

8

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



PROYECTO DE EXPANSION DE LA MINA  
"LA NEGRA" MUNICIPIO DE CADEREYTA,  
ESTADO DE QUERETARO

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO EN MINAS Y METALURGISTA  
P R E S E N T A

RAFAEL TRIGUEROS PADILLA

MEXICO, D. F.

1981



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

A PARTIR DE  
ESTA PAGINA

FALLA DE  
ORIGEN.

## INDICE

### CAPITULO PRIMERO

#### 1.- INTRODUCCION

1.0. LOCALIZACION Y VIAS DE COMUNICACION.	1
1.1. ANTECEDENTES MINEROS.	1
1.2. POBLACION, ECONOMIA Y SERVICIOS.	2
1.3. CLIMA Y VEGETACION.	2
1.4. TOPOGRAFIA.	3

### CAPITULO SEGUNDO

#### 2.- GEOLOGIA Y RESERVAS

2.0. GEOLOGIA GENERAL.	4
2.1. GEOLOGIA ESTRUCTURAL.	8
2.2. YACIMIENTOS MINERALES.	10
2.3. MINERALOGIA.	12
2.4. GEOLOGIA PROYECTO DE EXPANSION.	12
2.5. RESERVAS Y POTENCIAL 1981.	16

### CAPITULO TERCERO

#### 3.- ANTEPROYECTOS SOCAVON 1800 Y TIRO DE MANTEO

3.0. FINALIDAD DEL PRESENTE ESTUDIO.	17
3.1. SOCAVON 1800.	17
3.2. TIRO DE MANTEO.	31
3.3. ALTERNATIVAS PROYECTO DE EXPANSION.	61

### CAPITULO CUARTO

#### 4.- SISTEMA DE BENEFICIO DE MINERALES

4.0. GENERALIDADES.	69
4.1. TRITURACION.	70
4.2. MOLIENDA.	72

4.3. FLOTACION.	73
4.4. FILTRACION.	79
4.5. DIAGRAMA DE FLUJO.	81
4.6. PROGRAMA DE PRODUCCION MENSUAL.	81

#### CAPITULO QUINTO

##### 5.- ANALISIS ECONOMICO

5.0. INVERSION.	82
5.1. INGRESOS.	83
5.2. GANANCIA.	84
5.3. RENTABILIDAD DE LA INVERSION.	84
5.4. PERIODO DE CANCELACION.	85

#### CAPITULO SEXTO

6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
------------------------------------	----

BIBLIOGRAFIA	89
--------------	----

APENDICE A	90
------------	----

APENDICE B	104
------------	-----

APENDICE C	105
------------	-----

## 1.- INTRODUCCION

## 1.0. LOCALIZACION Y VIAS DE COMUNICACION.

El área de estudio se encuentra ubicada en la parte central del límite oriental del Estado de Querétaro, quedando limitada con el Estado de Hidalgo por el río Neotexuma; el Distrito Minero de Zimapán, Hgo., se encuentra a 17 km., en línea recta al SE de dicha área. El poblado de Macanfi que es el más próximo está a 4 km., al NW. Sus coordenadas geográficas son:

Latitud Norte	20° 50'
Longitud Oeste de Greenwich	99° 31'
Elevación Sobre el Nivel del Mar	2004 m

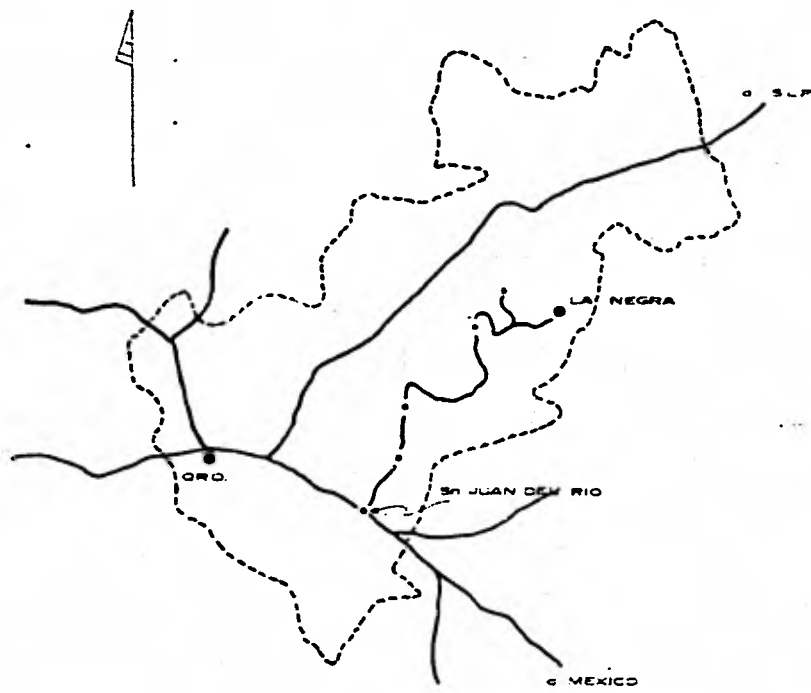
Su inmediata comunicación es por la carretera pavimentada San Juan del Río, Qro.-Xilitla, S.L.P.-Tampico, Tamps.; aproximadamente a 80 km. de San Juan del Río, Qro., se encuentra la desviación al pueblo de San Joaquín, Qro.; a 27 km. de esta desviación se localiza el puente de Agua Fria. De este puente parte un camino de terracería de 17 km., al poblado de Macanfi; de aquí, a la entrada principal de la mina (Túnel Principal), hay una distancia de 7 km. Todo este recorrido se hace en cualquier tipo de vehículo, durante todo el año.

La vía de ferrocarril México-Ciudad Juárez, Chih., pasa a 114 km., del poblado de Macanfi, en la estación de San Nicolás, Qro. Este lugar se utilizaba para los embarques de concentrados de la Cía. Minera La Negra y Anexas, S.A.

## 1.1. ANTECEDENTES MINEROS.

Las actividades mineras datan del siglo pasado, en que hubo gran auge, quedando a la fecha vestigios de éste.

Se sabe más recientemente de compañías como ASARCO Mexicana, S.A. (hoy IMNSA o Grupo México, S.A.) y Minera Acema, S.A. que realizaron trabajos de exploración, sin haber obtenido resultados satisfactorios.



FACULTAD DE INGENIERIA		UNAM
<b>PLANO DE LOCALIZACION</b>		
PEREZ GUERRAS P	TESIS PROFESIONAL 1981	ESC. SIN



Posteriormente, en 1964, la Cía. Minera Peñoles, S.A., reanudó los trabajos de explotación, obteniendo resultados satisfactorios como para llevar a cabo la explotación. Siendo esta compañía la que en la actualidad explota estos yacimientos, pero bajo la razón social de Cía. Minera La Negra y Anexas, S.A.

### 1.2. POBLACION, ECONOMIA Y SERVICIOS.

El poblado de Macanf, del Municipio de Cadereyta De Montes, Qre., cuenta con aproximadamente 1000 habitantes. Los cuales se dedican principalmente a la Minería y en menor escala a la Agricultura, el Comercio y la Ganadería.

La energía eléctrica es proporcionada por la C.F.E., a partir de la sub-estación que se encuentra en Visarrén, Qre.

El agua se obtiene del arroyo de Macanf, y tanto para la mina como para la planta de beneficio, es bombeada hasta una altura de aproximadamente 600 m, para luego ser distribuida por gravedad a los lugares de trabajo. Para uso doméstico se bombea aproximadamente 60 m, usando cal como regulador de pH.

Hay hospital y farmacia, donde se presta servicio médico directo a trabajadores, empleados y a sus respectivas familias.

También se cuenta con escuela primaria y secundaria.

No se cuenta directamente con servicios de telégrafos, correo e teléfono, y el lugar más cercano donde se pueden obtener éstos, es en San Joaquín, Qre., a 25 km, por carretera. Sin embargo, se cuenta con servicio de radio, para comunicarse a las oficinas en México u otras unidades del Grupo Peñoles.

Además, cuenta la compañía con un Apartado Postal en Querétaro y un Conduote Rápido de la línea de Autobuses de Oriente.

### 1.3. CLIMA Y VEGETACION.

El clima es templado, con una temperatura media anual de 19°C, pero en las partes altas de la sierra es muy extremo, teniendo en

el día temperaturas cercanas a los 40°C y en la noche hasta de -1°C.

3

La temporada de lluvias está bien marcada en los meses de Mayo a Octubre, siendo éstas torrenciales y acompañadas de abundantes descargas eléctricas.

En la región pueden distinguirse dos tipos de vegetación; hacia el NW y en las partes más altas es abundante, predominando las coníferas como pinos, abetos y ayamel. En la parte media hay una transición, encontrándose principalmente encinas y rebles y algunos arbustos como el escotillo. Por último, en las partes más bajas es más bien escasa y predominan algunas xerofitas como el ergano, nepal, biznaga, etc.

#### 1.4. TOPOGRAFIA.

El relieve de la región es del tipo montañoso de pendientes pronunciadas. Pertenecen a la prolongación de la Sierra Gorda de Guajalate.

## 2.- GEOLOGIA Y RESERVAS

## 2.0. GEOLOGIA GENERAL.

## 2.0.0. GEOMORFOLOGIA.

La zona estudiada se encuentra en la provincia fisiográfica denominada Meseta Central (apuntes de clase mimeografiados de Geología de México, por Manuel Alvarez Jr.), la cual se localiza entre la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental. Tectónicamente, la mitad norte pertenece a la primera de estas dos grandes sierras y la mitad sur a la última de ellas. De San Luis Potosí, hacia el Sur, esta provincia es moderadamente montañosa y predominan las rielitas y andesitas que se presentan en forma de celadas, cubriendo rocas sedimentarias; sin embargo, en la zona de estudio la topografía es bastante abrupta, llegando a existir grandes desniveles. El área se encuentra en la etapa juvenil del ciclo geomorfológico, ya que los arroyos existentes en ésta, son intermitentes, aproximadamente rectos y de corrientes muy rápidas, y los valles formados por estos arroyos son estrechos, poco profundos y en forma de "v" .

## 2.0.1. ESTRATIGRAFIA.

El Distrito Minero de Macoá se encuentra situado en la Sierra de Querétaro, la cual está constituida casi en su totalidad por rocas sedimentarias, donde predominan las calizas del Cretácico Inferior; existen además, unas fajas de lutitas, lutitas calcáreas, arcosas y margas de la formación Las Francas, que corresponden probablemente al Jurásico Superior; son las más antiguas y el área en que están expuestas es comparativamente menor a la del resto de las formaciones.

## 2.0.2. ROCAS SEDIMENTARIAS, IGNEAS Y METAMORFICAS.

5

### 2.0.2.0. ROCAS SEDIMENTARIAS.

El Cretácico Inferior descansa en marcada discordancia angular sobre los sedimentos del Jurásico, y está representado por una sección de calizas a las que se ha dado el nombre de formación El Dopter, que aflera en forma de anchas fajas orientadas al NW. Esta formación se encuentra en el extremo NE del estado de Querétaro y ha sido subdividida en cuatro facies diferentes que son:

#### 2.0.2.0.0. FACIES LA NEGRA.

Es la que ocupa mayor extensión en el área de estudio, en dos zonas orientadas al NW, que siguen los límites del NE y SW del Distrito El Dopter; consisten en estratos de caliza de 10 a 20 cm, de espesor, siendo su color el gris oscuro, aunque en ocasiones presenta el color gris claro, con cuerpos lenticulares de pedernal negro de 1 a 10 cm, de espesor; las intercalaciones de lutita roja son comunes. El total no parece ser mayor de 300 m.

#### 2.0.2.0.1. FACIES SAN JOAQUIN.

Esta facies está representada por estratos de caliza compacta de color gris oscuro, que representa espesores hasta de 1.5 y 3 m., y que contienen abundantes nódulos de pedernal negro, cuyo diámetro varía de 1 a 30 cm, como máximo; su composición es semejante a la de la facies La Negra. Se presenta tan sólo en una faja de 1 a 2 km, de ancho, y está integrada por la facies La Negra al NE y la facies Secaván al SW. La facies San Joaquín parece haberse depositado en forma de lodo calcáreo no consolidado y pedernal gelatinoso, agitados y redepositados intermitentemente por la acción del oleaje. La presencia de pequeños pliegues primarios entre los estratos sugiere que el depósito de los sedimentos tuvo lugar en un fondo con inclinación suficiente para causar hundimientos y resba-

laminas submarinas.

#### 2.0.2.0.2. FACIES SOCAVON.

Está restringida a una zona comprendida entre la facies San Joaquín al NE y la facies Cerro Ladrón al SW, a esta zona de clásticos calices se le considera de 1 a 2 km de ancho, pero se extiende en forma de lengüetas angostas por varios kilómetros al NE. - Esta facies consiste principalmente de calcarenita de estratificación gruesa y conglomerado de grano fino con cantidades considerables de coquina clástica. Sus condiciones de sedimentación quedan mejor indicadas por la presencia de conglomerados calices de grano grueso, con bloques hasta de 2 m de diámetro cuya composición y grado de redondez varía considerablemente de uno a otro; los bloques están compuestos de calcarenita, coquina clástica e caliza de grano fino; algunos están redondeados, mientras que otros son tubulares. Los bloques tubulares, cuya dimensión más grande es 20 veces mayor que su dimensión más pequeña, son tan delgados que su forma y conservación sólo pueden explicarse por erosión y acarreo subacuático.

#### 2.0.2.0.3. FACIES CERRO LADRON.

Esta facies queda limitada al NW por caliza clástica de la facies Socavón y hacia el SW por la facies La Negra. Consiste en estratos delgados de caliza alternados con lenticulas de pedernal negro; se extiende hacia el NE por unos 50 km, donde queda cubierta por rocas volcánicas del Comeseico; la anchura de la faja es de unos 20 km, y el espesor máximo se aproxima a los 1500 m.

#### 2.0.2.1. ROCAS IGNEAS.

Las rocas ígneas que afloran en el área son un intrusivo de composición diorítica, que adquiere la forma de trence, y algunos diques de igual composición.

De acuerdo con estudios hechos con el método de Argón-Potasio, para determinar la edad del intrusivo, y considerando que éste fue la fuente de donde emanaron los fluidos mineralizantes, se le puede adjudicar la misma edad que el depósito mineral de La Negra, o sea, que fue formada durante el Oligoceno, correspondiente al Período Terciario.

2.0.2.2. ROCAS METAMÓRFICAS.

Dentro de las rocas metamórficas tenemos cuerpos formados principalmente por grosularita y andradita (aluminosilicatos de Fe y Ca); de acuerdo con los estudios petrográficos y paragenéticos realizados con láminas delgadas y superficies pulidas, se les clasificó como táctita.

Los cuerpos de táctita, en general, los planes de estratificación de la caliza encajante, son considerados como el bajo del cuerpo mineral. La mineralización de tipo económico fue concentrada a lo largo de la periferia de la zona de táctita, terminando abruptamente en contacto con una roca compuesta esencialmente por wellastenita, o bien en contacto con la caliza, ya sea ésta marmelizada o sin alteración alguna. Dicha caliza corresponde a la formación El Dector, facies La Negra, la cual está limitada al alto del cuerpo.

La mineralización hacia el bajo (en la táctita y hacia el intrusivo) decrece paulativamente, mientras que al alto, como ya se dijo, termina abruptamente.

Se ha clasificado también como roca metamórfica, compuesta esencialmente por wellastenita y silicatos complejos, a la que se designa con el nombre de herafels y que ocasionalmente limita el alto del cuerpo. Esta roca es muy densa, de gran dureza y completamente estéril.

Por estudios petrográficos se ha visto que esta roca contiene el mayor porcentaje de wellastenita, en cristales que forman agrega

des columnares, subhedrales y en menor escala se encuentran cristales de granate de forma equidimensional, subidiomórficos, pertenecientes a la serie grossularita-andradita. Hay trazas de cuarzo y calcita de formas equidimensionales, xenomórficas y en raras ocasiones trazas de magnetita y hematita. Esta roca se clasificó como hornfels de silicatos cálcicos y se le atribuye un origen de metamorfismo de contacto de presión moderada. Sin embargo, la textura de esta roca corresponde a una tactita, ya que de acuerdo con Chester R. Leagvel y Richard F. Flint (Geología Física. 1965), el hornfels, cornubianita o roca córnea (roca dura, silícica, de grano fino, generalmente maciza y con cristales dispersos de minerales de alta temperatura), se desarrolla por metamorfismo térmico de varias rocas, por lo común lutitas, areniscas y algunos tipos de rocas ígneas de color oscuro; por lo antes expuesto, es conveniente hacer una distinción de ambas tactitas, pudiendo llamársele skarn de granate a la tactita compuesta principalmente por granates y denominar tactita a aquella roca compuesta por wellstonita y silicatos complejos, y que localmente se designa como hornfels.

2.1. GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

Como principal estructura se tiene el anticlinal de San Nicolás, que forma parte de la Sierra de Querétaro; en su porción central el rumbo de esta estructura es NE-SW.

Existen dentro de esta zona algunos afloramientos de grupos pequeños de cuerpos intrusivos de composición diorítica, que presentan gran interés para la exploración, ya que el contacto con ellos es con cuerpos de tactita, así como de skarn de granate, que adquiere la forma de trence, y otros menores formados por diques, todos ellos de igual composición a los anteriores.

El rumbo de los afloramientos de skarn de granate, así como de los cuerpos de mineral, concuerda con el rumbo de las estructuras sedimentarias y siguen los planos de estratificación de éstas, por

le que cualquier cambio en el buzamiento de la caliza encajonante se sigue por el depósito mineral, y son por lo tanto, las causas de la alineación de los yacimientos resultantes.

En el área se han localizado una serie de fracturas aisladas con rumbo general NE-SW, que posiblemente sean debidas a esfuerzos de compresión de la época de plegamiento. Las fallas existentes son de igual rumbo que las fracturas, con desplazamientos relativamente pequeños, ya que van desde unos cuantos centímetros hasta unos cuantos metros.

En forma general se puede decir que tanto el depósito mineral de La Negra, como el de El Alacrán, se encuentran emplazados en el borde exterior de la zona de metamorfismo de contacto. Al bajo del cuerpo mineralizado se encuentra un skarn compuesto principalmente por granate verde y rojo, grossularita y andradita, respectivamente; el cual está mineralizado en casi toda su extensión, disminuyendo el contenido de mineral a medida que se acerca a la zona del intrusivo. Después de la zona del skarn se encuentra el intrusivo diorítico, al cual se le atribuye la génesis del yacimiento.

En algunas ocasiones se ha tomado como el alto del cuerpo a una roca de color claro, compuesta principalmente por wollastonita, y que como ya se dijo antes, es una roca producida también por los efectos de la intrusión.

Sin embargo, el fin de la mineralización es el contacto con la caliza gris oscura que no presenta alteración alguna, y es donde termina abruptamente, ya que la existencia de caliza marmelizada dentro del depósito mineral no es sino cuerpos que no alcanzaron a ser reemplazados.

Basados en secciones, así como en planes de barrenación, se ha observado que después de estos cuerpos de caliza marmelizada siguen bolsas de mineral con leyes económicas bastante aceptables.

En sección vertical el depósito de La Negra tiene forma tabular, con ciertos estrangulamientos y ensanchamientos ocasionados por en-



trastes potentes de caliza al alto. Mientras que en el cuerpo mineral de El Alacrán, se han observado más irregularidades, existiendo al parecer varios cuerpos y bolsas de mineral. Cabe hacer notar que en La Negra el contenido de plata es mayor que en El Alacrán, y que en éste último, el contenido de cobre es mayor.

## 2.2. YACIMIENTOS MINERALES.

Los depósitos minerales, tanto de La Negra como de El Alacrán, son yacimientos epigenéticos, asociados con un intrusivo de composición diorítica.

A este intrusivo se le atribuyen los efectos térmicos y metasemáticos que sufrió la roca encajonante, formando así un yacimiento típico de remplazamiento metasemático.

A continuación se explican los procesos de formación de los yacimientos minerales de este distrito:

**Metamorfismo de contacto.**— La primera fase de formación de estos depósitos minerales fueron los efectos térmicos y de presión que sufrió la roca encajonante, ocasionados por la intrusión diorítica, dando origen esta primera fase a la recristalización de la caliza, y transformándola en mármol, creando así la aureola de metamorfismo alrededor del intrusivo; durante esta fase no hubo adición de nuevos minerales, sino simplemente recristalización y recombinación de los ya existentes.

**Metasematismo de contacto.**— La segunda fase está caracterizada por la adición de fluidos hidrotermales emanados del intrusivo. El carácter de estos fluidos es en esta fase principalmente silíceo, y al combinarse con el carbonato de calcio de la roca encajonante, dió origen a los minerales de ganga, principalmente gresularita y andradita; a la roca resultante de este proceso metasemático se le conoce con el nombre de skarn de granate.

Las dos primeras fases descritas anteriormente sirvieron como preparación del terreno para ser mineralizado. Este proceso se con-

ce como "preparación del terreno" y se describe como: cualquier proceso de premetalización que incremente la permeabilidad y que cause un resquebrajamiento e un cambio químico favorable (Parks. Ore Deposits). En resumen, convierte a las rocas impermeables, no favorables, en rocas favorables y más receptivas para la introducción de fluidos y depósitos de minerales.

Dentro del mismo proceso metasomático está la tercera fase de formación de yacimientos de este tipo; esta fase consiste en la adición de fluidos que contienen los minerales metálicos, los cuales al entrar en contacto con los silicatos cálcicos los reemplazan, formando de esta manera concentraciones de mineralización de tipo económico, a lo largo de la periferia de la zona del skarn.

Esta preferencia del reemplazamiento y concentración de mineral en el skarn y no en la caliza, sugiere que el skarn es más permeable y con más propiedades químicas favorables, debido al proceso ya explicado de preparación del terreno.

Zonamiento y Paragénesis.- Con base en los resultados de los muestreos en las diferentes obras de desarrollo y explotación de la mina, se observan los siguientes cambios en el mineral: la plata y el plomo tienden a disminuir tanto hacia el bajo del cuerpo mineralizado (en el skarn y rumbo al intrusivo), como a la profundidad. El zinc permanece constante; si acaso, existe un pequeño aumento hacia el bajo del cuerpo y a profundidad (lo anterior fue corroborado por medio de secciones perpendiculares al depósito mineral de La Negra, tomando como base los planos de muestreo existentes, así como datos proporcionados por la barrenación de diamante).

De acuerdo con estudios petrográficos de superficies pulidas y secciones delgadas, los minerales primeros en desarrollarse fueron los silicatos cálcicos (diópsida y granates). Posteriormente los sulfuros metálicos reemplazaron a los minerales de skarn. La paragénesis de estos minerales metálicos es como sigue:

Pirretita  
 Pírita  
 Arsenopírita  
 Marmatita-Calcepírita y  
 Galena.

### 2.3. MINERALOGIA.

La mineralogía de este distrito es bastante compleja. Los minerales de tipo económico se encuentran en forma de sulfuros masivos, asociados con los siguientes minerales de ganga:

Pírita, en pequeñas cantidades; arsenopírita y pirretita en mayor cantidad, constituyendo estos últimos los principales minerales metálicos de la ganga.

En la zona del skarn de granate, donde la mineralización es menor, además de los anteriores minerales de grosularita y andradita como minerales principales, ocasionalmente se encuentra diópsida.

Los minerales de tipo económico son:

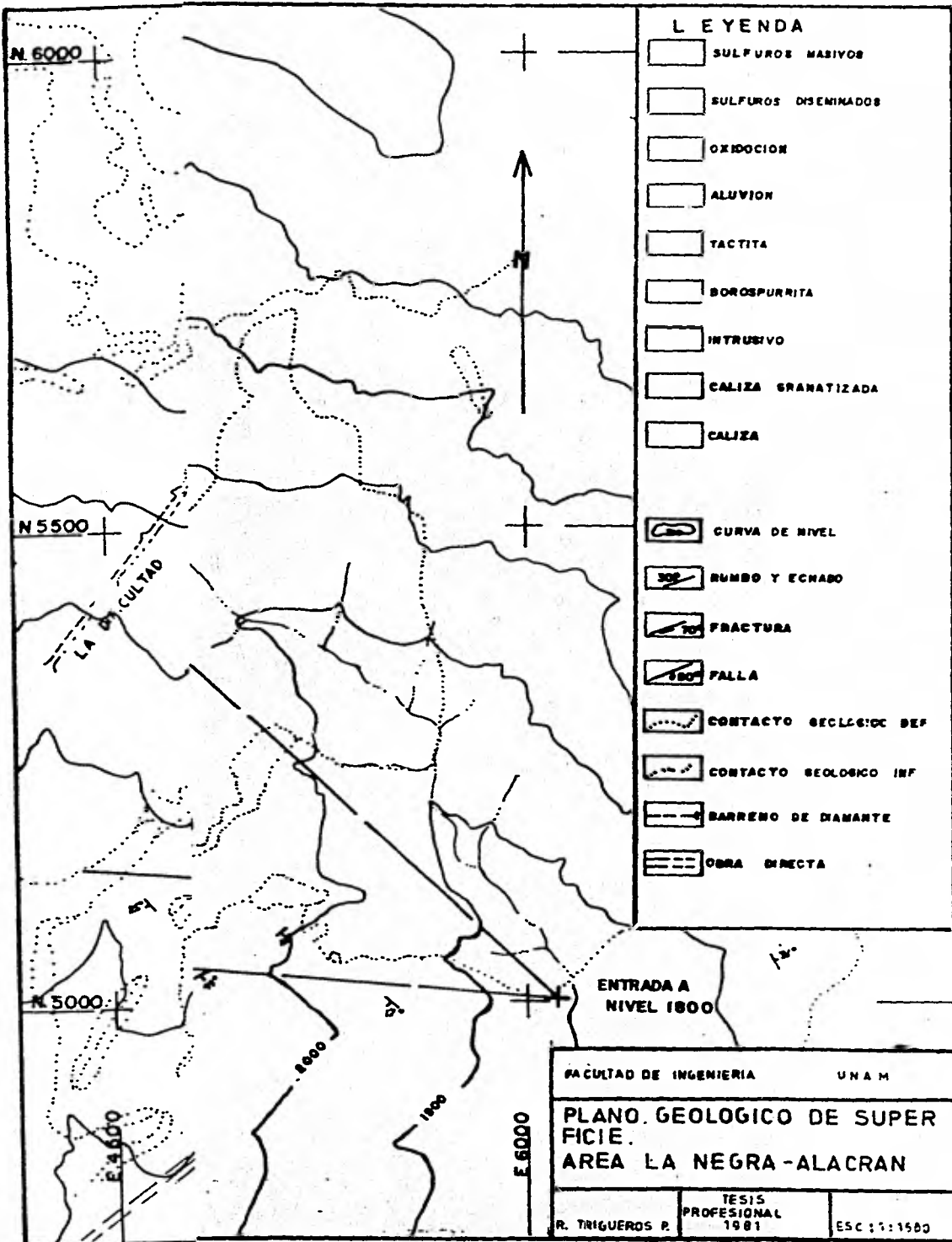
Hessita ( $\text{TeAg}_2$ ), un mineral difícil de identificar, que se encuentra íntimamente ligado con el plomo. Galena ( $\text{PbS}$ ), que se encuentra escasamente. Marmatita (sulfuro doble de Fe y Zn) y Calcepírita ( $\text{CuFeS}_2$ ).

### 2.4. GEOLOGIA PROYECTO DE EXPANSION.

Para probar la continuidad de la mineralización debajo del nivel 2000, en los cuerpos de La Negra y El Alacrán, se programó una intensa exploración con barrenación a diamante, la cual hasta Diciembre de 1980 dió los siguientes resultados:

#### LA NEGRA.

La primera etapa de barrenación se efectuó en los meses de Febrero y Marzo de 1980, pero debido al poco horizonte de barrenación sólo se dieron 5 barrenos, los cuales evidenciaron continuidad de



**L E Y E N D A**

- SULFUROS MASIVOS
- SULFUROS DISEMINADOS
- OXIDACION
- ALUVION
- TACTITA
- BOROSPURRITA
- INTRUSIVO
- CALIZA GRANATIZADA
- CALIZA
- CURVA DE NIVEL
- RUMBO Y ECHADO
- FRACTURA
- FALLA
- CONTACTO GEOLOGICO SUP
- CONTACTO GEOLOGICO INF
- BARRENO DE DIAMANTE
- OBRA DIRECTA

FACULTAD DE INGENIERIA UNAM  
**PLANO GEOLOGICO DE SUPERFICIE**  
**AREA LA NEGRA-ALACRAN**

R. TRIGUEROS P. TESIS PROFESIONAL 1981 ESC 1:1500

mineralización hasta 45 m, debajo del nivel 2000. Las leyes encontradas promediaron:

21 gr/ton Ag; 0.03 % Pb; 0.78 % Zn y 0.31 % Cu.

Buscando un mejor horizonte de barrenación, se dió un cruce de 100 m en el nivel 2000 (La Negra 2), sin embargo, esta segunda etapa de barrenación que duró de Octubre a Diciembre de 1980, no dió mejores resultados que la primera. Pero cabe aclarar que la explotación continuará debido a que el área es prospectiva.

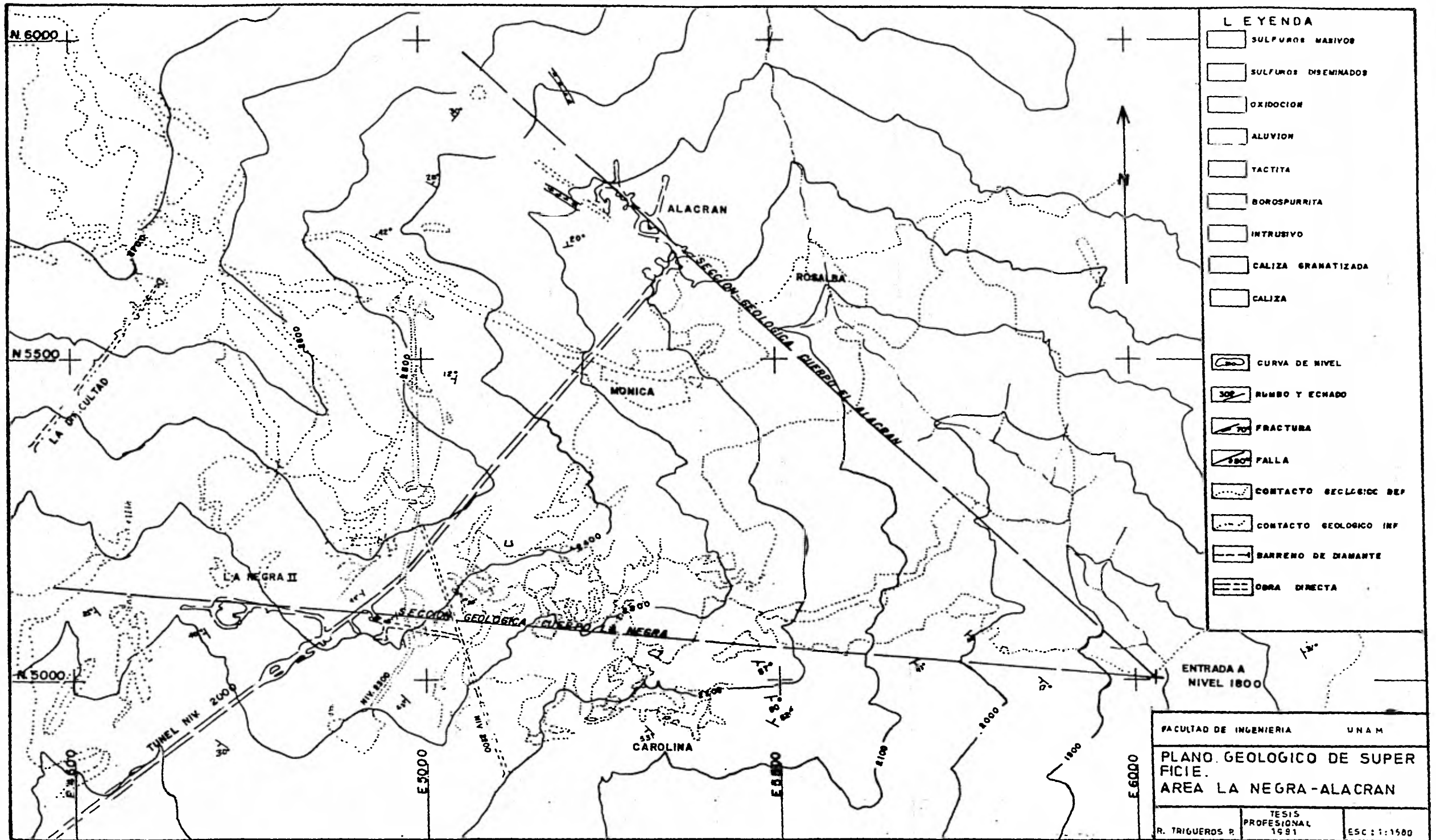
#### EL ALACRAN.

La intensa barrenación en esta zona se efectuó principalmente desde 3 estaciones. Hasta la fecha se han efectuado 12 barrenos (1771 m), faltando sólo 2 para terminar el programa. También se complementa la inferenciación con 4 barrenos dados anteriormente en la zona del cuerpo y que profundizarán debajo del nivel 2000. A profundidad, el cuerpo presenta las siguientes características geológicas:

Presenta 2 zonas en base a su contenido metálico, una que se puede considerar como zona económica e de mejores valores, y otra con mineralización diseminada. El contacto entre ellas es solamente una disminución brusca en contenidos.

La zona económica se caracteriza por encontrarse en la parte central y hacia el norte. Su contacto hacia el norte son calizas recristalizadas y parcialmente granatizadas. La mineralización está en taocita y se presenta en horizontes de diferentes espesores con franjas de calizas; contiene galena, marmatita, calcepirita, arsenopirita, calcita y pirretita principalmente. La forma horizontal del cuerpo es alargada, mantiene su eje longitudinal con rumbo  $N40^{\circ}W$  y la inclinación es aproximadamente  $40^{\circ}$  hacia el NW. Las dimensiones aproximadas son: largo 150 m, ancho 35 m y profundidad probada de 70 m. Las leyes promedian:

71 gr/ton Ag; 0.46 % Pb; 1.03 % Zn y 0.44 % Cu.



**LEYENDA**

[Symbol]	SULFUROS MASIVOS
[Symbol]	SULFUROS DISEMINADOS
[Symbol]	OXIDACION
[Symbol]	ALUVION
[Symbol]	TACTITA
[Symbol]	BOROSPURRITA
[Symbol]	INTRUSIVO
[Symbol]	CALIZA GRANATIZADA
[Symbol]	CALIZA
[Symbol]	CURVA DE NIVEL
[Symbol]	RUMBO Y ECHADO
[Symbol]	FRACTURA
[Symbol]	FALLA
[Symbol]	CONTACTO SECLISICO DEP
[Symbol]	CONTACTO GEOLOGICO INF
[Symbol]	BARRENO DE DIAMANTE
[Symbol]	OBRA DIRECTA

FACULTAD DE INGENIERIA UNAM

**PLANO GEOLOGICO DE SUPERFICIE.**  
**AREA LA NEGRA-ALACRAN**

R. TRIGUEROS P.	TESIS PROFESIONAL 1981	ESC: 1:1500
-----------------	------------------------	-------------

mineralización hasta 45 m, debajo del nivel 2000. Las leyes encontradas promediaron:

21 gr/ton Ag; 0.03 % Pb; 0.78 % Zn y 0.31 % Cu.

Buscando un mejor horizonte de barrenación, se dió un cruceo de 100 m en el nivel 2000 (La Negra 2), sin embargo, esta segunda etapa de barrenación que duró de Octubre a Diciembre de 1980, no dió mejores resultados que la primera. Pero cabe aclarar que la exploración continuará debido a que el área es prospectiva.

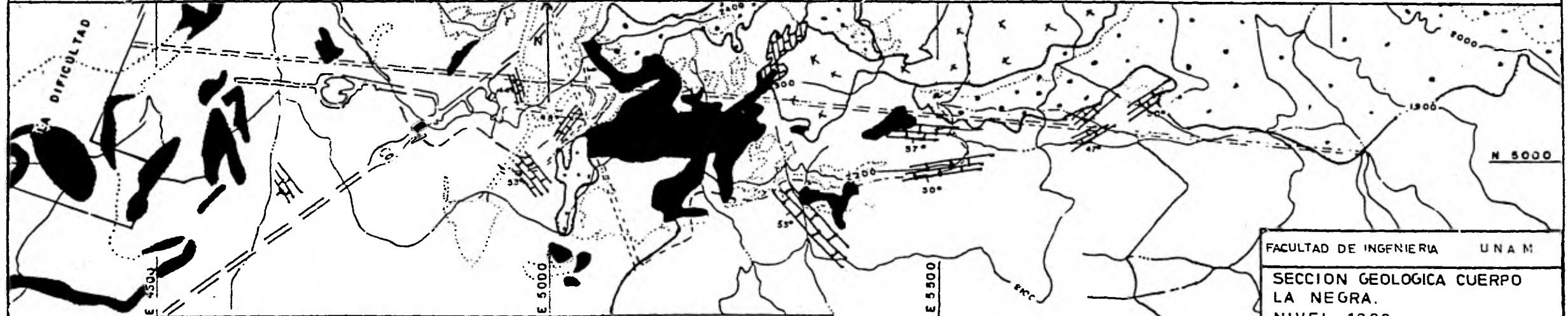
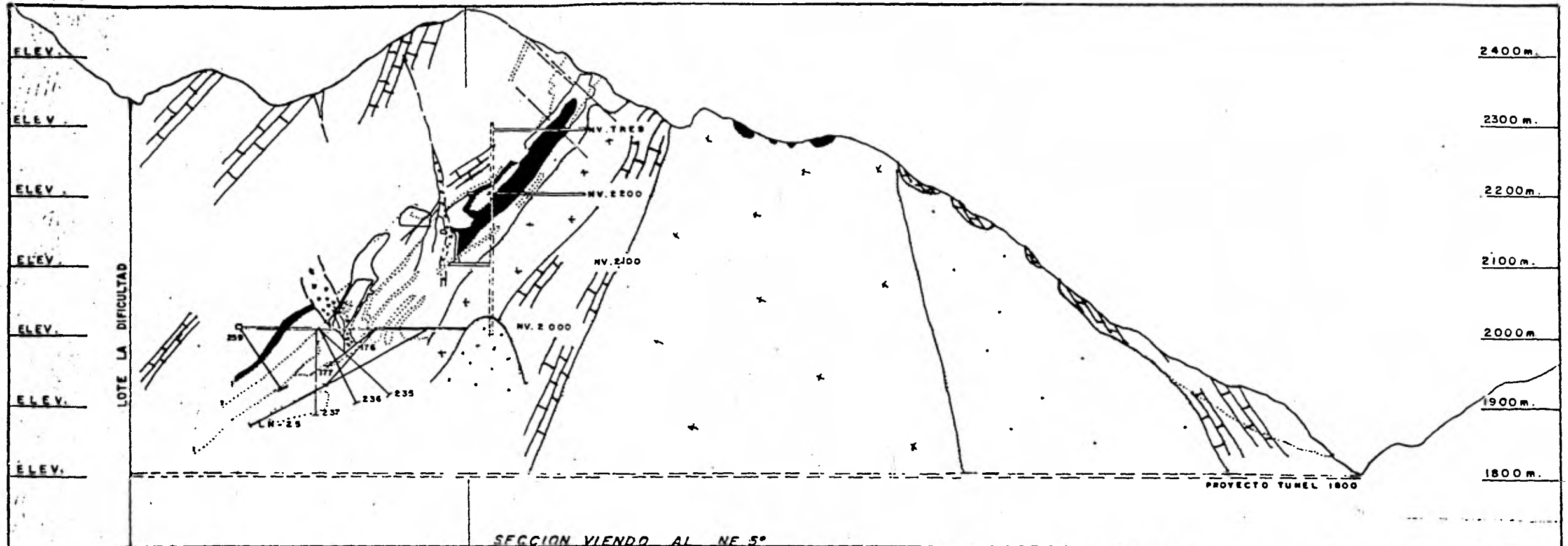
#### EL ALACRAN.

La intensa barrenación en esta zona se efectuó principalmente desde 3 estaciones. Hasta la fecha se han efectuado 12 barrenos (1771 m), faltando sólo 2 para terminar el programa. También se complementa la información con 4 barrenos dados anteriormente en la zona del cuerpo y que profundizaron debajo del nivel 2000. A profundidad, el cuerpo presenta las siguientes características geológicas:

Presenta 2 zonas en base a su contenido metálico, una que se puede considerar como zona económica e de mejores valores, y otra con mineralización diseminada. El contacto entre ellas es solamente una disminución brusca en contenidos.

La zona económica se caracteriza por encontrarse en la parte central y hacia el norte. Su contacto hacia el norte son calizas recristalizadas y parcialmente granatizadas. La mineralización está en taotita y se presenta en horizontes de diferentes espesores con franjas de calizas; contiene galena, marmatita, calceopirita, arsenopirita, calcita y pirretita principalmente. La forma horizontal del cuerpo es alargada, mantiene su eje longitudinal con rumbo N40°W y la inclinación es aproximadamente 40° hacia el NW. Las dimensiones aproximadas son: largo 150 m, ancho 35 m y profundidad probada de 70 m. Las leyes promedian:

71 gr/ton Ag; 0.46 % Pb; 1.03 % Zn y 0.44 % Cu.



FALLA	OBRA MINERA	Ø DE DIAM.	CTO. GEOL. DEFINIDO	CTO. GEOL. INFERIDO	CURVA DE MINERAL NIVEL	TALCITA	CALIZA	INTRUSIVO

FACULTAD DE INGENIERIA UNAM

SECCION GEOLOGICA CUERPO LA NEGRA. NIVEL 1800.

R. TRUJILLOS P. TESIS PROFESIONAL 1981 ESC: 1:1500



La zona diseminada se caracteriza por su más amplia distribución, y está ubicada hacia el bajo y lateralmente de la zona anterior. La mineralización se presenta enteramente en la tactita en forma diseminada y pequeños lentes masivos compuestos por marmatita, calceopirita, pirretita y arsenopirita principalmente. Su dimensión es mayor que la de la zona económica y su forma no está totalmente definida. Las leyes promediaron:

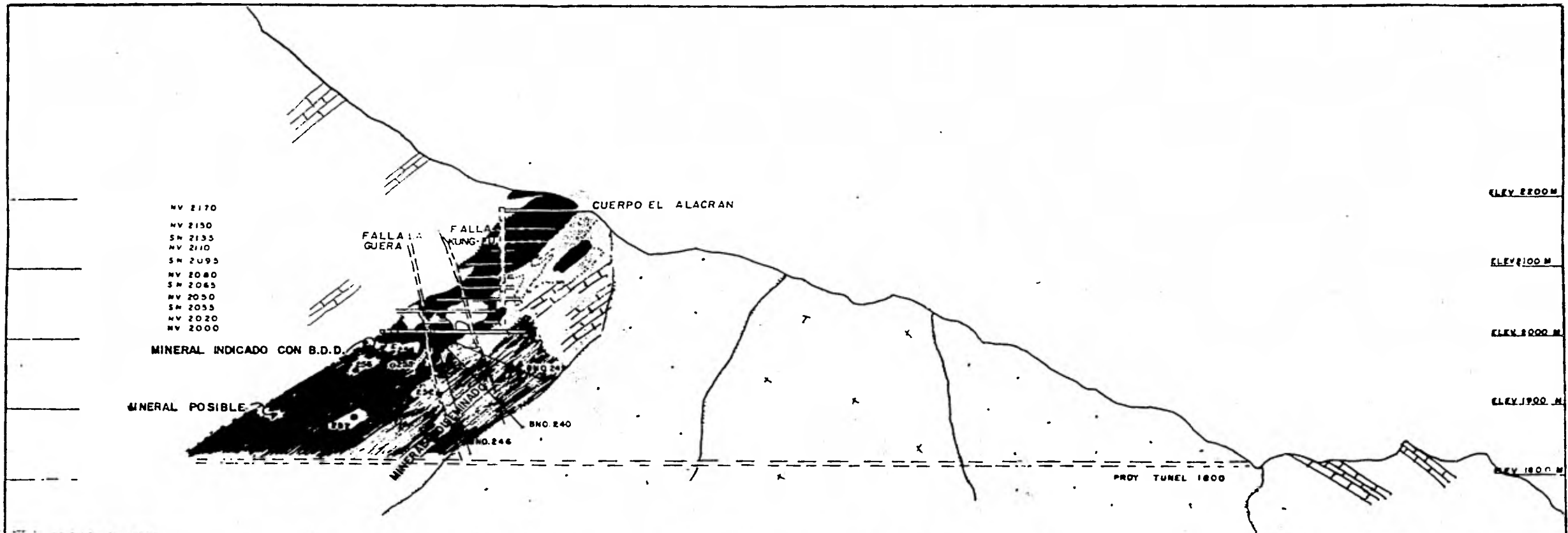
20 gr/ton Ag; 0.16 % Pb; 0.95 % Zn y 0.23 % Cu.

La profundización de la mineralización debajo del nivel 2000 está reconocida hasta 165 m en esta zona diseminada (35 m, arriba del nivel 1800); esta evidencia indica también la probabilidad de mineralización económica en el nivel 1800.

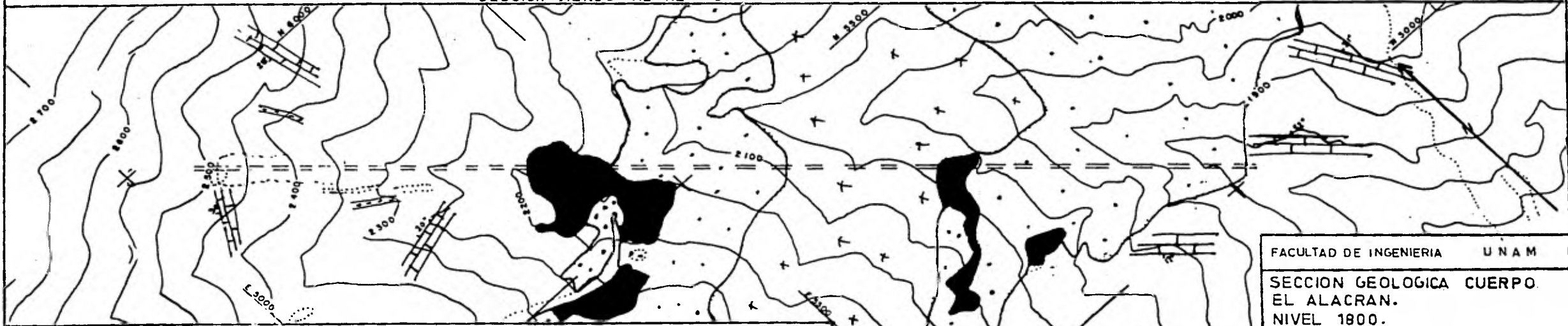
La estimación preliminar de reservas es:

	Toneladas	gr/ton			
		Ag	Pb	Zn	Cu
Indicadas con barrenación (entre nvs. 1930- 2000)	917,500	75	0.45	0.85	0.51
Potencial probable (entre nvs. 1800- 1925)	1'650,000	67	0.46	1.13	0.40
<b>TOTAL</b>	<b>2'567,500</b>	<b>71</b>	<b>0.46</b>	<b>1.03</b>	<b>0.44</b>

De acuerdo al presupuesto de la Compañía Minera La Negra y Anexas, S.A., para 1981, este mineral representa 30.10 dis/ton y el cut-off-grade (valor mínimo explotable) es de 29.79 dis/ton.



SECCION VIENDO AL NE 45°



FACULTAD DE INGENIERIA UNAM

SECCION GEOLOGICA CUERPO EL ALACRAN.

NIVEL 1800.

R. TRIGUEROS R. TESIS PROFESIONAL 1981 ESC: 1:1500

FALLA	MINERA	BNO. DE DIAM.	CTO. GEOL. DEFINIDO	CTO. GEOL. INFERIDO	CURVA DE NIVEL	MINERAL	TACTITA	CALIZA	INTRUSIVO

Además de prebar la profundización de mineral en los cuerpos de La Negra y El Alacrán, se obtuvo el apoyo geológico de superficie para dirigir el socavón 1800, este es, para orientarlo de tal manera que a la vez sirva para explorar algunas zonas de interés geológico.

El socavón dirigido a La Negra tendría como rumbo  $N85^{\circ}W$  y - aproximadamente 1600 m, de longitud. Este pasaría muy próximo a dos áreas con evidencia de mineralización. La primera estaría desde próximo a la entrada del socavón, hasta 200 m; la segunda, a 700 m de la entrada; esta segunda evidencia a su vez está detectada con anomalías geofísica y geoquímica.

El socavón dirigido hacia El Alacrán tendría como rumbo  $N45^{\circ}W$  y aproximadamente 1300 m de longitud. Pasaría por una zona de tectita con diseminación de mineral próximo a la entrada. Esta obra pasaría de 150 a 200 m al SW del prospecto Resalba (no se conoce su comportamiento a profundidad) y a 150 m al NW del proyecto México.

## 2.5. RESERVAS Y POTENCIAL 1981.

16

RESERVAS	TONELADAS	gr/ton			
		Ag	Pb	Zn	Cu
Probadas + probables (cub. 1980 - prod. 1980)	1'378,500	293	1.94	4.02	1.29
Probadas + probables (Incl. a Dic. 1980):					
<b>TOTAL</b>	<b>1'378,500</b>	<b>293</b>	<b>1.94</b>	<b>4.02</b>	<b>1.29</b>
Reservas indicadas con barrenación Mónica arriba nivel 2000		P E N D I E N T E			
RESERVAS INDICADAS CON BARRENACION DEBAJO DEL NIVEL 2000					
Cuerpo Alacrán (Hvs. 1925-2000)	917,500	75	0.45	0.85	0.51
Cuerpo La Negra					
Cuerpo Mónica					
<b>TOTAL</b>	<b>917,500</b>	<b>75</b>	<b>0.45</b>	<b>0.85</b>	<b>0.51</b>
POTENCIAL (Mineral posible)					
Cuerpo Alacrán (Hvs. 1800-1925)	1'650,000	67	0.46	1.13	0.40
Cuerpo La Negra					
<b>TOTAL</b>	<b>1'650,000</b>	<b>67</b>	<b>0.46</b>	<b>1.13</b>	<b>0.40</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>3'946,000</b>	<b>145</b>	<b>0.95</b>	<b>2.00</b>	<b>0.60</b>

## 3.-ANTEPROYECTOS SOCAVON 1800 Y TIRO DE MANTEO

## 3.0. FINALIDAD DEL PRESENTE ESTUDIO.

Para la explotación del nivel 1800, se requerirán como obras principales de desarrollo, un SOCAVON y un TIRO DE MANTEO.

La finalidad de este estudio es dar a conocer tres alternativas, entre las cuales se pueda seleccionar aquella que dé la mejor solución posible al problema; al mismo tiempo, se determinará el tiempo y el Coste de aplicar dichas alternativas.

## 3.1. SOCAVON 1800.

El socavón 1800 se hará precisamente a la elevación que indica su nombre, por ser este nivel el más adecuado según estudios geológicos.

La realización de esta obra presenta varias alternativas, y haremos el estudio completo de una de ellas, para darnos cuenta del tiempo que requiere y cuales son sus costes. Más adelante veremos cuales son todas las alternativas.

El primer problema que se presentó, era tener un camino de acceso al nivel 1800, para poder transportar maquinaria y gente a tal lugar. Este se resolvió con la construcción de un camino de 5 km de longitud, con un ancho promedio de 3 m, que se realizó en 8 meses y con un coste de \$ 5'000,000.00.

El segundo problema es hacer llegar agua para la maquinaria, al punto donde se iniciará el socavón. Para resolver este problema se tomará agua de una pileta que se tiene en el nivel 2200; se transportará por gravedad (tubería de 2") al nivel 1850, donde se almacenará en otra pileta, de la cual se tomará el agua para la obra. Además se construirá otra pileta en el nivel 1800 para la recuperación de agua, la cual será bombeada al nivel 1850, estableciéndose así un ciclo.



El tercer problema lo representa el Aire Comprimido que necesita el equipo neumático. Para resolver este problema se ha optado por la compra de un compresor de 1000 ft<sup>3</sup>/min., con un costo de \$ 2'000,000.00. La energía eléctrica se tomará de una línea que pasa cerroca al cuerpo El Alacrán y se usará un transformador viejo que estaba abandonado en la mina Valenciana.

### 3.1.0. TIEMPO Y COSTO SOCAVON 1800.

Se hará el cálculo para una obra de 3 x 3 m de sección, de 1300 m de longitud, con libraderos cada 250 m; en la obra se instalarán tuberías para aire y agua de 4" y 2", respectivamente.

#### 3.1.0.0. ANALISIS DE TIEMPOS.

Para el suelo del socavón se utilizará un jumbo Ingersell Rand SDJ-2, con dos brazos; como equipo de reserva 3 perforadoras neumáticas de pierna, marca Ingersell Rand, modelo JB-300-A.

Características del jumbo:

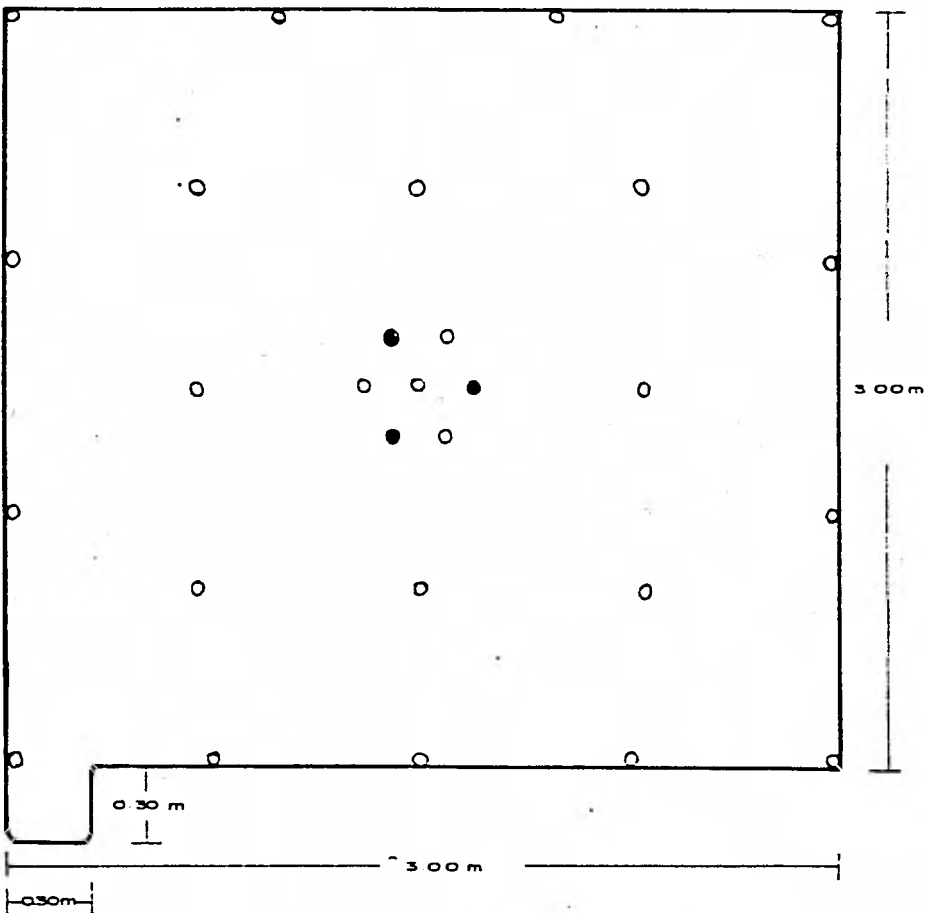
Velocidad de barrenación	0.35 m/min.
Consumo de aire libre	865 ft <sup>3</sup> /min.
Presión	100 psi.
Diámetro de barrenación	2 1/4" .
Longitud de barrenación	3.40 m.
Avance efectivo por disparada	2.80 m.

#### 3.1.0.0.0. BARRENACION.

Para la disparada del socavón se tiene una plantilla de barrenación de 28 barrenes, de los cuales 25 se cargan y 3 quedan "ciegos".

Barrenes de cuña	7
Barrenes de empareje	21
Barrenes cargados	25
Barrenes sin cargar (ciegos)	3

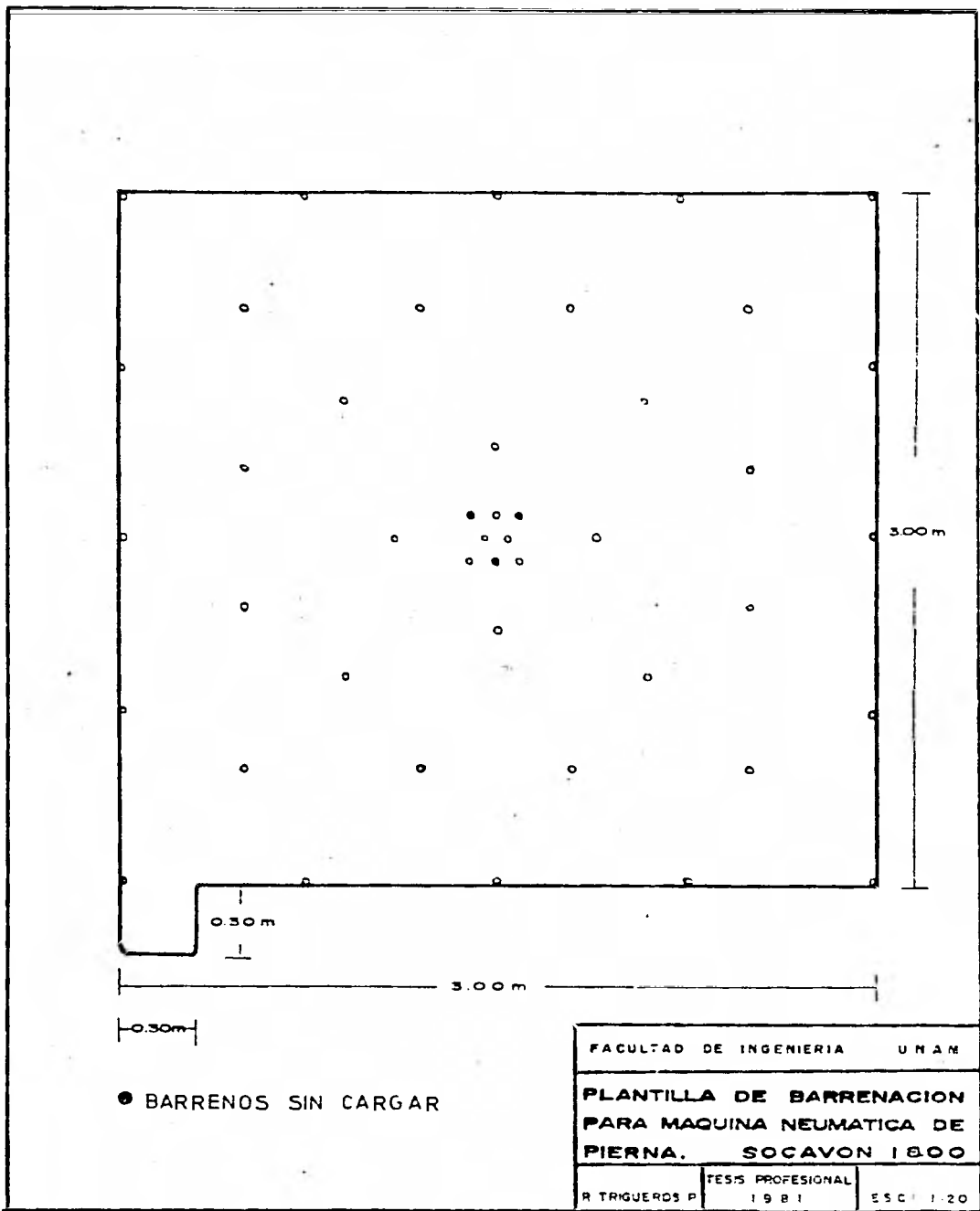




● BARRENOS SIN CARGAR

FACULTAD DE INGENIERIA		UNAM
<b>PLANTILLA DE BARRENACION</b>		
<b>SOCAVON 1800</b>		
RTRIGUEROS P	TESIS	ESC 1-20
	PROFESIONAL	
	1981	





● BARRENOS SIN CARGAR

FACULTAD DE INGENIERIA		UNAM
PLANTILLA DE BARRENACION PARA MAQUINA NEUMATICA DE PIERNA. SOCAVON 1800		
R TRIGUEROS P	TESIS PROFESIONAL 1981	ESCALA 1:20

Tiempo por barreno =  $3.40/0.35 = 9.726$  min.

Como son 28 barrenos:

Tiempo efectivo de barrenación =  $9.726 \times 28 = 272.328$  min.

Se utilizan 2 brazos y se tienen 3 min., por cambio de posición de cada brazo, de un barreno a otro.

Tiempo por cambio =  $3 \times 13 = 39$  min.

Se cargan 25 barrenos y el tiempo por seplade y cargado de cada barreno es de 4 min.

Tiempo de seplade y cargado =  $4 \times 25 = 100$  min.

TIEMPO TOTAL =  $411.33$  min. =  $6.86$  hr. =  $6$  hr.  $52$  min.

El anterior es el tiempo mínimo de barrenación del secavén, cuando sólo se barre el tope de éste. Cuando se barre de rebaje para hacer los libradores, se tendrá un tiempo máximo de barrenación, el cual se determina a continuación:

La plantilla constará de 39 barrenos.

Tiempo de barrenación =  $9.726 \times 39 = 379.31$  min.

Tiempo por cambio =  $3 \times 19 = 57$

Tiempo de seplade y cargado =  $4 \times 36 = 144$

TIEMPO TOTAL =  $580.31$  min.

=  $9.67$  hr.

=  $9$  hr.  $41$  min.

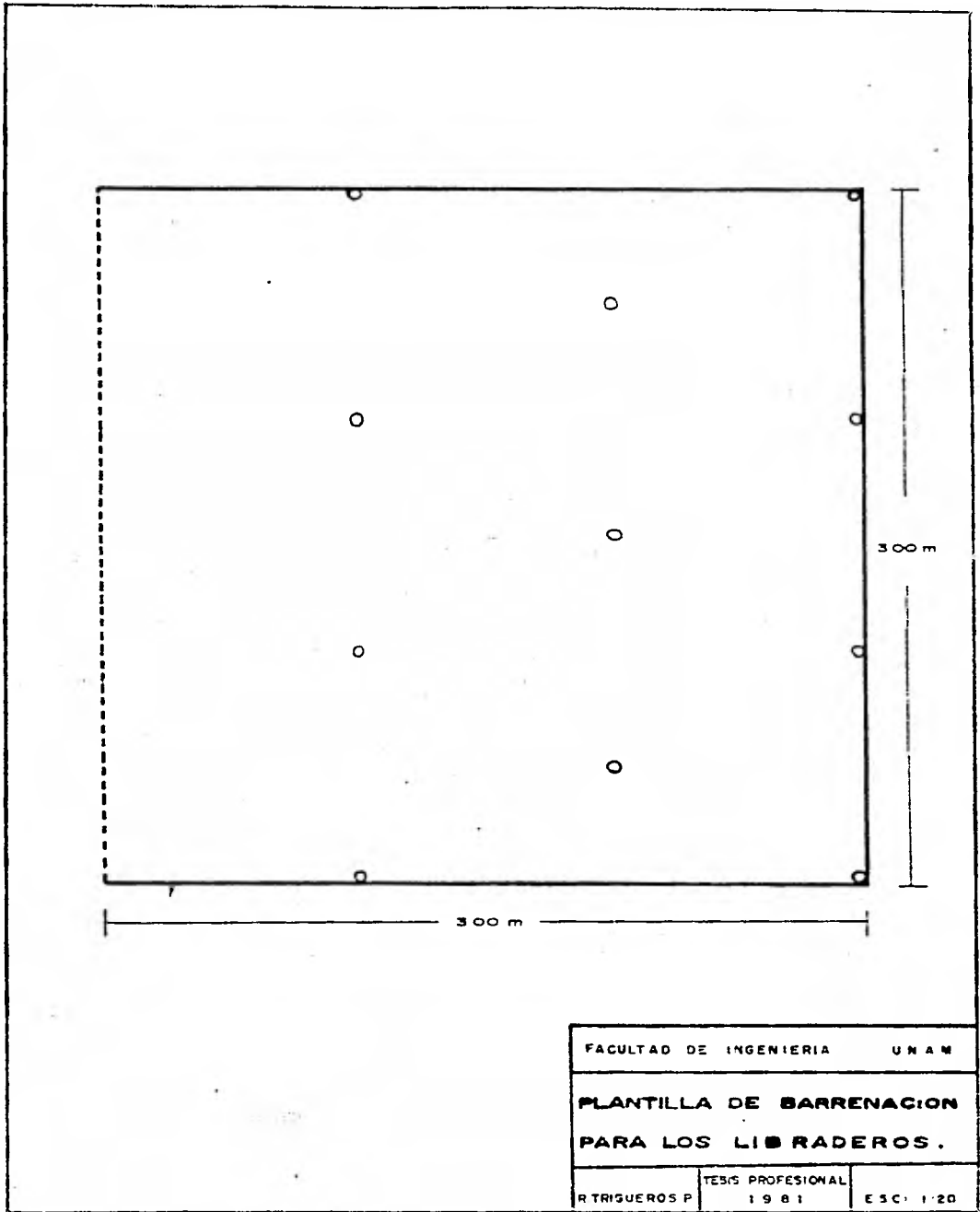
Pero como no se dará una barrenación para librador cada vez que se barre el frente del secavén, sino que del 100 % de barrenaciones, el 7.7 % corresponde a barrenar frente y rebaje para librador y el 92.3 % corresponde a barrenar el frente; entonces nuestro tiempo correcto promedio lo obtendremos de la siguiente manera:

TIEMPO PROMEDIO DE BARRENACION =  $6.86 \times 0.923 + 9.67 \times 0.077$

=  $7.08$  hr. =  $7$  hr.  $5$  min.

### 3.1.0.0.1. REZAGADO.

Se usará un scep tram Wagner ST-2D de  $2 \text{ yd}^3$  ( $1.53 \text{ m}^3$ ) de capa-



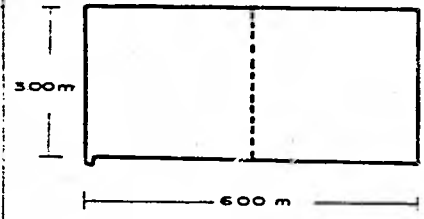
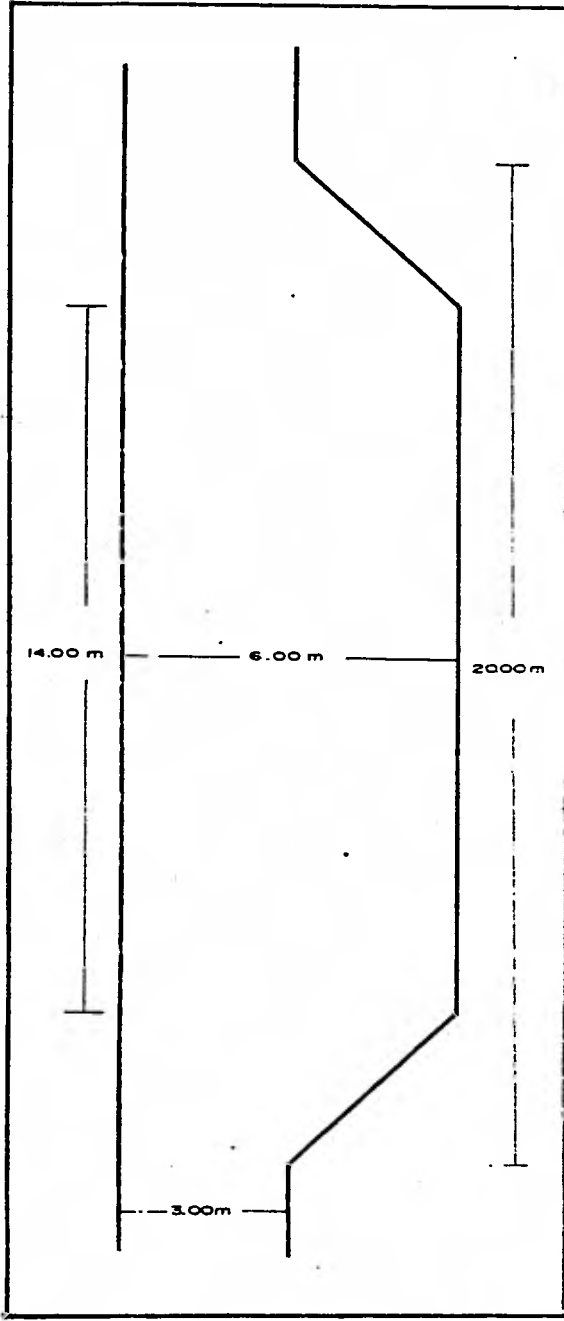
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM

**PLANTILLA DE BARRENACION  
PARA LOS LIBRADEROS.**

TRIGUEROS P

TESIS PROFESIONAL  
1981

ESC: 1:20



FACULTAD DE INGENIERIA		UNAM
<b>PLANTA Y SECCION</b>		
<b>LIBRADERO.</b>		
R TRIGUEROS P.	TESIS PROFESIONAL 1981	ESC: I-10C

cidad en el cucharón.

20

Sección del socavón	3 x 3 m
Avance efectivo	2.8 m
Volumen por rezagar = (3 x 3 x 2.8) + 30% (coef. de abundamiento)	
	= 32.76 m <sup>3</sup>
Sección del socavón + libradero	6 x 3 m
Volumen por rezagar = (6 x 3 x 2.8) + 30%	
	= 65.52 m <sup>3</sup>

El scoop tram tiene una eficiencia de carga del 85 % y emplea 2 min., para llenar el cucharón y el tiempo para ir a vaciar y regresar es variable, según el avance del socavón. Al iniciarse el cuele del socavón y durante los primeros 250 m., la rezaga se sacará de un solo pase y se tirará a una tepetatera o a un stock, según sea el caso (tepetate o mineral). Después de 250 m., distancia a la que se hará el primer libradero, el rezagado será en dos pases:

1.- El scoop tram limpiará el tope de la obra y pondrá la rezaga en el libradero inmediato anterior. Así se podrá empezar la barrenación más pronto y

2.- El scoop tram rezagará del libradero hacia afuera del socavón.

De lo anterior se deduce que el tiempo de rezagado será muy variable y por lo tanto, obtendremos un tiempo promedio de rezagado; el cual junto con el tiempo promedio de barrenación, nos ayudará a determinar el avance por día.

Para obtener el tiempo promedio de rezagado tendremos varias distancias, en las cuales alternativamente, el scoop tram tendrá que limpiar la sección del socavón y la sección del socavón más libradero; se calculan los tiempos y se obtiene el promedio.

Volumen por rezagar del socavón	32.76 m <sup>3</sup> (A)
Volumen por rezagar del socavón + libradero	65.52 m <sup>3</sup> (B)

Capacidad del cucharón	1.53 m <sup>3</sup>
Aprovechando sólo el 85 %	1.3 m <sup>3</sup>
Número de viajes en (A)	26
Número de viajes en (B)	52
Velocidad del scoop tram	10 km/hr

Cuele (m)	Tiempo (min)
100	83.2
250	255
350	213.2
500	510
650	291.2
750	663
850	369.2
1000	816
1150	447.2
1250	969
1350	525.2

TIEMPO TOTAL 5,142.2 min.

TIEMPO PROMEDIO DE REZAGADO = 5,142.2/12  
 = 428.52 min.  
 = 7.14 hr.  
 = 7 hr. 9 min.

**AVANCE POR DIA.**

Tiempo promedio de barrenación	7.08 hr.
Tiempo promedio de resagado	7.14 hr.
TIEMPO PROMEDIO TOTAL	14.22 hr.

Entonces, si nos toma 14.22 hr. avanzar 2.8 m., en 18 hr. (tiempo efectivo de trabajo en 3 turnos, considerando 6 hr., por turno), se tendrá un avance de 3.5 m.

## 3.1.0.1. COSTOS UNITARIOS.

Estos son aquellos como el coste por millar de  $\text{ft}^3$  de aire comprimido, explosivos por barrenado y acero por metro barrenado, los cuales se pueden calcular en esta parte por permanecer constantes, durante todo el desarrollo de este estudio.

AIRE COMPRIMIDO.

Para ésto se cuenta con un compresor Atlas Copco ER-9 de 1000  $\text{ft}^3/\text{min.}$ , de aire libre, con motor síncrono General Electric de 150 hp.

El valor de este equipo es de \$ 2'000,000.00. Haciendo su depreciación en 3 años, y considerando un 30 % de este valor por concepto de mantenimiento, durante este período:

1 año	300 días
3 años	900 días

Valor del equipo	\$ 2'000,000.00
30 % mantenimiento	600,000.00
TOTAL	\$ 2'600,000.00

Depreciación/día	= \$ 2'600,000.00/900
	= \$ 2,888.89
Depreciación/m	= \$ 2,888.89/3.5
	= \$ 825.40

ENERGIA.

Trabaja este compresor 3 turnos por día, durante 6 días a la semana, siendo su tiempo de trabajo de 24 hr.

Tiempo de consumo	24 hr.
Consumo per hr.	150 hp
hp consumidos	= 150 x 24 = 3600 hp

1 hp                      0.746 kwh  
1 kwh                      \$ 0.26

23

Coste de energía/día =  $3600 \times 0.746 \times 0.26$   
= \$ 698.26  
Coste de energía/m =  $\$ 698.26/3.5$   
= \$ 199.50

**MANO DE OBRA.**

Se emplean 3 compreseristas al día para la vigilancia de la maquinaria, siendo el salario de ellos, según el contrato de trabajo, de \$ 158.90 c/u., incluyendo séptimo día.

Salarios/día =  $158.9 \times 3$   
= \$ 476.70  
Salarios/m =  $\$ 476.70/3.5$   
= \$ 136.20

**RESUMEN COSTO DE 1000 FT<sup>3</sup> DE AIRE COMPRIMIDO.**

Depreciación	\$ 2,888.89
Energía	698.26
Mano de obra	476.70
TOTAL	\$ 4,063.85

El compresor tiene una capacidad de 1000 ft<sup>3</sup>/min., considerando que trabaja con una eficiencia del 85 %, tendremos:

ft<sup>3</sup>/día =  $1000 \times 24 \times 60 \times 0.85 = 1,224,000 \text{ ft}^3$   
Coste de 1000 ft<sup>3</sup> =  $\$ 4,063.85/1,224$   
= \$ 3.32



EXPLOSIVOS Y ARTIFICIOS.

24

El cargado de los barrenos es de la siguiente manera:

Por barreno	Socavón	Socavón + libradero
1 bombillo	\$ 210.75	\$ 303.48
5 kg. hexamón	1,318.38	1,898.46
1 fulminante	47.25	68.04
1 conector	51	73.44
1 cañuela (3.6 m)	245.45	353.45
30 ft. thermalite	56.90	
60 ft. thermalite		113.80
TOTAL	\$ 1,929.73	\$ 2,810.67

Considerando que en el socavón se disparan 25 barrenos y que en el socavón más libradero se disparan 36 barrenos.

Y considerando que:

1 bombillo	\$ 8.43
5 kg. de hexamón	52.74
1 fulminante	1.89
1 conector	2.04
1 cañuela (3.6 m)	9.818
1 ft. thermalite	1.90

Coste de Explosivos =  $1,929.73 \times 0.923 + 2,810.67 \times 0.077$   
= \$ 1,997.56

COSTO DE EXPLOSIVOS/M = \$ 1,997.56/2.8  
= \$ 713.41

COSTO DE ACERO POR METRO BARRENADO.

Se usarán brocas de 1 1/4" x 2 1/4"

Vida promedio 200 m

En una sección de 3 x 3 m., se darán 28 barrenos de 3.40 m.,

cada uno, que equivalen a 95.20 m.

Una broca hará  $200/95.2 = 2.1$  barrenaciones; considerando un avance efectivo de 2.8 m., por barrenación, la vida de la broca será de  $2.8 \times 2.1 = 5.88$  m., lineales de avance. En 1300 m., se usarán 221.09 brocas. El costo total será de:

$$\begin{aligned} \$ 3,620.00 \times 221.09 &= \$ 800,345.80 \\ \text{Costo de brocas/m} &= \$ 800,345.80/1300 \\ &= \$ 615.65 \end{aligned}$$

Una barra tiene una vida promedio de 2000 m., de barrenación:

$$2000/95.2 = 21 \text{ barrenaciones}$$

$$2.8 \times 21 = 58.8 \text{ m., de avance}$$

En 1300 m., se usarán 22.11 barras; el costo total será de:

$$\begin{aligned} \$ 7,368 \times 22.11 &= \$ 162,906.48 \\ \text{Costo de barras/m} &= \$ 162,906.48/1300 \\ &= \$ 125.31 \end{aligned}$$

Un cople tiene una vida de 500 m., su costo es de \$ 832.00

$$500/95.2 = 5.25 \text{ barrenaciones}$$

$$2.8 \times 5.25 = 14.7 \text{ m}$$

$$\$ 832/14.7 = \$ 56.6$$

$$\text{Costo de coples/m} = \$ 56.60$$

Costo de acero/m = \$ 797.56 + 10 % (per concepto de acero para los libraderos).

$$\text{COSTO DE ACERO DE BARRENACION/M} = \$ 877.32$$

### 3.1.0.2. COSTO DE CUELE SOCAVON 1800.

Este tendrá una sección de 3 x 3 m., con libraderos, entrando al lado derecho, cada 250 m.; a la izquierda tendrá acequia y los servicios, la pendiente será de 0.5 %.

## A) EQUIPO Y MAQUINARIA.

BARRENACION. Se empleará un jumbo de 2 brazos Ingersoll Rand y 3 perforadoras neumáticas de pierna, como equipo emergente, también Ingersoll Rand.

REZAGADO. Para éste utilizaremos un scoop tram Wagner de 2 yd<sup>3</sup>.

OTROS. 3 ventiladores y una camioneta para supervisión y transporte.

## B) DEPRECIACION DE EQUIPO.

BARRENACION. Como se menciona anteriormente se usará un jumbo de 2 brazos Ingersoll Rand, cuyo valor es de \$ 4'350,000.00 y 3 perforadoras neumáticas de pierna, también Ingersoll Rand, con valor de \$ 450,000.00 (total); depreciándose le anterior en 3 años y tomando un 30 % de su valor por concepto de mantenimiento, durante este período:

Valor inicial	\$ 4'800,000.00
30 % mantenimiento	1'440,000.00
TOTAL	\$ 6'240,000.00

1 año	900 turnos
3 años	2700 turnos
1 turno	1.17 m

$$\begin{aligned} \text{Depreciación/m} &= \$ 6'240,000 / (2700 \times 1.17) \\ &= \$ 1,975.31 \end{aligned}$$

REZAGADO. Se efectuará con un scoop tram Wagner de 2 yd<sup>3</sup>, cuyo costo es de \$ 2'500,000.00; depreciándole en 3 años y tomando durante este tiempo un 30 %, de su valor por concepto de mantenimiento:

Valor inicial	\$ 2'500,000.00
30 % mantenimiento	750,000.00
TOTAL	\$ 3'250,000.00

Depreciación/m = \$ 3'250,000/(2700 x 1.17)  
= \$ 1,028.81

OTROS. Los 3 ventiladores tienen un costo total de \$ 300,000.00 y la camioneta cuesta \$ 220,000.00; entonces tenemos:

Valor inicial	\$ 520,000.00
30 % mantenimiento	156,000.00
TOTAL	\$ 676,000.00

Depreciación/m = \$ 676,000/(2700 x 1.17)  
= \$ 213.99

TOTAL DEPRECIACION/M = \$ 3,218.11

### C) AIRE COMPRIMIDO.

BARRENACION. El jumbo consume 865 ft<sup>3</sup>/min., de aire libre, con una velocidad de barrenación de 0.35 m/min., tomándose un promedio de 424.80 min., para barrenar, soplar y cargar una frente.

Consumo de aire	865 ft <sup>3</sup> /min.
Tiempo de consumo	424.80 min.
Costo de 1000 ft <sup>3</sup> de aire	\$ 3.32

Consumo total aire comprimido = 865 x 424.8 = 367,452 ft<sup>3</sup>

COSTO AIRE COMPRIMIDO BARRENACION/M = (367,452 x 3.32)/2.8  
= \$ 435.69

D) ACERO DE BARRENACION.

28

Este concepto ya está calculado en la sección de costos unitarios y es:

COSTO ACERO BARRENACION/M - \$ 877.32

E) EXPLOSIVOS Y ARTIFICIOS.

En la sección de costos unitarios, se determine que el costo de explosivos y artificios es como sigue:

COSTO EXPLOSIVOS Y ARTIFICIOS/M - \$ 713.41

F) MANGUERAS.

Para la conducción de aire comprimido y agua se usarán mangueras de 2" y 1" de diámetro, respectivamente, ambas de 15 m., de longitud y con vida promedio de 150 días:

Coste manguera de 2"	\$ 8,119.04
Coste manguera de 1"	3,539.25
TOTAL	\$ 11,658.29

Coste/día = \$ 11,658.29/150

= \$ 77.70

Si se avanza 3.5 m., por día:

COSTO DE MANGUERAS /M - \$ 22.20

G) TUBERIA.

Se colocará tubería de 4" para el aire (soldada) y de 2" para el agua, empleándose 2 ceples y 1 tuerca unión per cada 3 tramos de tuberías:

1 m., tubería de 4"	\$ 659.50
1 m., tubería de 2"	152.40
ceple 2"	6.75

tuerca unida 2"	35.45
TOTAL	\$ 854.10

Un soldador coloca 3 tramos de tubería por día y según el contrato de trabajo, su salario es de \$ 177.84 incluyendo séptimo día:

Salario soldador	\$ 177.84
Salario soldador/m = \$ 177.84/36	
- \$ 4.94	

COSTO TUBERIA/M = \$ 859.04

Nota. La tubería de 2", la instalarán el jumbere y su ayudante, mientras se rezaga la frente.

#### H) MANO DE OBRA.

BARRENACION. Se utilizarán 3 jumbere y 3 ayudantes, para barrenar, disparar, instalar tuberías, etc.

Salario jumbere	\$ 557.88
Salario ayudantes	476.70
TOTAL	\$ 1,034.58

SALARIO BARRENACION/M = \$ 1,034.58/3.5	
- \$ 295.60	

REZAGADO. Un operader de scep tram, tiene un salario de \$ 173.79 y como son 3 operadores:

Salario operadores	\$ 521.37
--------------------	-----------

SALARIO REZAGADO/M = \$ 521.37/3.5	
- \$ 148.96	

OTROS SALARIOS. Consideraremos aquí, el salario de un mecánico, que es de \$ 177.84 y de un chofer, que es de \$ 185.96r

Total otros salarios \$ 363.80

30

OTROS SALARIOS/M - \$ 363.80/3.5  
- \$ 103.94

TOTAL MANO DE OBRA - \$ 548.50

I) OTROS COSTOS DIVERSOS.

Aquí incluiremos llantas, aceites, bonificación, supervisión, prestaciones, ducto de ventilación, etc.

TOTAL OTROS COSTOS DIVERSOS/M - \$ 4,088.74

RESUMEN GENERAL COSTOS POR METRO SOCAVON 1800 :

DEPRECIACION	\$ 3,128.11
AIRE COMPRIMIDO	435.69
ACERO DE BARRENACION	877.32
EXPLOSIVOS Y ARTIFICIOS	713.41
MANGUERAS	22.20
TUBERIA	816.84
MANO DE OBRA	584.50
OTROS COSTOS DIVERSOS	4,088.50
SUB-TOTAL	10,720.57
+ 10 % GASTOS IMPREVISTOS	1,072.06
<u>TOTAL COSTO/METRO LINEAL SOCAVON</u>	<u>\$ 11,792.63</u>

El cuello del socavón será de 1300 m lineales, por lo que el costo total será de:

\$ 10,720.57 x 1300 = \$ 15'330,415.10

Y considerando un avance de 87.5 m por mes, la obra se llevará a cabo en 15 o 16 meses, sin problemas mayores de operación para concluirse.

### 3.2. TIRO DE MANTEO.

#### 3.2.0. GENERALIDADES.

El tiro de manto proyectado es de sección circular, con 4.57 m de diámetro y 245 m de profundidad. Con la siguiente distribución:

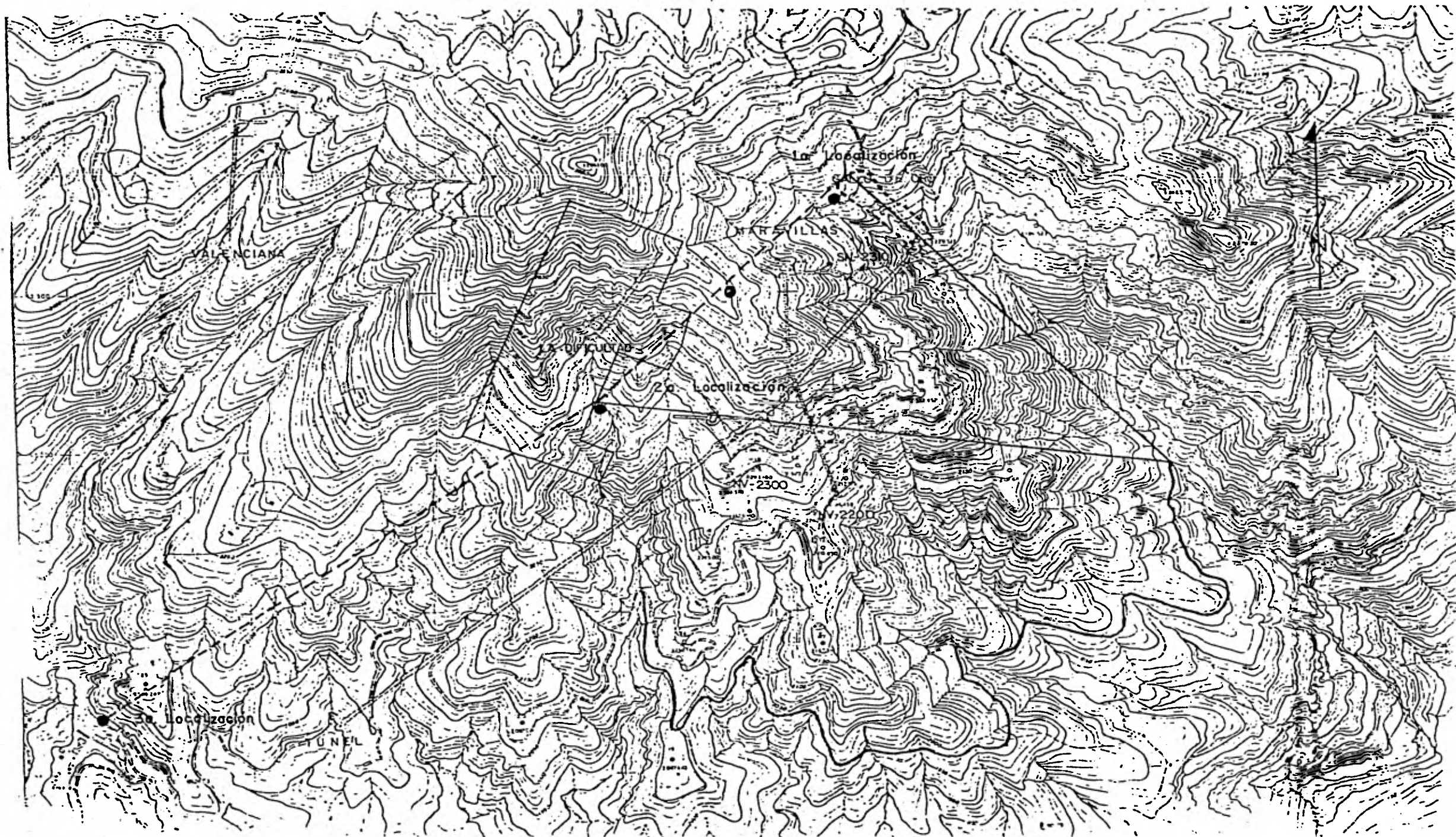
Des clares para skips de manto  
 Un clare para calesa  
 Un clare para caminos y tubería.

Las obras principales (todas subterráneas) de que constará el tiro son:

Herca (cuele de 2 contrapesos con Alinak)  
 Tolva nivel 1800  
 Tolva nivel 2000  
 Malacates  
 Cuele de 250 m., de tiro (cara libre con Robbins y ampliación con Alinak)  
 Ventanillas en 6 niveles  
 Cartuchos  
 Tolva de densafías  
 Ceno para carga fina  
 Ceno para carga gruesa  
 Estación de trituración  
 Estación de bombes  
 Vestido del tiro de manto.



COMUNICACION INTERCUERPOS Y LOCALIZACION DEL TIRO.



### 3.2.1. RAMPA DEL NIVEL 1800 AL NIVEL 1755.

Esta rampa tiene como finalidad proporcionarnos el nivel inferior que necesita la máquina contrapozera Robbins para operar. Celar esta rampa elimina la alternativa de tener que celar 45 m de tiro, hacia abajo y por método convencional, que resulta tardado y costoso, y que además, requiere equipo especial para el rezagado, que difícilmente se puede emplear en este tipo de obras. Por esta obra se bajará la rima de la Robbins, el equipo Alimak, y probablemente por aquí se efectúe todo el rezagado del tiro.

#### 3.2.1.0. TIEMPO Y COSTO RAMPA NVS. 1800-1755.

Se hará el cálculo para una obra proyectada de 2.5 x 2.5 m de sección, de 238.5 m de longitud, y cuya pendiente será de -20%.

##### 3.2.1.0.0. ANALISIS DE TIEMPOS.

El cuete de la rampa se efectuará con jumbo Ingersoll Rand SDJ-2 (equipo usado en el socavón 1800), por lo cual consideramos que trabaja con las mismas constantes de operación.

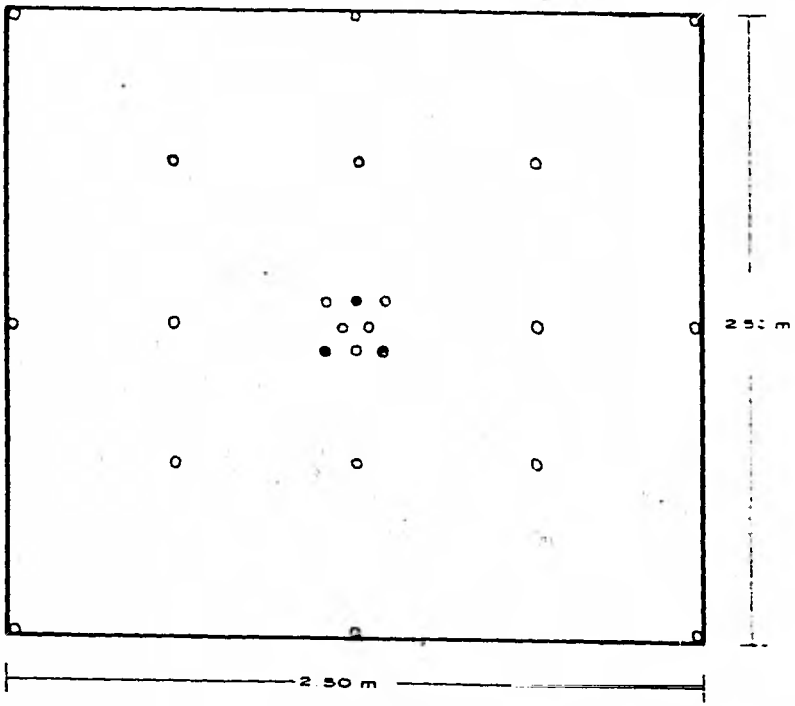
##### 3.2.1.0.0.0. BARRENACION.

Para la disparada de la rampa se tiene una plantilla de barrenación de 24 barrenos, de los cuales 21 se cargan y 3 quedan sin cargar o "ciegos".

Barrenos de cuña	8
Barrenos de empareje	16
Barrenos cargados	21
Barrenos ciegos	3

Tiempo por barreno =  $3.40/0.35$   
= 9.726 min.

Como son 24 barrenos:



● BARRENOS SIN CARGAR

FACULTAD DE INGENIERIA		UNAM
<b>PLANTILLA DE BARRENACION          PARA LA RAMPA 1800-1755</b>		
R TRIGUEROS P	FESIS PROFESIONAL 1981	ESC 120

Tiempo efectivo de barrenación =  $9.726 \times 24$

= 233.424 min.

33

Se utilizan 2 brazos y se tienen 3 min., por cambio de posición de cada braze, de un barreno a otro:

Tiempo per cambio =  $3 \times 10$

= 30 min.

Se cargan 21 barrenos y el tiempo per soplado y cargado de cada barreno es de 4 min.

Tiempo per soplado y cargado =  $4 \times 21$

= 84 min.

Tiempo de desagüe = 20 min. (Nota. El desagüe se realiza antes del soplado y cargado).

TIEMPO TOTAL = 367.424 min.

= 6.124 hr.

= 6 hr. 7 min.

#### 3.2.1.0.0.1. REZAGADO.

El rezagado tendrá las siguientes constantes:

8.87 min./ciclo

$1.3 \text{ m}^3/\text{ciclo}$

Volumen a rezagar =  $238.5 \times 2.5 \times 2.5 \times 1.3$

=  $1,937.81 \text{ m}^3$

Este se rezagará en 12 o 13 días (de 36 a 39 turnos).

## 3.2.1.0.0.2. SERVICIOS.

La tubería de 2" se pone a razón de  $15 \times 6 = 90 \text{ m}$  por turno, luego para avanzar  $238.5 \text{ m}$  se necesitan  $15.9 \text{ hr}$ .

La tubería de 1" se avanza a razón de  $21 \times 6 = 126 \text{ m}$ , por turno, para avanzar  $238.5 \text{ m}$  se necesitan  $11.36 \text{ hr}$ .

Entonces el total de tiempo en servicios es de:

$15.9 + 11.36 = 27.26 \text{ hr}$ . (equivalente a 4 o 5 turnos, considerando  $6 \text{ hr}$  efectivas de trabajo por turno).

## 3.2.1.0.0.3. RESUMEN DE TIEMPO.

## BARRENACION.

Tiempo total para barrenar y disparar una frente =  $6.124 \text{ hr}$ .

El avance que se tiene por frente barrenada es de  $2.8 \text{ m}$ ., para celar  $238.5 \text{ m}$  necesitamos  $521.63 \text{ hr}$ . (equivalente a 87 turnos o 29 días).

## REZAGADO.

Tiempo total para rezagar una frente =  $2.6 \text{ hr}$ .

El volumen total por rezagar es de  $1,937.81 \text{ m}^3$ ., y se rezagará este en  $234 \text{ hr}$ . (equivalente a 39 turnos o 13 días).

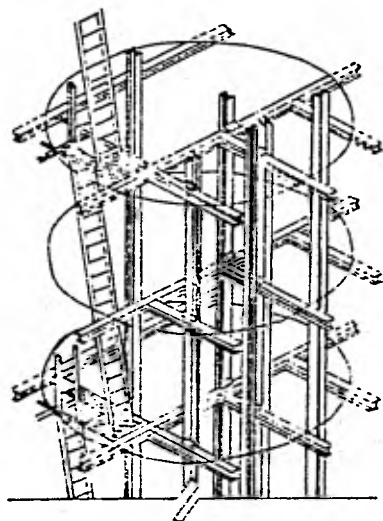
## SERVICIOS.

Los servicios se instalarán en  $27.26 \text{ hr}$ . (equivalente a 5 turnos o 2 días).

## 3.2.1.0.0.4. AVANCE POR DIA.

El avance por día es de  $238.5/44 = 5.4 \text{ m}$ ., por día.

(nota. Considerando que la rampa se celará en 44 días).



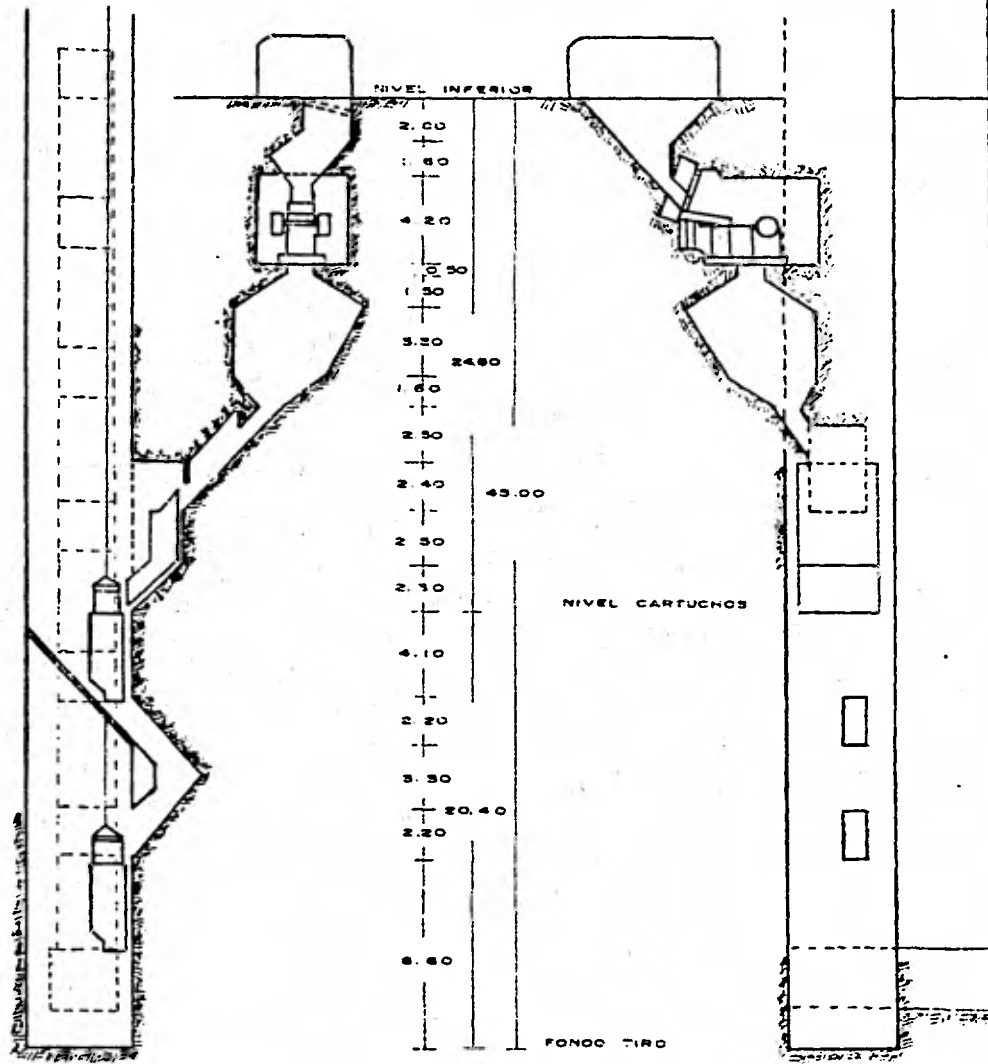
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM

TIRO CIRCULAR 15'  $\phi$

R TRIGUEROS P

TESIS PROFESIONAL  
1981

ESC SIN



FACULTAD DE INGENIERIA		UNLV
<b>INSTALACIONES TIRO</b>		
R. TRUJEROS P.	TESIS PROFESIONAL	EJC. 1991

## 3.2.1.0.1. COSTOS RAMPA.

## A) AIRE COMPRIMIDO.

Consumo de aire 865 ft<sup>3</sup>/min.  
 Tiempo de consumo 367.44 min.  
 Ceste 1000 ft<sup>3</sup> de aire \$ 3.32

Consumo de aire comprimido = 865 x 367.44  
 = 317,836 ft<sup>3</sup>

Ceste aire comprimido/m = (317,836 x 3.32)/2.8  
 = \$ 376.86

## B) ACERO DE BARRENACION.

Se usarán brocas de 1 1/4" x 2 1/4", barras espirales de 12' y ceples.

## BROCAS.

Vida promedio 200 m.

En una sección de 2.5 x 2.5 m., se darán 24 barrenos de 3.4 m., de longitud cada uno, que equivalen a 81.6 m.

Una broca hará 200/81.6 = 2.5 barrenaciones; considerando un avance efectivo de 2.8 m., por barrenación, la vida de la broca será de 2.8 x 2.5 = 7 m., lineales de avance. En 238.5 m., se usarán 34 brocas. El ceste total será de:

\$ 3,620.00 x 34 = \$ 123,080.00

Ceste de brocas/m = \$ 516.06

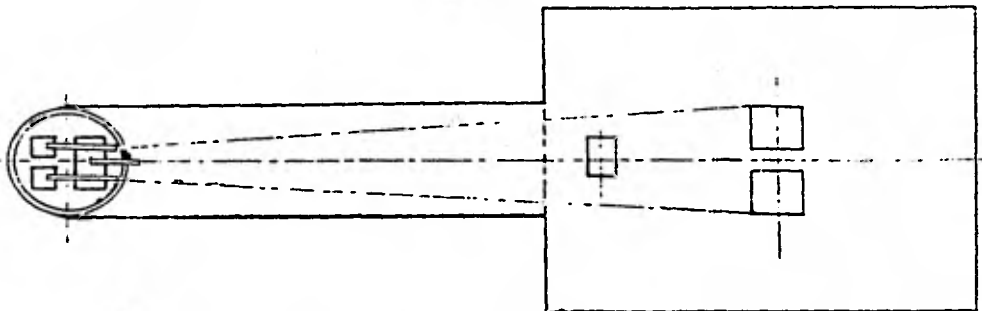
## BARRAS.

Vida promedio 2000 m.

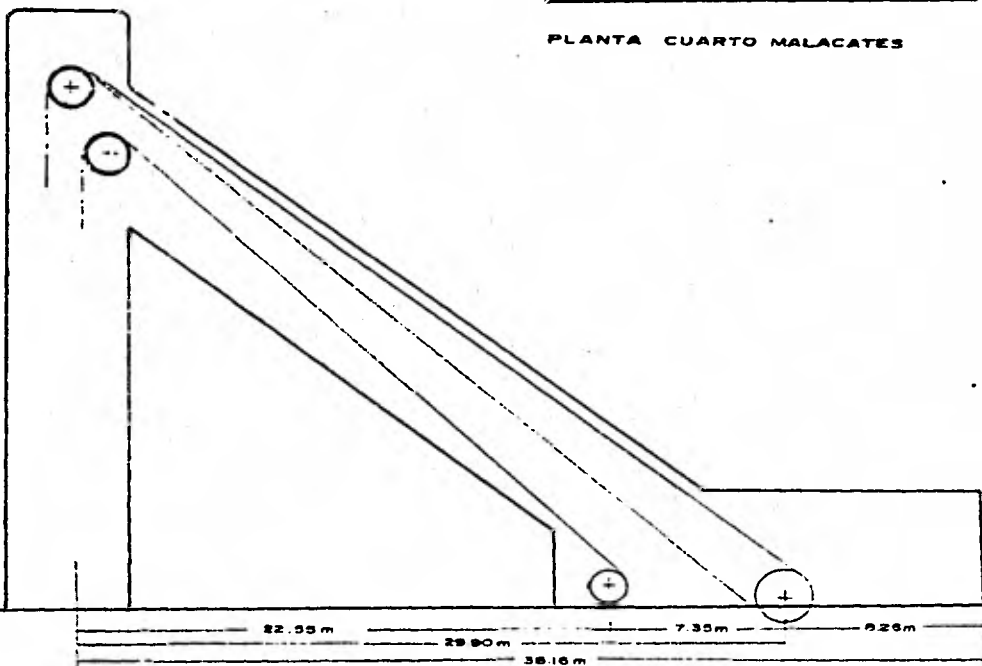
2000/81.6 = 24.51 barrenaciones

2.8 x 24.51 = 68.63 m., de avance





PLANTA CUARTO MALACATES



SECCION TRANSVERSAL

FACULTAD DE INGENIERIA		UNAM
<b>ARREGLO GENERAL</b>		
<b>CUARTO MALACATE</b>		
R TRIQUEROS P.	TESIS PROFESIONAL 1981	ESC. I. G. N.

En 238.5 m., se usarán 4 barras; el costo total será de:

36

\$ 7,368 x 4 = \$ 29,472

Costo de barras/m = \$ 123.57

COPLES.

Vida promedio 500 m.

500/81.6 = 6.13 barrenaciones

2.8 x 6.13 = 17.16 m., de avance

Costo de coples/m = \$832/17.16

= \$ 48.48

Costo Total Acero de Barrenación/m = \$ 688.11

C) EXPLOSIVOS Y ARTIFICIOS.

Se cargan 21 barrenos. Considerando por barrenos:

1 bombillo	\$ 8.43
5 kg. hexamón	52.74
1 fulminante	1.89
1 conector	2.04
1 cañuela (3.6 m)	9.818
30 ft thermalite (total)	56.90
TOTAL (sin considerar therm.)	\$ 74.918

\$ 74.918 x 21 = \$ 1,573.278

+ therm. 56.90

TOTAL \$ 1,630.178

Costo Explosivos y Artificios/m = \$ 582.21

## D) MANGUERAS.

Para la conducción de aire comprimido y agua, se usarán mangueras de 2" y 1" de diámetro, respectivamente; ambas de 15 m., de longitud y con vida promedio de 150 días.

Coste manguera 2"	\$ 8,119.04
Coste manguera 1"	3,539.25
TOTAL	\$ 11,658.29

Coste/día = \$ 11,658.29/150  
 = \$ 77.70

Coste Mangueras/m = \$ 14.39

## E) TUBERIAS.

Para la conducción de aire y agua, se usarán tuberías de 2" y 1" de diámetro, respectivamente, en tramos de 6 m., de longitud.

Tube 2"	\$ 845.00
Tube 1"	412.00
TOTAL	\$ 1,257.00

Coste Tubería/m = \$ 209.58

## F) MANO DE OBRA.

Colarán la rampa un operador (que manejará el jumbo y el scoop tram) y su ayudante.

Salario operador general	\$ 557.88
Salario ayudante	476.70
Bene	150.00
TOTAL	\$ 1,184.58

Coste Mano de Obra/m = \$ 219.37

38

RESUMEN DE COSTOS POR METRO RAMPA:

Aire comprimido	\$ 376.86
Acero de barrenación	688.11
Explosivos y artificios	582.21
Mangueras	14.39
Tubería	209.58
Mano de obra	219.37
Sub-total	2,090.52
+ 10 % (imprevistos)	209.052
TOTAL	\$ 2,299.57

El cuele de la rampa será de 238.5 m., lineales, por lo que el coste total será de:

$$\$ 2,299.57 \times 238.5 = \$ 548,447.45$$

3.2.2. CONTRAPOZO ROBBINS.

Se proyecta dar un contrapozo rebbins de 245 m de longitud, vertical, con un diámetro de 1.83 m., y cuya finalidad será la de servir como cara libre para el tiro de mantee. Con lo cual se espera que el cuele del tiro sea más rápido.

Nota. Ver apéndice A, para consultar las principales características de operación de la máquina contrapozera Robbins modelo 61-R.

3.2.2.0. ANALISIS DE TIEMPOS.

Una vez conocidas las generalidades de la máquina Robbins 61-R y sus principales características de operación, estimaremos el tiempo necesario para realizar el contrapozo de 245 m., que servirá de cara libre para el tiro de mantee.

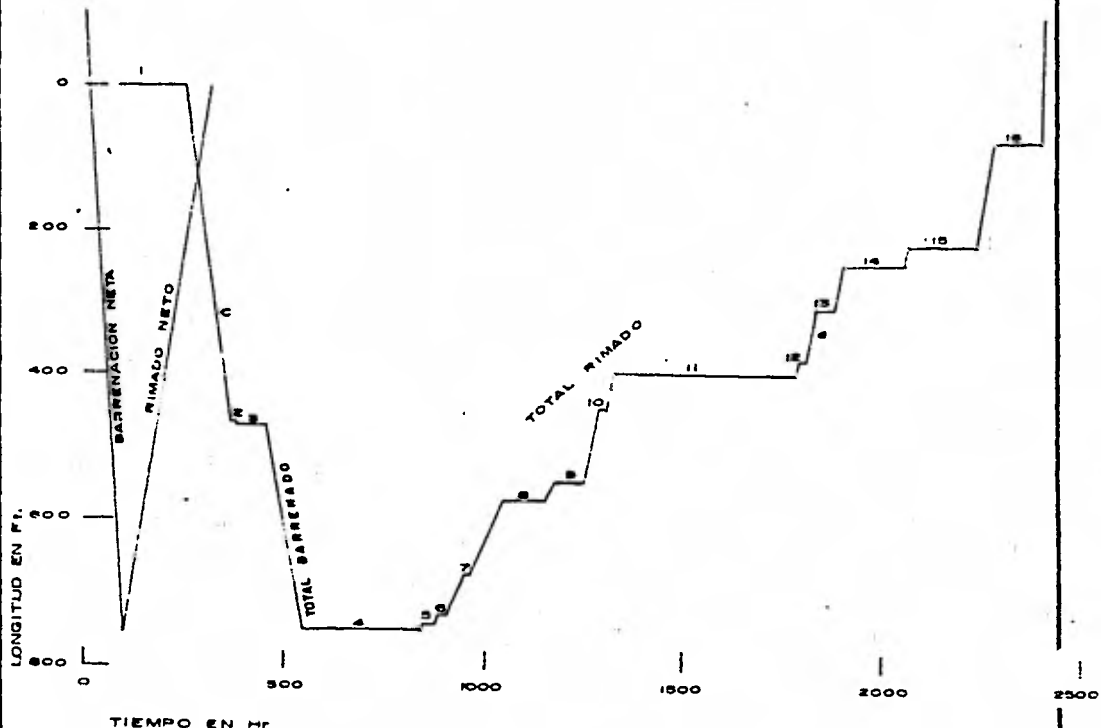
## 3.2.2.0.0. BARRENACION.

De acuerdo con experiencias de operación que se han tenido con la máquina contrapezera Robbins 61-B, en otras unidades y en condiciones más o menos similares a las de La Negra, se elaboró la gráfica de avances y demoras en contrapezos Robbins. En la gráfica se han consignado todos los avances y demoras que pueden esperarse en este tipo de obras, y que son:

1. Desmantelar, transportar e instalar equipo.
2. Falta de agua.
3. Sacar tubería.
4. Instalar rima, desplazamiento del barrenado y fallas eléctricas.
5. Falla del motor hidráulico.
6. Falla del sistema eléctrico.
7. Descanse.
8. Revisión y cambio de cortadores, falla del horómetro.
9. Falla de la bomba del hidráulico.
10. Descanse.
11. Falla de un pistón.
12. Descanse.
13. Revisión rima.
14. Cambio de cortadores y demora de almacén.
15. Cambio de cortadores.
16. Cambio de cortadores y descansa.

De la gráfica vemos que para 245 m. de contrapezo la máquina necesita 4.2 a 5 meses (2,500 hr). Trabajando 3 turnos por día.

La máquina será controlada por un operader y su ayudante.



TIEMPO EN Hr.

- a. razón de penetración 7.30 ft/hr
- b. razón de corte 3.51 ft/hr
- c. razón de penetración 2.48 ft/hr
- d. razón de corte 0.48 ft/hr

FACULTAD DE INGENIERIA		UNAM
<b>GRAFICA DE AVANCES Y DEMORAS EN C/P ROBBINS</b>		
R TRIGUEROS P	TESIS PROFESIONAL 1981	ESC 514

## 3.2.2.0.1. REZAGADO.

Se rezagará con un scoop tram de 2 yd<sup>3</sup>.

8.87 min./ciclo

1.3 m<sup>3</sup>/ciclo

Volumen a rezagar 838 m<sup>3</sup>

El rezagado total sería en 5 o 6 días (15 a 18 turnos).

Como el rezagado no representa ningún problema de tiempo, se puede mandar a rezagar cada vez que la rezaga se acerque a la boca del contrapezo.

## 3.2.2.1. COSTOS.

A continuación analizaremos los costes de este contrapezo, considerando todo el equipo necesario y mano de obra.

## 3.2.2.1.0. DEPRECIACION EQUIPO.

Robbins 61-R	\$ 18'080,144.00
1 compresor 1500 ft <sup>3</sup>	1'198,000.00
1 soldadora eléctrica	203,000.00
1 planta diesel	435,000.00
1 camión 10 toneladas	540,000.00
2 camionetas	196,000.00
Gastos de importación	1'134,000.00
Seguro	37,210.00
TOTAL	\$ 21'823,354.00

Depreciando lo anterior en 3 años y tomando un 30 % de su valor, por mantenimiento en este tiempo, tenemos:

1 año	300 días
1 día	3 turnos
3 años	2,700 turnos

Valor equipo	\$ 21'823,354.00	41
30 % mantenimiento	6'547,006.20	
TOTAL	\$ 28'370,360.00	

Depreciación/turno = \$ 28'370,360/2,700  
= \$ 10,507.54

Se avanza un promedio de 0.78 m., per turno:

Depreciación/m = \$ 10,507.54/0.78  
= \$ 13,471

### 3.2.2.1.1. MANO DE OBRA.

Se necesitarán un operader general, un rezagader y un ayudante.

Operador general	\$ 557.88
Rezagader	521.37
Ayudante	476.70
TOTAL	\$ 1,555.95

Salario/m = \$ 1,555.95/0.78  
= \$ 1,994.81

Bonificación. Se considera un 50 % del salario.

Bonificación/m = \$ 997.40

Supervisión. Un responsable de proyecto (\$ 800.00)

Supervisión/m = \$ 1,025.64

Prestaciones. Consideramos un 100 % de salario y supervisión.

Prestaciones/m = \$ 2,023.04

Total Mano de Obra/m = \$ 6,040.89



Depreciación equipo	\$ 13,471.00
Mano de obra	6,040.89
Sub-total	19,511.89
+ 10 % (imprevistos)	1,951.19
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 21,463.08</b>

Como el cuello será de 245 m. de contrapozo, el costo total será de:

$$\$ 21,463.08 \times 245 = \$ 5,258,454.60$$

### 3.2.3. AMPLIACION DE LA SECCION DEL TIRO Y CONTRAPOZOS PARA HORCA CON ALIMAK.

#### 3.2.3.0. PREPARACION PARA INSTALAR TREPADORA ALIMAK.

La preparación se hará al final de la rampa que va del nivel 1800 al 1755, y consiste en avanzar un crucero con una sección de 3 x 3 m., y 6 m. de longitud; a partir de este crucero se celará un contrapozo de 2 x 2 m. de sección y 3 m. de suelo. Este avance permite espezar la curva de iniciación de un contrapozo Alimak.

Nota. Estas obras se realizarán con máquinas neumáticas de piena y se considerarán los tiempos y costos que se tienen en la mina La Negra, para este tipo de obras.

Estandares en frente de 3 x 3 m. de sección:

Avance por disparada	1.60 m
Tiempo por disparada	10 hr
Tiempo por metro de avance	6.25 hr

Para avanzar 6 m. necesitaremos:

6.25 hr x 6 = 37 hr.

Señ 5 turnos (equivalentes a 2 días).

En el rezagado, considerando que en un ciclo se rezagan  $1.3 \text{ m}^3$   
y que el volumen per rezagar es de:

$$3 \times 3 \times 6 \times 1.3 = 70.2 \text{ m}^3$$

$$\text{Ciclos} = 70.2/1.3 = 54$$

$$\text{Tiempo per ciclo} = 9 \text{ min.}$$

$$\text{Tiempo para rezagar} = 54 \times 9 = 486 \text{ min. (8.1 hr)}$$

Cable de 3 m., de contrapeso:

$$\text{Se realiza en } 3 \times 6.25 = 18.75 \text{ hr.}$$

2.5 turnos (equivalentes a 1 día).

Volumen per rezagar:

$$2 \times 2 \times 3 \times 1.3 = 15.6 \text{ m}^3$$

Tiempo de rezagado:

$$(15.6/1.3) \times 9 = 72 \text{ min. (1.2 hr)}$$

Por lo tanto el tiempo total para la preparación es de:

$$(5 + 1 + 2.5 + 0.15) = 8.65 \text{ turnos (3 días)}$$

#### MANIOBRAS PARA INSTALAR LA JAULA ALIMAK.

Estas maniobras consisten en instalar la curva del moneriel, armar 2 tramos de moneriel en el piso y sujetar el meter y la jaula en los dos tramos de moneriel armado, subir el armado con cables y poleas, efectuar instalaciones de cables y realizar las pruebas necesarias para ver el funcionamiento del conjunto.

En estas maniobras intervienen dos perforistas y dos mecánicos y se realizan en un día.

### 3.2.3.0.0. AMPLIACION DEL TIRO DE MANTEO.

La ampliación del tiro de manto se hará de abaje hacia arriba, usando la jaula alimak y 2 carabinas o stopers. Una vez que la máquina Robbins ha hecho la cara libre circular de 1.83 m. de diámetro, se procederá a ampliar la sección hasta 4.57 m. de diámetro.

### 3.2.3.0.0.0. ANALISIS DE TIEMPOS.

Para la ampliación del tiro se usarán 2 carabinas o stopers Ingersoll Rand, cuya velocidad de barrenación es de 0.19 m/min., con un consumo de aire libre de 130 ft<sup>3</sup>/min., a una presión de 80 psi. Barrenes exagonales de 7/8" de diámetro y 2.4 m. de longitud, que nos dan un avance efectivo de 2 m. por disparada.

### 3.2.3.0.0.0.0. BARRENACION.

Para cada disparada se tiene una plantilla de barrenación de 24 barrenes.

Tiempo per barrene =  $2.4/0.19 = 12.63$  min.

Tiempo total barrenación =  $12.63 \times 24 = 303.12$  min.

= 5 hr. 3 min.

Se utiliza escala de 4 barras (0.80, 1.20, 1.80 y 2.40 m) y se tienen 3 min., por cambio de barras en cada barrene:

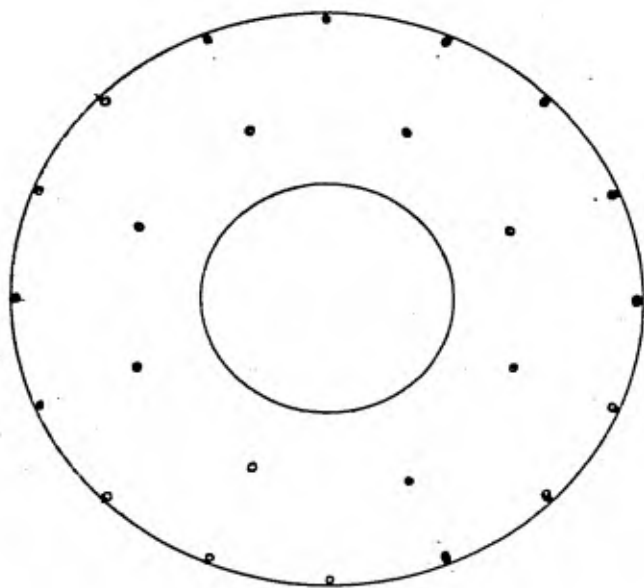
Tiempo por cambio =  $24 \times 3 = 72$  min.

Se cargan los 24 barrenes y el tiempo de cargado es de 2 min. per barrene:

Tiempo de cargado =  $2 \times 24 = 48$  min.

TIEMPO TOTAL =  $303.12 + 72 + 48 = 423.12$  min.

= 7 hr. 3 min.



1.63m

4.57m

FACULTAD DE INGENIERIA UNAM

PLANTILLA DE BARRENACION  
PARA LA AMPLIACION  
DEL C/P ROBBINS

R TRIGUEROS P

TESIS PROFESIONAL  
1981

ESC 1400

Se tienen 6 hr., efectivas de trabajo por turne; se trabajan 3 turnes per día, per lo que se darán 2.5 disparadas por día. Lo anterior representa un avance de 5 m. lineales al día. De acuerdo a lo anterior, 245 m. se celarían en 49 días.

### 3.2.3.0.0.0.1. REZAGADO.

Velumen per rezagar:

$$3.1416 r^2(\text{ampliación}) - 3.1416 r^2(\text{cara libre}) \times h \times \text{fac. abund.}$$

$$\begin{aligned} \text{Volumen} &= (3.1416((4.57/2)^2 - (1.83/2)^2) \times 1 \times 1.3) \times 245 \\ &= 3,181 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$1.3 \text{ m}^3/\text{ciclo}$$

$$9 \text{ min.}/\text{ciclo}$$

$$\text{Tiempe total de rezagado} = (9/1.3) \times 3,181$$

$$= 22,022.31 \text{ min.}$$

$$= 367 \text{ hr. } 2 \text{ min.}$$

61 a 62 turnes (equivalente a 20 días).

TIEMPO DE REZAGADO = 20 días.

Entonces la ampliación del tiro se realizaría en 49 días, sin problemas mayores de operación.

### 3.2.3.0.0.1. COSTOS AMPLIACION TIRO DE MANTEO.

Preparación para instalación de la trepadora alimak, 9 m. de crucero y contrapoze, por metro:

Aire	\$	38.85
Acero		163.40
Explosivos y artificios		632.77
Mangueras		33.37

Mano de obra	331.94
TOTAL	\$ 1,200.73

Para 9 m., tenemos:

\$ 1,200.73 x 9 = \$ 10,806.57

Maniobras para instalar trepadera alimak.

2 perforistas	\$ 2,231.52
1 soldador y ayudante	2,009.94
TOTAL	\$ 4,241.46

Ampliación del tiro a 4.57 m., de diámetro y 245 m. de cuele.

El personal es de 2 perforistas, cuyo sueldo es de \$ 185.96 por turno y con un bene de \$ 200.00/turno. Y un rezagador con igual bene y sueldo de \$ 173.79/turno.

El cuele es de 5 m. diarios y el coste por metro de avance es de:

\$ 3,437.13/5 = \$ 687.43 (mano de obra).

Resumen:

Aire	\$ 38.85
Acero	156.10
Explosivos y artificios	1,057.73
Mangueras	33.77
Mano de obra	687.43
TOTAL	\$ 1,973.88

Para 245 m., de cueles:

\$ 1,973.88 x 245 = \$ 483,600.60

COSTOS TOTALES AMPLIACION TIRO.

47

Preparación	\$ 10,806.57
Maniobras	4,241.46
Cuele 245 m.	483,600.60
TOTAL	\$ 498,648.63

3.2.3.1. CONTRAPOZOS PARA HORCA CON ALIMAK.

Se colocarán 2 contrapozos, uno vertical (prelengación del tiro) y otro inclinado ( $37^{\circ}$ ). Estos dos contrapozos servirán como herca e castille, ya que el mantee será interior, del nivel 1800 al 2000, en el cual se tiene ya una infraestructura de acarree que puede ser aprovechada.

3.2.3.1.0. CONTRAPOZO VERTICAL.

Este contrapozo tendrá un cuelo de 25 m. Se llevará con Alimak y las constantes de operación serán las mismas que se consideraron para la ampliación del tiro. Como este contrapozo será prelengación del tiro, su diámetro será también de 4.57 m. y su sección circular.

3.2.3.1.0.0: ANALISIS DE TIEMPOS.

3.2.3.1.0.0.0. BARRENACION.

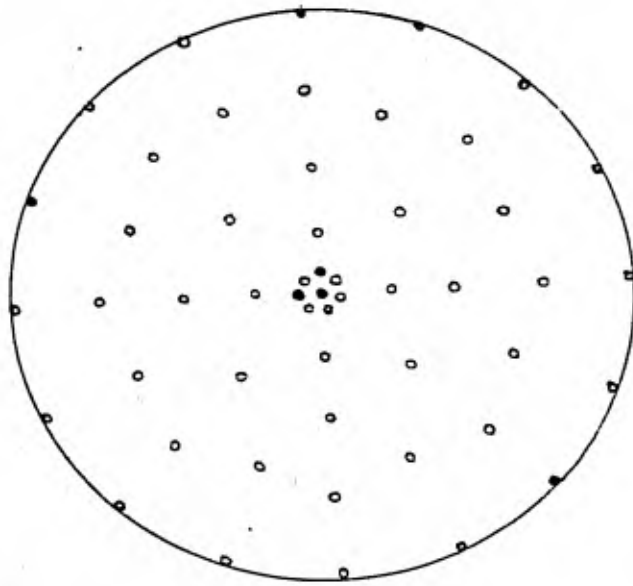
Para cada disparada se tiene una plantilla de barrenación de 52 barrenos:

Tiempo per barreno = 12.63 min.

Tiempo total barrenación =  $12.63 \times 52 = 657.76$  min.

Se utiliza una escala de 3 barras (0.80, 1.20 y 1.80 m) y se tienen 3 min., per cambio de barras en cada barreno.

Tiempo por cambio =  $3 \times 52 = 156$  min.



4.57 m

● BARRENOS SIN CARGAR

FACULTAD DE INGENIERIA		UNAM
PLANTILLA DE BARRENACION		
DE CONTRAPOZOS PARA HORCA		
R. TRIGUEROS P.	TESIS PROFESIONAL 1981	ESC. 1-400



Se cargan 49 barrenos y el tiempo de cargado es de 2 min., por barrenos:

$$\text{Tiempo de cargado} = 2 \times 49 = 98 \text{ min.}$$

$$\text{TIEMPO TOTAL} = 656.76 + 156 + 98 = 910.76 \text{ min.}$$

Se tienen 6 hr. efectivas de trabajo por turno. Se trabajan 3 turnos por día; por lo que se dará una disparada por día. Lo anterior representa un avance de 1.60 m, diarias. De acuerdo a esto, el contrapezo vertical de 25 m. de cuele se hará en 15 o 16 días (45 a 48 turnos).

#### 3.2.3.1.0.0.1. REZAGADO.

$$\begin{aligned} \text{Volumen a rezagar} &= 3.1416(25)r^2(1.3) \\ &= 3.1416 \times 25 \times (2.285)^2 \times 1.3 \\ &= 533.13 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$1.3 \text{ m}^3/\text{ciclo}$$

$$9 \text{ min./ciclo}$$

$$\begin{aligned} \text{TIEMPO TOTAL REZAGADO} &= (9/1.3) \times 533.13 \\ &= 3,691 \text{ min. (4 días)} \end{aligned}$$

#### 3.2.3.1.0.1. COSTOS CONTRAPOZO VERTICAL.

La preparación para la instalación de la trepadora Alimak no será necesaria, ya que se puede aprovechar la preparación de la Robbins.

Maniobras para instalar trepadora Alimak:

2 perforistas	\$ 2,231.52
1 soldador y ayudante	2,009.94
TOTAL	\$ 4,241.46

Cuele de contrapezo vertical de 4.57 m. de diámetro y 25 m. de longitud.

El personal es de 2 perforistas, cuyo sueldo es de \$ 185.96 per turno y con un bene de \$ 200.00 y un rezagader con igual bene y sueldo de \$ 173.79 per turno.

El cuele es de 1.60 m. diarios, y el costo per metro de avance es de:

\$ 3,437.13/1.60 = \$ 2,148.21 (mano de obra).

Resumen:

Aire	\$	38.85
Acero		274.72
Explosivos y artificios		2,159.53
Mangueras		33.77
Mano de obra		2,148.21
<b>TOTAL</b>	<b>\$</b>	<b>4,655.08</b>

Costo de 25 m., de cuele:

\$ 4,655.08 x 25 = \$ 116,377.00

COSTO TOTAL CONTRAPOZO VERTICAL.

Maniobras	\$	4,241.46
Cuele de 25 m.		116,377.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$</b>	<b>120,618.46</b>

3.2.3.1.1. CONTRAPOZO INCLINADO.

Este contrapezo tendrá una inclinación de 37°; su sección será circular, de 4.57 m. de diámetro, y tendrá un cuele de 29 m.

## 3.2.3.1.1.0. ANALISIS DE TIEMPOS.

## 3.2.3.1.1.0.0. BARRENACION.

Para cada disparada se tiene una plantilla de barrenación de 52 barrenos.

Tiempo per barreno = 12.63 min.

Tiempo total barrenación = 656.76 min.

Se utiliza una escala de 3 barras (0.80, 1.20 y 1.80 m) y se tienen 3 min., por cambio de barras en cada barreno:

Tiempo per cambio = 156 min.

Se cargan 49 barrenos y el tiempo de cargado es de 2 min., per barreno:

Tiempo de cargado = 98 min.

TIEMPO TOTAL = 910.76 min. = 15 hr. 11 min.

Se dará una disparada por día, con un avance de 1.60 m., por lo que el contrapezo se colará en 18 a 19 días (54 a 57 turnos).

## 3.2.3.1.1.0.1. REZAGADO.

$$\begin{aligned} \text{Volumen a rezagar} &= 29 \times 3.1416 \text{ r}^2 \times 1.3 \\ &= 29 \times 3.1416 \times (2.285)^2 \times 1.3 \\ &= 618.39 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

1.3 m<sup>3</sup>/ciclo

9 min./ciclo

$$\begin{aligned} \text{TIEMPO TOTAL REZAGADO} &= (9/1.3) \times 618.39 = 4,281.16 \text{ min.} \\ &= 71 \text{ hr. } 21 \text{ min. ( 4 días ).} \end{aligned}$$

## 3.2.3.1.1. COSTOS CONTRAPOZO INCLINADO.

No es necesaria la preparación ya que se tiene el rebaje del cuarto de malacates.

Maniobras para instalar trepadora Alimak	\$ 4,241.46
Coste de cable/m = \$ 4,655.08 x 29	134,997.32
TOTAL	\$ 139,238.78

## 3.2.4. VENTANILLAS EN SEIS NIVELES, REBAJES PARA TOLVAS Y ESTACION DE TRITURACION PRIMARIA.

## 3.2.4.0. VENTANILLAS.

Se harán ventanillas en los siguientes niveles:  
1820, 1850, 1880, 1910, 1940 y 1970.

Las ventanillas tendrán las siguientes dimensiones 6 x 6 m., además se celará un crucero de 3 x 3 m. de sección y 50 m. de longitud.

El tiempo y el coste de estas obras será estimado de acuerdo a los resultados de operación de la mina La Negra.

## 3.2.4.0.0. TIEMPO.

El cable de un crucero de 3 x 3 m. de sección es, a razón de 1.00 m (barrenado, disparado y rezagado) por turno, trabajando con 2 máquinas neumáticas de pierna.

De acuerdo a lo anterior necesitamos 50 turnos, para celar este crucero.

El tumba de 162 m<sup>3</sup> es, a razón de 34 m<sup>3</sup> per turno, considerando que se barrenan y disparan 17 barrenos de 2.40 m. per turno y que el volumen de influencia de cada barrenos es de 2 m<sup>3</sup>.

Resacas se requieren 5 turnos para tumbar  $162 \text{ m}^3$ .

52

Resagado:

Volumen per resagar =  $162 \times 1.3$

=  $211 \text{ m}^3$

$1.3 \text{ m}^3/\text{ciclo}$

$9 \text{ min.}/\text{ciclo}$

Tiempo de resagado =  $(9/1.3) \times 211 = 1,460.77 \text{ min.}$

= 4 turnos.

TIEMPO TOTAL CUELE VENTANILLAS =  $6(50 + 5 + 4)$

= 354 turnos (59 turnos per -  
ventanilla).

#### 3.2.4.0.1. COSTO DE VENTANILLAS.

Coste/m., de crucero de  $3 \times 3 \text{ m.}$ , de sección: \$ 2,031.53

50 m., de crucero \$ 101,576.50

Coste/ $\text{m}^3$ ., de rebajar \$ 225.73

$162 \text{ m}^3$ ., de rebaje 36,568.26

TOTAL \$ 138,144.76

COSTO TOTAL 6 VENTANILLAS = \$ 828,868.56

#### 3.2.4.1. REBAJES PARA TOLVAS Y ESTACION DE TRITURACION PRIMARIA.

Se harán 2 telvas para mineral de  $200 \text{ m}^3$  o/u. Una estará  
bajo el nivel 1800 y la otra sobre el nivel 2000.

Se hará también una excavación para la estación de trituración

primaria. Esta excavación está estimada en  $150 \text{ m}^3$ .

53

Se hará una excavación de  $140 \text{ m}^3$  para los cartuchos del tiro.

Y por último, para telva de demasías e desperdicio se excavará  $12 \text{ m}^3$ .

Nota. La carga de todas estas obras, excepto la de la tolva sobre el nivel 2000, caerá al fondo del tiro, de donde se rezagará por la rampa que baja al 1755.

3.2.4.1.0. DOS TOLVAS PARA MINERAL DE  $200 \text{ m}^3$ .

3.2.4.1.0.0. TIEMPO.

Esta obra se estima en 23 m. de contrapezo de 1.5 x 1.5 m. de sección y con un avance de 1.60 m., por turno; por lo que se requerirán 15 turnos.

Además hay que excavar  $150 \text{ m}^3$  de rebaje. Tumbando  $34 \text{ m}^3$  por turno, se requerirán 5 turnos, para tumbarlos.

Tiempo total = 40 turnos (con 2 telvas)

= 20 turnos, si se realizan simultáneamente.

3.2.4.1.0.1. COSTO.

Coste/m., de contrapezo: \$ 2,500.00

23 m., de contrapezo \$ 57,500.00

Coste/ $\text{m}^3$ ., de rebaje: \$ 225.73

$150 \text{ m}^3$ ., de rebaje 33,859.50

TOTAL \$ 91,359.50

COSTO TOTAL 2 TOLVAS DE  $200 \text{ m}^3$  C/U. = \$ 182,719.00

## 3.2.4.1.1. EXCAVACION PARA ESTACION DE TRITURACION PRIMARIA.

## 3.2.4.1.1.0. TIEMPO.

Esta obra está estimada en  $150 \text{ m}^3$  de rebaje.

Se llevará 5 turnos.

## 3.2.4.1.1.1. COSTO.

Coste/ $\text{m}^3$ , de rebaje: \$ 225.73

Coste de  $150 \text{ m}^3$  \$ 33,859.50

## 3.2.4.1.2. EXCAVACION PARA LOS CARTUCHOS DEL TIRO.

## 3.2.4.1.2.0. TIEMPO.

Se estima esta obra en  $140 \text{ m}^3$ .

Se llevará 5 turnos.

## 3.2.4.1.2.1. COSTO.

\$ 31,602.20

## 3.2.4.1.3. EXCAVACION PARA TOLVA DE DEMASIAS.

## 3.2.4.1.3.0. TIEMPO.

Esta obra se estima en  $12 \text{ m}^3$ .

1 turno.

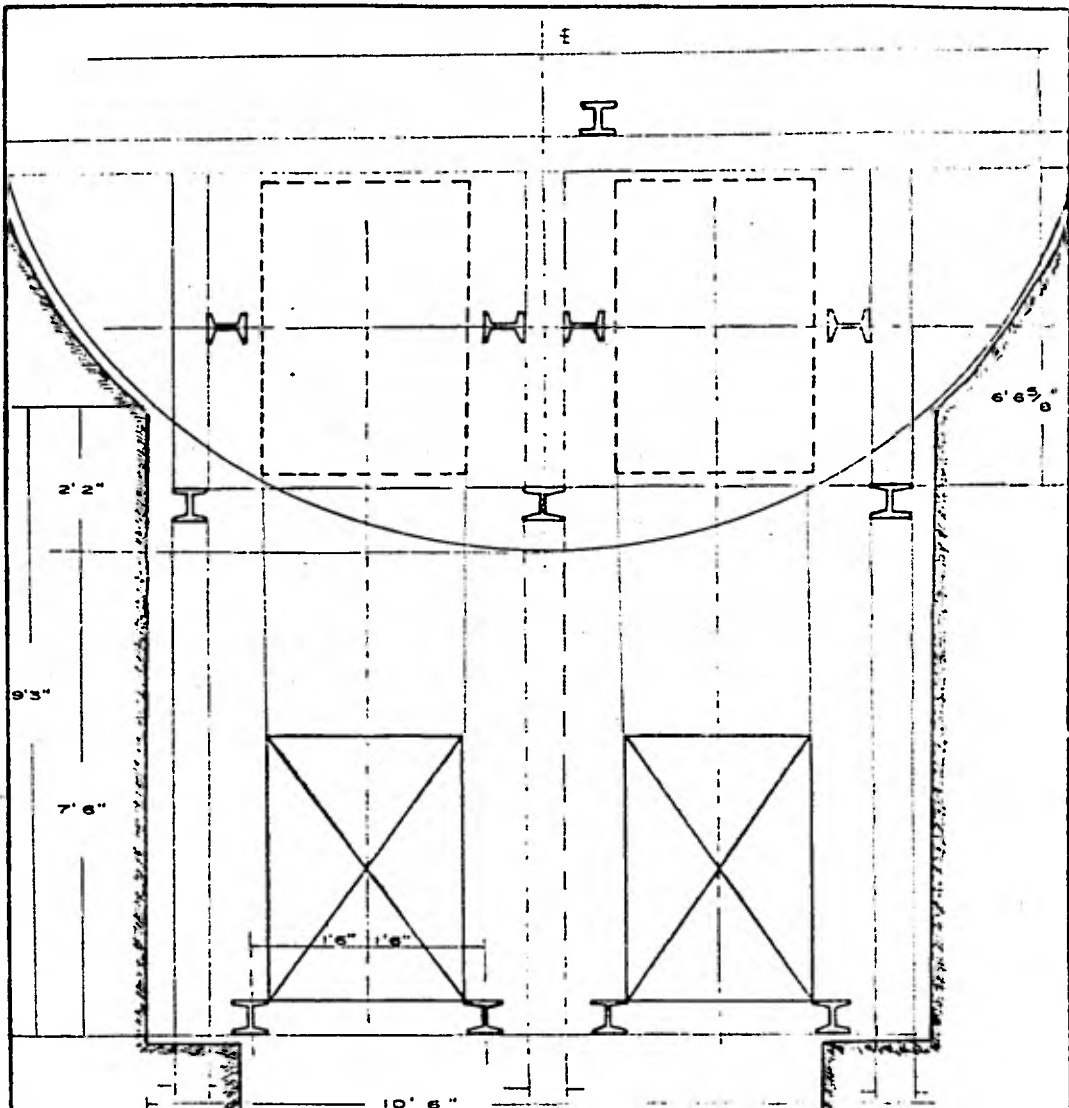
## 3.2.4.1.3.1. COSTO.

\$ 2,708.76

## 3.2.4.1.4. REZAGADO TOTAL.

## 3.2.4.1.4.0. TIEMPO.

Volumen por rezagar =  $(200 + 150 + 140 + 12) \times 1.3 = 652.6 \text{ m}^3$



FACULTAD DE INGENIERIA		UNAM
<b>MEDIDAS MINIMAS DE EXCAVACION PARA INSTALAR CARTUCHOS DOBLES</b>		
TRIGUEROS P	TESIS PROFESIONAL 1321	ESC 9-11



1.3 m<sup>3</sup>/ciclo  
9 min./ciclo

TIEMPO TOTAL DE REZAGADO =  $(9/1.3) \times 652.6$   
= 4,518 min. (4 días).

3.2.4.1.4.1. COSTO.

4 días	12 turnos
Salario/turno	\$ 173.79

TOTAL \$ 2,085.48

3.2.5. VESTIDO DEL TIRO DE MANTEO.

El "vestido" del tiro, o materiales a instalar permanentemente, serían los siguientes: para guías y madrimas, vigueta "E" de 6"; en descanses y escaleras, canal de 3" y ángulo de 2" x 2"; tubería de 2" para agua y de 6" para aire, y varilla oerrugada en celados de - concreto.

La preparación del acero a instalar en el tiro es a razón de: \$ 5.00/kg. La obra se estima en 150 ton. de acero.

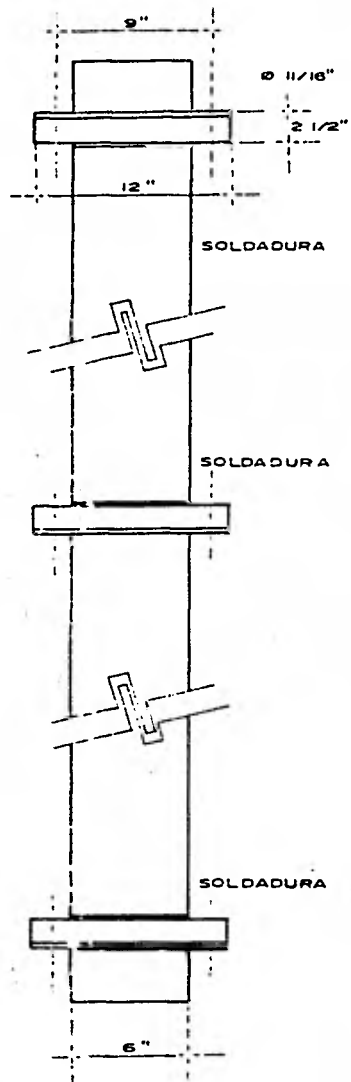
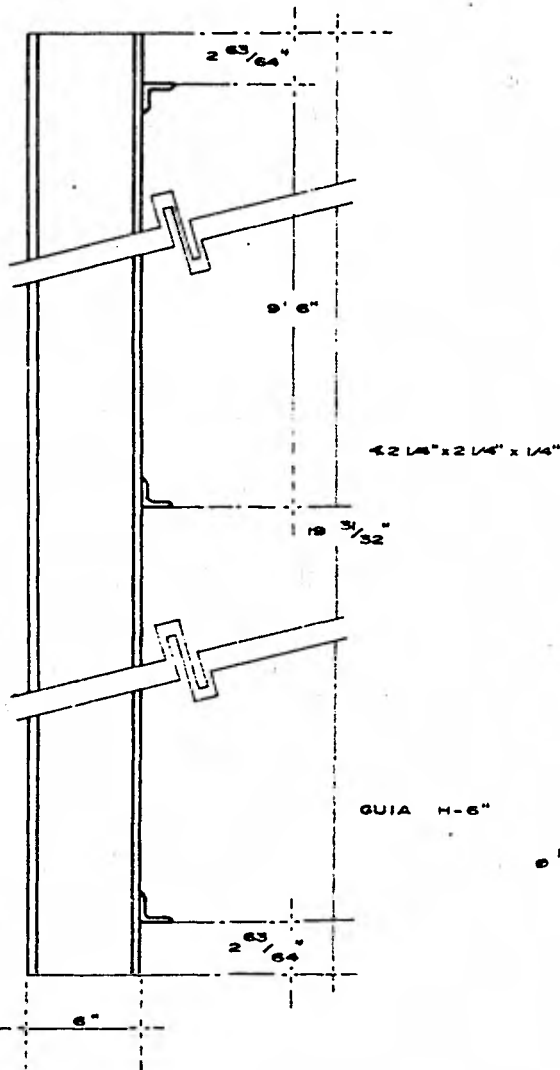
Costo de preparación de acero =  $5 \times 150,000$   
= \$ 750,000.00

El costo de 150 ton. de acero se estima en \$ 3'000,000.00

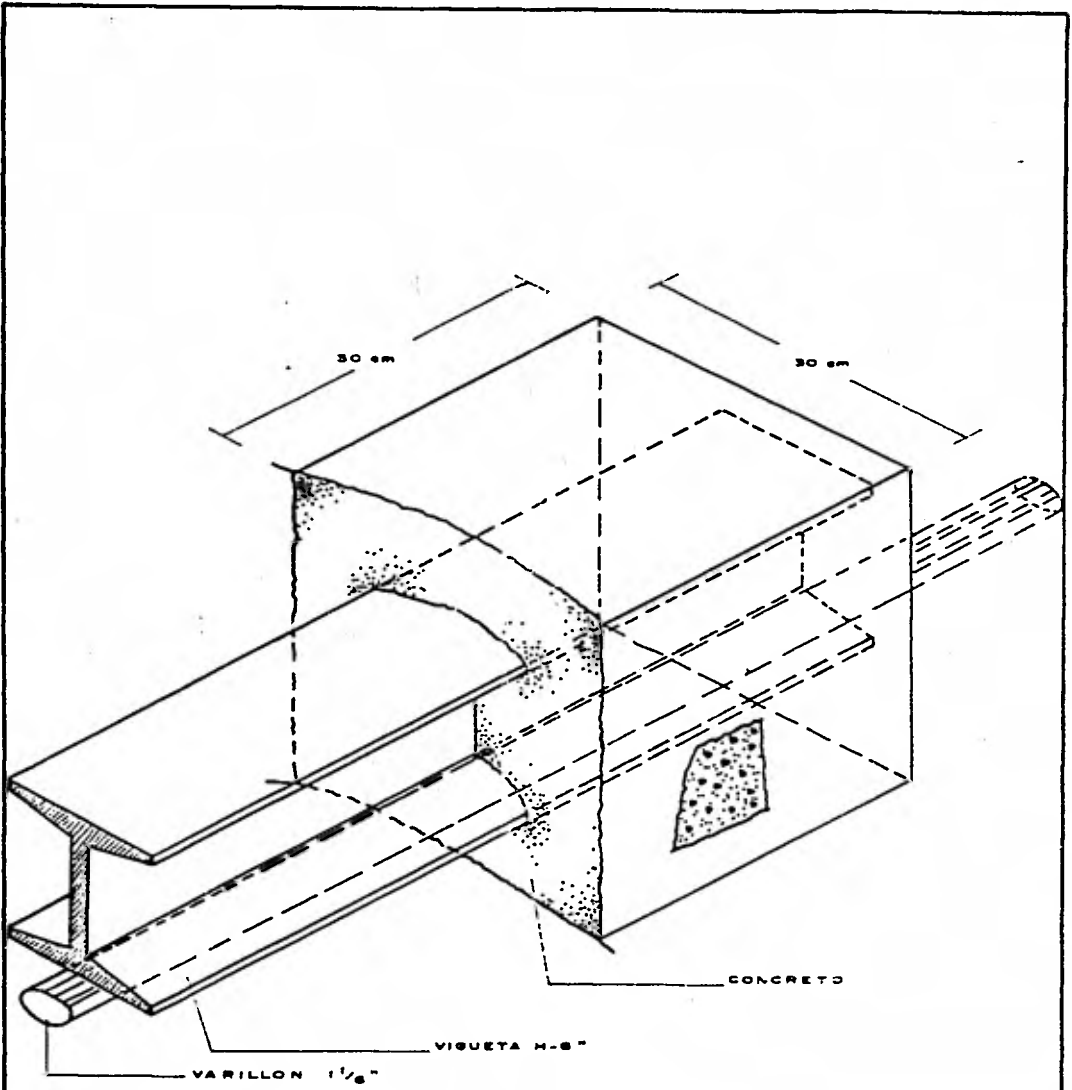
El costo del vestido del tiro se estima en \$ 5,900.00/m.

Costo de vestir el tiro =  $5,900 \times 270$   
= \$ 1'593,000.00

Se estima un total de 2 meses, para vestir el tiro.



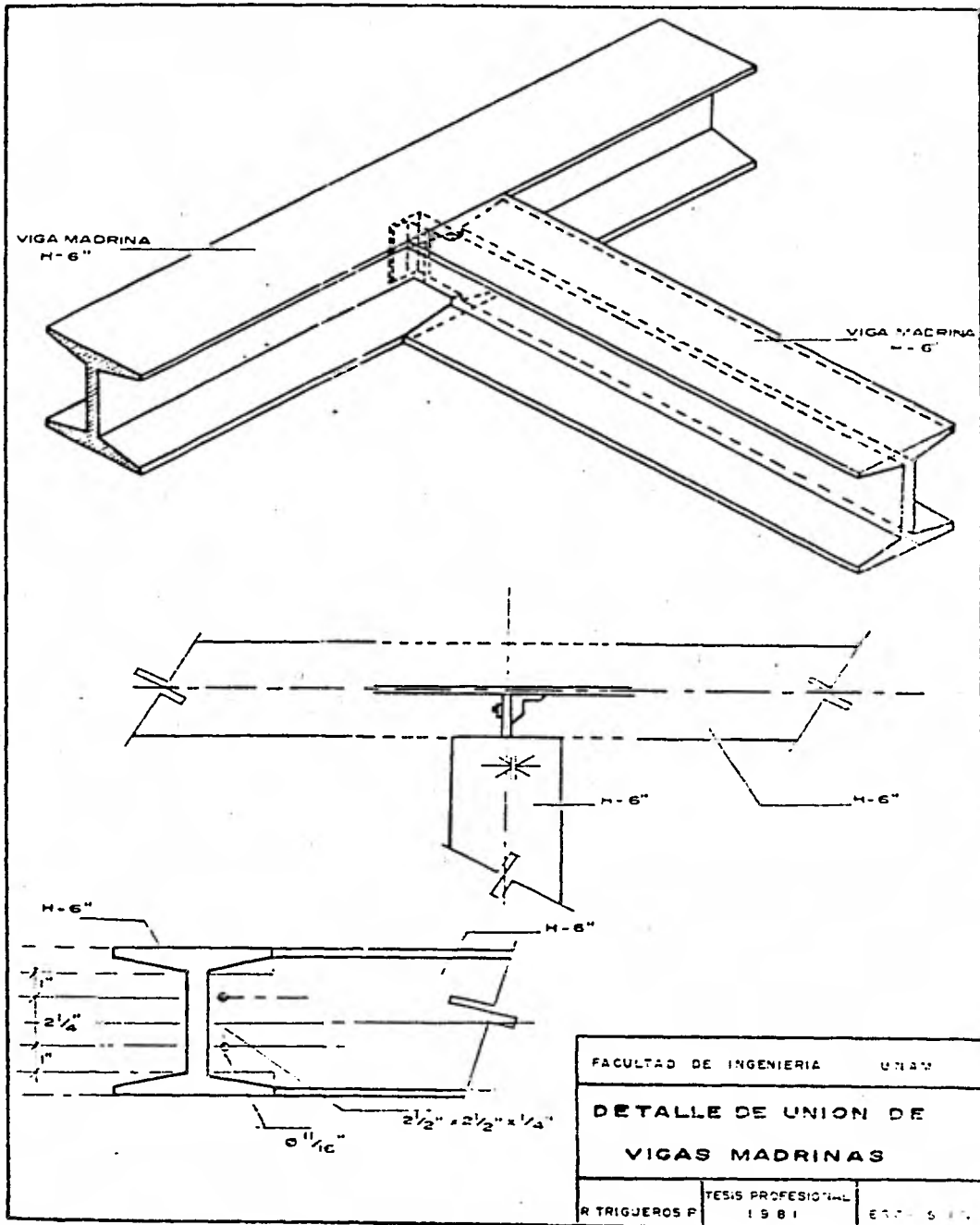
FACULTAD DE INGENIERIA		UNAM
<b>G U I A S</b>		
R TRIGUEROS P	TESIS PROFESIONAL 1981	ESC SIN

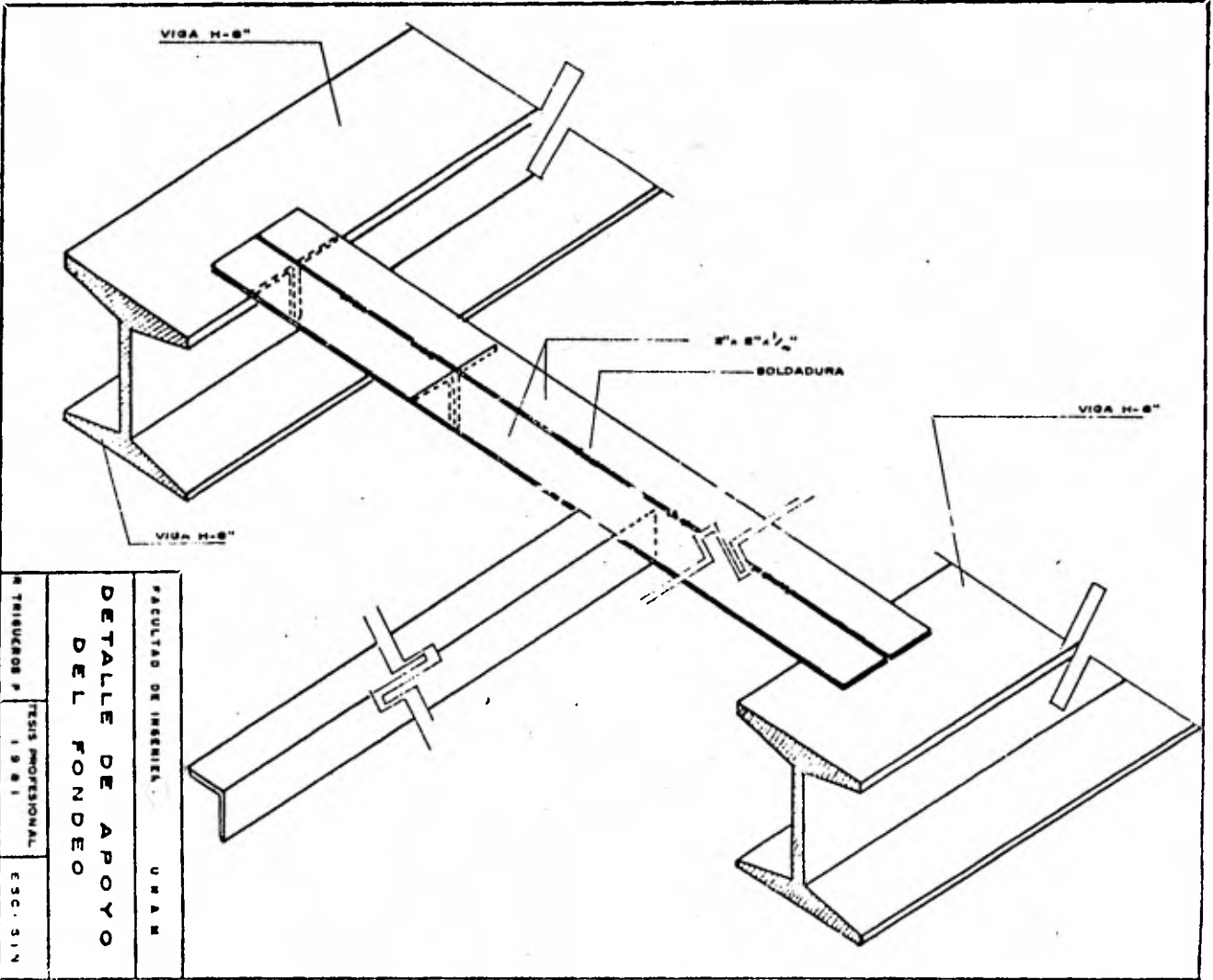


VIGUETAS (N-6") SERAN SOPORTADAS CON VARILLON 1 1/8" EN LAS CARCELES Y TODO SERA CEMENTADO.

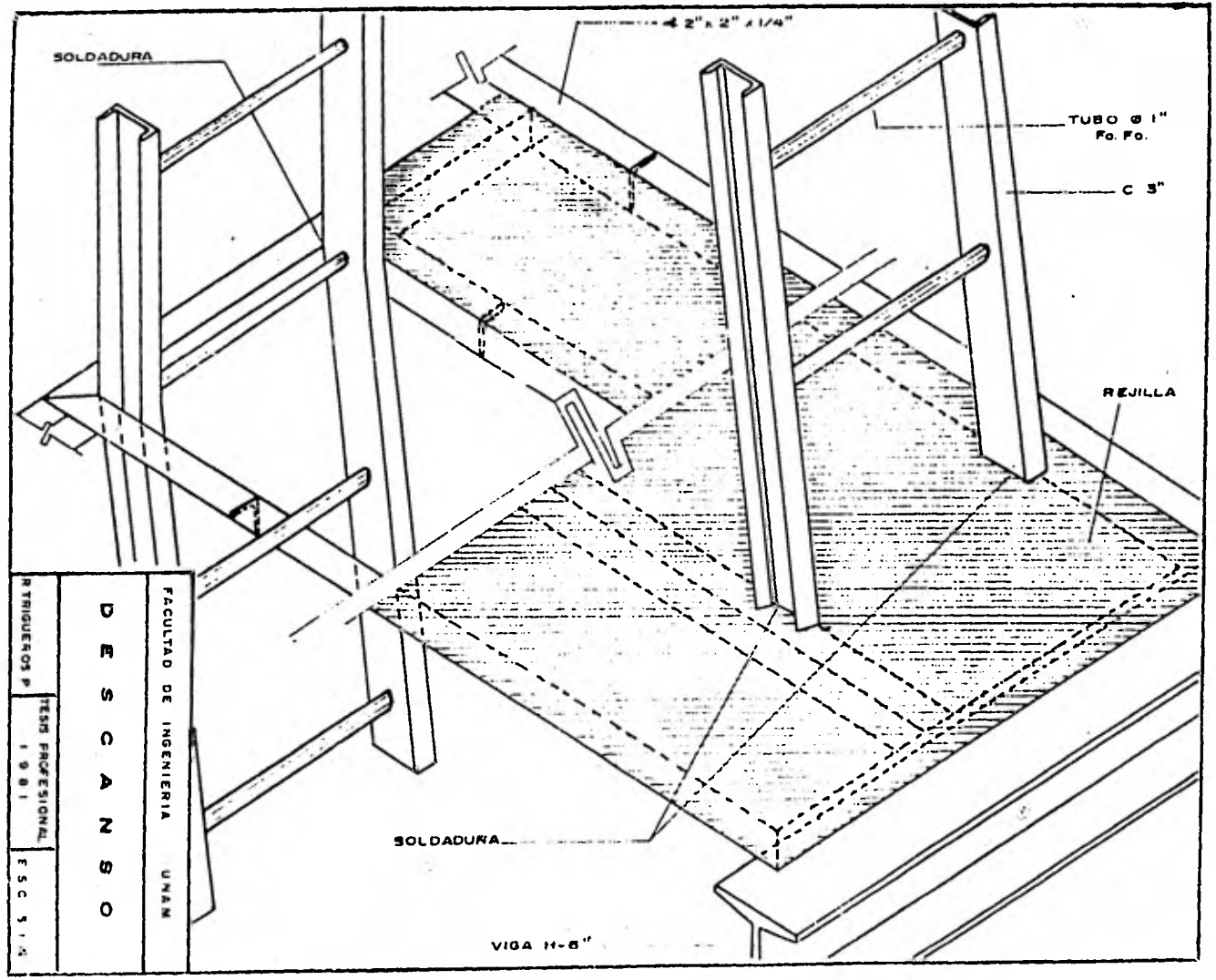
FACULTAD DE INGENIERIA		UNAM
<b>DETALLE DE LAS CARCELES</b>		
R TRIGUEROS P	TESIS PROFESIONAL 1981	ESC: SIN







FACULTAD DE INGENIERIA		U N A M
<b>DETALLE DE APOYO DEL FONDEO</b>		
ALABRADO POR	TESIS PROFESIONAL	ESC. CIV
1981		



RTRIGUEROS P	1981	E S C S I G	D E S C A N S O	FACULTAD DE INGENIERIA	UNAM
				TESIS PROFESIONAL	

VIGA H-8"

## 3.2.6. EQUIPO ACCESORIO PARA EL TIRO DE MANTEO.

## CAPACIDADES Y COSTOS.

## 3.2.6.0. MALACATE PARA MANTEO.

Producción anual	360,000 tms.
Producción mensual	30,000 tms.
Días trabajados	300/año
Tens., manteadas/día	1,200
Turno de mantee = 8 hr. x 50 % (eficiencia) = 4 hr., efectivas.	
Tens., manteadas/hr = 1,200/4 =	300
Elevación brecal	2,000 m
Elevación nivel 1800	1,800
Profundidad del tiro	200
Distancia nivel 1800 a cartucho	20
Longitud herca	26
Longitud Total	246 m (807 ft).
Cargas:	
Mineral (capacidad de carga)	13,000 lb
Cable 1 1/4", 807 ft x 1.6 lb/ft	1,291
Skip (90 ft <sup>3</sup> )	4,800
Carga en un cable	19,091
Otro cable	1,291
Skip vacio	4,800
Total peso suspendido	25,182 lb
Peso máximo sin balancear (43 % de 25,182 lb) =	10,828 lb.



Cálculo del motor eléctrico:

Viajes/min. =  $1,200/4 \times 4 \times 60 = 1.25$

Tiempo/viaje =  $60/1.25 = 48$  seg.

Velocidad =  $807/48 = 17$  ft/seg.

= 1,020 ft/min.

$4 (1,020 \times 0.3048) = 1,243,000$  kg-m-min.

$1,243,000/60 = 20,717/75 = 276$  hp (teóricas)

$276/60 \%$  (eficiencia) = 460 hp.

Malacate doble tambor de 6 ft x 4 ft

Cable 1 1/4"

Repe pull 10,000 lb

Velocidad 17 ft/seg.

Motor 460 hp., 2,200 volts

Ciclo de mantee:

Aceleración 10 seg.

Mantee 14

Desaceleración 10

Carga y descarga 14

Total 48

Ciclo complete 96 seg.

Cable 1 1/4" de diámetro, tipo cobra 6 x 19 (acero de arado),  
Ganosa.

Factor de seguridad =  $112,000/19,091 = 6$

## 3.2.6.0.0. COSTO MALACATE DE MANTEO.

El coste de un malacate Nordberg de doble tambor, de 72" x 42", de 460 hp y ranurado para cable 1 1/4", es de:

\$ 10'000,000.00

## 3.2.6.1. MALACATE PARA CALESA.

Elevación brecal	2,000 m
Elevación fondo	1,800
Profundidad	200
Altura horea	25
Total	225 m (738 ft).

## Cargas:

Caleza	6,000 lb
Cable 1 1/8", 738 ft x 1.6 lb/ft	1,181
Equipe	9,000
Total	16,181

Contrapeso (6,000 + 1,181 + 2,000)

9,181

Peso máximo sin balancear 10,000

Tirón del cable 10,000 lb

## Cálculo motor eléctrico:

$10,000 \times 0.45 = 4,500 \text{ kg}$

$4,500 \times 1 \text{ m/seg.} = 4,500$

$4,500/75 = 60 \text{ hp}$

$60 \text{ hp} / 60 \% \text{ (eficiencia)} = 100 \text{ hp}$

Cable tipe cebra 6 x 19 (acero de arado) Camasa.

Factor de seguridad =  $72,600/7,181 = 10$  (con gente)

Factor de seguridad =  $72,600/16,181 = 5$  (con equipo).

59

3.2.6.1.0. COSTO MALACATE DE CALESA.

El coste de un malacate Ledgerwood, de tambor sencillo, de 60"x 43" de 150 hp y ramurado para cable de 1 1/8", es de:  
\$ 1'130,000.00

3.2.6.2. CABLES.

Coste de cable 1 1/4", para manteeo:

\$ 76.80/m x 600 m = \$ 46,080.00

Coste de cable 1 1/8", para calesa:

\$ 61.10/m x 300 m = \$ 18,330.00

3.2.6.3. SKIPS.

Coste skip de 90 ft<sup>3</sup>, con ruedas de hule para las guías:

\$ 440,000 x 2 = \$ 880,000.00

3.2.6.4. POLEAS.

Coste de una polea de 5 ft., de diámetro, en acero vaciado para cable de 1 1/8" y dos para cable de 1 1/4":

\$ 100,000.00 x 3 = \$ 300,000.00

3.2.6.5. CALESA.

Coste de una calesa de acero y aluminio, de 3 x 1.6 m:

\$ 120,000.00

3.2.6.6. CARTUCHOS.

Coste de 4 cartuchos:

\$ 400,000.00

Coste de 2 estructuras de apoyo para los cartuchos:

\$ 80,000.00

Costo de instalación:

\$ 80,000.00

3.2.6.7. BOMBAS.

Costo de 2 motobombas de 4" y 50 hp, para desagüe, de 500 gpm:

\$ 60,000.00

3.2.6.8. CABLE ELECTRICO Y TRANSFORMADOR.

Costo de 450 m., de cable MCM 500 para la estación de bombas y de un transformador de 30 kva, un centro de carga y control de metros:

\$ 120,000.00

3.2.6.9. CHUTE.

Costo de un "chute" de alimentación a parrilla de quebradora. Puerta de hierro y pistón de aire:

\$ 60,000.00

3.2.6.10. QUEBRADORA.

Costo de una quebradora de quijada Pettibone 20"x 36" , motor de 60 hps:

\$ 700,000.00

Costo instalación:

\$ 60,000.00

3.2.6.11. PLATAFORMA DE FONDEO.

Costo de plataforma de fondeo, construida en madera y placa de acero, accionada con pistón de aire:

\$ 20,000.00

3.2.6.12. MOTORES EXTRAS.

Costo de 2 motores extras, para los malacates del tiro:

\$ 180,000.00

### 3.2.6.13. EQUIPO Y TRABAJOS MENORES.

Coste de equipo y trabajos menores de la obra, estimado en 10 % del total ( \$ 14'254,410.00 ).

\$ 1'425,441.00

#### Gran Total:

\$ 15'679,851.00

### 3.3. ALTERNATIVAS ANTEPROYECTO NIVEL 1800.

#### 3.3.0. ALTERNATIVAS PARA EL SOCAVON 1800.

Sección	3 x 3 m
Costo/m	\$ 11,792.63

Sección	4 x 4 m
Costo/m	\$ 18,000.00

Avance promedio mensual	87.50 m
-------------------------	---------

#### 3.3.0.0. PRIMERA ALTERNATIVA.

Dirigir el socavón 1800, hacia El Alacrán:

Sección	3 x 3 m
Rumbe	N 45° W
Longitud	1,300 m
Tiempo de terminación	14.9 meses
Coste	\$ 15'330,415.10

Actualmente se ha determinado con barrenos de diamante, la profundización del cuerpo El Alacrán, bajo el nivel 2000. Al dirigir

la obra hacia esta zona, se tendrían las siguientes ventajas:

a. Se estaría en posibilidad de explorar la posible continuidad de los cuerpos Mónica y Rosalba, ya que la obra pasaría entre estos cuerpos.

b. Se empezaría con la preparación del cuerpo prácticamente después de la terminación del socavón, ya que se ha detectado mineral hasta la cota 1,830.

Como una posible desventaja, podemos mencionar que los valores de El Alacrán son de mucho menor ley que los posiblemente existentes en La Negra (desconocidos a la fecha).

### 3.3.0.1. SEGUNDA ALTERNATIVA.

Dirigir el socavón 1800, hacia La Negra:

Sección	3 x 3 m
Rumbo	N 85° W
Longitud	1,600 m
Tiempo de terminación	18.3 meses
Coste	\$ 18'868,208.00

Al dirigir el socavón hacia La Negra se tienen las siguientes ventajas:

a. La obra pasaría cerca de la anomalía Carlina, la cual podría ser explorada en este nivel.

b. Se tendría la posibilidad de encontrar mineral con leyes altas.

a. Se tendría un mayor cuele, con el consecuente aumento de tiempo y costo de la obra.

b. Por falta de información geológica no se puede determinar si la mineralización está dentro o fuera del lote La Dificultad.

### 3.3.0.2. TERCERA ALTERNATIVA.

Realizar una comunicación intercuerpos. Una vez teniendo la certeza de que existe mineral a profundidad, tanto en La Negra como en El Alacrán, sería necesaria la comunicación de estos dos cuerpos, la cual se realizaría por medio de un secavón con las características siguientes:

Sección	4 x 4 m
Rumbo	N 40° W - S 40° W
Longitud	1,040 m
Avance promedio mensual	87.5 m
Tiempo de terminación	11.9 meses
Costo/m	\$ 18,000.00
Costo total	\$ 18'720,000.00

Como no existe otra alternativa para comunicar las posibles áreas mineralizadas, se tendría que esperar a que concluyera la terminación del secavón 1800.

### 3.3.1. ALTERNATIVA PARA LA EXPLOTACION.

Considerando la posibilidad de explotar mineral entre los niveles 2000 y 1800, se ha pensado que lo mejor será mantener el mineral al nivel 2000, aprovechando la infraestructura que se tiene en éste; y mandar el mineral a la planta de beneficio.

## 3.3.2. ALTERNATIVAS PARA EL TIRO DE MANTEO.

Coste/m	\$ 23,498.38
Sección	4.57 m (diámetro)
Avance promedio mensual	31.94 m
Longitud total	245 m
Tiempo de terminación	7.7 meses
Coste	\$ 5'757,103.23

Nota. Se está considerando tñm solo el contrapozo rebbins y la ampliación del mismo; e sea, el cuello del tiro.

## 3.3.2.0. PRIMERA ALTERNATIVA.

Celar el tiro de mantee en El Alacrán:

Se tiene la posibilidad de empezar el cuello al término del secavón, después de 14.9 meses.

Sin embargo, el hacer el tiro de mantee en esta zona implicará tener que aumentar el coste de acarree, al mandar mineral de La Negra a El Alacrán, y luego regresarlo e mandarlo a la planta de beneficio. Si se encuentra mineral de ley alta en la zona de La Negra, la preparación de producción Alacrán-Negra sería mayor en ésta, por lo que el concepto de coste de acarree también sería mayor al tener que recorrer 1,000 m. más la producción de este cuerpo.

## 3.3.2.1. SEGUNDA ALTERNATIVA.

Celar el tiro de mantee en La Negra:

El inicio de la obra sería después de haber llegado a esta zona con el secavón, después de 18.3 meses.

Pensando en aprovechar el secavón 1800 para después desarrollar mina, resulta más conveniente el dirigirle hacia la zona de La Negra y ahí hacer el tiro de mantee para mineral precedente de este cuerpo y de los demás, que por su situación más al norte, tiene que pasar cerca de este lugar cuando se envía a la planta de beneficio.



Cualquiera que sea la posición del tiro, de las dos alternativas anteriores, se tendrá un doble acarree; el primero para llevar el mineral hacia una estación de trituración primaria, antes del tiro; y el segundo, para llevar el mineral de una tolva junto al tiro, a la planta de beneficio.

### 3.3.2.2. TERCERA ALTERNATIVA.

Colar el tiro de mantee en un lugar cercano a la planta de beneficio:

Para el desarrollo de esta tercera alternativa sería necesario continuar el socavón 1800 hacia la planta de beneficio, después de comunicados La Negra con El Alacrán. La continuación del socavón tendría las siguientes características:

Sección	4 x 4 m
Rumbo	S 55° W
Longitud	1,700 m
Avance promedio mensual	87.5 m
Tiempo de terminación	19.4 meses
Coste/m	\$ 18,000.00
Coste	\$ 30'600,000.00

Con esta última alternativa el problema de doble acarree queda solucionado, presentándose en cambio el problema del lote La Dificultad.

3.3.3. RESUMEN PROYECTO DE EXPANSION.

MINA

OBRA	HUMBO	LONGITUD ( M )	SECCION ( M )	TIEMPO (MESES)	COSTO (\$ M.N.)
CANINO		5,000		8	5'000,000.00
SOCAVON	N45°W	1,300	3 x 3	14.9	15'330,415.10
RANPA		238.5	2.5 x 2.5	1.1	548,447.45
TIRO DE MANTRO			4.57 (DIAM.)	26	32'819,213.97

PLANTA

TRITURACION					20'000,000.00
MOLIENDA					20'000,000.00
OTRAS SECCIONES					10'000,000.00

---

GRAN TOTAL \$ 105'123,517.52

---

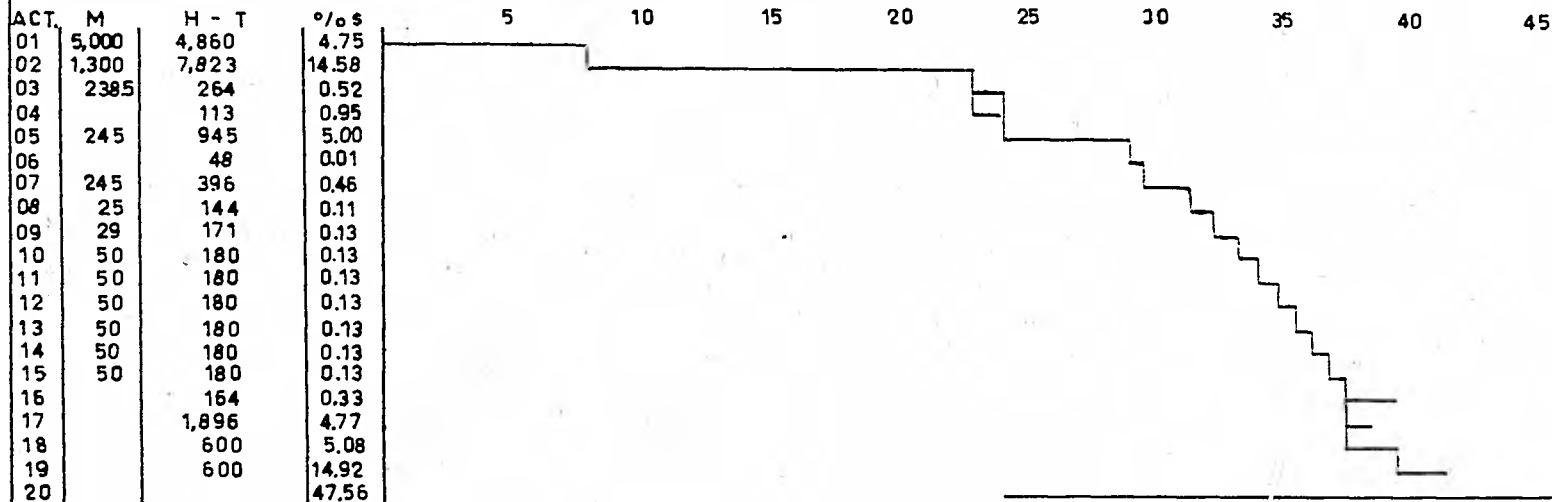
### 3.3.4. DIAGRAMA DE ACTIVIDADES.

Se hará el diagrama de actividades para la primera alternativa solamente, ya que el diagrama de las otras alternativas será muy similar.

A continuación se anotan los números que llevarán las obras en el diagrama de actividades:

- 01 Camino de acceso al nivel 1800.
  - 02 Secaván 1800.
  - 03 Rampa del nivel 1800 al nivel 1755.
  - 04 Preparación e instalación máquina Robbins.
  - 05 Centrapezo robbins.
  - 06 Preparación e instalación Alimak.
  - 07 Ampliación centrapezo robbins.
  - 08 Centrapezo vertical alimak.
  - 09 Centrapezo inclinado alimak.
  - 10 Ventanilla nivel 1820.
  - 11 Ventanilla nivel 1850.
  - 12 Ventanilla nivel 1880.
  - 13 Ventanilla nivel 1910.
  - 14 Ventanilla nivel 1940.
  - 15 Ventanilla nivel 1970.
  - 16 Desberdes para cartuchos, telvas, etc.
  - 17 Instalación del malfacate.
  - 18 Vestido del tiro de nanteo.
  - 19 Instalación de equipo accesorio del tiro de nanteo.
  - 20 Ampliación de la planta de beneficio a 40,000 tons., per mes.
- En este mismo cuadro, se anotan los totales de tiempo, hombres por turno empleados y el coste total del proyecto de expansión.

### DIAGRAMA DE ACTIVIDADES



TOTAL TIEMPO            48 MESES  
 TOTAL HOMBRES - TURNO   19,044  
 TOTAL COSTO            \$ 105'123,517.52 MN.

### 3.3.5. ELECCION ENTRE LAS ALTERNATIVAS.

68

De acuerdo con los resultados obtenidos a la fecha, la única alternativa aceptable sería la de dirigir el socavón 1800 hacia el área del cuerpo El Alacrán. Ya que sólo en esta área se ha descubierto mineral económicamente explotable.

La segunda alternativa sólo se podría aceptar, si la barrenación a diamante arrojara rápidos y buenos resultados en el área de La Negra.

La tercera alternativa sería aceptable, si se descubriera mineral explotable, tanto en El Alacrán, como en La Negra.

De acuerdo con lo anterior la elección de la alternativa a seguir, depende del tiempo en que se tenga que tomar la decisión: a corto, mediano y largo plazo; parece ser que la elección de la primera, segunda o tercera alternativas, respectivamente, sería lo mejor.

## 4.- SISTEMA DE BENEFICIO DE MINERALES

## 4.0. GENERALIDADES.

Las principales especies minerales que hacen posible la explotación son: Hessita ( $Ag_2Te$ ), Galena ( $PbS$ ), Marmatita ( $FeS-ZnS$ ) y Calcopirita ( $CuFeS_2$ ).

Las principales especies de ganga son: Arsenopirita, Pirretita, Pírita, Calcita, Gresularita, Andradita y Cuarzo.

El mineral extraído del cuerpo de La Negra contiene principalmente zinc, plomo y plata; el cuerpo El Alacrán contiene principalmente cobre. Ambos cuerpos se encuentran separados aproximadamente 700 m.

Una vez quebrado el mineral, se transporta en camiones de volteo de 10 ton , por contratistas y en un camión Jarvis Clark JDT-426, propiedad de la compañía, con capacidad de 26 ton ; el mineral recorre una distancia de 2,500 m , siendo 1,500 m , la longitud sobre el Túnel Principal, desde la quebradera primaria hasta la salida y 1,000 m , de ésta, hasta la telva de gruesos de la planta de beneficio. Junto a ésta se encuentra una segunda estación de trituración primaria para quebrar mineral de stocks.

Un stock es un patio y mineral almacenado en él; debido a que la capacidad de las telvas e siles de la planta de beneficio no sea suficiente, e tal vez por que la telva de gruesos de la planta tenga mineral de una campaña diferente, a la que se está produciendo en la mina. También se encuentra un stock a lo largo del camino de acarreo, como reserva, en caso de algún problema de producción en

la mina.

Se tienen dos campañas: campaña de "negras" y campaña de "alambranes", debido a diferencias mineralógicas entre ambos tipos de minerales, que obligan a un tratamiento por separado en la planta de beneficio.

Debido a la necesidad de trabajar por campañas, el sistema de acarree presenta ciertas variantes, algunas de ellas implican un acarree doble y un cesto doble, ya que el acarree se paga por tonelada, sin considerar la distancia.

#### 4.1. TRITURACION.

En la trituración primaria que corresponde a la mina, se cuenta con dos estaciones, se tiene un tamaño de alimentación de 25" y la descarga es a 6", lo que nos da una relación de trituración de 4.12:1, aceptable para la trituración primaria.

En la planta de beneficio la trituración se realiza en circuito cerrado, empleándose 2 quebraderas de cono; siendo la primaria de cono estándar y la secundaria de cono corto, con las siguientes características de operación:

Capacidad	20,000 Tons./mes
Tiempo de operación	26.5 días/mes
Tiempo de trituración	12 hr/día
% humedad del mineral	2 %

Banda #	Velocidad (m/min)	Capacidad (t/hr)
1	75.66	106.40
2	46.08	42.23
3	42.24	64.17

Descarga de la quebradora # 1 52% a -3/8

71

Descarga de la quebradora #2 73% a -3/8

Relación de trituración 16:1

De la telva de grueses (con capacidad para 400 tons.), el mineral es extraído por medio de un alimentador vibratorio, que descarga a una parrilla vibratoria con una abertura de 1". El mineral que no pasa por la parrilla (a través de ella) cae a la quebradora # 1, para que junto con el que sí pasa a través de la parrilla, sea conducido (banda # 1) a una criba vibratoria con tela de 3/8". El mineral mayor de 3/8" cae a la quebradora # 2 y es retornado (banda # 2) a la banda de alimentación de la criba vibratoria, para cerrar el circuito. El mineral menor de 3/8" es transportado (banda # 3) a los silos de fines, silo A y silo B; con capacidad de 450 tons., cada uno.

#### BALANCE DE MATERIA.

Malla	Banda 1	Banda 2	Banda 3	Parrilla	Criba	Qra. 1	Qra. 2
	%	%	%	F %	F %	P %	P %
-6"+1"	7.08	0.24		89.78	7.08	12.90	0.24
-1"+3/4"	7.95	0.38		0.10	7.95	14.52	0.38
-3/4"+1/2"	9.57	5.58		0.92	9.57	12.50	5.58
-1/2"+3/8"	15.09	20.80		4.03	15.09	8.08	20.80
-3/8"	60.31	73.00	100.00	5.17	60.31	52.00	73.00
ton/hr	106.40	42.23	64.17	64.70	106.40	57.61	42.23

Nota. F = alimentación.

P = descarga.



## 4.2. MOLIENDA.

Se tiene un circuito cerrado de molienda, empleando ciclones como clasificadores, con las siguientes características de operación:

Capacidad	20,000 tons/mes
Tiempo de operación	26.5 días/mes
Tiempo de molienda	24 hr/día (32.14 Tons/hr)

De los siles, el mineral es alimentado a una banda transportadora común, la cual tiene instalado un pesómetro para control del tonelaje. Esta banda alimenta a un moline de bolas de 9' x 11'. Este moline "muele" el mineral en un 80% a -200 mallas. La descarga del moline se alimenta a un ciclón de 20" de diámetro, mediante una bomba. El derrame del ciclón pasa a un tanque acondicionador de 8' x 8', y la descarga retorna al moline por gravedad.

## GRANULOMETRIA DE LA ALIMENTACION AL MOLINO.

Malla	Peso %	Acumulative %
+ 14	65.75	65.75
- 14+ 70	15.63	81.48
- 70+100	5.09	86.57
-100+150	1.49	88.06
-150+200	2.89	90.95
-200+270	1.65	92.60
-270+325	0.49	93.09
-325	6.91	100.00

## BALANCE DE MATERIA.

D = densidad

V = volumen

W = peso

Lugar	D	D	Sólidos V	W	W	W	
	Mineral	Pulpa	%	Pulpa	Pulpa	Sólidos	Agua
	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )		(m <sup>3</sup> /hr)	(t/hr)	(t/hr)	(t/hr)
<b>Descarga</b>							
molino	3.4	2.090	74	75.535	157.869	116.940	40.929
<b>Fines</b>							
ciolén	3.4	1.390	40	57.759	80.400	32.160	48.240
<b>Gruesos</b>							
ciolén	3.4	2.440	90	38.769	94.596	84.800	9.796

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE MOLIENDA.

Malla	Descarga	Molino	Fines	Ciolén	Gruesos	Ciolén	% Carga
	Pese %	Acum. %	Pese %	Acum. %	Pese %	Acum. %	Circulante
+70	40.10	40.10	4.46	4.46	63.05	63.05	155
-70+100	24.02	64.12	15.02	19.48	20.24	83.29	233
-100+150	5.38	69.50	6.32	25.80	3.88	87.17	247
-150+200	9.92	79.42	14.02	39.82	5.81	92.98	292
-200+270	4.72	84.14	9.54	49.36	2.54	95.52	306
-270+325	1.26	85.40	2.68	52.04	0.62	96.14	311
-325	14.60	100.00	47.96	100.00	3.86	100.00	311
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>265</b>

#### 4.3. FLOTACION.

El circuito de flotación está dividido en 3 secciones: en la primera se obtiene un concentrado conjunto de plomo- cobre, del que después se obtendrán los concentrados de plomo y de cobre, en la segunda sección. En la tercera sección se obtiene el concentrado de zinc.

Características de operación:

Alimentación

50% de sólidos a -200 mallas

Densidad de la pulpa	1.34 tons/m <sup>3</sup>
% de sólidos	36
pH para la fletación Pb-Cu	7.8 (natural)
pH para la fletación Zn	10.5-11.5

El derrame del ciclón a una dilución de 3:1 es conducido por gravedad al tanque acondicionador, donde se le adiciona  $ZnSO_4$  y  $NaCN$ , ambas en solución, con objeto de deprimir la blenda y la pirita. La pulpa después del acondicionamiento pasa por bombas a un banco de celdas desbastadoras en donde son deprimidas la blenda y la pirita y fleta el concentrado de Pb-Cu; aquí se le adiciona xantato 301 como colector espumante. Las celas del rougher Pb-Cu pasan a otro banco de celdas agitativas (scavenger), en donde se adiciona xantato 301 y prometer 404 con objeto de recuperar más Pb-Cu; las celas de estas celdas pasan todavía a otro banco de celdas scavenger, donde se termina la limpieza del Pb-Cu, adicionando más xantato y prometer. Las celas de este banco son cabezas para la fletación del Zn y pasan a un tanque acondicionador # 3.

Los concentrados del primero y segundo bancos scavenger se retornan a la primera celda del banco rougher. El concentrado de las celdas rougher pasa a un banco de celdas, donde se agrega sulfato de zinc y sodio. Las celas de esta limpieza previa se retornan a la primera celda del rougher. El concentrado pasa a un tanque acondicionador, en donde se agrega anhídrido sulfúrico, éste es el # 2.

De este acondicionador la pulpa pasa por bombas a un banco de celdas rougher, donde se le agrega almidón como colector. Las celas de estas celdas pasan a otro banco de celdas scavenger. Las celas de éste constituyen el concentrado de plomo, que pasa a un tanque espesador. Los concentrados de éste último banco serán retornados al tanque acondicionador (# 2). Los concentrados rougher (separación

Pb-Cu) pasan a un banco de celdas que integran la primera limpia del cobre y donde se agrega más almidón. Las celas de este banco son retornadas al rougher y los concentrados pasan a un segundo banco de celdas limpiadoras. Las celas de este banco son retornadas a la primera limpia, y los concentrados, forman el concentrado de cobre que pasa a un tanque espesador.

75

Del acondicionador # 3, donde se adiciona sal y sulfato de cobre para activar zinc, la pulpa es bombeada a un banco de celdas rougher para la fletación del zinc. Aquí se agrega prometer 404 y NaCN para deprimir Fe. Las celas pasan a otro banco de celdas scavenger. Los concentrados de estas celdas son retornados al acondicionador, donde se les agrega prometer para levantar el zinc, y las celas pasan a un segundo banco de celdas scavenger. Las celas de estas celdas constituyen los residuos finales y van a la presa de jales. Y los concentrados son retornados al tanque acondicionador # 3. El concentrado del banco rougher pasa a un banco de celdas limpiadoras, donde se agrega sal. Las celas de este banco van a la primera celda del rougher, y los concentrados, forman el concentrado de zinc que va a un espesador.

## REACTIVOS.

Lugar de adición (kg/ton).

Reactive	Meline	Aget. Pb-Cu	Deriv. Pb-Cu	1a. Limp.	Sep.	Zn	Zn	Total
ZnSO <sub>4</sub>	0.100			0.155				0.255
CuSO <sub>4</sub>						0.220		0.220
NaCN	0.006					0.012	0.006	0.024
Z-343		0.020	0.010			0.005		0.035
Espumante			0.020			0.010		0.030
Almidón					0.010			0.010
NaOH					0.010			0.010
CaOH <sub>2</sub>						1.000	0.049	1.049
P-404	0.015	0.100						0.025
Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>					0.085			0.085
B-238		0.011						0.011
Z-350			0.009					0.009
NaHSO <sub>3</sub>	0.110			0.070				0.180
Complex-68	(en partes iguales para los tres espesadores)							0.010

## BALANCE DE MATERIA.

77

	D Mineral t/m <sup>3</sup>	D Pulpa t/m <sup>3</sup>	Sólidos %	V Pulpa m <sup>3</sup> /hr	W Pulpa t/hr	W Sólidos t/hr	W Agua t/hr
	Cab. 3.40	1.340	36	72.531	97.337	35.338	61.959
1	Cenc. 3.80	1.210	23	6.608	7.362	1.710	5.652
	Cel. 3.40	1.360	37	66.209	89.975	33.668	56.307
	Cab. 3.40	1.360	37	66.209	89.975	33.668	56.307
2	Cenc. 3.80	1.170	20	10.701	12.532	2.484	10.048
	Cel. 3.40	1.390	40	55.714	77.443	31.184	46.259
A	Cab. 3.80	1.210	23	6.608	7.362	1.710	5.652
3	Cenc. 4.00	1.220	24	4.691	5.348	1.287	4.061
	Cel. 3.80	1.180	21	1.707	2.014	0.423	1.591
	Cab. 4.00	1.220	24	4.691	5.348	1.287	4.061
4	Cenc. 4.51	1.350	33	2.191	2.957	0.976	1.981
	Cel. 3.80	1.110	13	2.154	2.391	0.311	2.080
	Cab. 4.50	1.330	33	2.654	3.550	1.154	2.396
5	Cenc. 4.45	1.340	33	1.624	2.176	0.728	1.448
	Cel. a 5.26	1.340	31	1.030	1.374	0.426	0.948
	Cab. 4.45	1.340	33	2.506	3.359	1.063	2.276
B 6	Cenc. 4.45	1.350	33	2.050	2.766	0.905	1.861
	Cel. 4.50	1.310	30	0.453	0.593	0.178	0.415
	Cab. 4.45	1.350	33	2.050	2.766	0.905	1.861
7	Cenc. b 4.35	1.360	35	1.164	1.583	0.550	1.033
	Cel. 4.50	1.310	30	0.903	1.183	0.355	0.828
	Cab. 3.40	1.370	38	63.746	87.332	33.046	54.286
8	Cenc. 3.92	1.190	21	8.228	9.789	2.092	7.697
	Cel. 3.40	1.380	38	55.518	77.543	30.954	46.589

	Cab.	3.40	1.380	38	55.518	75.543	30.954	46.589	78
9	Conc.	3.90	1.290	30	0.355	0.457	0.137	0.320	
	Col.	3.40	1.390	40	55.298	77.086	30.817	46.269	
	Cab.	3.40	1.390	40	55.298	77.086	30.817	46.269	
10	Conc.	3.92	1.290	30	1.064	1.370	0.411	0.959	
	Col.	3.40	1.400	40	54.253	75.716	30.406	45.310	
	Cab.	3.40	1.400	40	54.253	75.716	30.406	45.310	
C11	Conc.	3.90	1.290	30	0.518	0.667	0.200	0.467	
	Col.d	3.40	1.400	40	53.727	75.049	30.206	44.843	
	Cab.	3.92	1.190	21	8.228	9.789	2.092	7.697	
12	Conc.	3.94	1.200	22	6.593	7.900	1.752	6.148	
	Col.	3.69	1.150	18	1.641	1.889	0.340	1.549	
	Cab.	3.94	1.200	22	6.593	7.900	1.752	6.148	
13	Conc.	3.94	1.300	31	3.300	4.283	1.318	2.965	
	Col.	3.69	1.100	12	3.288	3.617	0.434	3.183	
	Cab.	3.94	1.300	31	3.300	4.283	1.318	2.965	
14	Conc.	4.02	1.440	41	1.659	2.394	0.978	1.416	
	Col.	3.69	1.150	18	1.643	1.889	0.340	1.549	

**Nota:**

A = primera sección.

B = segunda sección.

C = tercera sección.

1 = desbastadera Pb-Cu.

2 = agotativa Pb-Cu.

3 = primera limpia Pb-Cu.

4 = segunda limpia Pb-Cu.

5 = separación Pb-Cu.

6 = primera limpia separación Pb-Cu.

7 = segunda limpia separación Pb-Cu.

8 = desbastadera Zn 1-3.

- 9 - desbastadera Zn 4-6.
- 10 - agotativa Zn # 1.
- 11 - agotativa Zn # 2.
- 12 - primera limpia Zn.
- 13 - segunda limpia Zn.
- 14 - tercera limpia Zn.

- a - concentrado de Pb.
- b - concentrado de Cu.
- c - concentrado de Zn.
- d - cela final.

#### 4.4. FILTRACION.

El circuito de filtración y asentamiento está compuesto por 3 separadores y 3 filtros de discos, con 2 discos cada filtro. Trabaja con las siguientes características de operación:

Alimentación	% Sólidos	D Pulpa
Espesador Pb	31	1.340
Espesador Zn	41	1.443
Espesador Cu	35	1.360

Aproximadamente se alimentan los 3 filtros con un 50% de sólidos.

Concentrado	% Humedad
Pb	10
Zn	10
Cu	10

Los concentrados de plomo, cobre y zinc, una vez obtenidos, se someten a sedimentación en tanques espesadores con agitación mecánica. Los brazos rastrilladores agitan suavemente al concentrado y



le llevan al centro del tanque, donde fluye a través de una abertura hasta la toma de entrada de una bomba de ledos, la cual alimenta a un filtro rotatorio de vacío, donde se obtiene el concentrado final, con una humedad promedio del 10%.

#### 4.5. DIAGRAMA DE FLUJO.

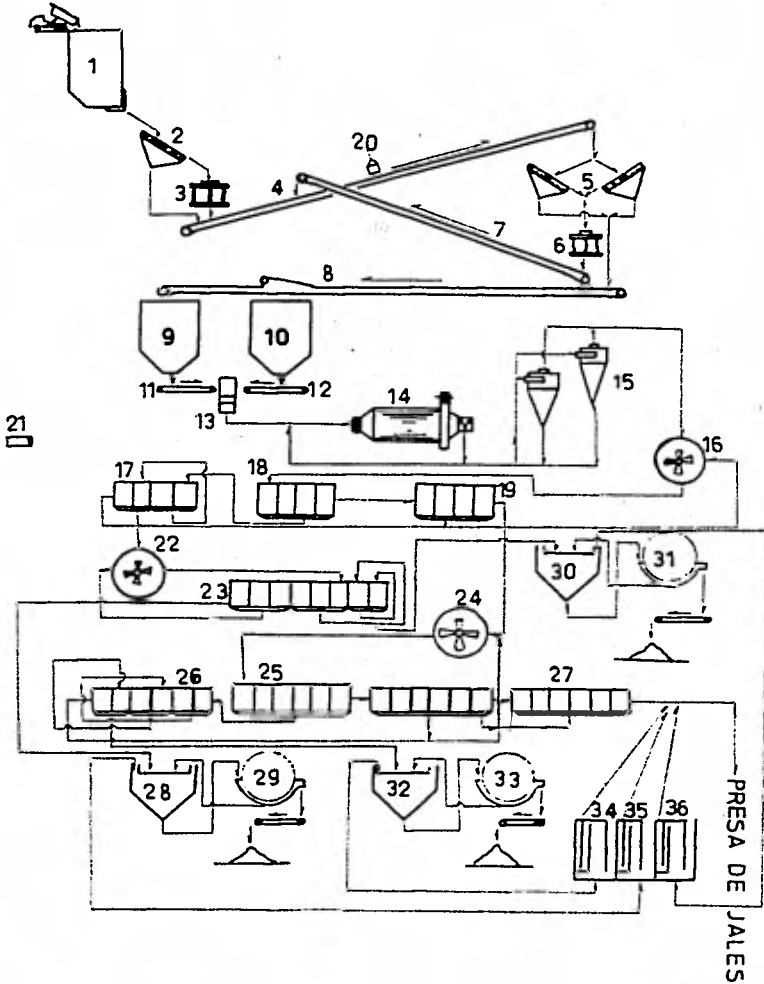
1. Telva de mineral grueso (400 ton).
2. Parrilla vibratoria (1").
3. Quebradera de ceno # 1.
4. Banda transportadora # 1.
5. Criba vibratoria (3/8").
6. Quebradera de ceno # 2.
7. Banda transportadora # 2.
8. Banda transportadora # 3 (con carro alimentador).
9. Silo A (450 ton).
10. Silo B (450 ton).
11. Banda A.
12. Banda B.
13. Banda transportadora con pesómetro.
14. Meline de belar (9' x 11').
15. Ciclones clasificadores (20").
16. Tanque acondicionador de cabeza (8' x 8').
17. Celdas limpiadoras Pb-Cu.
18. Celdas desvastadoras Pb-Cu.
19. Celdas agotadoras Pb-Cu.
20. Electroimán.
21. Analizador.
22. Tanque acondicionador Pb-Cu (8' x 8').
23. Celdas de separación de Pb y Cu.
24. Tanque acondicionador de Zn (12' x 12').
25. Celdas agotadoras de Zn.
26. Celdas limpiadoras de Zn.

27. Primero y segundo bancos agotadores de Zn.
28. Espesador del Pb (6' x 18').
29. Filtro del Pb (4').
30. Espesador del Cu (6' x 18').
31. Filtro del Cu (4')
32. Espesador del Zn (6' x 18').
33. Filtro del Zn (4').
34. Pileta de asentamiento del Zn.
35. Pileta de asentamiento del Pb.
36. Pileta de asentamiento del Cu.

#### 4.6. PROGRAMA DE PRODUCCION MENSUAL.

Producto	Tons.	Ag(g/t)	Pb %	Zn %	Cu%	Ag %	Pb %	Zn %	Cu %
secas									
Cabeza	20,000	15	1.0	2.2	0.65	100.00	100.00	100.00	100.00
Conc. Pb	280	6,500	0.47	7.0	4.43	60.70	65.80	4.50	9.50
Conc. Zn	420	143	0.73	47.0	1.21	2.00	1.50	44.90	3.90
Conc. Cu	360	1,777	7.89	5.42	24.00	21.30	14.20	4.40	66.50
Celas	18,940	25	0.19	1.07	0.14	16.00	18.50	46.20	20.10
Recuperaciones totales:						82.00	80.00	44.90	76.00

DIAGRAMA DE FLUJO



## 5.-ANALISIS ECONOMICO

## 5.0. INVERSION.

Se hará el análisis económico del proyecto de expansión considerando la primera alternativa de las obras de desarrollo estudiadas en el capítulo tercero y los costos que se tengan en los ajustes que requiera la planta de beneficio.

MINA	\$ 55'123,517.52
PLANTA DE BENEFICIO	50'000,000.00
<u>TOTAL INVERSION</u>	<u>\$ 105'123,517.52</u>

Se considera que la inversión se realizará en cuatro años a razón de \$ 26'280,879.37 M.N., per año.

Fórmula (interés compuesto):

$$S = P(1+i)^n$$

S = monto de la inversión.

P = principal.

i = tasa de interés = 35%.

n = número de años.

$$S = 26'280,879.37(1.35)^3 + 26'280,879.37(1.35)^2 + 26'280,879.37(1.35) + 26'280,879.37$$

$$S = 64'661,475.45 + 47'896,902.54 + 35'479,187.06 + 26'280,879.37$$

$$S = 174'318,444.30$$

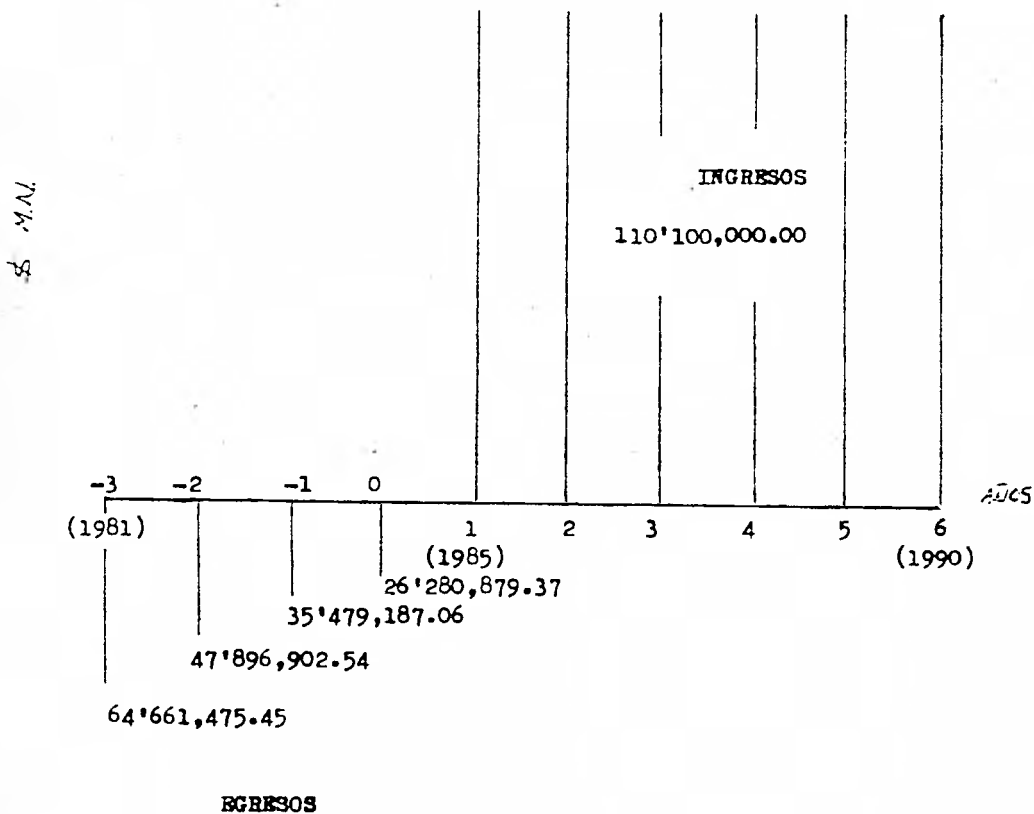
MONTO TOTAL DE LA INVERSION INICIAL INCLUYENDO INTERESES

$$S = C = \$ 174'318,444.30 \text{ M.N.}$$

5.1. INGRESOS.

Con un incremento anual de producción de 240,000 toneladas métricas, la Compañía Minera La Negra y Anexas, S. A., espera tener para el año de 1985 ingresos netos equivalentes a \$ 110'100,000.00 M.N., adicionales. Para fines de estudio del presente proyecto de expansión consideraremos constantes estos ingresos para los 6 años de vida útil del proyecto. Ver apéndice C.

Gráfica del flujo de efectivo:



## 5.2. GANANCIA.

84

Se llama Ganancia a la diferencia obtenida entre la suma de los ingresos netos reducidos a valor actual y la inversión total inicial.

Fórmula:

$$G = I_1(1+i)^{-1} + I_2(1+i)^{-2} + \dots + I_k(1+i)^{-k} + I_n(1+i)^{-n} - C$$

G = ganancia.

$I_k$  = ingreso neto.

n = vida útil del proyecto de expansión = 6 años.

i = tasa de interés de oportunidad = 35%.

C = inversión total inicial incluyendo intereses.

$$G = 110'100,000(1.35)^{-1} + 110'100,000(1.35)^{-2} + 110,100,000(1.35)^{-3} \\ + 110'100,000(1.35)^{-4} + 110'100,000(1.35)^{-5} + 110'100,000(1.35)^{-6} \\ - 174'318,444.30$$

$$G = 81'555,555.56 + 60'411,522.63 + 44'749,276.02 + 33'147,611.87 \\ + 24'553,786.57 + 18'187,990.05 - 174'318,444.30$$

$$G = 262'605,742.70 - 174'318,444.30 = 88'287,298.40$$

---

GANANCIA TOTAL EN 6 AÑOS

---

$$G = \$ 88'287,298.40 \text{ M.N.}$$

---

## 5.3. RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN.

### 5.3.0. MÉTODO REALISTA.

Para determinar la Rentabilidad (R) por este método se supone que todos los ingresos se depositan en un fondo a medida que se van obteniendo y ganan intereses a la tasa de oportunidad  $i = 35\%$ .

Fórmula:

$$R = \sqrt[n]{\frac{\sum_{k=1}^n I_k (1+i)^{n-k}}{C}} - 1$$

$$R = \sqrt[6]{\frac{262'605,742.70 (1.35)^6}{174'318,444.30}} - 1 = 0.45$$

---

**TASA DE RESTABILIDAD REALISTA**


---

**R = 45% ANUAL.**


---

**5.3.1. METODO OPTIMISTA.**

En este método se supone que todos los ingresos netos se reinvierten en el negocio a medida que se van obteniendo.

Fórmula:

$$C = \frac{I_1}{(1+R)^1} + \frac{I_2}{(1+R)^2} + \dots + \frac{I_n}{(1+R)^n}$$

Esta fórmula se resuelve por tanteos, variando la rentabilidad (R). Siendo C la inversión total inicial incluyendo intereses.

$$C_{55\%} = 185'746,231.40$$

$$C_{58\%} = 177'625,985.60$$

$$C_{60\%} = 172'562,547.70$$

Vemos que la rentabilidad se encuentra entre estos dos últimos valores e interpolando obtenemos:

---

**TASA DE RENTABILIDAD OPTIMISTA**


---

**R = 59% ANUAL.**


---

#### 5.4. PERIODO DE CANCELACION.

86

El Período de Cancelación es el tiempo en el cual los ingresos netos reducidos a valor actual igualan la inversión inicial.

Fórmula:

$$C = \frac{P_0}{\sum_{k=1}^n I_k (1+i)^{-k}}$$

$$C_{2 \text{ años}} = 141'967,078.20$$

$$C_{3 \text{ años}} = 186'716,354.20$$

De lo anterior vemos que el período de cancelación es mayor a 2 años e interpolando obtenemos:

---

PERIODO DE CANCELACION

2 AÑOS, 8 MESES Y 20 DIAS.

---



## 6.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. Consideramos que debido al agotamiento de las reservas actuales, el futuro de la Unidad La Negra se encuentra en la explotación bajo el nivel 2000.

2. El presente estudio tuvo la finalidad de estimar tiempo y costo de dos obras principales de desarrollo (entendiéndose como obras de desarrollo, aquellas que nos permiten llegar al yacimiento mineral para explotarlo, o bien, son las obras que en conjunto forman la infraestructura para la explotación de un yacimiento mineral), tales como el socavón 1800 y el tiro de manteo, que junto con la infraestructura existente en el nivel 2000 para el acarreo, permitirán explotar racionalmente el mineral concentrado entre ambos niveles.

3. Se recomienda continuar e intensificar la exploración en la zona de La Negra, debido a lo positivo que resultaría encontrar mineral en ésta.

4. Se recomienda un estudio para la ampliación a 40,000 tons., por mes, de la planta de beneficio (y el estudio paralelo del aumento de producción en la mina), ya que se considera que con un aumento importante de producción, se podrán abatir los costos de operación en mina y planta de beneficio.

5. Los tiempos para este estudio se han tomado de acuerdo a los resultados de operación que se tienen en la mina La Negra.

6. Se considera que la labor de mantenimiento es fundamental. Sobre todo se debe programar mantenimiento preventivo, ya que el

7. De acuerdo con el análisis económico podemos decir que el proyecto de expansión es atractivo, debido a lo siguiente:

a). Se tiene una inversión total inicial de:

\$174'318,444.30 M.N., incluyendo intereses.

b). La ganancia total es de:

\$ 88'287,298.40 M.N., en 6 años.

c). La rentabilidad es:

Realista de 45 % anual y

Optimista de 59 % anual.

d). Se tiene un período de cancelación de:

2 AÑOS, 8 MESES Y 20 DIAS.

e). Por último, cabe señalar que el análisis económico es para la primera alternativa del presente estudio, la cual presenta las leyes más bajas que se espera encontrar.

SITUACION ACTUAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS DE LA MINA PURISIMA  
CONCEPCION, PACHUCA, HGO.

TESIS PROFESIONAL. ING. MARIO LUIS FLORES SILVA. UNAM, 1978.

REPORTES DEL DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA, UNIDAD LA NEGRA.

COMPANIA MINERA LA NEGRA Y ANEXAS, S.A. MACONI, QRO. 1980.

MINA LA NEGRA, MUNICIPIO DE CADEREYTA, QUERETARO, SU SITUACION  
ACTUAL Y SUS PERSPECTIVAS FUTURAS.

TESIS PROFESIONAL. ING. DEMETRIO VALLEJO SIXTOS. UNAM. 1980.

APROVECHAMIENTO DE PLATA Y TUNGSTENO DE JALES DE FLOTACION  
DE LA COMPANIA MINERA LA NEGRA Y ANEXAS, S.A.

TESIS PROFESIONAL. ING. FRANCISCO JAVIER JUAREZ GARCIA. IEM, 1980.

CONCENTRACION DE MINERALES POR FLOTACION.

PHILIP RABONE. COMISION DE FOMENTO MINERO. 1975.

SME MINING ENGINEERING HANDBOOK. VOLUME 1 AND 2.

CUMMINS AND GIVEN. 1973.

MANUAL ATLAS COPCO. TECNICA DEL AIRE COMPRIMIDO.

SEGUNDA EDICION. 1976.

PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE OPERACION ROBBINS 61-R.

Dimensiones del lugar de trabajo.

Las dimensiones mínimas del lugar de trabajo son: 7 x 6 x 6.5 m., largo, ancho y alto, respectivamente. El acceso para mover la máquina montada en su tractor, deberá tener 3 x 3 m., como mínimo. Los sistemas hidráulico, eléctrico, controles y máquina Robbins, deben guardar una distancia no mayor de 9 m., entre sí.

Espacio para la tubería de barrenación.

Para un contrapeso de 245 m - 804 ft., se van a necesitar 804/5 = 161 tubes, para su barrenación, más de 9 tubes extras para emergencias; en total 170 tubes. Esta tubería se puede acomodar tendiéndola en 8 pisos o camas de 21 tubes cada una, más una cama de 2 tubes.

Cada tube tiene un diámetro de 0.30 m.

0.30 x 21 = 6.30 m.

Se deja un margen de 0.50 m., para que el ayudante pueda acomodar la tubería. Por lo tanto la longitud mínima de tendido será igual a 6.80 m.

Se recomienda usar tablón de 2" entre el piso y la primera cama de tubes y tabla de 1" entre camas de tubes, para facilitar el redamiento de éstos.

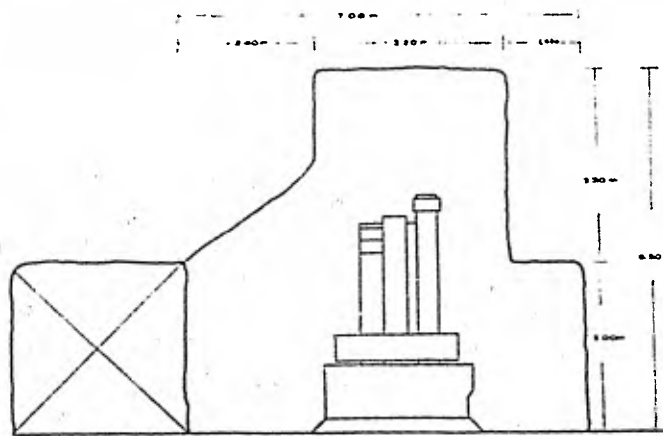
Bases para la instalación.

Las bases para fijar la máquina se pueden hacer de las siguientes dos formas:

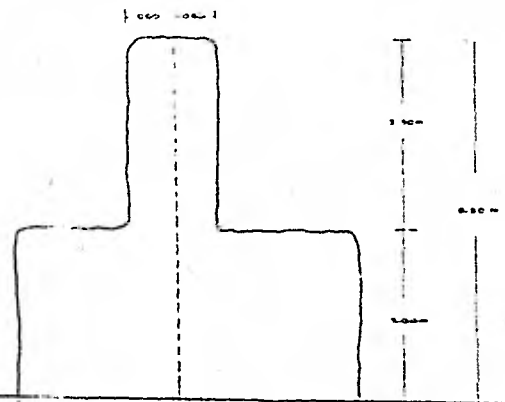
A. Concreto semi-armado. Esta será una fosa de 3 x 2.45 x 0.60 m., largo, ancho y profundidad, respectivamente; con armado en la parte superior de varilla corrugada de 1/2" y prepercciones de concreto 1:2:3; lleva un sobrelavamiento o patín para colocar la máquina.

A PARTIR DE  
ESTA PAGINA

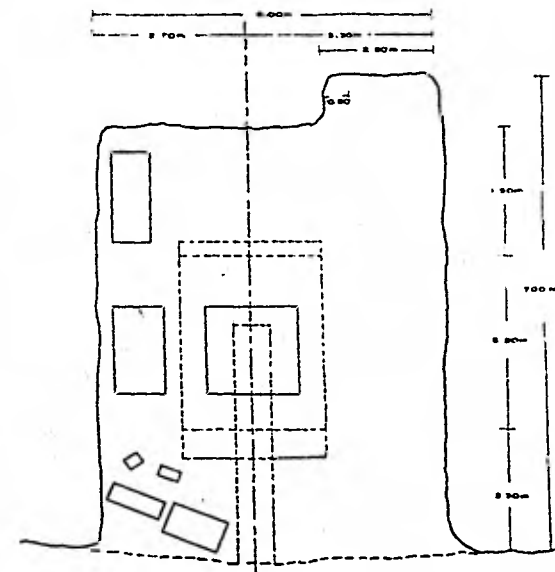
FALLA DE  
ORIGEN.



SECCION LONGITUDINAL



SECCION TRANSVERSAL



PLANTA

FACULTAD DE INGENIERIA		UNAM
PREPARACION ROBBINS		
PROFESOR	ALUMNO	FECHA
		2021-10-12

na de 6" (0.1524 m) x 1745/64" (0.45 m) de ancho y 3 m de largo; en el cual va envevida una vigueta I 6", por 4 m., de largo.

En este armado se colocan las anclas, por medio de una plantilla de triplay, hecha previamente para la máquina; las anclas son de varilla redonda de 1 3/4" x 0.85 m., de largo, con cuerda en un extremo de 0.125 m. Son 14 anclas.

B. Viguetas. Para el uso de esta forma de base, se usan dos viguetas fabricadas para este caso; éstas son de placa de 3/4" en las almas (2) y 1/2" en los patines. Estas tienen una longitud de 13 ft (3.96 m), de ancho de patín 16 1/8" (0.4095 m) y de peralte 6" (0.1524 m). Actualmente la máquina cuenta con ellas, fijándose éstas dos por medio de 16 anclas (4 en cada extremo de vigueta).

Estas viguetas llevan los orificios para atornillarse a la base de la máquina, siendo éstos de 2".

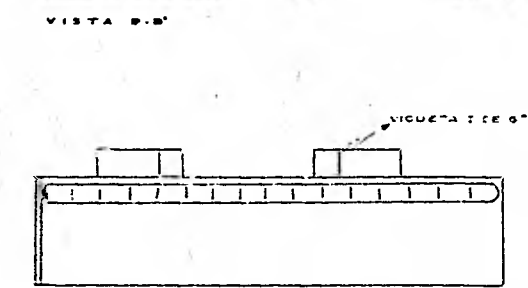
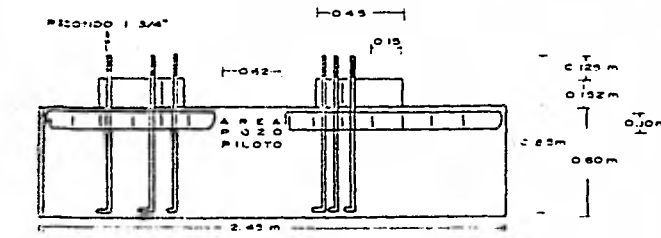
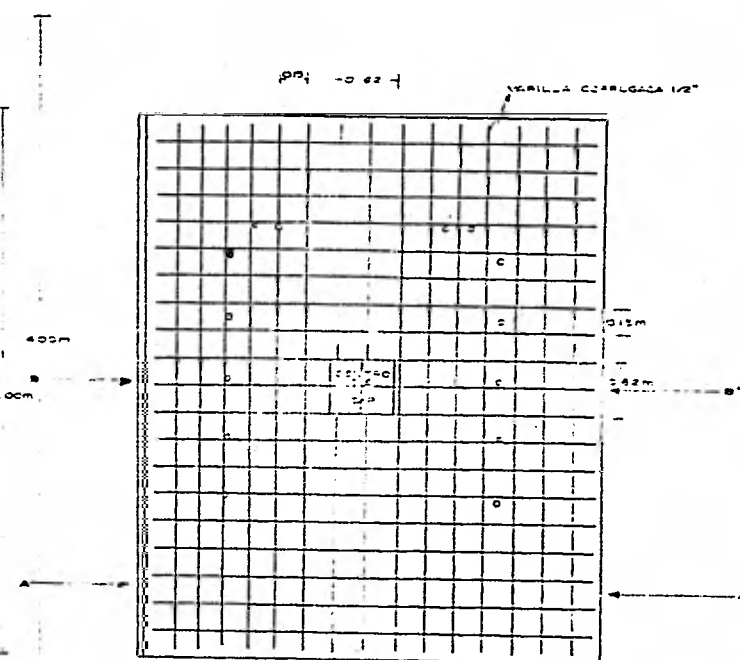
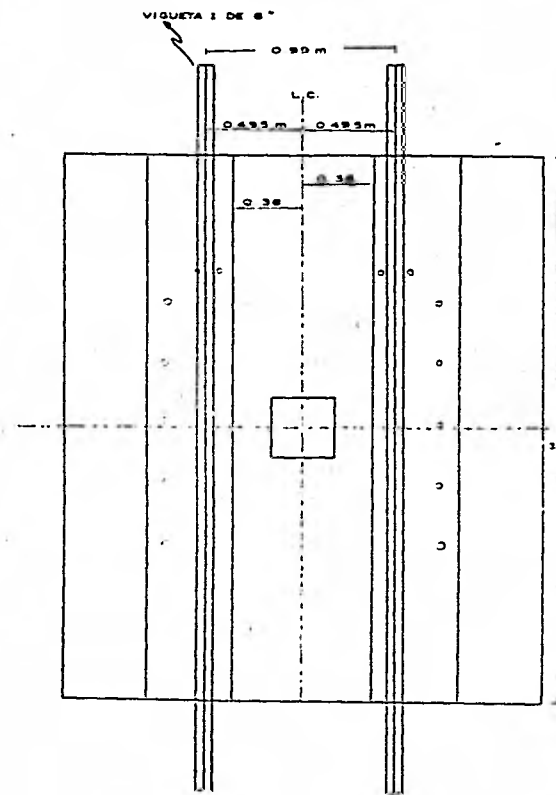
Estas viguetas se colocan sobre una plancha de concreto (ciclo-pee) hecha para ello de 13 ft (3.96 m) de largo, por 8 ft (2.43 m) de ancho y una profundidad de 3 ft (0.91 m), dejándole un canal de 0.30 m., por 0.10 m., en el centro y en sentido longitudinal para desagüe.

Las viguetas se sujetan a esta plancha por medio de 8 anclas, las cuales se colocan una vez hecha la plancha y presentadas las viguetas. Estas anclas son de varilla redonda de 1.42 m., de largo, con resaca en un extremo de 6" (0.15 m).

Los tornillos para sujetar la máquina a las viguetas son de 1 1/2" x 7", éstos se colocan con unos trapes de 3" x 3", con orificios en el centro de 1 5/8".

Distribución de estaciones de eje para la instalación de la máquina.

Después de celar la cimentación y marcar el centro del barreno, se efectúa la barrenación para los estaciones de eje y los de ilumi-



FACULTAD DE INGENIERIA UNAM	
DETALLE BASE CONCRETO SEMIARMADO	
ESTRUCTURAS P	ESC 1:20



nación. Los barrenos marcados con los números 1, 2, 4 y 5, se utilizan para sostener la máquina Robbins cuando se instala o se va a cambiar de lugar. Los barrenos marcados con el número 3, son para instalar la lámpara de iluminación del lugar.

Para levantar la máquina Robbins.

Se debe procurar que el peso de la máquina quede distribuido. No se debe colgar de las partes móviles; cuando sea en sentido vertical no se debe colgar del bastidor, para ello se utilizarán cadenas e cables que irán en la parte superior de las columnas e cruces para su mayor estabilidad.

Si es necesario que el peso de la máquina sea menor, éste se puede reducir desmontando el motor eléctrico, caja de velocidades y caja de empuje.

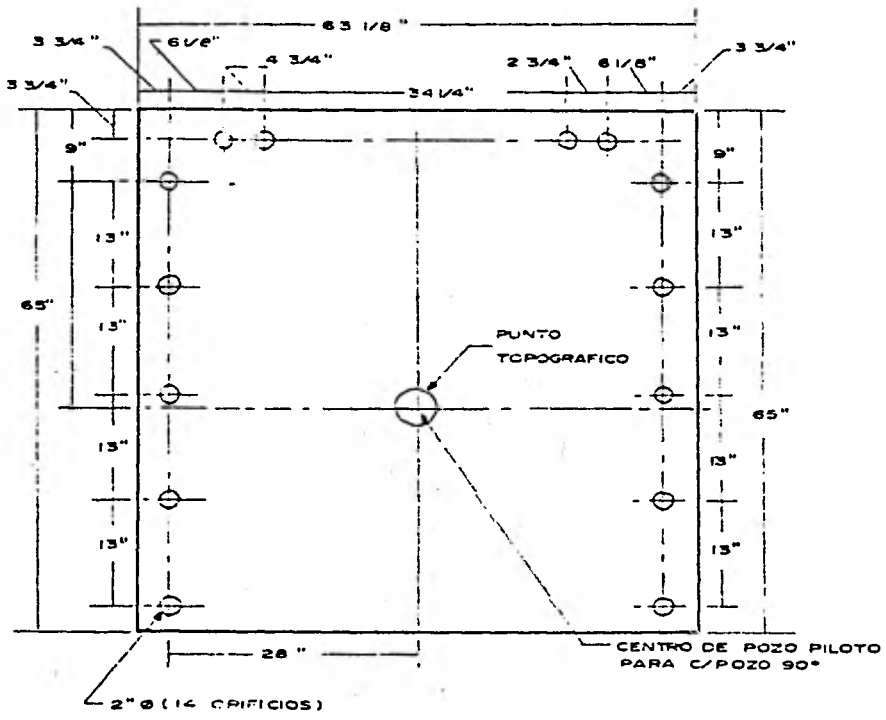
Secuencia para montaje.

1. Anclar viguetas y patines en el lugar de operación.
2. Llevar la máquina y montarla.
3. Montar el motor de lubricación y brazo cargador.
4. Situar en lugares adecuados los sistemas eléctrico, hidráulico y centros.
5. Se procede a conectar mangueras y cables.

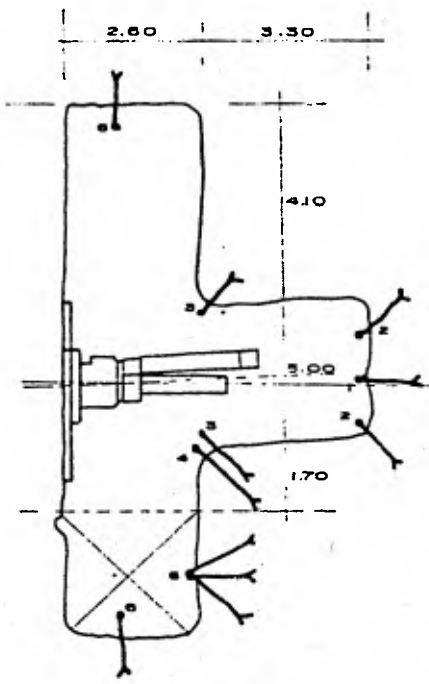
Nota. Debe procurarse que la máquina y demás equipo se proteja contra el agua que pueda filtrarse en el lugar de operación y mantener donde se requiera la humedad del ambiente lo más baja posible, para evitar oxidación de los componentes eléctricos.

Material y herramienta utilizada en el transporte y montaje de equipo.

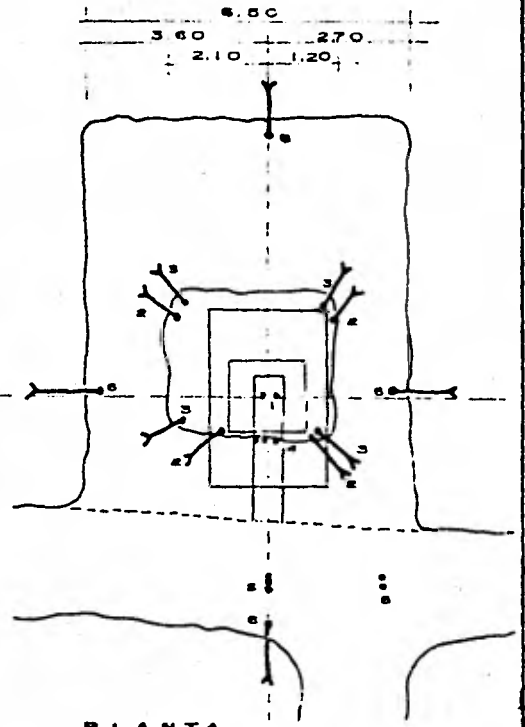
1. Conjunto de herramienta del equipo.
2. Cadenas y cables.
3. Garruchas, una de 5 tons., otra de 2 tons., y 2 e 3 de 2 tons.



FACULTAD DE INGENIERIA		UNAV
<b>POSICION DE ANCLAS</b>		
<b>MAQUINA ROBBINS 61-R</b>		
R TRIGUEROS P	TESIS PROFESIONAL	ESC 1981

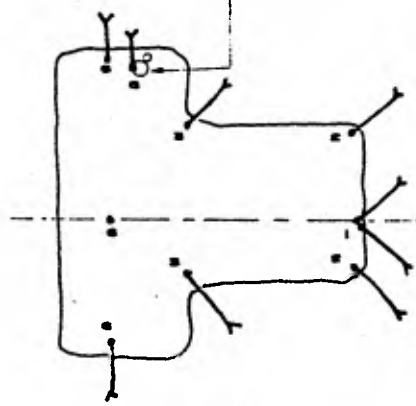


LATERAL



PLANTA

TUB. AGUA 2" Ø  
TUB. AIRE 4" Ø



FRENTE

FACULTAD DE INGENIERIA		UNAM
<b>ESTACIONES DE OJO</b>		
R TRIGUEROS F.	TESIS PROFESIONAL 1981	ESC 1102

4. Estaciones de varilla comercial de 1 1/4" y longitud de 8, 6 y 5 ft; esta longitud varía de acuerdo a la formación del terreno. Estas estaciones tienen una ranura de 6" para la cuña.

Transporte de la rima.

La rima se desmantela en 3 partes principales que son:

1. La flecha.
2. El armazón y
3. Los certaderos y piñas.

Se desmonta de la siguiente manera:

1. Se le quitan los 3 primeros cortaderos, que dejan al descubierto los tornillos que fijan los seguros de media luna.

2. Se quitan los tornillos.

3. Se extraen los seguros por medio de epressoras.

4. Se desmontan los certaderos y piñas.

5. Se quita el perno de seguridad que va en la parte inferior de la flecha.

6. Quitándose este perno, la flecha queda lista para desmontarse.

Nota. Si los certaderos están desgastados o dañados, se envían al taller para el cambio de certaderos. Al transportar la rima desarmada: tener la precaución de colocar todos los tornillos en una lata con diesel, engrasar completamente todas las chumaceras donde se colocan los certaderos; transportar los certaderos en cajas de madera y evitar hacerlo apilados, ya que son sumamente fracturables por su dureza.

#### OPERACION ROBBINS.

Partes principales del equipo:

Máquina Robbins.

Sistema eléctrico.

Sistema hidráulico.

Estación de controles.

Máquina Rebbins. Requiere un suministro de:

1,200 ft<sup>3</sup>/min., presión de 60-100 psi ., cuando opera con aire.

200 gpm., presión de 60-100 psi ., cuando opera con agua; para suprimir el polvo y como medio de enfriamiento.

Dimensiones:

Large	1.60 m
Ancho	1.52 m
Altura	5.00 m

Nota. Para transportar la máquina dentro de la mina, se puede desarmar, teniendo siempre la precaución y cuidado de no dañar ninguna de sus partes.

Sistema eléctrico. La máquina cuenta con un motor de 150 hp., que es el motor de rotación; en el sistema hidráulico lleva un motor de 25 hp y otro de 3 hp., en el sistema de lubricación; para mover el sistema de brase que mueve los tubos, lleva también un motor de 3 hp., a 440 volts.

En total se tienen en la máquina 181 hp., para los cuales se requiere una disposición de 225 kva y 250 kw, aproximadamente.

También se requiere que se instale antes del transformador un interruptor de 440 amps.

Aunque la disposición de 225 kva parezca alta, se ve necesaria, debido a que en los arranques del motor, al encender y desencender la tubería, éste toma demasiado empuje.

Dimensiones:

Large	1.65 m
Ancho	0.71 m
Altura	1.21 m
Peso	1.135 tons.
Cables del sistema	9.15 m

Nota. La longitud de 30 ft., es la máxima que puede haber, entre

la máquina y los centros.

Sistema hidráulico. Tiene un motor eléctrico de 25 hp., 1,200 rpm, dos bombas hidráulicas; una de 0 a 75 gpm, 3,000 lb/sq.in. y otra de 39 gpm, dos válvulas de escape, dos válvulas de bobina, un filtro de micrones y un tanque de 110 galones de fluido hidráulico.

**Lubricantes:**

Aceite hidráulico Ramde Oil HD 46	100 galones
Aceite de transmisión Merepa # 68	120 litros
Grasa Bestelife 270	4 betes de 50 lbs., c/u

Los consumos de estos lubricantes son: el aceite hidráulico se consume únicamente por fugas, pero se recomienda la existencia de los 100 galones, por algún imprevisto; el aceite de lubricación se cambia al término del pose pileto y al término del rimado; la grasa consume 4 betes de 50 libras cada uno, para barrenos de 130 m (o sea que nuestro consumo será aproximadamente el doble); ésta es de importación. Los aceites son de fabricación nacional por Texaco.

**Dimensiones:**

Large	1.67 m
Ancho	0.91 m
Altura	0.91 m
Peso	0.4994 tons.

**Máquina Robbins modelo 61-R. Dimensiones y pesos.**

**Nota.** Dimensiones en in., y pesos en lbs.

Artículo	Altura	Ancho	Large	Dímetro	Peso
Armasa de la cabeza	12 1/4	14	44		500
Celumnas	126 1/4			11 3/4	1,150 <sup>±</sup>
<b>Motor principal de</b>					
empuje	46 3/8			27	2,800
Caja de engranajes	50 5/8			26	3,250
Caja de empalme	12	13 1/2	19 1/2		50

Caja de empuje	27 7/8			20 5/8	1,250	96
Cabeza en cruz	20	36 1/2	51 1/2		2,000	
Cilindro hid. (2)	107 3/4			12	1,300 <sup>±</sup>	
Meter de lubricación y bombas					250	
Septete (2)	37 3/4	1 1/2	13		110 <sup>±</sup>	
Tensor giratorio (2)	5 7/8	28 1/2	5 1/2		135	
Espaciador	6 1/2	27 1/4	50		300	
Plataforma						
básica (2)	8 1/4	16 1/8	62 3/4		920 <sup>±</sup>	
Armazón principal	29	42	48 1/4		3,250	
Pasador del cilindro (2)			11 3/8	3 1/2	31	
Pasadores estirables (2)			12 1/2	3 1/4	20	
Septete para isar						
(transportador)	20 1/2	6 1/2	12 1/4		70	
Pasador para el septete			5 1/2	3	5	

& cada uno.

**Nota.** Per razones de fabricación y per los maldes, es recomendable revisar los pesos y dimensiones críticas, per medie de verdadera toma de medidas.

Como el centrapese es vertical (90°), la máquina no llevará ningún levantamiento.

**Gufa del autotransformador.**

Llegada		Conexión			Salida
Volts.	Freq.	Línea 1	Línea 2	Línea 3	X1, X2, X3
380	50	X1	X2	X3	300
415	50	H7	H8	H9	380
550	50	H1	H2	H3	380
440	60	X1	X2	X3	440
480	60	H7	H8	H9	440
450	60	H4	H5	H6	440

**Nota.** La corriente en el interior es transmitida por cable tipo

## Dimensiones de la tubería de barrenación.

Nombre	# de pieza	Dímetro (in)	Largo (in)	Peso (lb)
Tubo de barrenación	D-2454	10	65 7/8	680
Barra corta para comienzo	C-2308	9 1/2	26	320
Barra larga para comienzo	D-2266	9 1/2	65 7/8	530
Pieza de recogido para comienzo	C-2309	9 1/2	17 7/8	200
Pieza de recogido	D-2251	11	65 7/8	1,200
Estabilizador hexagonal	D-3540	11	65 7/8	800
Pieza de recogido rescatador hexagonal	D-4294	11	24 7/8	300

## Potencia de barrenación.

	Máxima	Máxima recomendada
Barreno pilete	210,000 lb	100,000 lb
Rinado	455,000 lb	315,000 lb

## Velocidad de rotación de la tubería de barrenación.

8, 16, 30, 60 rpm; para una frecuencia de 50 cps.  
 10, 20, 36, 72 rpm; para una frecuencia de 60 cps.

## Razón de penetración.

12 in/min (máximo, barreno pilete y rinado).



Distancia máxima de rimado.

740 ft, con diámetro de 6 ft. Este puede variar, de acuerdo a las características de la roca.

Angulo de inclinación.

De 45° a 90° desde la horizontal.

Personal para operar la máquina.

Se puede seleccionar personal sindicalizado y darle entrenamiento previo, para que se familiarice con el equipo, así como con su operación y funcionamiento. La máquina para su operación requiere de dos personas por turno: operader y ayudante.

#### BARRENO PILOTO.

La breca para el barreno pilote (11" de diámetro) tiene una tolerancia de 6,000 lb/sq.in., mínima y de 66,000 lb/sq.in., máxima (chechar la recomendación del fabricante de la breca).

Cálculo del barreno pilote.

Area ROD END - 70 in<sup>2</sup>

Area CAP END - 120 in<sup>2</sup>

Inclinación del barreno - 90°

Factor de corrección per inclinación = 1

Se requiere mantener 30,000 lb., de empuje en la breca "the drill string", consistente de 10 tubos de 5 ft., cada uno y peso de 131 lb/ft.

Longitud de la tubería de barrenación - 5 x 10 = 50 ft

Peso de la tubería de barrenación - 131 x 50 = 6,550 lb

Se desea una fuerza total de 30,000 lb

30,000 - 6,550 = 23,550 lb

Presión necesaria en la breca  $23,550 \text{ lb}/70 \text{ in}^2 = 336.4 \text{ lb/in}^2$ ,

esta presión se marcará en el manómetro hasta 50 ft., para ir corrigiendo esta presión se irán agregando tramos de 5 tubos. o sea

25 ft x 131 lb/ft = 3,275 lb.

99

Este peso corregido es  $3,275 \times 1 = 3,275$  lb., por lo que tenemos el peso anterior más los nuevos 25 ft;  $6,550 + 3,275 = 9,825$  lb.

Presión necesaria en la breca =  $30,000 - 9825 = 20,175$  lb.

$20,175/70 = 288.21$  lb/in<sup>2</sup>; hasta los 75 ft.

Otro tramo de 25 ft x 131 lb/sq.in. =  $3,275 \times 1 = 3,275$  lb.

Peso anterior =  $9,825 + 3,275 = 13,100$  lb

Presión necesaria en la breca =  $30,000 - 13,100 = 16,900/70$   
=  $241.4$  lb/sq.in; hasta los 100 ft.

Así se calcula hasta el final a 804 ft.

El barrenado se rompe con una breca de 12 1/4" hasta 10 ft., de profundidad, después se cambia a una breca de 11"; cuando se utiliza aire se instala el sellador para la expulsión del material triturado; en terrenos sueltos e arcillosos se recomienda que el barrenado sea con aire y en terrenos firmes e rocosos, con agua. Cuando se termina un tubo, se debe limpiar el barrenado con aire o agua, la breca debe estar girando hasta que salgan todas las certaduras, esto se hace para prevenir que no se tape o se atasque la breca con las certaduras.

El agua proporcionada, debe ser regulada, por que si es poca, ésta puede actuar como medio cementante. Lo más importante es que tenga la presión de 60-100 lb/sq.in., para que deje salir las certaduras. Cuando el agua no salga por la boca del barrenado, hay que investigar las causas:

- a. si es porque no hay agua.
- b. si el agua se está perdiendo en el barrenado.

Si la causa es b, se acude al departamento de Geología, para que éste le confirme y si tiene medio de comprobar por donde sale el agua, se mandará a una persona para que le comunique al operario que el agua sigue circulando, en la falla se barrenará a baja velocidad.

En el lugar donde se comunique el barrenado piloto no debe haber personas, ya que pueden sufrir algún accidente en el momento de la comunicación, por algún pedazo de roca que se desprenda o por la breca misma o tubería. Por lo tanto la distancia mínima de seguridad a la que debe permanecer una persona es de 30 ft.

Cuando comunique debe inyectarse suficiente agua, para que todas las certaduras del barrenado sean desahujadas.

Al comunicar la breca debe ponerse en contacto con el piso; esta operación se debe efectuar bajándola despacio y con rotación hasta descansarla en el piso.

Desahujar la breca.

Para esta maniobra se utiliza el conjunto de herramientas portátil hidráulica; para desahujar la breca, se barrenado una o dos ft., en el piso, se levanta un ft., más o menos, se le acopla la llave a la flecha de la breca, se afleja y se le comunica al operador que le de una rotación de desahujado; la breca con flecha queda en el barrenado de 2 ft., que previamente se dió. Desahujada la breca, está lista la tubería para para que se acople la rima.

RIMA.

Dimensiones de la rima:

Diámetro            6 ft (1.83 m)

Altura                48" (1.21 m)

Precauciones.

Cuando se transporta la rima, se debe tener cuidado de que los cortadores no se maltraten, pues éste les puede dañar; también se debe retirar del lugar donde se va a rimar, si en él se va a efectuar alguna veladura.

Para conectar la rima con la flecha a la tubería; se deja la rima en posición vertical, debajo del barrenado piloto donde va a salir la tubería, en la resaca de la flecha se le asegura la caja de

elevación A-4390 y en el final de la tubería se le enrosca la clavija de elevación A-4714, éstas dos se unen por medio de una cadena, la cual se irá acertando, conforme se va juntando la rima a la tubería, hasta que estén lo suficientemente alineados para que se efectúe el acoplamiento; o sea que cuando esté la rima alineada con el eje de la tubería, se le quita la cadena, caja de elevación y clavija elevadora, se inicia el acoplado y enroscado de rima con tubería. Para esta operación se utiliza un sistema telefónico, para indicarle al operador las maniobras a efectuarse. Antes de conectar la rima, se deben revisar las roscas para ver que estén limpias y bien lubricadas. Para su acoplamiento se baja despacio la tubería hasta que entran las roscas y se le da rotación hasta que se acoplen totalmente; se oprime la rima contra el piso, se presiona esta unión dando una o dos ajustadas. Efectuadas estas maniobras, estará lista la rima para trabajar.

Antes de efectuarse el rimado, se debe dejar correr el agua; al efectuarse este la máquina trabajará en forma muy pesada, hasta que no estén todos los certaderos en funcionamiento, este tiene una duración de aproximadamente una hora, este tiempo varía según el tipo de terreno.

Cuando el avance disminuye y éste es mucho más lento del que se estaba obteniendo y continua así durante 15 a 20 min., se baja la rima para la revisión de los certaderos, este también es experiencia de los operadores, pues son ellos los que deciden si este avance es por falla del certader.

Si el avance disminuye a menos de la mitad del avance normal obtenido, debe rebisarse la rima, sobre todo cuando lleva más de 60 ft., rimados.

#### Cálculo del rimado.

Longitud	804 ft
Angulo	90°

Peso del módulo metris (drive train)	85,230 lb
Peso de la cabeza rimadera	13,180 lb
Peso 804 ft., tubería	105,324 lb
Factor de corrección	1
16 certaderos (20,000 lb., c/u)	320,000 lb
Aplicar	523,734 lb

Por medio de una gráfica de los fabricantes, obtenemos la presión del rimado; para 523,734 lb = 4,400 lb/sq.in.

Para los siguientes 5 tubos, tenemos un peso de:

25 x 131 = 3,210 lb

Aplicación anterior 523,734 - 3,210 = 520,524 lb

Por medio de la gráfica obtenemos: 4,037 lb/sq.in. etc.

Este tipo de cálculos recomendados por los fabricantes, no han dado resultados en los lugares donde ha trabajado la máquina, puede ser por el tipo de reca ya que las presiones reales son mayores que las calculadas. Y el principal problema es en el rimado.

Cuando se termina de rimar.

La rima se afloja de la tubería, previo a esta maniobra están colocadas en los 3 estacones mejor situadas, cadenas con eslabón soldado de 1/4" que sirven para detener la rima en 3 puntos y dejarla colgada en la breca del centrapese; posteriormente después de retirado el equipo de rimado, se levanta la rima con un diferencial de la capacidad adecuada.

REZAGADO.

Se realizará con un scep tram de 2 yd<sup>3</sup> de capacidad en el cucharón.

Cálculo de resaga total para 1 m., de rimado.

Resaga total por metro = rtm

103

$$rtm = 3.1416 r^2(\text{rima}) - 3.1416 r^2(\text{pilete}) \times h \times \text{f.a. (factor de abundamiento)}$$

Diámetro de la rima = 1.83 m

Diámetro del pilete = 0.279 m

$$rtm = 3.1416(1.83/2)^2 - 3.1416(0.279/2)^2 \times 1 \times 1.3 = 3.06 \text{ m}^3$$

$$\text{Resaga Total} = 3.06 \times 245 = 749.7 \text{ m}^3$$

En la operación del rimado debe procurarse que la resaga producida nunca alcance la beca del contrapose, porque por experiencias anteriores se ha encontrado que por el tamaño de la resaga, por el gran contenido de fines y la forma cilíndrica con paredes lisas, es muy fácil de atragantarse.

GASTO DE LA VENTILACION FORZADA EN EL SOCAVON 1800.

Equipos:

1 jumbé neumático	86 hp
1 scep tram 2 yd <sup>3</sup>	100
total	186 hp

Requerimientos de aire:

186 x 2.5	465 m <sup>3</sup> /min
6 hombres/turno x 1.5	9
total	474 m <sup>3</sup> /min (16,739.32 fcm)

Gasto necesario para la salida de gases:

$$Q = (36 \times S)/t$$

$$S = \text{kgs. de explosivo por disparada} = 25 \times 5 = 125 \text{ kg}$$

$$t = \text{tiempo que se requiere para el desaloje de gases} = 30 \text{ min.}$$

$$Q = (36 \times 125)/30 = 150 \text{ m}^3/\text{min} = 5,297.20 \text{ fcm}$$

Condiciones de operación:

Jumbé	7,592.65 fcm
Scep tram	8,828.67
6 hombres/turno	318
Total	16,739.32 fcm

Entonces la condición crítica es cuando opera todo el equipo  
junte.

Gasto requerido:

$$Q = 16,739.32 \text{ fcm}$$

VALOR DEL MINERAL PARA 1985

<u>ELEMENTO</u>	<u>VALOR UNITARIO</u>	<u>ENSAYE</u>	<u>DLLS/TON.</u>	<u>%</u>
Ag.	0.25530	145	37.018	80.6
Pb.	3.16854	0.95	3.010	5.2
Zn.	0.04343	2.00	0.087	0.2
Cu.	13.44297	0.60	8.066	14.0
			<u>48.180</u>	<u>100.0</u>

57.582 x 20,000 = Dlls./mes 1'151,640  
 M.N. /mes 28'781,000

C U T - O F F

Ag.	0.25530	94	23.99	80.6
Pb.	3.16854	0.48	1.55	5.2
Zn.	0.04343	1.38	0.06	0.2
Cu.	13.44297	0.31	4.17	14.0
			<u>29.79</u>	<u>100.0</u>

C O T I Z A C I O N E S

Ag.	10.00	Dlls/Oz.	<u>TIPO DE CAMBIO</u> 1 Dlls. = 25.00 M.N.
Pb.	0.33	Dlls/Lb.	
Zn.	0.32	Dlls/Lb.	
Cu.	1.15	Dlls/Lb.	

NOTA. Se considera en las cotizaciones un factor de protección contra variaciones en el mercado:  
 Pb y Cu del 50%, Zn más del 50% y la Ag está afectada por dicho factor, en un 20%.