5.68

4.3 Distribución de Carga.

Para la voladura se emplea:

Cartuchos de Dinamita Semexa de 65% en cartuchos de 7/8 x 7"	183
Fulminantes comunes	28
Guías de 7 pies	28
Chispa de 3 ft	1
Mecha de seguridad de 6 ft	1

Arranque: El arranque se carga un solo taladro, con 2 fulminantes, el taco es de 10in

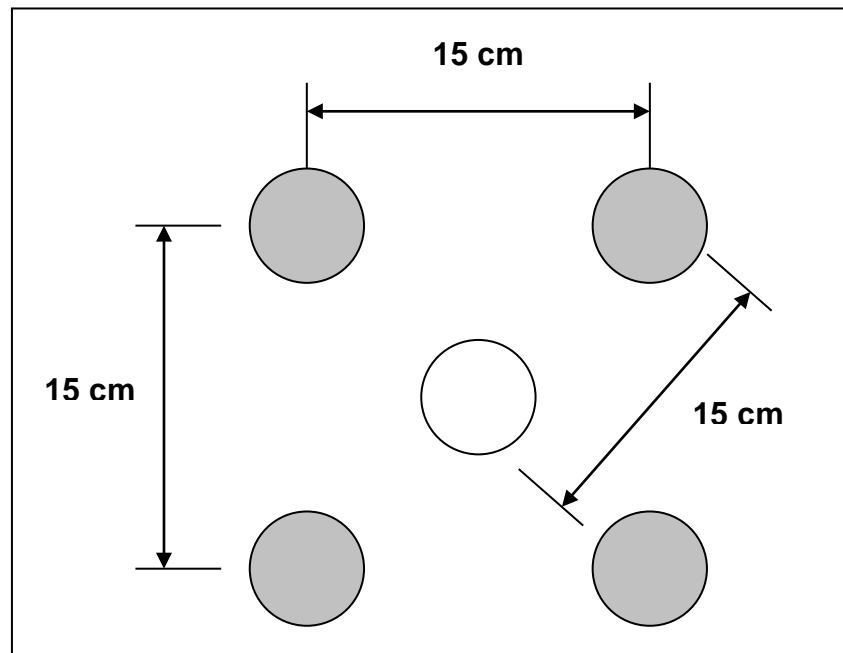
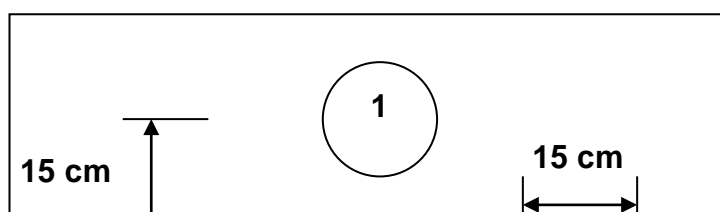


Fig. 9

Longitud de Taladro	5 ft 6 in
Número de Cartuchos	17 cartuchos.
Fulminantes	2 Fulminantes.
Longitud de Carga	4 ft y 8 in
Longitud de taco	10 in

Ayudas



Taladro	Longitud	Número de Cartuchos	Longitud de Carga	Taco
1	5 ft 6 in	7	2 ft 6 in	3 ft 0 in
2	5ft 6 in	7	2 ft 0 in	3 ft 6 in
3	5ft 5 in	7	2 ft 1 in	3 ft 4 in
4	5 ft 6 in	7	3 ft 6 in	3 ft 0 in

Sobre ayudas

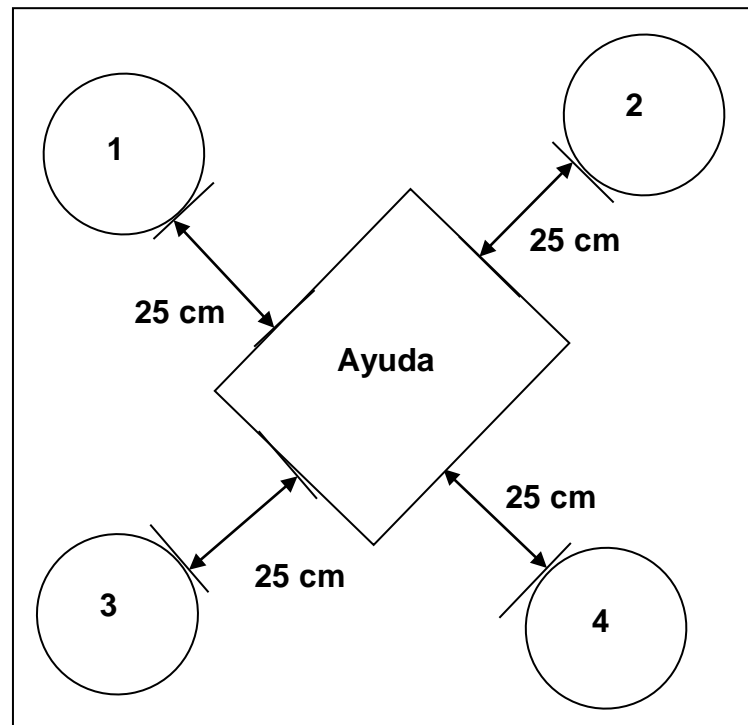


Fig 11

Taladro	Longitud	Número de Cartuchos	Longitud de Carga	Taco
1	5 ft 6 in	6	2 ft 2 in	3 ft 4 in
2	5ft 6 in	6	2 ft 2 in	3 ft 4 in
3	5ft 7 in	7	2 ft 4 in	3 ft 3 in
4	5ft 6 in	7	2 ft 1 in	3 ft 5 in

Ayuda Arrastre – Ayuda Techo

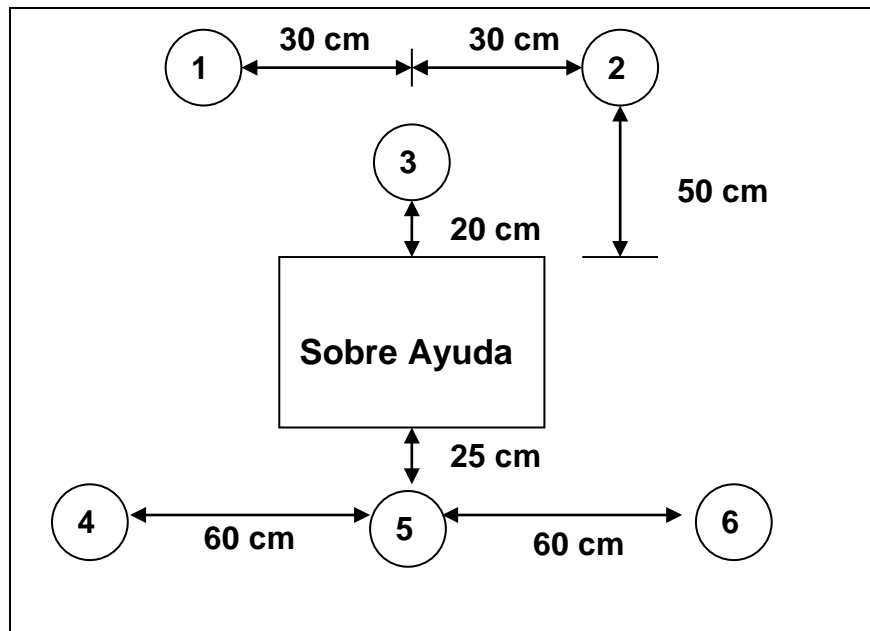


Fig.12

	Taladro	Longitud	Número de Cartuchos	Longitud de Carga	Taco
Ayuda Techo	1	5 ft.2 in	6	2 ft 2 in	3 ft 0 in
	2	5 ft 9 in	7	2 ft 4 in.	3 ft 5 in
	3	5 ft 0 in	6	2 ft 1 in	2 ft 11 in
Ayuda Arrastre	4	5 ft 5 in	7	2 ft 3 in	3 ft 2 in
	5	5 ft 5 in	7	2 ft 5 in	3 ft 0 in
	6	5 ft 5 in	7	2 ft 7 in	2 ft 10 in

Techo – Cuadrados y Arrastre

Los taladros del techo, arrastre y cuadradores se cargaron todos con 6 cartuchos.

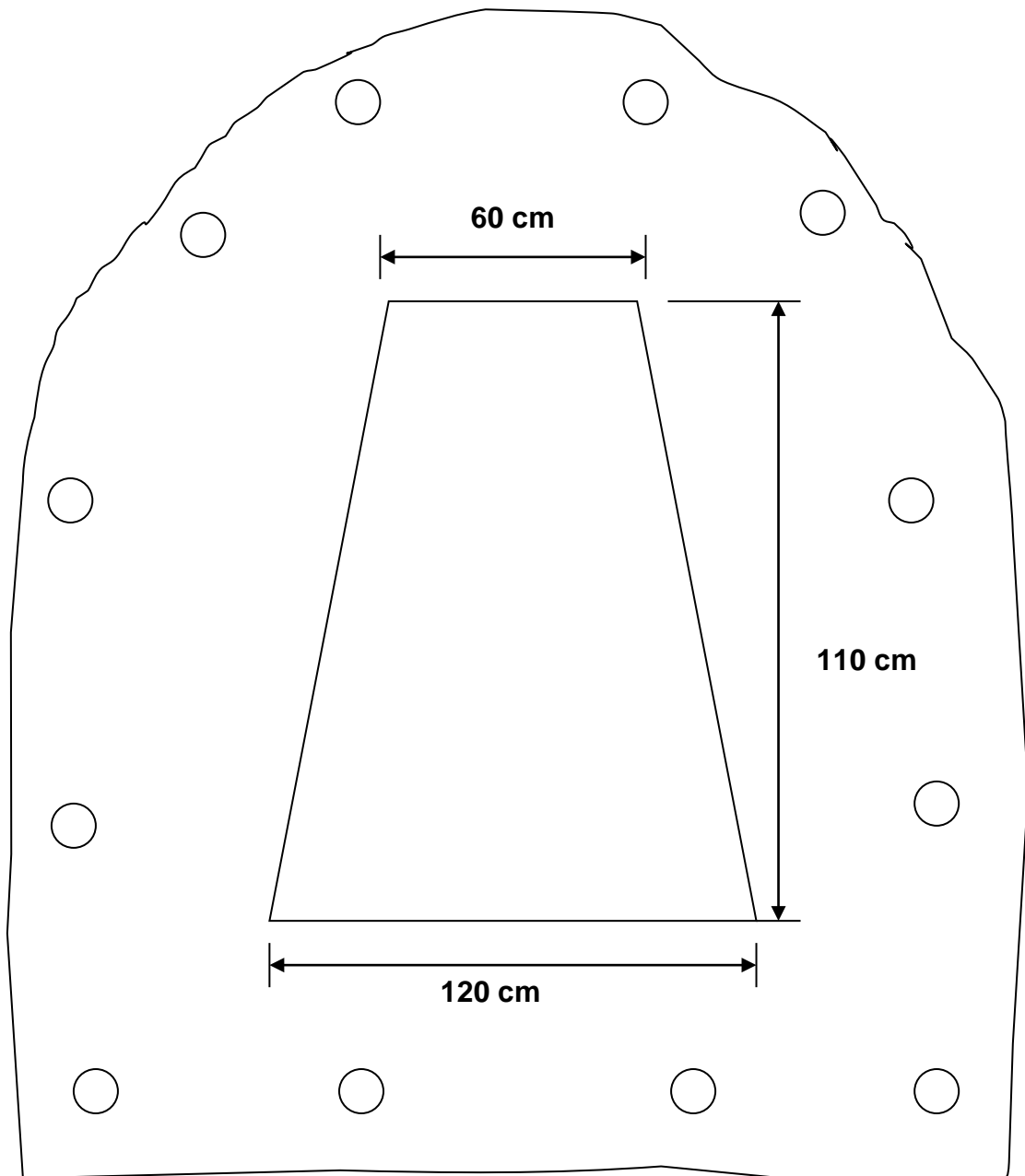


Fig. 13

Calculo de Factor de Voladura.

Peso de Explosivo	14.457 Kg
Número de Cartuchos	183
Peso de Cada Cartucho	0.079 Kg
Volumen Roto	9.45 m³
Toneladas Rotas	23.63
Densidad de la Roca	2.5 tn/m ³
Factor de Voladura	
Kg/m ³	1.53
Kg/Tn	0.61

4.4 Sostenimiento

Para realizar el sostenimiento se emplean los siguientes elementos: Pernos, Mallas, Cuadros; dependiendo del terreno.

En labores poco alteradas se coloca los pernos con resina en forma puntual, en labores con un fractura-miento mayor se colocan pernos cementados en forma sistemática y malla electro-soldada, en zonas altamente alteradas y fracturadas se colocan los cuadros de madera con sus encribes si es necesario.

Dependiendo de la importancia de la labor también se emplea el Shotcrete o Cimbras.

5 ACARREO Y TRANSPORTE

Para el Acarreo o transporte de Mineral y/o desmonte se utilizan vagones de 1 metro cúbico y locomotoras a batería.

Además se tiene otro elemento como:

- Línea de cauville
- Echaderos
- Tolvas

5.1 *Vagones*

Existe una diversidad de vagones, los más comunes son los de volteo a frente y costado, los de caja fija y cerrada, los de volteo lateral, los de fondo de tolva y carga lateral.

En MARSÁ se emplean los vagones de volteo lateral, Modelo U-35

Medidas de la tolva son:

- Alto: 89 cm
- Ancho: 84 cm
- Largo: 150 cm

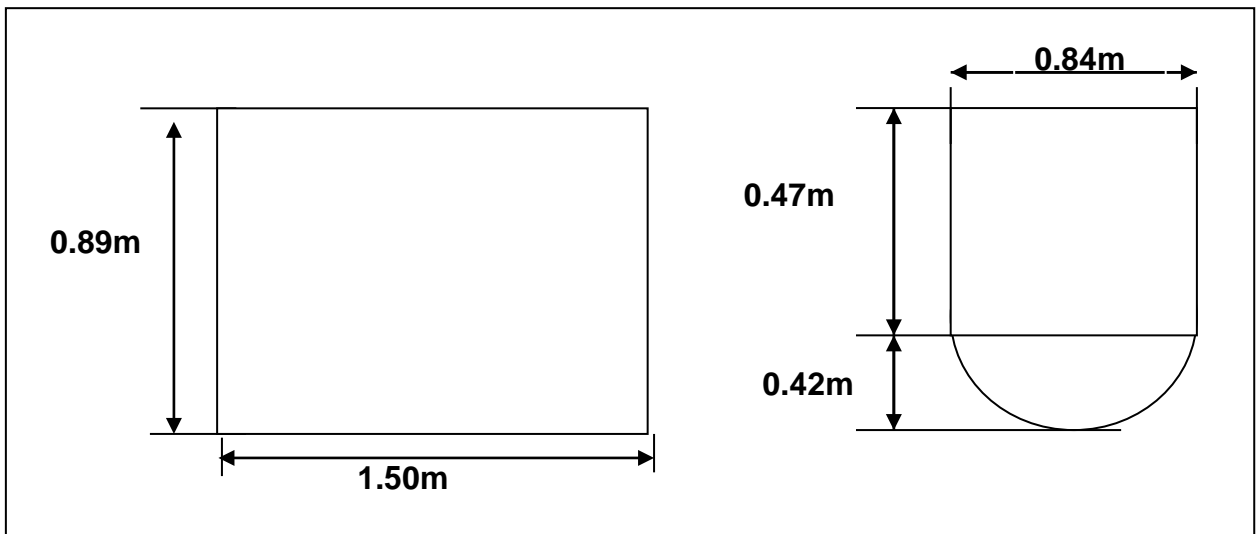


Fig.14

$$V1 = 0.84 \times 1.50 \times 0.47 = 0.592\text{m}^3$$

$$V2 = \pi \times (0.42)^2 \times 1.50 / 2 = 0.415\text{m}^3$$

Los vagones tienen un volumen de 1m^3

5.2 Locomotoras.

La tienen la función de transportar los vagones hacia la superficie o a los echaderos.

Existe una variedad de locomotoras, locomotoras eléctricas, Trolley, Baterías.

En MARSA se utilizan las locomotoras a Baterías, en los niveles ciegos las locomotoras transportan los vagones cargados hacia los diferentes echaderos (de mineral o desmonte), en la mayoría de los niveles con bocamina la locomotora saca el mineral a superficie.

Este tipo de transporte ofrece una serie de ventajas como:

- Permite el transporte por galerías sinuosas y con bifurcaciones.
- Las cargas son transportadas directamente a los echaderos.
- No contamina el medio ambiente.

5.3 Línea de Cauville.

Es igual a la línea férrea, esta compuesta por:

- Rieles. De 30 y 40 lb/yd.
- Durmientes de sección 5" x 7", y un metro de longitud.
- Cambio.
- Clisas.
- Pernos para las clisas.
- Clavos de riel.

Un riel de 30 lb/yd, tiene las siguientes dimensiones.

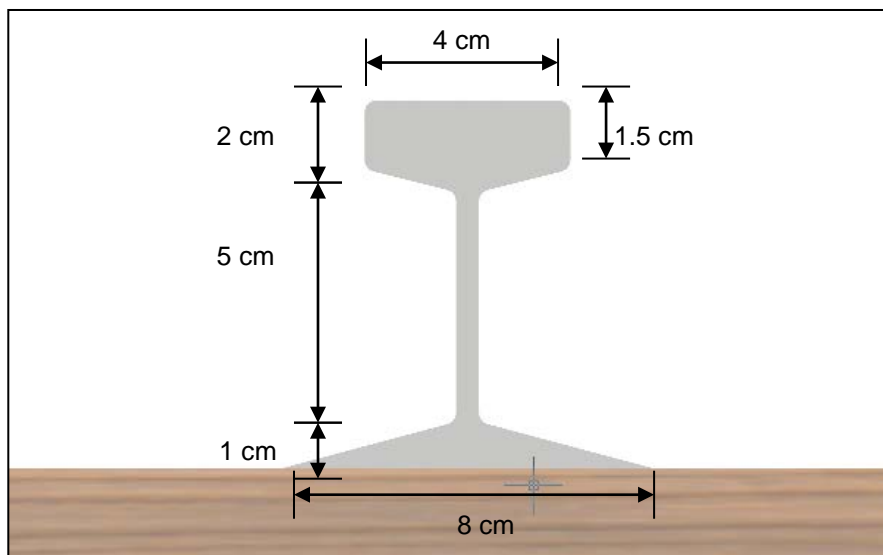


Fig. 15

El orificio para los pernos es de 2cm de diámetro, y distanciados 10cm entre sí, la distancia del primer orificio al borde del riel es de 5cm. Las clisas son de 40cm de longitud y de 5cm de ancho, con un espesor de 0.5cm.

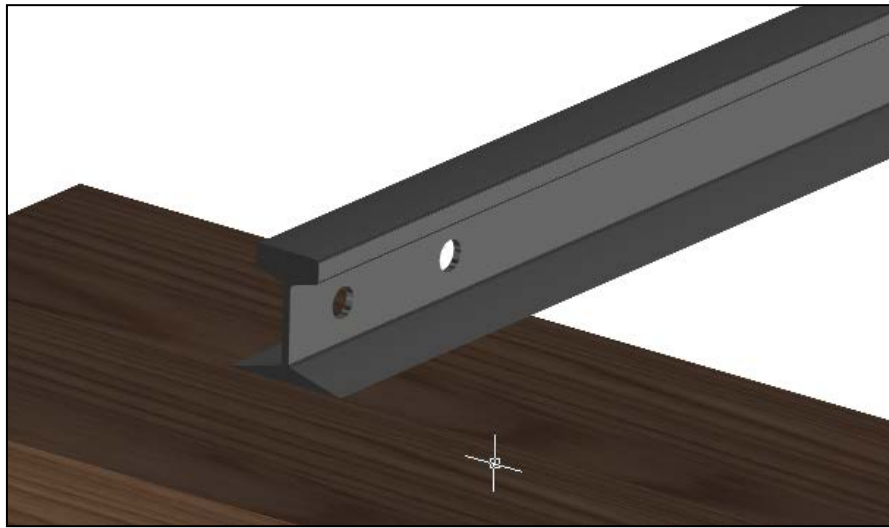


Fig. 16

Cada riel es de 5 metros de largo, la trocha es de 20 Pulgadas (51 cm), la distancia entre durmientes es de 1 metro.

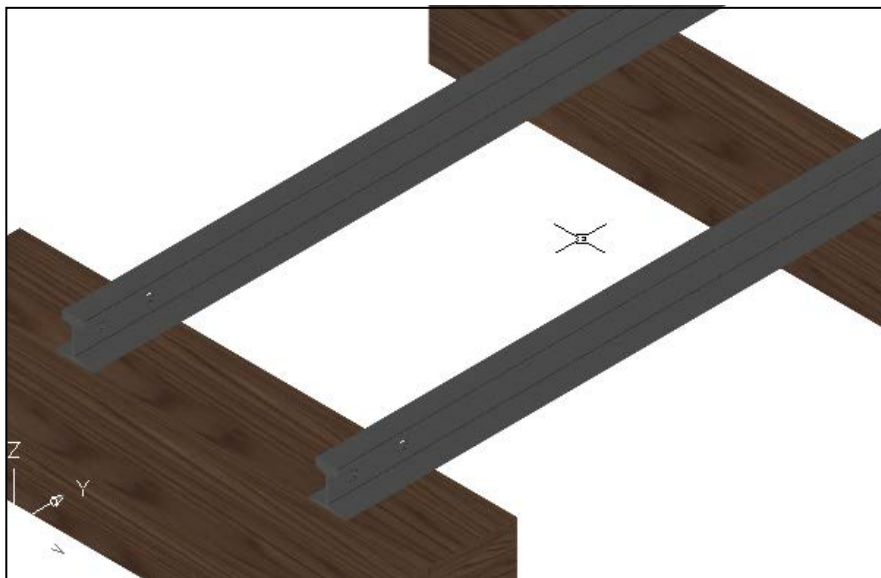


Fig.17

6 SERVICIOS AUXILIARES.

6.1 Aire Comprimido.

6.1.1 Información General

Se tiene dos casas compresoras, ubicados en:

- Boca Mina Intermedio
- Boca Mina Las Chilcas

Todas las compresoras con las que se cuentan son compresoras de tornillo

La casa de compresoras ubicada en intermedio abarca las siguientes zonas:

- Huacrachuco, Intermedio, Medio, NV 5, Española, Españolita, Cabana, Virtud

La casa compresoras ubicado en Chilcas abastece a las siguientes secciones:

- San Vicente, Chilcas, Chilcas Bajo, Far West.

6.1.2 Comportamiento de la presión de aire.

Se tomo diferentes lecturas en el Pulmón N°1 y en las labores que pertenecen a la red de Aire del Nivel Intermedio, obteniéndose el siguiente resultado.

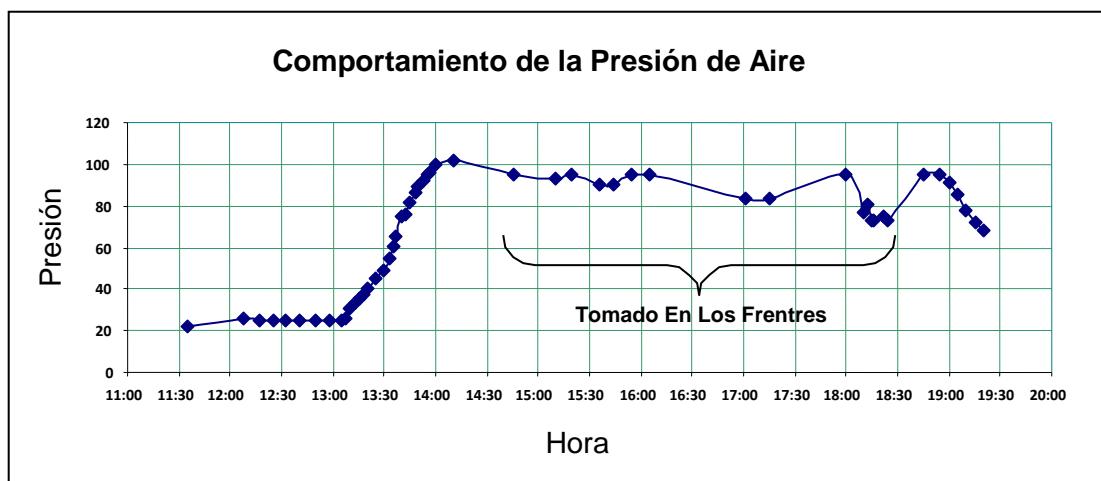
- La mayor demanda de aire comienza a las 4:30 hasta las 7:00, periodo que corresponde a la perforación, esto hace que la presión en las diferentes labores llegue a bajar hasta 80 psi, motivo por el cual se encienden las compresoras diesel. Llegando a ser 8 compresoras.

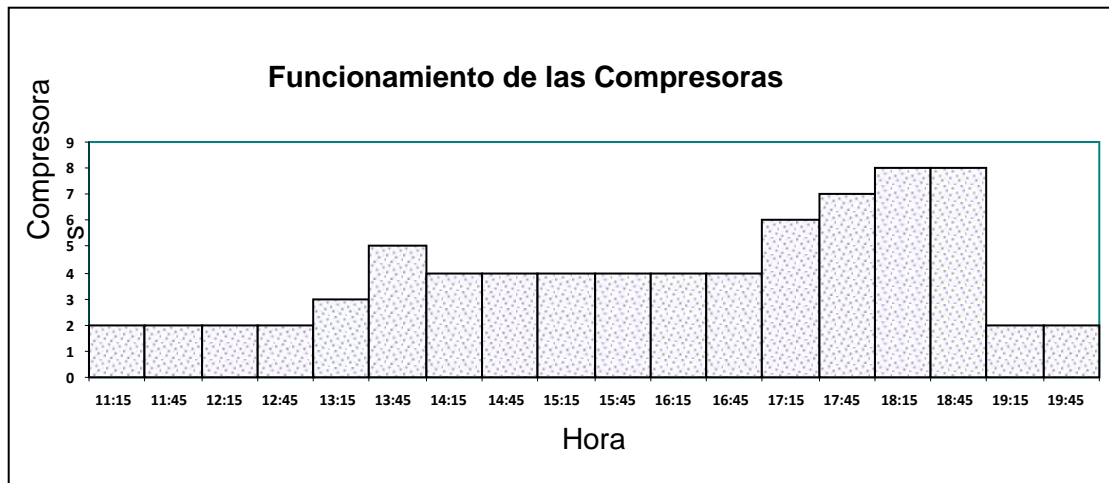
Se realizaron pruebas de secuencia de encendido de las compresoras.

Primera prueba (establecido)

Hora	Número de Compresoras	Presión
11:00 – 1:00	2 Eléctricas	25 psi
1:00 – 1:30	3 Eléctricas	Asciende a 37 psi
1:30 – Momento de Carga	5 Eléctricas	Asciende a 100 psi

La presión asciende a 90 psi los 35 minutos en promedio después de encender la quinta compresora, llega a 100 psi a los 45 minutos, al llegar a 100 psi ya es posible iniciar la perforación en diferentes labores.

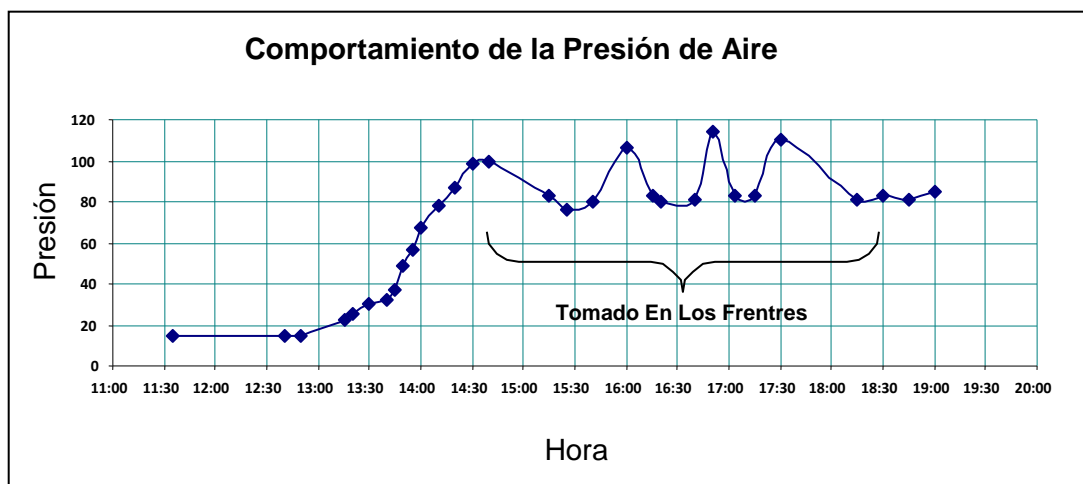


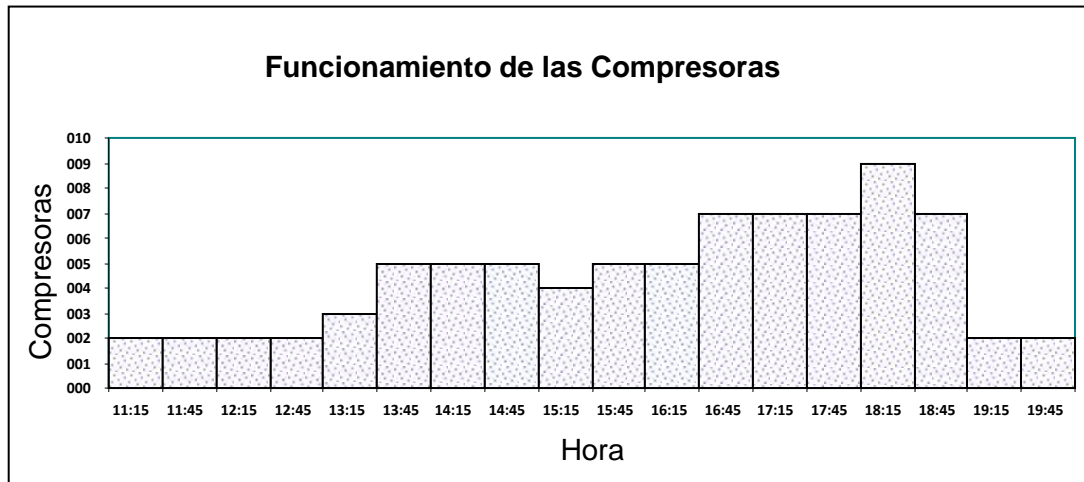


Segunda Prueba

Hora	Número de Compresoras	Presión
11:00 – 1:00	2 Eléctricas	25 psi
1:00 – 1:45	3 Eléctricas	Asciende a 37 psi
1:45 – Momento de Carga	5 Eléctricas	Asciende a 100 psi

La presión asciende a 90 psi los 35 minutos en promedio después de encender la quinta compresora, llega a 100 psi a los 45 minutos, al llegar a 100 psi ya es posible iniciar la perforación en diferentes labores.

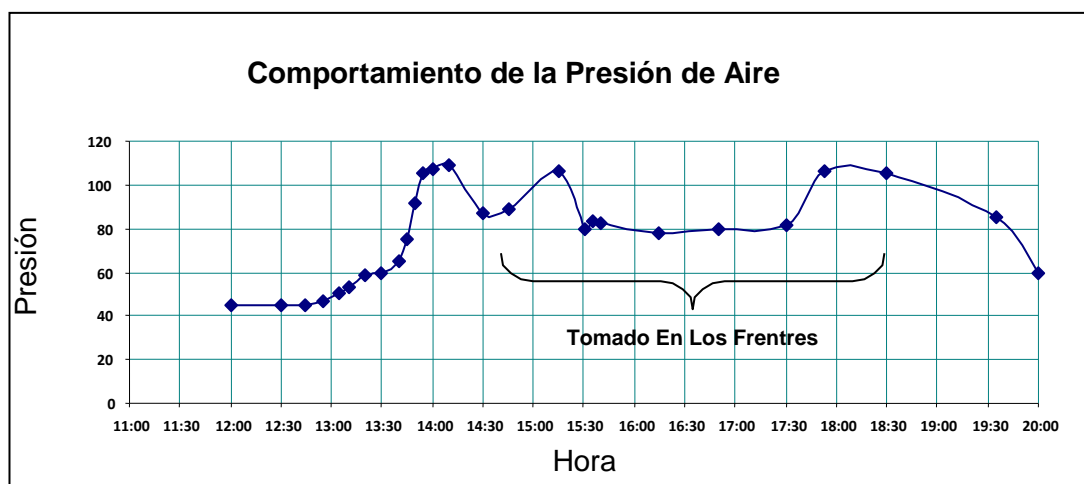


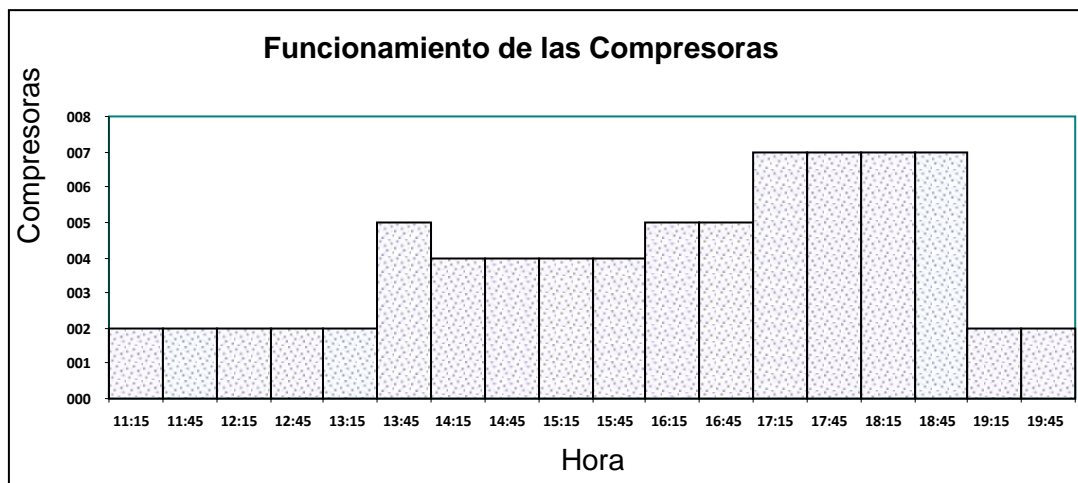


Tercera Prueba

Hora	Número de Compresoras	Presión
11:00 – 1:45	2 Eléctricas	25 psi, a las 1:30 comienza a subir la presión.
1:45 – Momento de Carga	5 Eléctricas	Asciende a 100 psi

La presión asciende a 90 psi los 15 minutos en promedio después de encender la quinta compresora, llega a 100 psi a los 20 minutos, al llegar a 100 psi ya es posible iniciar la perforación en diferentes labores.



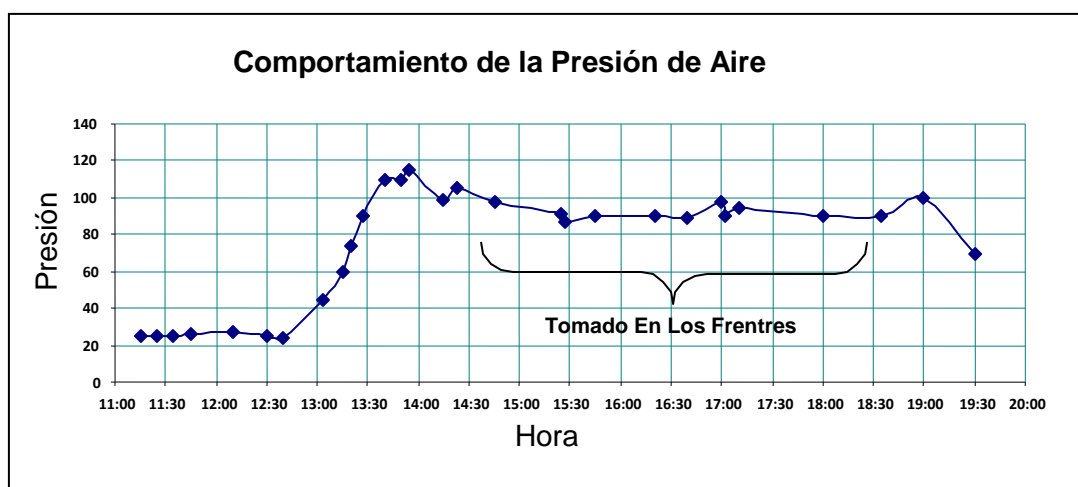


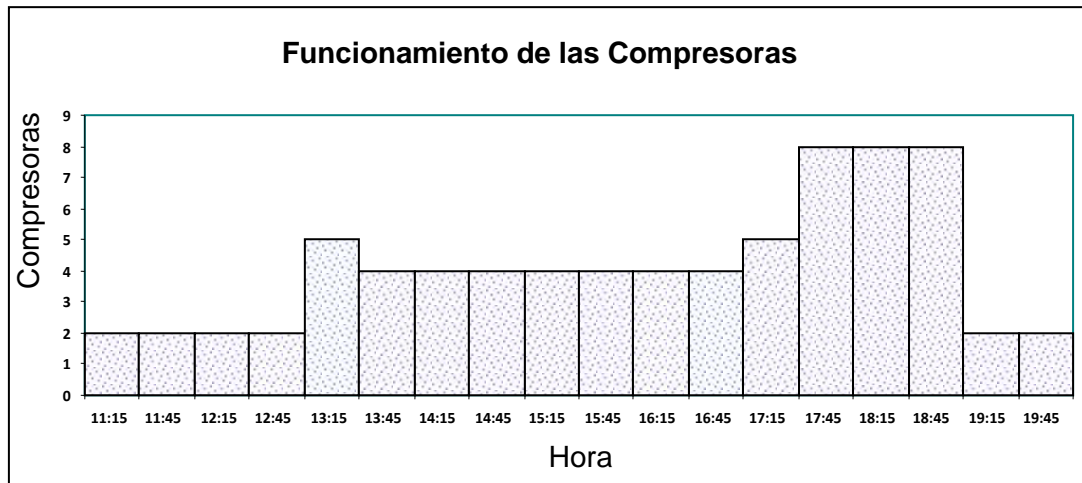
Cuarta Prueba

Hora	Número de Compresoras	Presión
11:00 – 1:00	2 Eléctricas	25 psi, a las 1:00 comienza a subir la presión.
1:00 – Momento de Carga	5 Eléctricas	Asciende a 100 psi

La presión asciende a 90 psi los 30 minutos en promedio después de encender la quinta compresora, llega a 100 psi a los 35 minutos, al llegar a 100 psi ya es posible iniciar la perforación en diferentes labores.

Después de la carga, (100 psi o más), la secuencia varia de acuerdo a las necesidades que se tenga en la mina, esto con la finalidad de que la presión que marca el pulmón no disminuya de 100 psi





Respecto a las pruebas que se realizó, se puede decir que la mejor secuencia es la tercera prueba, por tener mayor velocidad de carga por lo tanto menor tiempo de encendida las cinco compresoras para cargar.

Prueba	Tiempo de Carga	Hora de Carga	Comentarios
Primera	35 minutos	2:05 p.m.	Las 5 compresoras están funcionando demasiado tiempo.
Segunda	35 minutos	2:20 p.m.	Se carga muy tarde, además se tienen funcionando las 5 compresoras 35 minutos, no presenta mejoría al tiempo de carga respecto a la primera prueba
Tercera	15 minutos	2:00 p.m.	Buen tiempo de cargado, la red esta cargada a las 2:00, que en algunas labores a esta hora perforan.
Cuarta	30 minutos	1:30 p.m.	Demasiado tiempo de cargado, pero la red esta cargada a la 1:30, a esta hora ninguna labor se alista para perforar.

6.1.3 Calculo de la Humedad en el Aire.

El Aire Atmosférico, dependiendo de su humedad relativa, contiene cierta cantidad de vapor de agua.

Al comprimirse, aumenta su temperatura y disminuye su volumen, por lo que dicho vapor al pasar a la red y comenzar a enfriarse empezara a condensarse (punto de rocío).

Pero esto ocurre hasta que la temperatura del aire sea igual a la temperatura del ambiente.

Los efectos que produce son:

- Al condensarse se produce una emulsión tóxica, corrosiva y ácida, esto ocasiona que las paredes de la tubería se tornen rugosas produciendo esto que la caída de presión se incremente, al introducirse a las uniones las abre creando fugas, ocasionan daños a los equipos neumáticos.

Presión de Vapor Relativo (P_{va})

Es la relación entre la presión parcial de vapor de agua en ese momento con la presión parcial del vapor de agua saturado a iguales condiciones.

$$P_{va} = \frac{P_{va} \text{ Actual}}{P_{va} \text{ Saturado}}$$

Con Temperatura Constante

Humedad Relativa

Es la relación anterior expresada en términos porcentuales, se entiendo como el porcentaje de presión de vapor de agua actual comparado con la presión de vapor saturado bajo las mismas condiciones de temperatura.

Humedad Específica

Es la relación de masa de vapor de agua existente en el aire atmosférico comparado con la masa de vapor de agua que existe en el aire pero saturado, bajo las mismas condiciones de temperatura.

$$H_e = \frac{M_{va} \text{ Actual}}{M_{va} \text{ Saturado}}$$

Con Temperatura Constante

Punto de Rocío Atmosférico

Es la Temperatura a la cual el Vapor de Agua contenido en el aire atmosférico comienza a precipitar.

Punto de Rocío a Presión

Es la temperatura a la cual el Vapor de Agua contenido en el aire a una presión diferente a la atmosférica comienza a precipitar.

Ley General de Los Gases.

Esta ley dice que:

$$\frac{P \times V}{T} = \text{Constante. (Gases Ideales)}$$

Según la Ley Avogrado, habrá igual número de moléculas de cualquier gas contenido en un volumen dado a las mismas condiciones de temperatura y presión. Si llamamos V_m al volumen de un Mol de gas, entonces.

$$\frac{P \times V_m}{T} = R$$

Donde R es la constante universal de los gases.

Entonces:

$$\frac{P \times V_m}{T} = R \times T$$

Dividiendo por el peso molecular del gas M se tendrá

$$\frac{P \times V_m}{M} = \frac{R}{M} \times T$$

El valor de R/M (®) es constante dependiendo del gas que se trate.

$$\frac{P \times V_m}{M} = \text{®} \times T$$

Si multiplicamos a la ecuación por la masa del gas se obtiene.

$$m \times \frac{P \times V_m}{M} = m \times R \times T$$

Se sabe que $\frac{m}{M} = n$ (número de moles) y $n \times V_m = V$ (volumen del Gas).

$$P \times V = m \times R \times T.$$

® Para el aire seco es 287.1, (Ra)

® Para el vapor de agua es 461.3 (Rv)

De la última ecuación se tiene:

$$\text{Para el Aire Seco: } (P - HR \times P_s) \times V \times 10^5 = M_a \times R_a \times T$$

$$\text{Para el Vapor: } (HR \times P_s) \times V \times 10^5 = M_v \times R_v \times T$$

Donde:

P = Presión Absoluta, Bar

P_s = Presión de Saturación del Vapor de Agua a la Temperatura Ambiente, bar.

HR = Humedad Relativa.

V = Volumen Total de la Mezcla Aire/Agua, m³

M_a = Masa de Aire Seco, Kg

M_v = Masa de Vapor de Agua, Kg

R_a = Constante de gas del aire seco, J/Kg °K, 287.1

R_v = Constante de Gas de Vapor de Agua, J/Kg °K, 461.3

T = Temperatura absoluta del aire atmosférico, °K.

Además:

Volumen de Vapor de agua en estado de saturación es

$$M_s = f \times V.$$

El valor de **f** se obtiene de tablas y ábacos, representa la masa de vapor que es contenida en estado de saturación en un volumen de aire.(mg/m³).

El volumen de agua condensada que circula en la mina es la diferencia entre la cantidad de vapor menos la cantidad de vapor en estado de saturación que contiene el aire.

$$M_a = M_v - M_s$$

6.1.3.1 Volumen Estimado de Agua que Succionan los Compresores

Para la estimación del volumen de agua que es absorbido por las compresoras aplicamos la formulas anteriores.

El cálculo se hace suponiendo que los compresores trabajan la primera mitad de guardia al 50% de su potencia, y el resto de la guardia al 100%. Esta suposición se realiza porque no se cuenta con un flujo metro para poder medir el volumen de aire que ingresa a la compresora cada hora.

Nos basamos en la información que brinda PCSMA de temperatura y humedad relativa para poder realizar los cálculos, basados en esta información se hace una regresión para determinar la Temperatura y la Humedad en cada instante. Las ecuaciones obtenidas fueron diferentes cada día.

Para la presión de saturación del vapor también se practica una regresión, obteniéndose la siguiente formula:

$P_s = 6.6586e^{0.0956T^\circ}$	$T^\circ [-40,0>$
$P_s = 6.6032e^{0.0612T^\circ}$	$T^\circ [0,44>$

Donde

T° =Temperatura Ambiente °C

P_s = La Presión de Saturación (Mbar)

El procedimiento para hallar el volumen de agua que es absorbido por la compresora CEM 02 es:

Capacidad	(31.15 m ³ /min)	1100 cfm
Temperatura	117530x ⁶ - 86681x ⁵ + 20688x ⁴ - 1473.2x ³ - 18.926x ² - 3.5564x + 6.3145	
Humedad	-89176x ⁶ + 99499x ⁵ - 23571x ⁴ - 430.78x ³ + 12.573x ² + 91.817x + 74.895	
Constante de Vapor de Agua	461.3	

Para el flujo de aire supondremos que hasta las 3:00 se trabajo a 50% de su capacidad, porque a partir de esta hora recién se comienza a perforar en algunas labores, haciéndose masivo la perforación a las 4:00, hasta las 6:00

Primer Periodo

Humedad Relativa (prom 11:00 a.m. a 3:00)	78.00
Temperatura (promedio 11:00 a 3:00)	6.06
Presión de Saturación del vapor de agua	0.01
Volumen de aire que ingresa m ³	3737.84
Masa de Vapor de Agua:(Kg.)	21.66
En litros (lt)	21.66
En galones (Gl)	6.37
El aire en la tubería a la presión de 90 psi (6.5 bar) a 10°C contiene vapor en el estado de saturación	1.35 mg/m ³
El volumen de aire que ingresa en este periodo es de m ³	3737.84
El volumen de Vapor de Agua en estado de saturación es de (litros)	5.05
En galones (Gl)	1.48
El volumen de agua condensada que aporta el compresor es (1 er periodo)	4.89 gal

Segundo Periodo

Humedad Relativa (prom 3:00 a 7:00)	78.67
Temperatura (promedio 3:00 a 7:00)	5.90
Presión de Saturación del vapor de agua	0.01
Volumen de aire que ingresa m ³	7475.69
Masa de Vapor de Agua:(Kg.)	43.31
En litros (lt)	43.31
En galones (Gl)	12.74
El aire en la tubería a la presión de 90 psi (6.5 bar) a 10°C contiene vapor en el estado de saturación	1.35 mg/m ³
El volumen de aire que ingresa en este periodo es de m ³	7475.69
El volumen de Vapor de Agua en estado de saturación es de (litros)	10.09
En galones (Gl)	2.97
El volumen de agua condensada que aporta el compresor es (2do periodo)	9.77 gal

El volumen de agua total que absorbe es: | **14.66 gal**

De esta manera se realiza el cálculo para cada compresor y para cada día, durante la semana que se realizó el monitoreo.

El Volumen estimado de agua que es absorbido por las compresoras es en promedio 292.45 litros en la guardia de día y de 267.47 litros en la guardia de noche.

Existe una relación directamente proporcional entre el volumen estimado de agua y las horas que funcionan las compresoras. El promedio de las discrepancias (R2) es de 0.885 lo cual nos asegura que es una relación buena.

6.1.3.2 Volumen Captado en los Purgadores

Se efectuó mediciones durante seis días en los dos purgadores del Nivel 3990, durante la guardia noche. Las mediciones se realizaron cada 10 y 15 minutos, las mediciones que se realizaron cada 10 minutos corresponden a las tres últimas horas de la guardia y las que se realizaron cada 15 minutos son de las 5 primeras horas.

Resultado de esto se tiene que el Volumen promedio captado durante la guardia noche es de 26.69 litros (periodo de 8 horas), este volumen es el total captado por los dos purgadores, el purgador número 1 capta 24.45 litros que equivalen al 92% del volumen captado.

En la Guardia Día, el volumen captado por los purgadores es de 40.55 litros (durante las 8 horas), el purgador número 1 capta 38.59 litros que representa el 95% del total captado.

En la guardia de Día se nota que durante las cuatro ultimas horas se capta 37.21 litros que es el 92% de lo captado en la guardia; en la guardia Noche en las tres últimas horas 25.14 litros equivalentes a 94%.

En la guardia Día entre las 6:00 y 7:00 capta 18.24 litros equivalentes al 45% del volumen captado durante el guardia, en la guardia noche entre las 5:00 y 6:00 se capta 13.99 litros que es el 52% de lo captado.

6.1.3.3 Volumen Medido a la Salida de las Compresoras Eléctricas y el Pulmón.

Se realizaron mediciones del volumen de agua que eliminan los compresores y del volumen captado por el pulmón.

Para la medición del volumen a la salida de los compresores se dispuso de recipientes, se determino el volumen de estos recipientes, se midio el tiempo en el que sé estos recipientes eran llenados.

En el caso del Pulmón se realizo mediciones cada 15min.

El Volumen de agua captado a la salida de los compresores eléctricos en la guardia Día es de 220.18 litros, las compresoras eléctricas funcionan 30.5 horas en total.

El Volumen de agua captado a la salida de los compresores eléctricos en la guardia Noche es de 179.10 litros, las compresoras eléctricas funcionan 31 horas en total.

En la guardia Día las Compresoras Eléctricas Digitales CEM 04, 05 y 06 tienen mayor caudal de agua que es eliminado 8.5 litros/hora. Las compresoras Eléctricas CEM 02, 03 y 11, son las que eliminan menos agua 6.4 litros/hora.

En la guardia Noche las Compresoras Eléctricas eliminan 5.68 litros/hora de agua cada una.

El volumen captado por el pulmón en la guardia de día es de 13.99 litros. En la guardia de noche es de 12.47 litros.

En las dos guardias ocurre que el mayor volumen de agua captado en el Pulmón se da las tres últimas horas de la guardia; en la guardia de Día en ese periodo se capta el 83% y en la guardia de noche se capta el 78% del total captado por el Pulmón.

VOLUMEN DE AGUA EN LA RED DE AIRE COMPRIMIDO

	Guardia Día	Guardia Noche
Volumen estimado de agua en la Red de Aire comprimido (Succiona Compresoras)	292.45 lt.	267.47 lt.
Captado en las Compresoras y el Pulmón	233.79 lt.	178.56 lt.
Volumen Captado Purgadores del Nv 3990	40.55 lt.	26.69 lt.
Volumen Total Captado	274.33 lt.	205.26 lt.
Volumen de Agua que no es captado	18.11 lt.	62.21 lt.
Eficiencia de Captación de Agua de los Compresores y del Pulmón.	79.94%	66.76%
Eficiencia de los Purgadores.	69.12%	30.02%
Eficiencia Total de Captación de Agua	93.81%	76.74%

7 RELLENO HIDRÁULICO.

El relleno hidráulico en MARSA es el sostenimiento definitivo de las excavaciones dejados por la explotación minera.

El relleno utilizado en la mina es una mezcla de arena, relave y agua, formando esta mezcla una pulpa. La pulpa es transportada por gravedad a la mina por las tuberías de 3 y 4 pulgadas de diámetro, los tubos son de acero y polietileno, los tubos de acero son utilizados en la troncal.

Para el relleno es necesario primero preparar la labor a rellenar para lo cual se prepara tabiques, con la finalidad de evitar las fugas del relleno.

La pulpa tiene una densidad que oscila entre los 1990 y 2020gr. /L., el porcentaje de sólidos por peso es de 80% y el porcentaje de sólidos por volumen es del 60%. Además se tiene que el 14% de los sólidos esta en malla -200.

El caudal de pulpa que ingresa varía entre 30 y 45 metros cúbicos por hora.

7.1 Planta de Relleno

Las características y el diagrama o "Flow Sheet" de la Planta Gigante se puede observar en la figura.

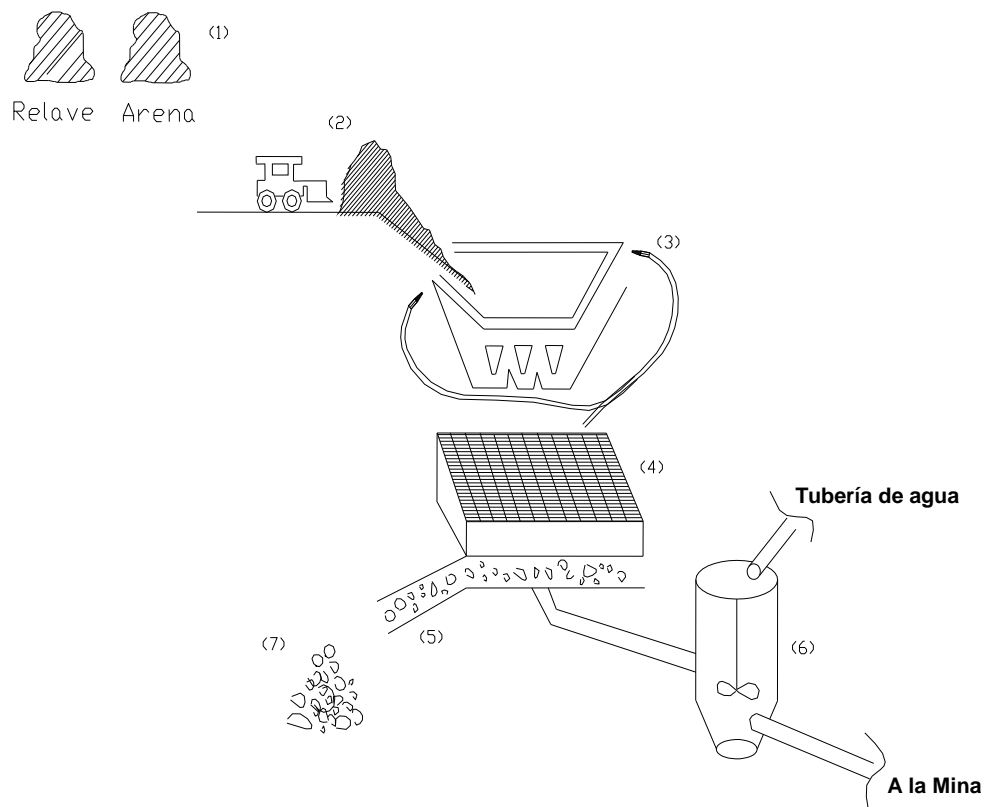


Fig. 18

LEYENDA	
(1)	Apilamiento de relave / arena.
(2)	Mezcla de relave / arena por el cargador frontal.
(3)	Pitones de agua dirigidas manualmente.
(4)	Zaranda con malla de $\frac{3}{4}$ ' y $\frac{1}{2}$ '.
(5)	Canaleta para el desvío de piedras.
(6)	Tanque agitador de pulpa.
(7)	Deposito provisional de material de rechazo.



Fig. 19

7.2 *Preparación de pulpa*

Se mezcla la arena y relave en la rampa de alimentación, la proporción de arena y relave depende de la ubicación de la labor a rellenar, en zonas cercanas (Huacrachuco, Intermedio, Nivel Cinco, Española) se utiliza la proporción de arena y relave en 1:1, la proporción 2:3 se emplea para rellenar labores mas alejadas como San Vicente Chilcas.

La mezcla se hace empleando un cargador frontal el cual alimenta la rampa de acuerdo a la proporción se indicó.



Fig. 20: Alimentación de la Rampa

En la rampa se le inyecta agua a presión provocando esto que se forme un lodo, para esto se cuenta con 4 pitones de $\frac{1}{2}$ " de diámetro los cuales inyectan el agua a presión



Fig. 21



Fig. 22

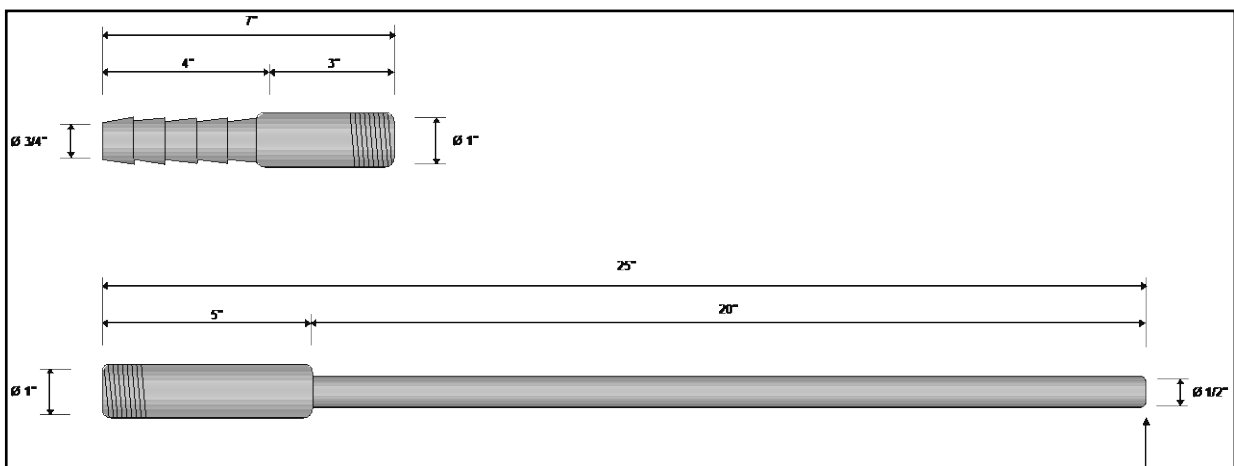


Fig. 23: Pitones

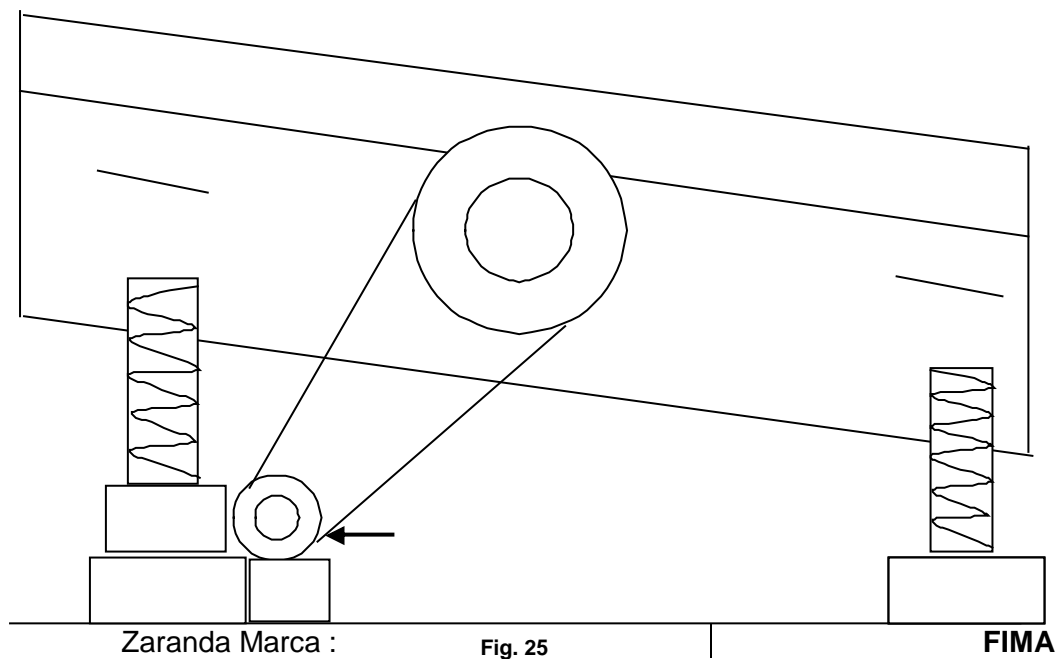
El lodo que se forma se desliza hasta llegar a la zaranda 6 x 12 ft en donde es tamizado



Fig. 24

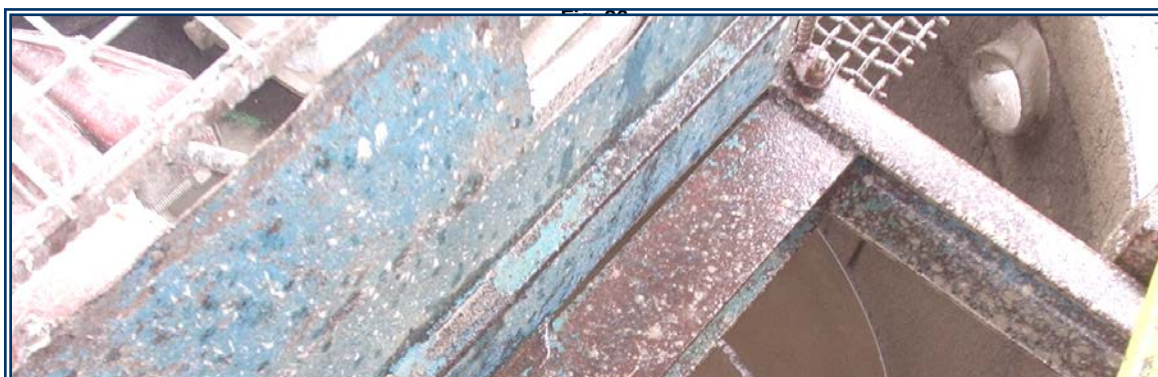
La zaranda con la que se cuenta tiene doble piso su tamaño es 6 x 12 pies, la malla superior es de $\frac{3}{4}$ " y la malla inferior es de $\frac{1}{2}$ ", la amplitud de vibración es de 1.36 cm.

El material de tamaño mayor a $\frac{1}{2}$ " es rechazado y es acumulado, diariamente se tiene como material de rechazo 20 m³.



El espacio de luz de la malla:	1,27 x 1,27 cm.
Formado por alambres de:	0,47 cm. de diámetro.
El área de la malla es:	1,22 x 2,44 m.
Formado por dos cedazos vibratorios de:	1,22 x 1,22 m.
Diámetro de oscilación de la zaranda:	1,36 cm.
Ángulo de inclinación :	5 47 57
Gradiente:	10,16 %
Motor:	
Tráfico:	HP = 9, R.P.M. = 1740
Polea del motor es de:	1,27 cm. de diámetro
Polea del volante es	25,4 cm. de diámetro
Consta por dos fajas en V	
Formado por dos cedazos vibratorios de:	1,22 x 1,22 m.
Reducción a:	870 R.P.M.
Factor de reducción	2:1

Luego la mezcla mediante una tubería de 8" de diámetro llega de la zaranda al agitador donde se realiza la mezcla, en este punto se controla la densidad de la pulpa.



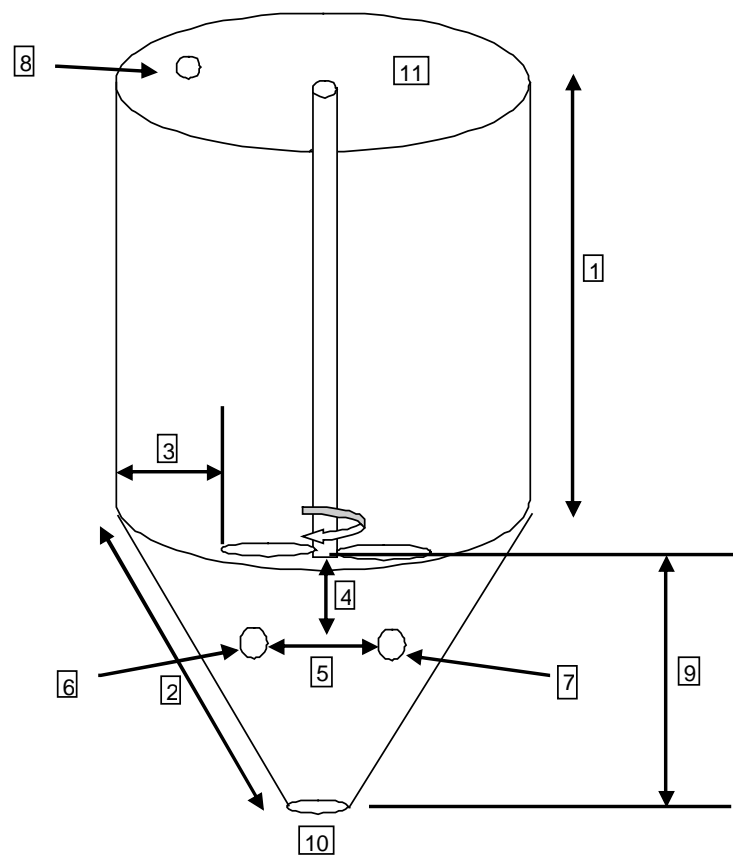


Fig. 28

Consta de cuatro hélices

Cada hélice tiene una longitud de 33,02 cm

Distancia desde el hélice a la salida de la pulpa para el relleno

Longitud del eje 1,98 m. Con alma de acero y revestimiento de jebe.

LEYENDA	
(1)	Longitud 1.83 m.
(2)	Longitud 1.22 m
(3)	Longitud 0.46 m
(4)	Longitud 0.1 m
(5)	Longitud
(6)	Salida de la pulpa para el relleno por gravedad, su diámetro es de 10.16 cm.
(7)	Salida de la pulpa para el relleno por bombeo, su diámetro es de 10.19 cm.
(8)	Rebose su diámetro es de 10.16 cm.
(9)	Distancia desde el final del eje al desfogue 116.8 cm.
(10)	Desfogue con un diámetro de 10.16 cm.
(11)	Diámetro del agitador 1.57 m.

Motor:

Trafico

HP = 2,6

R.P.M. = 1740

Reductor :

Marca del reductor : Hidromar

Reductor en cruz.

Factor de reducción 5:1

Consta por dos fajas en V

Para luego ingresar mediante tubería de acero de 4" de diámetro a la mina.



Fig. 29



Fig. 30

7.3 Rellenado de Labores

7.3.1 Armado de Tabiques

Los tabiques tienen por finalidad no permitir las fugas del relleno, para lo cual es necesario aislar la labor a rellenar.

Para la construcción de los tabiques se utilizan.

- Puntales de 7 ó 8 pulgadas de diámetro de 3 metros.
- Tablas de 7 ½" x 1 ¾" x 3 metros.
- Manta de rafia de 3 metros de ancho, la longitud varía.
- Cemento Tipo MS (para zonas húmedas y salitrosas), en bolsas de 42.5 Kg.
- Yeso en bolsas de 14 kilos.
- Tubería de drenaje.

El procedimiento de armado de tabiques consiste en.

- Instalación de los puntales.
 - ✓ Pica el piso hasta llegar a una superficie dura.
 - ✓ Se pica patillas de 20 a 30 cm. en promedio para colocar los puntales.
 - ✓ Se mide la distancia entre el piso y el techo, para luego cortar el puntal de acuerdo a la medida requerida
- Entablado.
 - ✓ Para el entablado se mide la distancia entre los puntales y se corta las tablas de acuerdo a la medida que se necesita.
 - ✓ Se fijan las tablas en los puntales utilizando clavos de 3".
 - ✓ Se tiene una separación de 2 pulgadas entre las tablas.
 - ✓ Se corta pedazos de la tabla para hacer pasar las tuberías de drenaje y de relleno, además para una ventana por donde se podrá ingresar a la labor.
- Sellado.
 - ✓ Para el sellar la labor se utiliza la manta de rafia que se pega al entablado.
 - ✓ Para los bordes se utiliza el diablo fuerte; el diablo fuerte es una combinación de cemento y yeso, en la proporción de 6 a 1, se utiliza dos bolsas de cemento de 42.5 Kg., por una bolsa de yeso de 14 Kg.
 - ✓ Se corta la rafia en los lugares donde se realizaron los cortes de la tabla, esto para las tuberías de drenaje y de relleno además de la ventana de acceso.



Fig. 31



Fig. 32

7.3.2 Instalación de Tuberías.

Para el rellenar los tajos se procede.

- Tender la tubería de polietileno de 4 pulgadas hasta llegar a la troncal.
 - ✓ Se instala el desviador lo más cercano a la labor a rellenar.
 - ✓ El desviador debe quedar en posición horizontal.
 - ✓ Si es necesario se conecta una tubería al desviador para el agua.
- Conectar la tubería de polietileno a la troncal de relleno.
- También se tiende la línea de teléfono para comunicarse con la planta el gigante.

7.3.3 Recepción.

Se dispone de personal el cual esta encargado de la recepción de la pulpa, ellos tienen la obligación:

- Controlar los tabique.
 - ✓ Controlan la cantidad de agua que esta siendo drenado.
 - ✓ Que no se raje los tabiques, en caso de que ocurriera avisar para que la planta deje de rellenar.
- Controlar la tubería.
 - ✓ Que no se atoren.
 - ✓ Que no se suelten las bridas.
- La llegada de la pulpa.
 - ✓ La cantidad de pulpa que ingresa al tajo, avisar a la planta para que deje de rellenar cuando el tajo se llene.
 - ✓ Observar como ingresa la pulpa al tajo y avisar a la planta de cualquier particularidad.

7.4 Características del Material de Relleno

7.4.1 Análisis granulométrico.

Como se menciona es necesario conocer el tamaño de las partículas con las que se cuenta y cual es la concentración.

Para hacer el análisis granulométrico se utilizo diferentes mallas.

El procedimiento para hacer el análisis es:

- Homogeneizar la muestra, para lo cual se mueve con la idea de mezclar.
- Cuartear la muestra.
- Hacer secar en horno.
- Se vuelve a cuartear.
- Se lava la muestra.
- Se hace secar
- Se comienza a tamizar.

7.4.1.1 Análisis de la Arena.

Peso de la Muestra

4390.2

Malla	En Micrones	Peso	% Peso	Acumulado	
				+	-
¾	18850	365.35	8.32	8.32	91.68
½	12700	391.44	8.92	17.24	82.76
3/8	9525	271.02	6.17	23.41	76.59
4	4699	827.75	18.85	42.27	57.73
6	3327	475.43	10.83	53.10	46.90
8	2362	275.21	6.27	59.36	40.64
10	1651	151.19	3.44	62.81	37.19
14	1168	246.36	5.61	68.42	31.58
20	833	258.52	5.89	74.31	25.69
40	417	268.55	6.12	80.43	19.57
50	295	118.63	2.70	83.13	16.87
70	208	169.11	3.85	86.98	13.02
100	147	108.6	2.47	89.45	10.55
140	104	86.69	1.97	91.43	8.57
200	74	80.61	1.84	93.26	6.74
270	51	65.11	1.48	94.75	5.25
325	44	4.35	0.10	94.85	5.15
-325		226.28	5.15	100.00	0.00

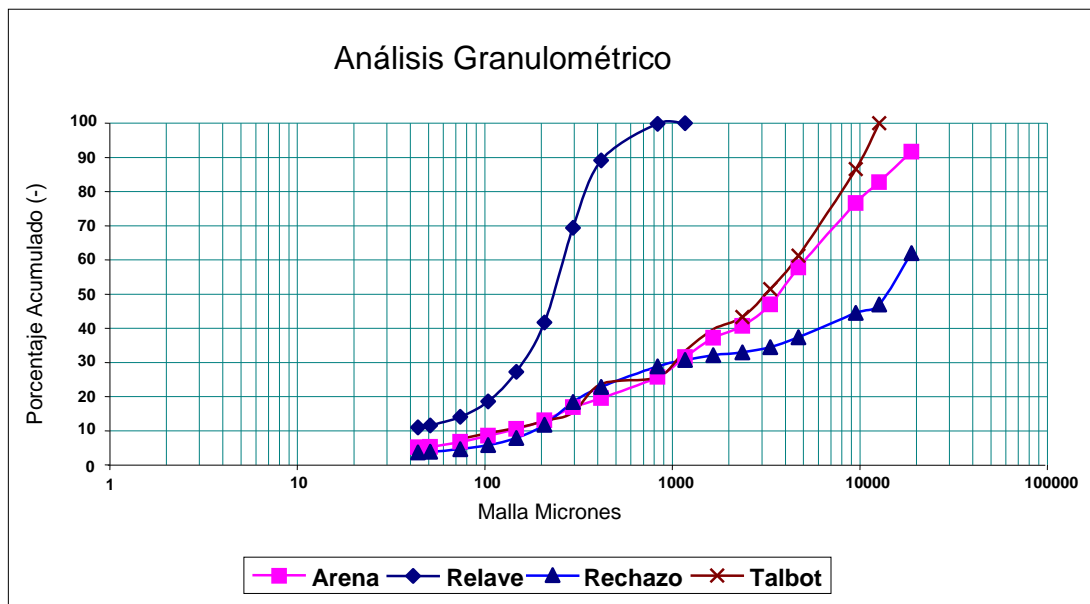
7.4.1.2 Análisis del Relave

Peso de la Muestra				1586.28	
Malla	Micrones	Peso	% peso	Acumulado	
				+	-
14	1168	0	0.00	0.00	100.00
20	833	3.41	0.21	0.21	99.79
40	417	169.11	10.66	10.88	89.12
50	295	313.26	19.75	30.62	69.38
70	208	438.81	27.66	58.29	41.71
100	147	229.65	14.48	72.76	27.24
140	104	137.28	8.65	81.42	18.58
200	74	70.99	4.48	85.89	14.11
270	51	41.08	2.59	88.48	11.52
325	44	7.84	0.49	88.98	11.02
-325		174.85	11.02	100.00	0.00

7.4.1.3 Análisis del Rechazo

Peso de la Muestra				5667.5	
Malla	En Micrones	Peso	% peso	Acumulado	
				+	-
3/4	18850	2155.86	38.04	38.04	61.96
1/2	12700	853.31	15.06	53.10	46.90
3/8	9525	137.25	2.42	55.52	44.48
4	4699	401.99	7.09	62.61	37.39
6	3327	164.75	2.91	65.52	34.48
8	2362	86.16	1.52	67.04	32.96
10	1651	45.72	0.81	67.84	32.16
14	1168	81.9	1.45	69.29	30.71
20	833	109.42	1.93	71.22	28.78
40	417	340.49	6.01	77.23	22.77
50	295	245.26	4.33	81.55	18.45
70	208	381.81	6.74	88.29	11.71
100	147	216.61	3.82	92.11	7.89
140	104	119.31	2.11	94.22	5.78
200	74	69.11	1.22	95.44	4.56
270	51	41.46	0.73	96.17	3.83
325	44	9.45	0.17	96.34	3.66
-325		207.64	3.66	100.00	0.00

El acumulado negativo se compara con la curva de Talbot, arrojando la siguiente grafica.



7.4.2 Cálculo de la Gravedad Específica.

Para calcular la gravedad específica se utilizó dos métodos:

- Método de la Fiola.
- Método de la Probeta.

7.4.2.1 Método de la Fiola.

- Pesa la fiola vacía.
- Pesa la fiola y el mineral (50gr)
- Se agrega agua hasta la marca de la fiola.
- Se pesa la fiola, el agua y el mineral.
- Se arroja el contenido de la fiola y se enjuaga para pesar la fiola con agua.

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$G.E. = \frac{M - P}{W + M - P - S}$$

Donde :

P : Peso de la fiola vacía

M : Peso de la fiola + mineral (50gr)

W : Peso de la Fiola + Agua

S : Peso de Fiola + Agua + Mineral.

Pulpa (seca)

	1ra Medición	2da Medición
Peso fiola vacía (P)	123.91	170.90
Peso de fiola y muestra (M)	173.89	220.87
Peso de fiola y agua (W)	622.38	670.06
Peso de fiola, agua y muestra (S)	653.58	701.38
Gravedad Especifica (G.E)	2.66	2.68
Gravedad Especifica (G.E)		2.67

Relave

	1ra Medición	2da Medición
Peso fiola vacía (P)	123.85	135.22
Peso de fiola y muestra (M)	173.89	185.25
Peso de fiola y agua (W)	623.01	635.23
Peso de fiola, agua y muestra (S)	653.54	665.54
Gravedad Especifica (G.E)	256	2.54
Gravedad Especifica (G.E)		2.55

7.4.2.2 Método de la Probeta.

- Se toma un peso determinado de muestra (300 gramos).
- Se llena probeta con agua hasta un 0.4 litros.
- Sé hecha la muestra en la probeta.
- Se mide la diferencia de volúmenes.

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$G.E. = \frac{P}{V_f - V_i}$$

Donde :

P : Peso de muestra

V_f : Volumen final (agua y muestra)

V_i : Volumen inicial de agua (0.4 litros)

	Arena	Rechazo
Peso Muestra (P)	300	300
Volumen Inicial (V _i)	400	400
Volumen Final (V _f)	520	520
Gravedad Específica (G.E)	2.50	2.54

Para determinar la gravedad específica de la arena y del rechazo se muele las muestras.

La gravedad en todos los casos se ha expresado en gramos / mililitros. (gr/ml).

7.4.3 Cálculo de la Densidad Aparente.

La densidad aparente es la relación entre el peso y volumen que es ocupado por un grupo de partículas.

Se llama densidad aparente porque dentro del volumen ocupado por las partículas también se encuentra aire.

$$\rho_a = \frac{\text{Peso (Kg.)}}{\text{Volumen (lt)}}$$

	Arena	Relave	Rechazo
Peso	6295.6	6067.9	8493.5
Volumen	4.5	4.5	4.5
Densidad aparente	1399.02	1348.42	1887.44

7.4.4 Velocidad de Percolación

7.4.4.1 Experimentalmente

Esta prueba está dirigida a medir la bondad del material en base a la rapidez con que el agua circula la masa granular del relleno de arriba hacia abajo por acción de la gravedad.

La figura representa el equipo experimental usado para éste propósito; a la vez que empleamos la siguiente ecuación:

$$V_2 = \frac{LQ_1}{HA_1}$$

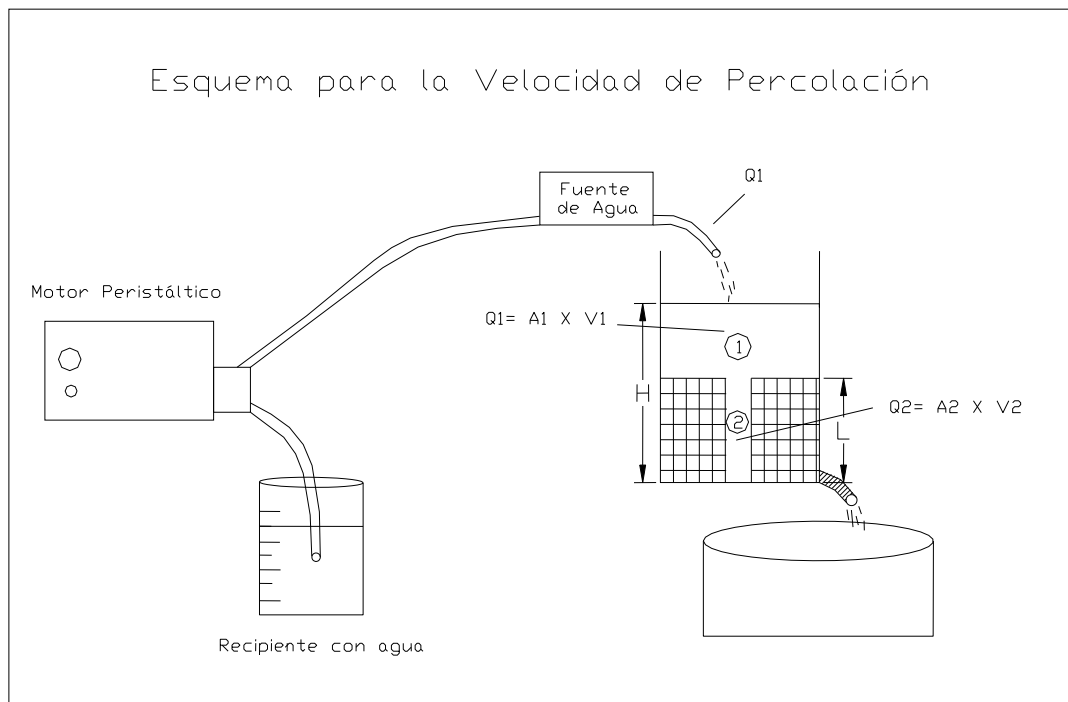


Fig. 33

Donde:	
V_2	Velocidad de Precolación (cm/hr)
L	Altura de la muestra.
Q_1	Caudal (cm^3/hr).
A_1	Área de la sección del tubo (cm^2).
H	Altura hasta el nivel del agua (cm).

En el caso singular del Relleno Hidráulico la velocidad de percolación óptima que se ha comprobado estadísticamente es de 10 cm/hr; los valores mayores o menores acarrearán perjuicios. Una velocidad inferior de 4 cm/hr ocasiona una eliminación de agua sumamente lenta, demorando el retorno del personal a la labor, mientras que valores encima de 20 cm/hr da lugar a la aparición del fenómeno de “Embudo”. Este fenómeno consiste en la formación de conductos pequeños en el interior del relleno, mediante los cuales fluye la pulpa a velocidades altas, ensanchándose progresivamente hasta derrumbarse. Esta anomalía afecta a la producción significativamente, además de peligrar la seguridad y del equipo.

Prueba realizada para la Velocidad de Precolación del material de relleno

Observando el esquema anterior, se tiene los siguientes resultados:

	L(cm)	H(cm)	Diam. Tubo (cm)	A (Área) (cm ²)	Tiempo (mint)	Volumen (cc.)	Caudal (cc/mint)	Velc. Perc. (cm/hr)
Material Relleno	17	24.82	6	28.27	41	450	10.98	15.96

7.4.4.2 Velocidad de Percolación – Empleando el Tamaño de Partículas

Es una medida indirecta para averiguar qué tan rápido el relleno hidráulico pasará del estado de pulpa al de cuerpo granular.

Esta velocidad de percolación, generalmente, se mide experimentalmente, pero también se puede determinar con cierta aproximación mediante cálculos teóricos.

El coeficiente de uniformidad y la velocidad de precolación están relacionados entre sí guardando una proporción inversa. Se ha establecido una ecuación matemática que vincula la velocidad de percolación con el Día (10), cuya expresión es:

$$V = \left[\frac{D_{10}}{100} \right]^2$$

V = Velocidad de Precolación.

Día (10) = Diámetro de partícula mas grande en el 10% del % peso acumulado negativo.

La Velocidad de Percolación obtenida para 62.74 micrones correspondiente a Día (10) es de 14.17 cm/hr .

7.4.5 Velocidad Crítica.

Es la velocidad mínima a partir de la cual se asegura que los sólidos contenidos en la pulpa no se precipitaran en los tubos y de esta manera se evitara los atoros.

$$V_c = FL (2gD(\rho_s - \rho) / \rho)^{1/2}$$

V_c = Velocidad crítica

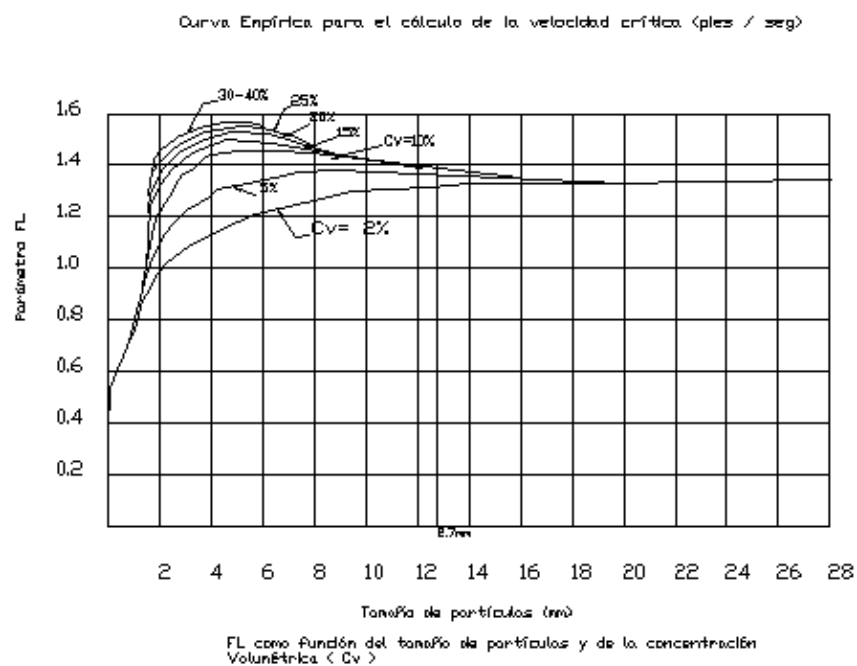
FL = Constante adimensional

D = Diámetro de la tubería

ρ_s = Gravedad específica de los sólidos

ρ = Densidad de la pulpa

Para aplicación de esta ecuación, DURAND Y CONDOLIOS obtuvieron una curva empírica de FL en función del tamaño de las partículas.



De los datos obtenidos en el laboratorio se puede calcular la velocidad crítica:

- Densidad de pulpa : 1.95 gr. / cm³
- Gravedad específica de los sólidos : 2.61
- Aceleración de la gravedad : 32.2 pies / seg²
- Diámetro de la tubería : 0.33 pies
- Diámetro de partícula : ½ " = 12.7 mm

Ahora calculamos el % de sólidos en volumen con la siguiente fórmula:

$$\%S_v = \frac{\rho - 1}{G.E. - 1}$$

Donde:	
ρ	Densidad de la pulpa.
G.E.	Gravedad específica de los sólidos.

Reemplazando datos:

$$\%S_v = 55 \%$$

Con estos datos vamos a la curva empírica de lodos heterogéneos y calculamos la constante adimensional.

$$FL = 1.4$$

Luego reemplazamos en la fórmula de velocidad crítica.

$$V_c = 3.75 \text{ pies / seg}$$

$$V = 3.82 \text{ pies / seg}$$

7.4.6 Cálculo de la compacidad del relleno

El comportamiento mecánico de un relleno queda fundamentalmente definido por la compacidad. El investigador TERZAGHI, ha propuesto el concepto de Compacidad Relativa para medir tal condición en función de las razones de poros, vinculándolos matemáticamente por:

$$Cr = [(e_{\max} - e) / (e_{\max} - e_{\min})] \times 100$$

Donde:	
e_{\max}	Razón de poros correspondientes al estado más suelto.
e_{\min}	Razón de poros respectivo al estado más compacto del material.
e	Razón de poros real.
Cr	Compacidad relativa expresada usualmente como porcentaje.

Materiales con valores superiores al 50% de Cr suelen considerarse como compactos, mencionándose este valor frecuentemente como valor de seguridad razonable en problemas prácticos.

Del laboratorio se obtiene:

Gravedad específica de los sólidos	: 2.61 gr. / cm ³
Densidad de la pulpa	: 1.95 gr/ cm ³
Peso de la pulpa	: 1950 gr

7.4.6.1 Razón de poros

Se define como el cociente entre el volumen de vacíos o poros y el volumen de sólidos, matemáticamente se expresa:

$$\text{Razón de poros} = \text{Volumen de vacíos} / \text{Volumen de sólidos}$$

Este parámetro por esencialmente una relación de volúmenes es una medida que controla la compactación de un relleno e interviene en la determinación de su densidad relativa.

Cuando la razón de poros real se aproxima al e_{\min} , la densidad relativa es mayor y el relleno es más compacto, y recíprocamente.

1. La razón de poros real

Es aquella que corresponde a su estado natural del material y se determina con la siguiente fórmula:

$$e = [G / D(RH + 1)] - 1 \dots\dots\dots(2)$$

Donde:	
e	Razón de poros real.
G	Gravedad específica de los sólidos (gr/cm3)
D	Densidad del relleno (gr/cm3)
RH	Relación de humedad (peso de agua / peso de sólidos)

Calculamos el % en peso con la siguiente formula:

$$\%Sp = \frac{\rho - 1}{G.E. - 1} \times \frac{G.E.}{\rho}$$

Donde:	
ρ	Densidad de la pulpa
G.E.	Gravedad específica de los sólidos

Reemplazando datos:

$$\%Sp = 80\%$$

Entonces se tiene finalmente:

Peso de sólidos en el relleno : 1560 gr.

Peso de agua en el relleno : 390 gr.

Ahora calculamos la relación de humedad:

$$RH = 390 / 1560 = 0.25$$

Reemplazando los datos en la ecuación:

$$e = 0.67$$

2. Razón de Poros Máxima:

Manteniendo una proporción directa la razón de poros con el volumen de los mismos, cuando e_{max} , el material contiene un volumen máximo de poros, lo que significa que la muestra de relleno deberá encontrarse en un estado completamente seco y fluido; Al aumentar el volumen de la muestra igualmente se hace máxima, originando la densidad mínima del relleno. Debido al estado de sequedad del material, $RH=0$, por consiguiente:

$$e_{max} = (G / D_{min}) - 1$$

$$D_{min} = \text{Densidad mínima (1.5 gr/cm}^3\text{)}$$

$$e_{max} = 0.74$$

3. Razón de poros mínima:

La razón de poros guarda una relación inversa con la densidad de un relleno, por ende, para una razón de poros mínima, corresponde una densidad máxima.

Un relleno alcanzará su densidad máxima reduciendo hasta el límite mínimo el volumen ocupado por sus poros, lo que implica que el material adquirirá su estado más compacto.

Para determinar e_{min} se utiliza la siguiente relación:

$$e_{min} = [G(RH + 1) / D_{max}] - 1$$

$$D_{max} = \text{Densidad máxima (2 gr/cm}^3\text{)}$$

$$e_{min} = 0.63$$

Reemplazando e_{max} , e , e_{min} en la ecuación de la compacidad se tiene que

$$Cr = 64\%$$

Este material de relleno se considera compacto porque tiene 64% de compacidad que es mayor que el 50%.

7.4.7 Altura Máxima.

Para el cálculo de la altura máxima a la que puede llegar la pulpa se tiene que tener presente:

- Las ecuaciones de continuidad
- La ecuación de Bernoulli.

Todos los cálculos de circulación por tuberías se basan en estas dos leyes. El rozamiento del fluido aporta las máximas dificultades a la resolución de los problemas planteados.

Por la ley de Bernoulli:

$$\frac{P_1}{\gamma} + z_1 + \frac{c_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + z_2 + \frac{c_2^2}{2g} = \frac{P_3}{\gamma} + z_3 + \frac{c_3^2}{2g} = K$$

Donde:	
Z_i	Diferencias de alturas.
c_i	Velocidad de viaje.
p_i	Presión del fluido.
g	Gravedad.
γ	Densidad de la pulpa.

Por la ley de Continuidad

$$Q = C_1 F_1 = C_2 F_2 = C_3 F_3 = C_a F_a$$

7.4.8 Máxima Distancia Horizontal

La máxima distancia horizontal que podrá ser enviada una pulpa debido al impulso que recibe durante la caída vertical es:

$$L = \frac{h \times D \times 2g}{W \times C}$$

$$w = \gamma \left(a + \frac{0.0018}{\frac{C \times D}{2}} \right)$$

Donde:	
L	Máxima distancia Horizontal.
D	Diámetro interior del tubo.
h	Altura de caída.
W	Coeficiente de resistencia de la tubería.
C	Velocidad de la pulpa.

7.5 Rendimiento

Para analizar nuestros rendimientos se lleva el control de los siguientes factores:

Datos	Total General
Volumen	86845.14
Tiempo Relleno	2358.08
Num. Labores	
Total	178
Preparación de Tabiques	
Área Total	2848.99
Área Promedio	6.21
Número de Tabiques	459
Distribución de Tareas Relleno Hidráulico	
Tareas Directas	8986
Tareas Indirectas	1785
Total Tareas	10771
Ratios	
Volumen de Relleno m ³ /Área de Tabique m ²	30.483
Volumen de Relleno m ³ /Tarea Directa	9.664
Volumen de Relleno m ³ /Tarea Total	8.063
Volumen de Relleno m ³ /Labor	487.894
Área de Tabiques m ² /Labor	16.006
Tabiques/Labor	2.579

7.5.1 Volumen de Relleno (m³) por tarea total.

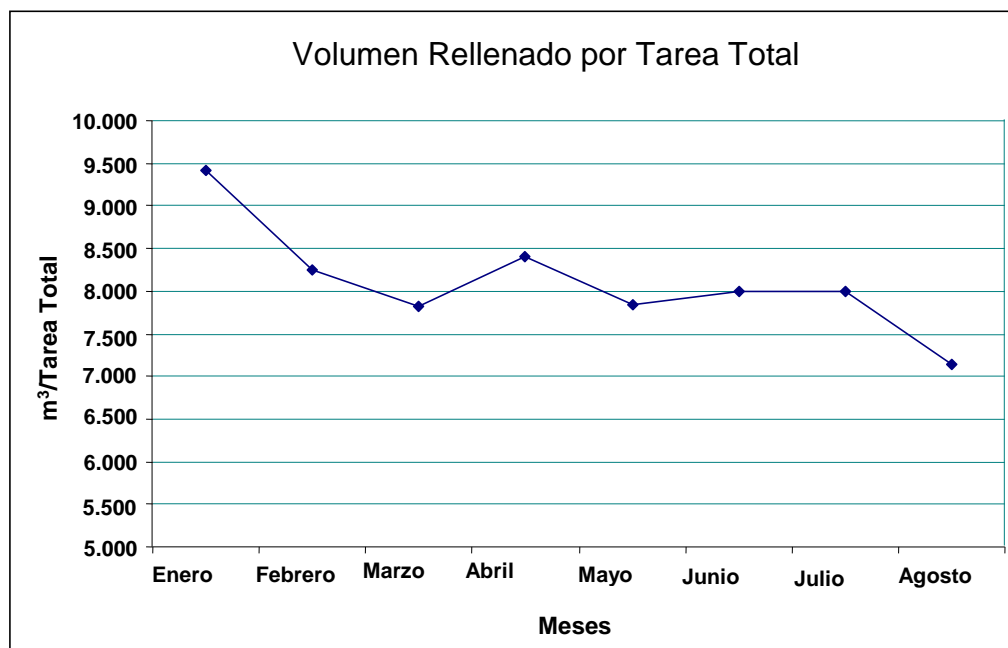
Es un parámetro mas general el cual nos indica cuantos metros cúbicos se rellenan por tarea, este parámetro incluye todas las tareas directas e indirectas.

Las Tareas Directas, son: Preparación de Tabiques, instalación de tuberías, Rellenado de la labor, son tareas que se pueden cargar directamente a la labor; las tareas indirectas que se consideran son: Bodega, Taller, mantenimiento de la troncal de relleno, mantenimiento de la planta de relleno, supervisión, etc, son tareas que son necesarias pero no se pueden cargar a las labores en forma directa.

Se observa que el 15 % de las tareas corresponden a las tareas indirectas por eso es necesario tomar en cuenta estas tareas para determinar el factor VOLUMEN RELLENADO POR TAREA TOTAL, que es 8 m³/tarea.

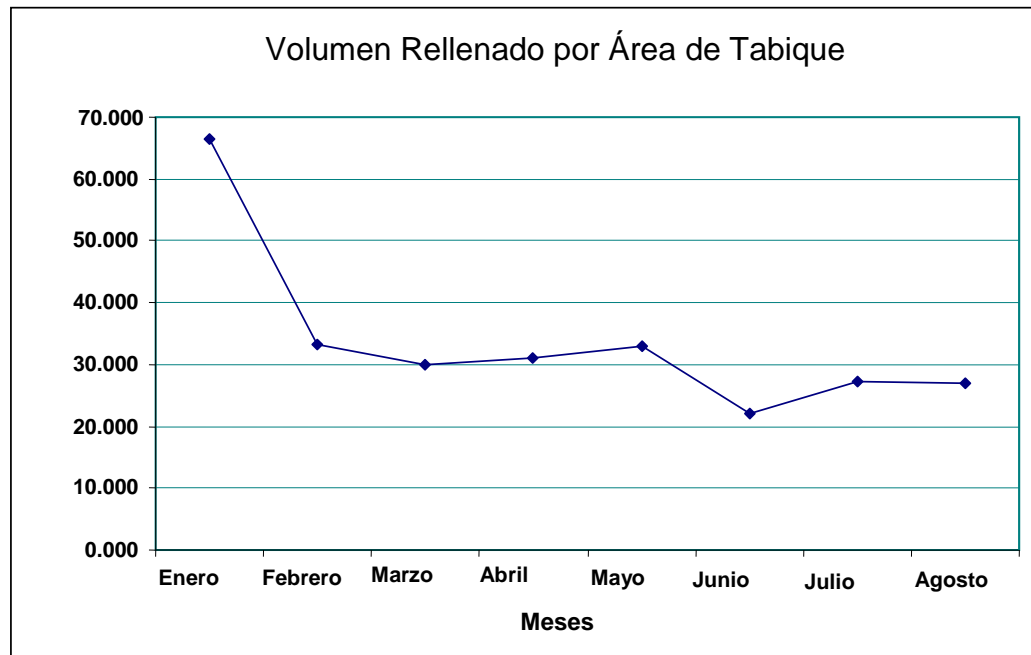
Este factor lo empleamos para indicar el requerimiento de personal si se necesita incrementar el volumen de relleno.

El comportamiento de este ratio es tendencia a disminuir porque la cantidad de tabiques que se esta haciendo tiende a crecer provocando esto que las tareas en tabiques se incremente pero no el volumen relleno.



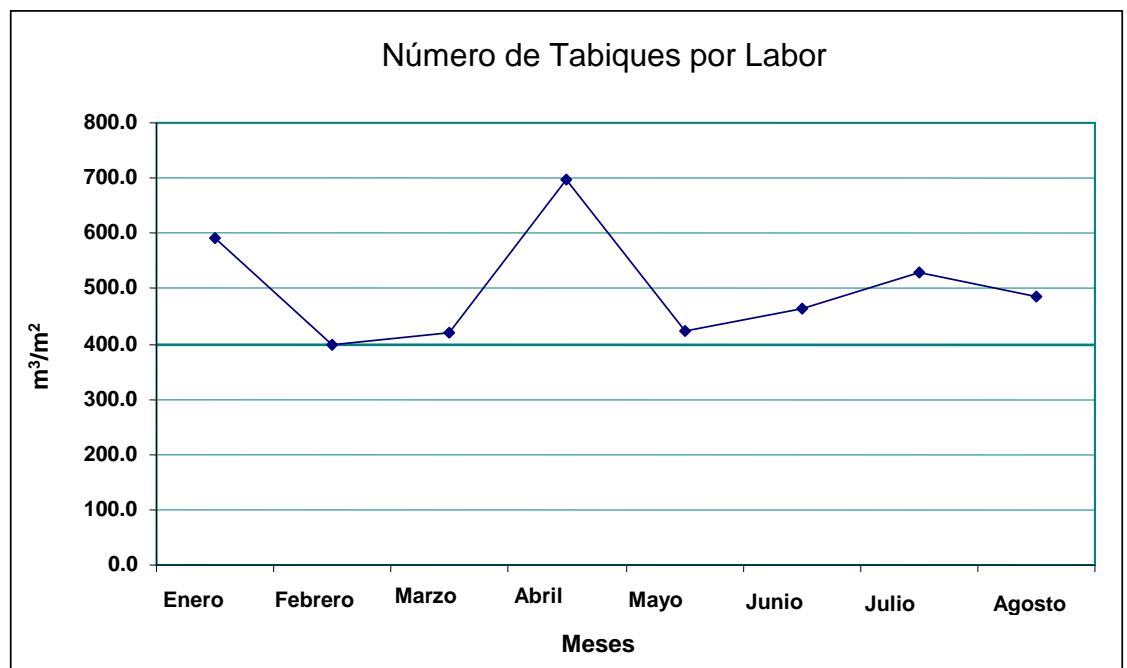
7.5.2 Volumen de Relleno (m³) por Área de Tabiques (m²)

Este parámetro me indica cuantos metros cúbicos de relleno tengo por cada metro cuadrado de tabique que se prepara, este factor es importante para poder determinar cuanto será nuestro consumo si se incrementa el volumen a rellenar, pero este factor depende también de la forma como se realizo el minado, actualmente nuestro el factor VOLUMEN DE RELLENO (m³) / DE TABIQUES (m²) tiene el valor 30.5, este parámetro cada vez esta siendo menor, entonces indica que tenemos que hacer una mayor área de tabiques.



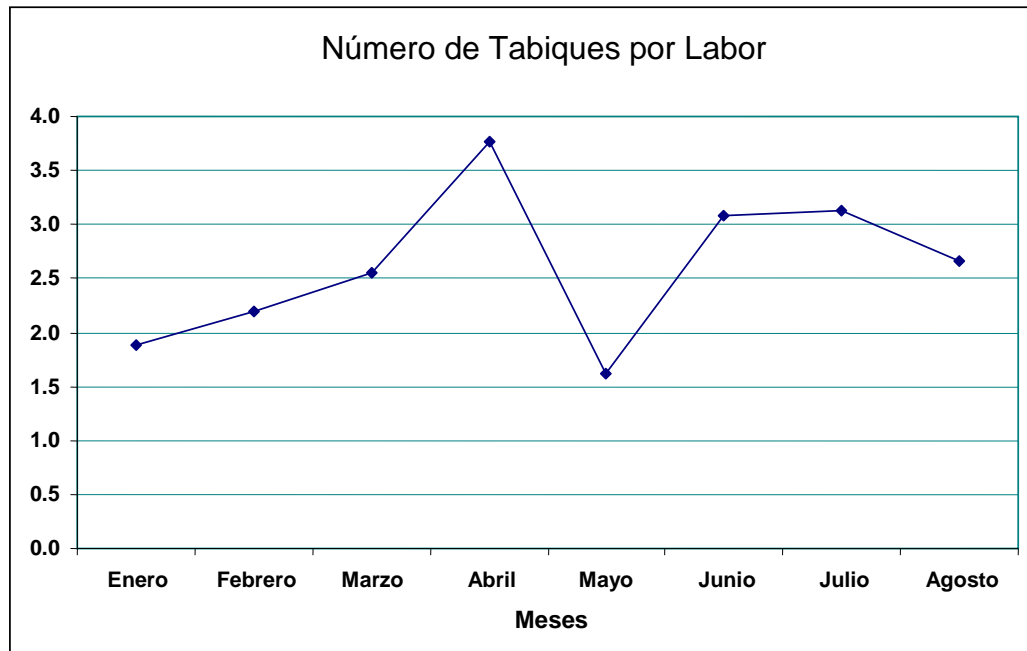
7.5.3 Volumen de Relleno (m³) por Labor

Este parámetro me indica que tan grande son las labores para rellenar, $VOLUMEN\ DE\ RELLENO\ (M^3) / LABOR$ es 487.9, no a tenido mucha variación



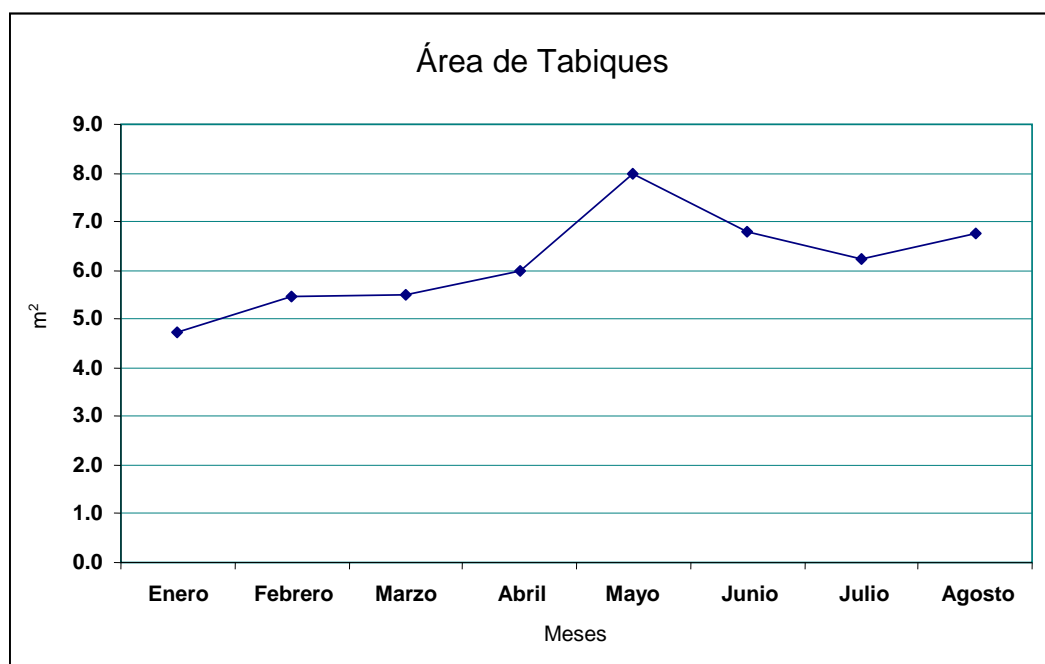
7.5.4 Tabiques por labor

Nos indica la cantidad de tabiques que se hacen para rellenar una labor. TABIQUES / LABOR es de .2.6, este parámetro tiene una tendencia a incrementar.



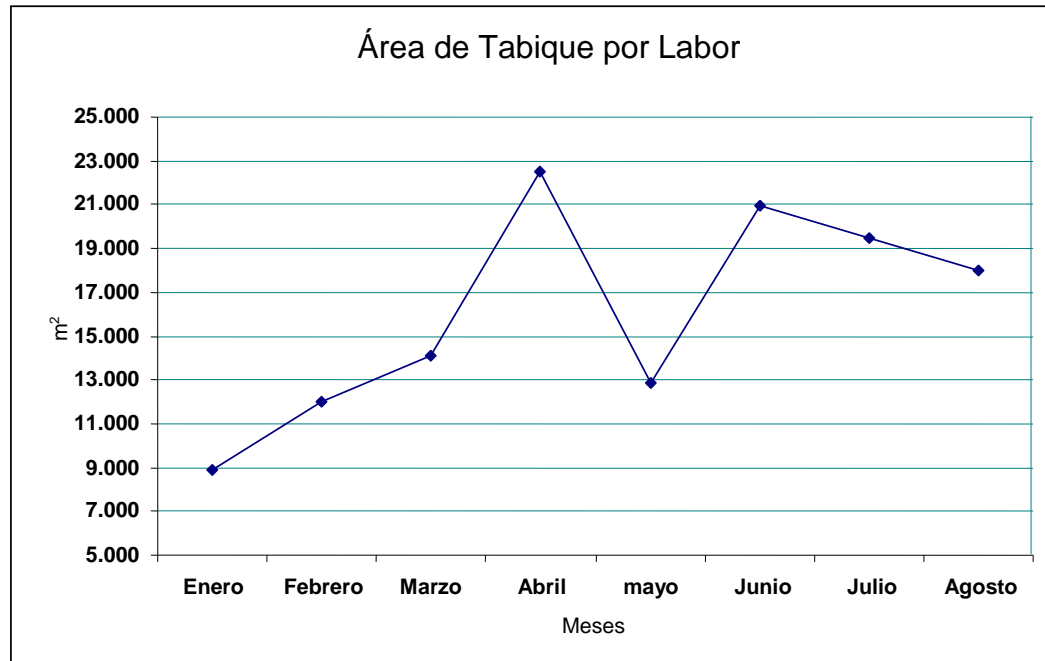
7.5.5 Área de Tabiques

Este parámetro nos indica el tamaño de cada tabique, en promedio se tiene que el área es 6.17 m², pero la tendencia que se tiene es de incrementar.



7.5.6 Área de Tabiques por labor

El área total de tabiques que se preparo para rellenar una labor, tambien tiene la tendencia a subir ya que resulta de la suma de todos los tabiques que se prepararon un que es equivalente al, producto de Área promedio de tabique y del número de tabiques, este factor actualmente esta en 16 m².



Como se puede apreciar en los gráficos anteriores el rendimiento de relleno por tarea tiende a disminuir porque se esta incrementando el numero de tabiques a prepara y estos tabiques tienen la tendencia a ser mas grandes lo que hace que el costo en relleno tenga la tendencia a incrementar.

7.6 Consumo de Recursos y Materiales

El consumo mensual de materiales para preparar tabiques es:

Descripción de Material	Total General
Puntal 8" x 2.4 m	86.7
Puntal 8" x 3.0 m	97.0
Puntal 8" x 4.0 m	4.9
Tablas 2" x 8" x 10'	715.1
Cemento (Bis)	217.9
Yeso (Bis)	430.5
Tubería drenaje 3" (pza)	103.0
Tubería drenaje 4" (pza)	70.4
Clavo de 4"	3403.1
Clavo de 5"	43.9
Alambre Nº 16	377.5
Alambre Nº 8	415.5
Tela Rafia (m ²)	719.0
Pita Yute	24.5
Pita Rafia	16.9
Mangas (pza)	100.3
Acelerante Fraguado SIKA (lt)	8.6

Para las tareas indirectas se tiene el siguiente consumo:

Trabajo	Clavo de 4"	Clavo de 5"	Alambre Nº 16	Alambre Nº 8	Tubería de Polietileno (m)
Instalación de Troncales Relleno				39.75	305
Mantenimiento de Cable Telefónico				1	
Mantenimiento de Planta de Relleno	7.5	5	9.375	3.125	
Mantenimiento de Tuberías de Relleno			1.25	56.875	

7.7 Balance de Relleno y explotación

Se tiene un área abierta de 66298m² y una altura de minado promedio de 1.5m, haciendo un volumen de 99447m³, que forma un pasivo a ser rellenado.

Mensualmente movimiento de volúmenes es el siguiente:

- Vacío dejado por la explotación 9423m³.
- Relleno detrítico producto de la selectividad (in-situ) 2318m³.
- Relleno hidráulico 10856m³.

Por lo tanto, el total de volumen rellenado es la suma del detrítico y el hidráulico: 2318 + 10856 = 13174m³. Sin embargo, el volumen dejado por la explotación es 9423 m³, por lo que existe una diferencia de 3751 m³ mensual que amortiza el pasivo. A este ritmo el pasivo de 99447 m³ se cubriría en: $99447/3751 = 26.5$ meses.

7.8 Costo

El costo que se tiene es de 8.83 \$ / m³.

Recursos	Promedio 2005
Volumen Relleno (m³)	10.817
Servicio Terceros	1.95
Material de Operación	0.74
Gastos Generales	
Material/Repuestos	0.40
Servicio Terceros Relleno	0.54
Gastos Diversos	0.57
Servicio Relleno	4.63
Cto Unitario (\$/m³)	8.83

8 CONCLUSIONES.

- ✓ La presión de aire disminuye en las dos últimas horas, que corresponden al inicio de la perforación, es en este periodo donde se tiene la mayor demanda de aire.
- ✓ Se debe de cambiar la secuencia de encendido de los compresores a la tercera secuencia porque en ella tenemos el menor número de horas prendidas las cinco compresoras para cargar la red de aire.
- ✓ La demora en la carga de la presión en el red de aire se debe a que en interior mina se tiene abierta las válvulas de aire para la ventilación, se debería pensar en la construcción de chimeneas y que los tajos se comuniquen a estas para evitar el uso de aire comprimido para la ventilación.
- ✓ Se realizo una prueba para determinar la eficiencia de los purgadores automáticos comparados cuando funcionan en forma manual, dando como resultado que los purgadores trabajando en forma automática o manual no tienen diferencia.
- ✓ Los compresores eléctricos eliminan casi toda el agua que absorben, caso contrarios ocurre con las compresoras diesel, esto se comprueba con la cantidad de agua captado en los purgadores se ve afectado por un incremento del volumen de agua captado en el momento que las compresoras diesel funcionan, esto se debe a que estas no tienen un sistema de refrigeración y no eliminan el agua.

- ✓ El material que es utilizado para relleno esta compuesto por arena y relave, en proporción de variadas dependiendo de la zona donde se va rellenar, las partículas de mayor tamaño son de ½”.
- ✓ El relleno se considera como compacto porque tiene una compacidad de 63%.
- ✓ La velocidad de percolación nos asegura que no tendremos el fenómeno de embalse ni tampoco el fenómeno de embudo, ya que ambos fenómenos son perjudiciales para un relleno, además esto asegura que el relleno estará seco rápidamente.
- ✓ Se demora en estar seco alrededor de 3 días.
- ✓ El alto porcentaje de sólidos hace que el relleno alcance densidades altas y además que el tiempo que secado sea menor.
- ✓ Actualmente se rellena 11000 metros cúbicos mensuales los cuales cubren la explotación y un porcentaje de los vacíos dejados interiormente, pero es necesario incrementar el volumen de relleno para poder cubrir este pasivo.

9 BIBLIOGRAFIA.

- | | | |
|------------------------|--|----|
| 1.-ARAUZO GALLARDO L. | “GEOMECANICA APLICADA
SOSTENIMIENTO ACTIVO” | EN |
| 2.-R. CABRERA (2003) | “INFORMES INTERNOS DE
MECANICA DE ROCAS” | |
| 3.-MC GRAW-HILL | EXCAVACIONES SUBTERRANEAS EN
ROCA | |
| 4.-V.H.CHAVEZ | INFORME DE USO DE PERNOS
Y MALLA EN TAJOS. | |
| 5.-R. BENAVIDES GANOZA | EXPLOTACION SUBTERRANEA | |
| 6.-R. MEZA SALCEDO | PERFORACION Y VOLADURA | |
| 7.-EXSA | “MANUAL DE VOLADURA” | |