

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS GEOLOGIA Y CIVIL
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



TESIS

**“APLICACIÓN DEL VALOR PRESENTE EN EL
ESTUDIO TÉCNICO – ECONÓMICO DE
PERFORADORAS JACK LEG EN LAMINA HUARÓN –
CÍA MINERA PANAMERICAN SILVER S.A.”**

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

PRESENTADO POR EL:

Bach. Guillermo BENDEZÚ AVILES

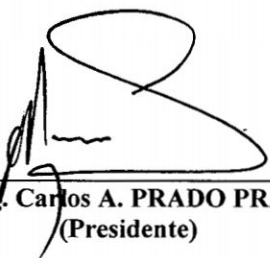
AYACUCHO – PERU

2014

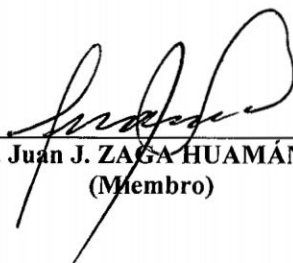
“APLICACIÓN DEL VALOR PRESENTE EN EL ESTUDIO TÉCNICO – ECONÓMICO DE PERFORADORAS JACK LEG EN LA MINA HUARÓN – CÍA MINERA PANAMERICAN SILVER S.A.”

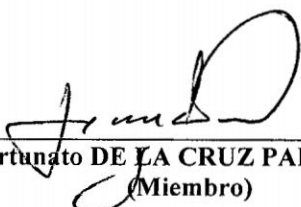
RECOMENDADO : 21 DE JULIO DEL 2014

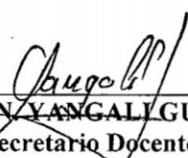
APROBADO : 29 DE AGOSTO DEL 2014


MSc. Ing. Carlos A. PRADO PRADO
(Presidente)


Ing. Grover RÚBINA SALAZAR
(Miembro)


Ing. Juan J. ZAGA HUAMÁN
(Miembro)


Ing. Fortunato DE LA CRUZ PALOMINO
(Miembro)


Ing. Floro N. YANCALIGUERRA
(Secretario Docente)

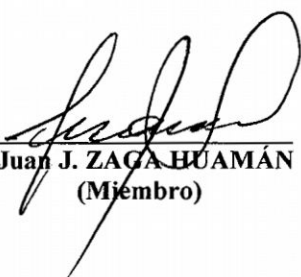
Según el acuerdo constatado en el Acta, levantada el 29 de agosto del 2014, en la Sustentación de Tesis Profesional presentado por el Bachiller en Ciencias de la Ingeniería de Minas Sr. **Guillermo BENDEZÚ AVILÉS**, con el Trabajo Titulado “**APLICACIÓN DEL VALOR PRESENTE EN EL ESTUDIO TÉCNICO – ECONÓMICO DE PERFORADORAS JACK LEG EN LA MINA HUARÓN – CÍA MINERA PANAMERICAN SILVER S.A.**”, fue calificado con la nota de **QUINCE (15)** por lo que se da la respectiva **APROBACIÓN**.



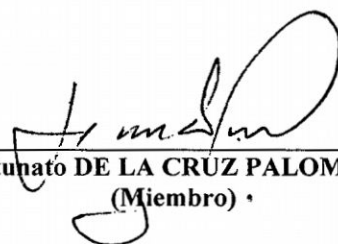
MSc. Ing. **Carlos A. PRADO PRADO**
(Presidente)



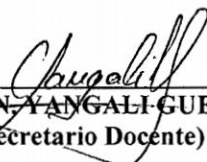
Ing. Grover **RUBINA SALAZAR**
(Miembro)



Ing. Juan J. **ZAGA HUAMÁN**
(Miembro)



Ing. Fortunato **DE LA CRUZ PALOMINO**
(Miembro)



Ing. Flore N. **YANGALI GUERRA**
(Secretario Docente)

DEDICATORIA

A mis padres Daniel y Agustina por su apoyo en mi formación profesional.

A mis hermanos Dina y Rafael y a mis
Hijas: Fátima Agustina, Isabel Aida, Yraida
Patricia, Marilia, Mariana Lucero y Luciana
Gabriela.

AGRADECIMIENTO

Mis sinceros agradecimientos a los Profesores de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería de Minas por sus sabias enseñanzas durante mis estudios universitarios, los cuales han hecho que sea un profesional competente.

INTRODUCCIÓN

El uso de maquinaria en el minado es una necesidad cada vez mayor por con ello se logra una mayor producción y rebajar los costos y que a su vez constituye un reto para el ingeniero que dirige la operación de explotación.

La cantidad y variedad de maquinaria es grande debido a que cada etapa de minado es diferente, así para el presente estudio se ha tomado a la perforadora neumática, en razón de que la perforación es la primera etapa y que de los resultados de ésta depende las otras etapas siguientes.

En general un equipo debe operar solamente durante un determinado tiempo, cuyo límite se conoce como Vida Económica y que después de ese periodo su tenencia es antieconómico porque los costos de reparación, mantenimiento y repuestos empiezan a incrementarse en forma cada vez creciente y su rendimiento disminuye y desde el punto de vista económico debe dejar la máquina de operar y ser reemplazado por una nueva máquina igual o de mejor tecnología, por lo tanto debe encontrarse dicha vida económica en base a todo un seguimiento de la performance del equipo durante su vida de trabajo.

RESUMEN

La tesis, se ha desarrollado con la finalidad de saber la vida económica de la perforadora Jack Leg, en los frentes de desarrollo que se vienen realizando en la mina Huarón para cuyo efecto el trabajo está dividido en 4 capítulos cuyo detalle es:

El capítulo I.- Aspectos Generales. Contiene acápites referidos a ubicación accesibilidad de la mina, clima, fisiografía, antecedentes, aspectos geológicos minado, objetivos, metodología y organización.

El capítulo II.- Conceptos económicos, describe los diferentes conceptos económicos utilizados en el estudio económico de la perforadora Jack leg como es el caso del valor presente.

El capítulo III.- Performance de las perforadoras Jack Leg. En este capítulo se hace el estudio sobre el desempeño de la perforadora durante el trabajo en el frente de desarrollo, considerando los diferentes factores que afectan tal performance.

El capítulo IV.- Costos en perforadoras. Se describe los diferentes costos que intervienen en el estudio de la perforadora Jack leg, cuyo análisis es importante por ser un factor decisivo en la tenencia de una máquina.

El capítulo V.- Aplicación del valor presente en la determinación de la vida económica de las perforadoras Jack Leg. En este capítulo se realiza el

estudio económico de la perforadora Jack leg, marca atlas copco , modelo
leopardo BBC-4W aplicándose el método del valor presente.

CONTENIDO

Dedicatoria.	
Agradecimiento.	
Introducción	
Resumen	
Pág.	
CAPITULO I.-ASPECTOS GENERALES	1
1.1.- Planteamiento del problema	1
1.2.- Objetivos	2
1.3.- Hipótesis	2
1.4.- Justificación e importancia.....	2
1.5.- Marco Teórico	2
1.6.- Ubicación y acceso	3
1.7.- Clima y vegetación	3
1.8.- Topografía	4
1.9.- Antecedentes	4
1.10.- Recursos	5
1.11.- Geología	6
1.11.1.- Geología regional	6
1.11.2.- Geología local	7
1.11.3.- Geología económica	8
1.12.- Minería	9
1.12.1.- Corte y relleno ascendente	9
1.12.2.- Método de subniveles con taladros largos	10
1.13.- Métodos de trabajo	12
1.14.- Infraestructura	13

CAPITULO II.- CONCEPTOS ECONOMICOS	14
2.1.- Maquinaria y equipo en minería	14
2.2.- Precio CIF y FOB en la adquisición de equipos.....	14
2.3.- Valor del dinero en el tiempo	16
2.4.- Costo de inversión en equipos	18
2.5.- Criterios de evaluación	19
CAPITULO III.- PERFORMANCE DE LAS PERFORADORAS	
JACK LEG	21
3.1.- Tipos, marcas y modelos de perforadoras	21
3.2.- Componentes de las perforadoras.....	21
3.3.- Fallas de las perforadoras	23
3.4.- Mantenimiento y reparación	24
3.5.- Performance de perforadoras	25
3.6.- Factores que afectan la performance de las perforadoras	26
3.7.- Estudio estadístico de la performance	27
CAPITULO IV.- COSTOS EN PERFORADORAS	
4.1.- Costo en maquinaria minera	28
4.2.- Costos de propiedad	28
4.3.- Costo de operación	33
CAPITULO V.- APLICACIÓN DEL VALOR PRESENTE EN LA	
DETERMINACION DE LA VIDA ECONOMICA DE LAS	
PERFORADORAS JACK LEG	37
5.1.- Parámetros considerados en el valor presente	37
5.2.- Determinación de la Vida Económica de la Perforadora.....	38

5.2.1.- Método de la obsolescencia	39
5.2.2.- Método del valor presente	44
5.3.- Resultados del estudio económico de las perforadoras	51
5.4.- Reemplazo de perforadoras	52
5.5.- Discusión sobre el Estudio realizado.....	53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
Conclusiones	55
Recomendaciones	57
BIBLIOGRAFÍA	58

ANEXOS:

ANEXO I: Fotografías

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Dentro de la perforación una variable importante es el costo de operación de la máquina perforadora, que está sujeta a su performance, la incidencia de varios costos y del tiempo de uso económico de la perforadora que se conoce como vida económica, los cuales en conjunto determinan la tenencia y/o reemplazo de la perforadora, parámetro que es necesario conocer en la Mina Huarón.

1.1.1.-PROBLEMA PRINCIPAL.

¿De que modo afecta económicamente a falta de análisis de maquinaria minera en el minado, especialmente de las perforadoras neumáticas?

1.1.2.-PROBLEMA SECUNDARIO.

a.-¿En que medida aportará el estudio técnico de las perforadoras Jack Leg en la mina Huarón?

b.-¿En que medida influye la determinación de la vida económica de las perforadoras Jack Leg marca Atlas Copco?

1.2.-OBJETIVOS.

1.2.1.-OBJETIVO PRINCIPAL.

Realizar estudios económicos la maquinaria minera empleado en el minado, en especial de las perforadoras neumáticas

1.2.2.-OBJETIVOS SECUNDARIO.

a.- Determinar la vida económica de las perforadoras Jack Leg marca Atlas Copco, modelo BBC-46W.

b.- Obtener el Título Profesional de Ingeniero de Minas.

1.3.-HIPOTESIS.

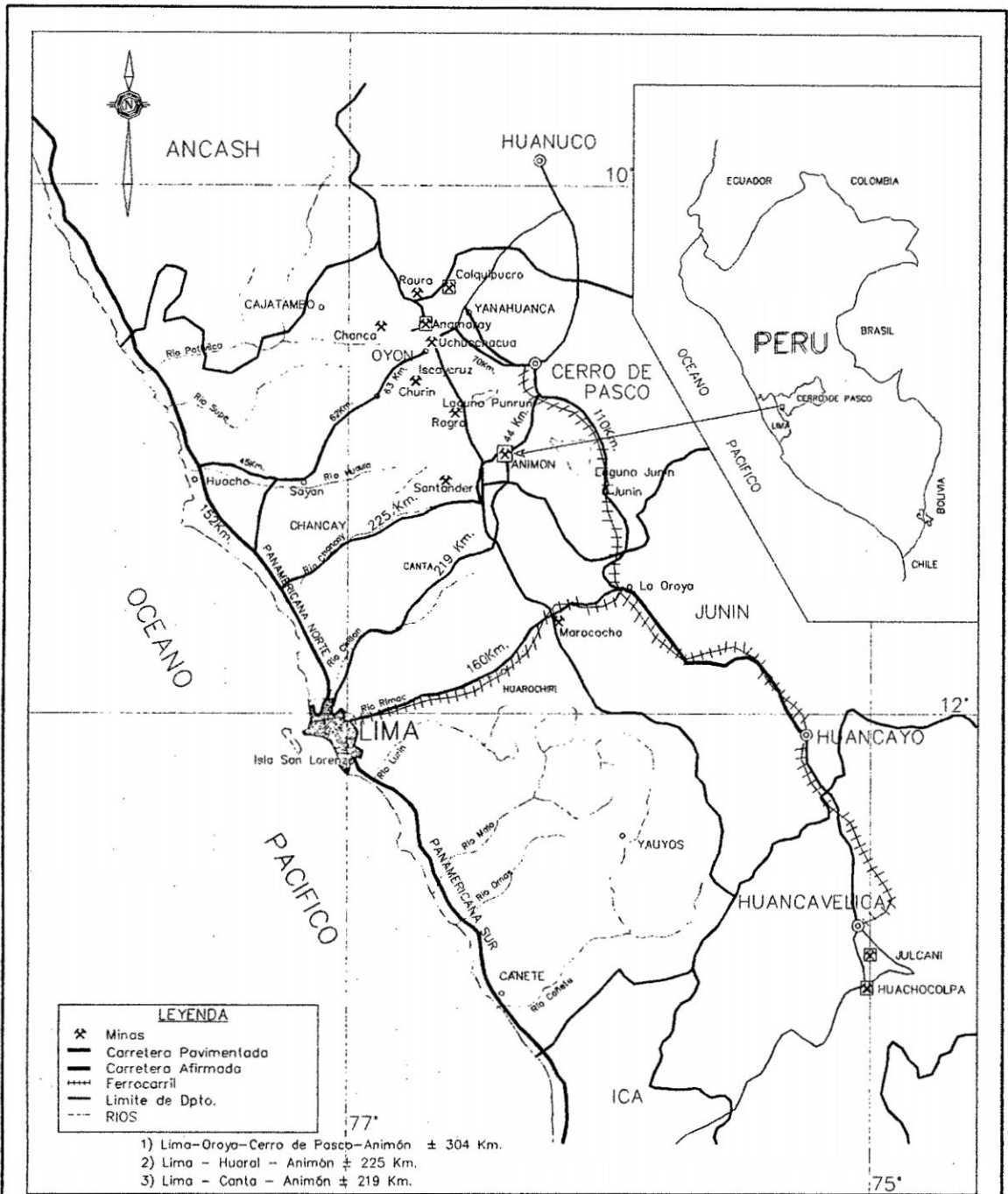
Los resultados servirán como una herramienta de decisión en la conservación o reemplazo de las perforadoras Jack Leg marca Atlas Copcp. Modelo BBC-34W que se viene usando en la mina Huarón.

1.4.- JUSTIFICACION E IMPORTANCIA.

La inversión en la adquisición de perforadoras como también su mantenimiento representa un desembolso de capital considerable que se justifica por la necesidad de su utilización en la perforación que es una etapa de cuyo resultado dependen las otras etapas de minado.

1.5.- MARCO TEORICO.

Los trabajos de perforación se efectúa mediante perforadoras los cuales se basan en un determinado principio que en este caso es el de percusión – rotación y la energía usada es el aire comprimido, para cuyo trabajo y control debe contarse con patrones de rendimiento que están condicionados por factores de técnicos y económicos.



EMPRESA ADMINISTRADORA CHUNGAR S.A.C.		ESCALA	UNIDAD ANIMON COMPENDIO GEOLOGICO	
		S/E	PLANO DE UBICACION Y ACCESIBILIDAD	
PROYECTO	H. G. F. / J.V.M.	FECHA		
DIBUJO		FEBRERO 2001	CG-001	
GEOLOGIA				
REVISADO				
APROBADO	Ing.: C. Gobitz			

1.6.- UBICACIÓN Y ACCESO.

El yacimiento minero de Huarón se encuentra ubicado en el Distrito de Huayllay, Provincia de Pasco, Departamento de Pasco, en un área aproximada de 15 Km², en el flanco oriental de la cordillera occidental de los Andes. Huarón se ubica geográficamente en las siguientes coordenadas (ver plano N° 1):

Longitud 76^o 25' 30" Oeste

Latitud 11^o 00' 45" Sur

A una altitud comprendido entre 4,200 a 4,800 m.s.n.m

Existen esencialmente dos vías de acceso carrozables y una vía férrea a saber:

- Lima - La Oroya - Unish - Huarón

Es la carretera mas conservada y utilizada, por constituir en gran parte la carretera central (Lima – Unish)

- Lima – Canta – Huarón

Asfaltada solo en el tramo: Lima Santa Rosa de Quives en 75 km. Y afirmada 146 km, es poco utilizada por su poca conservación.

- Vía férrea: Lima – La Oroya – Shelby

De donde se empalma por carretera afirmada hasta Huarón.

1.7.- CLIMA Y VEGETACIÓN.

El clima es seco, frígido o tundra durante los meses de abril a noviembre, con lluvias torrenciales y nieve en los meses de diciembre a marzo, con una temperatura promedio de 5°C. a -5°C., falta de vegetación arbórea; suelo cubierto de pastos naturales, musgos y líquenes.

1.8.- TOPOGRAFÍA.

Cuenta con una topografía marcadamente accidentada por su ubicación en el flanco oriental de la cordilla occidental de los Andes, donde nos muestra antiguos valles en forma de artesa en "U", como consecuencia de la acción glaciaria, dejando permanentes lagunas escalonadas intercomunicadas por un drenaje natural. En las partes bajas como Huayllay, San José y La Calera, los rasgos glaciares se manifiestan por la presencia de morrenas, los cuales están constituidos por detritus de diferente litología (areniscas, lodolitas, margas, cuarcitas, etc.) que muestran las estrías, características del arrastre morrénico; su altitud varía desde los 4200 a 4800 m.s.n.m., proporcionando una ventaja respecto a los accesos y ubicación de la estructura mineralizada; característica topográfica por su sistema orogénico andino y por los efectos de los plegamientos geológicos.

1.9.- ANTECEDENTES.

El departamento de Pasco era originalmente parte del departamento de Junín; fueron divididos después de 1919 en la configuración actual. El área de Huarón era conocida inicialmente como el distrito de Huancavelica del departamento de Junín (Molinero y Singewald, 1919). Esto condujo a la confusión en cuanto a localizaciones exactas del mineral. La mina fue referida como la mina de San José en los años 20, y ahora se considera estar en el distrito de San José de Huayllay. La mina Huarón inició sus operaciones en 1912 por una subsidiaria de la compañía francesa French Penarroya hasta 1987, año en que Mauricio Hochschild y Compañía la adquirió.

La Unidad Huarón se dedica a la extracción y producción de concentrados de plata, plomo, zinc y cobre. Esta Unidad fue paralizada debido al colapso de la Laguna Naticocha, originado en la mina Chungar, vecina de Huarón, ocurrido el 23 de abril de 1998, que inundó Huarón por la comunicación de las labores mineras.

En Marzo del 2000, Pan American Silver Corp. adquirió los derechos mineros de la Unidad Huarón, hoy Pan American Silver SA. – Unidad Económica Administrativa Huarón.

1.10.- RECURSOS.

a.- RECURSOS DE NATURALES:

El yacimiento mineral constituye el principal recurso, es así que en el área correspondiente a la U.E.A. Huarón podemos encontrar minerales como la plata, zinc, plomo y cobre que es objeto de la explotación.

b.- RECURSOS AGROPECUARIOS:

Cuenta con la presencia de pastos naturales en las comunidades vecinas, es importante destacar que la población se dedica a la actividad agrícola y pecuaria debido a las características climatológicas y topográficas que presenta el territorio y que hacen propicia la explotación de los terrenos aptos para la agricultura, destacando el cultivo de la maca; la producción pecuaria es tradicional y extensiva (de pastoreo a campo abierto) principalmente en la producción vacuna, ovina, alpacas, vicuñas, etc.

C.- RECURSOS HÍDRICOS:

EL agua requerida para trabajos de mina, se obtiene de la Laguna Llacsacocha, que a través de un sistema de bombeo es derivado hacia el Nivel 800, donde se cuenta con dos tanques de almacenamiento de agua para ser bombeados hacia los niveles superiores.

d.- RECURSOS HUMANOS:

La mano de obra para trabajos de mina, proviene de Cerro de Pasco, el distrito de Huayllay y zonas aledañas, donde la empresa Huarón tiene compromiso con las comunidades para dar trabajo a sus miembros.

1.11.- GEOLOGIA.

1.11.1.- GEOLOGÍA REGIONAL.

Las Unidades litoestratigráficas que afloran en la región minera de Animón-Huarón están constituidos por sedimentitas de ambiente terrestre de tipo "molásico" conocidos como "Capas Rojas", rocas volcánicas andesíticas y dacíticas con plutones hipabisales (ver plano N° 2).

En la región abunda las "Capas Rojas" pertenecientes al Grupo Casapalca que se encuentra ampliamente distribuida a lo largo de la Cordillera Occidental desde la divisoria continental hacia el este y está constituido por areniscas arcillitas y margas de coloración rojiza ó verde en estratos delgados con algunos lechos de conglomerados y esporádicos horizontes lenticulares de calizas grises, se estima un grosor de 2,385 metros datan al cretáceo superior terciario inferior (Eoceno).

En forma discordante a las "Capas Rojas" y otras unidades litológicas del cretáceo se tiene una secuencia de rocas volcánicas con grosores variables constituido por

una serie de derrames lávicos y piroclastos mayormente andesíticos, dacíticos y riolíticos pertenecientes al Grupo Calipuy que a menudo muestran una pseudoestratificación subhorizontal en forma de bancos medianos a gruesos con colores variados de gris, verde y morados. Localmente tienen intercalaciones de areniscas, lutitas y calizas muy silicificadas que podrían corresponder a una interdigitación con algunos horizontes del Grupo Casapalca. Datan al cretáceo superior-terciario inferior (Mioceno) y se le ubica al Suroeste de la mina.

Regionalmente ocurre una peneplanización y depósitos de rocas volcánicas ácidas tipo "ignimbritas" tobas y aglomerados de composición riolítica que posteriormente han dado lugar a figuras "caprichosas" producto de una "meteorización diferencial" conocida como "Bosque de Rocas" datan al plioceno.

Completan el marco Geológico-geomorfológico una posterior erosión glacial en el pleistoceno que fue muy importante en la región siendo el rasgo más característico de la actividad glacial la formación numerosas lagunas.

1.11.2.- GEOLOGIA LOCAL.

El yacimiento de Huarón, litológicamente está conformado por sedimentitas que reflejan un periodo de emersión y una intensa denudación. Las "Capas Rojas" del Grupo Casapalca presentan dos ciclos de sedimentación: El ciclo más antiguo es el más potente con 1,400 a 1,500 metros de grosor y el ciclo más joven tiene una potencia de 800 a 900 metros (ver plano N° 3). Cada ciclo en su parte inferior se caracteriza por la abundancia de conglomerados y areniscas, en su parte superior contienen horizontes de chert, yeso y piroclásticos. La gradación de los clastos y su orientación indican que los materiales han venido del Este, probablemente de la zona actualmente ocupada por la Cordillera Oriental de los Andes.

En el yacimiento se presentan principalmente margas y areniscas. En el Horizonte Base se tiene conglomerado Bernabé que es un “metalotécto” importante de la región con un grosor de 40 metros y esta constituido por clastos de cuarcita de 10 cm. de diámetro y matriz arenosa.

Horizonte Techo.- “Metalotécto” calcáreo chertico de Sevilla y Córdoba de color violáceo y gris claro, masivo, lacustrino con un grosor de 25 metros.

La mineralización ha ocurrido sobre estas rocas que han servido de receptáculo y donde las potencias son variables.

1.11.3.- GEOLOGÍA ECONÓMICA.

a.- GENESIS.

El yacimiento es de origen primario, donde las soluciones mineralizantes han rellenado las fracturas preexistente.

b.- Mineralización.

Los minerales económicos actualmente explotados son, enargita (SAs_4Cu_3), tetraedrita ($Sb_4S_{13}(Cu,Fe;Zn,Ag)_{12}$), esfalerita (SZn), galena (SPb) y calcopirita (S_2FeCu).

c.- Inventario de reservas.

De acuerdo a la cubicación realizada al 31 de diciembre del 2012, se tiene mineral entre probado y probable 3'026,720 TMS, con potencia promedio de 2.05 m. 13.85 Oz /TM de Ag, 0.39% de Cu, 2.76 % de Pb, 6.77 % de Zn.

1.12.- MINERIA.

En la explotación del mineral se viene aplicando el sistema convencional y mecanizado y como método el corte y relleno ascendente y el sublevel stoping con taladros largos.

1.12.1.- CORTE Y RELLENO ASCENDENTE.

Este método se utiliza cuando las cajas no son muy competentes y el buzamiento de la veta es mayor a 45°.

Las dimensiones del tajeo es de 50 m. x 40m.a que lateralmente es delimitado mediante chimeneas simples de 1.50 x 1.50 m.. Dejando un puente de 3.0 m. a partir de una de las chimeneas, e corre un subnivel de 1.5 m. x 1.80 m. a partir de las cuales se tajea la veta en forma ascendente. Se hacen varios cortes horizontales hasta llegar a un tope en el que se deja un estribo de mineral de 3.0 m. como sostenimiento de la galería superior.

Cada dos cortes se sostiene la labor con relleno hidráulico para utilizarla como piso para realizar el siguiente corte. Para aplicar el relleno se debe preparar previamente el tajeo, colocando puntales y entablado, luego la tela rafia hacia las chimeneas.

Este método se aplica en las minas Bernabé y Lourdes donde las vetas tienen un buzamiento entre 45° y 60° con una potencia de veta de 1.2 m en promedio.

La limpieza del mineral roto se realiza con winches eléctricos hasta las chimeneas donde se realiza el chuteo por medio de las tolvas.

1.12.2.- MÉTODO DE SUBNIVELES CON TALADROS LARGOS.

El método de explotación con subniveles y usando relleno detrítico, variante taladros largo comprende dos etapas: la primera es la etapa de preparación y la segunda la de explotación.

A.- PREPARACIÓN.

La preparación para el método de subniveles consiste en delimitar el block de explotación mediante dos galerías de 3.5 x 3.5 m separadas a 40 m. A una distancia de 15 m. y paralela a la galería inferior se construye en roca estéril un By Pass de 3.5 x 3.5 m. cuya finalidad es para la extracción del mineral y de donde se ejecutan cruceros de 3.5 x 3.5 m. separadas a 40 m hasta interceptar la veta., luego se levanta el Ore Pass que debe ubicarse al centro del block y a mitad del cruceo central.(Ver lámina N° 3).

De nivel a nivel se construye rampas de 3.5 x 3.5 m. de sección que servirán de acceso al tajo, luego mediante raise borer se levanta el ore pass de 1.5 m de diámetro.

Cada 13 m. se corre subnivel de 3.50 x 3.50 m. mediante el uso del jumbo hasta una longitud de 40 m. quedando de esta forma preparado el panel de explotación de un tamaño de 40 x 40 m.

B.- CICLO DE EXPLOTACIÓN.

B1- PERFORACIÓN - VOLADURA.

Se traslada el equipo de perforación al nivel superior y ejecución del slot (formación de la cara libre), marcado de la malla de perforación, ubicación de la perforadora.

La perforación de los taladros se realiza mediante el jumbo Mini Raptor DH, que se ubica en el subnivel y desde donde perfora taladros verticales de 13 m con diámetro de 64 mm. (2 1/2") y con una malla de 1.0 x 1.20 m. El tiempo de perforar un taladro en promedio dura una hora y para perforar los 40 taladros comprendidos en el primer corte (lonja), se requieren 40 horas que equivale a 5 guardias.

Terminado la perforación, los taladros son cargados con fanel y emulsión como iniciador y en resto de la columna de carga con anfo común, colocando taco al fondo del taladro y otro taco en la boca del taladro, Para la voladura la manguera del fanel es conectado al Pentacord y éste al carmex.

La Chimenea para la cara libre (slot), en la voladura de taladros largos, se perforan chimeneas de 2 x 2 m. con la perforadora Raptor hasta una longitud de 13 m.

El disparo se inicia teniendo como cara libre la chimenea lateral y los demás taladros detonan con salida a esta chimenea.

B2- LIMPIEZA.

El mineral producto de la voladura cae por gravedad a la galería primaria (Nivel base de extracción), donde es limpiado por scoops diesel de 2.2 Yd³ y 4.2 yd³ (control remoto) ingresando por los cruceros, que trasladan la carga hasta el Ore pass ubicada al centro de la rampa de acceso.

B3- SOSTENIMIENTO.

En los subniveles, el sostenimiento del techo y paredes laterales (cajas), es realizado mediante la aplicación de shotcrete de $e = 2''$ luego la colocación de malla metálica electro soldada de 4" x 4" y pernos tipo splits set de 7 pies.

Se cuenta con labores como galerías de 3.5 x 3.0 m, rampas de 3 x 3 m. chimeneas de 2 x 2 m. Los blocks de explotación son de 50 x 50 m. La maquinaria empleada comprende las perforadoras neumáticas, jumbos electrohidráulicos y el jumbo raptor, para la limpieza se cuenta con scoops diésel y eléctricos con capacidades de: 0.5 yd³, 1.5 yd³, 2.2 yd³, 3.5 yd³ y 5 yd³.

1.13.- MÉTODOS DE TRABAJO.

Para el desarrollo del trabajo se realizaron trabajos de campo y gabinete.

Los trabajos de campo consistieron en el control de la performance de la perforadora asignada para el estudio en el frente de galería y se realizaron registros de la longitud de taladros perforados en cada guardia.

En el taller de reparación de máquinas perforadoras se tomó los datos referentes al mantenimiento y reparación hecha realizada a la máquina estudiada. En

almacén general se tomó datos sobre el precio de las diferentes piezas de la perforadora con la finalidad de hallar los costos de repuestos.

El trabajo de gabinete comprendió en el análisis de datos y la redacción de la tesis.

1.14.- INFRAESTRUCTURA.

La Unidad Económica Administrativa Huarón cuenta con oficinas administrativas y operacionales dentro del complejo minero Francois, una planta de tratamiento de minerales con una capacidad de tratamiento de 2,000 TMD, talleres de mantenimiento mecánico y eléctrico de maquinarias y equipos, mantenimientos de equipos, estaciones y subestaciones eléctricas, casa compresoras, campamentos de personal obrero y de empresas especializadas; además de un complejo en San José de Huayllay para el personal administrativo y operacional afiliados en Compañía.

CAPITULO II

CONCEPTOS ECONOMICOS.

2.1.- MAQUINARIA Y EQUIPO EN MINERÍA.

Maquinaria:

La maquinaria comprende un conjunto de máquinas que operan en una mina y también es el conjunto de aparatos mecánicos de una máquina.

Equipo:

Es un conjunto de máquinas y accesorios respectivos para un trabajo determinado.

La minería utiliza una variedad de maquinaria y equipos en su operación de minado y el uso de maquinaria en sus fases de explotación da el grado de mecanización con el cual se logra una mayor producción, una reducción de costos, mayor utilidad y una mayor velocidad de minado.

2.2.- PRECIO FOB Y CIF EN LA ADQUISICIÓN DE EQUIPOS.

Precio FOB: Free on board, o libre. El vendedor pone las mercaderías al borde de un transporte sin costo para el comprador hasta ese punto.

Precio CIF: Cost, insurance and freight o costo seguro y flete. El precio cotizado por el vendedor incluye esos cargos hasta el destino final que le señale el comprador.

Precio: lo que se debe dar a cambio de un bien. El precio es el valor de un bien expresado en términos monetarios, ya sea que éste se fije -como es usual- en unidades monetarias, o que se determine según la equivalencia con cualquier otra mercancía que desempeñe el papel de dinero en el intercambio. En el lenguaje cotidiano se utilizan a veces otras palabras para designar lo que en rigor son precios: al pago por el trabajo se le denomina sueldo o salario; al precio del alquiler de la tierra, o de otros inmuebles, se le llama renta; al pago por el uso de capital, interés, etc.

Aunque los precios puedan ser controlados o fijados más o menos arbitrariamente por los gobiernos, la teoría económica establece que ellos surgen de la interacción entre la oferta y la demanda en el mercado. Las fuerzas que intervienen en el mercado son de una naturaleza tal que tenderán a seguir su propia lógica, su propio interés, de modo que cualquier control que se imponga sobre los precios producirá una reasignación de los recursos en la producción de bienes y servicios.

Tipo de interés: es el precio del dinero, definición que recoge la idea del “riesgo” que implica para los agentes que intervienen en cualquier operación financiera. El interés que devenga una operación, ya sea de préstamo o de colocación de capital, es la forma que el mercado tiene de remunerar el riesgo que uno de los agentes, el prestamista, asume con el otro agente, el prestatario. Este precio se expresa como porcentaje de la cantidad prestada.

2.3.- VALOR DEL DINERO EN EL TIEMPO.

El factor tiempo, tiene un papel decisivo al momento de calcular el valor del capital. No es lo mismo disponer de cierta cantidad de dinero hoy que dentro de un año, ya que el dinero se va devaluando como consecuencia de la inflación.

Es esencial una clara exposición del valor del dinero a través del tiempo para comprender muchos de los temas que se exponen a lo largo de este trabajo. Las decisiones de estructura financiera, la estructura de arrendamiento y compra, las técnicas de tasación, etc.

Una cantidad de dinero disponible hoy es más valiosa, que la misma cantidad disponible en un futuro más o menos próximo, la razón es que el dinero de hoy puede ser invertido ahora y generar unos ingresos adicionales inmediatamente.

Tasa de Interés.- es la tasa equivalente entre pagos futuros y su valor actual.

Interés.- es el valor o costo que otorga el mercado al uso del dinero en el tiempo.

$$i = \left(\frac{\text{Monto final}}{\text{Monto inicial}} - 1 \right) \times 100$$

a.- Tasa de Interés Simple.- Llamada también tasa lineal se calcula en forma proporcional al tiempo, se da cuando no existe capitalización de intereses.

Ejemplo: para la compra de un jumbo se recurre a un banco y se realiza un préstamo de \$100,000 a una tasa de interés de 15% anual durante 5 años, ¿cuánto se pagará al final del periodo?.

$$\begin{aligned} \text{Monto a Pagar} &= 100,000 + 100.000,00 (0.15 \times 5) \\ &= \$ 175,000 \end{aligned}$$

b.- Tasa de Interés Compuesto.- Calcula el interés sobre el monto principal más intereses acumulados, es decir se capitalizan los intereses.

Pr	Principal	Intereses	Acumulado
1	P	+ i x P	= P (1+i)
2	P(1+i)	+ i x P(1+i)	= P (1+i) ²
3	P(1+i)	+ i x P (1+i) ²	= P (1+i) ³
n			= P (1+i) ⁿ

$$F = P \times (1 + i)^n$$

Ejemplo: para la compra de un Jumbo se recurre a un banco y se realiza un préstamo de \$100.000,00 a una tasa de interés de 15% anual durante 5 años, ¿cuanto se pagará al final del periodo, si se capitaliza los intereses?

$$F = 100.000,00 * (1 + 0.15)^5$$

$$F = \$ 201,135$$

c.- Anualidades:

Es una serie de pagos iguales realizados a intervalos fijos o iguales de tiempo a lo largo de un número específico de periodos.

d.- Factores de Actualización

Las denominaciones usuales de dichos factores son:

$$\text{Factor simple de capitalización} = \text{FSC} = (1+i)^n = (F/P)_{i,n}$$

$$\text{Factor simple de actualización} = \text{FSA} = 1 / (1+i)^n = (P/F)_{i,n}$$

$$\text{Factor de fondo de amortización} = \text{FDFA} = i / ((1+i)^n - 1) = (A/F)_{i,n}$$

$$\text{Factor de capitalización de una serie} = \text{FCS} = ((1+i)^n - 1) / i = (F/A)_{i,n}$$

$$\text{Factor de recuperación de capital} = \text{FRC} = (i(1+i)^n) / ((1+i)^n - 1) = (A/P)_{i,n}$$

$$\text{Factor de actualización de una serie} = \text{FAS} = ((1+i)^n - 1) / (i (1+i)^n) = (P/A)_{i,n}$$

P = Cantidad presente de dinero

F = Cantidad futura de dinero

A = Anualidades constantes

i = Tasa de interés

n = Número de periodos.

2.4.- COSTO DE INVERSION DE LOS EQUIPOS.

Esta es una de las formas de comparar el costo de inversión de diferentes equipos, ya que se trata de conseguir el menor costo, considerando una larga vida de las máquinas con el menor gasto. Hay dos maneras de hallar el costo de inversión.

- Costo de propiedad anual (C.P.A.)
- Costo equivalente anual (C.E.A.)

a.- Costo de Propiedad Anual (C.P.A).- Es el de mayor uso, proviene de la suma de la depreciación anual más los intereses del capital invertido.

Se procede de la siguiente manera:

a). Se calcula la depreciación anual por el método lineal

$$D = \frac{Va}{N} = \frac{\text{Valor de adquisición del equipo}}{\text{año de depreciación}}$$

b). El siguiente paso, se calcula el interés del capital invertido anual, que es la fórmula para hallar el interés total al rebatir dividido entre el número de años depreciado.

$$I = \frac{Va (n + 1) i}{2 n}$$

b.- Costo Equivalente Anual.- Esta forma es la más exacta, el costo de inversión se va capitalizando durante todo el periodo de su vida útil, obteniéndose una cuota anual constante.

$$\text{C.E.A.} = \frac{\text{Va} \times i \times (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

2.5.- CRITERIOS DE EVALUACION.

Para la valoración económica de las inversiones es preciso construir el modelo económico del proyecto de inversión, que es la sucesión de flujos de fondos que genera en el tiempo. El periodo que abarca ese movimiento de fondos es lo que se conoce como horizonte temporal del proyecto, que depende de la vida de los activos, y en este caso coincide con la de los propios equipos.

Los dos criterios económicos que más se utilizan en el análisis de proyectos son los siguientes:

a.- Valor Actual Neto (VAN).- es el valor actualizado de todos los cobros menos el valor actualizado de todos los pagos:

$$\text{VAN} = \text{Valor actual de todos los Ingresos} - \text{Valor actual de todos los pagos}$$

Una inversión será aconsejable si su VAN es positivo y desaconsejable si su VAN es negativo, si el VAN es igual a CERO, la inversión será aceptable.

De entre varias alternativas, la inversión más aconsejable será la que tenga el VAN positivo mayor.

$$\text{VAN} = -I_0 + \frac{\text{CF}_j}{(1+i)^n}$$

Ejemplo:

Inversión inicial	=	S/. 20,000
Ingreso	=	S/. 15,000 (al final del primer año)
Ingreso	=	S/. 15,000 (al final del segundo año)
Tasa de actualización	=	10%

$$VAN = -20,000 + \frac{15,000}{(1+0.1)} + \frac{15,000}{(1+0.1)^2}$$

$$VAN = -20,000 + \frac{15,000}{1.10} + \frac{15,000}{1.21}$$

$$= -20,000 + 13,636 + 12,397$$

$$= +6,033$$

La Inversión es aconsejable, debido a que el VAN es positivo

La segunda inversión es aceptable por ser positivo.

b.- Tasa Interna de Retorno (TIR).- es aquella tasa de actualización que hace que el valor actual neto de una inversión sea igual a cero.

$VAN = 0 =$ Valor actual de todos los Ingresos – Valor actual de todos los pagos

Ejemplo A

$$TIR = 0 = -20,000 + \frac{15,000}{(1+R)^1} + \frac{15,000}{(1+R)^2}$$

En este caso se da valores a TIR y si el resultado resulta igual a cero, ésta es el valor del TIR. Para nuestro caso la expresión se hace cero con un valor de R igual 31.87 por lo tanto el TIR es igual a 31.87%

CAPITULO III

PERFORMANCE DE LAS PERFORADORAS JACK LEG.

3.1.- TIPOS, MARCAS Y MODELOS DE PERFORADORAS.

En el mercado existen variedad de marcas y modelos de perforadoras del tipo Jack Leg, cuyo uso está dirigido a labores horizontales; sin embargo se puede ejecutar taladros inclinados tanto hacia arriba como hacia abajo. Para el presente estudio se tiene la marca Atlas Copco Modelo BBC 34 W – Leopardo, que es una perforadora con empujador para taladros horizontales.

3.2.- COMPONENTES DE LAS PERFORADORAS.

Para el presente estudio, se ha seleccionado la perforadora neumática marca Atlas Copco, modelo BBC-34W, fabricado para taladros con barrenos integrales hasta de 41 mm. de diámetro y posee alta velocidad de penetración y es adecuado para la perforación de galerías y túneles.

COMPONENTES PERFORADORA BBC-34W - LEOPARDO**ATLAS COPCO**

Nº DE REF.	PIEZA	Nº DE PIEZA
1	Cuerpo delantero	3121 0154
2	Caja del trinquete	3121 0898
3	Arandela	3121 0627
4	Caja completo de control	3121 0597-83
5	Tubo de barrido de aire	3121 0768
6	Tubo de barrido de agua	3121 0460
7	Válvula completo	3121 0726-80
8	Empuñadura	3121 0674
9	Perno lateral	3121 0764
11	Buje de rotación	3121 0826 -80
12	Casquillo	3121 0824
13	Tuerca de guía	3121 0828
14	Parte intermedia completa	3121 075 - 80
15	Casquillo	3121 0752
16	Pistón completo	3121 0767 - 80
17	Tuerca estriada	3121 0754
18	Palanca giratoria completa	3115 1142 - 80
19	Cilindro	3121 0755
20	Arandela	3121 0617
21	Cojinete de la barra estriada	3121 0756
22	Caja de válvula	3121 0757
23	Válvula principal	3121 0758
24	Tapa de la caja de válvula	3121 0759
25	Barra estriada	3121 0626
26	Trinquete	3101 3159
27	Pistón	3100 9641 - 01
28	Muelle	3100 9140 - 02

NOTA: El Nº 10 corresponde al empujador BMT 90

3.3.- FALLAS DE LAS PERFORADORAS.

La falla se define como la parada intempestiva de una máquina en su funcionamiento, durante el trabajo debido a desgaste y/o rotura de alguna de sus piezas. En el caso de la perforadora motivo del presente estudio podemos citar las siguientes fallas:

a.- Rotura del pistón:

Causa: calentamiento por falta de lubricación, malos culatines del barreno.

Reparación: dar una mejor lubricación, chequear los culatines y reemplazar las partes gastadas.

b.-Castillado en el pistón:

Culatín del barreno muy duro o su cara de apoyo defectuoso.

Reparación: Chequear la dureza del culatín, chequear las caras del culatín.

c.- Tubo de agua roto o achatado:

Causa: Culatín en mal estado.

Reparación: chequear los culatines, cambiar el tubo de agua.

d.- Dificultad al comenzar la perforación:

Causa: Puede estar tapado el exhalador, pistón congelado por falta de lubricación, válvula pegada por aceite muy denso o pegajoso, tapados los pasajes de aire por partículas extrañas o fragmentos de jebe de la manguera.

Reparación: Chequear el exhalador, desarmar la máquina limpiar y reaceitar, limpiar los pasajes de aire y reemplazar la manguera podrida.

e.- Dificultad de rotación en la perforadora o muy débil.

Causa: Culatín corto o pistón corto (debido al desgaste o esmerilada), baja presión de aire (por compresora, por manguera de diámetro pequeño o muy larga. Pasajes de aire de la perforadora tapada, lubricador tapados, exceso de longitud de la tubería de distribución.

Reparación: chequear el culatín y el pistón, chequear los pasajes de aire en la perforadora. Chequear la compresora para una carga propia y presión de descarga. Chequear los cálculos para la línea de distribución de modo de obtener el volumen y presión de aire requerido.

f.- Perforadora caliente:

Causa: Calidad del aceite muy grueso, falta de lubricación, aire caliente en la compresora sobrecargada.

Reparación: poner aceite apropiado a la perforadora, usar una compresora de suficiente tamaño para evitar sobrecarga.

g.- Continuamente se atraca el barreno.

Causa: impropio alineamiento del barreno en el taladro. Tipo incorrecto de las brocas. Alimentación muy fuerte, muy poca agua, débil rotación, el buje de rotación gastada. Deficiencia del perforista, barreno muy gastado.

Reparación: cambiar el buje, cambiar al perforista, cambiar el barreno, chequear la perforadora.

3.4.- MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN.

El mantenimiento de las perforadoras se realiza por las siguientes razones:

- Prolonga la vida de la máquina y sus accesorios.
- Disminuye los gastos de frecuentes reparaciones.
- Se tiene una mayor disponibilidad de la perforadora para el trabajo.

Las clases de mantenimiento que se practica a las perforadoras son:

Mantenimiento preventivo: consiste en lavar, aceitar.

Mantenimiento general: consiste en desarmar, cambiar piezas desgastadas y armar. Este tipo de mantenimiento y conforme a la frecuencia de fallas se debe realizar conforme al siguiente cuadro:

PROGRAMACION	
En tajeos	Cada 10 días
En galerías	Cada 12 días
En cortadas	Cada 12 días
En subniveles	Cada 15 días
En chimeneas	Cada 15 días

3.5.- PERFORMANCE DE PERFORADORAS.

La performance de las perforadoras es el desempeño durante el trabajo de perforación, los cuales son medidos mediante la velocidad de penetración expresados en pies/minuto o metros/minuto, capacidad de poder perforar rocas de alta dureza, rocas fragmentadas y con geodas.

3.6.-FACTORES QUE AFECTAN LA PERFORMANCE DE LAS PERFORADORAS.

Los factores que afectan la performance de las perforadoras son los siguientes:

a.- Tipo de roca.

El tipo de roca es un factor importante en la performance de la perforadora, pues en rocas duras y de alta resistencia, como es el granito, andesitas, la velocidad de perforación será menor, además requiere mayor suministro de aire a fin dar mayor empuje al barreno. En rocas de menor resistencia como las lutitas pizarrosas, calizas y areniscas, el rendimiento de la perforadora es mayor.

b.- Presión de agua y aire.

El consumo de aire para las perforadoras, así como la presión de aire comprimido está fijada por el fabricante; sin embargo en la mina muchas veces no se proporciona la presión y cantidad de aire debido a la pérdida en la red, por escapes, baja producción de aire en las compresoras o consumo excesivo de aire por el funcionamiento simultáneo de varias perforadoras y otros equipos neumáticos. La baja presión de aire hará que origine una menor rotación del barreno y continuos atraques del barreno y mayor tiempo de perforación por taladro.

c.- Estado de los barrenos.

Las perforadoras neumáticas como lo señalado en el presente estudio, usan barrenos integrales de diámetros de 38 mm. a 41 mm., los cuales deben mantener el filo adecuado, la misma que debe ser verificado mediante un calibrador y en caso contrario deberá ser afilado. Por otro lado en toda perforación

debe usarse un juego de barrenos, para que la perforadora pueda perforar sin problemas de atascamiento en razón de que el patero tiene mayor diámetro y el seguidor menor diámetro, lo cual repercute en la velocidad de perforación.

d.- Habilidad del perforista.

Conforme se comentó anteriormente, la destreza del perforista es de gran importancia en el buen desempeño de la perforadora, porque sabrá mantener la alineación conveniente de la máquina perforadora, el barreno y el taladro, sabrá también suministrar el aire comprimido y el agua durante la perforación, por esta razón es recomendable tener un perforista de primera y en caso de no contarlo capacitarlo.

e.- Disponibilidad mecánica.

La disponibilidad mecánica se entiende como el porcentaje del tiempo total que está listo para el servicio, por esta razón la perforadora debe estar bien mantenida a fin de garantizar el trabajo, es decir que la ocurrencia de posible falla sea descartada durante la utilización de la máquina. La disponibilidad deberá estar entre 80% a 90%.

3.7.- ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LA PERFORMANCE.

En la práctica la performance se va midiendo mediante los reportes de perforación que se practican durante la guardia y en este caso en un determinado frente de galería. Estos datos nos servirán para conocer los pies y/o metros perforados de cada máquina durante un mes. El formato utilizado en la mina Huarón es el siguiente:

CAPITULO IV

COSTOS EN PERFORADORAS.

4.1.- COSTO EN MAQUINARIA MINERA.

El costo es la medida en términos monetarios, de los recursos utilizados para conseguir un objetivo determinado. Ejemplo: la adquisición de un equipo minero.

4.2- COSTOS DE PROPIEDAD.- Para comprar un equipo ya sea nueva o usada es necesario tomar en cuenta el tipo y la cantidad de trabajo de que se dispone y el que se espera, el precio y disponibilidad de los modelos adecuados.

Los costos de propiedad existen aún cuando la máquina no se encuentre trabajando, ya que por un lado se tiene un capital inmovilizado que podría destinarse a otro uso generando intereses y por otro va perdiendo valor como consecuencia de la obsolescencia debido a los continuos avances tecnológicos que se van incorporando a los diferentes modelos.

El costo de propiedad comprende los gastos que hace el propietario de un equipo para tenerlo en su posesión y ponerlo en trabajo. Estos gastos se llaman generalmente **COSTOS FIJOS**, porque su valor no varía de día a día. En esta

categoría podemos considerar: Valor de Adquisición, Depreciación, Intereses, Seguros, Impuestos, etc.

4.2.1.-Valor de Adquisición.- Es el precio actual en el mercado que se tiene y se obtiene pidiendo una cotización a las empresas especializadas en venta de maquinaria.

El precio ha solicitar a las empresas es el precio del equipo puesto en el puerto de embarque (FOB), caso contrario solicitar el detalle del precio ex fábrica más los gastos que se van incurrir como la preparación de exportación, flete interno, gastos de manipuleo en puerto Callao, con el cual tenemos el precio (CIF). Después se debe calcular el costo de internamiento del equipo donde se incluye los siguientes rubros.

- Gastos de certificación
- Seguro
- Gastos de Agente de aduana
- Gastos varios (Almacenaje, muellaje, documentación etc.)
- Impuesto general a las ventas.

El resultado de este cálculo nos da el precio puesto en nuestros almacenes.

a.- Depreciación.- La depreciación es una disminución en el valor de la propiedad debido al uso, al deterioro y a la caída en desuso de un bien.

Es el costo que resulta de la disminución en el valor original de la maquinaria como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica.

a.1.- Factores físicos:

Avería repentina debida a:

- Accidentes diversos
- Envejecimiento debido a:
 - Deterioro físico y
 - Desgaste.

a.2.- Factores tecnológicos.- El desarrollo de nuevos y mejores métodos para llevar a cabo un trabajo hace que los diseños anticuados de maquinaria se vuelvan incontrolables. Una innovación tecnológica es, en la actualidad, un suceso tan rutinario que la obsolescencia es una preocupación notable en la compra de cualquier máquina.

a3.- Términos utilizados en la depreciación de los equipos.- Los términos utilizados son los siguientes:

Vida Económica Util.- La vida económica de una máquina puede definirse como el periodo durante el cual dicha máquina trabaja con un rendimiento económicamente justificable. Así mismo, es conocido que a medida que aumenta la vida y el uso de la máquina, la productividad de la misma tiende a disminuir y por ende sus costos de operación van en constante aumento como consecuencia de los gastos de mantenimiento y reparación que cada vez son más altos.

La vida económica de una máquina depende de factores múltiples y complejas, tales como fallas de fabricación, condiciones de trabajo, mantenimiento, pericia y cuidado de los operadores. Normalmente los fabricantes sugieren valores de la vida económica de los equipos, sin embargo dichos valores son los resultados de

estudios estadísticos desarrollados para condiciones diferentes, por lo que se debe realizar estudios de vida económica de equipos que operan en altitudes encima de los 4,000 m.s.n.m donde los trabajos son fuertes.

Valor Residual o de Salvataje (Vr).- Llamado también valor de rescate se define como el valor de reventa que tendrá la máquina al final de su vida económica. Generalmente el valor de rescate que se puede considerar fluctúa entre el 10% al 20% del valor de adquisición para máquinas perforadoras.

Valor de inversión media anual.- Es el valor que se considera como invertido al principio de cada año de vida de la máquina. Depende, generalmente, del precio de venta de la máquina y de su vida económica útil y se puede calcular aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{VIM} = \frac{\text{Va} (\text{Ve} + 1)}{2}$$

Valor contable V ó valor en libros, es la diferencia entre el costo del activo menos el fondo de reserva o depreciación acumulada.

$$\text{V} = \text{Va} - \text{D}$$

Valor comercial, es el valor de realización del activo, el efectivo que puede utilizarse en caso de venta del activo. Pueden haber discrepancias en el valor comercial y el valor contable de un activo.

Valor de uso W, es la diferencia entre el valor de adquisición y el valor residual.

$$\text{W} = \text{Va} - \text{Vr}$$

c.- Métodos de depreciación.- Los métodos de amortización que se utilizan son los siguientes:

- Método lineal.
- Método de la suma de dígitos del año
- Método del doble saldo decreciente.
- Método en función a la producción.

c.1.- Método lineal.- Uno de los enfoques considera que un activo físico existe para prestar servicio en el curso de su vida y que su capacidad de prestación de ese servicio es igual todos los años

Ejemplo: Una perforadora cuesta al cash 6,000 US\$. Con una vida estimada de 2 años, al término del cual tendrá un valor de recuperación de 400 US\$. la depreciación será:

$$D = \frac{6,000 - 400}{2} = 2,800 \text{ \$/año}$$

C2.- Método en base a la producción.

Se utiliza para equipos cuyo trabajo es periódico, es decir aquellos cuya depreciación se basa en base a la producción que realizan y que pueden ser expresados en \$/metros o \$/pies y \$/hora, como es el caso de perforadoras neumáticas, cargadores entre otros. La fórmula a emplearse para el cálculo de la depreciación de la perforadora Jack Leg es la siguiente:

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve \text{ pies}}$$

Donde:

Va.- Valor de adquisición

Vr.- Valor de rescate

Ve.- Vida económica de la máquina perforadora en pies.

Los factores que determinan la depreciación son los siguientes:

Ejemplo: $V_a = \text{US } \$ 5,000$ $V_r = 10\%$ $V_e = 100,000$ pies

$$D = \frac{5,000 - 500}{100,000} = 0.045 \text{ \$/pie}$$

4.3.- COSTOS DE OPERACIÓN.

Son todos aquellos gastos que se producen durante el funcionamiento del equipo, en nuestro caso la perforadora y tenemos el siguiente:

a.- Costos de energía.- La perforadora para su funcionamiento requiere de aire comprimido, que es una energía cara y debe ser suministrado por las compresoras.

b.- Costo de lubricantes, grasas.- Los lubricantes que se usan en las perforadoras son: aceites durante el funcionamiento o trabajo de la perforadora, y grasas consistentes para todos los elementos en contacto metal – metal que no lleven aceite. Una forma habitual de calcular los costos de lubricantes y grasas consiste en expresarlos como un porcentaje del costo de energía (aire comprimido).

b.- Reparaciones.- Incluye todos los gastos relativos a averías del equipo, considerando tanto los repuestos, materiales y mano de obra.

c.- Costo de Mano de Obra.- Comprende el pago al perforista y ayudante que incluye el jornal y leyes sociales vigentes.

Remuneración Básica		25.00
Bonificación Familiar	10%	2.50
Domingos	16.67%	4.16
Feriatos	3.67%	0.91
		32.57
Gratificaciones	20%	6.51
Vacaciones	10%	3.26
CTS	10%	3.26
Herramientas y Equipos de Seg	8.40%	2.69
Impuesto ONP	13%	4.23
		19.95
Subtotal:		52.52

APOORTE DEL EMPLEADOR:

ESSALUD	9%	4.72
IES	5%	2.63
SCTR	1.83%	0.10

JORNAL POR DIA S/.= 59.97

CALCULO DE COSTO DE PERFORACIÓN CON JACKLEG

1 COSTO DE DEPRECIACION DE PERFORADORA:

.-Precio de la máquina Perforadora: (US\$)	6,000
.-Vida útil: (Pies)	90,000

.-Costo de Depreciación:		0.07
2 COSTO DE MANTENIMIENTO:		
170% del costo de Depreciación		1.7 0.11
3 COSTO DE ACEITE DE PERFORACIÓN:		
.-Consumo por guardia:	Gal/Gd	0.4
.-Costo por galón:	(US\$)/Gal	9.87
.-Pies perforados por Guardia	pies/Gd.	135
.-Costo de aceite	US\$/pie	0.03
4 COSTO DE AIRE COMPRESIDO		
.-Consumo de Aire	CFM	220
.-Horas efectivas de Perforación	H	4
.-Factor de simultaneidad	Fs	0.55
.-CFM/Kw		6.7
.-Energía=(CFM*h*Fs)/(CFM/Kw)	Kw-h	72.24
.-\$/Kw-h		0.06
.-Costo=(Kw-h)*(\$/Kw-h)/pies perf.	(US\$/pie)	0.03
5 COSTO DE ACCESORIOS DE PERFORACION:		
.-Barrenos de 2'	US\$/Unid	100
.-Barrenos de 4'	US\$/Unid	130
.-Barrenos de 6'	US\$/Unid	170
.-Barrenos de 8'	US\$/Unid	207
		607
6 VIDA ECONOMICA		
.-Terreno Duro	500	

.-Terreno medianamente duro	700		
.-Terreno suave	1000		
PROMEDIO	733.3		
.-Costo por pie		0.21	<input type="text" value="0.21"/>
7 COSTO POR MANO DE OBRA			
.-Salario perforista		25.00	
.-Salario ayudante		20,00	
TOTAL		45.00	
Beneficios Sociales	116%	52.20	
Costo de Mano de Obra/pie perf.	S/. 97.20		<input type="text" value="0.049"/>
	US \$= 2.70 = \$36		
COSTO TOTAL EN DOLARES DE UN PIE DE PERFORACION			<input type="text" value="0.499"/>

CAPITULO V

APLICACIÓN DEL VALOR PRESENTE EN LA DETERMINACION DE LA VIDA ECONOMICA DE LAS PERFORADORAS JACK LEG.

5.1.- PARÁMETROS CONSIDERADOS EN EL VALOR PRESENTE.

a.- Control de perforadoras:

Las perforadoras como los otros equipos deben ser controlados para efectos para efectos de mantenimiento y reparación y a la vez facilitar la determinación de la vida económica, depreciación y reemplazos.

Para el caso de las perforadoras se tendrá:

- Control de distribución por labores.
- Control de mantenimiento.
- Record de perforación.

Por ejemplo se tiene el reporte de perforación siguiente:

REPORTE DE PERFORACION

MINA: SECCION:
 GUARDIA: FECHA:

NIVEL	LABOR	MAQUINA	TALADROS	PIES PERFORADOS	OBSERVACIONES
4150	Gal. 815 W	Atlas C.13028	30	150	
4100	Gal. 810 E	Atlas C.13015	22	110	
4050	XC-720N	Atlas C. 12951	35	175	

CAPITAN:

En el taller de mantenimiento y reparación, se tiene los "cuadernos de control", donde se anotan:

- Marca de la perforadora.
- Número de la máquina.
- Fecha de ingreso:
- Mantenimientos y reparaciones realizadas.
- Piezas cambiadas (Fechas).

Con estos datos se complementa el control de la máquina perforadora.

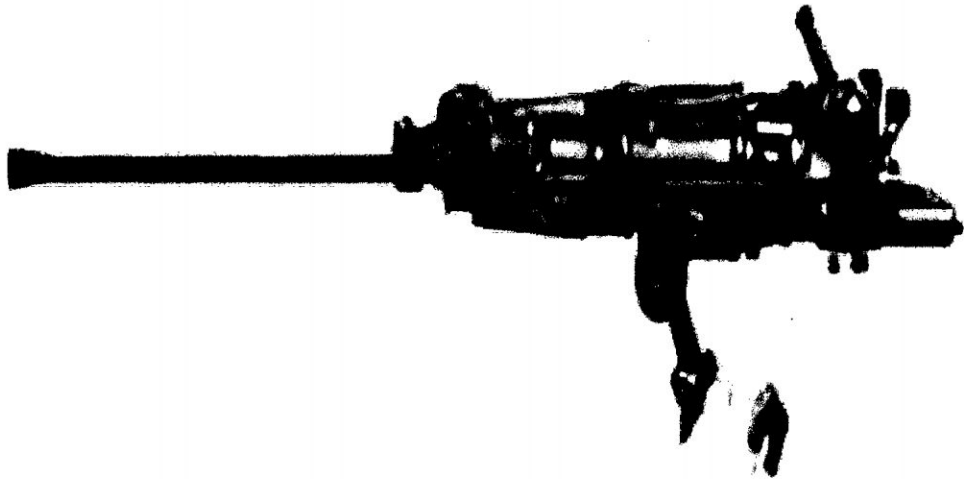
5.2.- DETERMINACIÓN DE LA VIDA ECONÓMICA DE LA PERFORADORA.

En la determinación de la vida económica de la perforadora se tiene dos métodos, los cuales se describen a continuación:

5.2.1.- METODO DE LA OBSOLESCENCIA.

Este método se aplica cuando no se dispone de datos relacionados a los pies perforados, costo de mantenimiento y reparación hasta que la perforadora llegue a su vida útil final de trabajo.

A fin de poder determinar la vida económica de la perforadora Jak leg, se ha realizado el estudio de la perforadora marca Atlas Copo modelo BBC-34W (ver partes lámina N° 2), para lo cual se preparó el cuadro de consumo de los repuestos y cantidad de pies perforados durante un tiempo de 9 meses, conforme se detalla a continuación.



CUADRO N° 5.2 A

REPUESTOS CAMBIADOS A LA PERFORADA JACK LEG ATLAS
 COPCO
 MAQUINA N°: 13044 MODELO BBC-34W

CODIGO	DESCRIPCION DE LA PIEZA CAMBIADA	CANTIDA D	PIE	COSTO	COSTO
			ACUMULAD O	PIEZA US\$	ACUMULAD O US\$
460	Tubo de barrido de agua	1	2,036	70	70
826	Buje de rotación	1	3,590	200	270
617	Arandela	1	4,783	90	360
754	Tuerca estriada	1	5,945	110	470
758	Válvula principal	1	6,920	140	610
460	Tubo de barrido de agua	1	7,578	70	680
752	Casquillo	1	8,855	230	910
626	Barra estriada	1	9,950	250	1,160
826	Buje de rotación	1	10,467	200	1,360
898	Caja de trinquete	1	12,675	275	1,635
828	Tuerca de guia	1	13,190	220	1,855
460	Tubo de barrido de agua	1	14,892	70	1,925
756	Cojinete de la barra estriada	1	16,752	270	2,195
617	Arandela	1	18,337	90	2,285
460	Tubo de barrido de agua	1	19,567	70	2,355
754	Tuerca estriada	1	20,579	110	2,465
826	Buje de rotación	1	22,156	200	2,665
626	Barra estriada	1	23,210	250	2,915
758	Válvula principal	1	24,825	140	3,055
752	Casquillo	1	25,492	230	3,285
460	Cojinete de la barra estriada	1	26,170	270	3,555
828	Caja de trinquete	1	27,545	275	3,830
826	Buje de rotación	1	28,124	200	4,030
626	Barra estriada	1	28,396	250	4,280

En base al cuadro 5.2A se confecciono el cuadro 5.2B para hallar la vida económica de la perforadora en estudio:

CUADRO N° 5.2B

PIES PERORADOS	COSTO ACUMULADO REP. Y REPTO.	COSTO REP. REPTO/PIE US\$	COSTO PROPIEDAD US\$	COSTO TOTAL/PIE US\$
4,783	360	0.0753	1.2544	1.3297
6,920	610	0.0882	0.8671	0.9552
9,950	1,160	0.1166	0.6030	0.7196
13,190	1,360	0.1031	0.4549	0.5580
18,337	2,285	0.1246	0.3272	0.4518
22,156	2,665	0.1203	0.2708	0.3911
25,492	3,285	0.1289	0.2354	0.3642
27,545	3,830	0.1390	0.2178	0.3569
28,196	4,280	0.1518	0.2128	0.3646

A continuación, considerando los costos de mantenimiento y los costos de propiedad, aplicando la ecuación de mínimos cuadrados se halló la ecuación con el cual se encontrará la vida económica.

PIES PERORADOS MILES (X)	COSTO/PIE US\$ (y)	X ²	Y ²	X.Y
4.7830	0.0753	22.8771	0.0057	0.3602
6.9200	0.0882	47.8864	0.0078	0.6103
9.9500	0.1166	99.0025	0.0136	1.1602
13.1900	0.1031	173.9761	0.0106	1.3599
18.3370	0.1246	336.2456	0.0155	2.2848
22.1560	0.1203	490.8883	0.0145	2.6654
25.4920	0.1289	649.8421	0.0166	3.2859
27.5450	0.1390	758.7270	0.0193	3.8288
28.1960	0.1518	795.0144	0.0230	4.2802
156.5690	1.0478	3374.4595	0.1267	19.8355
$\Sigma X =$	$\Sigma Y =$	$\Sigma X^2 =$	$\Sigma Y^2 =$	$\Sigma XY =$

$$B = \frac{n \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{n \Sigma X^2 - \Sigma (X)^2} = \frac{9 (19.8355) - (156.5690)(1.0478)}{9 (3374.4595) - (156.5690)^2} = \frac{178.52 - 164.05}{30,370.14 - 24,513.85}$$

$$B = \frac{14.4670}{30,370.14 - 24,513.85} = 0.00247$$

5,856.28

$$A = \frac{\sum Y - B \sum X}{N} = \frac{1.0478 - (0.00247)(156.5690)}{9} = \frac{1.0478 - 0.3867}{9} = \frac{0.66107}{9}$$

$$A = 0.07345$$

Resultando la ecuación de la forma: $Y = A \pm B(X)$

$$Y = 0.07345 + 0.00247 (X)$$

Reemplazando valores en la ecuación hallada se tiene para el costo de reparación y repuesto:

$$\text{Para } X = 5 \Rightarrow Y = 0.07345 + 0.00247(5) = 1.21235$$

$$\text{Para } X = 10 \Rightarrow Y = 0.07345 + 0.00247(10) = 0.09815$$

$$\text{Para } X = 15 \Rightarrow Y = 0.07345 + 0.00247(15) = 0.11050$$

$$\text{Para } X = 20 \Rightarrow Y = 0.07345 + 0.00247(20) = 0.12285$$

$$\text{Para } X = 25 \Rightarrow Y = 0.07345 + 0.00247(25) = 0.13278$$

$$\text{Para } X = 30 \Rightarrow Y = 0.07345 + 0.00247(30) = 0.14755$$

$$\text{Para } X = 35 \Rightarrow Y = 0.07345 + 0.00247(35) = 0.15990$$

$$\text{Para } X = 40 \Rightarrow Y = 0.07345 + 0.00247(40) = 0.17225$$

$$\text{Para } X = 45 \Rightarrow Y = 0.07345 + 0.00247(45) = 0.18460$$

$$\text{Para } X = 50 \Rightarrow Y = 0.07345 + 0.00247(50) = 0.19695$$

$$\text{Para } X = 55 \Rightarrow Y = 0.07345 + 0.00247(55) = 0.20930$$

$$\text{Para } X = 60 \Rightarrow Y = 0.07345 + 0.00247(60) = 0.22165$$

$$\text{Para } X = 65 \Rightarrow Y = 0.07345 + 0.00247(65) = 0.23400$$

$$\text{Para } X = 70 \Rightarrow Y = 0.07345 + 0.00247(70) = 0.24635$$

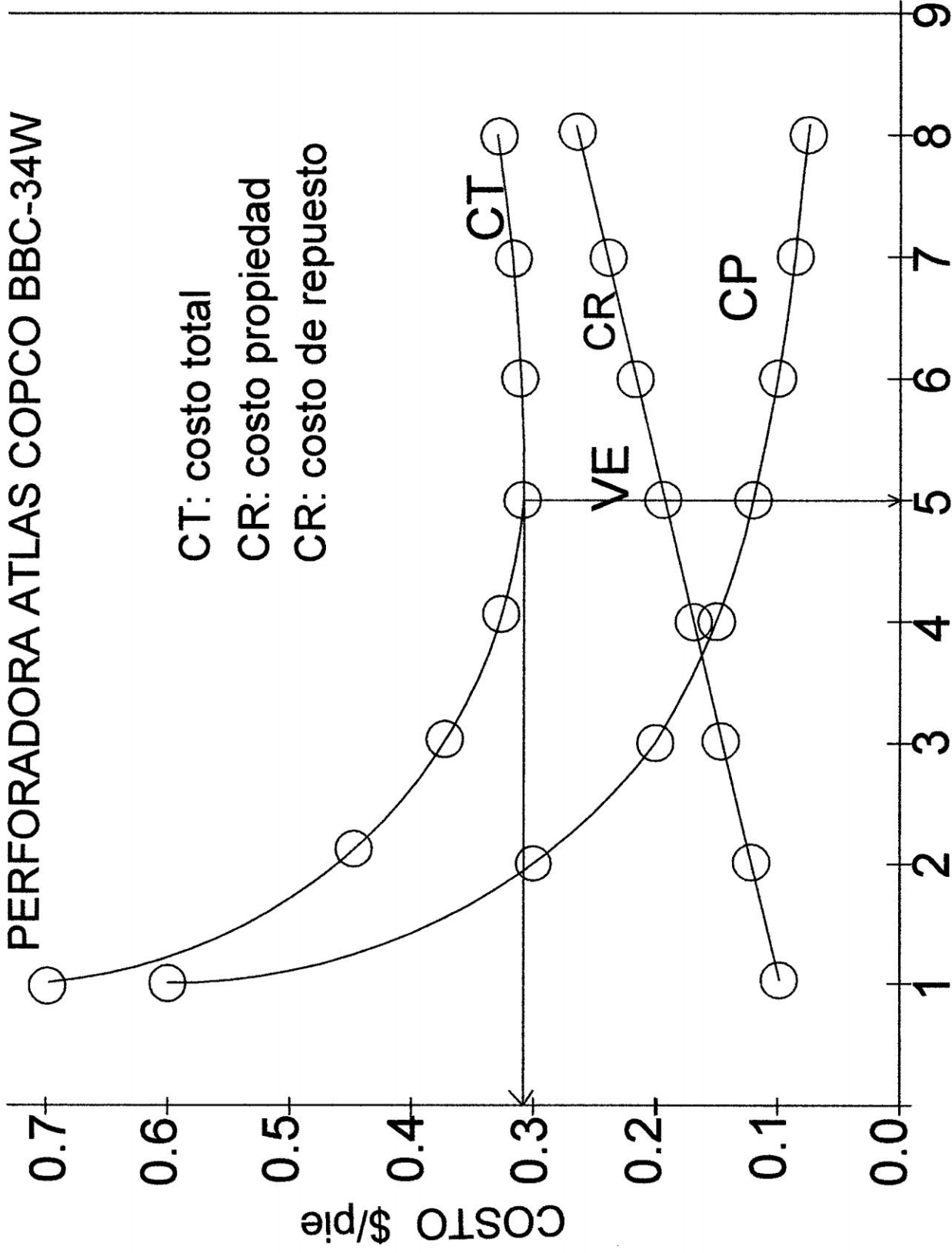
$$\text{Para } X = 75 \Rightarrow Y = 0.07345 + 0.00247(75) = 0.25870$$

$$\text{Para } X = 80 \Rightarrow Y = 0.07345 + 0.00247(80) = 0.27105$$

A los datos hallados se suma el costo de propiedad y se encuentra el costo total por pie conforme a los pies a perforarse, el cual se muestra en el cuadro siguiente:

PIES PERORADOS	COSTO REP. REPTO/PIE US\$	COSTO PROPIEDAD US\$	COSTO TOTAL/PIE US\$
5,000	1.21235	1.2000	2.41235
10,000	0.09815	0.6000	0.69815
15,000	0.11050	0.4000	0.51050
20,000	0.12285	0.3000	0.42285
25,000	0.13278	0.2400	0.37278
30,000	0.14755	0.2000	0.34755
35,000	0.15990	0.1714	0.33133
40,000	0.17225	0.1500	0.32225
45,000	0.18460	0.1333	0.31793
50,000	0.19695	0.1200	0.31695
55,000	0.20930	0.1091	0.31839
60,000	0.22165	0.1000	0.32165
65,000	0.23400	0.0923	0.32631
70,000	0.24635	0.0857	0.33206
75,000	0.25870	0.0800	0.33870
80,000	0.27105	0.0750	0.34605

PERFORADORA ATLAS COPCO BBC-34W



PIES PERFORADOS x 10,000

En este cuadro resumen se observa que el costo más bajo corresponde a los 50,000 pies que son la vida económica para la perforadora en estudio y que perforó galería en roca dura.

5.2.2.- MÉTODO DEL VALOR PRESENTE.

Este método es el más usado en la actualidad y bajo diversos desarrollos matemáticos, diferentes autores lo presentan como el más adecuado. Consiste en asociar la vida de un equipo a su costo referido al presente y encontrar el tiempo que hace mínimo dicho valor presente.

La aplicación del método del valor presente si bien no presenta problemas del tipo matemático, conceptual o de excesivos cálculos matemáticos, presenta dificultad en la recolección, calidad de la información base y la elección de algunos parámetros.

Para poder aplicar el método del valor presente en el estudio de perforadoras neumáticas es necesario conocer:

- Costo de mantención.
- Costo de adquisición.
- Piés perforados.
- Costo de repuestos.

COSTO DE MANTENCIÓN: si bien es cierto que los costos de mantención de la perforadora se conocen, conseguirlos con la exactitud o detalle requerido es difícil, pues en el taller de mantenimiento muchas veces no se registran del

trabajo de mantenimiento como es el caso de ciertos materiales usados y el jornal o suelto del mecánico que realiza el trabajo de mantenimiento.

COSTO DE ADQUISICION: La inversión inicial en la adquisición de la perforadora no representa mayor problema. Es conveniente recordar que esta inversión debe incluir todo los gastos realizados hasta la puesta en operación de la perforadora.

PIES PERFORADOS: el registro de la cantidad de piés o metros perforados por la perforadora Jack Leg es uno de los mayores problemas, en el seguimiento y toma de datos de la máquina objeto del estudio. Se debe contar con un personal exclusivo que realice los registros correspondientes en cada guardia de trabajo utilizando los formatos especialmente preparados para este fin.

COSTO DE REPUESTOS: Los repuestos requeridos para la perforadora es generalmente solicitado por el taller de mantenimiento de perforadoras al almacén quién proporciona dichos repuestos. El almacén tiene registrado los precios de los repuestos y cuya salida es registrada e informada a fin de mes a la oficina de contabilidad. En consecuencia conocer estos datos es difícil que muchas veces existe cierta resistencia por parte de Almacén en proporcionar el consumo de repuestos en forma detallada.

En el caso de contarse con registros tanto de los piés perforados, mantenimiento y repuestos durante el tiempo aproximado de su vida útil, se aplica en método del valor presente, que para hallar la vida económica de la perforadora, que es método que considera el valor del dinero a través del tiempo.

Encontrar la vida económica de la perforadora que cuesta \$ 6,000 y no tiene valor recuperable en ningún periodo y sus costos de mantenimiento, reparación y operación se comportan así:

TRIMESTRE	PIES PERFORA.	PIES ACUMU.	COSTO \$
1	7,040	7,040	540
2	7,780	14,820	636
3	7,560	22,380	790
4	8,890	31,270	873
5	8,450	39,720	1,120
6	7,930	47,650	1,484
7	6,520	54,170	1,720
8	6,150	60,320	1,942
9	5,210	65,530	2,355

Considerando una tasa mínima atractiva del 12 % anual (1% mensual), hallar la vida económica de la perforadora Jack leg.

SOLUCION:

1.- Para un trimestre de vida:

Factor recuperación del capital:

$$\text{Factor Fr} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = \frac{0.03(1+0.03)^1}{(1+0.03)^1 - 1} = 1.03$$

$$(1+i)^n - 1 \quad (1 + 0.03)^1 - 1$$

- Costo trimestral de inversión: $6,000 \times 1.03 = \$ 6,180$

. Costo trimestral de operar. y mantenimiento = \$ 540

Costo total/trimestre = \$ 6,720

2.- Para dos trimestres de vida:

- Costo trimestral de inversión: $6,000 \times 0.52261 = \$ 3,135.66$

- Costo trimestral de operación y mantenimiento:

1.- $540 \times 0.97087 = 524.27$

2.- $636 \times 0.93545 = \underline{594.95}$

Valor presente = 1,119.22

Factor actualización = $1/(1+i)^n$

Recuperación en dos años = $1,119.22 \times 0.52261 = \underline{\$ 584.92}$

\$ 3,720.58

3.- Para tres trimestres de vida:

- Costo trimestral de inversión: $6,000 \times 0.35353 = \$ 2,121.18$

- Costo trimestral de operación y mantenimiento:

1.- $540 \times 0.97087 = 524.27$

2.- $636 \times 0.93545 = 594.95$

3.- $790 \times 0.91514 = \underline{722.96}$

Valor presente = 1,842.18

Recuperación en tres trimestres = $1,842.18 \times 0.35353 = \underline{\$ 651.26}$

Costo total trimestre = \$2,772.44

4.- Para cuatro trimestres de vida:

- Costo trimestral de inversión: $6,000 \times 0.26902 = \$ 1,614.17$

- Costo trimestral de operación y mantenimiento:

1.- $540 \times 0.97087 = 524.27$

$$2.- 636 \times 0.93545 = 594.95$$

$$3.- 790 \times 0.91514 = 722.96$$

$$4.- 873 \times 0.888487 = \underline{775.65}$$

$$\text{Valor presente} = 2,617.08$$

$$\text{Recuperación en cuatro trimestres} = 2,617.83 \times 0.26993 = \underline{\$ 706.63}$$

$$\text{Costo total/trimestre} = \$2,320.80$$

5.- Para cinco trimestres de vida:

$$\text{- Costo trimestral de inversión: } 6,000 \times 0.21835 = \$ 1,310.13$$

- Costo trimestral de operación y mantenimiento:

$$1.- 540 \times 0.97087 = 524.27$$

$$2.- 636 \times 0.93545 = 594.95$$

$$3.- 790 \times 0.91514 = 722.96$$

$$4.- 873 \times 0.888487 = 775.65$$

$$5.- 1,120 \times 0.866261 = \underline{966.12}$$

$$\text{Valor presente} = 3,583.20$$

$$\text{Recuperación en cinco trimestres} = 3,583.20 \times 0.21835 = \underline{\$ 782.39}$$

$$\text{Costo total/trimestre} = \$2,092.52$$

6.- Para seis trimestres de vida:

$$\text{- Costo trimestral de inversión: } 6,000 \times 0.184597 = \$ 1,107.58$$

- Costo trimestral de operación y mantenimiento:

$$1.- 540 \times 0.97087 = 524.27$$

$$2.- 636 \times 0.93545 = 594.95$$

$$3.- 790 \times 0.91514 = 722.96$$

$$4.- 873 \times 0.888487 = 775.65$$

$$5.- 1,120 \times 0.866261 = 966.12$$

$$6.- 1,484 \times 0.83748 = \underline{1,242.83}$$

Valor presente = 4,826.03

Recuperación en seis trimestres= $4,826.03 \times 0.184597 = \$ \underline{890.87}$

Costo total/trimestre = \$ 1,998.45

7.- Para siete trimestres de vida:

- Costo trimestral de inversión: $6,000 \times 0.16051 = \$ 963.05$

- Costo trimestral de operación y mantenimiento:

1.- $540 \times 0.97087 = 524.27$

2.- $636 \times 0.93545 = 594.95$

3.- $790 \times 0.91514 = 722.96$

4.- $873 \times 0.888487 = 775.65$

5.- $1,120 \times 0.866261 = 966.12$

6.- $1,484 \times 0.83748 = 1,242.83$

7.- $1,720 \times 0.81309 = \underline{1,398.52}$

Valor presente = 6,224.55

Recuperación en siete trimestres= $6,224.55 \times 0.16051 = \$ \underline{999.10}$

Costo total/trimestre = \$ 1,962.15

8.- Para ocho trimestres de vida:

- Costo trimestral de inversión: $6,000 \times 0.14246 = \$ 854.74$

- Costo trimestral de operación y mantenimiento:

1.- $540 \times 0.97087 = 524.27$

2.- $636 \times 0.93545 = 594.95$

3.- $790 \times 0.91514 = 722.96$

4.- $873 \times 0.888487 = 775.65$

5.- $1,120 \times 0.866261 = 966.12$

6.- $1,484 \times 0.83748 = 1,242.83$

$$7.- 1,720 \times 0.81309 = 1,398.52$$

$$8.- 1,942 \times 0.78941 = 1,533.03$$

$$\text{Valor presente} = 7,757.58$$

$$\text{Recuperación en siete trimestres} = 7,757.58 \times 0.14246 = \underline{\$ 1,105.14}$$

$$\text{Costo total/trimestre} = \$ 1,959.88$$

8.- Para nueve trimestres de vida:

$$\text{- Costo trimestral de inversión: } 6,000 \times 0.12843 = \$ 770.60$$

- Costo trimestral de operación y mantenimiento:

$$1.- 540 \times 0.97087 = 524.27$$

$$2.- 636 \times 0.93545 = 594.95$$

$$3.- 790 \times 0.91514 = 722.96$$

$$4.- 873 \times 0.888487 = 775.65$$

$$5.- 1,120 \times 0.866261 = 966.12$$

$$6.- 1,484 \times 0.83748 = 1,242.83$$

$$7.- 1,720 \times 0.81309 = 1,398.52$$

$$8.- 1,942 \times 0.78941 = 1,533.03$$

$$9.- 2,355 \times 0.76641 = 1,804.91$$

$$\text{Valor presente} = 9,562.49$$

$$\text{Recuperación en siete trimestres} = 9,562.49 \times 0.12843 = \underline{\$ 1,228.11}$$

$$\text{Costo total/trimestre} = \$ 1,998.71$$

RESUMEN

Trimestres	Costo anual de la inversión	Costo anual Operac. y mant.	Costo anual Total \$
1	6,180.00	540	6,720.00
2	3,135.66	584.92	3,720.58

3	2,121.18	651.26	2,772.44
4	1,614.17	706.63	2,320.80
5	1,310.13	782.39	2,092.52
6	1,107.58	890.87	1,998.45
7	963.05	999.10	1,962.16
8	854.74	1,105.14	1,959.88
9	770.60	1,228.11	1,998.71

De donde se concluye que el periodo de vida más económica es de 8 trimestres y que corresponde a 60,320 pies.

5.3.- RESULTADOS DEL ESTUDIO ECONÓMICO DE LAS PERFORADORAS.

De acuerdo a los resultados hallados con la aplicación de los dos métodos se tiene:

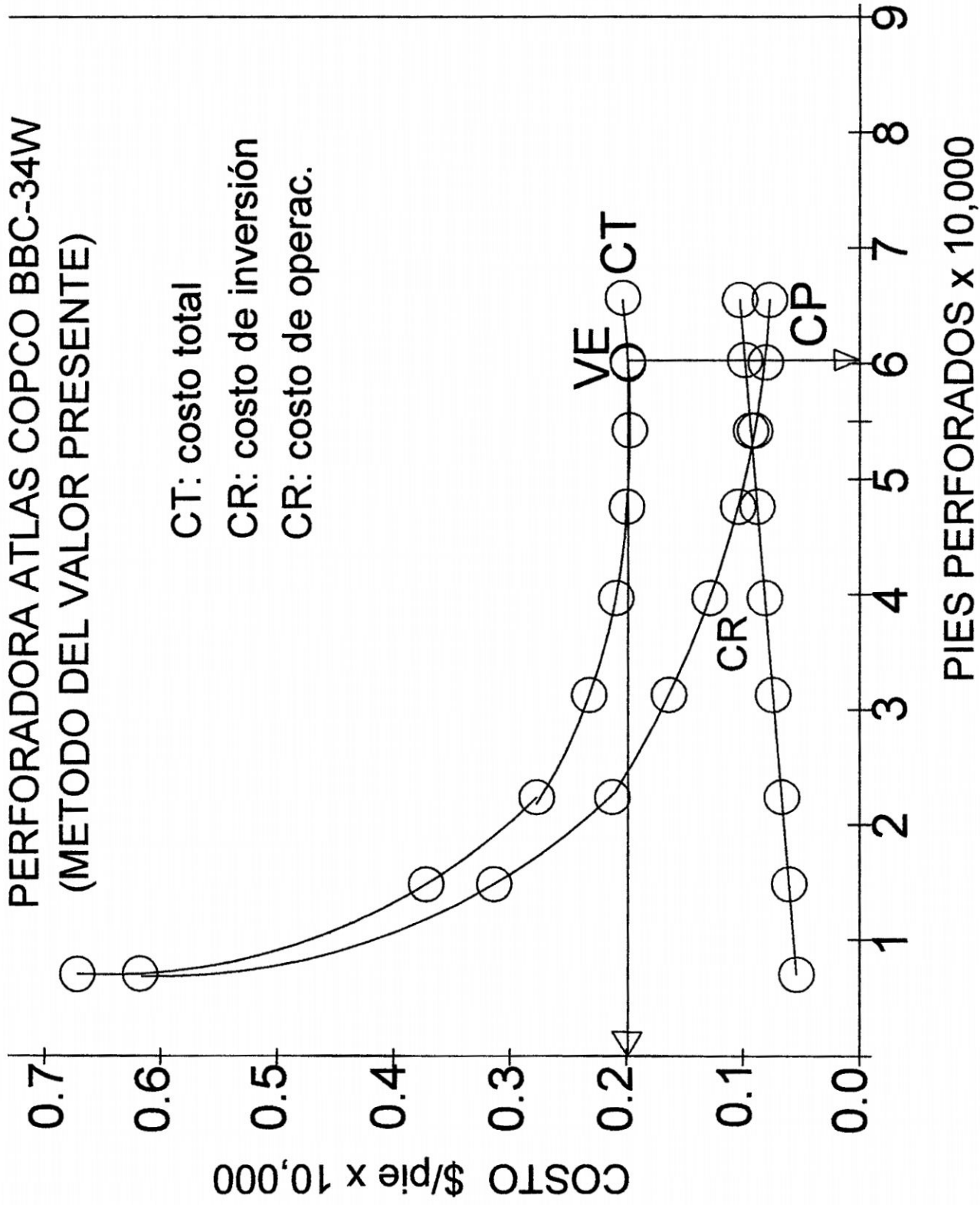
a.- Los estudios se ha realizado en roca dura, teniendo una presión de aire comprimido de 80 lb/pulg², presión de agua entre 20 a 30 lb/pulg² y barrenos integrales con el afilado correcto y perforista de primera.

b.- Para la perforadora Jack Leg, marca Atlas Copco, modelo BBC-34W, aplicando el método de la obsolescencia resulta de 50,000 piés de vida económica.

c.- Para la perforadora Jack Leg de la misma marca y modelo, aplicando el método del valor presente y donde se tuvo datos completos, la vida económica resulta de 60,000 pies.

PERFORADORA ATLAS COPCO BBC-34W
(METODO DEL VALOR PRESENTE)

CT: costo total
 CR: costo de inversión
 CR: costo de operac.



5.4.- REEMPLAZO DE PERFORADORAS.

El propietario de la máquina perforadora, cuando esta ha alcanzado su vida económica, debe tomar una de las siguientes decisiones:

a.- Que tal es el deterioro de la máquina, que ésta debe ser definitivamente desechada y se procede a venderla y reemplazarla por una nueva.

b.- Que la máquina perforadora, gracias al esmero y cuidado que se ha tenido en su mantenimiento y operación, se pueda dar mayor mantenimiento (reconstrucción) para que siga trabajando

c.- Que por razones financieras, el propietario de la máquina, no tiene solvencia para adquirir otra nueva máquina y por lo tanto la perforadora seguirá trabajando a pesar de que los costos de mantenimiento y reparación cada vez se incrementen.

La decisión de reemplazar o continuar manteniendo representa uno de los elementos fundamentales de la estrategia de desarrollo de la empresa minera. Un reemplazo postergado más tiempo del razonable puede elevar los costos de operación. Un reemplazo prematuro puede ocasionar el desvío de recursos que pudieran tener otras prioridades para la empresa.

A más de las razones anteriormente expuestas se tener presente de otras como las que se indican a continuación:

- **Desempeño disminuido:** cuando debido al deterioro físico, el desempeño esperado a un nivel de productividad (funcionar a un determinado estándar) se ve disminuido.

- Gastos de capital: mantener la perforadora en operación requiere de inversiones de capital considerable, teniéndose en cuenta que en una mina operan una cantidad de perforadoras.

Se debe evaluar las consecuencias de no reemplazar y los costos de reemplazar a lo largo de un horizonte, que debe ser definido, es decir se sabe por cuanto tiempo se usará la perforadora y la inversión a de recuperarse en ese intervalo de tiempo definido.

5.5.- DISCUSION SOBRE EL ESTUDIO REALIZADO.

Los resultados de la vida económica de la perforadora Jack Leg marca atlas Copco, modelo BBc-34W, pueden variar según el método aplicado.

Por otra parte la variación también puede ser resultado de la cantidad de datos que intervienen en el estudio económico y el tiempo de estudio.

Las condiciones de trabajo al que es sometida la máquina perforadora es otro factor que puede incidir en los resultados del estudio, aquí se considera las condiciones geomecánicas del macizo rocoso a perforarse, la destreza del perforista y la presión de suministro de aire comprimido y agua.

A fin de determinar la vida económica de la perforadora más adecuada se debe realizar estudios de varias máquinas, pero de la misma marca y tipo en otros frentes de trabajo y bajo condiciones diferentes.

También sería conveniente realizar estudios de otras marcas de máquinas que se vienen utilizando en la Mina Huarón con cuyo resultado se podrá

seleccionar el modelo y marca que tenga una vida económica mayor, el cuál repercute en los costos de perforación y tenencia de la máquina perforadora.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES:

- 1.- En la zona de Huarón afloran rocas sedimentarias constituidas principalmente por capas rojas del Grupo Casapalca, rocas intrusivas conformadas por cuarzo monzonita y rocas volcánicas del Grupo Huayallay.
- 2.- Como consecuencia de la orogénesis Incaica, las rocas sedimentarias del terciario han sufrido intenso plegamiento, muy notorio en el área de Huarón.
- 3.- El yacimiento de Huarón se emplaza dentro de las capas rojas, constituidas por conglomerados, areniscas, chert, yeso, margas y piroclásticos.
- 4.- El yacimiento es de origen hipógeno, donde las soluciones hidrotermales han rellenado fracturas persistentes formando las vetas y entre cruces de vetas los cuerpos mineralizados. La temperatura está comprendida entre mezotermal a epitermal.
- 5.- Los minerales se han depositado en cuatro ciclos y los minerales de mena son: esfalerita, galena, calcopirita, enargita y tetraedrita y la ganga está conformada por calcita, cuarzo, rodocrosita, baritina y pirita.
- 6.- De acuerdo a la cubicación realizada al 31 de diciembre del 2012, se tiene mineral entre probado y probable 3'026,720 TMS, con potencia promedio de 2.05 m. 13.85 Oz /TM de Ag, 0.39% de Cu, 2.76 % de Pb, 6.77 % de Zn.
- 7.- El sistema de minado empleado es el convencional y mecanizado el método de explotación es el corte y relleno ascendente convencional, se aplica en vetas angostas.

- 8.- En el sistema convencional, donde las galerías tienen una sección de 6' x 7' se emplea como equipo de perforación las perforadoras Jack leg.
- 9.- La marca Atlas Copco modelo BBC-34W Leopardo, es una máquina que perfora taladros comprendidos entre 27 a 41 mm. de diámetro.
- 10.- Se ha realizado el estudio económico de esta perforadora en roca dura por ofrecer mayor resistencia a la perforación y donde es necesario aplicar mayor fuerza de empuje a la perforadora.
- 11.- En la determinación de la vida económica de la perforadora se ha aplicado el método de la abolescencia, obteniéndose una vida de 55,000 pies en roca dura.
- 12.- Con la aplicación del método del valor presente, se obtiene 60,000 pies de vida económica para la perforadora atlas copco, modelo BBC-34W.
- 13.- Se concluye que ambos métodos llegan a resultados similares a pesar de que el método de la obsolescencia usa la proyección de pies perforados y costo de operación y mantenimiento.

RECOMENDACIONES:

- 1.- El estudio de la vida económica de perforadoras Jack Leg debe realizarse en otras labores, como subniveles y tajeos.
- 2.- El estudio económico debe efectuarse en rocas de mediana a baja dureza a fin de saber la longitud perforada vs vida económica que debe ser bastante mayor a los resultados obtenidos con el presente estudio.
- 3.- El estudio económico de las perforadoras debe ampliarse a las otras marcas utilizadas en la mina como son: montabert, Furukawa y Sig.
- 4.- La empresa minera Huarón debe crear un departamento de ingeniería industrial, que se dedique al estudio económico de los equipos de perforación, carguío y acarreo, para lo cual se dotará de personal idóneo y equipos.
- 5.- Para lograr un buen mantenimiento y reparación de las perforadoras, el almacén de la mina debe contar con repuestos de las marcas conocidas.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- AIME. Equipos para explotación subterránea. Edit. Mc. Graw Hill. Nueva York 2000; 198 – 210
- 2.-BORQUEZ G.V. Estimating Drilling and Blasting Cost – Analysis and Prediction Model. EM/J January 1981
- 3.- CLEMENTE IGNACIO T. Análisis de costos de operación en minería subterránea. Editorial Gráfica Industrial E.I.R.L. Lima 2008.
- 4.-LELAND T.BLANK & ANTONY J. TARQUIN. Ingeniería Económica. 5ta. Edición. Edit. McGraw Hill. 2002
- 5.-UGARTE CORNEJO OSWALDO Y ARMESTAR BRUNO NARCISO. Gestión económica de reemplazo de equipos. Seminario de Mantenimiento. Lima, Setiembre 2000
- 6.-UNI. Seminario. Selección de equipo y maquinaria en la industria minera. Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica PIM 96.II. Lima 1996.

ANEXO I

FOTOGRAFIAS



FOTO 1: Mina Huarón, talleres y planta concentradora.



FOTO 2: Perforación de un frente de galería con perforadora Jack Leg.