

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA MINERA Y
METALÚRGICA**



EXCAVACION DE CHIMENEAS CON EQUIPO RAISE CLIMBER

INFORME DE SUFICIENCIA

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

PRESENTADO POR:

HUGO GRANADOS HUAYTALLA

LIMA – PERÚ

2010

A mi querida madre, que con su
ejemplo me enseñó amar

AGRADECIMIENTO

A mis asesores Ing. Pedro Tinoco y Hernán Flores, con su paciencia y sabiduría me guiaron en la realización de este informe, a la Ing. Carmen Mattos por el apoyo a los alumnos del curso de actualización para sacar el título profesional, y al Ing. Hugo Cordova que me dio la oportunidad de laborar en la empresa especializada en “Raise Climber” y la constante dirección.

INDICE

CAPITULO I

1.1 Planteamiento del Problema	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivos Generales	2
1.2.2 Objetivos específicos	2

CAPITULO II

2. ASPECTOS GENERALES

2.1.Ubicación y Acceso.	3
2.2.Características del Yacimiento	4
2.3.Producción	4
2.4.Métodos de Explotación	5

CAPITULO III

3. MARCO TEORICO: MÉTODOS DE EJECUCIÓN DE CHIMENEAS

3.1.Método Raise Climber	6
3.2.Método convencional dos compartimientos	12
3.3.Método tipo Taladros Largos	13
3.4.Método tipo PEM	16
3.5.Método Perforación Rotativa "Raise Boring"	19
3.6.Método de la Jaula Jora	26
3.7.Comparación de los métodos	27

INDICE

CAPITULO I

1.1 Planteamiento del Problema	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivos Generales	2
1.2.2 Objetivos específicos	2

CAPITULO II

2. ASPECTOS GENERALES

2.1.Ubicación y Acceso.	3
2.2.Características del Yacimiento	4
2.3.Producción	4
2.4.Métodos de Explotación	5

CAPITULO III

3. MARCO TEORICO: MÉTODOS DE EJECUCIÓN DE CHIMENEAS

3.1.Método Raise Climber	6
3.2.Método convencional dos compartimientos	12
3.3.Método tipo Taladros Largos	13
3.4.Método tipo PEM	16
3.5.Método Perforación Rotativa "Raise Boring"	19
3.6.Método de la Jaula Jora	26
3.7.Comparación de los métodos	27

CAPITULO IV

4. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y ESTABLECIMIENTOS DE ESTANDARES RAISE CLIMBER

4.1.Introducción	32
4.2.Jaula Trepadora	34
4.3.Jaula de Servicio	34
4.4.Jaula Principal	36
4.5.Freno de Emergencia	39
4.6.Rieles	41
4.7.Pernos de expansión	42
4.8.Sincronización	43
4.9.Central de control de Aire y Agua	43
4.10.Carretes de Cable Eléctrico	44

CAPITULO V

5. DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE EQUIPO RAISE CLIMBER

5.1.Propósito	45
5.2.Alcance	45
5.3.Referencia	46
5.3.1.Manual de Operaciones para Equipos Alimak	46
5.3.1.1.Introducción	46
5.3.1.2.Manual de Operaciones	46
5.3.1.2.1.Operador	46
5.3.1.2.2.Instrucción de Operación	49
5.3.2.Revisión y Mantenimiento	50
5.3.2.1.Diariamente	50
5.3.2.2.Semanalmente	51
5.3.2.3.Mensualmente	52

5.4. Definiciones	52
5.5. Responsabilidades	53
5.6. Recursos	54
5.7. Requerimiento del producto y proceso	55
5.8. Sistema de seguridad de la Jaula trepadora "Raise Climber"	58
5.9. Procedimiento constructivo General	59
5.9.1. Procedimiento de Perforación en Chimeneas "Raise Climber"	63
5.9.2. Formatos de Control	67

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

Lista de Tablas

Tabla 1 Métodos de explotación de Uchucchacua

Tabla 1 Dimensiones de la cámara

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1 Ciclo de operación con el método PEM

Ilustración 2 La columna de perforación del Raise Boring

Ilustración 3 Diseño de la cámara para el equipo Raise Boring

Ilustración 4 Ciclo de operación del Raise Boring

Ilustración 5 Métodos para excavar chimeneas

Ilustración 6 Avance por guardia de los diferentes métodos

Ilustración 7 Costo por metro de los métodos

Ilustración 8 Diagrama donde se muestra horas trabajadas por metro de chimenea según la altura

Ilustración 9 Diagrama de costos de chimenea por metro en función a la altura

Ilustración 10 De la eficiencia en función de la altura, hombres por guardia

Ilustración 9 Del equipo "Raise Climber" en operación

Ilustración 10 Jaula de servicio

Ilustración 11 Piñones

Ilustración 12 Tambora de freno del GA 5

Ilustración 13 Freno GA 5

Ilustración 14 Se muestra los rieles

Ilustración 15 Válvula múltiple

Ilustración 16 Carretes de cable eléctrico

CAPITULO I

1.1 Planteamiento de Problema

En los trabajos de preparación de chimeneas tenemos los métodos mecanizados, semi mecanizados y convencionales, entre los métodos semi mecanizados tenemos el "Raise Climber". Este método está tomando fuerza en la aplicación en nuestra minería peruana. Es el motivo que se resalta el interés de tener al alcance información práctica para poder inspeccionar, operar e implementar dicho método. Es de vital importancia tener presente el aspecto de seguridad enfocado en la parte mecánica y en la operatividad del equipo, se necesita tener información disponible en cuanto a estándares de trabajo seguro, manuales de operación del equipo. Es muy escasa la información que se tiene con respecto a operación del equipo, es por tal motivo considero que el presente trabajo contribuya a la correcta y segura implementación del método.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Tener información del proceso constructivo de chimeneas utilizando este método.

1.2.2 Objetivo específico

Estandarizar los manuales para el caso práctico en la construcción de chimeneas con equipo "Raise Climber" de la mina Uchucchacua a Cargo de la EE. SUBTERRANEA MINERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC, de acuerdo a nuestra realidad técnico económica.

CAPITULO II

2. ASPECTOS GENERALES

UNIDAD MINERA DE UCHUCCHACUA

2.1.Ubicación y Acceso.

Las minas de uchucchacua están ubicadas en las vertientes occidentales de los Andes y pertenecen al distrito y provincia de Oyón del departamento de Lima. Se encuentra al rededor de las coordenadas 10°36'34" latitud sur y 76°50'56" longitud Oeste. La altura oscila entre 4,300 a 5,000 m.s.n.m. se encuentra aproximadamente en línea recta a 180 km. de la ciudad de Lima.

Tiene dos vías de acceso:

Lima – Huacho – Sayán - Churín - Uchucchacua = 322 Km

Lima - La Oroya - Cerro de Pasco - Uchucchacua = 340 Km

2.2.Características del Yacimiento

Uchucchacua es un yacimiento hidrotermal epigenético del tipo relleno de fracturas (vetas) y reemplazamientos (cuerpos); el área mineralizada reconocida tiene 1.5 Km. de largo y 1.4 Km. de ancho. Todas las estructuras están reemplazadas en rocas sedimentarias del cretáceo inferior, donde las vetas tienen un ancho promedio de 1.5 mts; con esporádicos clavos de 3 a 5mts de potencia, y los cuerpos tienen un ancho promedio de 6 a 10 Mts de potencia donde las características de relleno y reemplazo presentan una configuración geométrica muy irregular con presencia de caballos o roca estéril englobado por mineral económico, el cual hace muy complejo su explotación y control de dilución.

2.3.Producción

La mina se trabajo en su totalidad por el sistema subterráneo y la producción actual es de 3000 TCS/día (90 000 TCS/mes), con 13 Oz Ag.

2.4.Métodos de Explotación

Dada las características del yacimiento muy variado (vetas y cuerpos muy irregulares), el sistema de explotación más predominante es el de “Corte y Relleno Ascendente Mecanizado” por ser este, un sistema selectivo y adecuado por el tipo de yacimiento antes mencionado (irregular e inestable). En algunas aéreas de la mina (vetas) aplicamos el método de “*Shrinkage convencional*” y el sistema de Explotación por subniveles en cuerpos y en vetas angostas distribuidas de la siguiente manera.

Corte y Relleno Ascendente	57510	TCS/mes	63.9%
<i>Shrinkage</i>	18000	"	20.0%
<i>Sub Leven Stopping</i>	14490	"	16.1%
TOTAL	90000	TCS/mes	100.0%

Tabla 1 . Métodos utilizados e Uchucchacua

CAPITULO III

3. MARCO TEORICO: METODOS DE EJECUCIÓN DE CHIMENEAS

Duramente muchos años se ha podido observar una revolución en los métodos de desarrollar chimeneas. Lo que era un trabajo lento y peligroso se hace hoy día más rápido, seguro y con menos costo por métodos mecánicos, por ejemplo el “Raise Climber”, “Long Hole Raising ” y el “Raise Boring”.

Las minas necesitan una red compleja de comunicaciones verticales, para la ventilación, caminos y servicios etc. A continuación se describirá algunos métodos.

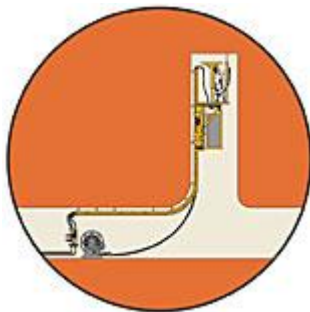
3.1.Método “Raise Climber”

El método “Raise Climber” fue desarrollo con la colaboración de la compañía Minera Boliden en 1957 y fue una de las técnicas más avanzadas que se emplearon en la ejecución de chimeneas en forma mecanizadas.

Este sistema emplea rieles como guías sobre el cual se desplaza los piñones que forma parte de un juego de transmisiones, estos se encargan de transportar una plataforma a lo largo del riel. Este riel se instala en la caja techo mediante pernos de expansión de diferentes medidas esto según el tipo de roca a atravesar. El equipo tiene un motor el cual puede ser neumático, eléctrico o diesel. Estos motores son maniobrados desde la jaula. La alimentación de estos motores son con mangueras de 1 ½” en el caso del motor neumático y con cables eléctricos en caso que el motor sea eléctrico.

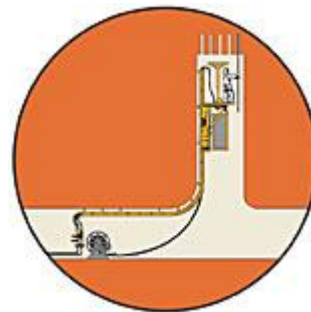
El aire y agua para la perforación se suministra por medio de tuberías que están acoplados en los rieles guía.

Ciclo de operación del equipo “Raise Climber”



[1] Perforación

La perforación se realiza desde la plataforma de trabajo del equipo, protegido con la guarda cabeza del equipo.



[2] Carguío de taladros

Una vez terminado la perforación de los taladros se procede al carguío de los explosivos.



[3] Voladura

El equipo Raise Climber es trasladado hasta la cámara para protegerlo de voladura, y este se realiza con fulminante eléctrico.



[4] Ventilación y regado

El sistema de ventilación consta de una línea de aire y agua (pulverizada) y el conducto es por los carriles.

DESCRIPCIÓN GENERAL

A. La plataforma de perforación es propulsada mediante un sistema de cremalleras y piñón a lo largo de un carril guía de diseño especial. El carril guía tiene una sección de 1,018 mm y 1,9980 mm de longitud que se ancla a la roca mediante pernos de expansión. Las secciones del carril incorpora un sistema de tuberías para el suministro de aire y agua para las perforadoras. Este sistema también ventila la chimenea después de la voladura.

B. Los componentes básicos de la plataforma Trepadora son:

- Unidad propulsora con piñones engranados en la cremalleras internas del carril guía, la propulsión puede ser neumática, eléctrica o diesel-hidráulica. Un elemento importante de la unidad es el freno centrífugo que limita la velocidad de la Plataforma Trepadora en descenso por gravedad.
 - Armazón con su conjunto de correderas de rodillos y su dispositivo de seguridad, que automáticamente frena la trepadora si la velocidad de descenso excede el límite predeterminado de seguridad.
 - Plataforma de trabajo que permite a los trabajadores realizar el armado del carril guía, perforar, carguío, desatado etc.
 - Techo protector que puede ser de operación manual o neumática.
 - Jaula para el transporte del personal en el descenso y ascenso.
- C. Tambor de enrollado automático de manguera o cable que funciona cuando la trepadora asciende o desciende (esto no es necesario para trepadora propulsada a diesel)
- D. Central múltiple con mando manual y automático que distribuye aire y agua para las perforadoras.
- E. Equipo telefónico y radios de comunicación.
- F. Bomba de alta presión de agua.
- G. Trepadora de servicio y emergencia, cuyo componente principales son básicos son principalmente como el ítem, B arriba, excepto la plataforma de trabajo.

Preparación de la cámara para el equipo "Raise Climber"

Las dimensiones que a continuación se detalla son las mínimas suficientes para la operación de nuestro equipo y la limpieza de la carga generada por la voladura.

Para la preparación de la cámara se toma en cuenta el sistema de evacuación del desmonte

Para la evacuación del desmonte producto de la roca volada, se llevara a cavo por la vía independiente a la del tránsito, cuando se utilize Scoop para la evacuación del material, en caso que se realice con nido se debe realizar con una tolva para ser evacuada con locomotora.

Tabla 2 Dimensiones de la cámara

Trepadora	Dim. Am (largo en mts.)	B (alto)	C (ancho)
STH-5L	8.5	Dependiendo de la sección de la chimenea y del tipo de limpieza o medidas del equipo que se encargara de la limpieza de la carga que se generar	Dependiendo de las dimensiones de la chimenea
STH-5E	8.5		
STH-5D	8.5		
STH-5L Alicab-5L	10.5		
STH-5E Alicab-5E	10.5		
STH-5D Alicab-5D	10.5		
STH-5LL	12		
STH-5EE	12		
STH-5DD	12		
STH-5LL Alicab-5LL	14.5		
STH-5EE Alicab-5E	14.5		
STH-5DD Alicab-5D	14.5		

3.2.Método convencional dos compartimientos

Este método, consiste en dividir la chimenea en dos partes o compartimientos por medio de una hilera de puntales, colocados a lo largo de la labor y en base de esto se colocan tablas para formar una pared intermedia dentro de la chimenea empleando como armazón los puntales. De esta manera se contaría con dos vías una de las cuales es empleada como receptora del material producto de los disparos y la otra se emplea para el acceso del personal, material, equipo y para las instalaciones de aire comprimido y agua.

En la vía de acceso o camino se coloca un tapón de madera cerca al tope, quedando de esta manera protegido el equipo que pudiera permanecer en la labor y al personal mientras se retire de la labor.

Como se puede comprender, durante el disparo se desprenderá gran cantidad de roca, que caerá al compartimiento designado como bolsillo; y una parte de este material caerá a la vía designada para el camino, y esto es de gran riesgo para el personal.

A esto se suma un segundo punto que es muy delicado el cual consiste en la acumulación de gases en la parte más alta de la labor, que para evacuarlos se tiene que emplear gran cantidad de aire comprimido o en su defecto un extractor.

El trabajo como se puede apreciar no es rápido y generalmente se emplea en chimeneas que tienen una longitud de 50 metros siendo muy raras las que sobrepasen esta longitud.

Con este método de excavación de chimeneas se puede realizar en forma vertical o inclinada, y tiene las siguientes características:

- Equipo empleado, perforadoras *stoper*.
- Avance con puntales.
- Perforación sobre plataforma de madera.
- compartimientos (acceso y pase de material).
- Voladura con: mecha simple, dinamita, fanel y *ignit-cord*, etc.

3.3.Método tipo Taladros Largos

DESARROLLO DE CHIMENEAS USANDO EL MÉTODO VCR

Teniendo en cuenta las consideraciones de las pruebas de *cráteres*, se plantea la ejecución de chimeneas usando el método VCR en la mina. En la excavación de la chimenea encontramos inconvenientes operacionales, desviaciones excesivas de los taladros, daño excesivo a labores cercanas y un peligro potencial de pérdidas por caída de personas.

Para fines del presente trabajo se describe las experiencias de excavación de chimenea, usando el método VCR en Consorcio Minero Horizonte de longitud 64m e inclinación 75° ejecutada con fines de echadero de sección 2m x 2m.

PERFORACIÓN

Una correcta perforación en este método V. C. R. es muy importante, por tanto se hace una breve discusión acerca de la desviación de los

taladros y sus posibles soluciones.

Influencia del diámetro, longitud e inclinación del taladro.

En voladura de los cráteres, la desviación del taladro es aceptable dentro de rangos que no deben superar 5 veces su diámetro. Esto indica que a mayor diámetro se hace menos crítica la exactitud en la perforación.

Aunque no es posible poner un límite absoluto en el largo de las chimeneas, la experiencia sugiere un máximo de 70 m., este rango va ligado fuertemente a la inclinación y se puede decir que a mayor inclinación, la longitud debe ser menor. Los rangos deben de estar entre 90° a 56° de la horizontal.

Debido a que la carga estática de la columna de barras producen una desviación de los taladros y está determinada en gran parte por la inclinación, y esta variable se transforma en un factor muy importante para poder seleccionar este método de excavación de chimeneas.

Operación

Varios son los factores que afectan el grado de exactitud de una perforación. Entre los cuales se pueden mencionar:

- **Empatado en terreno no compactado.**- Esto involucra un cierto error en el emboquillado, que se acostumbra a obviar en buena parte usando una losa de concreto para el empatado de los taladros.
- **Error en el rumbo y/o en la inclinación.**- Esto involucra un error topográfico o de posicionamiento, se puede corregir mediante un

procedimiento operacional estandarizado, como el que se describe a continuación:

- a. Instalarse según rumbo, inclinación y punto de empate.
- b. Instalar gatas de apoyo al techo y piso.
- c. Chequear nuevamente el rumbo, inclinación y punto de empate.
- d. Si está bien empatado continuar, de lo contrario volver al paso b.
- e. Se prepara un piso competente para el correcto empatado.
- f. Una vez perforado el taladro, se debe chequear la medida y tapar la boca del taladro.
- g.

Equipo utilizado.

Mustang A-32 (DTH) Atlas Coopco

- Peso estimado: 4 880 Kg.
- Motor Eléctrico Velocidad de traslado: 2,2 Km. /HR.
- Pendiente máxima : 35%
- Torque de rotación: 388 – 600 Nm
- *Pull down* 150 – 200 bar Velocidad de rotación 45 - 92 RPM.

VOLADURA

Los aspectos más importantes son la técnica de taqueo y la secuencia de salida.

Operación del taqueado.

El taco inferior.- Este no debe exceder el Bo (burden óptimo), de lo contrario, se puede producir una de las siguientes situaciones:

- El taladro "sopla" perdiendo avance, al mismo tiempo que el sello superior se compacta tapando los taladros, esto ocasiona para la perforación graves problemas operacionales.
- Se producen daños en el collar y una sobre excavación en el piso que dificulta la operación normal de voladura.

Taco superior.- La falta de taco superior influye negativamente ya que no permite un buen confinamiento de la carga explosiva así como una transmisión no deseada de la onda de choque hacia el nivel superior, produciendo daño y fracturamiento en el collar de la chimenea.

3.4.Método tipo PEM

Este método, se diferencia del anterior por ser más económico y de mejor eficiencia, pues ya no utiliza una pared intermedia.

Se utiliza barras de acero, que se colocan empleando grilletes acopladores (ver figura adjunta); las barras de acero se colocan en taladros hechos en las cajas (techo y piso) ; estas barras están distanciadas unas de otras por dos metros de distancia, y el personal emplea escaleras de acero apoyadas por medio de grampas a las barras ya antes mencionado .

Antes de que se inicie la perforación el personal instalará la plataforma de fierro que está diseñada para resistir un peso igual a once veces la que debiera soportar. Según la necesidad ésta se instala cerca al tope, la que le servirá como piso de apoyo para las operaciones de trabajo.

Este sistema es uno de los más baratos de los no mecanizados .pero su eficiencia es relativamente baja.

También podemos apreciar que en lo referente a seguridad es un poco más riesgoso que el método anterior descrito, por las rocas que estuvieran a punto de desprenderse, sería difícil de identificarla y eliminar dicho peligro por parte del personal, por no tener ergonomía para realizar dicho trabajo y sin protección alguna como en el caso de dos compartimentos tal como exige nuestro Reglamento de Minería.

Es un método innovado de gran aplicación para desarrollar chimeneas, a un bajo costo. Las características de diseño son los siguientes.

- Para chimeneas de mayor altura, el desarrollo es en “H” cuyo procedimiento debe de hacerse comunicando subniveles cada 20 metros y una adecuada ventilación auxiliar
- El diseño específico en rocas encajonantes para el uso en: Ore Pass, Waste Pass, pilotos o piques o inclinadas, chimeneas de preparación sobre vetas, ventilación, servicios, drenajes, arranques en voladura de gran volumen, etc.

- Considerar rocas en RQD mínimo de 60, cuya equivalencia con el Q de Barton es de 6.91, que en la tabla del macizo rocoso presenta una calidad de roca regular a buena.
- El diámetro máximo recomendable de la chimenea debe ser 2.40 metros, con inclinaciones no mayores a 75°.

Características del PEM:

- Peso liviano
- Transporte ligero
- Fácil instalación
- Opera en espacios confinados
- Desmontaje inmediato
- Recuperable

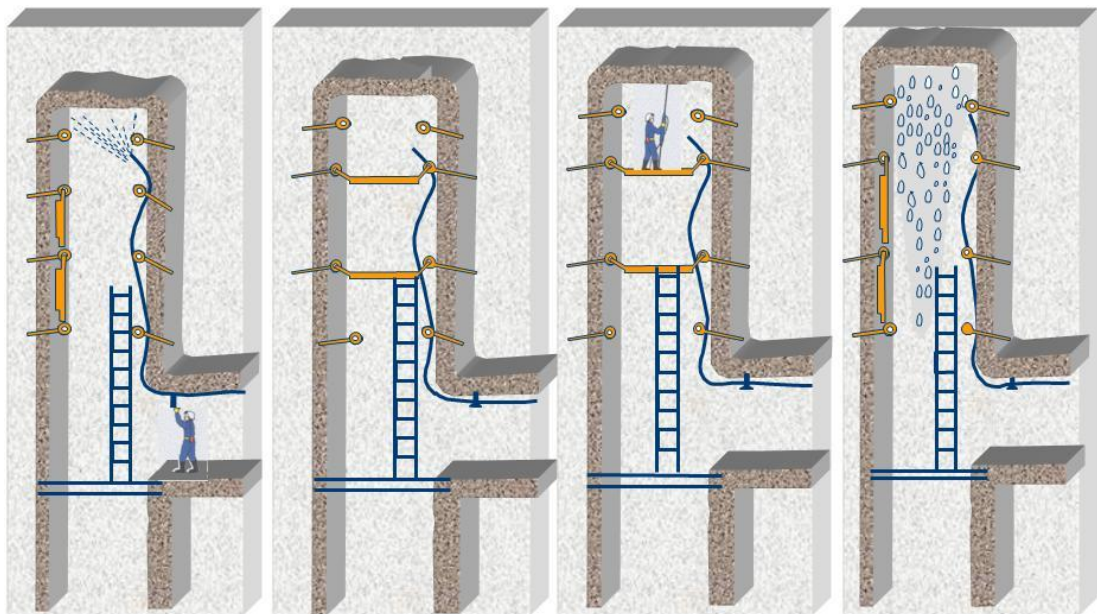


Ilustración 1 Ciclo de operación con el método PEM

3.5.Método Perforación Rotativa “*Raise Boring*”

La perforación de chimeneas con este equipo es una operación moderna, ampliamente utilizada en el sector minero y en el sector de obras Hidroeléctricas. Mediante este método se pueden construir chimeneas verticales o inclinadas entre dos niveles diferentes.

APLICACIONES

La perforación *Raise Boring* está siendo ampliamente utilizada tanto en minería como en proyectos civiles. Entre las principales aplicaciones en minería podemos mencionar:

- Circuitos de Ventilación
- Transferencia de material (*Ore Pass, Fill Pass*)
- Chimeneas de Servicio (aire, agua, energía etc.)
- Acceso de Personal.

Entre las principales aplicaciones en proyectos civiles podemos mencionar las siguientes:

- Líneas de caídas de agua en proyectos hidroeléctricos.
- Chimeneas de Equilibrio en proyectos hidroeléctricos.
- Almacenamiento de petróleo o desechos nucleares.
- Acceso de equipo diverso como cables, tubos, etc.
- Ventilación en chimeneas largos.

1. La máquina *Raise Boring* que consta de las siguientes partes:
 - Soporte inferior (mainframe)
 - Columnas guías
 - Soporte superior (headframe)
 - Cilindros hidráulicos (hidráulica cylinders)
 - Sistema de transmisión (drive train)
2. Unidad de Potencia
3. Unidad de lubricación
4. Unidad Eléctrica
5. Unidad de Control

COLUMNA DE PERFORACIÓN

Está formada por los elementos que permiten, durante la perforación del taladro piloto, conectar la máquina *Raise Boring* con el elemento de corte de la roca, y tiene como función principal transmitir las fuerzas de empuje y de rotación desde la máquina *Raise Boring* hasta la broca piloto. La columna de perforación está formada por elementos de acero cilíndricos huecos en su parte central para permitir el paso de aire y agua de la máquina *Raise Boring* hasta la broca piloto, obteniendo enfriamiento y limpieza de detritos durante la perforación del taladro piloto. Consta de los siguientes elementos:

- La Broca piloto
- *Bit Roller*

- Tubos estabilizadores
- Tubos de perforación

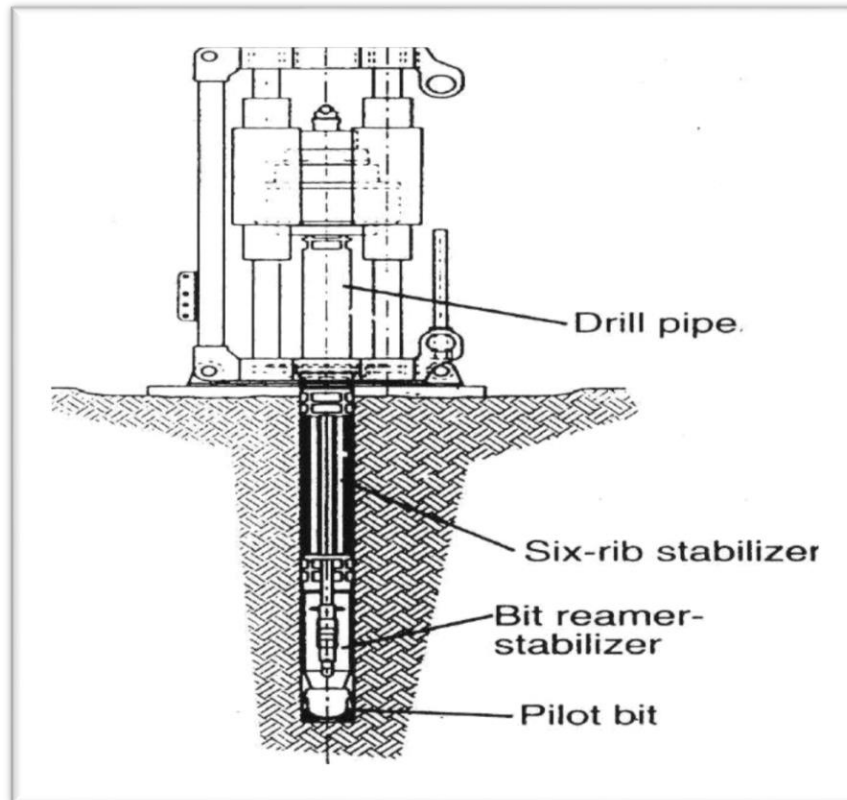


Ilustración 2 La columna de perforación del Raise Boring

CABEZA RIMADORA

La cabeza de corte es un elemento que permite, durante la operación de rimado, aumentar el diámetro del taladro piloto al diámetro final requerido. Por esta razón a las cabezas rimadoras se les denomina por su diámetro: 5' (1.52m), 6' 1.83m), 7' (2.13m), 8' (2.44m), 9' (2.74m), 10' (3.05m), 12' (3.65m), 14' (4.27m) y 16' (4.88m).

La cabeza rimadora está formada por los siguientes elementos:

- La base metálica
- Cortadores de roca
- El tallo

PREPARACIÓN DE LA CAMARA DE TRABAJO

Previamente a la preparación de la cámara de trabajo se debe contar, con la debida anticipación, de lo siguiente:

- **Información Geológica.-** a través de un plano que muestre el tipo de roca que se encontrará a lo largo de la sección a perforar. Esta información es muy importante para verificar que la zona a excavar no presente fallas ni mayores fracturas.
- **Información Topográfica.-** contar con un plano que muestre la posición del punto de inicio de la perforación en el nivel superior y la posición del punto final de la perforación en el nivel inferior, la longitud total a perforar, el ángulo de inclinación correspondiente y el diámetro de la sección a perforar.

La preparación de la cámara de trabajo se inicia con un plano de la posición del equipo de perforación *Raise Boring*, el cual se debe elaborar considerando los siguientes aspectos:

- El montaje a utilizar.
- Máquina *Raise Boring* al término de la perforación.
- Sistema de barrido de los detritos.

- Almacenamiento de los tubos de perforación.
- Altura de la cámara de trabajo.
- Área total requerida para el equipo de perforación.
- Disposición de cables para la energía.
- Disposición para tuberías de aire y agua.
- Ventilación.

Una vez que se ha completado el plano de la disposición del equipo de perforación *Raise Boring*, éste debe mostrar el largo, el ancho y la altura requeridos para la cámara de trabajo, procediendo luego su construcción con la supervisión del área de topografía.

Construcción de la cámara para la cabeza rimadora esta debe permitir el retiro de la broca piloto y el *Bit Roller* y luego la instalación de la cabeza rimadora en la columna de perforación.

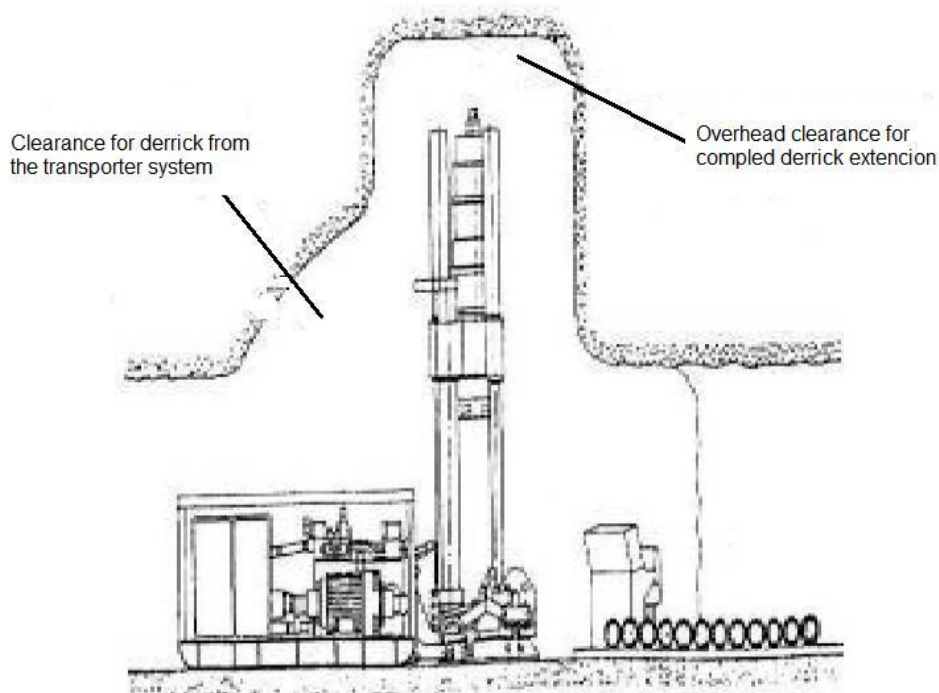


Ilustración 3 Diseño de la cámara para el equipo *Raise Boring*

OPERACIÓN DEL EQUIPO *RAISE BORING*

En las operaciones de *Raise Boring*, la máquina es ubicada en superficie o en el nivel superior de los dos niveles a ser conectados. En la operación del equipo existen dos etapas bien definidas que son las siguientes:

1. Operación de Piloteado

Durante la primera operación un taladro piloto es perforado en dirección descendente hacia el nivel inferior. Este movimiento se logra introduciendo poco a poco la columna de perforación. Para esto se ensambla primero la broca piloto en el *Bit Roller*, luego éste último es conectado con la máquina *Raise Boring*, la que procede a perforar la roca hacia abajo, una vez que se va introduciendo el *Bit Roller* junto con la broca piloto, se continúa con la perforación hacia abajo, conectando luego los tubos de perforación. La cantidad de tubos estabilizadores y de perforación dependerá de la longitud del taladro piloto.

Durante la operación de piloteado, el aire y agua son introducidos en forma descendente por la máquina *Raise Boring* dentro de los tubos llegando hasta la broca piloto, la cual lo expulsa a través de sus orificios o puertos de salida, luego la roca triturada es evacuada junto con el agua o con el aire que suben entre la pared exterior de los tubos y la pared interna del taladro piloto que se va perforando.

2. Operación de Rimado

Una vez que la broca piloto llega al nivel inferior (comunicar), se retira el *Bit Roller* y la broca piloto, para luego conectar la cabeza rimadora a la columna de perforación.

Después se procede a ampliar el diámetro del taladro piloto rompiendo la roca en dirección al nivel superior. Este movimiento ascendente se logra retirando, paulatinamente, del nivel superior, los tubos de la columna de perforación. La roca triturada por la cabeza rimadora va cayendo por la gravedad hacia el nivel inferior, en donde con ayuda de una máquina de movimiento de tierras es evacuada.

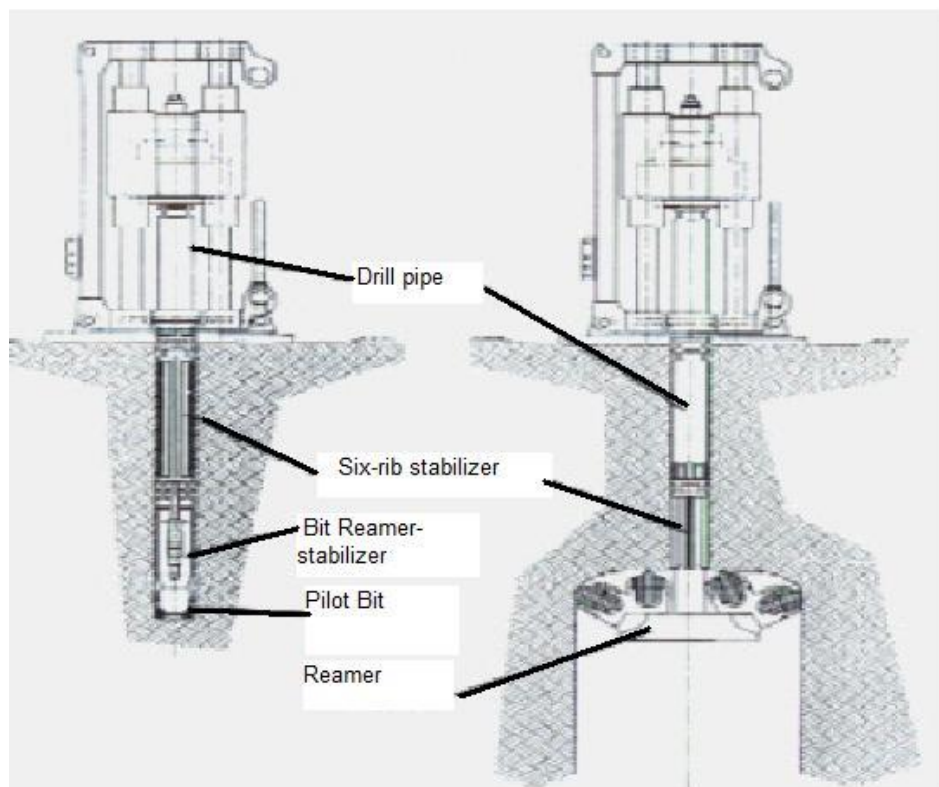


Ilustración 4 Ciclo de operación del Raise Boring

3.6. JAULA JORA

Esta máquina es fabricada por Atlas Copco y se aplica también a la excavación de chimeneas y piques, tanto verticales como inclinadas. La diferencia básica con el equipo "Raise Climber" es que se precisa la realización de un barreno piloto de un diámetro entre 75 y 100 mm por donde penetra el cable de elevación. Los principales componentes son la plataforma de trabajo, la jaula de transporte, el mecanismo de elevación y en chimeneas inclinadas el carril guía.

Durante la perforación, la plataforma se fija a los hastiales de la chimenea mediante un sistema de brazos telescópicos. El principal inconveniente de este método, frente al "Raise Climber", es la perforación del barreno piloto, pues del control de su desviación dependerá la longitud de la chimenea. El campo de aplicación práctico y económico se encuentra entre los 30 y 100 m.

En cada voladura es necesario desenganchar la jaula del cable de elevación, pues de lo contrario este último se dañaría durante las voladuras. El taladro piloto presenta las ventajas de servir de cara libre en la perforación de la malla, con los que se consiguen avances por disparo de unos 3 a 4 m. y de entrada de aire fresco.

COMPARACION DE METODOS

Realizamos una breve comparación de métodos, en diferentes aspectos los cuales podemos mencionar los siguientes: en seguridad, costos, eficiencia, ventajas y desventajas.

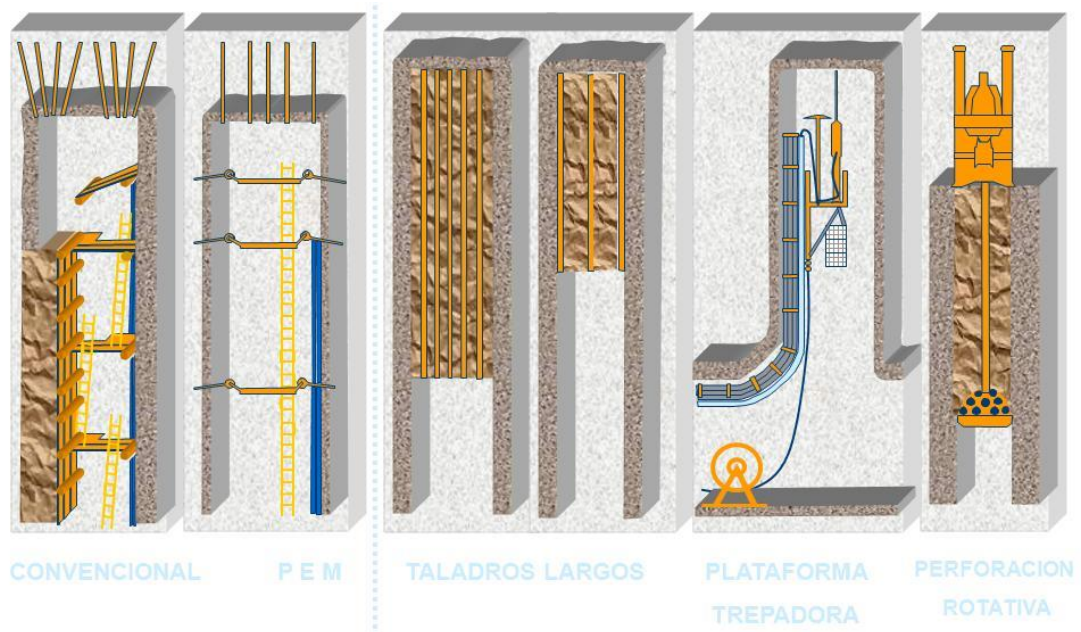


Ilustración 5 Métodos para excavar chimeneas

COSTOS

Entre los métodos desarrollados podemos ver lo siguiente: el método tipo PEM requiere una inversión inicial baja, y el método más costoso es el Raise Boring y de inversión alta, en la Ilustración 6 el avance por guardia por cada método.

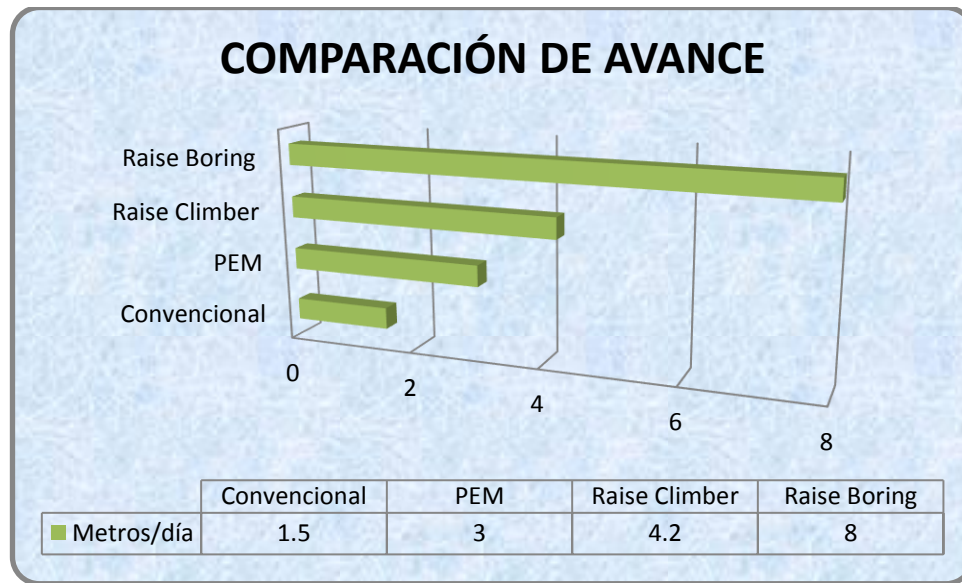


Ilustración 6 Avance por guardia de los diferentes métodos

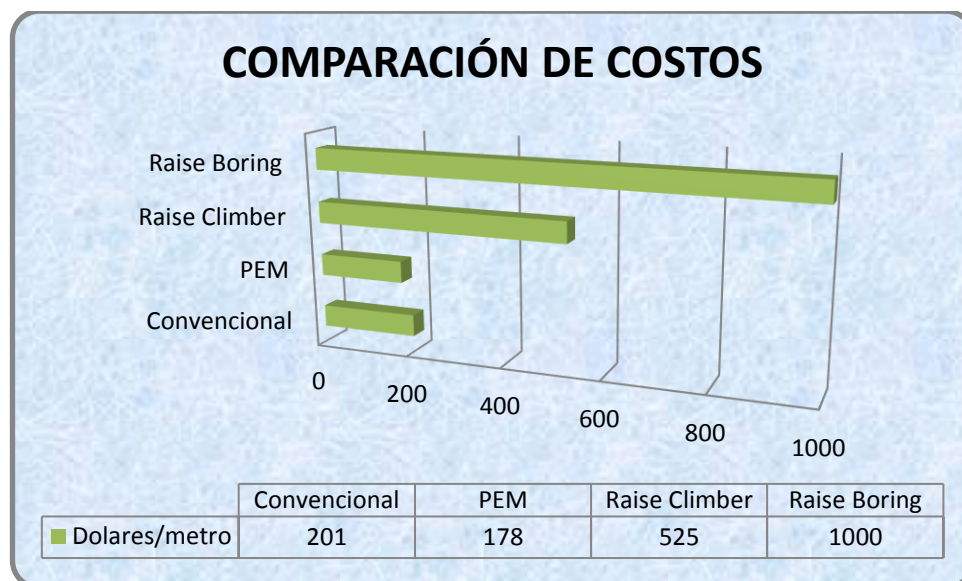


Ilustración 7 Costo por metro de los métodos

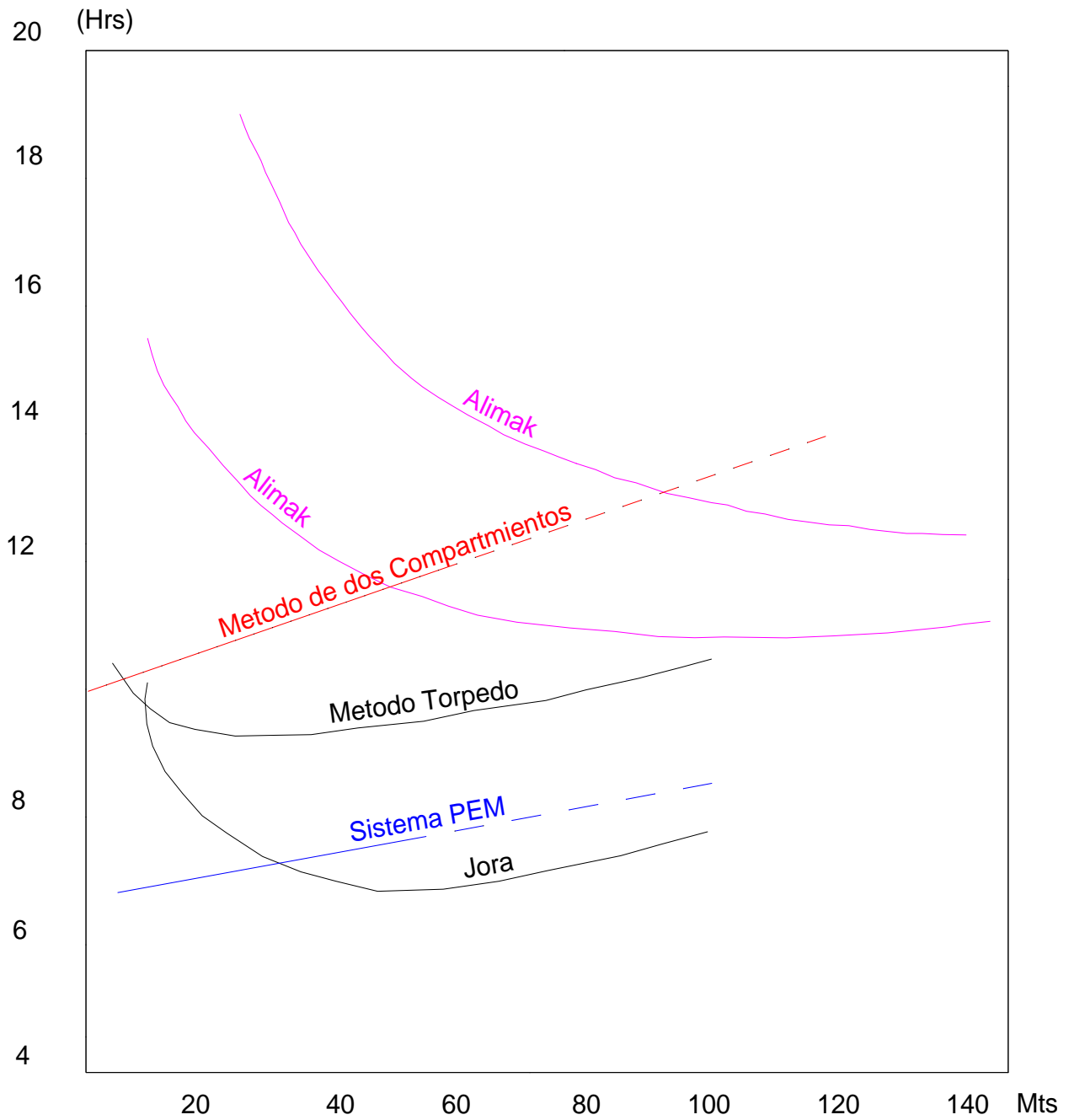


Ilustración 8 Diagrama donde se muestra horas trabajadas por metro de chimenea según la altura

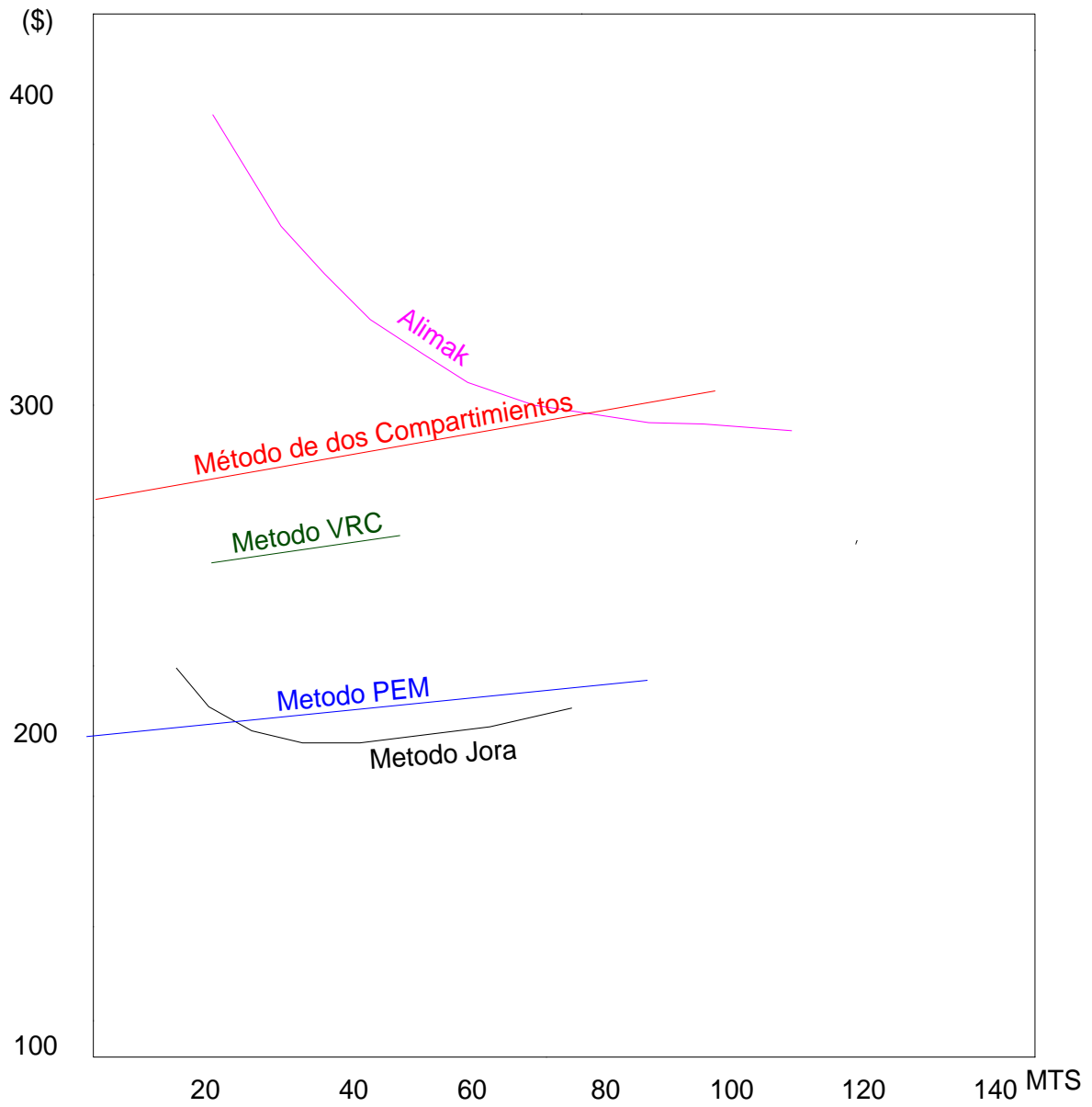


Ilustración 9 Diagrama de costos de chimenea por metro en función a la altura

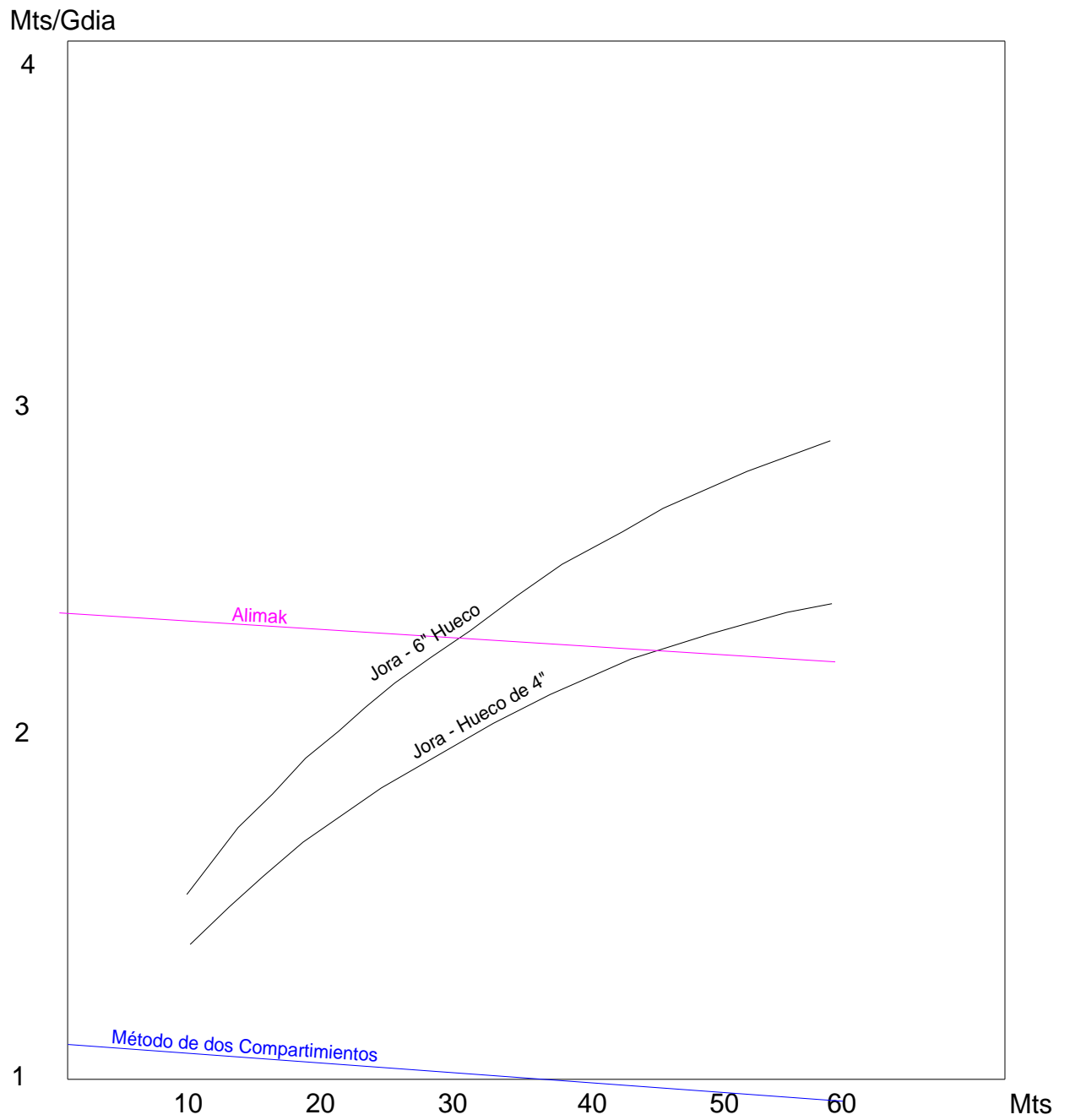


Ilustración 10 De la eficiencia en función de la altura, hombres por guardia

CAPITULO IV

4. DESCRIPCIÓN Y ESTABLECER LOS ESTANDARES DEL EQUIPO “RAISE CLIMBER”

4.1.Introducción

Para la seguridad, en el proceso de construcción de la chimeneas, se debe conocer las partes del equipo, su cuidado y tener en claro que las inspecciones y estandarización de los parámetros son muy importantes. Esta se realiza con la siguiente frecuencia: en forma semanal, mensual. Estas son inspecciones programadas que se realizan con un comité multidisciplinario donde participan el área de mantenimiento mecánico, eléctrico, seguridad, mina y la contratista. Este comité evalúa y todos ellos deben tener conocimiento y manejar los formatos adecuados que se implementarán en los trabajos. En éstas se debe contemplar aspectos como las condiciones en que se encuentran trabajando el equipo, la parte mecánica y la gestión de seguridad, dando visto bueno para detener los

trabajos y levantar las observaciones o continuar con los trabajos de excavación de la chimenea.

- Evaluar el estado actual de la jaula trepadora de propiedad de SUBTERRANEA MINERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC *in situ*.
- Capacitar al personal de mantenimiento, operadores y electricistas encargados de la operación y mantenimiento del equipo.
- Determinar posibles causas del bajo rendimiento de la jaula trepadora.



Ilustración 9 Del equipo “Raise Climber” en operación

2.1.Jaula Trepadora

La jaula trepadora es una plataforma de trabajo. Cuenta con un conjunto de sistemas de frenos y transmisiones que permiten a los operadores poder trabajar sin problema sobre la plataforma, también sirven para regular la velocidad de ascenso y descenso sin perjudicar la integridad de éstos.

No se debería de trabajar cuando algún componente se encuentra gastado, tales como frenos, unidad de transmisión, rodillos y, especialmente, no se deben colocar rieles gastados, pues crea inestabilidad en el equipo. Por eso son importantes las inspecciones frecuentes para tener el equipo en buenas condiciones de operación.

A continuación se detalla los estándares que debe cumplir una jaula trepadora, verificando todos sus componentes.

2.1.Jaula de Servicio

Esta jaula cuenta con el equipo necesario para poder moverse, ya que su función principal es de rescate. Debe contar con un sistema de transmisión y motor el cual puede ser eléctrico, neumático o diesel. Es más liviana por lo tanto tiene mayor velocidad en caso ocurra un accidente.

La caja de transmisión de la jaula de servicio debe encontrarse en buenas condiciones y no debe haber desgaste en el diente de la corona.

La medida de un diente nuevo es de 2.8mm y del mínimo para reemplazar es de 1.8mm. Se debe mantener un sello adecuado que no permita fuga de aceite.

Este equipo debe de contar como mínimo con dos sistemas de comunicación diferentes, por ejemplo radio, intercomunicador y timbre.

Para el uso en descenso con la jaula de servicio se recomienda frenar el equipo cada 10 a 15 metros; esto con la finalidad de evitar la aceleración del equipo y las fuerzas dinámicas.



Ilustración 10 Jaula de servicio

2.1.Jaula Principal

Cuenta con un freno de pie cuya función principal es evitar la aceleración del equipo y así eliminar las fuerzas dinámicas que pudieran generarse al momento de descender con el equipo.

Cuenta con un motor eléctrico el cual genera una energía mecánica que es acoplada con un sistema de zapatas a la transmisión. Estas zapatas cuentan con resortes, los cuales permiten la fricción con el tambor de la transmisión, de esa manera se pone en movimiento la transmisión.

El freno de mano sirve como freno de estacionamiento. Esto nos da seguridad a la hora de estacionarnos para realizar los trabajos de perforación. Es recomendable que se realice la inspección periódicamente revisando la medida de las zapatas para el buen funcionamiento.

En el freno centrífugo inferior del motor las zapatas deben encontrarse secas, sin huellas de humedad. Este freno se activa cuando el equipo va descendiendo. Se sugiere calibrar la luz de los yugos de este acoplamiento ya que este freno es el que debe actuar simultáneamente con el doble freno centrífugo.

Se evaluó el doble freno centrífugo y se encontró que las zapatas del freno superior estaban gastadas, el tambor rayado y sucio; en cambio las zapatas del freno inferior estaban casi nuevas y el tambor sucio y con señales de oxidación. Esto debido a la calibración de luz entre el yugo y el cubo de cada acoplamiento. Por eso muchas veces sucede que el motor se detiene a media chimenea por tener mucha resistencia, o sea un freno se accionaba cuando subía la jaula.

El freno de mano de igual manera sirve para disminuir la velocidad de descenso así evitar la aceleración del equipo, ya que después de 10 o 15

metros del tope, al descender, recién se debe accionar el motor eléctrico para evitar el encendido del detonador cuando está en carga.

Los piñones de la caja de transmisión deben de estar en la medida recomendable, que es la nominal de 17.5 mm y el mínimo de 16mm. Es recomendable sincronizar de manera correcta los dos cubos de transmisión para tener un desgaste homogéneo entre los dos piñones.



Ilustración 11 Piñones

Se observaron los pines del riel de servicio y éstos no deben de estar ovalados. La forma correcta de los pines es redonda de esta manera se garantiza una buena transmisión de los piñones.

Estos pines tienen unas especificaciones propias de fabricación. Tienen una dureza de hasta 62 Rc. y no debe ser mayor porque si no se cristaliza. Los piñones tienen una dureza de 52 a 54 con tratamiento superficial. Lo que la fábrica recomienda es que haya una diferencia menor de 10° entre el pin y el piñón. El eje para el freno de emergencia

tiene una dureza de 60 Rc, esta dureza le permite soportar a todo el equipo cuando ningún freno funciona.

Se procedió a evaluar el interior de las cajas de transmisión superior e inferior encontrándose en buen estado las coronas y los ejes sinfín.

Se chequeó el desgaste y la deformación del armazón en “U” con el gauge y se encontró que tenía una deformación de 168.6mm, estando en el rango aceptable ya que lo máximo permitido es 172mm.

Los rodillos pequeños tienen una medida de 71.4mm; se descartan cuando tienen una medida de 71mm.

Los rodillos grandes se encuentran en rangos aceptables. Lo que se debe observar es que los ejes de los rodillos no estén doblados y que estén bien engrasados. Se recomienda que cada tres días se engrase los rodillos.

Es importante que la jaula trepadora tenga un historial de eventos y cambios de repuestos realizados, como de las longitudes que va realizando. La vida de una jaula depende del mantenimiento que se realice con el equipo.



Ilustración 12 Tambora de freno del GA 5

2.1.Freno de Emergencia

Se realiza prueba del tacómetro para regular la velocidad límite de accionamiento (150-160 RPM). Se sugirió que sea el doble de la velocidad del piñón.

El freno de emergencia puede activarse no solo por velocidad sino también por efecto de la vibración. Se detalla algunas causas de su accionamiento:

- La junta de los rieles no está alineada haciendo saltar al pistón y activar el freno.
- Que los rodillos grandes no giren. Estén cementados y que su canastilla interior se haya gastado o roto haciendo que las bolas de rodamiento se unan y por lo tanto se crea la excentricidad, haciendo que el piñón vibre y por lo tanto se active el freno de emergencia. Y si el freno de emergencia no está reseteado entonces se caerá el equipo.

Es muy importante que los frenos de la jaula trepadora estén operativos, y entre ellos el freno de emergencia, que es el más importante. Si este freno no está en buenas condiciones es mejor que el equipo no funcione hasta que sea reparado o reemplazado el freno de emergencia (Safety Device)



Ilustración 13 Freno GA 5

Se tiene un cuaderno de reporte de cada freno de emergencia, donde se detalle cada vez que el freno se active y las causas que motive cada accionamiento.

El freno de emergencia de la jaula de servicio no debe encontrarse rígido. Este freno uno lo puede hacer girar manualmente, pero por una falta de mantenimiento se pone fijo. Los dientes que sirven de mordaza no deben de estar gastados. Estos dientes son los que muerden al riel para que se detenga la jaula.

2.1.Rieles

Los rieles de la estación en la mina no deben encontrarse con lodo seco y/o piedrecillas. La presencia de cemento en el riel crea más fricción, incrementando el amperaje al arranque de la jaula, además la desincronización de la caja de transmisión.

También se debe observar que los pines no se encuentren ovalados, tanto de la riel de servicio y rieles de avance. Estos rieles producirán el desgaste prematuro de los piñones y, si estos no son originales, se desgastarán con mayor rapidez. Los pines ovalados crean más fricción, lo que hará que el motor eléctrico en la parte vertical se detenga por encontrar mayor resistencia. Se recomienda para las siguientes chimeneas realizar una inspección completa de los rieles separando los rieles aceptables de los no aceptables y hacer una requisición de nuevos rieles.



Ilustración 14 Se muestra los rieles

Cuando se usan los rieles en zonas de roca suave se recomienda usar pernos de expansión de 47 pulgadas de longitud, y cada 40 metros usar pernos de expansión de 62 pulgadas, esto con la finalidad de dar una

mayor rigidez al equipo y evitar el balanceo de la jaula cuando está en movimiento.

También se recomendó que cada 8 a 10 metros se colocara un riel de 1 metro y cada 20 metros colocar un riel de seguridad, esto con la finalidad de colocar más pernos de expansión.

Se mencionó que cuando se empalme los rieles y estos no tengan alineamiento en la vía del rodillo (guide roller), de preferencia se coloque el riel de mayor ancho en la parte superior y así el piñón cuando descienda no afectará al equipo.

Es recomendable que solo haya una distancia máxima de 3" entre la braqueta y la pared o techo, cuando se colocan los rieles, esto para evitar que no tenga demasiado espaciamiento el perno de expansión, ya que lo expone a que se doble o dañe por causa de las rocas.

2.1.Pernos de expansión

Otro factor que crea la desestabilización del equipo es hacer demasiado grande los agujeros para los pernos de expansión. Se recomienda que apenas haya una diferencia de 1/8" o 3/16" entre el perno y el agujero a fin de que no se abra demasiado la garra del tubo de expansión.

2.1.Sincronización

Una mala sincronización de la unidad de transmisión de la jaula principal causa que la jaula se apoyará más en un piñón que en el otro,

desgastándolo prematuramente, poniendo en riesgo la integridad del equipo y del personal usuario. Se enseña al personal presente a sincronizar correctamente. Una buena sincronización está en función del estado de los pines de los rieles.

2.1. Central de control de Aire y Agua

Esta central múltiple sirve para controlar el aire y el agua usada para la perforación de la roca. Se tiene un manómetro donde podemos controlar a presión del aire que impulsa al equipo cuando se tenga un motor neumático.



Ilustración 15 Válvula múltiple

2.1. Carretes de Cable Eléctrico

Los cables se deben encontrar en buenas condiciones al igual que los carretes, salvo que estos tengan amortiguadores para el balanceo del cable cuando está en movimiento.



Ilustración 16 Carretes de cable eléctrico

CAPITULO V

5. DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE EQUIPO “RAISE CLIMBER”

5.1. Propósito

Este documento tiene el propósito de describir el funcionamiento del equipo “Raise Climber” en los trabajos de excavación de chimenea que sean ejecutados de acuerdo a las políticas del Sistema de Control de Riesgos adoptado por EE SUBTERRANEA MINERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC, respetando las especificaciones técnicas del proyecto.

5.2. Alcance

Es aplicable a las actividades de planificación y control que se realice en la Obra de excavación de chimeneas de ventilación con equipo “Raise Climber” Diesel, Eléctrico y Neumático, con simple y doble transmisión.

5.3.Referencia

Tenemos como referencia lo siguiente:

5.3.1.Manual de Operaciones para Equipos Alimak

5.3.1.1.Introducción

Los estudios se realizaron con la empresa *EE SUBTERRÁNEA MINERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.*, dedicada exclusivamente a la construcción de chimeneas con jaulas trepadoras "RAISE CLIMBER", cuyo objetivo primordial es contar con un personal altamente calificado en la ejecución de chimeneas de gran longitud con menor riesgo; es decir, trabajar a gran altura, con seguridad, cumpliendo con los Sistemas de Gestión de Riesgos Internacionales, para el desarrollo de la Chimeneas entre 30m y 700m y con áreas entre 7m² y 14m² de sección y una inclinación de 90°.

5.3.1.2.Manual de Operaciones

Tenemos dos manuales, para capacitación continua de los nuevos trabajadores y también para la retroalimentación de los experimentados maestros, estos manuales se describirá en las siguientes líneas.

5.3.1.2.1.Operador

1. El operador es la persona autorizada para poner en funcionamiento la plataforma trepadora. Este deberá tener el

conocimiento necesario acerca del diseño, condiciones y accionamiento de la plataforma trepadora.

2. Deberá estar muy bien familiarizado con el funcionamiento de la trepadora, tanto en condiciones normales como en las emergencias, así como los instructivos aplicables de la trepadora y su equipo.

3. Tendrá conocimiento de los dispositivos de alarmas y señales con el trepador de seguridad y emergencia.

4. La trepadora no deberá utilizarse con una velocidad mayor que el máximo establecido (15 – 20 m/seg.) para el recorrido más largo, tampoco la carga deberá ser excesiva. No deberá utilizarse en contra de las prohibiciones aquí asentadas o en contra de los reglamentos para transporte de personal. Esto mismo es aplicable para el trepador de seguridad y emergencia.

5. El transporte de materiales deberá aplicarse de tal manera que los materiales no puedan lastimar a los pasajeros, caerse o tomarse en el paso de la trepadora.

6. Al estar excavando chimeneas con una plataforma trepadora, el método de ignición deberá ser tal que permita el encendido desde un sitio protegido. Si se utilizan detonadores eléctricos con una plataforma trepadora propulsada eléctricamente, estos deberán tener un factor de seguridad más elevado, según la recomendación de la Junta Sueca de Seguridad Industrial para la Industria Minera (Edición 1973), la cual recomienda detonadores del tipo VA, corriente de ignición mínima 1.3 Amp. el transporte de explosivos en la plataforma así como el

almacenamiento y manejo de los materiales en la jaula o plataforma de trabajo, se realizará de tal forma que no origine riesgos de explosión debido a daños mecánicos, fuego o ignición inadvertida de los detonadores eléctricos.

7. La jaula solamente se abordará o abandonará en un sitio protegido (subnivel y/o galería). Durante su conducción los pasajeros permanecerán en la jaula y el escotillo hacia la plataforma estará cerrado. La parte frontal y abisagrada de la plataforma se mantendrá levantada.

8. La inspección durante el ascenso, después de la voladura, se realizará una vez por día. El carril guía, con sus anclajes, especialmente los pernos de expansión, deberá ser inspeccionado y cualquier daño rectificarlo inmediatamente. Si hubiera daños severos a la tubería de carril se procederá con precaución, con respecto a la ventilación deficiente en la parte superior de la chimenea.

9. Los aumentos de carril guía y el emparejado de la chimenea solamente se llevaran a cabo bajo la protección del techo de seguridad, si la chimenea es vertical o inclinada hasta 60°. Si la chimenea es inclinada debajo de 60° y no se utiliza techo protector, el emparejado de las paredes y techo se hará gradualmente durante el ascenso.

10. Durante todo el trabajo sobre la plataforma se utilizará cinturón de seguridad con cable fijado a la plataforma o al techo protector. La sección bisagrada de la plataforma de trabajo se bajará sólo después de la labor de emparejado.

11. En el nivel inferior, el paso de la trepadora estará cercado de tal manera que nadie pueda ser golpeado por roca cayente u otros objetos, o lastimado por jaulas en movimiento. Deberá ser colocado un aviso que diga “Hombres Trabajando” o similar.
12. Durante cada turno se revisarán los elementos de fijación y el ajuste de los dispositivos de seguridad (GA – 5).

5.3.1.2.2.Instrucción de Operación

El operador está obligado a estudiar todas las instrucciones de operación y mantenimiento.

Antes de conducir la trepadora en ascenso, revise:

1. Fijación contra-corredera y reajuste de dispositivo de seguridad, piñones, correderas, armazón “U”, frenos, juntas atornilladas, equipo telefónico, herramientas, engrase, daños (repararlos de inmediato).
2. Cerciórese que la ventilación de la chimenea es satisfactoria.
3. Cargue a la trepadora el equipo necesario.
4. Durante el ascenso revise el carril guía y cerciórese que la trepadora no se atore en los muros de roca.
5. Asegúrese también, durante el ascenso, el buen funcionamiento del motor diesel.
6. Para descender baje siempre con el motor diesel encendido, desactive el freno de servicio, respete la velocidad permisible de descenso.

5.3.2.Revisión y Mantenimiento

La revisión, lubricación, reparación, etc. deberán llevarse a cabo solamente en sitios protegidos (sub. nivel):

5.3.2.1.Diariamente

a. Lave a presión, lodo, fragmentos de roca etc. de la trepadora y de la curva del carril de guía.

b. Revise:

- Que el montaje del dispositivo de seguridad y su contra corredera estén sin defectos.

- Que el dispositivo de seguridad está reajustado a la posición original.

- Que lleva en la trepadora por lo menos una contra corredera de repuesto para el dispositivo de seguridad y las herramientas necesarias.

c. Revise que las correderas en el armazón “U” y el conjunto de correderas están sin defecto. No se olvide de las correderas adentro del armazón en ‘U’.

d. Revise el equipo telefónico. Para el STH-5D deberá conectarse un cable de pruebas entre la trepadora y la caja eléctrica principal.

e. Revise que esté operativo el freno de servicio.

f. Lubrique. Revise fugas de aceite. Rellene si fuese necesario

g.

R

Revise que todas las instrucciones y aviso de peligro estén legibles y que el manual de instrucciones va en la trepadora.

5.3.2.2.Semanalmente

- a. Revise montajes, tornillos, tuercas, pasadores, etc.
- b. Revise las correderas de rodillos con respecto a desgaste. No deberá faltar ninguna corredera:
 - diámetro mínimo 71 nominal 72 milímetros
 - diámetro mínimo 123 nominal 124 milímetros
- c. Controlar el bastidor en 'U". Efectuar el control con una escuadra, la cual se coloca frente al engranaje sinfín inferior. Para controlar el engranaje sinfín superior, alinear entre la escuadra y una regla situada en la tapa del cojinete del engranaje superior. Si la flexión es superior a la permitida se corre el riesgo de que el piñón salga de la barra de espigas.
- d. Controlar la distancia entre los rodillos laterales. Esta no deberá ser superior a 175 mm.
- e. Revise el desgaste de los piñones (incluso del dispositivo de seguridad). Los piñones deberán reemplazarse cuando el grosor del diente se ha desgastado en 15 mm. Mídase el círculo de contacto. Utilice el calibrador (gauge) suministrado en la caja de herramientas. El reemplazo del piñón deberá llevarse a cabo en la sección de carril de servicio.
- f. Revise la torsión del drenaje del freno. Reemplace las zapatas cuando se hayan desgastado 3 mm.
- g. Revise los frenos centrífugos, el freno superior deberá estar volteado de tal manera que las entradas de aire de enfriamiento estén hacia abajo cuando la trepadora se encuentre en la parte horizontal del carril.

5.3.2.3.Mensualmente

1. Revise la operación del dispositivo de seguridad GA-5.
2. El carril guía deberá ser revisado y ajustadas todas las tuercas que estén flojas. No deberá faltar ningún pin en las cremalleras. El carril guía deberá repararse o desecharse cuando los pines de la cremallera estén desgastados hasta 16 mm., o cuando los planos de la cremallera se han desgastado 2 mm. arriba de los pines.
3. Revise si las transmisiones de gusano están desgastadas. Esto se hace en el carril de servicio del que se retira la sección removible de la cremallera. Mida la distancia entre el extremo del plano y la cremallera; invierta el plano hacia arriba y mida la distancia a la cremallera nuevamente (gauge).
4. La diferencia entre dichas dimensiones no deberá exceder de 3,9 mm cuando se reemplaza el piñón. El tornillo también deberá reemplazarse.
5. Retire la manguera de alta presión del aislador en la placa terminal del carril guía y limpie el agujero a través del aislador.

5.4.Definiciones

CHIMENEA: Son excavaciones subterráneas verticales o inclinadas que se ejecutan en forma ascendente que cumplan con los estándares de diseño requeridos por los planos y las especificaciones técnicas.

PLATAFORMA TREPADORA “RAISE CLIMBER” DE DOBLE DRIVE

STH-5DD: La plataforma trepadora “Raise Climber” que se usará es el sistema de impulsión de piñones a lo largo de una cremallera interna de pines. La unidad propulsora cumple las más altas normas de seguridad en su operación. La plataforma de propulsión Diesel está movida por el pequeño, ligero, y altamente eficiente motor hidráulico Linde accionado por un motor Diesel Deutz de tres (3) cilindros de 43Hp.

5.5.Responsabilidades

Ing. Residente: Hacer cumplir lo dispuesto en este procedimiento. Conocer los planos, especificaciones técnicas vigentes, información anexa para la ejecución de las diferentes actividades.

- Coordinar los recursos necesarios para que los trabajos de la actividad sean ejecutados correctamente y en los plazos requeridos.
- Coordinar con el responsable del Dpto. de Gestión y Evaluación de Riesgos y tomar las acciones correspondientes para el logro de cero accidentes.
- Realizar los levantamientos topográficos diariamente para la verificación de los estándares establecidos.
- Control de los equipos que participan en la excavación de la Chimenea.
- Calcular y diseñar la malla de perforación de acuerdo con la clasificación de roca que se encuentre durante la excavación.

Supervisor de Turno: Tendrá conocimiento de los estándares de diseño del proyecto. Hará cumplir la geometría de perforación, paralelismo entre taladros, columnas de carga explosiva, de acuerdo a la clasificación de roca y controles topográficos.

Capacitar constantemente al personal sobre los Pets y evaluarlos para su retroalimentación, hasta estar seguro de que el aprendizaje y cumplimiento de los pets, por parte del trabajador, llegue a un 100%.

5.6.Recursos

Los recursos a utilizar en este procedimiento serán variables de acuerdo a la cantidad de trabajo existente, pero estará conformado por cuadrillas típicas como son las siguientes:

PERSONAL:

- Un (1) Ingeniero Residente especialista en excavación de Chimeneas.
- Un (1) Supervisor de turno.
- Un (1) Capataz.
- Tres (3) Perforistas “Raise Climber”eros por guardia.
- Dos (2) Ayudantes de perforistas por guardia.
- Un (1) Operador de equipo diesel por guardia.
- Un (1) Mecánico – soldador por guardia.
- Un (1) Administrador/almacenero.
- Un (1) Chofer.

EQUIPOS Y MATERIALES

- Un equipo completo de jaula trepadora de doble drive marca “Raise Climber” STH-5DD diesel con dispositivos de seguridad GA-5, para la excavación y otro “Raise Climber” simple completo como auxiliar de rescate.
- Plataforma de dimensiones específicas para cada sección de chimenea.
- 155 rieles rectos de 2 m de longitud.
- 7 rieles curvos de 1 m de longitud de diferentes grados.
- 2 bombas de agua de alta presión.
- 4 perforadoras tipo Stoper.
- 12 lámparas mineras.
- 1 máquina de soldar eléctrica y autógena.
- Explosivos y accesorios de voladura.
- Herramientas de taller.
- Equipo de Seguridad (EPP).

5.7.Requerimiento del producto y proceso

Todo el personal involucrado en esta actividad deberá tener conocimiento de este procedimiento.

No se procederá a ninguna voladura si no se cuenta con un diseño de malla debidamente aprobado.

No se procederá a la perforación sin contar con los trazos correspondientes de la Chimenea y la aprobación topográfica correspondiente.

Además se requiere de cumplir con actividades previas como son:

1. Para el montaje del equipo "Raise Climber", se requiere de una cámara con las siguientes medidas: Ancho mínimo 3 m y de largo mínimo 14 m.
2. Antes de proceder al montaje del equipo "Raise Climber", se excava 5m. de chimenea que servirá para anclar el primer riel de seguridad que será base para los siguientes rieles.
3. Cumplidos los requisitos previos, descritos líneas arriba, se procederá al montaje del equipo "Raise Climber", con lo que se dará inicio a la excavación propiamente dicha.
4. Montaje del "Raise Climber".

Primeramente se procede a armar la curva, con combinación de rieles curvos de distintos ángulos. Este se hará de acuerdo a la inclinación de la chimenea. Dicha curva se arma primeramente en el piso, luego con ayuda de un teclé se ancla con pernos de expansión, teniendo el cuidado de darle el ángulo de inclinación requerido.

Luego de anclada la curva, se continuará hacia atrás anclando el riel de servicio juntamente con la transmisión del "Raise Climber" con la ayuda de un cargador frontal (Scoop). Sobre esta transmisión se armará el resto de componentes como son: El Yugo, Plataforma, Canasta, Sistema de

Freno GA-5, motor Diesel, válvula de mando y todas las conexiones para el sistema de mandos.

Después de armado todo este sistema, con la ayuda de la plataforma, se instalará hacia arriba el riel de seguridad el cual lleva ocho (8) pernos de anclaje de 3 pies de longitud, a diferencia de los demás que llevan solamente dos (2) pernos. Una vez anclado este riel se habrá culminado con el montaje del "Raise Climber", quedando listo para iniciar la excavación con la ayuda de la jaula trepadora.

5. Plataforma Trepadora "Raise Climber"

La plataforma trepadora "Raise Climber" que se usará es de propulsión de motor diesel-hidráulico de doble drive (doble tracción), que es la más segura para la excavación de chimeneas que excedan de 200 m., además de ser el método más confiable de abrir chimeneas de gran sección como en este caso (3.00 m x 3.00 m.).

Está basado en el sistema de impulsión de piñones a lo largo de una cremallera interna de pines. La unidad propulsora cumple las más altas normas de seguridad en su operación. La plataforma de propulsión hidráulica está movida por el pequeño, ligero, y altamente eficiente motor hidráulico Linden.

El modelo STH-5DD está equipado con dos unidades propulsoras con un motor Deutz de tres (3) cilindros de 43 HP.

5.8.Sistema de seguridad de la Jaula trepadora ““Raise Climber””

La plataforma trepadora “Raise Climber” cuenta con tres sistemas de freno para controlar la velocidad de descenso que son las siguientes:

- Freno de Servicio
- Doble Freno Centrífugo.
- Freno de Emergencia GA-5

a) Freno de Servicio

Freno de zapatas que automáticamente frenan cuando el motor deja de funcionar y se desactivan cuando el motor funciona.

b) Freno Centrífugo

Freno de zapatas de contrapeso que giran juntamente con el motor, que empiezan a frenar cuando la velocidad de descenso excede lo permitido (15–20 m/min.), controlando con su frenado las revoluciones por minuto del motor.

c) Freno de Emergencia GA-5

Sistema de frenado de mordaza, independiente al funcionamiento del motor, que se regula para que accione cuando la velocidad de descenso sobrepasa los 20 m/min. Tiene poder de frenado progresivo que se logra por fricción entre el cono de frenado y la balata de freno.

Además se contará con otra Jaula Trepadora “Raise Climber” de rescate la cual estará montada en la parte inferior de la Chimenea para cualquier caso de emergencia.

d) Seguridad en General

En cada paso de estos procedimientos tenemos en cuenta el Factor de Seguridad.

5.9.Procedimiento constructivo General

El resumen del procedimiento de las actividades es el siguiente:

- a) Marcación del frente de perforación.
- b) Perforación de las chimeneas
- c) Carguío y disparo.
- d) Ventilación y riego.
- e) Desate de rocas sueltas.
- f) Limpieza y eliminación de escombros.
- g) Sostenimiento

a) Marcación del Frente de Perforación

Para poder comenzar con la perforación en las chimeneas se procederá a marcar el frente, de acuerdo al diagrama de disparo previamente aprobado por el supervisor, encargado de las excavaciones, previa verificación del paralelismo del frente, con relación a los rieles de

avance y periódico levantamiento topográfico que dará las marcas del eje principal.

b) Perforación de las Chimeneas

Una vez realizada la marcación del frente, se procederá a la perforación de la chimenea con perforadoras tipo Stopper. El diámetro de perforación para ambos casos será de 38 mm, la profundidad de la perforación será aprobada por el Jefe de Voladura de acuerdo a la ubicación del taladro y calidad de la roca.

c) Carguío y disparo

Una vez culminada la perforación del frente se procederá al carguío de las perforaciones. El procedimiento de carga consta en transportar el explosivo desde la zona de almacenamiento (polvorín), llevarlo a la zona de carga, manipularlo para cargar el frente y efectuar el disparo.

El transporte de los explosivos deberá ser en cajas de madera a fin de no estar en contacto con ningún material metálico que pueda provocar chispa; así también deberá trasladar el explosivo independientemente del fulminante.

El carguío deberá hacerse de acuerdo al diagrama de disparo establecido y sin sobrepasar el factor de carga indicado. El método a emplear en el disparo es de voladura controlada o pre-corte. Para efectuar el disparo se debe tener toda la zona evacuada.

Toda la operación la realizará personal especializado en manipulación de explosivo. El contratista será responsable por la correcta y oportuna ejecución de la gestión de permisos, el suministro de materiales y los trabajos de voladura.

La salida del disparo estará de acuerdo al diseño de ubicación de los retardos, el mismo que será de tipo eléctrico.

d) Ventilación y Riego

Una vez concluido con el disparo, se debe proceder a ventilar la labor con aire comprimido para así despejar la zona de trabajo de los gases tóxicos, productos del disparo. Esta operación deberá durar el tiempo necesario de tal manera que no afecte la salud de los trabajadores. Antes de ingresar la cuadrilla de trabajo a la chimenea, se deberá verificar los niveles de contaminación con un chequeado de gases. Se procederá a regar el material producto del disparo y la roca del frente.

e) Desquinche

La primera actividad al ingresar a la labor luego de un disparo es desquinchar (desprender la roca que quedó “colgada” producto de la voladura) y así evitar la caída imprevista de planchones sobre los trabajadores, equipos o instalaciones. Esta actividad no se debe descuidar en ningún momento.

f) Limpieza y eliminación de escombros (desmonte)

Esta operación consiste en retirar el material producto del disparo. Se realizará con el equipo que se estime conveniente. La elección del equipo de limpieza será de tamaño suficiente para garantizar un ritmo de limpieza que permita ejecutar la chimenea sin mayor inconveniente.

g) Sostenimiento

El sostenimiento de la chimenea dependerá de la calidad de roca que en este caso se clasifica en roca tipo I, II y III.

Debido a las características de la chimenea, la perforación de pernos se realizará con perforadoras manuales. Dependiendo la cantidad de agua a encontrarse, estos pernos se colocarán con resina de fragua rápida. En esta operación el Supervisor verificará la cantidad de cartuchos de resina y la manera de instalación de estos cartuchos y los pernos.

Cuando la roca está en regulares condiciones y no se autosoporta es necesario el uso de Shotcrete con fibra.

Cuando la roca está en malas condiciones, se usarán pernos y Shotcrete en la cantidad requerida y malla.

Se realizarán inspecciones periódicas a los departamentos involucrados en este procedimiento para verificar el buen cumplimiento de éste.

El Sostenimiento Preventivo de las chimeneas a ejecutarse se realizará siguiendo las Especificaciones Técnicas del Proyecto, así como las

condiciones geológicas, que se presenten durante la realización de los trabajos.

Como elemento principal de sostenimiento preventivo, se tiene la perforación y colocación de pernos de anclaje de 2 m. de longitud y su afianzamiento con resinas de cementación. La fabricación de los pernos de anclaje se realizará en Fe de 1" de diámetro (fabricación Aceros Arequipa) con un peso nominal de 3,973 Kg/m.

Las perforaciones para la colocación de pernos de anclaje se realizará con equipos Jack leg con pie de avance en el ángulo que sea requerido, teniendo en cuenta las condiciones de la roca a sostener.

Como siguiente fase se realizará la colocación de Shotcrete Reforzado, como lo indican las Especificaciones Técnicas del Proyecto, en espesores de 5 y 10mm según sea el tipo de Roca a sostener.

5.9.1.Procedimiento de Perforación en Chimeneas “Raise Climber”

1. OBJETIVO:

Establecer los procedimientos que deben ser aplicados en perforación durante el desarrollo de los trabajos de excavación de Chimeneas en la Unidad Minera Uchucchacua; dentro de los estándares de seguridad, salud y Medio Ambiente, para el control de riesgos que se presenten en el uso, con el fin de minimizar o eliminar la probabilidad de pérdidas.

2. ALCANCES:

El presente Procedimiento está dirigido al personal involucrado en la Construcción de Chimeneas con equipo Trepador "Raise Climber".

3. REFERENCIAS:

OSAS 18001/99 – Sistemas de Gestión de Seguridad y salud Ocupacional.

BS – 8800/96 – Guía del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

PI – SST – Manual del Programa Integrado de Seguridad y Salud en el Trabajo.

4. DESARROLLO:

4.1. Recursos:

4.1.1. Personal:

01 Líder.

01 Operador de equipo

02 "Raise Climber"ero.

01 Ayudante de Perforación.

01 Valvulero.

4.1.2. Equipos/ Herramientas/ Materiales:

- 03 Perforadoras Stoper.
- Varillaje de perforación.
- Llaves de ajuste.
- Lubricantes.
- Barretillas de desate.
- Radios comunicadores.

4.1.3 Equipos de Protección Personal:

- Casco protector con barbiquejo.
- Lentes de seguridad.
- Respirador.
- Tapón de oídos.
- Ropa impermeable.
- Guantes.
- Botas de jebe con punta acerada.
- Arnés y línea de vida.
- Chaleco reflectante.
- Lámpara minera.

4.2. PROCEDIMIENTO:

1. Utilizar el equipo adecuado de Protección Personal.
2. Verificar las condiciones de Ventilación del área de trabajo.

3. Regar el material producto del disparo.
4. Lavar la curva de transmisión.
5. Inspección del equipo "Raise Climber".
6. Preparar los accesorios para la instalación del riel de avance.
7. Subir y realizar desatado de rocas.
8. Instalar riel de avance.
9. Colocar cabezal de perforación e instalación de equipo de perforación.
10. Solicitar por radio el suministro de agua / aire.
11. Perforar y anclar el riel de avance.
12. Pintar punto de dirección según proyecto.
13. Pintar geometría de disparo.
14. Perforar según diseño.
15. Mantener el paralelismo entre taladros.
16. Terminada la perforación realizar Orden y Limpieza de plataforma de perforación.

5. RESPONSABILIDADES:

5.1.- De la Supervisión:

- Capacitar, evaluar y corregir en forma periódica los conocimientos del personal del presente procedimiento.

- Monitoreo permanente de las capacidades del personal involucrado en la tarea.
- Planificar, organizar, dirigir y controlar las actividades del presente procedimiento.
- Coordinar con el responsable de Seguridad Industrial siempre que sea necesario.

5.2.- Del personal:

- Respetar y cumplir el presente procedimiento.
- Informar en forma inmediata de los incidentes ocurridos, para el control de riesgos.
- Contar con una copia del siguiente procedimiento, verificándose la entrega del mismo, mediante firma del receptor.
- Cumplimiento de todas las normas de seguridad.

5.9.2.Formatos de Control

El Procedimiento para la excavación, así como todos los trabajos a realizar, deberán ser acompañados de protocolos de seguimiento y control, como se detallan a continuación:

- Hoja de Reporte de Instrucción Diaria de Seguridad

Este protocolo será detallado en todas las guardias de trabajo, durante todo el tiempo que duren las labores, para llevar un control de la capacitación impartida por los supervisores de áreas.

- **Check List**

Este protocolo resume los trabajos previos que se deben realizar antes del inicio de toda actividad, a fin de controlar y reducir los incidentes por condiciones inseguras en la zona de trabajo.

- **Reporte de Incidentes**

Este formato simple deberá ser detallado por cualquier trabajador de nuestra empresa. La finalidad del mismo es informar de cualquier condición y acción inseguras, peligros y riesgos, a fin de poder tomar las medidas correctivas del caso.

- **Control de Ciclos**

Resume las actividades a realizarse durante la excavación de la chimenea, su finalidad es controlar e informar – Es un formato propiamente de producción.

- **Informe Diario de Excavación de Chimeneas**

Este reporte de Excavación resume las actividades y metrados realizados diariamente, que servirán para la elaboración de la valorización correspondiente.

- **Despacho de Explosivos**

Este protocolo de control se usará durante el retiro de explosivos, a fin de poder realizar el control de su uso en obra.

- **Orden de Trabajo**

Es parte de nuestra política de trabajo que el seguimiento de todas las actividades estará sujeta a el control estricto de indicaciones impartidas a los trabajadores (Ordenes de Trabajo), a fin de reducir los accidentes de trabajo.

CONCLUSIONES

- El método con equipo Raise Boring es mucho más seguro sobre los otros métodos, pues elimina el riesgo hacia los trabajadores, producto de la caída de rocas, humos tóxicos y manipulación de explosivos.
- Una característica del Raise Boring es cuando la chimenea está terminada la superficie de su pared es completamente lisa, esto permite que por el interior circule el aire con facilidad, con el consecuente ahorro de energía en la ventilación.
- En el método Raise Climber el sistema de ventilación es muy segura gracias a que utiliza carriles que protegen los ductos de aire. Y es de menor costo que el Raise Boring.
- El método PEM, entre los convencionales es barato con respecto a método de dos compartimientos. En la parte de seguridad tiene puntos flacos porque no se tiene control en la roca que se afloja en la columna de la chimenea.
- La constante supervisión evita los accidentes, asegurando el cumplimiento del programa de trabajo diario.
- La prevención es la mejor herramienta para evitar los accidentes, dando énfasis en un buen mantenimiento mecánico del equipo. Para esto se utiliza los formatos de pre uso (*check List*) donde se detalla todos los puntos no negociables en el equipo.

RECOMENDACIONES

- La distancia entre el tope de la chimenea y la plataforma debe tener 5 metros como máximo.
- El nivel de carga del echadero debe estar entre 2 a 3 metros libre, medidos desde el nivel del último descanso hacia abajo.
- Implementar un sistema de comunicación entre el personal que subirá a la chimenea (supervisores, muestreros, etc.) y los perforistas (quienes están laborando en el frente de la chimenea)

BIBLIOGRAFIA

ING° MIGUEL A. BERROCAL MALLQUI

- Seguridad en la construcción de Chimeneas Convencionales (Oct. 2008)

PMI 96-I

- SEMINARIO: "SELECCIÓN DE EQUIPO Y MAQUINARIA EN LA INDUSTRIA MINAERA" (Ago 1996)

C. López Jimeno.

- Manual de Perforación y voladura de rocas (Ago. 1,979).

Rolando Gómez Baquedano.

- Método "Jora" Para desarrollar Chimeneas (1963).

Hugo Cordova E

- Procedimiento de Excavación de Chimeneas Alimak (Abr. 2006)

TUMI Raise Boring

- Excavación de Chimeneas Con Equipo Raise Boring (2,005).

Ing. Miguel Berrocal Mallqui

- Geomecanica aplicada a la excavación de chimeneas (Ene. 2004).

ANEXOS

Anexo 1: Malla de perforación de chimeneas Raise Climber

Anexo 2: Malla de perforación de chimeneas convencional

Anexo 3: Precio Unitario de Chimeneas

Anexo 3: Precio Unitario de Chimeneas Raise Climber

Anexo 3: Estándar de La cámara para el equipo Raise Climber



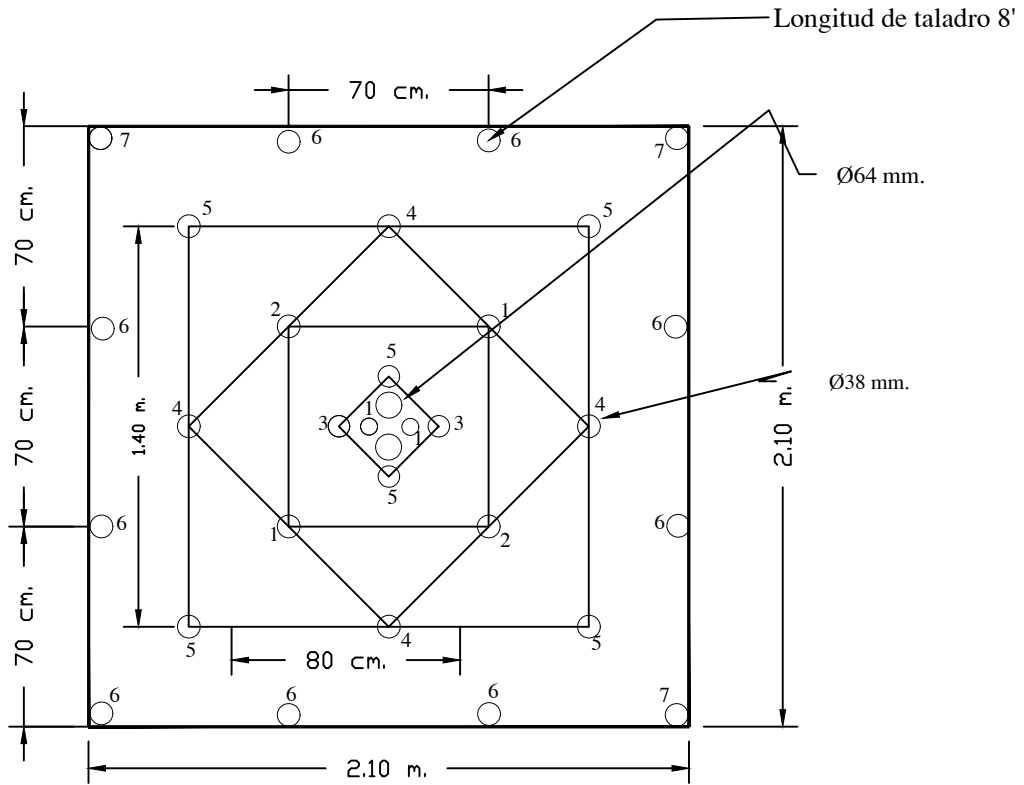
CIA. DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.
U.P. UCHUCCHACUA

AREA DE RESPONSABILIDD

MINAS

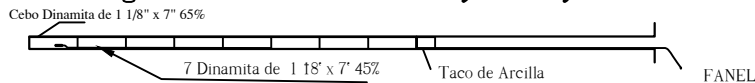
PROC: MINA 001

ESTANDAR PARA MALLA DE PERFORACION DE UNA CHIMENEA
RAISE CLIMBER SECCION 7' x 7'

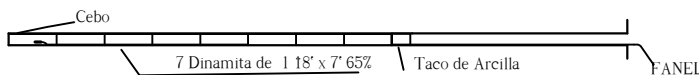


○ Taladro de Alivio	= 02
○ Arranque Fanel Rojo ms. P. corto	= 06
○ Ayudas Fanel Rojo ms. LP.	= 12
○ Cuadradores Fanel Rojo ms. LP.	= 04

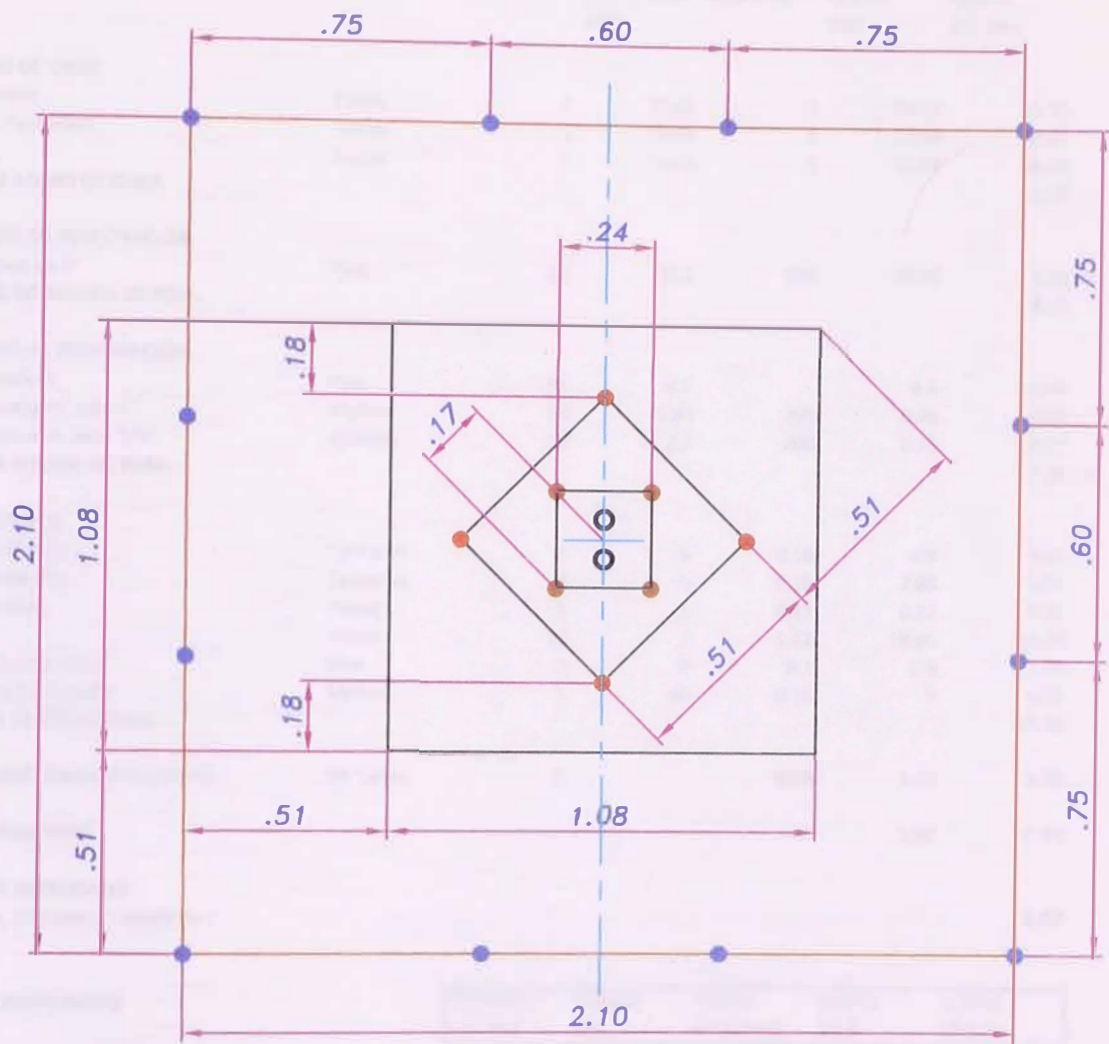
Carguío de Taladros de Ayudas y Cuadradores



Carguío de los Taladros del Arranque



		ESCALA	CIA. DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. UNIDAD UCHUCCHACUA	
POR	Dpto. de Minas	INDICADA	ESTANDAR PARA MALLA DE PERFORACION RAISE CLIMBER SECCION 7' X 7'	
DIBUJO	B. Osorio M.	FECHA		
REVISADO	Ing. M. Quintana E.	Marzo-001		
APROBADO	Ing. M. Palla P.			
			HOJA	(5-5)



SECCION ELEVADA

*Perforación de Chimeneas
Máquina Stopper*

Sección 2.10 x 2.10 - Tipo de Roca III-B
Factor de Potencia 7.90 Kg/m

09/02/2009
06/01/2010

<<Unnamed Profile>>

A4

1/1 A

1:20

Minas

Dibujo

U

Ver_A-4

CHIMENEAS 5'X5' SISTEMA PEM. 50 mts

Avance Neto/disparo mt.

1.3

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNIT. UNIT	VIDA UTIL	COSTO US\$	COSTO US. \$/m	
MANO DE OBRA							
Perforista	Turno	1	15.21	1	15.21	11.70	
Ayud. Perforista	Turno	1	13.69	1	13.69	10.53	
Peón	Turno	1	13.69	1	13.69	10.53	
TOTAL MANO DE OBRA						32.76 (A)	
ACEROS DE PERFORACIÓN							
Barrenos de 5'	Pies	84	76.3	600	10.68	8.22	
TOTAL DE ACEROS DE PERF.						8.22	
EQUIPO DE PERFORACIÓN							
Perforadora	Pies	84	0.1		8.4	6.46	
Manguera de Jebe 1"	Metros	30	5.04	200	0.76	0.58	
Manguera de Jebe 1/2"	Metros	30	2.3	200	0.35	0.27	
TOTAL EQUIPO DE PERF.						7.31 (B)	
EXPLOSIVOS							
Dinamita 45%	Cartucho	5	6	0.16	4.8	3.69	
Dinamita 80%	Cartucho	8	6	0.16	7.68	5.91	
Fulminante	Piezas	2	1	0.11	0.22	0.17	
Fanel	Piezas	13	1	1.42	18.46	14.20	
Guía de seguridad	Pies	2	8	0.1	1.6	1.23	
Cordón Detonante	Metros	1	50	0.18	9	6.92	
TOTAL DE EXPLOSIVOS						32.12	
IMPLEMENTO DE SEGURIDAD	Nº Tareas	5		0.69	3.45	2.65	
HERRAMIENTAS					1.08	0.83	
OTROS MATERIALES							
Clavos, Alambres, Tubería de 1'						0.60	
AIRE COMPRIMIDO							
			CONSUMO	TIEMPO	COSTO	COSTO	
			PIE3/HR	HRS.	US.\$/PIE3	US.\$	
						COSTO	
						US.\$/m	
Perforadoras Toyo 280 - L			8100	1	0.00075	6.075	4.67
Ventilación			20000	1	0.00075	15	11.54
TOTAL DE AIRE COMPRIMIDO							16.21
SERVICIOS AUXILIARES							8.56
COSTO FIJO SUPERVISIÓN							15.05
MOVILIDAD-ALOJAMIENTOS-VIAJES							11.67
TOTAL 1 COSTOS DIRECTOS						135.99	
CONTIGENCIAS (7,5%)						5.65	
A+B+C+D+E							
GAST. GRAL. + ADMINIST. (8%)A+B+C+D+E						6.03	
UTILIDADES(10%)A+B+C+D+E						7.54	
TOTAL 2 COSTOS INDIRECTOS						19.22	
COSTO TOTAL = TOTAL 1 + TOTAL 2						155.21	

NOTA:

1. El costo de mano de obra se considera incluido sus leyes sociales

CHIMENEAS 5'X5' FANEL SISTEMA DOBLE COMPARTIMIENTO. 50 mts

Avance Neto/disparo mt.

1.3

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNIT. UNIT	VIDA UTIL	COSTO US\$	COSTO US. \$/m
MANO DE OBRA						
Perforista	Turno	1	13.69	1	13.69	10.53
Ayud. Perforista	Turno	1	11.25	1	11.25	8.65
Peón	Turno	1	9.79	0.5	4.90	3.77
TOTAL MANO DE OBRA						22.95 (A)
ACEROS DE PERFORACIÓN						
Barrenos de 5'	Pies	82.5	81.07	600	11.15	8.57
TOTAL DE ACEROS DE PERF.						8.57
EQUIPO DE PERFORACIÓN						
Perforadora	Pies	82.5	0.11		9.08	6.98
Manguera de Jebe 1"	Metros	30	5.04	200	0.76	0.58
Manguera de Jebe 1/2"	Metros	30	2.33	200	0.35	0.27
TOTAL EQUIPO DE PERF.						7.84 (B)
EXPLOSIVOS						
Emulsión 6500	Cartucho	75	0.22	1	16.50	12.69
Carmex	Cartucho	2	0.54	1	1.08	0.83
Fanel	Piezas	11	1.46	1	16.06	12.35
Igniter Cord	Piezas	15	0.42	1	6.30	4.85
Cordón Detonante	Pies	3	0.18	1	0.54	0.42
TOTAL DE EXPLOSIVOS						31.14
IMPLEMENTO DE SEGURIDA N° Tareas		3		1.4	4.20	3.23
HERRAMIENTAS					1.12	0.86
OTROS MATERIALES						
Clavos, Alambres, Tubería de 1'						0.60
AIRE COMPRIMIDO						
		CONSUMO	TIEMPO	COSTO	COSTO	COSTO
		PIE3/HR	HRS.	US.\$/PIE3	US.\$	US.\$/m
Perforadoras Toyo 280 - L		8100	1	0.00075	6.08	4.67
Ventilación		20000	1	0.00075	15.00	11.54
TOTAL DE AIRE COMPRIMIDO						16.21
MADERA						
	UND.	Und/PIES	PIES²	US.\$/PIE²	COST.US.\$	COSTO US.\$/m
Redondos (5"x8")	2	12.86	25.72	0.21	5.40	4.15
Tablas (6"x3"x5")	1	7.5	7.5	0.34	2.55	1.96
TOTAL MADERA						6.12
SERVICIOS AUXILIARES						1.37
COSTO FIJO SUPERVISIÓN						7.25
MOVILIDAD-ALOJAMIENTOS-VIAJES						1.87

TOTAL 1 COSTOS DIRECTOS 108.01

CONTIGENCIAS (7,5%) 2.04

A+B+C+D+E

GAST. GRAL. + ADMINIST. (8%)A+B+C+D+E 3.26

UTILIDADES(10%)A+B+C+D+E 5.29

TOTAL 2 COSTOS INDIRECTOS 10.59

COSTO TOTAL = TOTAL 1 + TOTAL 2 118.60

NOTA:

1. El costo de mano de obra se considera incluido sus leyes sociales

CHIMENEAS 5'XS' SISTEMA VCR DIAMETRO PERF. = 4 1/2" 50 mts

Avance Neto/disparo mt. **1.5**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNIT. UNIT	VIDA UTIL	COSTO US\$	COSTO US. \$/m	
MANO DE OBRA							
Perforista	Turno	1	20	0.375	7.5	5.00	
Ayud. Perforista	Turno	1	15	0.75	11.25	7.50	
Explosivista	Turno	1	20	1	20	13.33	
Ayud. Explosivista	Turno	1	15	1	15	10.00	
TOTAL MANO DE OBRA						35.83 (A)	
ACEROS DE PERFORACIÓN							
Barra	Metros	15	246.68	2000	1.85	1.23	
Bit	Metros	15	442.04	700	9.47	6.31	
Adaptador	Metros	15	318.8	1500	3.19	2.13	
Martillo	Metros	15	2375	40000	0.89	0.59	
TOTAL DE ACEROS DE PERF.						10.27	
EQUIPO DE PERFORACIÓN							
Perforadora D.H.T.	Metros	7.5	2.34	1	17.55	11.70 (B)	
EXPLOSIVOS							
Emulsión	Kilos	20	1.8	1	36	24.00	
Booster	Piezas	5	0.2	1	1	0.67	
Fanel	Piezas	5	1.42	1	7.1	4.73	
Guía de seguridad	Pies	10	0.1	1	1	0.67	
Cordón Detonante	Metros	125	0.18	1	22.5	15.00	
TOTAL DE EXPLOSIVOS						45.07	
IMPLEMENTO DE SEGURIDA Nº Tareas		4		0.69	2.76	1.84	
HERRAMIENTAS					1.08	0.72	
AIRE COMPRIMIDO							
			CONSUMO PIE3/HR	TIEMPO HRS.	COSTO US.\$/PIE3	COSTO US.\$	COSTO US.\$/m
Ventilación			20000	1	0.00075	15	10.00
TOTAL DE AIRE COMPRIMIDO						10.00	
SERVICIOS AUXILIARES						8.56	
COSTO FIJO SUPERVISIÓN						15.05	
MOVILIDAD-ALOJAMIENTOS-VIAJES						11.67	
TOTAL 1 COSTOS DIRECTOS						150.71	
CONTIGENCIAS (7,5%)						6.17	
A+B+C+D+E							
GAST. GRAL. + ADMINIST. (8%)A+B+C+D+E						6.59	
UTILIDADES(10%)A+B+C+D+E						8.23	
TOTAL 2 COSTOS INDIRECTOS						20.99	
COSTO TOTAL = TOTAL 1 + TOTAL 2					US.\$/m	171.70	

NOTA:

1. El costo de mano de obra se considera incluido sus leyes sociales
2. El Avance del equipo D.T.H. es de 15 m/Hrs
3. El Equipo trabaja 12 hrs. al día
4. El costo del aire comprimido esta incluido en el costo de la perforadora DTH

CHIMENEAS 5'X5' SISTEMA VCR DIAMETRO PERF. = 6" 50 mts

Avance Neto/disparo mt.

2

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNIT. UNIT	VIDA UTIL	COSTO US\$	COSTO US. \$/m
MANO DE OBRA						
Perforista	Turno	1	20	0.375	7.5	3.75
Ayud. Perforista	Turno	1	15	0.75	11.25	5.63
Explosivista	Turno	1	20	1	20	10.00
Ayud. Explosivista	Turno	1	15	1	15	7.50
TOTAL MANO DE OBRA						26.88 (A)
ACEROS DE PERFORACIÓN						
Barra	Metros	15	246.68	2000	1.85	0.93
Bit	Metros	15	442.04	700	9.47	4.74
Adaptador	Metros	15	318.8	1500	3.19	1.59
Martillo	Metros	15	2375	40000	0.89	0.45
TOTAL DE ACEROS DE PERF.						7.70
EQUIPO DE PERFORACIÓN						
Perforadora D.H.T.	Metros	7.5	2.34	1	17.55	8.78 (B)
EXPLOSIVOS						
Emulsión	Kilos	20	1.8	1	36	18.00
Booster	Piezas	5	0.2	1	1	0.50
Fanel	Piezas	5	1.42	1	7.1	3.55
Guía de seguridad	Pies	10	0.1	1	1	0.50
Cordón Detonante	Metros	125	0.18	1	22.5	11.25
TOTAL DE EXPLOSIVOS						33.80
IMPLEMENTO DE SEGURIDA Nº Tareas		4		0.69	2.76	1.38
HERRAMIENTAS					1.08	0.54
AIRE COMPRIMIDO						
			CONSUMO	TIEMPO	COSTO	COSTO
			PIE3/HR	HRS.	US.\$/PIE3	US.\$/m
Ventilación		20000	1	0.00075	15	7.50
TOTAL DE AIRE COMPRIMIDO						7.50
SERVICIOS AUXILIARES						8.56
COSTO FIJO SUPERVISIÓN						15.05
MOVILIDAD-ALOJAMIENTOS-VIAJES						11.67
TOTAL 1 COSTOS DIRECTOS						121.85
CONTIGENCIAS (7,5%)						5.30
A+B+C+D+E						
GAST. GRAL. + ADMINIST. (8%)A+B+C+D+E						5.65
UTILIDADES(10%)A+B+C+D+E						7.06
TOTAL 2 COSTOS INDIRECTOS						18.01
COSTO TOTAL = TOTAL 1 + TOTAL 2					US.\$/m	139.86

NOTA:

1. El costo de mano de obra se considera incluido sus leyes sociales
2. El Avance del equipo D.T.H. es de 15 m/Hrs
3. El Equipo trabaja 12 hrs. al día
4. El costo del aire comprimido esta incluido en el costo de la perforadora DTH

CLIENTE : BUENAVENTURA-MINA UCHUCCHACUA
PARTIDA: CHIMENEA CON EQUIPO ALIMAK DIESEL

SECCION : 2.1m x 2.1m

LONGITUD :hasta los 350 mts.

Hrs x Guardia 8

RENDIMIENTO: m / Gdia 1.70

Avance promedio mensual: 70.00

Fact. de potencia:Kg/m3 3.95

Area de excavación: m2 4.41

No. de taladros: 38

Tipo de Equipo: ALIMAK DIESEL

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT. x Gdia.	FACT. UTILIZ.	COSTO / HOR#	COSTO PARCIA US\$/m
1	MANO DE OBRA					
a.-	Mano de obra directa					
	Perforista de Alimak	HG	3	1.0000	2.51	35.44
	Operario Alimak	HG	3	1.0000	2.12	29.93
	Leyes Sociales	92.00%				60.14
	Sub - total Mano de Obra Directa					125.50
b.-	Servicios					
	Mecánico	HG	1	0.5000	2.64	6.21
	Electricista	HG	0.5	0.5000	2.64	3.11
	Leyes Sociales	92.00%				8.57
	Sub - total Servicios					17.89
c.-	Supervisión					
	Ing. Residente	HG	0.5	0.5000	8.33	9.80
	ing. Guardia	HG	1	1.0000	6.61	31.11
	Leyes Sociales	64.00%				26.18
	Sub - total Supervision					67.09
	Total Mano de Obra US\$ / m					210.48
2	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD					
	Implementos de Seguridad 7% de M.O.		0.07			14.73
	Total Implementos de Seguridad US\$ / m					14.73
3	MATERIALES Y HERRAMIENTAS					
a.-	Materiales					
	Dinamita de 1 1/8" x 7"	Kg	34.84	20.4935	1.98	40.58
	Fanel	Unid.	35.00	20.5882	1.48	30.47
	Cordón detonante	m	20.43	12.0203	0.19	2.28
	Fulminante eléctrico	Unid.	2.00	1.1765	1.98	2.33
	Varillaje	p.p.	261.81	154.0065	0.11	16.94
	Mangueras 1" y 1/2"	m	30.00	0.5882	4.20	2.47
	Sub - total Materiales					95.07
b.-	Herramientas					
	Herramientas 4% de M.	Glb.	1.00	4%	11.38	11.38
	Sub - total Herramientas					11.38
	Total Materiales y Herramientas US\$ / m					106.45
4	MAQUINARIAS Y EQUIPOS					
	Equipo Alimak Diesel	HM	4.50	2.6471	90.00	238.24
	Perforadora	p.p.	261.81	154.0065	0.12	18.48
	Camioneta	HM	6.00	3.5294	7.50	26.47
	Lámparas mineras y ca	HM	8.00	4.7059	0.28	1.32
	Total Maquinarias y Equipos US\$ / m					284.50
	TOTAL COSTO DIRECTO US\$ / m					616.16

A estos precios se incrementará los gastos generales (15%) y la Utilidad (10%)
Estos precios no incluyen IGV



Estándar
CABINAS CHIMENEAS RAISE
CLIMBER

Área de Responsabilidad
MINA

Versión 01

1. OBJETIVO.- *Normalizar el estándar de las dimensiones de las cabinas, donde se instalarán los equipos, para la construcción de las chimeneas Raise Climber, tomando en cuenta las recomendaciones del fabricante.*

2. REFERENCIAS:

Manual Arkbro y recomendaciones del especialista de la firma Arkbro.

3. RESPONSABLES:

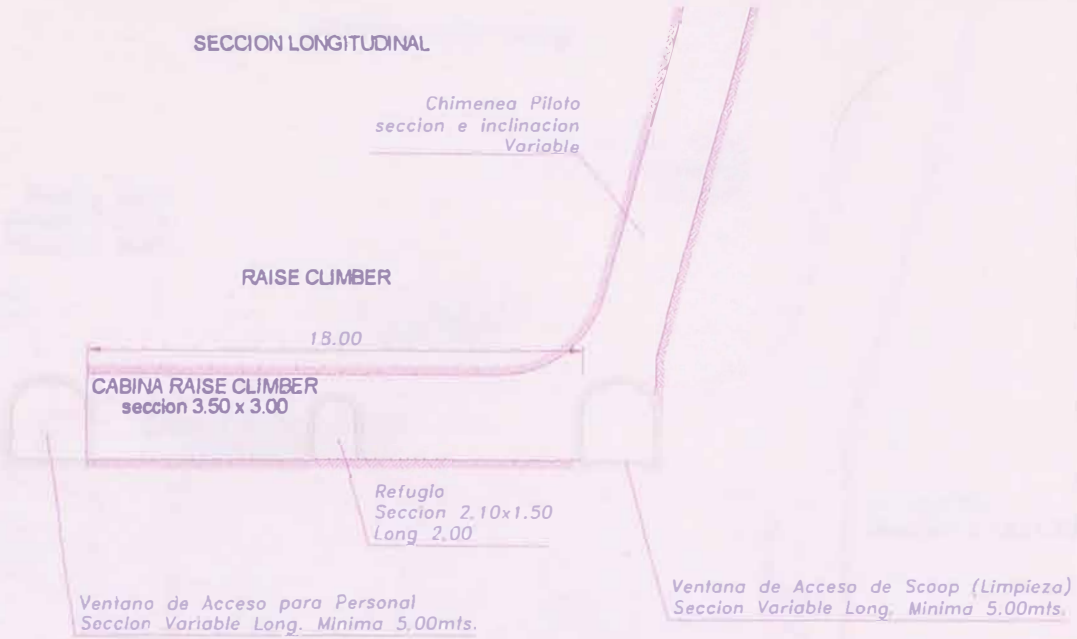
- *Jefe de Mina*
- *Supervisores*
- *Inspectores de Seguridad*

4. REQUERIMIENTOS Y/O PARÁMETROS

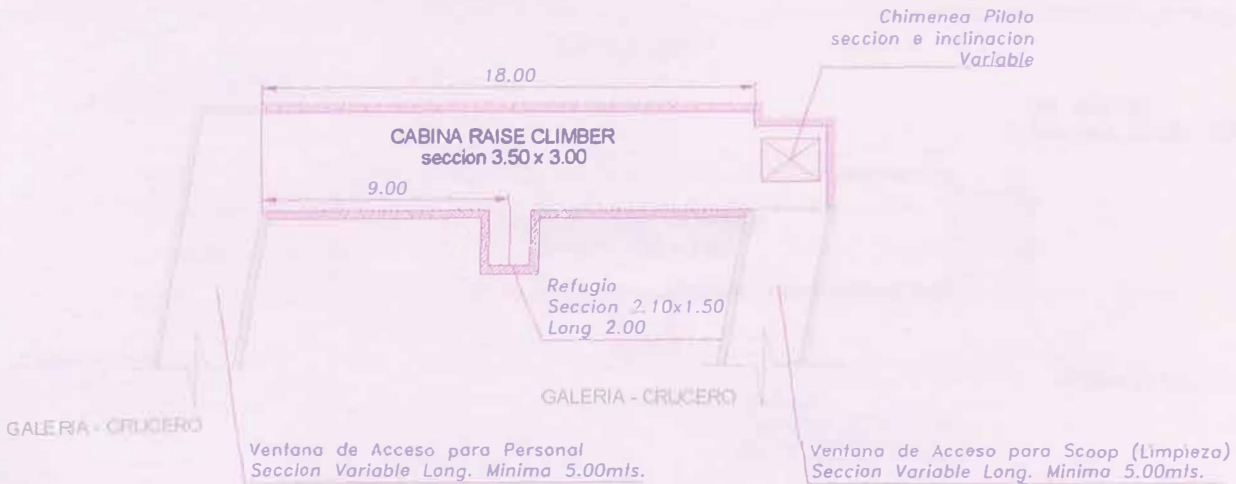
4.1 Los requerimientos se detallan en el diagrama de la sección 5.

5. DIAGRAMAS

SECCION LONGITUDINAL



VISTA PLANTA



SECCION LONGITUDINAL



VISTA PLANTA

