

ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS

DEPARTAMENTO DE MINAS

"PROSPECCION Y DESARROLLO DE YACIMIENTOS MINERALES A
BASE DE SONDAJE DIAMANTINO Y DE PERCUSION O CABLE"

PRESENTADO POR

FEDERICO OVIEDO KERNAN

para optar el Título de
INGENIERO DE MINAS

LIMA-PERU

1 9 5 3

Lima, Agosto de 1953

SEÑOR DIRECTOR
DE LA ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS
Ciudad

Señor Director:

Tengo el agrado de presentar a vuestro despacho el presente volumen, que es el desarrollo del tema que me fué asignado: "PROSPECCION Y DESARROLLO DE YACIMIENTOS MINERALES A BASE DE SONDAJE DIAMANTINO Y DE PERCUSION O CABLE" el cual someto a la consideración de los miembros del Jurado que se sirva Ud. nombrar.

Aprovecho de esta oportunidad para expresarle los sentimientos de mi consideración más distinguida.

Muy atentamente

A handwritten signature in cursive script, reading "Federico Oviedo Kernan". The signature is written in dark ink and is positioned above the typed name.

FEDERICO OVIEDO KERNAN

T E M A A D E S A R R O L L A R

OBJETO DEL PROYECTO

INTRODUCCION

A).- Prospección

Exploración

Desarrollo y Preparación

Explotación.-

DESARROLLO DEL TEMA

Sondaje

Tipos de Yacimientos en los cuales es aplicable estos
Métodos.

DIAMOND DRILL (GENERALIDADES)

Partes Principales

Castillos

Columna de Perforación

a) Brocas

b) Core Shell ó Porta Broca

c) Containing Lifter

d) Core Barrel

e) Tuberías de Perforación y Casing ó Entubado

TIPOS DE MAQUINAS (GENERALIDADES)

Partes principales

Motor

Winche

Bomba

ACCESORIOS

Tanques

Planta Eléctrica

Martillo

Grampa de Seguridad

Herramientas

Conexiones para tubería de Agua

FORMA NORMAL DE OPERACION

Problemas que se presentan

Cementación

Riming ó Ensanchado del Hueco

Casing ó Entubado

Pesca ó Recuperación de Herramientas y Brocas

TOMA DE MUESTRAS Y ACONDICIONAMIENTO

RECOMENDACIONES

PERSONAL

DISTRIBUCION DEL TIEMPO

FORMA DE LLEVAR LOS COSTOS

CHURN DRILL O PERFORACION A GOLPE

GENERALIDADES

Maquinaria y mecanismo

Palancas

Plumas

Barretón de perforación o Columna

Brocas

ACCESORIOS

Relativos a la perforacion

Planta Eléctrica

Equipo de Soldadura

Tanques de agua

Llaves

Bailer y bombas de Arena.

Relativos al muestreo

Caja de Recepción de muestras

Cuartheador o Splitier

OPERACION

Instalación

Perforación

Limpieza y muestreo

Entubado

Accidentes que se presentan

Toma de muestras

Accesorios

Precauciones

Personal

Distribución del tiempo

Costo y Tabulación

Costo de Equipo

Tratamiento de las muestras

Diamar Drill

Churn Drill

PIZARRAS DE CONTROL

ENSAYES

COMPARACIONES ENTRE EL PESO DE LA MUESTRAS

Sistema empleado para el cálculo de las leyes

Churn Drill

Diamar Drill

CUBICACION

Distribución de las perforaciones

Trabajos previos

Formas de calcular el trabajo en un banco.

Métodos para calcularlas

Método Standard

Método usado 109 a - 109 b - 109 c.

Conclusiones

Comparación entre el sondaje y el de Percusión o cable.

Sobre el último método usado en la cubicación

Conclusiones generales.

PROSPECCION MEDIANTE SONDAJE DIAMANTINO Y CHURN DRILL

I N T R O D U C C I O N

Objeto de este Proyecto..- El presente trabajo tiene por objeto presentar un Proyecto de Tesis sobre Prospección y Desarrollo de Yacimientos Minerales, usando para este fin los métodos de Sondaje Diamantino (Diamond Drill) y el Sondaje de Percusión y de Cable ó Churn Drill; con el fin de obtener el título de Ingeniero de Minas, proyecto que someto a la consideración de los Señores del Jurado.

Este trabajo he tratado de formarlo en su mayor parte del producto de las observaciones hechas en el terreno y enfocando en sí el problema de la perforación y las formas de trabajar con los datos que se obtienen de estas perforaciones.

Espero que los Señores del Jurado comprendan el esfuerzo realizado y sepan disculpar los errores que se encuentren en este Proyecto ya, que debido a ser un trabajo, que recién en los últimos tiempos han tenido un mayor desarrollo en nuestro medio; y por consiguiente se carece de una bibliografía adecuada.

El presente trabajo constará de una descripción de los principios que sirven de base para el funcionamiento de estas máquinas así como las partes más importantes de dichas máquinas sin entrar en gran cantidad de detalles.

Se hará también una descripción de su técnica operatoria y forma de trabajo.

En capítulo aparte se tratará del muestreo con su manejo y forma del proceso de toma de muestras y su tratamiento hasta llegar a los resultados químicos expresados en porcentajes, se explicará la forma en que se opera con dichos resultados.

Como resultado de todas estas operaciones se hará una explicación de los métodos y forma de cubicación empleados. Se pondrán ejemplos puramente teóricos ya que por razones de índole privada no se puede presentar trabajos hechos con resultados obtenidos en esta Compañía.

Como final se hará un esquema del costo aproximado de trabajo para cada uno de estos métodos, y una comparación entre Sondaje Diamantino y el Churn Drill, indicando las ventajas y desventajas de estos métodos así también como los tipos de yacimientos en los cuales es más conveniente usar cada uno de estos métodos de trabajo.

INTRODUCCION.-

Todo yacimiento metalífero para su trabajo, bajo un sentido económico y para que éste dé los mejores resultados, presenta cuatro etapas bien marcadas.

Prospección

Exploración

Desarrollo y Preparación

Explotación.

PROSPECCION.-

Que se puede definir como el trabajo ó la serie de trabajos encaminados a descubrir yacimientos minerales ó me jo r d i c h o la serie de trabajos destinados a identificar en el terreno zonas mineralizadas con posibilidades para una ex pl o t a c i o n co m e r c i a l .

EXPLORACION.-

Esta etapa consecutiva a la Prospección, la po d e m o s d e f i n i r co m o l a s e r i e d e t r a b a j o s r e a l i m i n t a d o s o b r e u n y a c i m i e n t o q u e y a h a s i d o l o c a l i z a d o, a fin de concretar dicho yacimiento a un tipo determinado, conociendo aproximadamente su forma, posición, características mineralógicas y geológicas, así como una apreciación de su valor y posibilidades a fin de d e t e r m i n a r s i s u e x p l o t a c i o n es co m e r c i a l .

DESARROLLO Y PREPARACION.-

Esta etapa es la consecuencia de los buenos resultados obtenidos en las etapas anteriores y señal inequívoca de el valor comercial de un yacimiento. En esta e t a p a a d e m a s d e d e f i n i r c a s i t o t a l m e n t e u n y a c i m i e n t o s e d e t e r m i n a r .

nan sus propiedades y características. Llevándose los trabajos de acuerdo a un plan de explotación ya definido, el cual puede estar sujeto a pequeñas variaciones, pero que en sí representa la forma en la cual se va a trabajar dicho yacimiento.

Es decir que la preparación la podemos definir como la serie de trabajos encaminados a adaptar una mina a ciertas condiciones de trabajo ya establecidas de antemano, de acuerdo a un plan de explotación determinado, a fin de obtener el mayor beneficio en un determinado yacimiento, y por consiguiente el facilitar la extracción del mineral.

Muchas personas consideran el desarrollo como una etapa separada de la preparación, pero en mi concepto son dos etapas tan íntimamente ligadas, que no se puede precisar donde termina el desarrollo y donde comienza la preparación; ^{¿mal muy mal} pues si bien en los yacimientos de tipo filoniano, las labores de desarrollo en general, se concretan a la apertura de galerías sobre vetas ó sino a cortadas hasta encontrar veta, para de allí abrirse en galerías sobre veta, en sentido diametralmente opuesto; ó cuando las condiciones del terreno lo indican en galerías paralelas a la veta, a partir de las cuales se formarán los bloks para su trabajo. Podemos decir, que las labores de desarrollo son en sí de preparación. Según la etimología de la pala-

bra Desarrollo es dar la mayor capacidad, en un sentido determinado a una cierta persona ó cosa, pués bien el Desarrollo en minería además de dar el conocimiento casi total de un yacimiento, facilita en gran forma las labores de preparación y explotación, es por esto que yo sin confundir el Desarrollo con la preparación considero éstas como una sola etapa principal encaminada a poner el mineral a la vista y listo para ser explotado.

EXPLOTACION.-

Esta es la última etapa de la minería en sí y es aquella en la cual se extrae el mineral, en su totalidad si esto es posible y las condiciones de la mina lo permiten. O sea es la etapa en la cual se extrae el mineral hasta que esta extracción sea económica.

Dicho esto, vemos que el trabajo sobre el cual tratamos, se ocupa en este caso de las tres primeras etapas, al decir esto incluyo la tercera etapa en su primer aspecto, el desarrollo puesto que según el tipo de yacimiento que son propios para trabajarlos por estos métodos, podemos decir que los trabajos de sondaje involucran el desarrollo pués se llega, si no a un conocimiento total del yacimiento, si se llega al conocimiento de una cierta zona mineralizada así como también a la profundidad a la cual se encuentra y a la determinación de

sus propiedades y características mineralógicas y geológicas.

En una cierta extensión se justifica su explotación, garantizando el aspecto comercial de dicho trabajo y por con siguiente de la inversión que representa.

SONDAJE. -

El sondaje en sí consiste en minería, en la apertura de huecos sobre una superficie de terreno determinada y en la extracción de un testigo ó pequeña porción de este terreno a fin de determinar los valores que éste tenga.

La forma de operar estos huecos así como la forma de la extracción del testigo, es la que ha dado origen a diversos métodos ó formas de trabajo.

Entre los métodos conocidos podemos citar el Empire Drill, Diamond Drill, ~~Cura~~ Churn Drill, Calix Drill, Rotary Drill.

Actualmente el sondaje por medios de estos diversos sistemas de trabajo, han asumido un papel muy importante, para la delimitación de yacimientos de minerales, reconocimiento de terrenos petrolíferos, perforación de pozos para agua y también en la misma explotación, para formar cámaras explosoras, que se usan en los diversos métodos de Cielo Abierto.

El uso de estos sistemas de trabajo ó sondaje han

dado como resultado un incremento en el descubrimiento de nuevos yacimientos, ya que aquellos cuyas características se presentan abiertamente y presentan cierta facilidad para su reconocimiento y ubicación, son a medida que transcurre el tiempo, debido a su fácil identificación los más raros de encontrar. Debido a su agotamiento, los trabajos se dirigen no solamente a buscar estos, sino aquellos cuyas características y derroteros son menores y que se encuentran generalmente a una cierta profundidad.

En el Perú, nuestras Serranías y contrafuertes son pródigos en yacimientos minerales, pero con el transcurso de los años, gran parte de éstos han sido identificados y la mayoría se encuentran en trabajo, es por ésto que sin pensar que éstos se hallan agotados, se presenta para el Perú un vasto campo para la determinación de yacimientos en los cuales sus características no estén bien determinadas y que generalmente necesitan estas perforaciones para poder emitir una opinión acertada de los mismos.

Espués que mediante el uso de estos métodos de trabajo, se ha llegado al conocimiento de los yacimientos de Fierro de Marcona, de los de Cu de Toquepala, Quellaveco y Cuajones, que se encuentran actualmente en una etapa de exploración y desarrollo y mediante estos trabajos se ha llegado a su deli

mitación de forma, naturaleza del terreno y mineralización del mismo, estos trabajos púes abren un amplio campo para las investigaciones de este tipo que posiblemente nos llevarán al conocimiento de nuevos yacimientos.

En este trabajo consideramos como formas de trabajo, las del Diamond Drill y Churn Drill, que son las formas que se usan en los yacimientos de Toquepala, Quellaveco; basándose en las observaciones hechas en estos trabajos.

En forma general podemos decir, que los métodos del Diamond Drill y Churn Drill, nos permiten un rápido reconocimiento del yacimiento a tratar, en el cual fuera de delimitar el yacimiento y darnos un índice de su mineralización, potencia y por consiguiente permitirnos una cubicación del mismo, ayuda en forma notable al conocimiento de la geología interna, permitiendo poder formar hipótesis y teorías sobre su formación que ayudan a concretar una idea sobre dichos depósitos.

En minería como en todo orden de cosas, el criterio económico es el que prima, y estos métodos tienen la ventaja que además de darnos una idea que se acerca mucho a la realidad, en cuanto al yacimiento en sí, nos permite un reconocimiento rápido, que es un factor preponderante en la economía y además su costo es inferior, al que tendríamos mediante socavones de cortada, medias barretas etc., puesto que median

te los pozos se tiene una idea integral del yacimiento y posi
bilidades del mismo.

Es púes por eso que citaremos los tipos de yacimien-
tos, en los cuales son aplicables estos sistemas de trabajo
ya que cualesquier otro método sería contraproducente, ya
que no sería el caso de yacimientos de tipo filoniano ó que
por su estructura se podrían asimilar a los mismos en los
cuales con excepción del Diamond Drill no serían aplicables.

TIPOS DE DEPOSITOS EN LOS CUALES ES APLICABLE ESTOS METODOS
DE EXPLORACION.-

Debido a la naturaleza del sondaje, que como
hemos dicho anteriormente, consiste en la perforación de hue-
cos que van de un diámetro de 14" á 3", decimos que no todos
los tipos de depósitos pueden ser explorados por estos métodos,
al decir esto me refiero a los resultados bajo el aspecto mine-
ro y económico.

Es así que los yacimientos de tipo filoniano los ex-
cluimos de ser trabajados por el Churn Drill púes este es im
practicable lógicamente debido á que esta máquina, solo tra-
baja en sentido vertical.

No sucediendo lo mismo con el Sondaje Diamantino que
si tiene mucha aplicación en los yacimientos de tipo filonia-

nos, dando muy buenos resultados, pues debido a su gran flexibilidad respecto a su ángulo de trabajo ó perforación, se puede decir prácticamente que trabaja en cualquier dirección é inclinación.

Pero debemos hacer notar que su aplicación se reduce a yacimientos filonianos en los cuales las vetas sean bien conformadas y con una potencia regular y una orientación y rumbo más ó menos constante, pues debido a la pequeña sección del taladro, este puede pasar sin tocar la zona mineralizada, em caso que ésta subsistiera, debido a variaciones en el rumbo y buzamiento, siempre y cuando estas variaciones fuesen más ó menos fuertes.

O en caso contrario, puede tocar en una lente ó zona mineralizada de poca importancia, llevándonos a conclusiones equívocas respecto a la parte explorada. Es por esto que el Sondaje Diamantino, en depósitos filonianos, debe ser dirigido por una persona experimentada en esta clase trabajos y llevarse con sumo cuidado a fin de evitar en lo posible los errores que se puedan presentar.

Para el Sondaje a Churn Drill y Diamond Drill, podemos citar los siguientes tipos de yacimientos en una forma general:

Placeres

Depósitos residuales

Yacimientos de Contacto
Depósitos de Remplazamiento
Orebodies

DIAMOND DRILL

GENERALIDADES.-

El Diamond Drill, es una máquina de perforación para profundidades más ó menos considerables y de un diámetro relativamente pequeño.

El principio sobre el cual se basa la operación de esta máquina, ó su forma de trabajo consiste: en el aprovechamiento de la propiedad física del Diamante, que como sabemos ocupa el primer lugar en la escala de dureza de Mohs y por consiguiente tiene la propiedad de rayar y cortar los demás cuerpos.

Este poder de corte del diamante se aprovecha en la siguiente forma. El corte en el terreno se produce por la fricción constante de los diamantes sobre el terreno, esta fricción es originada por un movimiento giratorio que se le imprime a la broca por medio de la máquina, ayudado por una cierta presión que es originada por el peso de las mismas varillas ó sino por una presión hidráulica originada por la misma má-

quina.

Este movimiento giratorio ayudado de la citada presión produce el corte en el terreno, originando mediante éste una porción cilíndrica del terreno denominada Testigo ó Core que se introduce en el core barelí que permite la determinación de la naturaleza del terreno y de los valores que pueda contener una vez que es extraído a la superficie.

Estos son los lineamientos generales, ahora pasaremos a describir las partes esenciales de esta máquina y el equipo necesario para su operación.

PARTES PRINCIPALES.-

Aquí vamos a describir el equipo, al cual he tenido la oportunidad de verlo operar en el terreno.

CASTILLO.-

Es una estructura de acero, de forma de tronco de pirámide, de base cuadrada, está constituida por miembros angulares de acero estructural de 5/16" de espesor, tiene una altura de 48' y una sección en su base inferior de 36 m², el área de la sección es cuadrangular de 6 m. por lado y en su parte superior es de 1.20m. por lado. Esta torre está asentada sobre una superficie plana de terreno previamente nivelada.

Este castillo tiene por objeto el facilitar el izaje

de la tubería y para este fin tiene una polea en su parte superior. También tiene dos plataformas de madera constituidas por tablones de 2" x 12" de sección a fin de facilitar el cambio de tubos y la formación de la columna de perforación.

A continuación, adjunto un cuadro de los diferentes tamaños de torres de acuerdo a la capacidad de peso que puedan soportar.

TABLA DE CASTILLOS DE ACERO ESTRUCTURAL

Altura pies	Base pies	Base superior pies	Capacidad lbs.	Peso lbs.
45	16	4	35.000	4.000
66	20	4 1/3	168.000	10.000
73	20	"	"	10.700
80	20	5.5	"	12.930
87	20	"	"	14.200
94	24	"	"	16.100
122	24	"	367.000	26.300
136	26	"	367.000	118.000

COLUMNA DE PERFORACION.-

La columna de perforación está constituida de las si guientes partes en orden ascendente. Ver dibujo N^o 1.-

- 1) Broca (Bit) en la cual están colocados los diamantes.
- 2) Core Shell ó porta broca.
- 3) Shell.
- 4) Containing lifter que podemos traducirlo como alzador de contención y que sirve para que una vez in-troducido el testigo, éste no se desprenda.
- 5) Core barrel que es una tubería de acero en la cual se introduce el testigo, durante la perforación.
- 6) Hollow rods tuberías de acero hueca, que van en la periferia y forman la columna.

BROCAS.-

Las brocas están constituidas de un cuerpo cilindrico de acero en un extremo, de este se encuentra una corona circular de una aleación especial en la cual van incrustados los diamantes. Debido a las diferentes calidades de terrenos, se usan brocas especiales para cada uno de estos, de aquí proviene la gran variedad de brocas, de las cuales mencionaremos las más importantes, que son las siguientes:

- A) Brocas de acero blanco de bordes redondeados, estas brocas no llevan diamantes.
- B) Broca de borde redondeado con gran cantidad de diamantes, que van colocados solamente en el borde ó superficie de corte.
- C) Broca de borde cuadrado, con 8 diamantes, de los cuales cuatro son exteriores y cuatro interiores.
- D) Kobelite Bit. Es un tipo de broca de borde redondeado, con gran cantidad de diamantes, dispuestos en fajas verticales, alternadas con fajas en blanco, los diamantes van en el interior y exterior.
- E) Tipo diente de sierra, con caras endurecidas con Haystellite.
- F) Tipo diente de sierra, con caras endurecidas con Borium.
- G) Broca con diamantes incrustados en tarugos, los cuales van insertados en el cuerpo de la broca.
- H) Castset Bit. Es un tipo de broca que lleva una aliación especial de molten-metal en su extremo en forma de corona circular, en la cual van incrustados los diamantes.
- I) Broca tipo diente de sierra, en los cuales van incrustados tarugos de metal endurecidos.

De las brocas tipos dientes de sierra, de caras en durecidas, pueden ser usados en terrenos blandos ó roca blanda.

Fuera de estos tipos de broca, que son huecos, existen brocas sólidas que no producen core, éstas últimas pueden ser usadas para perforaciones, encima del nivel del mineral. Todas estas brocas tienen ranuras, que permiten el pase del agua.

CORE LIFTER O ALZADOR DE CONTENSIÓN.-

Constituído por un cuerpo hueco cilíndrico de acero, de diferente sección de acuerdo al tamaño de la broca que se esta usando. La sección siempre es igual a la sección del core y tiene por objeto el impedir la caída del testigo en el momento de izar la tubería ó columna de perforación. Este tiene en su parte interna un dispositivo especial que produce este efecto, pués este consta de una serie alternada de cuñas de acero, que van disminuyendo la sección de abajo hacia arriba, y debido que en el momento de la perforación el core se introduce a una cierta presión es fácil su acceso, pero una vez introducido éste, este dispositivo disminuye la sección, impidiendo la caída del testigo.

CORE SHELL.-

Es el porta broca, que consiste en un tubo de

acero de doble rosca, que va fijo a la tubería giratoria y que a su vez permite el fijar la broca.

CORE BARREL.

Está constituido por un cilindro de acero, destinado a recibir y retener el core ó testigo producido por la perforación.

Existen dos tipos comunes de core Barrel

a) De un solo tubo

b) De doble tubo.

a) Este consiste en un tubo de acero de longitud y diámetro variables, de acuerdo con el tipo de broca que se está usando en el momento de la perforación. En este tipo de core barrel gira conjuntamente con el resto de la tubería y el agua para la perforación pasa por el interior de éste. Este tipo ha caído en desuso, debido a las pocas ventajas que da.

b) El core barrel, de doble tubo consiste 1) de un tubo exterior en contacto con el terreno, este tubo es de diámetro variable, de acuerdo con el tamaño de la broca que se está usando, siendo además giratorio y sirviendo de porta broca.

2) De un tubo de acero, este tubo es interior y permanece estacionario. Esto es posible porque dicho tubo

bo es montado sobre un cojinete de bolas que le deja un movi
miento de rueda libre.

El paso del agua necesaria para la perforación se lleva
a efecto por un circuito especial que va por el espacio
comprendido entre el tubo exterior y el interno y de allí di
rectamente a la broca. Esto tiene por objeto el evitar que el
core tome contacto directo con el agua a fin de evitar lavar
un core blando y reducir la molienda entre las piezas separa
das en el core.

Para la obtención de cores de diámetros grandes, es
necesario una serie de ajustes especiales. Para rocas frági
les, es preferible obtener cores de diámetros mayores, en
vez de los de pequeño diámetro.

Las medidas comunes de los core barreles, son de un
diámetro de 2", 5", 10", y de 20 ft. de longitud.

RODS O TUBERIAS DE PERFORACION.-

Como su nombre los indica,
son tubos de acero que tienen en sus extremos un tornillo y
en el otro la rosca respectiva, para ser fijados, también en
uno de los extremos tienen una copla destinada a cambiar el
uso de uno de los extremos.

Estas tuberías se construyen en tamaños standard, que
varían entre 1, 2, 5 y 10 piés de longitud. También se cons-

truyen de 20 piés de longitud, pero estas son usadas para tu
berías de 2" 3/8 y 2" 7/8 de diámetro exterior.

Adjuntamos un cuadro de tuberías ó rods.

<u>Tamaño</u>	<u>Diámetro exterior</u>	<u>Espesor</u>	<u>Peso en lbs.p.Ft.</u>	<u>Peso de las Unio nes. lbs.</u>
Ex	1" 5/16	15/64"	2.75	1.0
Ax	1" 5/8	7/32"	3.38	1.5
BxA	1" 5/8	9/32	3.76	..
Bx	1" 29/32	1/4	4.43	2.0
Nx	2" 3/8	3/16	4.90	4.0

CASING O ENTUBADO.-

Es la tubería que se usa para proteger las paredes del hueco, cuando éste debido a la naturaleza del terreno se desmorona, impidiendo se continúe con la perforación ó la retarda.

Son tubos de acero de diferentes dimensiones. Adjunto el siguiente cuadro:

<u>Tamaño</u>	<u>D.E.</u>	<u>D.I.</u>	<u>D. i Copla</u>	<u>Peso en lbs. por 10 ft.</u>
Ex	1" 3/16	1" 5/8	1 1/2	17.5
Ax	2" 1/4	2"	1" 29/32	28.4
Bx	2" 7/8	2" 15/32	2" 3/8	58.0
Nx	3" 1/2	3" 1/16	3"	77.5

TIPOS DE MAQUINAS.-

Existe una gran variedad de tipos y podemos hacer una clasificación de acuerdo a los agentes de fuerza y transporte.

Según los agentes de fuerza las hay: eléctricas

Aire comprimido

Gasolina

Vapor

Petróleo.

Por sus medios de transporte las hay:

Fijas

Movibles, éstas pueden ser por orugas ó de trineos

En cuanto a las Empresas que las fabrican podemos

citar: Sullivan Long Year Boyles Brothers, Sprague and Haward.

Todas estas máquinas ó mejor dicho estos diversos tipos varían ó se encuentran en diversos tamaños.

En el presente trabajo vamos a hacer una ligera descripción de aquella que he visto trabajar.

PARTES PRINCIPALES.-

MOTOR.-

Es tipo Buda Diessel de 8 cilindros y 135 HP. y 2.500 r.p.m., con una relación de avance que varía entre 100 y 800 revoluciones por pulgada de avance. Estos motores son fabricados por Sprague and Haward.

Después del motor propiamente dicho viene la maquinaria en sí. La fuerza se trasmite por un sistema de piñones en un eje horizontal, el cual a su vez dá el movimiento de rotación mediante una transmisión de piñón á 90°.

Tiene además, 2 cabezas hidráulicas para controlar el avance é impedir las caídas bruscas, en los momentos en que la broca atraviesa terrenos con geodas y también para en caso de terrenos duros, aumentar la presión.

El Motor tiene 4 velocidades y los accesorios necesarios para la aplicación de las mismas.

Otra parte importante es la cabeza de sujeción, a la cual se ajusta la columna, dicha cabeza es la que controla el avan-

ce.

WINCHE.-

Este es un solo tambor y se utiliza para el izaje y armado de la columna de perforación. Este winche trabaja con la misma fuerza del motor. Este cable tiene una longitud de acuerdo a la longitud mínima de cada block de tuberías y una cierta cantidad para empalmes. La longitud y el diámetro de cable también están de acuerdo a la profundidad del hueco así como también su diámetro. El tipo de cable que se usa es de 6 x 37 Left Lay Ploww Stell.

Adjunto un cuadro con las citadas relaciones

Capacidad de Perforación		Diámetro del Cable en "	Longitud Mínima en Piés	Diámetro Mínimo de la Polea en "
Profundidad en Piés	Diámetro del Hueco			
400	1 15/32	3/8	100	10
750	1 15/32	3/8	250	12
1250	1 7/8	3/8	260	12
2200	1 7/8	1/2	150	16
1400	2 23/64	1/2	150	20
4000	2 63/64	3/4	325	28
5500	2 63/64	7/8	325	30
1800	3 1/2	1/2	430	22
2300	3 1/2	3/8	1400	14

BOMBAS.-

El agua en una perforación diamantina desempeña un importante rol.

Debido a la gran velocidad que lleva la broca y a la presión existente en la columna durante la perforación, la temperatura interior es sumamente elevada, por consiguiente el agua tiene como fin principal el enfriamiento y también el evitar el pulimiento excesivo de los diamantes con la roca cortada, así como el transporte hacia la superficie del barro resultante del corte sobre la roca, y evitar que el core se pegue al core Barrel. (Según los tipos de core Barrel).

Esta agua que se usa durante la perforación, debe tener una cierta presión, para lo cual se usa una bomba que viene á constituir parte indispensable del equipo.

Estas bombas pueden ser de un solo ciclo, usualmente de 3 x 5 ó 4 x 5 pulgadas y se usan para pequeñas perforaciones. Para grandes perforaciones se usan de 3" x 4" en Duplex. Las que he tenido oportunidad de observar son Duplex Shepperd de 3" x 4". Para obtener el agua, ésta se transporta por medio de camiones tanques á tanques de fierro, de una capacidad de 1.500 galones. La tubería de absorción es de 2" de allí pasa a la bomba y ésta es conectada a la columna de perforación por una gamarrilla con un mecanismo de rueda libre. La tube-

ría de rebalse también es de 2" y va a descargar directamente a los tanques que reciben el barro ó sludge tanks.

El agua ingresa a presión por la tubería, pasa por el core Barrel, lava y enfría la broca y transporta las partículas a superficie. Para una buena marcha de la perforación que asegure el enfriamiento de la broca y una buena limpieza se necesita una corriente de agua con una velocidad de 12 á 18 pulgadas por segundo, para mantener esta velocidad, es necesario aproximadamente 120 galones por hora, para tubería EX

200 en AX, 430 en BX, adjunto una tabla en la cual indica el volúmen de agua necesario, para producir una velocidad ascendente de 18" por segundo.

Tamaño del Hueco ó del Entubado	Diámetro Nominal del Hueco	Tamaño de la Tubería usada Letra Nominal	Galones por Hora
EX HUECO	1 1/2"	E TUB 1 5/16"	120
AX "	1 7/8"	E R 15/16"	390
AX "	1 7/8"	A.R 15/8"	192
BX "	2 3/8"	A 15/8	660
NX "	3"	A 15/8	1400
BX "	2 3/8"	B 129/32	432
NX "	3"	B 1 29/32	1182
NX "	3"	N 23/8	732
EX "	1 1/2"	E 15/16	120
AX Casing	1 7/8"	A 1 5/8	192
BX Entubado	2 3/8"	B 1 29/32	450
NX "	3"	N 2 3/8	750

ACCESORIOS.-

SLUDGE TANKS O TANQUES DE BARRO.-

Estos tanques son de forma cilíndrica, terminando en un cono invertido, sus dimensiones son las siguientes: Para la parte cilíndrica: Diámetro 4.40 m. y una altura H de 1.20 metros. La parte cónica tiene una altura de 0.25 M. Estos tanques están contruídos de planchas de fierro de 1/8" y todo el tanque va soldado a 4 piés que le dan una altura total de 2 mts., en su parte inferior lleva un niple, una llave de globo y un coso al cual va conectado un tubo de 5 á 6' para la descarga.

Para estos trabajos cada unidad cuenta con un mínimo de dos tanques, pués el barro que se obtiene de la perforación es necesario que quedé en reposo, á fin de conseguir una buena sedimentación de los sólidos. Así mientras se está corriendo una carrera, la descarga va á un tanque, mientras que el otro que ha recibido la descarga anterior, permanece en reposo.

También se usa el Freepoer Tank. Este es de forma cónica con rebosaderos, tiene un eje central, en el cual hay 4 brazos que vienen á desempeñar el papel de agitadores y en el fondo una válvula para la descarga, este tanque trabaja haciendo una especie de concentración gravimétrica como un cono en un sistema de flotación. El inconveniente de estos tanques es

que por su tamaño reducido solo trabaja cuando la descarga es pequeña y por consiguiente en huecos de secciones pequeñas.

MARTILLO.-

Este es un cuerpo cilíndrico de fierro, de un peso de 350 libras con un hueco en el centro de 3" de diámetro, a ambos lados del cilindro y en su parte media tiene dos argollas de fierro, a las cuales van unidas unas cadenas que a su vez van unidas entre sí. Este aditamento se usa para la puesta y extracción del casing así también como ayuda, cuando la columna de perforación queda atracada.

GRAMPA DE SEGURIDAD.-

Está constituida por un cuerpo de fierro, de forma rectangular que en su lado tiene una quijada de acero fija, pero que puede ser renovable, del otro lado tiene una quijada movible que está sujeta al cuerpo principal por un pasador y tiene un tornillo para graduar su avance. Además tiene un mecanismo que se acciona mediante el pie del operador y que levanta la quijada móvil á fin de favorecer el movimiento de la columna. Esta grampa como su nombre lo indica, sirve para sujetar la columna. En la operación se hace que la columna sea contenida por la grampa, para lo cual se usa el propio peso de la columna.

LLAVES. -

Es necesario tener un juego completo de llaves Stilson y también llaves de cadena, martillos, alicates, llaves de dado, especiales para la cabeza ó chuck driver.

CONEXIONES. -

Se necesitan codos, T, niples, reducciones de 2" y 3" según la tubería que se use.

PLANTA DE LUZ. -

Como estos trabajos son continuados en la generalidad de los casos, se necesitan plantas de luz transportables.

FORMA NORMAL DE OPERACION. -

Esta comienza con la erección del castillo, la cual se hace en una cancha, ya preparada de ante mano y de piso más ó menos plano, en lugares donde el terreno es roca firme, no presenta mayores inconvenientes, pero en lugares en los cuales el terreno no es roca sino grava ó tierra, es necesario formarle una base a fin de que pueda soportar la presión del castillo, la cual es aumentada en el momento de subida ó bajada a la columna de perforación. El área necesaria es de 6 x 6 mts. cuadrados, en la cual va el castillo, pero las canchas son más amplias, teniendo unos 96 mts.² aproximadamente. Se construye una plataforma de madera sobre la cual va a descansar la maquinaria de perforación.

Para la erección del castillo y de todos los accesorios necesarios se necesita unas 120 horas hombre y para su desmantelamiento 40 horas hombre.

PERFORACION.

Siguiendo un orden correlativo, se procede de la siguiente manera: la máquina está montada con un alineamiento vertical de forma que la polea (que sirve para izar y descolgar la columna) y el mecanismo de velocidad de la máquina, así como el hueco esté en una plomada vertical.

La máquina antes de comenzar una perforación, está abierta hacia un lado, se forma la columna de perforación y se le agrega una cierta longitud de tubería hasta formar un bloco, siendo la longitud de este igual a la altura del castillo, después se procede a bajar la tubería con la columna de perforación, mediante el Winche, entra esto y cuando sobresale aproximadamente 1 pié de la columna, se coloca la grampa de seguridad, se desconecta el cable y se conecta el mismo a otra sección de tubería, según sea la profundidad del hueco.

Una vez que la columna toque fondo, se procede a conectar la parte de tubería que sobresale del hueco con una frácción constante en la maquinaria, es decir que esta sección pasa por el mecanismo de velocidad de la máquina.

La sección de tubería contenida en la máquina, es de longitud variable, pero tiene un mínimo de 5 metros. El extremo superior de ésta, está unida a la manguera de agua me diante un cojinete de rueda libre, a fin de que la tubería pueda girar libremente.

En esta situación, se proceda inmediatamente á abrir la llave del agua, (estando la bomba funcionando previamente) y se espera que esta comience a regresar, después se procede a quitar la grampa de seguridad y se cierra la máquina, ajus tando la cabeza de sujeción, poniendo en marcha la máquina y comenzando la perforación.

Una vez que se ha perforado una longitud igual a la capacidad del core Barrel, se realiza la operación inversa y se extrae la columna, a fin de obtener la muestra.

Hay que tener en cuenta, que en condiciones normales la fuerza hidráulica, no se llega a aplicar en su máximo, sino en una forma medida y de acuerdo a la dureza del terreno. Pero en ciertos casos la broca se atraca, cuando se ha perfora do una pequeña cantidad; entonces se procede a darle toda la presión, y ver si se puede desatracar, si esto sucede se re- gresa después a las condiciones normales de perforación, si no se extrae la columna y se procede a su limpieza.

Durante la perforación hay que tener siempre en cuenta, el control del agua, a fin de que el hueco siempre tenga la cantidad de agua necesaria, ya que si la perforación se hace con poca agua ó en seco, se produce el calentamiento y el deterioro de la broca. Otro factor importante dependiente del agua es que ésta sea suficiente para producir el transporte de las partículas resultantes de la perforación. (Ver Bombas)

También se debe tener en cuenta, la naturaleza del terreno, a fin de darle a la máquina la velocidad y fuerza adecuada. Así en un terreno duro es usual imprimirle una velocidad más ó menos alta, no así en un terreno blando ó fracturado en el cual la velocidad debe ser moderada. Es por esto que el perforista debe estar atento a fin de cambiar las velocidades de acuerdo a las variaciones en el terreno.

En la perforación se presenta una serie de etapas propias de la misma, ó sea unas variaciones; las cuales son:

Cementación

Ensanchado

Entubado.-

Estas son consecuencias normales y dependientes de la profundidad del hueco y naturaleza del terreno.

También se presentan casos especiales ó accidentes.

CEMENTACION.-

Se denomina así a la etapa en la cual se procede a colocar cemento en el interior del hueco, a fin de consolidar el terreno y evitar el derrumbe y las consecuencias que éste pueda ocasionar.

La cementación procede cuando:

Se encuentra un terreno blando ó fracturado que, produce el atraque de la broca y la perforación es interrumpida con frecuencia, ó sino que se corra el riesgo que pueda quedar atrapada y perderse totalmente.

Cuando por razón del derrumbe las muestras salgan con gran cantidad de partes del derrumbe, que se prestan á confusión, pués hay casos en que se hacen carreras de 50 ó 60 cm. y se tiene recuperaciones de 1 mt.

Cuando la recuperación del agua es muy baja

Esto es debido a las filtraciones que se producen en el terreno. Al no salir el barro de perforación, éste va acumulando y puede producir el atraque de la columna, ó sino el calentamiento excesivo de la broca.

Para la cementación, se usa cementos especiales de fragua rápida, pero también se puede usar cemento Portland, echándole sustancias tales como: Carburo de Calcio, Bentonita, Cloruro de Calcio, para adelantar la fragua.

Para echar el cemento existen dos formas:

- a) Cuando el hueco es de sección media, se mezcla el cemento con agua en una proporción de 18 á 24 litros por bolsa de cemento, se agita fuertemente y se le echa mediante un embudo por el centro de la columna de perforación; anteriormente, la columna se levanta hasta la zona donde comienza el derrumbe, hecho esto, se procede á lavar la tubería con mayor cantidad de agua y se le va extrayendo.
- b) Cuando el hueco es de sección pequeña, la cementación es más difícil, pués debido a lo reducido de la sección se pueden producir atraques, y espacios de aire ó bolsillos, si se procede en la forma anterior. En este caso, se usan bombas especiales para cementación.

Después de echado el cemento, se le deja fraguar de 12 á 24 horas, después se procede á perforar nuevamente esta parte, hasta llegar a la profundidad que tenía el hueco antes de cementarlo, llegado allí la perforación, se procede á lavar el hueco hasta que el agua salga limpia, a fin de que la próxima muestra no quede contaminada.

Ensanchamiento del Hueco.-

Este viene á ser una operación pre

via al entubado, con el fin de darle al hueco una cierta uniformidad y permitir que la tubería ingrese con facilidad.

En esta operación se usan brocas sólidas, especiales para este tipo de trabajo.

Una vez que el ensanchamiento ha terminado, se procede á la extracción del material resultante mediante el core barrel, quedando el hueco listo para ser entubado.

ENTUBADO.-

Como su nombre lo indica, esta etapa consiste en colocar una cierta cantidad de tubería en el hueco que se es tá perforando. Esta operación se realiza cuando apesar de que el hueco ya ha sido cementado, las pérdidas del agua así como el derrumbe persisten.

Para colocar la tubería, se procede mediante la ayuda del Winche y se coloca tubo por tubo, el descenso de la tube ría se hace por gravedad, pero en la generalidad de los casos, se necesita una cierta presión que ayude á la penetración de éstas. En estos casos se usa una herramienta especial denominada martillo.

La porción de tubería que pasa através del martillo, se une á la que se va á introducir mediante una reducción y mediante golpes alternados de subida y bajada, se procede á

introducir la tubería.

Una vez que la tubería, ha llegado hasta la profundidad deseada, se procede á una nueva perforación, pero reduciendo el diámetro de perforaciones, de acuerdo á los tamaños que se tengan disponibles.

ACCIDENTES.-

Los accidentes que se presentan durante la perforación, se concretan á pérdidas temporales de las brocas ó de partes de tubería, y para su recuperación se procede á la pesca. Aquí vamos á indicar diferentes tipos de pescas.

Pérdida de Diamantes.-

En este caso se usa una broca vieja, á la cual se le rellena con cera, al bajar la broca y por efecto de la presión los diamantes, se incrustan en la cera, procediéndose después al izamiento de la columna y a la recuperación de los diamantes. Cuando hecho esto, no dá un buen resultado, se puede proceder en otra forma. Un cedazo colocado en el tope del core Barrel y una válvula de cedazo puesta en la boca de la Broca vieja. La tubería se baja hasta el fondo y se procede á enviar el agua en una forma opuesta, es decir por la perisferia de la tubería, formándose una corriente de afuera hacia el centro de la tubería, en esta forma los diamantes son empujados por la corriente del agua y llevados al interior del

Core Barrel y quedan en medio de los dos cedazos, siendo posteriormente extraídos.

Pérdidas de Bits.-

Estas suceden por el rompimiento en la unión de la broca con el Core Shell. Para recuperar las brocas rotas se usa generalmente una boca más grande que permite que la broca partida sea tomada como parte de un nuevo testigo.

En caso de que la broca, no puede ser recuperada se ensancha el hueco en el fondo y se le desvía hacia un lado, para continuar la perforación.

Pesca de Tuberías.-

Para esto se procede a bajar la columna ó mejor dicho la parte restante con sumo cuidado, haciéndole girar suavemente á fin de poder entornillarla.

En caso de rotura, se trabaja con un dispositivo de campana, a fin de poder cojerla.

TOMA DE MUESTRAS.-

De la perforación con el Diamond Drill, se obtienen dos productos que sirven para indicarnos la naturaleza del terreno y las leyes ó valores metálicos que pueden contener.

Estos productos son el Core u testigo y el Sludge ó barro resultante de la perforación, de estos dos productos el más importante es el Core, y el Sludge se viene á usar para un chequeo del primero.

Toma y Arreglo del Core.-

Antes de comenzar una carrera, se mide la profundidad del hueco para lo cual se usa la longitud de las tuberías más la del Core Barrel y Broca. Una vez terminada la carrera o que por atracarse al Core es necesario subibir la tubería, se mide la profundidad a la cual se ha llegado usando un punto de referencia sobre la máquina, este punto debe ser fijado con anterioridad y varía según el criterio del perforista.

Una vez que el Core Barrel, se encuentra afuera se procede a sacar la broca junto con el riming shell, split ring, core split. Entonces se coloca la mano en el extremo del Core Barrel y se golpea este con un martillo, para producir el desprendimiento del Core, este se va sacando poco á poco hasta que el Core Barrel, quede completamente vacío. Hay que tener cuidado al sacar el Core de no perder los trozos menudos y como medida de seguridad se coloca una bandeja para recibir las partículas pequeñas.

Arreglo del Core en Cajas.-

Hay tres formas distintas de ordenarar el Core y son las siguientes:

- A) de izquierda á derecha, como si se leyera un libro.
- B) de izquierda á derecha en la primera fila y de derecha á izquierda en la segunda y así alternadamente según la capacidad de la caja.
- C) Consiste en arreglar el Core comenzando de la esquina superior derecha y continuar hacia la izquierda de acuerdo como va la columna ó sea de la parte alta a la baja.

De estos tres sistemas, el más conveniente y el que se presta a menos confusión es el primero y su ordenamiento corresponde ó está en el mismo sentido de la perforación.

Hay que tener presente, que salvo en terrenos de dureza media y en general que reúnan buenas condiciones para la perforación es posible el realizar carreras completas y en la mayoría de las perforaciones las carreras son fraccionarias y de longitudes variables. Como consecuencia es de suma importancia el buen control de los avances para lo cual se lleva una libreta, en la cual se indica la longitud de las carreras parciales. Al fin de cada carrera parcial, se coloca el Core en la caja y al extremo de este se coloca un taco de madera con la profundidad obtenida. Cuando las carreras parciales más la última dá la longitud deseada, en nuestro caso

3 metros, ó una pequeña diferencia á la última. Al taco que se coloca en la caja se le pone además de la distancia una aspa para indicar que es el fin de carrera y también el número de muestra correspondiente.

Una vez llena la caja se cierra en la forma más segura posible y se le transporta a la Oficina de Tratamiento de Muestras.

Barro de Perforación ó Sludge.-

Este barro está formado por la roca molida por el corte y también por los valores que contenga dicha roca. Este sludge viene a ser una especie de control del Core.

Para obtener el sludge correspondiente a una carrera completa, se procede en la siguiente forma:

Las muestras se toman según distancias fijas y de acuerdo generalmente a la longitud del Core Barrel que es de 10' ó sino a criterio del Ing^o responsable por los trabajos. A esta longitud fija se le denomina Carrera y en el caso que he observado son de 3 metros, esto no indica que la carrera debe de tener necesariamente 3 mts. exactos, sino que puede tener una cierta cantidad de error, que puede ser en exceso ó por defecto. A cada carrera se le dá un número de muestra correlativo.

Una vez bajada la columna, se abre la conexión del agua y se deja limpiar bien el fondo, y paredes del hueco, hecho esto, la tubería de regreso que conduce el sludge se coloca en forma que vaya a descargar a un tanque limpio y comienza la perforación. Si la perforación, ha sido de una carrera completa, se deja lavando el hueco hasta que el barro que regrese no porte ninguna clase de materiales, en otras palabras que sea agua más ó menos limpia para lo cual basta colocar la mano a la descarga de la tubería y después de unos 2 ó 3' observar si en la mano hay partículas metálicas ó de roca.

Una vez que esto se obtiene, se deja en reposo por una media hora á una hora, para favorecer la sedimentación, cuando ésta se ha realizado se procede a decantar el líquido mediante un sifón, hecho con una manguera, hasta que solo quede el sludge más una pequeña cantidad de agua. Entonces se toman recipientes especiales, nosotros usamos porongos, los cuales se colocan a la descarga del tanque.

Antes de proceder á abrir la válvula, se agita este barro con una paleta de madera, hecho esto se abre la válvula y se recibe el barro.

Como siempre las paredes del tanque y el fondo quedan impregnados con la muestra, se lavan los tanques con agua á

presión y se recibe en el mismo porongo, si la muestra no es mucha, sino se toma otro y se recibe en él.

Estas muestras llevan el mismo número que el de la carrera total correspondiente.

En caso de que para una carrera completa, sean necesarias varias carreras parciales, se procede descargando los barros correspondientes á las carreras parciales en el mismo tanque, procediendo después en la forma anterior.

Muestreo -

El papel del muestreo es muy importante, pues él es el directamente responsable por la veracidad de las muestras. El es el encargado de controlar las longitudes de las carreras parciales y totales y de el arreglo del Core, de la colocación de los palos y tacos para su control de la limpieza de los tanques y en una palabra de cuidar que el muestreo sea llevado en la mejor forma posible.

RECOMENDACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRAS.-

Mantener limpias las cajas de recepción de muestras.

Procurar recoger íntegramente el testigo, incluyendo en lo posible las partículas pequeñas.

Controlar la limpieza del hueco, antes de subir la columna, es decir observar que el agua que regrese no aca-

rree partículas minerales.

Controlar la limpieza de los tanques de recepción, así como la de los porongos a fin de no contaminar las muestras.

Llevar un control estricto de las longitudes de las carreras parciales y de la total.

Llevar una numeración correcta de las muestras, tanto en las cajas como en los porongos.

PERSONAL.

Para el trabajo normal, se necesita el siguiente personal:

1 Perforista

2 Ayudantes

1 Muestrero

El perforista, como su nombre lo indica, es el encargado del funcionamiento de la máquina; los ayudantes trabajan: uno en la plataforma superior y otro en la inferior. Estos trabajan guardias de 8 horas.

El perforista, está en la obligación de presentar un reporter diario de trabajo, en el cual consta: las profundidada

des, tipos de broca, naturaleza del terreno, recuperación de agua y todas las anotaciones necesarias, incluyo un formato del reporter para su mejor conocimiento.

DISTRIBUCION DEL TIEMPO.-

En el trabajo de Diamond Drill y el tiempo de perforación efectiva, rara vez excede en 68% del tiempo total de trabajo y esto depende de una serie de aspectos, tales como:

Movimiento de la maquinaria ó sea cambios de emplazamiento.

Cementado

Ensanchado

Pesca de tuberías, brocas de tuberías de entubado

Cambios de brocas.

Agua

Levantamiento de los huecos

Inspecciones

Perforación y equipo

Por consiguiente toda esta serie de factores, se ven aumentados ó disminuidos, según la naturaleza del terreno á perforar, así como a su situación topográfica.

En la presente incluyo un cuadro correspondiente

PERFORACION DIAMANTINA

REPORTER DE GUARDIA

Propiedad -----
 Hueco N^o -----
 Máquina N^o -----
 Tamaño de la broca -----

Fecha -----

Guardia -----

Perforista -----

Ayudante -----

Tubería bajada - Tamaño - De - A
 -----Mts
 ----- "

Tubería sacada ----- "

Agua - Profundidad encontrada
 ----- Mts.

Agua perdida A.....Mts.

EMPLEO DEL TIEMPO

Moviéndose é instalándose -----
 Perforando -----
 Entubando -----
 Reparación de Equipo -----
 Otras demoras -----

Cemento usado - Tipo ----- Cantidad-----
 Perforando en cemento - De ----- A -----
 Cementando el hueco - De ----- A -----
 Ensanchando el hueco - De ----- A -----

MUESTRAS

PROFUNDIDAD		RECUPERACION			Dureza de la roca M.D. D. M. B. M.B.	Condi- ción del hueco	Color del Barro	Peso seco		Sp.gra Testi- go	Notas
De	A	De Testigo %	De Barro %	De Agua %				Testi- go	Barro		

NOTAS GENERALES

Profundidad del hueco al comenzar la guardia-----
 Profundidad del hueco al fin de la guardia -----
 Total de agua transportada durante la guardia -----
 Cantidad de agua disponible -----Galones-----

Muestras guardadas en cajas-----
 Muestras guardadas en porongos -----
 Muostrero -----

a un hueco perforado en la Mina de United Verdi, como un ejemplo de la distribución del tiempo.

También incluyo un cuadro con el tiempo promedio necesario para el manipuleo de la columna de perforación.

UNITED VERDI

Demoras en el Diamond Drill

Causas de las demoras	Porcentaje total del tiempo trabajado
Cambiando.....	17.02
Cementando	3.55
Ensancho	0.56
Entubando	0.73
Pescando tuberías ó brocas.....	0.94
Reparación.....	1.54
Brocas.....	1.25
Aire y agua.....	1.73
Suplies.....	0.89
Levantamiento de los huecos.....	0.36
Departamento de Minas.....	1.46
Preparación y equipo	1.09
	31.12

Perforación efectiva: 68.88%

TOTAL : 100.00

Cuadro de Consumo de Tiempo, para el izaje de la columna

Profundidad del hueco en piés	Tiempo para levantar la tubería, remover el Core y bajarla.
500	40 min
100	90 "
1500	2 hrs.
2000	2.5 "
2500	3.25 "
3000	4 "
4000	5 -6 "
5000	6 -7 "
6000	9-10 "

COSTOS. -

El costo en perforaciones de esta naturaleza, está sujeto a una serie de factores propios de las condiciones y naturaleza del terreno a perforar, de la profundidad del hueco, de la sección del hueco, del equipo en trabajo, de la calidad del perforista, etc.

Aquí me limitaré a dar una idea general de la forma como llevar los costos y los diversos factores que entran en él.

Hay que tener presente que en esta clase de trabajos, es mucho más conveniente para una Empresa el sistema de contratos, es decir, fijar un precio por una cantidad determinada de avance, ésta puede ser 1 pie ó 1 metro, esto en cuanto a la obra de mano, y a la vez que se fija el avance, se ponen también las condiciones del mismo en cuanto a Recuperación de Core y Recuperación de agua.

Otro sistema que también dá buenos resultados respecto a la mano de obra, es el sistema de bonos, ó sea que la Compañía fija un salario determinado al perforista y además un máximo de avance, con un mínimo de Recuperación de Core, y por cada cantidad que sobrepase el avance fijado, con las condiciones requeridas se le entrega una cierta cantidad extra.

En este trabajo, vamos a dar un costo respecto a la maquinaria en trabajo, así como a sus accesorios y nos vamos a limitar á dar ó enumerar los factores que entran en el costo de operación.

COSTOS DE OPERACIONES.-

Labor ó mano de obra

Fuerza

Luz

Desvalorización del equipo

Servicio de Carreteras y Canchas

Transporte

Muestreo y Proceso

Ensayos

Ingeniería y Geología, Supervisión

Cementado

Diamantes pérdida

Pérdida de tubería

Reparaciones

Mantenimiento de equipo

Operación de Campo y mantenimiento

Varios

Debido a serme imposible presentar un trabajo de costo en detalle, sólo me limitaré a dar ciertos datos a los cuales he tenido acceso y los presento en el siguiente cuadro.

En un total de 36 huecos perforados con un metraje total de 2667.21

Nº de huecos perforados	36
Profundidad promedio	74.08 mts.
Metraje total	2667.21 "
Total guardias de 8 horas	1071.1
Avance por hombre/guardia	2.49 "
Consumo de agua por guardia	400.00 galones
Salvataje de Casing Bits	15%
" Riming Shells	5%
Casing Bits	10%
Costo por metro perforado Casing Bits ^{\$}	7.63
Riming Shells	2.04
Casing Bits	8.80
Una recuperación de Core	81.50 %
Promedio de Recuperación de Barro	55%

ACCESORIOS.-

Al presentar los costos de dos equipos y sus accesorios, ruego se sirvan disculpar la terminología en inglés, pues la traducción al castellano, además de ser complicada, no nos da una fiel interpretación de lo que se quiere expresar. Siendo todas las palabras correspondientes a diversos nombres de piezas y repuestos y puesto que todos los catálogos de estas maquinarias vienen escritos en inglés, es pues fácil su identificación usando la terminología inglesa.

EQUIPO DEL DIAMOND DRILL - COSTO

- 1 Spague & Henwood Diamond Drill, Modelo N° 142, tamaño "N"
Doble cabeza Hidráulica N° 5008
- 1 Sheppard Diesel Motor, 4 ciclos, Modelo 12D, Gross, HP 100 AT.
Contenido neto. HP62AT, 1400 r.p.m. Serial N°6018 con
- 1 Disco gemelo de embrague Modelo B III NP Special N° 19242. N° 4037 A. Precio \$ 7.284
- 1 Bomba Fairbanks Morse Serial N° 725130 Stroke 4, sección de pistón 3. Presión máxima 250 lbs.y

1 Motor Hercules Diesel Modelo DIXD N°283691.	Precio \$	2340
1 Planta Eléctrica Kohler. Modelo 3A21, Serial N°129543. Special De 3KW, 115 volts, 1 pa- re, 60 ciclos, 1800 r.p.m., Una bateria de 24 voltios.	Precio \$	673.75
1 Tanque para almacenamiento de agua de 2400 galones de acero.	Precio \$	310.00
2 Tanques para barro, de 800 galones; cada uno de acero.	Precio \$	234.00
1 Bomba á mano.	Precio \$	36.95

BROCAS DIAMANTINAS.-

Brocas de Core Ax.	Precio \$	119.32
Core Trecast Bostg. Ax - M - Series, grado AA	Precio \$	108.80
Brocas de Core Bx	Precio \$	197.61
Brocas de Bostg Diamond Bx-M serie de grad AA	Precio \$	150.32
Brocas de core "NX" grado AA"	Precio \$	172.00
Brocas de Core 3. 1/2"	Precio \$	238.00

Brocas de entubado AX.	Precio \$	147.40 c/u.
" " " BX	Precio \$	176.00
" " " NX	Precio \$	210.00
Cortadores de tubería AX	Precio \$	121.00
<u>SUPLEMENTOS.-</u>		
Coplas Ax flush piont	Precio \$	6.80
Wash plug. BX	Precio \$	5.85
AX	Precio \$	5.05
Gruas de resbalamiento	Precio \$	52.30
" " "		
Grampa de seguridad para BX N ^o 7.	Precio \$	57.00
" " " " AX	Precio \$	44.60
" " " " BX N ^o 8.	Precio \$	26.00
" " " " AX	Precio \$	24.00
1 Core Shell NX tamaño "M"	Precio \$	7.00
" " AX " "	Precio \$	4.40
1 Core lifter NX -" "	Precio \$	2.85
AX " "	Precio \$	2.20
1 Plug Furn Tube NX tamaño M.	Precio \$	7.80
" " " BX	Precio \$	6.00
" " " AX	Precio \$	5.00
1 Rodamiento para BX tipo M.	Precio \$	4.50

para AX tipo M.	Precio \$	3.90
COPLAS EX	Precio \$	2.80
1 Copla jenble completa	Precio \$	24.50
1 Tapón con rodamiento para izaje de tubería BX	Precio \$	40.00
1 Shaft Drum	Precio \$	60.00
Drum biske completo # 5225	Precio \$	57.00
Friction Booke	Precio \$	42.00

_____ o _____

CHURU DRILL O PERFORACION A GOLPE

GENERALIDADES.-

Churu Drill (o perforación a golpe ó cable) es un sistema de perforación que se basa en el golpe o percusión como medio para abrir huecos de diferentes tamaños. En este sistema se aprovecha la mayor tenacidad y dureza del a c e r o (ayudado por un peso más o menos considerable del b a r r e t ó n de perforación) para que mediante una s e r i e de p e r c u s i o n e s a un ritmo adecuado producir el quebrantamiento y rotura en el terreno, en virtud de la mayor fragilidad de éste (rocas, pizarras, esquistos, gravas, etc.).

Esta percusión ó golpe es producida por un b a r r e t ó n completo suspendido a un cable y al cual se le imprime un movimiento rectilíneo de s u b e y b a j a, este m o v i m i e n t i e n e una c a r r e r a ó j u e g o de 1 a 3 piés.

El descenso de la broca es graduable y se va r e g u l a n d o a una velocidad de 30 á 60 golpes por minuto á m e d i d a que aumenta la profundidad. Un factor importante en e s t e tipo de perforación es el agua que facilita el t r a b a j o de p e r f o r a c i ó n y que a la vez sirve de medio de t r a n s p o r t e para retirar el material resultante de la p e r f o r a c i ó n.

El retiro del material resultante o barro se efectúa mediante el Bailer ó bomba que transporta el barro hacia la superficie.

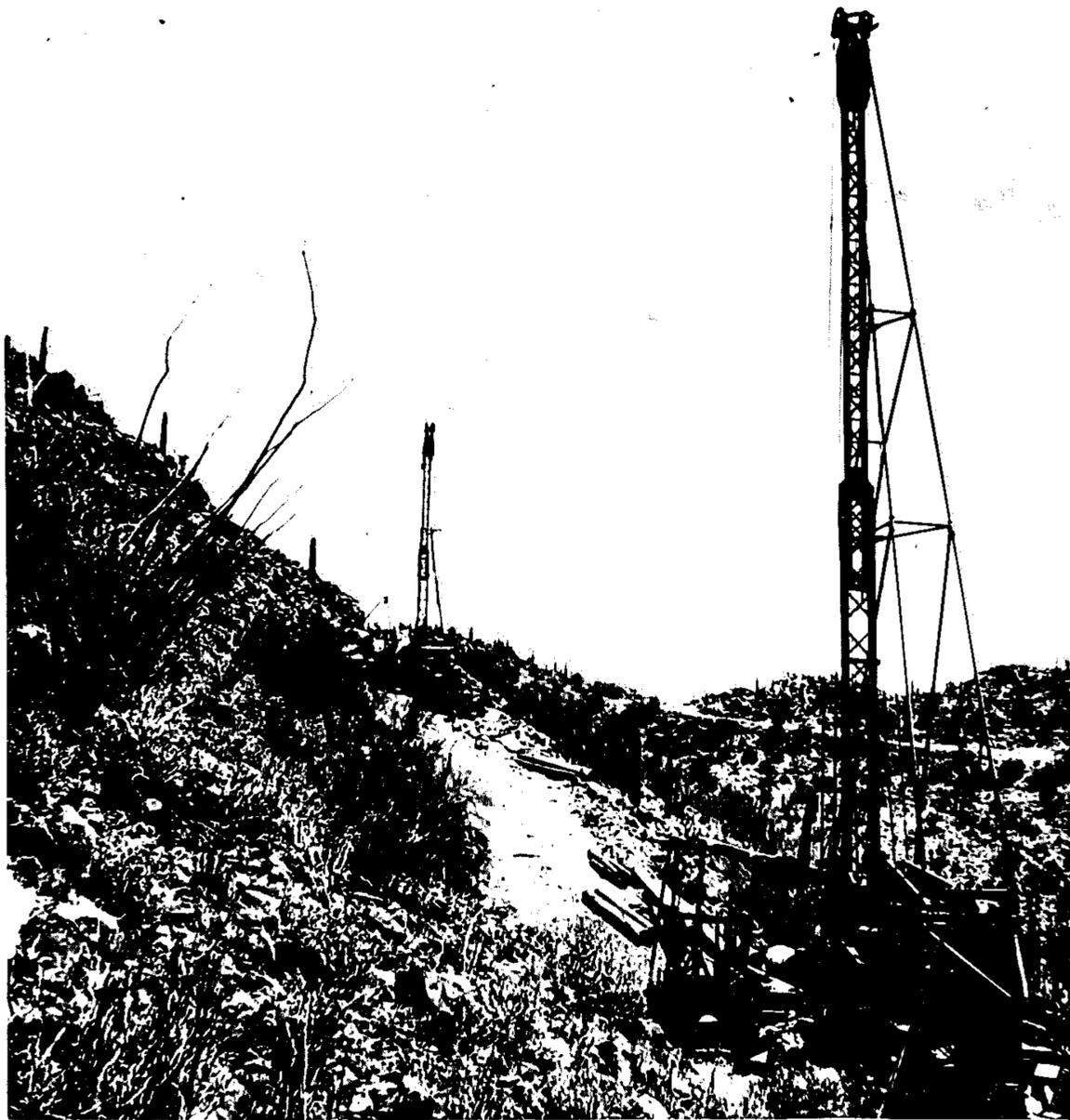
Este sistema de perforación da muy buenos resultados en terrenos suaves y de dureza media, no así en los excesivamente duros, en los cuales es mucho más económico la aplicación del Diamond Drill.

Este sistema de perforación ha ido pasando por una serie de etapas y de mejoras de orden técnico y tiene hoy en día una gran aplicación.

Los modernos equipos hoy en día, se fabrican de diversos tamaños, siendo los más usados los de 246L y 28-L. Estas maquinarias son transportables ó movibles mediante tracción o sino en determinados tipos tienen su movilidad propia (sistema de orugas).

Los tipos pequeños son usados en depósitos aluviales y pueden éstos alcanzar profundidades de 500 ó 800' sin grandes dificultades en terrenos moderadamente duros. Estas maquinarias pequeñas también se usan para formar cámaras explosoras.

La fuerza usada en estas máquinas, puede ser a vapor, eléctrica, gasolina, petróleo y modernamente se esta



'Máquinas de perforación a cable (Churn Drill)
tipo Kystone

usando electricidad, pero esto está ceñido a las condiciones del lugar en donde se va a llevar a cabo las perforaciones. Hay muchos perforistas que sostienen que los motores de combustión interna le imprimen al cable un movimiento más seco y efectivo que los eléctricos.

Bajo condiciones normales una perforación se comienza con un diámetro de 12 á 13" y en casos especiales hasta con 26", esta sección se va reduciendo con la profundidad y como diámetro mínimo se puede llegar a 3" en casos excepcionales, teniendo el inconveniente de un avance reducido, debido al poco peso del barretón de perforación.

PARTES PRINCIPALES

Maquinaria y mecanismo de perforación.-

La maquinaria es de tipo Bucgrus 28-L con una velocidad máxima de 60 golpes por minuto, trabaja con un motor Diesel que está montado sobre una plataforma, la cual a su vez descansa sobre ruedas (neumáticos) dobles que sirven para su desplazamiento.

La maquinaria posee tres winches, siendo el de mayor tamaño el destinado a guardar el cable de perforación y los otros dos más pequeños, para recibir el cable de la bomba de arena y para el winche auxiliar, tiene una rueda

excéntrica a la cual va unida un brazo a un extremo de la excéntrica y por el otro extremo al caballo que es un brazo doble de acero en forma de V que está fijado a un eje en un extremo y que en el otro lleva una polea, por la cual pasa el cable. El motor al ponerse en movimiento pone en funcionamiento la excéntrica, produciendo este un movimiento de subida y bajada, que viene a dar la longitud de carrera de dicho movimiento.

El cable pasa por dos poleas pequeñas que sirven para guiarlo, subiendo después a lo largo de las plumas, hasta el tope de la misma, en donde existe otra polea por la cual pasa y pende verticalmente.

Esta maquinaria posee todos los aditamentos para su funcionamiento y un juego de palancas, entre las cuales podemos citar: Un acelerador de mano.

PALANCA DE ASCENSION Y DE FRENO, o sea la que pone en funcionamiento el winche que contiene el cable de perforación y que estando colocado hacia arriba, produce el enrollamiento del cable.

Esta palanca también sirve como freno y se usa para bajar el barretón de perforación.

PALANCA DE TRABAJO.- Que es la que pone en funcionamiento la excéntrica.

PALANCA DE ASCENSION Y FRENO, para la bomba de arena.

PALANCA DE CAMBIO, de velocidades.

PALANCAS AUXILIARES, para manipular con las plumas.

PLUMAS: Son dos, una más sólida y formada de ángulos de acero de 1/4" con una altura de 17 metros a partir del suelo, la cual en su extremo lleva 3 poleas. Una al centro y las otras dos una a cada costado, siendo una para el cable de la bomba de arena y la otra para el winche auxiliar.

La otra pluma es más delgada de forma elipsoidal y sirve como cuña, teniendo en la parte inferior un tornillo para graduar su longitud.

Estas plumas llevan 4 templadoras de cable de acero de 3/4".

Estas dos plumas son retráctiles y su montaje se hace con la misma máquina.

BARRETON DE PERFORACION ó Columna.

En un barretón de perforación podemos citar las siguientes partes:

Rope Socket

Sinker Bar

Jars ó tijeras

Ruger Steins

Drilling Bits ó Brocas

A continuación damos un cuadro que relaciona los tamaños y diámetros de las diferentes partes:

Piezas	Longitud piés	Diámetro pulgadas	Peso en lbs.	
Brocas	3.5 á 6	4 á 20.5 _a	170 á 3750	<u>a</u> es la lon-
Auger Stein	16 á 48	2.75 á 6	20 á 98 por pié	gitud de <u>cor</u>
Jars Ti- jeras	5.5	3.5 á 8	100 á 800	te de los <u>bor</u>
Sinker Bar.	6 á 16	2.75 á 6	20 á 98 por pié	des. Gauge ó
Rope Soc- ket	2.5 á 4	2.75 á 6	40 á 350	el gage de la
				broca.

De la columna de perforación anteriormente citada, todos ellos son standard, habiendo gran variación con respecto a las brocas, debido a lo cual citaremos las más usadas.

BROCAS, sobre estas existen una diversidad de tipos, siendo las más usadas las siguientes:

Espiral

Estrella

es para enderezar el hueco

Escopla ó spuding bit

Mother Huberd bit para roca dura.

Estas varían de acuerdo al diámetro deseado y los hay de diferentes tamaños.

ACCESORIOS.- De estos tenemos: a) relativos ó necesarios para la perforación y b) los necesarios para el muestreo.

Entre los primeros tenemos:

Planta eléctrica para la iluminación

Equipo de soldadura eléctrica para las separaciones en los bits ó para fijar trechos.

Tanques de agua de unos 1000 galones, empleados en sitios en los cuales no se puedan hacer conexiones á líneas de agua.

Camiones que se emplean para el transporte de los accesorios y para acarrear la máquina de perforación y que también se usa para el transporte de agua, empleando cilindros.

Llaves, estas son de dos clases; de las corrientes en las cuales es necesario tener un surtido completo y las especiales que sirven para los cambios de diferentes secciones del barretón.

Gatas, es una semicircunferencia de acero dentada y en la cual se desliza una gata, en el sentido horizontal este aparato sirve para el ajuste de las llaves anteriormente citadas.

Instrumentos para el ensanchamiento.-

Instrumentos de pesca.-

Instrumentos de casing.-

Casing pipe Riming.-

Grip.Tubing Elevator Door.-

Bit gauge.-

Pin thead protector.-

Lateh jack.-

BAIBERS Y BOMBAS DE ARENA.-

Como su nombre lo indica,

es un aparato destinado a transportar el barro resultante de la perforación. Consta de un cuerpo cilíndrico, de longitud y sección variables, está construido de acero, tiene en su

parte superior una aza de acero que sirve para su suspensión.

En su extremo inferior es reforzado y lleva una pieza denominada válvula, que consiste en una plancha de acero de 1" que termina en una especie de doble cono y la cual pasa a través de un aro en su parte media, de manera que al empujar la parte inferior hacia arriba, el collar queda libre y el barro penetra al interior del cilindro. Una vez lleno y al suspenderlo la válvula baja y el cuerpo cilíndrico obtiene el collar. Ver figura adjunta.

Esta válvula está generalmente colocada a 1' encima del fondo del Tsudli Pumf. Bomba de arena de Válvula chatas

Es igual al baiber, solo se diferencia en el diseño de la válvula que como su nombre lo indica es chata. Ver fig. de la válvula.



Bomba

Relacionados con el muestreo:

Caja de recepción de muestra ésta es de forma cúbica, construida de planchas de acero de 1/8", teniendo un canal por

el cual sale la muestra.

Muetreador, Cuarteador ó Splitier.-

Este es un aparato para partir la muestra, tantas veces como sea necesario, en la parte de muestreo citaremos sobre este aparato.

OPERACION DEL CHURU DRILL.-

Para esto lo primero es la instalación de la maquinaria y podemos dividirla en las siguientes etapas:

- Instalación
- Perforación
- Limpieza y muestreo
- Ensanchamiento
- Entubado.

Instalación de la maquinaria, para lo cual se necesita una área plana de 75' x 30' junto al sitio donde se va a perforar, esto lo denominamos canchas y son construídas de antemano así mismo como las carreteras, que les han de dar acceso. Estas carreteras deben estar sujetas a las características de las máquinas, las cuales determinan la gradiente

radios de curva y ancho de las mismas.

Una vez colocada la máquina en el sitio a perforar se, se procede a armar las plumas y sujetarlas con los templadores. Después se construye una plataforma de madera, de unos 16 m², dejando libre una área de 1 m² aproximadamente en el sitio que se va a perforar.

Hecho esto, se instala la caja de recepción de muestra a uno de los costados de la máquina, generalmente al lado derecho y á continuación de ésta el splitter. Se construye un techado de calamina que sirve de protección a los operadores y para guardar las herramientas. Se instala la soldadora eléctrica, quedando así también convenientemente dispuestas las herramientas, tales como: brocas, stean, tijeras y tuberías.

PERFORACION.-

Una vez hecho esto, se procede a la perforación, vamos a suponer que comenzamos la perforación, en esta primera etapa no se usa la tijera (ó jars) la máquina tiene en su parte media un guiador de el barretón a fin de que este permanezca en la vertical; como guía sobre el terreno hemos usado un cilindro de fierro sin fondo, el cual se centra con el barretón, hecho esto se pone a andar

la máquina y se va echando agua en el sitio que se esta perforando.

Cuando el terreno tiene una profundidad de 3 á 4 metros, se quita el cilindro y se coloca un pedazo de tubo de acero de 18" más ó menos y se fija con cemento, cuidando siempre que esté alineado con el barretón y después se continúa con la perforación.

Es una regla general, que al comenzar un hueco, usar una broca de 8 á 13" salvo casos especiales en que se puedan usar hasta de 26" y después se va reduciendo la sección á medida que se profundiza el mismo.

En el caso de comenzar una perforación, el impacto sobre el terreno es controlado a simple vista y la velocidad del ciclo de la maquinaria es regulado de acuerdo al criterio del perforista.

Pero en el caso de que el hueco tenga cierta profundidad, se desliza el barretón hasta que esté cerca del fondo y al comenzar a andar la máquina, produce el ciclo de perforación de sube y baja, que produce la rotura ó quebrantamiento en el terreno y por consiguiente el avance. Cuando la broca choca en el fondo, se produce un movimiento de retroceso instantáneamente, mediante éste se controla la la perforación, pues el golpe de la broca debe ser seco

y producir un rebotamiento instantáneo en el momento justo en que el cable va a comenzar a subir, esto se controla con la mano, cogiendo el cable que transmite la vibración al operador.

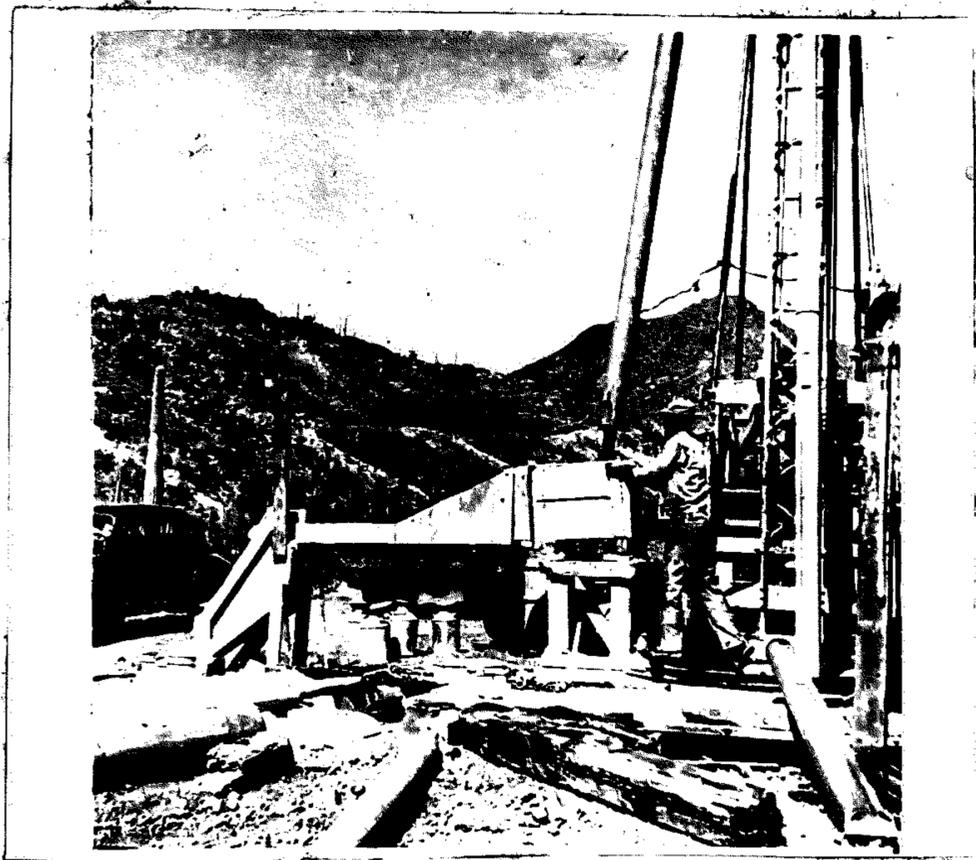
En terrenos con agua no es necesaria obviamente el introducirla, pero en terrenos secos es indispensable, eso sí el agua siempre se debe echar usando el bailer y nunca por el cuello del hueco, pues el agua lavaría las paredes del hueco y alteraría las muestras.

Esta operación vendría a llamarse la etapa de perforación, la cual se hace por etapas ó mejor dicho por carreras de determinada longitud.

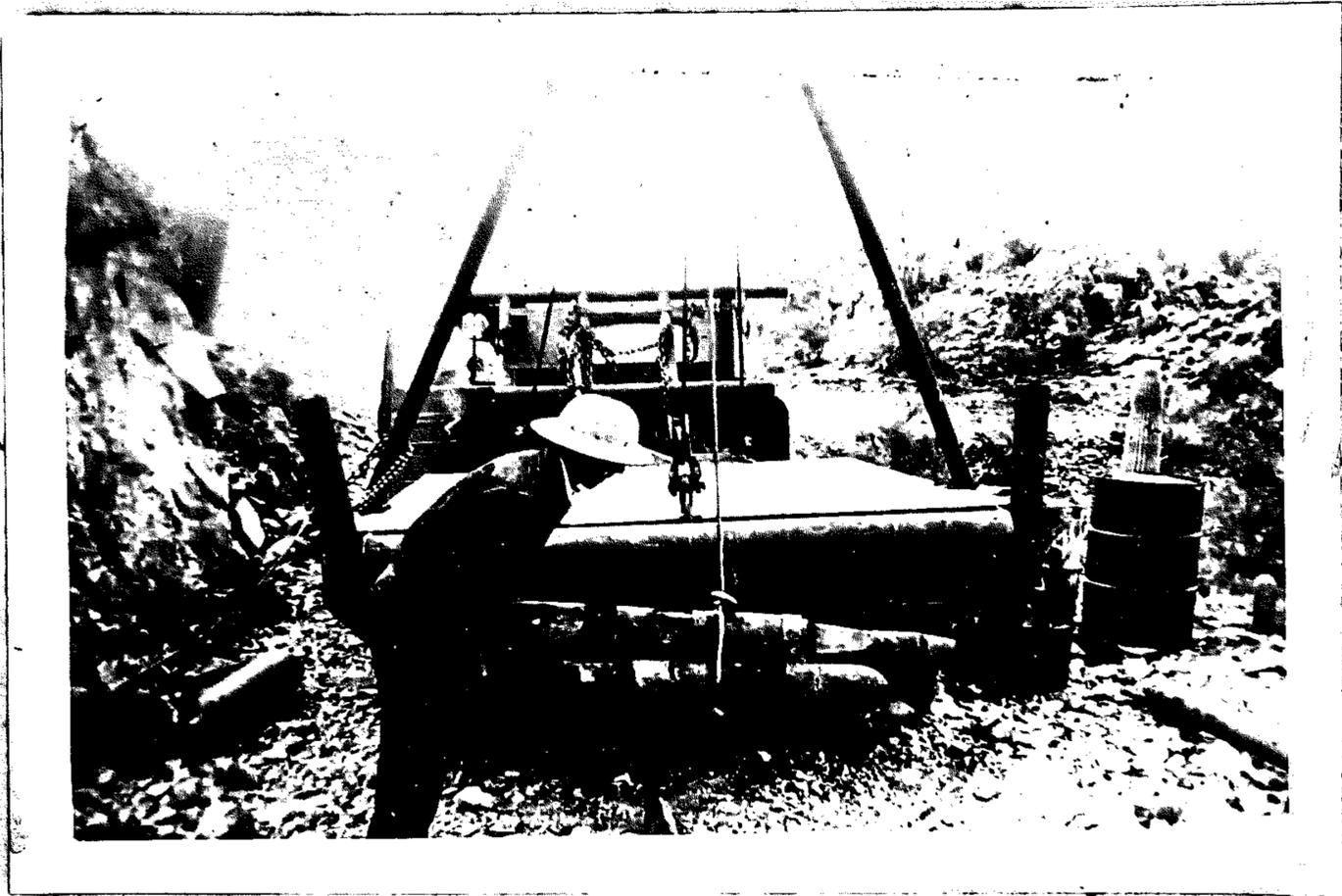
Se usan carreras de 1, 1.5 y 2 metros, nosotros he mos usado cada 2 metros.

LIMPIEZA Y MUESTREO.-

Una vez perforado los dos metros, pa ra lo cual se ha marcado el cable con anterioridad con una hoguilla a fin de controlar la profundidad y por consiguien te el avance. Se procede el izaje de el barretón de perfo ración ó de la columna, hecho esto se sujeta a dicha colum na a la pluma menor, mediante un cable y se revisa para ver su estado y según esto se procede a rellenarla mediante la soldadura eléctrica ó sino a su cambio.



Descargando el Barro de la bomba



Camión adaptado para el manipuleo de las herramientas

Mientras se pone en funcionamiento al bailer, el cual se introduce en el hueco y mediante subidas y bajadas, golpeando en el fondo se llena el mismo y se procede a su izaje y posteriormente a su descarga en la caja de recepción. Esta operación se realiza hasta que se ha extraído casi la totalidad del barro formado, en casos de ser un mineral de densidad elevada, se usa la bomba de arena, a fin de poder extraer casi en su totalidad dicho material.

O sino se le hecha más agua y se le agita, procediendo a su extracción hasta que el material ó solución que se descarga tenga el menor porcentaje de sólidos posibles.

ENTUBADO.-

Es muy raro encontrar un depósito mineral en un terreno uniformemente firme y que las paredes del hueco perforado no resbalen al interior, alterando los resultados del muestreo.

Generalmente los terrenos son cruzados por fallas y en las que se encuentran muchas zonas de alteración y en otros casos, la formación es muy débil para sostenerse así misma, esta tendencia a desmoronarse se le denomina caving

(o desmoronamiento).

Esto como lo hemos dicho anteriormente, altera al muestreo y no al avance y se puede continuar perforando, pero con resultados falseados.

En estos casos es que se procede al entubado, el cual consiste en longitudes de tubería de acero de un diámetro ligeramente menor que el del hueco (generalmente 2") que se introducen al hueco. Previamente unidos, es decir se coloca un tubo y se sujeta mediante una abrazadera y se entornilla otro tubo, se procede a bajarlo y así se repite la operación sucesivamente.

En esta operación, podemos citar una etapa preliminar denominada riming ó ensanchamiento, esto se hace cuando el hueco tiene pequeñas desviaciones que impiden la penetración de la tubería ó sino dá mucho trabajo. Este ensanchamiento se hace con brocas especiales.

También existe el ensanchamiento en la parte baja ó underriming.

Este se realiza cuando al bajar la tubería, a una cierta profundidad se encuentra dificultad. Se usa una broca especial para el underriming, que tiene una especie de

cuchillas que se distienden por medio de resortes para cortar la en la parte inferior.

Cuando la parte inferior es muy blanda, no se usa el underriming, sino hay que reducir la sección del hueco con una tubería de menor diámetro.

Para la colocación del entubado se emplean collares de seguridad, especiales para cojer las tuberías y se ayuda a su penetración mediante golpes del barretón. Estos entubados se hacen á medida que se presentan casing y a veces ir reduciendo paulatinamente los diámetros; en determinados casos se llega a diámetros de 2 1/2".

ACCIDENTES QUE SE PRESENTAN.-

Los accidentes que generalmente ocurren son las pérdidas de barretón ó del bailer, esto sucede por la rotura del cable de perforación o sino por el aflojamiento del cable en el rope socket.

Por eso en la perforación se debe de observar el estado del cable en toda su longitud y también observar si el cable gira ó tiene cierto juego dentro del rope socket, á fin de evitar accidentes.

También en casos de que se atraque, debe procederse



Cuarteador usado



Tomando el total del barro,
para pruebas del cuarteo

con sumo cuidado a fin de evitar roturas.

La unión de las diversas piezas que vienen a formar la columna de perforación, deben de revisarse, puesto que con el trabajo se aflojan constantemente.

En todos estos casos se usan herramientas especiales para la pesca.

TOMA DE MUESTRAS.-

Para una toma de muestras, se necesitan los siguientes implementos:

Caja de recepción de muestras, de 1 m³ de capacidad, construida de planchas de acero de 1/8" soldados. Estas tienen un canal cerrado que va a descargar al cuarteador.

CUARTEADOR.-

EL cuarteador que hemos usado es de diseño especial y está basado en el cuarteador Jhonson.

Consta de cuatro cuarteadores Jhonson en cascada y por consiguiente el resultante del material una vez que lo ha pasado es 1/16 del contenido del bailer. Para mejor comprensión adjunto un diseño del mismo.

BANDEJAS PARA RECEPCION de muestras son de 0.80 cm. de diámetro por 0.20 de profundidad de forma cilíndrica y son de fierro.

FICHAS CON LOS NUMEROS correlativos para las muestras y el número del hueco.

FICHAS DE PROFUNDIDAD de acuerdo á cada número de muestra. Es decir como las muestras son cada 2 metros, esta lleva por ejem. el Núro. 10- y esta muestra corresponde a una profundidad de 20 a 22 metros, la ficha para controlar la profundidad lleva esa anotación ó sea número de muestra y profundidad de carrera.

Depósitos para guardar el concentrado de las muestras y las rocas que se tomen.

TOMA DE LA MUESTRA.-

Una vez que la bomba ó bailer, descarga en la caja de muestras, ésta pasa a través del canal al cuarteador que está directamente conectado a la caja y se recibe a la salida de éste en las Bandejas, si la muestra es mucha se van colocando más bandejas á medida que se llenan. Cuando ya se ha recibido el total de la muestra y ésta es mucha se procede a pasarlas nuevamente por el cuarteador, lavándolo cada vez que se pasa, esta operación se

repite tantas veces cuantas sean necesarias, hasta tener una cantidad adecuada, en el caso nuestro dos porongos como máximo. Hecho esto se le vacia a los porongos, limpiando bien las bandejas y agitando bien la muestra, a fin de que no se deposite por gravedad, limpiando después con agua á presión. Se le coloca su ficha respectiva y queda lista para ser enviada al laboratorio.

De la muestra que sale por el otro lado del cuarteador; con un plato se toma una porción y se lava ó mejor dicho se concentra en el plato, se saca y se coloca en un sobre con la ficha correspondiente a su profundidad en dicho sobre.

También se colocan las piedras de tamaño regular que se obtengan en la muestra.

PRECAUCIONES QUE SE DEBEN TENER.-

Este trabajo de control de toma de la muestra, es la parte más importante de la perforación, pués de los resultados que se obtengan de los ensayes han de servir para determinar el valor de esa zona, por consiguiente todas las precauciones que se tomen son pocas y se debe procurar que la muestra ha obtenerse sea dentro de lo normal, lo mejor que se pueda.

Como recomendaciones podemos dar las siguientes:

Llevar un buen control de la profundidad del pozo, chequeando la profundidad del mismo al comienzo de cada guardia.

Controlar la longitud de carrera para lo cual de la marca ya existente en el cable se miden los 2 metros y se coloca una nueva soguilla para el control.

Se debe cuidar que el agua necesaria para la perforación sea introducida mediante la bomba.

Controlar el derrumbe é informar al respecto si se juzga necesario proceder a entubar.

Controlar la saca de la muestra y observar que el agua al final tenga el menor N° de sólidos; si el barro obtenido es bastante denso hechar una mayor cantidad de agua y seguir con la bomba hasta que se juzgue necesario.

Mantener completamente limpio el fin de cada muestra en la caja de recepción, cuarteador, bandejas y porongos.

Controlar la nivelación ó inclinación del canal de conducción al cuarteador, el cual no debe de tener más 2 á 3 grados como máximo, a fin de impedir un fuerte aumento en la velocidad y por consiguiente un mal trabajo del cuarteador.

Proceder a limpiar bien el cuarteador, al termi

nar de echar la muestra.

PERSONAL.-

El trabajo se hace por guardias de 8 horas y el personal es el siguiente:

1 Perforista

3 Ayudantes

1 Muestrero

El perforista está en la obligación de presentar un reportar diario de trabajo, en el cual indica la siguiente:

Profundidad del pozo

Tipo de broca

Carreras perforadas

Color de la muestra

Dureza del terreno

Entubado.

Además cualquier otra variación que se presente durante la guardia.

DISTRIBUCION DEL TIEMPO.-

En este trabajo el tiempo efectivo

de perforación está supeditado a una serie de factores, tales como: mayor ó menor accesibilidad a los lugares de trabajo, naturaleza del equipo, eficiencia de los operadores, naturaleza del terreno, mantenimiento del equipo, accidentes que se producen durante el trabajo, entubado, ensanchamiento de los huecos, etc.

Todos estos factores se pueden simplificar en unos cuantos, que involucren a los demás, en los trabajos observados. Se ha tenido como promedio de distribución de tiempo los siguientes resultados:

Perforación	61.00
Cambio de lugar	7.6
Ensanchado	7.5
Entubado y cambio de cables	9.2%
Reparaciones	6.5%
Posca	8.2%

COSTO.-

Aquí nos limitaremos a enumerar los factores que entren en la formación del mismo, sin comentar cantidades y dar algunos ejem. en ciertos costos de E.E.U.U.

Como factores determinantes del costo podemos citar los siguientes:

Castillo de perforación, con su máquina y partes integran
tes de la misma.

Tubería

Brocas

Como factores determinantes podemos citar 4 grandes
grupos á saber:

1 Castillo de perforación con todas sus partes integrantes,
plumas y demás accesorios de la máquina.

2 Barretones de perforación con sus partes integrantes, para
diversos tamaños, bombas para muestras.

3 Herramientas auxiliares, llaves, grampas para tubos, colla
res, soldadura, plantas de luz.

4 Labor que incluye:

Caminos y canchas

Energía

Agua

Contratos de operación

Transporte

Muestreo y proceso

Ensayes

Ingeniería y Geología - Supervisión

Mantenimiento de Campamento y Operación

Varios

Ejem. Costos de Labor en Silver Bed. para el siguiente traba
bajo.

TABULACION, DATOS Y COSTOS

OPERACION

Número de huecos perforados	30
Profundidad promedio	356.0 piés
Total piés perforados	10700.0 "
Total de guardias de 8 horas	757.0
Promedio de avance por guardia	14.1 "
Promedio de avance por guardia p. <u>hos</u>	
5000 piés	11.7 "
Promedio de avance por guardia 235.000	
piés	16.6 "
Consumo de agua	300.0 galones

DISTRIBUCION DEL TIEMPO

Perforandó.	61%	3.694.1 horas
Cambiando de emplazamiento	7.6%	460.3 "
Ensanchando	7.5%	454.2 "
Entubado y cambio de cable	9.2%	557.2 "
Pérdidas, reparaciones, pesca, etc.	14.7%	890.2 "

COSTOS.-

Contrato de perforación		\$ 7.00 por pié	
			perforado
Entubado	\$ 0.20 por' (poniendo ó sacando)		
Cables cambio	.50 por pié	1.28	
Ensanchado	7.00 por pié		
Servicio de carreteras y canchas		1.05	
Muestreo y tratamiento		1.01	
Ensayes		.72	
Ingeniería, Geología - Supervisión		.80	
Operación de campamento, mantenimiento		<u>1.05</u>	
	TOTAL:	<u>12.89</u>	" "

EQUIPO CHURN DRILL - COSTO

1 Bucyrus Erie Company Oil Well Spudder tipo 28L

Serial N° 47035, con estructura auxiliar

1 Motor Diesel Caterpillar 4600 Serial N° 53696 con

1 Disco gemelo de embrague DII4, Ps, N° 16167

Precio \$ 14.262.60

1 Soldadura Hobert tipo TII8502 serie N°DW

43449, de 300 amps. 40 volts. 1500 r.p.m.

con

1 Motor chrysler. Modelo IND., tipo 7A2. serie N ^o 51119., sobre ruedas	Precio \$ 1586.10
1 Cuarteador tipo Jones de acero de 1/2.	Precio \$ 120.45
1 Planta eléctrica Kohler. Modelo 3A21; N ^o 130703 de 3KW, 3.75KVA, 115 volts. 1 jure, 60 ciclos; 1800 r.p.m. y una batería de 24 voltios	Precio \$ 673.75
1 Bomba de operación normal	Precio \$ 36.95
1 Cuarteador 1 1/8 tipo Jones de acero	Precio \$ 24.00
4 Tanques de acero, capacidad 10 tons.	Precio \$ 156.00 c/u

CHURU DRILL SUPPLIS

Parts for Bucyrus + Erie. Model 28-L.

1 Buring Cop. Bolts. 1"	\$ 2.50
1 Motor Pulley Q - 251.	\$ 75.00
1 Take up pulley R-1165	\$ 82.00
1 " " " Socket R-1172	\$ 16.00
1 " " " spring R-1340	\$ 6.00
1 Guide Pin Bushing 7A112	\$ 10.00
1 Took screw Base Plate YA363.	\$ 16.00

SPUDING BERM PARTS

1 Pitman Assembly, with bushing YM-1	\$ 99.00
1 Crank pin bushing YM-7.	\$ 16.00
1 Pitman pin bushing YM-3	\$ 18.00
1 Beam shears YM-14.	\$ 50.00
1 Bushing YM-20	\$ 21.00
1 Beam showe Pin M-21	\$ 9.50
1 Heel Showe YM-22	\$ 64.00
1 Spuding beam toot but bushing	\$ 16.00
1 Heel shaft Pin washer YM113	\$ 7.30
1 Heel shoft equalizer w/.bushing	\$110.00

DERRIEK MACHINERY, STRUT AND TOOT GUIDE PARTS

1 Disc. & plate assembly YR-436	\$137.00
1 Sand Pine showe YR 441	\$ 41.00
1 " " " bearing YR 442	\$ 10.00
1 " " " Pin YR-443	\$111.00
1 Toot guide bell complete	\$ 89.00
1 " " support	\$ 96.00
1 " " champ bolt	\$ 5.00

1 Toot guide yoke	\$	10.00
1 " " ball rubber disc.	\$	7.60
1 Crown showe pin	\$	8.00
1 Crown showe bearing.	\$	32.00
1 Strut showe	\$	34.00

YACK SHOFT PARTS

1 Reverse chutch line	\$	6.90
1 Berring spacer	\$	9.00
1 Puller	\$	15.00

COUNTERSHOFT PARTS

1 High speed geor retainer	\$	3.50
1 Right bearing	\$	17.00
1 Left bearing	\$	29.00
1 " " retainer	\$	11.00
1 Bearing oil seal	\$	6.80

YACK SHOFT CHUTCHS PARTS

1 Spuding chutch but & back Plate	\$	71.00
1 Floorting Plates	\$	72.00
1 Adjusting Ring	\$	25.00
1 Cone Collar	\$	37.00
1 Driving Plats complete	\$	36.00

SAND HEEL CHAIN TIGHTENER & CAT HEADS PARTS

1 Sprocket @ Driver Bushing	\$	12.00
1 Cone ring	\$	18.00
1 Sand Reel inner bearing	\$	12.50
1 Bearing R - 1764	\$	15.67
1 Oil Throver R - 1988	\$	3.80
1 Sprocket bearing	\$	5.70
1 Champ bolt assem.	\$	19.00
1 Outer bearing oil seal	\$	11.50

CRANKSHOFT, CASING REEL & DEFLECTING SHEAVE PARTS

1 Spudding gears N ^o R-1112-214414-A.	\$	414.00
1 Crank pin	\$	14.00
1 Crankshoft retainer	\$	2.80
1 Spudding gear crank pin slow	\$	28.00
1 Crankshoft gackpost bearing bushing	\$	46.00

SAND REEL CHUTCH PARTS

1 Toggle Yoke and arms.	\$	14.00
1 " link	\$	3.70
1 " pin	\$	5.30
1 " lever	\$	14.00

1 Spring bolts	\$ 3.50
1 Bell crank adjusting bolt	\$ 2.90
1 Band Adj. bolt and R.H.	\$ 4.00
1 " " " " L.H.	\$ 4.00

CHURU DRILL CASING:

18" ID Old Penstock Pipe-Plain End - 3 joints.
\$ 4.18 m. = 14.60 mts.

16" ID. Old Penstock Pipe + Plain End - 1 joint
\$ 4.18 m. = 2.90 mts.

15 1/2" ID Old Penstock Pipe ----- 16 -
\$ 4.18 m. = 47.15 m.

15" ID. Old Penstock Pipe Plain End. 9 joints
\$ 4.18 m. = 8.85 mts.

13 1/2" ID. Old Penstock Pipe - Plain End - 2 joints
\$ 4.18 m. = 6. mts.

12" Id. Steel Surface Casing - Plain End - 95 joints
\$ 11.00 m = 299.m.

10 3/4" ID. 32 lbs/ft. steel casing and Couplings -10
thread 86 joints. \$ 9.50 = 743 m.

8 5/8" ID 24 lbs/ft. steel casing and couplings = 10

thread 51 goints \$ 8.50 = 997 mts.

7" OD 28 lbs./ft. steel casing and conpligs - 8

thread - 51 goints \$ 7.50 = 387 m.

6 5/8" OD 24 lbs./ft. steel casing and complig - 8 thread

160 goints \$ 6.00 = 1580 m.

BIT RAMM MEASURING REEL & LINE TRANSFERRING DRIVE

1 Inner shoe	\$ 9.40
1 Onther shoe	\$ 2.75
1 Line tension champ.	\$ 35.00
1 Box bril 4" x 5" - 7 API	\$ 34.50
1 " baily 2 1/2 - 3 1/2.	\$ 47.00
1 " " 3 1/4 - 4 1/4	\$116.00
1 " " 4" - 5"	\$ 65.00
1 Bailer 7" x 22"	\$149.00
1 " 9 x 16"	\$225.00
1 " 10 x 16"	\$270.00
1 Barret Oil. Well cicle camp.	\$394.00
1 Bit, drill 20"	\$680.00
1 Bit, drill, twinted, sharpened 12"x9'	\$535.00
1 No, kink cable sawers 3 1/2"	\$ 5.90
1 " " " " 4"	\$ 7.50
1 " " " " 4 1/2"	\$ 8.60

1 Casing trog BY 10 3/4	\$ 514.00
1 Dart valve for 8" bailer	\$ 65.00
1 Die nipple 6 5/8" casing	\$ 48.00
1 " " 8 5/8" "	\$ 63.00
1 " " 10 3/4" "	\$ 80.00
1 Drill stem 7" dia. x 18' - 4 x 5" w/pin	\$ 366.00
1 Drill stem 5 1/2 x 22' long 2 3/4" pin, 4 1/4" bot.	\$ 317.00
1 Grat, 2 prong, 8 1/2", 8 5/8" # 32 casing	\$ 240.00
1 Grap. 2 prong. 8 5/8" casing.	\$ 220.00
1 " 3 " 8" "	\$ 285.00
1 Hook, wall	\$ 205.00
1 " casing.	\$ 350.00
1 Yar, fishing welded 5 1/2" dia 30" pin oc box 2 3/4"	\$ 235.00
1 Yorek lath	\$ 146.00
1 Mandrel 2 1/4" x 10"	\$ 10.00
1 " 2 3/4 x 10"	\$ 10.00
1 " 3 1/8 x 10"	\$ 15.00
1 Pin bot reducer 2 3/4-3 3/4-2 1/2 x 3 1/2.	\$ 80.00
1 Pin reducer-pin 3 1/2-4 1/2 - bot 2 3/4- 3 3/4.	\$ 100.00
1 Elevator link B-Y	\$ 220.00

1 Reamer star, 5' 3 3/4 x 4 3/4, 7A P.L.	\$ 285.00
1 " " 8 5/8' # 32 casing.	\$ 270.00
1 Sockts friction alloy steel	\$ 270.00
1 " " corrugated	\$ 180.00
1 Star bit 8 5/8"	\$ 260.00
1 " " 10 3/4"	\$ 417.00
1 Tool wrench 6"	\$ 200.00
1 Underdigger 8" x 7" 3 1/2" x 4 1/2"	\$ 330.00
1 Worn & spocket Y.	\$ 125.00
1 Box stub 3 1/2" x 4 1/4".	\$ 87.00
1 " " 4" x 5"	\$ 85.00

CABLES

Cable wire rope 5/8" pié	\$ 0.15
" " " 3/4" metro	\$ 0.99
" " " 7/8" pié	\$ 0.40
" " " 9/16 pié	\$ 0.27
Grampa para cable cada una	\$ 0.42

TRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS

DIAMOND DRILL

De la perforación diamantina, tenemos dos productos ó muestras, el core ó testigo y el sludge ó barro resultante de la perforación; estas dos muestras tienen tratamientos distintos, pasaremos a explicar.

TRATAMIENTO DEL SLUDGE O BARRO

Este barro es enviado a la Oficina de donde se le somete al siguiente proceso:

Las muestras que vienen en el porongo son sometidas a un filtrado previo, mediante filtros neumáticos, el cake resultante se colocan en bandejas especiales y son llevadas á las mesas de secado que son planchas de acero, sobre hornos de ladrillos refractario. La temperatura máxima de secado varía de 212°F á 270 F.

Una vez que tenemos el material secado, pasa a ser molido uniformemente a una chancadora de discos.

El material resultante es pesado a fin de tener el peso total del barro recuperado; si la cantidad es muy grande se cuartea mediante el método de la manta, hasta tener entre 2 y 3 kilos. Hecho esto, la muestra se le divide en 4 partes, para los siguientes usos.

Dos partes son guardadas en pomos de cristal, para una referencia futura.

Una para los ensayos químicos y la otra para ser lavada y concentrada y usada para la formación de la pizarras de muestras.

TRATAMIENTO PARA EL TESTIGO.-

El core es recibido en las cajas especiales y antes de ser sometido a los trabajos, es reconocido por el geólogo encargado del control de las perforaciones. Este hace las anotaciones correspondientes á tipo de roca, clase de minerales, alteraciones y silicificación.

Una vez terminado el trabajo del geólogo, se procede a pesar el core de cada carrera total y a determinar la gravedad específica de la muestra a examinar. Esta determinación se hace por el metrado de la balanza de doble pesada ó sino procediendo a pesar todo el core correspondiente a una carrera, dicho peso se toma en gramos y se divide por el volúmen de toda la muestra (en centímetros cúbicos), este volúmen se obtiene por el desplazamiento del agua en un cilindro graduado.

El core es entonces cuarteado, y la mitad se guarda en pomos de cristal para referencias futuras; la otra mitad es molida ó reducida a 1/4" mediante una chancadora

de quijada de laboratorio. La mitad del core reducido a 1/4" es guardada para pruebas metalúrgicas y de la otra mitad es molida finamente a malla -100 y después dividida en dos partes, una para los análisis químicos y la otra para formar las pizarras de control.

CHURN DRILL.-

La muestra procedente de las máquinas es pasada a los filtros neumáticos, una vez que se tiene el cake se pone en bandejas y es sometida a secado en las mismas condiciones que el barro correspondiente al Diamante.

Una vez seca se procede a pesar la muestra y después se divide en 4 partes:

- 2 - Se guardan para referencias futuras
- 1 - Para ensayos químicos
- 1 - Para la formación de las pizarras de control.

Durante la perforación y al extraer muestras se guardan pedazos de rocas a fin de formar con ellos la columna estatigráfica.

PIZARRAS DE CONTROL.-

Estas vienen a ser en sí la columna estatigráfica correspondiente al hueco perforado y está consti-

tuída en la siguiente forma.

Lleva el N^o del hueco, la clase de perforación si es diamantina ó de cable. Indica el N^o de la muestra, y lleva una fajita de 1 cm. de altura y de 5 cm. de largo dividida en dos partes.

En la primera lleva pegados trocitos de roca correspondiente a una carrera; (dichos trocitos son procedentes del barro en el sondaje de cable ó sino del Core en el diamantino); en la otra parte lleva pegado la contracción gravimétrica del barro, en dichos casos ó sea en las muestras de barro del diamante o el Churu Drill, al lado de cada fila lleva la profundidad, carrera de la muestra y la ley expresada en porcentaje del mineral ó minerales que se busquen.

ENSAYES.-

Las muestras una vez listas son enviadas al laboratorio para ser analizadas. Estos análisis se hacen por triplicado para cada muestra y se usan diferentes métodos, según sea el mineral a tratarse. Estos análisis son diarios, pero cada 15 días se hacen análisis compuestos de todas las muestras, como un chequeo de los análisis parciales.

COMPARACION ENTRE EL PESO DE LA MUESTRA.-

Una parte importante es la comprobación hecha entre las muestras obtenidas del cuarteador y la muestra total. Adjunto un cuadro con las comprobaciones hechas, teniendo en cuenta que todas las muestras fueron secadas, pesadas y ensayadas.

<u>PESO EN LIBRAS</u>									
Hueco	<u>MUESTRA</u>		<u>A</u>	<u>B</u>	<u>Producto</u>	<u>Peso teó-</u>	<u>Peso teó-</u>	<u>% de</u>	
	<u>Profundi-</u>	<u>Tamaño</u>	<u>Fracción</u>	<u>Peso</u>	<u>AB</u>	<u>ral de</u>	<u>rico del</u>	<u>Muest</u>	
	<u>dad</u>		<u>de</u>	<u>total</u>		<u>la mues-</u>	<u>cuarteo</u>	<u>Dif.</u>	
			<u>cuarteo</u>	<u>de la</u>		<u>tra cuar-</u>	<u>pasado en</u>	<u>total</u>	
				<u>carret.</u>		<u>teada</u>	<u>el Diám.</u>		
						<u>del huec.</u>			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 283	115	12 7/8"	1/32	745.25	23.29	23.50	22.56	1.23	1.41 .
	120	12 7/8"	1/16	712.81	44.55	57.06	45.12	1.24	1.29 .
	125	10"	1/16	623.25	38.95	50.75	27.25	1.17	1.19 c
1 9	145	6-1/2"	"	151.37	9.46	13.6	11.50	0.87	0.94 c
	165	"	"	208.62	13.04	21.12	11.50	1.13	1.06 c
1 9	240	"	"	208.62	13.04	25.12	11.50	0.92	0.95 c
	250	"	1/8	132.62	16.58	21.12	23.00	1.03	1.05 c
	260	"	"	167.62	20.95	26.62	23.00	0.78	0.78 .
	300	"	"	141.62	17.70	22.12	23.00	0.80	0.78 .
	270	4 3/4"	"	128.62	16.08	18.62	12.25	1.33	1.20 .
	280	"	"	97.37	12.17	13.88	12.25	0.84	0.86 .
	290	"	"	111.88	13.99	15.88	12.25	0.85	0.90 .
1 7	285	"	1/16	88.81	5.55	8.06	6.12	0.19	0.14 .
1 5	220	"	1/16	100.56	6.29	8.32	6.12	1.26	1.41 .
1 5	250	"	1/8	110.81	13.85	15.81	12.25	1.04	1.01 .
					Promedio		0.98	1.00	0

COMPARACION ENTRE EL PESO DE LA MUESTRA.-

Una parte importante es la comprobación hecha entre las muestras obtenidas del cuarteador y la muestra total. Adjunto un cuadro con las comprobaciones hechas, teniendo en cuenta que todas las muestras fueron secadas, pesadas y ensayadas.

<u>PESO EN LIBRAS</u>										
Hueco	<u>MUESTRA</u> Profundidad	Tamaño	<u>A</u> Fracción de cuarteo	<u>B</u> Peso total de la carret.	Producto AB	Peso total de la muestra cuarteada	Peso teórico del cuarteo pasado en el Diám. del huec.	% de Muestra Dif. total		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1-283	115	12 7/8"	1/32	745.25	23.29	23.50	22.56	1.23	1.41	0.18
	120	12 7/8"	1/16	712.81	44.55	57.06	45.12	1.24	1.29	0.05
	125	10"	1/16	623.25	38.95	50.75	27.25	1.17	1.19	0.02
119	145	6-1/2"	"	151.37	9.46	13.6	11.50	0.87	0.94	0.07
	165	"	"	208.62	13.04	21.12	11.50	1.13	1.06	0.07
109	240	"	"	208.62	13.04	25.12	11.50	0.92	0.95	0.03
	250	"	1/8	132.62	16.58	21.12	23.00	1.03	1.05	0.02
	260	"	"	167.62	20.95	26.62	23.00	0.78	0.78	0.00
	300	"	"	141.62	17.70	22.12	23.00	0.80	0.78	0.02
	270	4 3/4"	"	128.62	16.08	18.62	12.25	1.33	1.20	0.13
	280	"	"	97.37	12.17	13.88	12.25	0.84	0.86	0.02
	290	"	"	111.88	13.99	15.88	12.25	0.85	0.90	0.05
107	285	"	1/16	88.81	5.55	8.06	6.12	0.19	0.14	0.05
106	220	"	1/16	100.56	6.29	8.32	6.12	1.26	1.41	0.15
105	250	"	1/8	110.81	13.85	15.81	12.25	1.04	1.01	0.03
					Promedio			0.98	1.00	0.02

COMPARACION ENTRE EL PESO DE LA MUESTRA.-

Una parte importante es la comprobación hecha entre las muestras obtenidas del cuarteador y la muestra total. Adjunto un cuadro con las comprobaciones hechas, teniendo en cuenta que todas las muestras fueron secadas, pesadas y ensayadas.

<u>PESO EN LIBRAS</u>											
Hueco	<u>MUESTRA</u>		<u>A</u>	<u>B</u>	<u>Producto</u>	<u>Peso total de la muestra cuarteada</u>	<u>Peso teórico del cuarteo pasado en el Diám. del huec.</u>	<u>% de Cu Muestra Dif. total ab</u>			
	<u>Profundidad</u>	<u>Tamaño</u>	<u>Fracción de cuarteo</u>	<u>Peso total de la carret.</u>	<u>AB</u>						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1-283	115	12 7/8"	1/32	745.25	23.29	23.50	22.56	1.23	1.41	.18	
	120	12 7/8"	1/16	712.81	44.55	57.06	45.12	1.24	1.29	.05	
	125	10"	1/16	623.25	38.95	50.75	27.25	1.17	1.19	0.2	
119	145	6-1/2"	"	151.37	9.46	13.6	11.50	0.87	0.94	0.7	
	165	"	"	208.62	13.04	21.12	11.50	1.13	1.06	0.7	
109	240	"	"	208.62	13.04	25.12	11.50	0.92	0.95	0.3	
	250	"	1/8	132.62	16.58	21.12	23.00	1.03	1.05	0.2	
	260	"	"	167.62	20.95	26.62	23.00	0.78	0.78	.00	
	300	"	"	141.62	17.70	22.12	23.00	0.80	0.78	.02	
	270	4 3/4"	"	128.62	16.08	18.62	12.25	1.33	1.20	.13	
	280	"	"	97.37	12.17	13.88	12.25	0.84	0.86	.02	
	290	"	"	111.88	13.99	15.88	12.25	0.85	0.90	.05	
107	285	"	1/16	88.81	5.55	8.06	6.12	0.19	0.14	.05	
106	220	"	1/16	100.56	6.29	8.32	6.12	1.26	1.41	.15	
105	250	"	1/8	110.81	13.85	15.81	12.25	1.04	1.01	0.3	
					Promedio		0.98	1.00	0.06		

De este cuadro se deduce una diferencia entre las columnas 6 y 7 que muestran una comparación entre el peso de la muestra calculada, del peso total de la muestra, mediante la fracción de cuarteo y el peso actual de la fracción de cuarteo obtenida.

Esta diferencia varía entre el 10% y 90% más y viene á ser consecuencia de la diferencia del cuarteador.

Entre las columnas 8 que es el peso teórico buscado en el diámetro del hueco, así el hueco 123 á 125 piés (1/16) del peso de una columna de roca de 5 piés de longitud y 10" de diámetro con 2.6 de gravedad, dá (27.27 lbs.) y la columna 6 que es el producto $A \cdot B$, se toma una diferencia que es consecuencia del derrumbe que se producen en la perforación.

En las columnas 9 y 10 de las diferencias en los ensayos o porcentajes de Cu., de esto se desprende que siempre existe un margen de error, pero para los volúmenes usados se considera que las fracciones de cuarteo que se obtienen da una representación bastante aproximada respecto al contenido de Cu de las muestras.

SISTEMA EMPLEADO PARA EL CALCULO DE LAS LEYES EN LOS

POZOS PERFORADOS DE: CHURU DRILL.-

En este tipo de muestras como las carreras son tomadas a distancias fijas (cada 2 mts.), y la muestra es solamente el sludge ó barro, se toma la ley de este barro como la ley de la carrera.

DIAMOND DRILL.-

De esta perforación tenemos dos productos ó muestras, el testigo o Core y el Barro o sludge. La forma de operar con las leyes resultantes de los análisis de estas muestras es de acuerdo al formato del Assag. Log. y se procede de la siguiente forma:

INTERVALO = 0 peso de la carrera (de la profundidad que comienza a la que termina).

SECCION ó tamaño de la broca.

LONGITUD de la carrera.

VOLUMEN = Area del hueco (broca) x la carrera.

GRAVEDAD ESPECIFICA de la muestra.

PESO DEL TESTIGO ó CORE, ó peso real.

PESO DEL BARRO ó SLUDGE.-

PESO TOTAL ó SUMA DE AMBOS PESOS

FACTOR DEL CORE ó TESTIGO.

PESO REAL DEL CORE

PESO TOTAL DEL HUECO

Peso total de hueco = Volúmen x gravedad

Factor del barro ó sludge = 1000 - Factor del Core

Peso teórico del Core = Peso total del hueco x $\frac{Ac(\text{área del core})}{AT(\text{área del tala-
dro})}$

$\frac{Ac}{AT}$	Para	Broca	AT	(AC : AT	Constante K.
		4"	78.54	{ 3 : 78.54 = .7119 }	1.4046
	N	= 3 1/2"	62.3	{ 38.5 : 62.3 = .6179 }	1.618
	NX		44.6	{ 23.5 : 44.6 = .5269 }	1.898
	BX		27.8	{ 13.85 : 27.8 = .4980 }	2.007
	AX		17.8	{ 7.14 : 17.8 = .4011 }	2.493

<u>Broca N°</u>	<u>Taladro cms.</u>		<u>Core cms.</u>	
	<u>Diámetro</u>	<u>Area</u>	<u>Diámetro</u>	<u>Area</u>
3 1/2"	8.90	62.3	7.0	38.5
NX	7.54	44.6	5.47	23.5
BX	5.95	27.8	4.20	13.8
AX	4.76	17.8	3.02	7.14

RECUPERACION DEL CORE.- PESO REAL DEL CORE

Peso teórico del core.

ó también:

Factor del core x K (constante)

RECUPERACION DEL SLUDGE.-

PESO REAL DEL SLUDGE

Peso teórico del sludge.

LEY COMBINADA.-

Ley del core x Factor del core más:

Ley del sludge x Factor del sludge.

LEY ACEPTADA.- Se toma:

1º La ley del core cuando la recuperación del sludge es menor del 60% ó mayor de 120%

2º Se toma la ley combinada cuando la recuperación del sludge es de 60% á 120%

RECALCULACION A INTERVALO UNIFORME: CADA 2 METROS.-

1º Ley en centímetros.- Se toma la ley del core ó la aceptada partiendo de 2 metros y luego se multiplica por el complemento a 2 m. de la

sigte. ley.- La suma de las dos es tomada. En
 cuanto a los centímetros debe considerarse la
 carrera

Ej:

Carrera.: 3.88 m. Ley.430.
 " : 1.15 m. " .585.
 " : 2.66 m. " .331

Procede: Ley..430 x $\frac{2.00.}{188}$ 388 1/2
 .585 x 12 87.9 .439
 .585 x103 ¹¹⁵
 .331 x 97 92.4 .462
 .331 x169 etc.

MAS CLARO:

Depto.	Assay x Rum.	Total	% Average	Remarks
82-84	.430 x 1.88			
	.585 x 12 115	87.9	.439	
	.585 x 103			
86	.331 x 97 266	92.4	.462	
	.331 x 169			
88	.040 x 31 489	57.2	.286	
90	.040 x 200	8.0	.040	
92	.040 x 200	8.0	.040 etc.	
94				

LEY FINAL.- Se toma el porcentaje promedio.

NOTA.- Ambos resultados : Total y % Promedio se anotan.
no así en el Composite log. que se toma tan solo
el % Promedio.

RECUPERACION DEL AGUA.-(Water recovery in Diamond Drill)

LST = Larga stark tank = Tanque grande al comenzar (agua)
LTF = Large tank finish = " " " final (agua)
STS = Small tank start = " pequeño.- (sludge)
STF = " " finish = " " final (sludge)

OPERATION'S

(LST-LTF) x 47.5 (tanque de agua)

(STF-STs) x 17.5 (" "sludge)

- 17.5 x cantidad de agua sludge + 100
47.5 x cantidad de agua gastada.-

EJEMPLO:

Sample ó Carrera N^o 18 : LST = 1.21 m.
 FST = 0.64 m.
 ST. = 0.37 m.

$$\text{WR} = \frac{(37 \times 17.5) \div 100}{58 \times 47.5} = 27.9\%$$

$$\text{WR} = \frac{(39 \times 17.5) \div 100}{58 \times 47.5} = 28.7\%$$

$$\text{LST} = 1.23 \text{ m.}$$

$$\text{FST} = 0.65 \text{ m.}$$

$$\text{ST} = 0.39 \text{ m.}$$

RECORDS A LLEVARSE:

Reportes de trabajo por guardia

Composite log.

Log. Geológico

Assay Log ó forma de ensayos.

Levantamiento del hueco.

En el presente trabajo incluyo las formas usadas para estos diferentes records.

Referente a los reportes de trabajo de la simple observación del formato se desprende la forma de usarlo.

Forma de Ensayes, han sido explicadas anteriormente.

Adjunto un formato con un ejem. del cual se desprende la forma de llevarlo.

Log. geológico, del formato se desprende su forma de uso.

LEVANTAMIENTO DEL HUECO

Este consiste en dar las coordenadas del hueco, lo cual se hace mediante triangulaciones de 3 orden, además la elevación en el cuello del mismo.

CUBICACION.-

El Sondaje Diamantino y el de Cable tiene como he citado al comenzar este trabajo una serie de finalidades y usos, de los cuales entre los más importantes está la determinación de un yacimiento y por consiguiente de sus características mineralógicas, estructurales y sus leyes.

Es de allí que se desprende la cubicación del mismo, como la expresión concreta del trabajo y valores que encierra.

En esta cubicación sobre la cual he tenido oportunidad de trabajar, es sobre un Ore Body de Cobre porfirítico y para ser explotado mediante el sistema de Open Pit. Para este trabajo, enumerarse los trabajos previos que se necesitan y al último daré un yacimiento hipotético de pequeña extensión sobre el cual desarrollaré la forma de calcular su tonelaje, es decir le daré una sección de un Pit ó sea un gradín en el cual está todo determinado é indicaré la forma usada para calcularlo el tonelaje correspondiente.

DISTRIBUCION DE LAS PERFORACIONES.-

La distribución de las perforaciones sobre un te-

rreno para determinar un yacimiento, se puede hacer en 2 grandes formas generales.

1) Distribución de los huecos en una forma ordenada y sistemática.

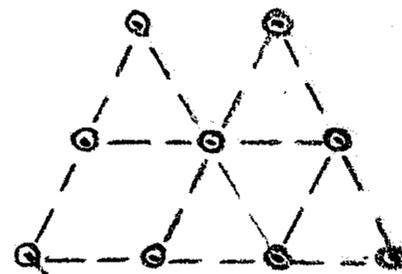
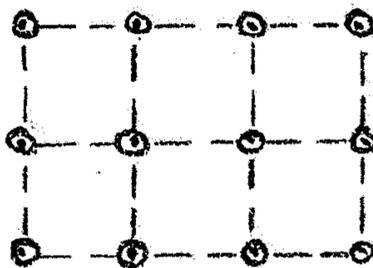
2) Distribución de los huecos en forma alternada y tratando de localizar las zonas de contacto, guiándose por los datos de la perforación.

Respecto a la forma 1). Esta distribución se hace trazando un cuadrillado previo sobre el mapa topográfico de la región y en los puntos de cruce se realiza las perforaciones. Esto es cuando las perforaciones se van hacer por cuadrados. Pero esta distribución ordenada se puede hacer formando triángulos, pentágonos a cuadrados, etc.

Estos huecos van esparcidos por regla general a 60 metros entre cada uno de ellos.

Estos sistemas regulares tienen la gran ventaja de que por ser formas geométricas regulares,

dá una gran facilidad para los cálculos. Como desventaja



Distribución Sistemática

ja se puede decir que los contactos geológicos no quedan perfectamente determinados.

2) En las formas irregulares se tiene la ventaja de que los emplazamientos son más fáciles, pues toma una mayor flexibilidad no así los l^{os}; las perforaciones se pueden orientar al localizar los contactos.

TRABAJOS PREVIOS.-

Los trabajos los vamos a enumerar en orden correlativo.

Mapa Topográfico de la zona a trabajar. Este mapeo debe hacerse en forma precisa a una escala de 1/2000 a 1/4000 y con curvas de nivel cada 10 metros.

Antes de este trabajo se ha medido una base de triangulación y colocados puntos en los sitios dominantes del terreno a fin de darle a este trabajo una mayor exactitud.

Mapa Geológico.- Este mapa se hace sobre una copia del mapa topográfico y como su nombre lo indica, en el deben dibujarse en la forma más exacta posible, las estructuras geológicas, contactos, fallas y demás accidentes geológicos, así como los tipos de rocas pertenecientes a cada una de ellas.

Secciones Transversales.- Estas secciones transversales son de gran importancia, pues ellas sirven para determinar las estructuras internas, límites del mineral y variaciones que se presentan.

Estas secciones se hacen en los dos sentidos ó sea Norte, Sur y Este Oeste y sirven de base para la formación de estas los composite log de cada hueco.

Así queda determinada en el caso nuestro el nivel superior de la zona de mineralización, así como su límite a profundidad ó mejor dicho la zona baja en valores. Adjunto Ejm.

TRAZO DEL PIT.-

Este es un paso indispensable y el de mayor importancia, dicho trazo debe ser hecho de acuerdo a una serie de factores, siendo el más importante el factor económico.

Al referirme al factor económico, lo hago especialmente sobre el grado de ley del mineral, ó mejor dicho sobre la ley mínima a la cual es posible explotar un yacimiento, para que ésta sea económica.

Esta ley es determinada, teniendo en cuenta los costos de operación, instalación, equipo, amortizaciones de ca

pital y en general incluyendo los costos indirectos, y viendo con que ley mínima es posible cubrir estos gastos con un cierto beneficio propio para la Empresa.

Para este estudio son factores indispensables y forman parte integral los anteriormente citados tales como: mapa geológico, de muestreo o composite log, etc. De esta manera y teniendo en cuenta la naturaleza del terreno y la ley mínima ya determinada, se traza el pit incluyendo en ciertas partes, cierto tonelaje de una ley menor que compulsados con otros de ley mayor que la mínima, hagan comercial su extracción.

Dicho trazo debe de estar de acuerdo casi en su totalidad a los accidentes del terreno, a fin de disminuir los costos en la construcción de los gradines.

Todo este trabajo es motivo de un estudio especial, y hecho por una persona de amplio criterio y práctica en esta clase de trabajos, debido a lo cual solo me he limitado a dar una idea general.

MAPA DE TRABAJO.-

Se denomina así a un mapa en el cual están contenidos la topografía, geología, cuadrillado, huecos perforados, trazao del pit, y sobre el cual se realizan los trabajos pos

teriores.

FORMA DE CALCULAR EL TONELAJE EN UN BANCO.-

En este trabajo solo explicaremos la forma usada para calcular un banco en un pit teórico, desprendiendo como conclusión que para el cálculo del tonelaje total, será igual a la suma de los tonelajes parciales de cada Banco.

MÉTODOS PARA CALCULARLO:

a) Métodos standard

b) Método Usado

Método standard.- Para el uso de los llamados procesos standard para el cálculo de minerales (constituídos en forma de ore bodes), tales como los métodos de los "Polígonos" ó el "Triángulo" es necesario asumir que:

a) El cobre está distribuido en capas horizontales ó sea que la mineralización es producida con una continuidad horizontal más que vertical.

b) Que el contenido de cobre varía uniformemente de un punto donde se ha tomado una muestra al otro, sin un pronunciado control estructural.

c) Que la gravedad específica del mineral es constante.

d) Que el carácter metalúrgico del mineral es constante.

En estos casos el procedimiento es el siguiente:

Vea un yacimiento sin sobrecarga ó sea que todo el

terreno tiene valores y de una roca uniforme ó mejor dicho que reuna las condiciones anteriormente citadas, como cosa previa tenemos:

Promedio de los valores del mineral en cada hueco

Sea $V_1 V_2 \dots V_n$ = Ensayes de las muestras correspondientes a cada carrera

" $L_1 L_2 L_n$ = las respectivas carreras

V = al promedio del ensaye del mineral.

$$V = \frac{V_1 L_1 + V_2 L_2 \dots + V_n L_n}{L_1 + L_2 \dots + L_n}$$

Como las longitudes de las muestras se recalculan a carreras iguales, viene a ser la media geométrica de los valores.

VALOR PROMEDIO Y TONELAJE.-

Sean $V_1 V_2 \dots V_n$ = los promedios de los ensayos de los huecos perforados 1 2 3 ..m.

$A_1 A_2 \dots A_n$ = A las áreas de influencia de los huecos (El área de influencia en estos casos es la mitad de la distancia de un hueco hacia el otro, este es en sus 4 sentidos) en piés cuadrados.

$D_1 D_2 \dots D_n$ = a las profundidades respectivas de cada hueco en piés

A = Al área total del depósito

V = promedio del valor del depósito

D = promedio de profundidad

T = tonelaje total

C = piés cúbicos por tonelada en el lugar.

n = el número de huecos

Se tienen las siguientes formas
para huecos espaciados irregularmente.

$$V = \frac{A_1 V_1 D_1 + A_2 V_2 D_2 + \dots + A_n V_n D_n}{A_1 D_1 + A_2 D_2 + A_n D_n}$$

$$D = \frac{A_1 D_1 + A_2 D_2 + \dots + A_n D_n}{A}$$

$$T = \frac{(A_1 + A_2 + \dots + A_n) D}{C}$$

para huecos espaciados regularmente

$$V = \frac{V_1 D_1 + V_2 D_2 + \dots + V_n D_n}{n D}$$

$$D = \frac{D_1 + D_2 + \dots + D_n}{n}$$

$$T = \frac{AD}{C}$$

Para el tonelaje total en mineral existente o metal fino, basta multiplicar el tonelaje por $V \underline{=}$ que es el valor promedio en % del mineral.

B - Método usado

En el caso de yacimiento, que he tenido oportunidad de trabajar habría ciertas variaciones, tales como:

- a) En las partes externas del Ore Body, el cobre está dispuesto en capas planas y más o menos horizontales, pero en el centro era un cono ó chimenea eruptiva en el cual el mineral está distribuído en forma irregular y con una continuidad vertical
- b) El mineral se encuentra en diversos tipos de rocas de diferentes grados, para favorecer la mineralización.
- c) Los contactos debido a su irregularidad son difíciles de definir.
- d) La gravedad específica de los diferentes tipos de rocas, es variada siendo necesario la computación del tonelaje en una forma individual para cada tipo de roca.
- e) Los ensayos realizados bajo el aspecto metalúrgico dan como resultado que los diferentes tipos de rocas

tienen distintos caracteres metalúrgicos, requiriendo distintos tratamientos.

Esta serie de factores ha hecho necesario el uso de un nuevo sistema que llene todos estos aspectos.

El proceso seguido ha sido el siguiente:

Si tengo un cuadrillado que dá como resultado cuadrados de 60 mts. de lado, los huecos fueron perforados en las intersecciones ó muy cerca de ellas.

En esto se reduzco la masa rocosa a prismas rectangulares, Estos fueron a su vez subdivididos en prismas rectangulares de 10 mts. de lado y los bancos del Pit fueron trazados a intervalos de 15 mts. o sea que los prismas rectangulares son de 10x10x15, siendo estos la unidad de medida usada para los cálculos, siendo esta de 1500 m³.

Se trazaron diferentes planos correspondientes a las secciones horizontales de cada banco, para el trazo de estas secciones se usó de las secciones transversales en ambos sentidos ó sea NS y EW.

Estos planos se denominan mapas de Nivel ó Bancos, Además se recalcularon las leyes de las carreras, para intervalos de 15 mts. de acuerdo a los Bancos.

En estos planos de Nivel fueron divididas las áreas correspondientes a la zona oxidada y a la zona de sulfuros y la zona de sulfuros de baja ley (sin valor comercial). Estas secciones son divididas a su vez de acuerdo a los tipos de rocas (teniendo en cuenta los tipos en los cuales la gravedad específica es diferente y aquellos que son más ó menos favorables para la mineralización u ocurrencia del Cobre).

Posteriormente se marcan mediante rectángulos, las áreas de influencia de cada hueco; así mismo se plotea los huecos perforados con la ley correspondiente a la profundidad del Banco á tratar. Para el trazo de las áreas de influencia en los sitios de roca uniforme y donde los huecos fueron repartidos sistemáticamente, se realizaron por la bisección de las distancias de los huecos. En las zonas en que los huecos perforados estaban más espaciados y las perforaciones no son sistemáticas, las áreas de influencia son determinadas de acuerdo a la mineralización y contactos geológicos mostrados en las secciones transversales.

Para el ploteo en estos planos de Nivel de las zonas de oxidación de sulfuros y de sulfuros sin valor comercial, así como los contactos de los diferentes tipos de rocas y las zonas de influencia se hacen mediante las secciones transversales ó cortes geológicos, que muestran las estructuras geológicas y los huecos perforados con sus ensayos respectivos.

Una vez hecho esto para determinar el tonelaje y el grado del mineral ó ley se efectúan las siguientes operaciones:

Para el cálculo de un banco

- 1.- Contando la cantidad de prismas unitarios en cada tipo de roca.
- 2.- Anotando estos números de prismas con su ley correspondiente, en los formatos para los cálculos.
- 3.- Tomando los promedios geométricos de las leyes en los diferentes tipos de rocas.
- 4.- Multiplicando el número de prismas de cada roca por la gravedad específica y por el volumen unitario de cada prisma.

Para una mejor comprensión adjunto un ejem. de un Banco teórico, así como las formas para el cálculo en las cuales desarrollo la forma de trabajo.

Cubicación del Banco

Este banco corresponde al nivel 2800 y está íntegramente en la zona de sulfuros en caso de cálculo total de un Orebody se sigue un proceso análogo al seguido con éste, anotando en cada formato la clase de material que es: Oxido o Sulfuros.

Depende de si los óxidos o sulfuros pobres tienen leyes comprendidas dentro de la ley mínima comercial o superior a ésta; siempre y cuando su cantidad justifique la instalación de una planta para el tratamiento adecuado de los mismos.

Tomaremos como pesos específicos para los siguientes tipos de rocas, a saber:

Di = 2.8; Da 2.7; pp 26; Bx 2.5; Fl: 2.4

CONCLUSIONES.-

COMPARACION ENTRE EL SONDAJE DIAMANTINO Y EL DE PERCUSION

O CABLE.- Las ventajas y desventajas de estos métodos se desprenden de las propiedades de cada uno de ellos.

SONDAJE DIAMANTINO

1 Se puede perforar en cualquier dirección y usar en labores subterráneas.

2 Esta dá un testigo ó muestra que además de indicarnos los valores mineralógicos, nos dá la estratigrafía del terreno, textura de las rocas, clivaje, distribución del mineral.

3 La muestra es pequeña y la sección es uniforme.

4 El avance es generalmente lento.

SONDAJE DE PERCUSION O CABLE

1 Se puede perforar solamente en sentido vertical hacia abajo. Se usa en su-
perficie

2 Este no nos dá un testigo sino solamente el sludge ó barro que nos permite conocer los valores mineralógicos y la naturaleza de la roca.

3 La muestra es grande y el tamaño ó sección del hueco varía mucho en ciertos casos

4 Tiene un buen avance hasta los 500 metros.

- | | |
|---|---|
| 5 En terrenos duros y <u>unifor</u>
<u>mes</u> dá un buen avance. | 5 En terrenos duros es de <u>avan</u>
<u>ce</u> lento. |
| 6 En terrenos blandos y <u>frac</u>
<u>turados</u> su avance es muy
lento y peligroso. | 6 En terrenos blandos y <u>frac</u>
<u>turados</u> tiene muy buen <u>avan</u>
<u>ce</u> . |
| 7 Su uso está restringido <u>so</u>
<u>lamente</u> para muestreos de
depósitos, estructuras <u>geó</u>
<u>logicas</u> . | 7 Tiene una diversidad de usos
para muestreo, petróleo, agua,
<u>cámaras</u> explosoras. |
| 8 En este las muestras son
más exactas y tiene menos
riesgo a contaminarse. | 8 En este las muestras se pue-
den contaminar fácilmente. |
| 9 El costo en general en <u>te</u>
<u>rrenos</u> favorables es <u>siem</u>
<u>pre</u> alto aumentando <u>justa</u>
<u>mente</u> apenas varían las
condiciones favorables. | 9 Su costo en terrenos <u>favora</u>
<u>bles</u> y de dureza media es
moderado. |
| 10 Es de fácil transporte y
su emplazamiento se puede
realizar en cualquier <u>cla</u>
<u>se</u> de terreno, con un li-
gero acondicionamiento. | 10 Para su transporte é <u>instala</u>
<u>ción</u> se necesitará carrete-
ras y emplazamientos amplios. |

SOBRE EL ULTIMO METODO USADO EN LA CUBICACION.-

- 1 Este permite un juicio personal elástico que se puede ceñir a las variaciones y accidentes que se presenten y no está ceñido a reglas matemáticas que pueden conducir á resultados erróneos.
- 2 Permite un promedio geométrico en detalle.
- 3 El tiempo empleado en este método es mucho más corto, pues se limita solamente a contar el número de prismas.
- 4 Los mapas de los diferentes Bancos sirven de Records permanentes y en el caso de un cálculo futuro de un nuevo tonelaje; estos datos no necesitan ser recopilados nuevamente. Así se amplía al pit, el trabajo consistirá en sobre los planos anteriores aumentarle la sección o secciones nuevas y calculados estas aumentarle la anterior.
- 5 Su compresión es más fácil y objetiva.

CONCLUSIONES GENERALES

Del muestreo y desarrollo á base de estos métodos de perforación, sacamos las siguientes conclusiones.

El muestreo realizado por estos sistemas es de una exactitud bastante aceptable, tanto en el aspecto mineralógico (porcentajes de minerales) como en cuanto a las estructuras geológicas. Esto ha sido comprobado en ciertas partes por socavones trabajados, que han servido de control.

Esta forma de trabajo permite un reconocimiento integral de un yacimiento (de los tipos citados) en un tiempo relativamente corto y abarcando áreas considerables.

Son más económicos, puesto que aunque los costos iniciales del equipo y acondicionamiento son más elevados de acuerdo al rendimiento son mucho más económicos, que cualquier otros métodos.

Su forma de trabajo en cuanto á equipo son de fácil manejo y adaptabilidad, y en los cuales los operarios nacionales tienen un mejor futuro.

Los sistemas de cálculo son sencillos y de fácil manejo.

La posibilidad del descubrimiento de una serie de nuevos yacimientos, al generalizarse estos métodos de trabajos.

La formación de empresas nacionales para esta clase de trabajos, en sus diversos aspectos serían una gran ayuda para la agricultura y minería, dando lugar á la formación de personal especializado y permitiendo el incremento y desarrollo de los mismos.

HOJA DE TABULACION

RESERVA DE MINERAL DE: Pit teórico

ELEVACION: 2800

Pit trazado por M.G.

Clase de mat.: Sulfuros

Area identificada	Tipo de Roca	No.de prismas	Ensayos	Total de primas por Tipo de Roca				
				Di	Bx	F1	pp.	Da.
A3	D1	12	.75		9.00			
A4	D1	13	.70					
A5	D1	18	.65					
A6	D1	29	.70					
B3	D1	57	1.05					
C2	D1	21	.78					
C3	D1	40	.92					
C7	D1	40	1.05					
D2	D1	7	.72					
D3	D1	38	.88					
D7	D1	42	.90					
E3	D1	10	.36					
E4	D1	46	.92					
E7	D1	39	1.05					
F4	D1	16	.76					
F5	D1	24	1.00					
F6	D1	23	.80					
F7	D1	10	.70					
B2	F1	6	.40	475		6		
D5	pp.	26	1.18				26	
B7	da	33	.90					33
B8	da	15	.60					15
C8	da	7	.80					17
B4	Bx	24	1.38					55
B5	Bx	34	1.64					
B6	Bx	29	1.29					
C4	Bx	32	1.14					
C5	Bx	32	1.24					
C6	Bx	37	1.32					
D4	Bx	36	1.21					
D6	Bx	32	1.00					
E5	Bx	31	1.10					
E6	Bx	32	1.25					
					319			

TOTALES: Diorita 475
Brecha 319
Dacita 55
Flows 6
Pebble Pipe 26