



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

24  
10

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO GEOLOGICO - MINERO DE LA ASIGNACION  
RONCESVALLES MPIO. DE VILLA MATAMOROS, CHIH.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO GEOLOGO

P R E S E N T A:

Miguel Angel Ruvalcaba Sepulveda

MEXICO, D. F.

1986



## **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 está 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
PANAMÁ

FACULTAD DE INGENIERIA

Dirección  
60-I-61

Señor RUVALCABA SEPULVEDA MIGUEL ANGEL.  
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección, propuso el Prof. Ing. - Germán Arriaga Garcia, para que lo desarrolle como tesis para su Examen Profesional de la carrera de INGENIERO GEOLOGO.

"ESTUDIO GEOLOGICO MINERO DE LA ASIGNACION RONCESVALLES  
MPIO. DE VILLA MATAMOROS, CHIH."

- I GENERALIDADES.
- II MARCO GEOGRAFICO.
- III FISIOGRAFIA.
- IV GEOLOGIA.
- V YACIMIENTOS MINERALES
- VI METODOS GEOFISICOS APLICADOS.
- VII OBRAS DIRECTAS.
- VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
- BIBLIOGRAFIA.
- PLANOS E ILUSTRACIONES.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar -- Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como -- requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así -- como de la disposición de la Coordinación de la Administración -- Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los -- ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cd. Universitaria, D.F., Marzo 20 de 1985.

EL DIRECTOR

Dr. Octavio A. Rascon Chávez

ESTUDIO GEOLOGICO-MINERO DE LA ASIGNACION RONOLS-  
VALLES MUNICIPIO DE VILLA MATAGOROS, CHIHUAHUA.

I N D I C E

<u>I.- GENERALIDADES.</u> - - - - -	1
I.1.- Objetivo del estudio - - - - -	2
I.2.- Trabajos previos - - - - -	2
I.3.- Métodos de trabajo - - - - -	2
<u>II.- MARCO GEOGRAFICO.</u> - - - - -	8
II.1.- Localización - - - - -	9
II.2.- Vías de comunicación - - - - -	9
<u>III.- FISIOGRAFIA.</u> - - - - -	11
III.1.- Provincia fisiográfica - - - - -	12
III.2.- Orografía - - - - -	12
III.3.- Hidrografía - - - - -	13
<u>IV.- GEOLOGIA.</u> - - - - -	14
IV.1.- Litología y estratigrafía - - - - -	15
IV.2.- Geología de los prospectos - - - - -	26
IV.3.- Geología estructural - - - - -	27
IV.4.- Geología histórica - - - - -	33
IV.5.- Evolución tectónica - - - - -	39

<u>V.- YACIMIENTOS MINERALES.</u>	41
V.1.- Forma y dimensiones	42
V.2.- Estructuras	42
V.3.- Mineralogía de los prospectos	45
V.4.- Alteraciones	50
V.5.- Hipótesis genética	52
<u>VI.- METODOS GEOFISICOS APLICADOS.</u>	54
<u>VII.- OBRAS DIRECTAS.</u>	61
VII.1.- Perforación	62
VII.2.- Obras mineras	65
VII.3.- Perspectivas de exploración	71
<u>VIII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</u>	74
<u>BIBLIOGRAFIA.</u>	77
<u>PLANOS E ILUSTRACIONES.</u>	

## R E S U M E N

El Proyecto Asignación Minera Roncesvalles se localiza en el centro sur del Estado de Chihuahua; - cuenta con una magnífica infraestructura, ya que sus vías de acceso son favorables y se encuentra cerca a los centros de abastecimiento de insumos y con mano de obra calificada para la Industria Minera.

El área pertenece a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental; en ella afloran rocas terciarias de origen ígneo que descansan discordante<sup>te</sup> mente sobre un paquete mesozóico compuesto por rocas sedimentarias; asimismo, se ubica en el extremo sur de una franja formada por importantes distritos mine<sup>ros</sup> como son: Santa Bárbara, San Francisco del Oro, los Solices y Potrero de Roncesvalles.

El trabajo se dividió para su estudio en los - prospectos El Progreso y Cerrito-Cerro Colorado que se consideraron atractivos para explorar depósitos - minerales económicos de metales básicos asociados a metales preciosos.

Los yacimientos se presentan en forma de veta-falla con estructuras mineralizadas producto del re-lleno de cavidades, donde las soluciones mineralizan<sup>tes</sup> circularon y precipitaron a través de las bre- - chas de falla.

En la parte Central del Proyecto se localiza - la zona El Progreso donde se ubica la veta del mismo nombre, que tiene un rumbo N 30° W con echado de 57° - SW; su potencia promedio es de 0.60 metros y su lon- gitud es conocida en más de 200 metros, su persisten<sup>cia</sup> horizontal y vertical es muy errática debido a -

la poca competencia y a desfavorables condiciones es estructurales de la roca encajonante que son lutitas - calcáreas de la Formación Parral.

Los valores económicos en esta área están representados sólo por la Ag encontrada en la zona de oxidación, misma que no excede de 15 m. de profundidad. Los valores varían desde cantidades superiores a 1000 gr/ton., hasta inferiores a 100 gr/ton., de Ag. Por debajo de esta zona, se tiene la de sulfuros primarios en la que los valores de Plata no exceden a 60 gr/ton.

El aspecto general de esta veta corresponde al de una estructura brechada.

En la parte NW del área se localiza la zona - El Cerrito-Cerro Colorado donde se encuentra la veta El Cerrito (se considera continuación de la veta San Francisco la que es explotada en la mina Cerro Colorado, concesionada a un particular), que es del tipo de relleno de fisuras; su rumbo es N 10° E con echados variables de 64° a 75° en el Cerrito, a prácticamente vertical en Cerro Colorado. Su potencia promedio es de 2 metros en una longitud conocida de 1800 metros.

En toda su longitud, la estructura es cortada por un gran número de fallas de rumbo NW-SE; son por lo menos cinco las principales que han formado diferentes bloques, lo que originó los distintos niveles estructurales, mismos que dificultaron la exploración.

Los elementos de esta veta son Au y Ag asociadas a metales básicos (Pb-Zn); en las obras realizadas en el Cerrito los valores son muy erráticos y en

general leyes bajas menores a 100 gr/ton. de Ag. Sin embargo, se llegaron a presentar valores de alta ley con un evidente enriquecimiento supergénico de - hasta 4000 gr/ton de Ag y 13 gr/ton de Au y de baja ley con 60 gr/ton de Ag y un combinado de 1.5% de - Pb-Zn; pero el promedio en las obras realizadas fue inferior a 100 gr/ton de Ag.

Para la veta San Francisco (continuación de la veta Cerrito), en la mina Cerro Colorado el clavo en explotación presenta leyes atractivas superiores a - 300 gr/ton de Ag y 2 gr/ton de Au (comunicación verbal).

El aspecto general de la veta Cerrito es el de una estructura brechada, misma que se encuentra emplazada en rocas ígneas de composición intermedia (andesitas).

Las alteraciones en el área son muy fuertes; se manifiestan como silicificación, propilitización, piritización y en menor grado argilitización.

La silicificación y argilitización en ocasiones hacen que la roca encajonante pierda su textura original.

En las zonas de estudio los resultados obtenidos fueron desfavorables por lo tanto es de observar se que:

-En ambas zonas (El Progreso y Cerrito-Cerro Colorado) la mineralización es diseminada.

-Dadas las características descritas, se considera que la zona del Progreso tiene un bajo potencial como para considerarla de interés.

-En la zona Cerrito-Cerro Colorado la estructura es potencialmente atractiva pero no se tienen le-

yes económicas al nivel que se desarrollaron los trabajos de exploración por parte del Consejo.

CAPITULO I

GENERALIDADES

## I.- GENERALIDADES

### I.1.- Objetivo del estudio.-

En virtud de las características de la Industria Minera y su innegable importancia como abastecedora de materias primas en multitud de industrias, - el Consejo de Recursos Minerales ha impulsado en forma constante el conocimiento geológico-minero del territorio nacional a través de la multiplicación de - proyectos de prospección para yacimientos polimetálicos.

De esta manera, la Gerencia de Evaluación y - Contratos, desarrolló un Proyecto de Exploración Geológico-Minera en la Asignación Minera Roncesvalles. El objetivo fundamental es conocer su significado o sus cualidades desde el punto de vista geológico que sirvan como base para evaluar el potencial minero de la zona y la definición de sectores con mayor concentración de mineralización económica.

### I.2.- Trabajos previos.-

En el área de estudio no se tiene conocimiento de ningún trabajo geológico realizado por Compañía o Institución alguna.

Desde el punto de vista minero los trabajos desarrollados fueron hechos en su mayoría, por pequeños mineros a nivel de gambusinaje.

### I.3.- Método de trabajo.-

El estudio realizado en el Proyecto Asignación Minera Roncesvalles se efectuó siguiendo una secuencia sistemática, que abarcó varias etapas que se describen a continuación:

a) Prospección Regional.-

La prospección tuvo su apoyo tonográfico en la carta Orestes Pereyra G 13 A 63 de DETENAL escala 1:50,000.

La exploración efectuada abarcó una superficie de 3500 Has., consistiendo en el mapeo a semidetalle de rasgos litológicos, estructurales, estratigráficos y mineralógicos. Con esta información se tuvo un panorama de la geología del área, misma que se tomó como base para establecer la primera estimación del área de estudio.

La prospección se realizó por medio de recorridos estratégicos en aquellas zonas de cuyos rasgos se suponía la presencia de mineralización.

Así pues, en esta etapa se consideraron como sectores de interés de primer orden aquellos donde fueron reconocidas estructuras mineralizadas con posibilidades de resultar económicamente explotables.

b) Prospección detallada.-

El levantamiento geológico a detalle se planeó en las áreas que se consideraron importantes dentro de la superficie del Proyecto.

El área levantada fué de 2837 Has. y los datos mapeados fueron: tipo de roca, contactos geológicos fallas, rumbos, echados, etc. Todos estos datos se vaciaron en el plano geológico del Proyecto Roncesvalles a escala 1:10,000.

Se consideró conveniente dividir el área del Proyecto para su mejor estudio en dos zonas que fueron el Progreso y el Cerrito-Cerro Colorado.

c) Levantamientos geológicos-topográficos.-

Los levantamientos consistieron principalmente

en cartografiar las zonas en que se dividió el estudio, tanto en superficie como interior mina, como se describe a continuación:

#### C.1.- De Superficie.-

Inicialmente se realizaron los levantamientos topográficos con tránsito y estadia; se cubrió una superficie de 296 Has., en las zonas El Progreso y Cerrito-Cerro Colorado. Con base en estos levantamientos se realizaron los planos Topográficos a escala 1:500 (Progreso) y 1:1000 (Cerrito-Cerro Colorado).

Posteriormente, con esta base topográfica se procedió a levantar con brújula brunton y cinta la geología de detalle; se mapearon obras mineras teniendo en cuenta los contactos geológicos, fallas, -- fracturas y sobre todo, se puso especial énfasis en las relaciones entre las estructuras mineralizadas y su roca encajonante, así como diversos rasgos del control estructural. Los datos obtenidos fueron interpretados y valorados integralmente, de tal manera que se llegó a definir la orientación de la exploración en todos sus niveles.

#### C.2.- De interior mina.-

Consistieron en levantamientos topográficos con brújula colgante y cinta de las obras mineras existentes. También, se actualizaron los avances en el desarrollo de las obras de exploración como tiros, frentes, cruceros y contrapozos.

Con los datos obtenidos por estos levantamientos se procedió a elaborar los planos Topográficos respectivos a escalas de 1:250 (Progreso), 1:200 y 1:500 (Cerrito-Cerro Colorado).

Posteriormente, se levantó y actualizó la geología con brújula brunton y cinta de las obras existentes y en desarrollo con objeto de observar el comportamiento de las estructuras que se localizan en las áreas antes mencionadas.

Como resultado de los levantamientos Geológicos-Topográficos se elaboraron los programas de exploración. Para este fin se efectuaron secciones transversales y longitudinales de las estructuras a prospectar.

d).- Obras Directas.-

Con los datos obtenidos se elaboró y llevó a cabo un programa de perforación y desarrollo de obras mineras. Se tomaron como base las interpretaciones planteadas en las secciones transversales y longitudinales.

Los programas se realizaron con objeto de reconocer a profundidad el comportamiento estructural, espesor y leyes de las vetas el Progreso y Cerrito.

e).- Geofísica.-

Con base en los resultados obtenidos por el barrenó JKS-C-2 (BD2), que presentó valores anómalos de Ag, se efectuó un levantamiento geofísico por el método de polarización inducida (P.I) y resistividad con arreglo gradiente en la zona Cerrito-Cerro Colorado, que abarcó una superficie de 1.2 km<sup>2</sup>.

El estudio se realizó con el fin de detectar las zonas de concentración económica dentro de la estructura principal, así como para observar su continuidad y posibles estructuras paralelas a ella con posibilidades de contener mineralización económica.

f).- Muestreo.-

Con el objeto de conocer la costeabilidad y variaciones del contenido mineral en diferentes niveles de las estructuras mineralizadas, se realizó un muestreo sistemático en superficie, interior mina y en núcleos obtenidos por los barrenos.

f.1.- Superficie.-

El muestreo de superficie consistió en muestrear en canal en sentido transversal a las estructuras con separación entre muestra y muestra de un metro. Se obtuvieron un total de 145 muestras de catas, zanjas y sobre estructura.

f.2.- Interior mina.-

El muestreo se realizó en canal, en sentido transversal a la mineralización, con una separación entre muestras y frecuencia variable que dependió del tipo de obra muestreada.

En las frentes y contrapozos el muestreo fue sistemático con una separación entre muestra y muestra de 2 metros. Se obtuvieron 226 muestras de estas obras.

f.3.- Núcleos.-

Las muestras fueron tomadas en forma sistemática de los núcleos del corte del barreno de la estructura; éstos se partieron longitudinalmente; la mitad se remitió al laboratorio para su análisis y la otra mitad se guardó en las cajas de muestreo para control. La separación entre muestra y muestra fué de un metro; así, se obtuvieron un total de 124 muestras.

Las muestras colectadas en superficie, interior mina y núcleos se mandaron al laboratorio para

su análisis químico cuantitativo por Au, Ag, Pb y -  
Zn.

Los resultados del muestreo se vaciaron en los  
planos correspondientes, para integrar la informa- -  
ción geológico-económica.

CAPITULO II

MARCO GEOGRAFICO

## II.- MARCO GEOGRAFICO

### II.1.- Localización del área de estudio.-

El Proyecto Asignación Minera Roncesvalles se encuentra ubicado en la parte sur del Municipio de - Villa Matamoros, Chihuahua, a 45 kilómetros en línea recta de la Ciudad de Parral, Chih., al sur del Estado de Chihuahua y, muy cerca del límite con el Estado de Durango (Fig. 1).

Las coordenadas geográficas del punto de partida (P.P) del lote son:

26° 37' 20" Latitud Norte  
105° 37' 50" Longitud Oeste

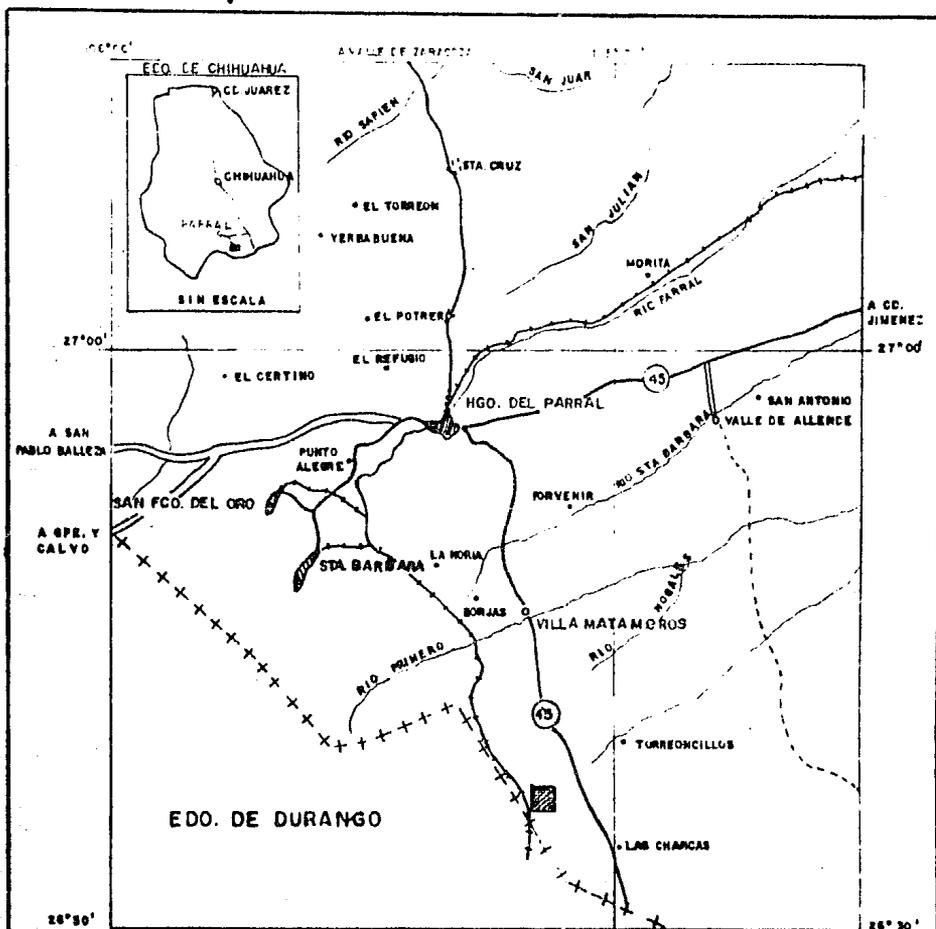
El P.P se ubica dentro de la Asignación sobre El Arroyo de Catarinas, 1500 metros al NE del Cerro Norte de los Cuates, Cerro Pando, Cerro Colorado y - parte sur del Cerro de la Sabaneta.

### II.2.- Vías de Comunicación.-

La zona de estudio cuenta con una magnífica comunicación terrestre, ya que se puede llegar a ésta por medio de carreteras y vía férrea. Por carretera se llega de la Ciudad de Parral, Chih., a través de la carretera Federal No. 45 (Parral-Durango), con un recorrido de 45 kilómetros. También, existen diferentes brechas dentro del proyecto que comunican entre sí a las áreas de interés.

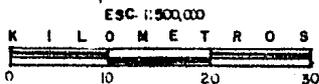
Por ferrocarril se llega por medio de su ramal Jiménez, Chih.-Rosario, Dgo. (Orestes Pereyra); existe una estación llamada Boquilla, alrededor de 40 kilómetros al sur de Parral. Esta estación se encuentra a 2 kilómetros aproximadamente al NW del área de estudio.

Como punto de referencia para llegar a la Asignación puede tomarse la presa "Las Catarinas", la -  
cual se encuentra al SE del poblado de Villa Matamoros.



**LEYENDA**

- CARRETERA PAVIMENTADA ————
- TERRACERIA ————
- BRECHA O VEREDA - - - - -
- VIA DE FERROCARRIL ————
- POBLACION ————
- RANCHERIA ————
- AREA DE ESTUDIO ————
- LIMITE DE ESTADO ———— +++



U. N. A. M.		FACULTAD DE INGENIERIA	
CIENCIAS DE LA TIERRA			
GEOLOGIA			
PLANO DE LOCALIZACION			
RUVALCABA BEFULVEDA MIGUEL ANGEL			
TESIS PROFESIONAL	MARZO 60	FIG. N° 1	

CAPITULO III

FISIOGRAFIA

### III.- FISIOGRAFIA

#### III.1.- Provincia Fisiográfica.-

El área de estudio se localiza en el flanco -  
oriental de la Provincia Fisiográfica de la Sierra -  
Madre Occidental, en el límite con la Subprovincia  
llamada por Erwin Raisz (1959) Mesetas y Cuencas.

(Fig. 2)

La región está compuesta por largas mesas y lo-  
meríos, considerándose semi-montañosa, que hacia el  
poniente se transforma en elevaciones montañosas de  
alto relieve.

#### III.2.- Orografía.-

Al noroeste del proyecto se presenta en primer  
término una Cordillera de rumbo N 30°W que comprende  
a la Sierra de Roncesvalles y al sur de ésta, La Sie-  
rra del Chilicote. Esta zona corresponde al flanco  
oriental de la Sierra Madre Occidental.

En la superficie que abarca el área estudiada  
el relieve se presenta formada de mesetas constitui-  
das de rocas ígneas al oriente por los Cerros El Pul-  
pito, Los Cuates, Pando y Cerro Colorado y, al poni-  
ente por los Cerros: Chiquihuitillo, Los Venados y  
La India.

Los ejes orográficos presentan una orientación  
NW-SE; los que coinciden sensiblemente con los rum-  
bos generales de las fallas y de las estructuras mi-  
neralizadas.

Las mayores prominencias orográficas son:

Sierra Roncesvalles	2260	m.s.n.m.
Sierra Chilicote	2240	m.s.n.m.



<b>UNAM FACULTAD DE INGENIERIA</b>
PROVINCIAS FISIOGRAFICAS DE LA
REPUBLICA MEXICANA
<b>TESIS PROFESIONAL</b>
RUVALCABA SEPULVEDA MIGUEL ANGEL
1986 <span style="float: right;">FIG. 2</span>

Cerro Colorado	2040	m.s.n.m.
Cerro Chiquihuitillo	2020	m.s.n.m.
Cerro Los Cuates	1980	m.s.n.m.

La parte más baja se encuentra al oriente en donde se ubica la Loma Los Claros con 1740 m.s.n.m.

### III.3.- Hidrografía.-

La red hidrográfica de la región forma parte de la vertiente del Golfo de México y presenta un patrón dendrítico.

El sistema hidrográfico está formado por numerosos arroyos en los que fluye agua sólo en tiempo de lluvias; estos arroyos son afluentes en la parte norte de la zona de estudio del Río Primero que a su vez, es afluente del Río Florido tributario del Río Conchos.

Los pequeños arroyos son corrientes consecuentes, es decir forman sus propios cauces siguiendo la pendiente general del terreno la que determina su dirección de flujo y su posición.

Las estructuras geológicas ejercen una cierta influencia sobre los cursos fluviales.

Debido a las condiciones de las rocas y sedimentos que atraviesan, su curso es por lo general corto. Baján de lo alto de las montañas por cauces más o menos definidos, pero al llegar a las partes bajas toman un curso indeterminado.

CAPITULO IV

GEOLOGIA

#### IV.- GEOLOGIA

##### IV.1.- Litología y Estratigrafía.-

Hasta la fecha, ninguna de las unidades litológicas que afloran en la región ha sido definida de acuerdo con el código de nomenclatura estratigráfica. Esto es debido a que no se ha podido determinar claramente su edad por la ausencia de fósiles y que la determinación del espesor de las mismas unidades no se ha hecho con certeza. Por estas razones, en el presente estudio se hará una definición de cada unidad de acuerdo al código mencionado.

##### Formación Parral

a) Definición.- Término informal dado a un paquete sedimentario potente, indiferenciable hasta hoy en formaciones estratigráficas, formado por intercalaciones, en orden decreciente de abundancia, de lutitas calcáreas, lutitas arcillosas, calizas, lutitas carbonosas, calcárenitas y areniscas. El color en general varía de gris claro a gris oscuro, llegando a ser casi negro. El espesor de las capas oscila entre 0.5 y 80 cm.

Las lutitas son en general compactas de grano fino e impermeables, excepto cuando existen sistemas de fracturamientos, fallas o bien cambios en las características físicas primarias de estas rocas adquieren una permeabilidad secundaria, poseen en algunos sectores una deformación tal que las ha apizarrado.

b) Localidad tipo.- Aunque esta secuencia aflora tanto en el Estado de Chihuahua, como en el Estado de Durango; los afloramientos de estas rocas en -

la vecindad de la Ciudad de Hidalgo del Parral, Chihuahua probablemente dieron el nombre de esta secuencia.

La Formación Parral subyace discordantemente a rocas ígneas de naturaleza andesítica y constituye la roca encajonante de algunas estructuras del proyecto, así como de la región.

c) Distribución y Espesor.- La secuencia sedimentaria es la más antigua y más ampliamente distribuida en la región. Se conocen afloramientos desde la Sierra de la Mezcalera y proximidades de la Ciudad de Parral, Chih., al norte, hasta más allá de Nazas, Dgo., al sur.

Esta secuencia cubre todo el área de dos importantes Distritos Mineros de la región como son: Sta. Bárbara y San Fco. del Oro.

En la zona estudiada aflora en la parte oeste, con una extensión de 18 km<sup>2</sup> y limitada en su flanco - SW por una falla aparentemente inversa de rumbo N - 45° W con echado al NE; en su costado NE por una falla normal de rumbo N 50° W con echado al NE (las cuales son aparentemente cortadas al norte por otra falla de rumbo N 80° E); estas sirven de contactos tectónicos entre la formación Parral y rocas ígneas.

Su espesor total se desconoce, ya que su contacto inferior no aflora y el superior ha sido fuertemente erosionado. Aunque URIBE (1972) le calculó 500 m. en la región de Sta. Bárbara, se estima que - tenga más de 5000 m. debido a la perforación de pozos petroleros que actualmente se realiza en Parral ya que uno de estos cortó más de 4500 m. de estas rocas sin lograr atravesar la columna.

d) Edad y Correlación.- La Formación Parral - tiene una edad dudosa debido a la escasez de fósiles característicos.

En 1906 FRIEDLANDER colectó un fósil en la mina Palmilla que correspondía a un amonites el cual - fue considerado como característico de facies de - - aguas profundas; pertenece al Albiano Superior y parte baja del Cretácico.

BURCKHARDT (1930) considero que estas rocas - son facies flych con las mismas amonites de México - Central característicos del Albiano. En 1965 se encontró otro amonites que resultó ser un *Acantoplites aff aschitaensis* (anthula), cuya edad es del Aptiano -Albiano Inferior (ESCANDON 1968).

RAMIREZ y ACEVEDO (1957) consideran que la - - edad de esta formación es del Albiano Superior y la correlacionan con la Formación George Town de Texas.

No se encontraron fósiles durante el desarrollo del presente estudio. Por lo tanto y con las debidas reservas, la edad más probable de estas rocas es considerada Aptiano-Cenomaniano Inf.

Así pues, las rocas de la formación Parral se pueden correlacionar con las rocas de edad Aptiano-Cenomaniano en el norte de México que pertenecen a las Formaciones La Peña, Aurora, Cuesta del Cura e Indidura entre otras.

#### Andesitas

a) Distribución.- En la región existen considerables extensiones donde afloran rocas de origen ígneo, entre estas es conocido un paquete de naturaleza andesítica constituido principalmente por piroclastos y derrames. En el proyecto Roncesvalles hay

una secuencia de rocas volcánicas de este tipo que comprende tobas, brechas y flujos andesíticos. Esta secuencia se encuentra expuesta en la porción NW, al Este y parte central, generalmente aflora en las partes topográficas más bajas, según puede observarse en el plano Geológico del proyecto a escala de 1:10,000.

b) Litología.- Las tobas andesíticas son de color gris verdoso, compuestas por bombas volcánicas redondeadas, que miden entre 2 y 15 cm. de diámetro, decreciendo notablemente este tamaño del NW al SW, lo cual indica la dirección en que fueron expulsadas o bien el lugar de su origen.

En los afloramientos, las bombas presentan el fenómeno de disyunción bolar, dan el aspecto de tener un núcleo, el cual ha presentado mayor resistencia a los procesos de intemperismo. Estos núcleos están constituidos por andesitas afaníticas, compactas, masivas y homogéneas de color gris, fuertemente silicificada y levemente piritizada; esta última alteración se presenta en forma diseminada de grano fino. Esta roca presenta cristales anedrales de máficos que no alcanzan a medir más de 1 mm de diámetro.

La andesita presenta textura afanítica, su estructura es masiva, compacta y homogénea, su color es gris verdoso, varía de gris claro a verdoso, debido a que manifiesta una alteración propílica; aunque la silicificación le da tonalidades gris claro.

La brecha es de color blanco y está formada por clastos de color gris claro, generalmente angulosos estando intensamente silicificados al igual que el cementante. Los clastos miden entre 0.5 y 2 cm.

de diámetro, de composición andesítica y textura afa-  
nítica sin orientación preferente y cementados por -  
una matriz afanítica de color gris claro, que los en-  
vuelve estando separados unos de otros.

Las andesitas sirven de forma indiferenciada -  
como roca encajonante a la mineralización.

c) Espesor.- La potencia de este paquete ande-  
sítico se desconoce, aunque URIBE (1972) le calculó  
984 m. en la región de Sta. Bárbara.

d) Edad y Relaciones Estratigráficas.- El pa-  
quete andesítico descansa discordantemente sobre la  
Formación Parral y subyace discordantemente a una se-  
cuencia volcánica ácida. Por lo tanto, debido a su  
posición estratigráfica que guarda con las otras ro-  
cas su edad es considerada del Eógeno.

#### Conglomerado Rojo

Este tipo de roca no se observó en el área de  
estudio, sin embargo, ESCANDON (1968) describe esta  
unidad al norte de la población de San Fco. del Oro.

a) Definición.- Según Pettijohn, un conglomerado  
es una acumulación de material consolidado redon-  
deado de fragmentos mayores que la arena.

b) Distribución.- Los afloramientos se presen-  
tan en una pequeña zona al norte de la población de  
San Fco. del Oro. Su presencia solo se manifiesta -  
por un ligero aumento de las pendientes de los ce-  
rros.

c) Espesor.- La potencia de esta unidad varía  
entre 50 cm. y 10 m., su espesor más común es de po-  
co más de un metro. Aparentemente se depositó al fi-  
nal del levantamiento de la Formación Parral, duran-  
te las primeras etapas de manifestaciones ácidas, -

llenando las depresiones de la antigua superficie erosional.

d) Litología.- Roca de color rojo oscuro de donde toma el nombre, formada por fragmentos de diversas rocas de un tamaño entre 2 y 5 cm., los huecos entre los mayores fragmentos están rellenos por arenas o por cementante calcáreo. Los fragmentos de pizarra son alargados y redondeados. Según el estudio microscópico del mismo autor, los fragmentos de pizarra son alargados y los demás fragmentos son más o menos redondeados, los fragmentos mayores y más abundantes son de pizarra, riolita, toba riolítica y vidrio volcánico. También hay algunos fragmentos de cristales de cuarzo, ortoclasa, magnetita y de rocas calizas. El cementante es calcita.

e) Relación Estratigráfica y Edad.- El conglomerado descansa discordantemente sobre la formación Parral y subyace, también discordantemente a una toba riolítica muy alterada, que constituye la base de la siguiente unidad.

Tentativamente se le ha asignado una edad del Oligoceno, por analogías con los conglomerados rojos de Guanajuato, Taxco y Zacatecas.

#### Riolitas

a) Distribución.- Existe una secuencia de rocas volcánicas de tipo ácido que comprende riolitas, tobas e ignimbritas que es la que se encuentra distribuida más ampliamente en la región.

Las Sierras del Chilicote y Roncesvalles, localizadas al oeste del área estudiada, están formadas por un grueso conjunto de estas rocas.

Los productos volcánicos de naturaleza riolíti

ca son frecuentes en la parte norte de Parral y San Fco. del Oro. En la zona de estudio sobre 1700 y - 2000 m.s.n.m., se encuentran afloramientos aislados de estas rocas particularmente en los extremos SW y SE.

El paquete riolítico aflora en las partes más altas de la región, en el proyecto se observa en los extremos NW y SW, también se encuentran en la parte oriental.

Las partes inferiores de los cerros constituidos por tobas riolíticas tienen pendientes suaves; - pero donde empiezan las riolitas e ignimbritas las - pendientes se hacen más abruptas.

b) Litología.- Comúnmente la riolita se presenta de un color violeta, de estructura masiva, compacta y homogénea; su textura es porfídica compuesta - por fenocristales de cuarzo, escasamente se observan cristales de máficos que van de subedrales a euedrales. Todos estos cristales están contenidos en una matriz afanítica de color violeta que varía a rosado.

La toba es una roca dura y compacta, excepto - cuando está alterada. Es de color rosado pero intemperiza a un color blanquecino. La descripción petrográfica determina que la toba tiene textura piroclástica, en la que los fenocristales de cuarzo y sanidino están envueltos en una matriz ácida merocristalina. Los cristales de cuarzo y sanidino van de subedrales a euedrales. La riolita tiene textura porfídica, fanerítica de grano medio. Presenta fenocristales euedrales de cuarzo y sanidino envueltos en - una matriz vítrea.

c) Relaciones Estratigráficas.- El paquete riolítico se encuentra descansando en discordancia sobre el conglomerado rojo pero, hay zonas como la del proyecto en que no existe y la secuencia ácida se encuentra sobreyaciendo directamente sobre las rocas andesíticas.

d) Edad y Correlación.- Se le asigna una edad del Oligoceno-Mioceno, debido a su posición estratigráfica que guarda con las otras rocas antes descritas y con las rocas riolíticas que constituyen a la Sierra Madre Occidental con las que son contemporáneas.

#### Conglomerado San Rafael

Esta unidad no se observa en el área de estudio.

a) Distribución.- La zona donde está expuesto es limitada; se encuentra al norte de San Fco. del Oro, y llena casi todo el valle de San Rafael.

Forma pequeñas colinas con pendientes suaves y cubre casi todos los afloramientos de rocas anteriores en el valle.

b) Litología.- El conglomerado está constituido de fragmentos que miden de 2 a 5 cms., redondados del tamaño de guijarro, compuesto de caliza, lutita, riolita y de material de vetas cementados por calcita.

Los clastos de caliza varían de angulosos a subangulosos, y los más pequeños son subredondados y subangulosos.

Los fragmentos más abundantes son: calizas, riolitas, tobas riolíticas y vidrio volcánico (ESCAN DON, 1968).

c) Espesor.- La potencia de esta unidad es desconocida pero supera los 100 metros de acuerdo con la perforación de pozos de agua que se han realizado en el valle de San Rafael.

d) Relaciones Estratigráficas y Edad.- El conglomerado San Rafael se atribuye al Mioceno tardío y Plioceno temprano, cubre las partes bajas de los cerros de riolita y de los diques de la misma composición, siendo la edad del conglomerado posterior al mioceno que corresponde a la extrusión de las riolitas y, probablemente anterior a las emisiones de basalto, pues ha sido afectado por vulcanismo del que solamente existen dos cuellos volcánicos, que produjeron corrientes de lava las que formaron pequeñas mesetas sobre el conglomerado.

#### Basalto

a) Distribución.- El basalto es la roca más joven de la serie volcánica que se presenta en la región; aún cuando en el área estudiada no se observó. Esta roca se localiza en las partes topográficamente más altas formando mesetas, entre Sta. Bárbara y San Fco. del Oro.

b) Litología.- El basalto es de color gris oscuro a negro, compacto, denso y vesicular; KOCH (1965) lo describe como una roca que consiste de 85% de plagioclasas y piroxenos en relación 3:1, 5% de vesículas y 10% de fenocristales de olivino.

c) Espesor y Edad.- El espesor del basalto varía entre 50 y 100 metros. Si se correlaciona el evento volcánico que dio lugar al basalto con otros que sucedieron en el Occidente de México, además por su posición estratigráfica con las otras rocas de la

región, se le puede asignar una edad Pliocena.

### Aluvión

El aluvión es el sedimento más joven; se encuentra a lo largo de arroyos y ríos, ocurre en las partes topográficas más bajas del área. Generalmente está constituido por material que varía en tamaño desde partículas de limo y arcillas areno-limosas hasta gravas angulosas y gruesas.

### Rocas Intrusivas

Las rocas ígneas intrusivas varían en composición de ácidas a básicas, las intrusiones están representadas en su mayoría por diques que llegan a tener gran longitud.

De acuerdo a su composición, se pueden distinguir cuatro tipos de diques en la región: Andesíticos, riódacíticos, riolíticos y basálticos.

### Intrusiones Andesíticas

El cuerpo intrusivo ocupa la parte central sur de Parral, mide aproximadamente 10 kms. de largo x 8 kms. de ancho.

GIESECKE (1960) mapeó este cuerpo como un intrusivo andesítico; no obstante, algunos autores lo han clasificado como una cuarzomonzonita. Esta roca de color verde grisáceo aflora preferentemente en algunas de las zonas mineralizadas de la región.

En la zona de estudio aflora en la parte central y al Este del proyecto, el carácter intrusivo de esta roca es difícil de establecer, debido a los escasos y restringidos afloramientos; aunque aparentemente intrusiona a la Formación Parral. Esta roca es de color gris verdoso que interperiza a pardo claro, es compacta, masiva con textura porfídica, com-

puesta por fenocristales de feldspatos envueltos en una matriz afanítica gris verdosa; los cristales de feldspatos generalmente son anedrales y alcanzan - hasta 4 mm. en su arista de mayor desarrollo.

#### Dique Riódacítico

En la parte oeste aflora un pequeño dique en - parte brechado que presenta ocasionalmente mineralización diseminada en forma de sulfuros que intrusión a tobas riolíticas, esta roca tiene una textura - holocristalina, porfídica, de grano medio a fino: - Los principales constituyentes minerales son plagioclasas cálcicas y cuarzo que ocurren en fenocristales.

#### Diques Riolíticos

Los diques riolíticos son los mayores, llegan a tener una gran longitud como los que afloran al - norte de Parral.

En la parte NE aflora un dique de este tipo - que intrusión tobas andesíticas y que claramente - fue desplazado por fallas de rumbo NW.

La roca es de textura holocristalina, porfídica de grano grueso a fino; el principal constituyente es cuarzo, el cual forma agregados cristalinos - con fenocristales del mismo mineral, contiene pequeños cristales de sanidino diseminados en la matriz.

SCHMITT (1928) comenta que la estructura de - los diques indica un posible intrusivo a profundidad.

#### Diques Básicos

Este tipo de roca no aflora en el proyecto.

ESCANDON (1963) los reporta al norte de Parral constituidos por una roca suave y compacta, de color

gris verdoso a negro, con textura holocristalina, - compuesta por fenocristales euecrales de andesina y labradorita, piroxenos, magnetita y epidota.

#### IV.2.- Geología de los prospectos.-

Para comprender mejor la geología del proyecto, se dividió para su estudio en tres áreas de interés llamadas de la siguiente forma: Rosita-San Martín, El Progreso y Cerrito-Cerro Colorado.

##### Area Rosita-San Martín.-

Se localiza al Oriente de la zona de estudio e incluye lotes mineros vigentes, motivo por el que no se enfocó la exploración de una manera directa. Estos lotes son el Conejo, San Alejo, Lupita, San Martín y La Rosita.

Esta zona en su totalidad está cubierta por rocas ígneas que varían de intermedias a ácidas. Las rocas intermedias localizadas en los lotes Rosita y San Martín consisten de un pórfido andesítico, tobas andesíticas y riocacitas, rocas que sirven como emplazamientos de la mayor parte de la mineralización del área.

El resto de los afloramientos lo constituyen rocas de composición ácida como derrames tobas y brechas. En la mina Lupita la veta está emplazada en derrames que es lo que se considera la parte inferior del paquete volcánico andesítico.

##### Area El Progreso.-

Se localiza en el centro del Proyecto; está cubierta en la parte central por la Formación Parral, la cual está constituida por areniscas y lutitas calcáreas; su color varía del gris claro al gris oscu-

ro. La estratificación es de delgada a media; ocasionalmente se presenta silicificada ó con abundante materia carbonosa. Esta formación encajona a las ve tal El Progreso y El Progreso Poniente.

En el poniente del área El Progreso existe un pequeño afloramiento de andesita porfídica. En la mina El Progreso, en las proximidades de la veta del mismo nombre aflora un dique de pequeñas dimensiones de composición intermedia.

El extremo poniente de esta área se encuentra cubierta por la secuencia volcánica ácida que forma la Sierra del Chilicote.

#### Area El Cerrito-Cerro Colorado.-

Esta área se localiza al poniente y nor-poniente de la zona; incluye parte del lote minero Roncesvalles II.

El área está cubierta en su mayor parte por rocas ígneas a excepción de la parte sur-oriente que se encuentra cubierta por la Formación Parral.

Las rocas ígneas más antiguas están representadas por pórfidos andesíticos y andesitas, las otras rocas las constituyen riocacitas y riolitas.

La riocacita se presenta como un dique en parte brechado el que ocasionalmente presenta mineralización diseminada en forma de sulfuros de fierro, plomo y zinc de grano muy fino como es el caso de la mina El Cerrito. Las riolitas se presentan como diques y tobas.

#### IV.3.- Geología Estructural.-

Los rasgos estructurales del área, presentan como principal característica un intenso fallamiento y fracturamiento que produce cabalgaduras y bloques

escalonados. Estos fenómenos tienen como resultado contactos en un mismo nivel topográfico de rocas de origen sedimentario correspondientes al Cretácico Inferior con rocas volcánicas pertenecientes al Eógeno o bien al Oligoceno.

El tectonismo principal consiste en la producción de fallas normales, aunque se reconocieron algunas fallas inversas de menor importancia. Los rumbos de este fallamiento corresponden a cuatro sistemas generales que son los siguientes:

NW; N-S; N15° E; E-W

El sistema principal de fallamientos es el NW, y puede presentar fallas de tipo normal (falla - - crisp), inversas (falla clet) y de rumbo. Le siguen en importancia los sistemas N-S; N15° E y E-W; de estos sistemas, los tres primeros están mineralizados y el último es posterior a la mineralización.

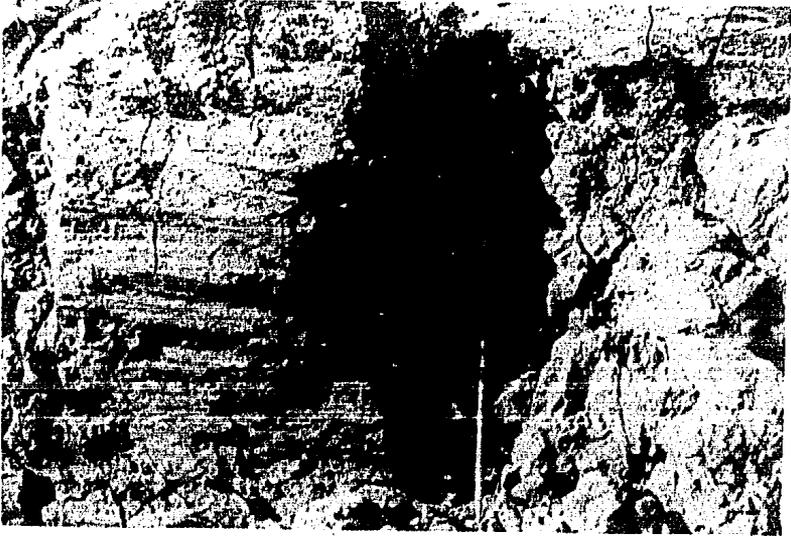
El fallamiento sirvió de vía para las soluciones mineralizantes y fue el camino para el emplazamiento de diques de composición ácida.

Cabe señalar que el fallamiento y fracturamiento corresponde a diferentes etapas de acuerdo a la evolución tectónica de la región; posiblemente el tectonismo activo data desde fines del Cretácico Superior hasta el Pleistoceno o sea desde los primeros efectos de la Orogenia Laramide hasta la última actividad ígnea, la cual consiste en el emplazamiento de diques básicos.

En el área del proyecto Roncesvalles, el afloramiento de la Formación Parray se presenta en forma elipsoidal, ventana cuyo eje mayor tiene un rumbo - N30° W. Sus dimensiones son de 9x2 kms. En este afloramiento

ramiento se nota un gran sobreplegamiento, aparentemente representado por anticlinales y sinclinales buzantes de pequeñas dimensiones.

A continuación se observan en las fotografías siguientes algunos de los rasgos estructurales observados en el área de estudio.



Fotografía No. 1

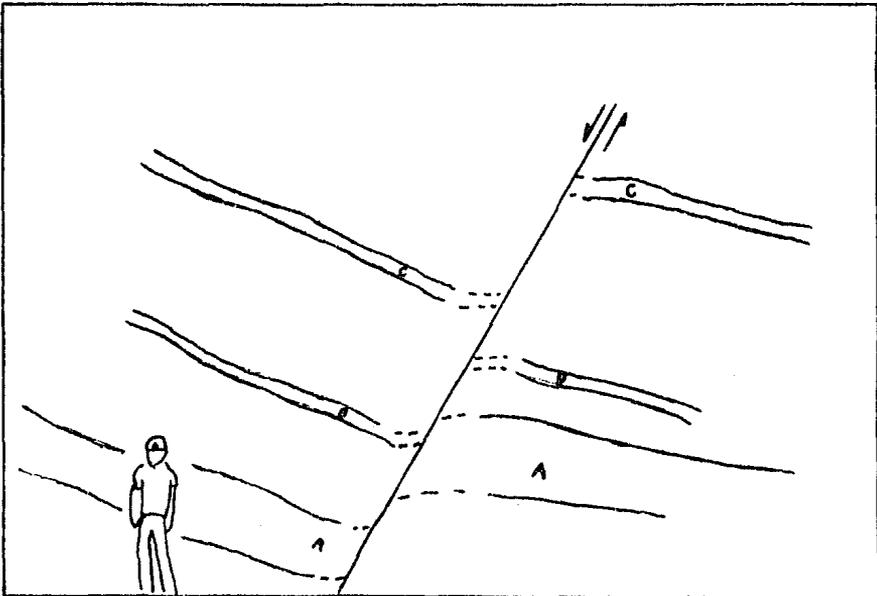
Muestra las estrías de un plano de falla en el "Arroyo de las Cónicas", en forma escalonada. Esta falla tiene movimientos verticales y horizontales y se comporta como una falla de tipo normal con cizalla asociada, la cual sirve de cauce a las corrientes fluviales.



Fotografía No. 2

Se observa el desplazamiento de los estratos de la Formación Parral por una falla normal.

Abajo se muestra el esquema.

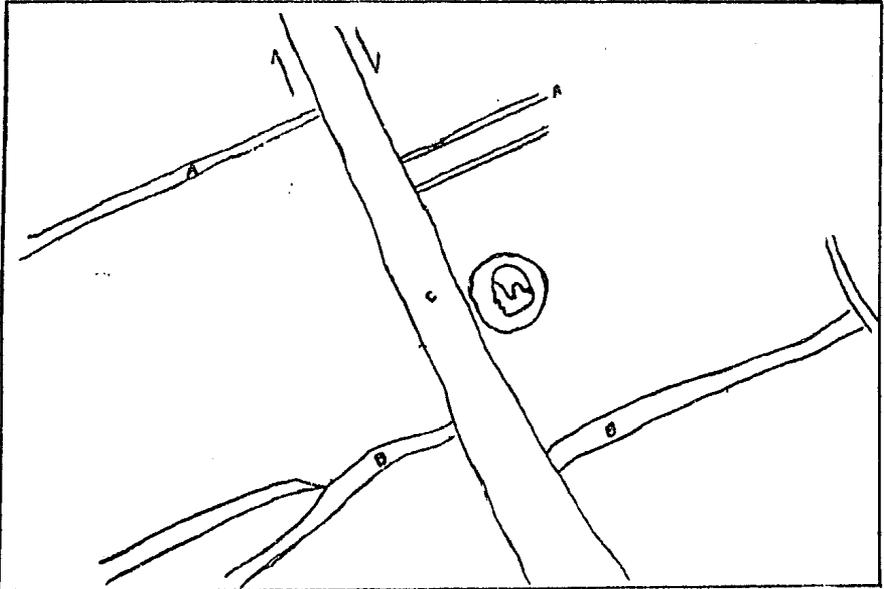




Fotografía No. 3

Se observa como una falla normal desplaza a -  
otras dos fallas indicando su posterioridad.

Abajo, se presenta el esquema.

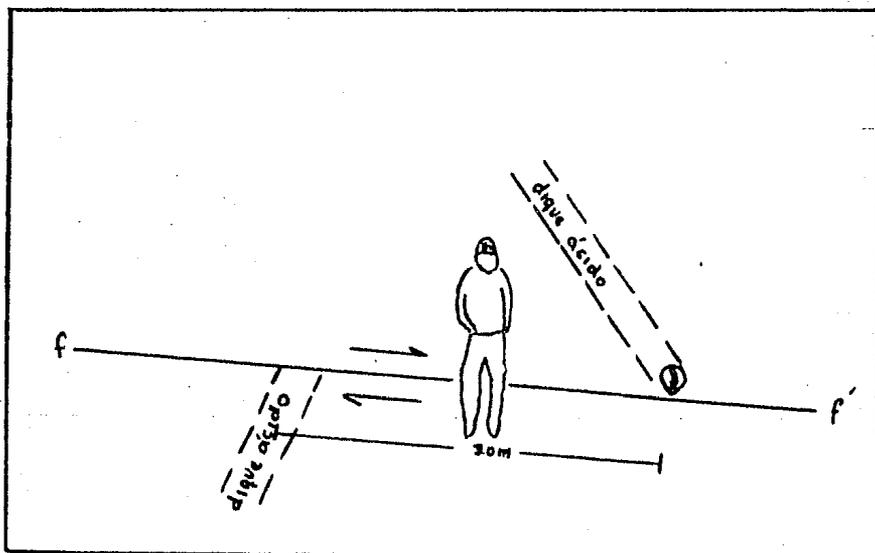


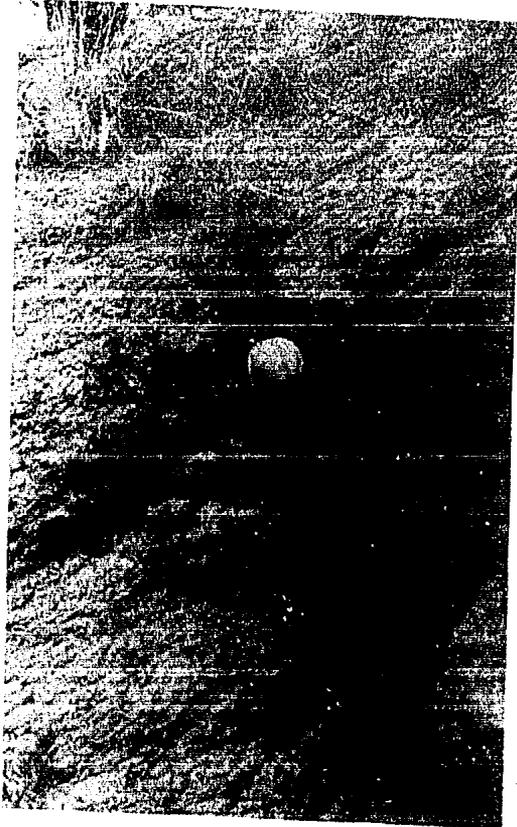


Fotografía No. 4

Se observa claramente el desplazamiento de un dique ácido por la falla El Arroyo de Las Cánicas la cual consiste en una falla normal con cizalla asociada.

Abajo se muestra el esquema.





Fotografía No. 5

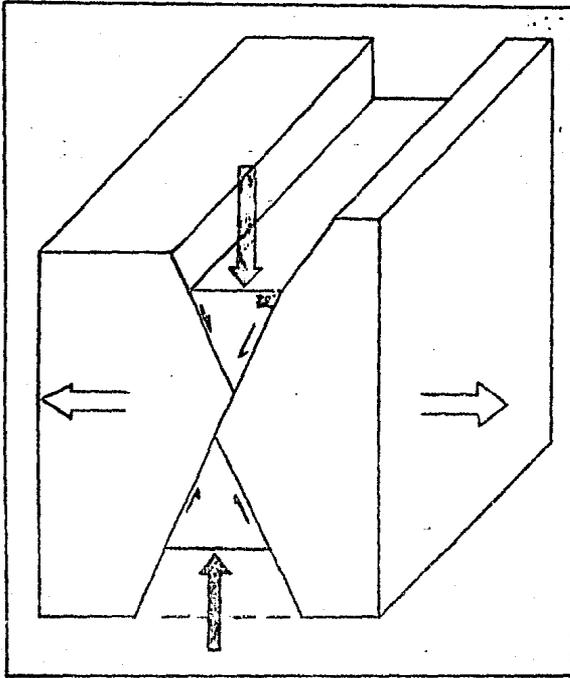
Sistema de fallas conjugadas no mineralizadas  
en rocas andesíticas.



Fotografía No. 6

Muestra como las fallas mineralizadas forman sistemas conjugados producto de esfuerzos compresivos como se muestra en el esquema. Este sistema es típico en el área de estudio y puede verse en forma vertical y horizontal.

Esquema de la fotografía No. 6



Esfuerzo tensional primario



Esfuerzo compresional resultante





Fotografía No. 7

Formación Parral (alternancia de lutita, arenisca y caliza). Mostrando sus pliegues sinclinales.

#### IV.4.- Geología Histórica.-

En el Jurásico Superior una gran invasión marina cubrió la mayor parte del norte de México, caracterizado por el depósito de sedimentos clásticos.

En la región que abarca la zona de estudio, el gran espesor de sedimentos de grano fino del Cretácico constituido por estratos delgados a medianos de lutitas, areniscas y calizas se depositan sobre los probables sedimentos clásticos del Jurásico Superior. Aparecen hacia el poniente conglomerados indicativos quizás de la proximidad de un antiguo margen continental.

La transgresión llegó a ser cada vez más extensa, abarcando en el área hasta el Cretácico Superior.

Durante el Cretácico Superior la regresión de los mares queda caracterizada por los sedimentos detríticos de casi todo el norte de México. En este tiempo, se empiezan a sentir los efectos de la Orogenia Laramide, plegando y metamorfoseando los sedimentos detríticos.

La fase temprana del terciario se caracteriza por su actividad volcánica dando lugar a la extrusión de rocas andesíticas compuestas de piroclastos y derrames, acompañados de intrusiones andesíticas.

La primera etapa de fallamiento esta representado por cabalgaduras que corresponden a esfuerzos compresionales que tuvieron efecto durante la Orogenia Laramide, la cual se situa cronológicamente a fines del Cretácico y principios del terciario.

En el Eógeno en la etapa de la tafrogenia se producen grandes fallas normales debidas a esfuerzos

tensionales primarios representados por fosas y pilares.

En el área de estudio el sistema de fallas y fracturas tiene direcciones generales de NW, N-S y NE en el que se emplaza la mineralización, durante la fase final de la revolución Laramide.

En consecuencia la edad de la mineralización es del Eógeno tardío; esto se deduce del hecho de que las vetas solo se encuentran emplazadas en la Formación Parral, y en rocas ígneas andesíticas como es el caso de Parral, Sta. Bárbara y San Pco. del Oro entre otros distritos.

En el Oligoceno se producen las rocas de naturaleza ácida constituidas por un potente paquete de riolitas, tobas e ignimbritas depositándose sobre la superficie erosional de las rocas preexistentes, se reabrieron las fracturas anteriores y aparecen otras produciendo bloques escalonados. Posteriormente en el Oligoceno tardío y Mioceno las intrusiones de diques riolíticos fueron los siguientes eventos geológicos.

A fines del Terciario y comienzo del Cuaternario, la región estuvo sujeta a una intensa erosión que produjo los clásticos que se depositaron en el Valle de San Rafael.

Las intrusiones de basalto y el basalto de las mesetas estuvieron asociadas a fallas de rumbo oriente-poniente, ya en el Cuaternario, que señalan el final de la actividad tectónica en el noroeste de la República Mexicana.

#### IV.5.- Evolución Tectónica.

La depositación marina en la región parece ser

que fue suspendida a principios del Cretácico Superior, para que en las postrimerías del Mesozóico se empezaran a manifestar los efectos de la Orogenia - Laramide con el levantamiento, plegamiento y fallamiento del paquete sedimentario.

En el Eógeno después de un largo período de levantamiento y erosión, empezaron las manifestaciones volcánicas. La actividad volcánica originó la emisión de lavas del tipo andesítico que cubrieron discordantemente el paquete sedimentario, acompañadas de rocas intrusivas.

Durante el enfriamiento de las andesitas se forman fracturas y debido a empujes orogénicos, se produce un período de fallamiento de rumbo NW, N-S y NE. Las etapas de mineralización que fueron casi simultáneas rellenaron las fracturas y fallas, siendo sometidas posteriormente a un período de erosión superficial. En el oligoceno tardío se producen las rocas riolíticas, depositándose en forma discordante con la serie andesítica y se emplazan las intrusiones riolíticas.

El final del terciario y principios del cuaternario se caracteriza en la región por fallamiento de grandes bloques, produciendo fallas de rumbo E-W que segmentaron las vetas fallas principales. Ya en el cuaternario la extrusión de las rocas basálticas son los últimos eventos geológicos asociados a la producción de sedimentos de aluvión.

CAPITULO V

YACIMIENTOS MINERALES

## V.- YACIMIENTOS MINERALES

### V.1.- Forma y Dimensiones.-

Los yacimientos en el área de estudio presentan la forma de veta, como resultado del depósito mineral en fallas.

En ocasiones, la falla donde fue emplazada la mineralización tuvo movimientos posteriores, mismos que ocasionaron brechamientos postmineralización.

Evidencia de esto son la existencia de fragmentos angulosos con mineralización diseminada de sulfuro de Ag, Pb, Zn y Fe.

Las dimensiones de las Estructuras Mineralizadas son muy variables; presentan una longitud que varía de 150 a 1500 metros con una potencia de 0.8 a 2.00 metros.

### V.2.- Estructuras Mineralizadas.-

En el proyecto afloran alrededor de doce cuerpos vetiformes; sin embargo, solamente son tres de ellos los que presentan interés económico inmediato. Una de estas vetas está comprendida en el área de un lote minero particular. De esta manera, la prospección se concentró al conocimiento del comportamiento vertical y horizontal de la mineralización, en las vetas El Progreso y Cerrito.

#### Veta El Progreso

Esta estructura se localiza en la porción central de la asignación, sobre la cual se desarrolló la mina del mismo nombre.

La veta tiene un rumbo N 30°W con echados de 57°SW, con una potencia promedio de 0.60 metros; en la parte central suele alcanzar potencias hasta de -

2.00 metros. Su longitud se conoce en más de 200 metros, manifestando estrangulamientos en sus extremos.

Su continuidad longitudinal y vertical es muy errática; esto fundamentalmente se debe a la poca competencia y a desfavorables condiciones estructurales de la roca encajonante. Por lo general la roca encajonante de la estructura es considerada poco favorable a la formación de vetas; debido a que los esfuerzos que actúan sobre ellas se pueden disipar en pequeños esfuerzos y, las fallas (que son los conductos por donde pasan las soluciones mineralizantes), serían poco persistentes y, por lo tanto, los depósitos minerales serían pequeños y muy diseminados; también puede ser debido a que el echado de la veta sea paralelo al de la roca encajonante y la mineralización se disemine entre los planos de estratificación.

Básicamente, la estructura mineralizada muestra un desarrollo estructural que corresponde a un cuerpo brechado.

Las brechas generalmente se localizan al bajo de la veta acompañadas de mineralización.

La veta El Progreso constituye una veta-falla aparentemente normal con amplio desarrollo estructural, cuyo control es básico para localizar las mayores concentraciones de mineral; la roca encajonante de esta estructura la constituye una alternancia de calizas, areniscas y lutitas de la Formación Parral.

#### Veta El Cerrito

Esta estructura se localiza en la parte NW de la asignación a una distancia aproximada de 3 kms.

de la veta El Progreso. La estructura presenta un rumbo de N 9°E y echado variable de 65° a 80° al W. Su espesor varía de 1.00 a 5.00 metros y tiene una longitud comprobada de 1800 metros. Su profundidad es desconocida.

La estructura mineralizada constituye un cuerpo brechoide, de color gris oscuro en donde los clastos son de tonos más claros que el cementante. La brecha está constituida por fragmentos de roca encajonante que miden de 1 mm. a 7 cm. de diámetro, cementados por una matriz gris oscura intensamente silicificada; ocasionalmente, los fragmentos presentan diseminación de galena, esfalerita, pirita y en menor proporción, calcopirita y escasos nódulos de galena argentífera. Los mismos sulfuros se observan en fisuras asociadas en pequeños hilos que alcanzan como espesor máximo 0.3 cm.

La veta ha sufrido reacomodos o movimientos repetitivos ya que se observan algunas fallas transversales post-mineralización, unas rellenas por calcita blanca y amarillenta, otras por materiales arcillosos de color ocre y gris; las fallas de calcita en ocasiones muestran brechamiento.

La estructura en toda su longitud ha sido cortada por no menos de 5 fallas normales que han formado diferentes bloques escalonados implicando distintos niveles estructurales o desplazamiento de las vetas dificultando su exploración.

La roca encajonante de este cuerpo corresponde principalmente a una roca ígnea de composición andesítica con textura que varía de afanítica a porfídica la que presenta como principales alteraciones hi-

drotermales a la silicificación, propilitización, piritización y en ocasiones caolinización.

### V.3.- Mineralogía de los Prospectos.-

Hay cinco metales que son la base de la explotación minero-metalúrgica de la región son: oro, - plata, plomo, cobre y zinc.

Las principales menas de plomo, cobre y zinc - son la galena, la calcopirita y la esfalerita, respectivamente. El más abundante es la esfalerita y, a continuación, la galena.

El principal mineral de ganga es el cuarzo, en seguida, calcita y fluorita. La piritita también se - considera como mineral de ganga siendo abundante en todas las vetas y a cualquier profundidad.

La esfalerita y la galena se presentan en todas las vetas estrechamente asociadas. Algunas veces se presentan formando bandas alternadas de uno y otro mineral. Generalmente es más abundante la esfalerita que la galena, pero la proporción entre dichos minerales no es constante. El contenido de galena y esfalerita de cada veta, tiende a disminuir a profundidad.

La distribución de la calcopirita es bastante uniforme. Normalmente se presenta en forma diseminada y en nódulos estrechamente asociados a la galena y esfalerita, pero en ocasiones se presenta aislada en forma de laminillas y en mayor abundancia.

Aparentemente, la plata se encuentra asociada con la galena. Su distribución es relativamente uniforme, aunque hay zonas en que el contenido de plata se eleva mucho. Algunas vetas como las de Cerro Colorado tienen alto contenido de plata sin que este

presente la galena.

La fluorita como mineral de ganga es el único que tiene valor comercial, aunque sólo como subproducto, pues las vetas que son ricas en fluorita tienen mucho cuarzo, lo que impide que sean explotadas por fluorita únicamente.

### Paragénesis

En los cuerpos vetiformes se reconoció a nivel microscópico y megascópico una mineralogía variada constituida por minerales de origen hidrotermal y minerales secundarios de origen supergénico.

### Mineralogía de Origen Hidrotermal

Pirita ( $S_2Fe$ ). Es un mineral ampliamente distribuido; está presente en todas las vetas del área y en sus rocas encajonantes; generalmente se encuentra finamente diseminada en todas las rocas, en nódulos de grano fino y en delgados hilos. Se presenta casi siempre con hábito cúbico.

Galena (SPE). Es la principal mena de plomo. Existe en diseminaciones de grano fino, en pequeños nódulos (veta Cerrito) y en finas vetillas (veta Progreso).

Esfalerita (SZn). Es la principal mena del zinc; se encuentra asociada a la galena, generalmente más abundante. Se presenta en diseminaciones de grano fino.

Calcopirita (SCuFe). Es la única mena de cobre importante en la región. Se presenta asociada a la galena y esfalerita en forma diseminada, en nódulos y en laminillas. Escandón (1968) comenta que cuando los sulfuros de plomo y zinc son escasos, la proporción aumenta y que este incremento está asociado

do al aumento del oro.

Bornita ( $S_4Cu_5Fe$ ). Se presenta en pequeñas - cantidades como remplazamiento de calcopirita a lo - largo de fracturas, lo que indica un enriquecimiento del cobre.

Argentita (AgS). Se encuentra en forma de inclusiones microscópicas en la galena, entre más pequeños son los cristales de la galena más alto es el contenido de plata.

Oro (Au). No se ha encontrado, hasta la fecha. Se detectan pequeñas cantidades de este elemento por análisis químico. Escandón (1968) reporta - que este elemento en la zona de San Francisco del - Oro se encuentra asociado con pirita y calcopirita.

Barita ( $SO_4Ba$ ). Se presenta asociada con fluorita y calcita y, constituye el relleno de algunas - fallas.

Fluorita ( $CaF_2$ ). Se encuentra tanto en las vetas como ganga, como relleno total de algunas fallas, en estas a menudo se presenta en forma de grandes cristales. Su color varía del blanco al verde y esta asociada con la barita y calcita.

Calcita ( $CaCO_3$ ). Después del cuarzo es el mineral más ampliamente distribuido. Principalmente - se le encuentra relleno de fallas, asociada con fluorita, barita y pirita, así como constituyendo la ganga de algunas vetas.

Cuarzo ( $SiO_2$ ). Es el principal constituyente de la ganga de las vetas. Se le encuentra en los respaldos de las vetas formando pequeños hilillos. Algunas fallas lo tienen asociado con calcita y fluorita.

Covelita (SCu). Se presenta en pequeñas cantidades en forma diseminada y asociada con calcopirita y bornita.

#### Mineralogía de Origen Supergénico

Limonita ( $\text{FeO}_3\text{NH}_2\text{O}$ ). Generalmente se encuentra en forma terrosa, siendo el más común de los minerales de hierro. Se le encuentra en la zona de oxidación.

Hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Se observa junto a la limonita en las porciones oxidadas de las vetas.

Siderita ( $\text{FeCO}_3$ ). Se observan en forma masiva, de color pardo a castaño en algunas fallas.

Manganita ( $\text{MnO}(\text{OH})$ ). Frecuentemente en las vetas pero no muy abundante; se le encuentra en masas de estructuras terrosas y en pequeñas dendritas. (clasificación dudosa).

Cerusita ( $\text{PbCO}_3$ ). Presente en la zona de oxidación, como producto secundario de la galena y asociada a la limonita.

Hidrozincoita ( $\text{ZnCO}_3\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Al igual que la cerusita se presenta en la zona de oxidación, en masas terrosas amarillentas, producto de la alteración de la esfalerita.

#### Sucesión y Zoneamiento

La sucesión Mineral está representada en la fig. 3. Del estudio de las secciones pulidas se obtuvieron las siguientes conclusiones. El depósito del cuarzo cubre todo el período de la mineralización, pero en su mayor parte ocurrió al principio del período. La fluorita está asociada con los sulfuros y es contemporánea a estos. La galena, galena argentífera y la esfalerita están íntimamente rela-

MINERAL	PRIMARIOS	SECUNDARIOS
Pirita		
Esfalerita		
Galena		
Calcopirita		
Cuarzo		
Fluorita		
Calcita		
Covelita		
Hematita		
Limonita		

FIG. 3 SUCESION PARAGENETICA

cionadas y se depositaron en el mismo período de tiempo. La calcopirita se deposita al mismo tiempo que la galena y la esfalerita, pero en su mayor parte es posterior a dichos minerales.

Por tanto, la sucesión más probable de la mineralización es como sigue:

La depositación de pirita y calcopirita, seguida por esfalerita y después galena y galena argentífera, al disminuir los sulfuros se deposita el oro y, la calcita y la fluorita son depositados después del cuarzo.

En cuanto al zoneamiento, los cambios en la presencia de los minerales es como sigue:

El oro disminuye desde la superficie, tiene un ligero incremento a los 15 m, para después disminuir mayormente. El incremento de oro probablemente se debe a enriquecimiento supergénico. En superficie es probable que su presencia se deba a la lixiviación de las gangas de las vetas.

La plata, plomo y zinc tienen un comportamiento similar, sus valores van disminuyendo con la profundidad para posteriormente aumentar ligeramente y volver a disminuir.

En cuanto a los cambios laterales estos elementos aumentan ligeramente su contenido hacia el sur.

#### V.4.- Alteraciones.-

En la vecindad de los cuerpos mineralizados, las alteraciones hidrotermales son muy intensas y están representadas por silicificación, propilitización y piritización.

##### Silicificación

Es el proceso de incrementar el contenido de -

sílice de la roca encajonante, al ser reemplazados sus componentes originales por dicho compuesto. Este proceso es muy común pero solo en los contactos con las vetas y con los diques ácidos.

Las rocas encajonantes silicificadas son más resistentes a la erosión por lo que afloran en forma más persistente. Esta alteración hace que la roca encajonante pierda su textura original.

#### Propilitización

En este estudio es usado como la cloritización y caolinización de la roca encajonante.

La clorita es un mineral poco abundante y, probablemente, se origina por la alteración de los silicatos ferromagnesianos por la acción de las soluciones mineralizantes.

El caolin es bastante escaso, aunque, se observó en pequeñas cantidades; probablemente derivado de la acción de las aguas superficiales sobre el material fallado. La alteración propílica le da un color verdoso a la roca encajonante.

#### Piritización

La piritita casi siempre se presenta en forma de cristales de grano fino y diseminados cuyo tamaño varía desde menos de 1 mm hasta 3 cm. Parte de la piritita es producto del arreglo de los constituyentes originales de las rocas encajonantes y el resto fue introducido en ellas por la acción de las soluciones mineralizantes.

#### Oxidación

Las rocas encajonantes presentan una fuerte alteración supergénica en los contactos con las vetas observándose que la profundidad de la oxidación es -

mayor en la vecindad de las grandes fallas, las que proporcionaron buenos conductos en ellas mismas para permitir el paso de las aguas superficiales descendentes que actúan como agentes oxidantes.

#### V.5.- Hipótesis Genética.-

La principal base de clasificación es el origen del depósito.

Como la mineralización en la zona estudiada es posterior a la formación de las rocas encajonantes, el yacimiento es clasificado como de origen epigenético. Asimismo es un ejemplo del resultado del relleno de fisuras y cavidades debido a la precipitación química de sustancias transportadas por la circulación de soluciones mineralizadas calientes que se piensa, son de origen magmático, si bien pueden estar mezcladas con aguas meteóricas. Así pues se tratan de yacimientos de tipo hidrotermal.

En el caso de los yacimientos del proyecto, existe una clara asociación de los siguientes minerales:

Galena-esfalerita-pirita-calcopirita

Los cuatro minerales cristalizan a temperaturas moderadas, y según Lindgren este tipo de yacimientos se forman por el depósito y concentración de los minerales a mediana profundidad, altas presiones y una temperatura que varía entre 200 y 300°C.

Los depósitos minerales se formaron probablemente en la misma época en que empezaron las primeras intrusiones andesíticas y quizás estén asociadas a ellas.

Las fallas son, un poco anteriores a las soluciones mineralizantes y quizás son del final del Cre

tácico superior o principios del terciario.

No se puede precisar a que distancia de la superficie se efectuó la mineralización, pues las vetas han sido descubiertas por la erosión.

Una vez formadas las fisuras se efectuó la etapa de mineralización, en la que las soluciones hidrotermales ricas en plomo y zinc, pero conteniendo - oro, plata y otros sulfuros constituyen las vetas.

CAPITULO VI

METODOS GEOFISICOS APLICADOS

## VI.- METODOS GEOFISICOS APLICADOS

El Consejo de Recursos Minerales a través de la Gerencia de Exploración Geofísica, efectuó un estudio geofísico en el prospecto Cerrito-Cerro Colorado, basado en la información aportada por el barreno JKS-C-2 (BD2) que presentó valores interesantes de Ag, Pb y Zn; por el contrario, el BDL realizado a 50 metros aproximadamente al SE del anterior resultó poco favorable.

Para llevar a cabo el trabajo, se utilizó el método de potencial inducido (P.I) y resistividad con arreglo gradiente. El trabajo tuvo como objetivos definir zonas con mayor mineralización dentro de la estructura principal, así como para determinar su continuidad y localizar estructuras paralelas a la principal con posibilidades de resultar mineralizadas.

El levantamiento geofísico comprendió dos zonas: Area Cerrito y Area Cerro Colorado, separados por un denuncio particular con derechos vigentes. Del total de líneas, 28 correspondieron a la parte sur del levantamiento (Area Cerrito) y 9 a la parte norte (Area Cerro Colorado), para hacer un total de 22.2 km. lineales en ambos sectores; cubren una superficie aproximada de 1.2 km.<sup>2</sup>

Básicamente, el método consistió en trazar una línea base con rumbo N-S magnético y longitud de 3350 m. con cinta y tránsito. Perpendicular a ésta, se trazaron con cinta y brújula una línea de 1450 m. que cruza a la estructura, objeto del estudio, donde el Barreno BD2 resultó con valores altos

de plata y 36 líneas de 800 m., rumbo E-W magnético con estaciones cada 25 m. y separaciones de 100 y - 150 m. entre ellas.

En el prospecto Cerrito se obtuvieron varias - zonas anómalas, todas con rumbo N-S magnético; la - más amplia e importante está localizada en el centro del área con una longitud de 1200 m. de la línea - - L-3.5 S a la L-9.0 N (lámina 1). Dentro de esta zona se obtuvieron las trazas "A" y "B".

La traza "A" es la más importante debido a que representa la anomalía de la estructura principal. Esta traza tiene dos bifurcaciones en la línea L-2.5 W, E-12.5 W, L-6.0 N, E-67.5 W donde se obtuvieron - los valores más altos de cargabilidad (anomalías de primer grado); por esto se esperó que en estos lugares se presentara una mayor concentración en la mineralización de la estructura. Existen además otros - altos de cargabilidad, uno de ellos (línea L-0.5 S, E-0) corresponde a una zona de mineralización dentro de la estructura, evidencia que reportó el barrenó - BD2. El otro alto que se localiza en la línea L-2.5 N, E-0, tiene características similares al anterior; por tanto, es factible que sea debido a otra zona de mineralización dentro de la estructura principal.

También se observa en la traza "A" la posible continuidad de la estructura hacia el norte, donde - termina el afloramiento. Se obtiene respuesta anóma la en la línea L-4.0 N hasta la L-9.0 N afectada entre la línea L-5.0 N y L-6.0 N por una falla.

En el sur, la terminación de la traza coincide con la del afloramiento de la estructura.

La característica principal que se observa en

la traza "A" es que los altos aislados de cargabilidad que se presentan a lo largo de ella son debidos a concentraciones de mineral (bolsas) dentro de la estructura; por lo tanto, ésta no presenta una mineralización uniforme en toda su longitud.

La Traza "B" con una longitud de 300 m. e intensidad de primero y segundo grado, puede ser producida por una estructura paralela y muy próxima a la principal con características similares a ella y posibilidades de resultar con mineralización de tipo económico.

Al poniente de la traza "A" se tiene la traza "C" con una longitud de 600 m. y paralela a la misma; (de la línea L-2.0 N a la L-8.0 N) y anomalías de segundo y tercer grados; a pesar de no tener relación con rasgo superficial alguno; es factible que se trate de una estructura paralela a la principal con posibilidades de resultar con mineralización, aunque en menor grado de las anteriores.

La Traza "D" localizada al Sur de la "C", conserva también paralelismo respecto a las demás Trazas; tiene una longitud aproximada de 450 m. con anomalías de segundo y tercer grados; sobre esta Traza se observa cierta oxidación en el terreno, lo que puede ser un indicio de posible mineralización a profundidad.

La Traza "E" puede corresponder a la continuación de la bifurcación que presenta el dique a la altura de la línea L-3.5 N; sin embargo, la respuesta geofísica de P.I. se interrumpe aproximadamente 200 m. debido a que en este tramo no se presenta mineralización de importancia.

La Traza "F" se localiza al SE del área y es la que presenta cierta ambigüedad por encontrarse - próxima a los afloramientos de Cz-Iu, los que dan al ta respuesta de cargabilidad.

Además de las Trazas anteriores, se presentan otros altos, los que en caso de ser debidos a la pre sencia de mineralización, su importancia sería mínima, ya que representan una longitud corta.

En la zona Cerro Colorado (lámina 2) se obtuvieron cuatro zonas anómalas: I, II, III, y IV de - las cuales las que tienen posibilidades de resultar con mineralización de tipo económico son las marca das con I y II. Estas parten de un tronco común a - la altura del tiro de la mina Cerro Colorado, que - pertenece a un fundo particular actualmente en explo tación, debido a que las estructuras que afloran en el área tienden a unirse hacia esta parte, lo que - trae como consecuencia que la respuesta de cargabili dad de cada una de éstas se integre en una sola.

La zona anómala I corresponde a la estructura localizada al E de la mina Cerro Colorado con rumbo NE y muestra claramente que no está mineralizada en toda su longitud conocida, ya que la respuesta de - cargabilidad termina en la línea L-23.0 N obteniéndose en una longitud de 400 m. y el afloramiento de la estructura continúa al N y NE.

Esta anomalía tiene su mayor intensidad donde se bifurca la estructura; se espera encontrar una ma y or concentración mineral.

La zona anómala II corresponde a la continua ción Norte donde termina el afloramiento de la es- - tructura sobre la que se encuentra la mina Cerro Co-

lorado, su máximo (L-19.0 N E-50.0 W y 75 W) presenta a una distancia de 200 m. de la mina mencionada - donde se obtiene otro máximo de 18 m. seg. que corresponde al mineral existente en la mina; el máximo de la zona anómala II es de una intensidad de 22 m. seg., por lo que se puede establecer que éste contiene una mayor cantidad de mineral que el existente en la mina.

Las zonas anómalas III y IV pueden corresponder a efectos litológicos producidos por una variación de los materiales polarizables en la roca.

Respecto a los resultados de resistividad, la única anomalía interesante que se observa en las dos áreas, es el bajo (menor a 200 ohm-metro) que coincide con el alto de la zona anómala I de P.I. en la zona de Cerro Colorado, producido probablemente por un cuerpo de mineral de importancia.

En general, los resultados de resistividad no mostraron una respuesta característica de las estructuras o de las rocas existentes.

En resumen, en la zona de estudio del Cerrito, se obtuvieron varias anomalías; todas conservan un cierto paralelismo entre sí. La más importante es la que está asociada a la estructura principal.

Ella demuestra que la estructura no conserva una mineralización uniforme a todo lo largo; asimismo, en Cerro Colorado se obtuvieron dos anomalías principales; una que viene a hacer la continuación del cuerpo de esta mina y la otra la respuesta de una estructura con posibilidades de resultar mineralizada.

Existe la probabilidad de que estas estructuras se unan a profundidad.

Con base en los estudios geofísicos se llevó a cabo un programa de barrenación con la finalidad de cortar las estructuras y comprobar las anomalías de estas áreas y para explorar las posibles concentraciones de mineral. Asimismo, de acuerdo con las interpretaciones geofísicas se realizó un programa de catas para aquellas zonas donde se presentaron anomalías y que en superficie no se presentaban rasgos de finidos o bien no existía afloramiento. Los resultados obtenidos se mencionan en el siguiente capítulo.

CAPITULO VII

OBRAS DIRECTAS

## VII.- OBRAS DIRECTAS

Estas consistieron en barrenación de diamante y desarrollo de obras mineras en los sectores de interés.

### VII.1.- Perforación.-

Se efectuó una barrenación con diamante en los prospectos del proyecto Asignación Minera Roncesvalles, misma que se realizó en dos etapas: la primera realizada por El Consejo de Recursos Minerales, a través del Departamento de Perforación que abarcó - las áreas El Progreso y Cerrito-Cerro Colorado y la segunda por la Compañía particular Tecnosuelo, S. A. de C. V. en el sector de Cerrito-Cerro Colorado; ésta última, con base en el estudio geofísico y con apoyo en los resultados obtenidos por un barreno realizado en la primera etapa en la zona Cerrito-Cerro Colorado.

#### Barrenación con diamante I.-

En la Asignación se desarrolló un programa de barrenación de diamante, que consistió en siete barrenos; dos en El Progreso y cinco en Cerrito-Cerro Colorado. Se cubrieron un total de 1008.70 metros de perforación.

#### Area Progreso.-

La barrenación mostró en esta área que la secuencia consiste en una alternancia de lutitas y areniscas calcáreas ligeramente piritizadas y carbonatadas, fuertemente oxidadas hasta los 20 metros de profundidad.

La estructura fue cortada a los 57.0 metros - por el barreno WP-1, que tuvo una profundidad total

de 87.40 metros y a los 99 metros por el barreno HC-P-1 con una profundidad máxima de 123.0 metros; se presenta brechada y muy fracturada con una mineralización muy pobre, compuesta por escasa galena, esferita y piritita en una matriz de calcita.

Los resultados obtenidos por el muestreo de núcleos no fueron satisfactorios ya que la veta a estas profundidades presenta leyes incoasteables y un espesor más reducido que en superficie.

Los resultados hacen suponer que la mineralización económica en el prospecto se restringe a la zona de oxidación.

El equipo usado para el desarrollo de estos barrenos fue HC-150 y WINKIE.

#### Area Cerrito-Cerro Colorado.-

La perforación mostró en este sector que la secuencia cortada consiste de un paquete constituido por riolitas, tobas y brechas riolíticas las que sobreyacen a un paquete andesítico formado por andesitas, tobas y brechas andesíticas y dacíticas.

La estructura se encuentra brechada, en cuya matriz silicificada se observan sulfuros diseminados de Pb y Zn con leyes bajas (menores a 70 gr/ton de Ag) en la totalidad de los barrenos (según muestreo de núcleos), a excepción del barreno JKS-C-2 (BD2) que reportó leyes de Ag; que varían de 53 gr/ton de Ag hasta 1284 gr/ton, teniendo la estructura una potencia de 15 metros.

En los testigos de los barrenos se observan alteraciones como silicificación, propilitización, cloritización, piritización y caolinización; ésta última es ocasional. Además, se observa una oxidación -

debido probablemente a una permeabilidad secundaria producida por fallas y fracturas que se observan en los testigos; en las fallas existen abundantes minerales arcillosos (salbanda) y las fracturas muestran rellenos de calcita y ocasionalmente por cuarzo y barita.

La profundidad máxima realizada fue de 222.00 metros y la mínima de 97.0 metros. La barrenación se efectuó con una máquina JKS-300.

#### Barrenación con diamante II.-

El programa de barrenación II se llevó a cabo con base en los resultados interpretados por el estudio geofísico realizado en Cerrito-Cerro Colorado y por los resultados obtenidos por el barreno JKS-C-2 realizado con anterioridad, en esta misma zona; consistió de siete barrenos, tres en Cerro-Colorado y cuatro en el sector Cerrito. Se cubrieron un total de 848.50 m. de perforación y fueron suspendidos dos barrenos en el área Cerrito.

En general, la perforación mostró las mismas características que la realizada con anterioridad.

La barrenación en estos prospectos cortó una secuencia de andesitas y tobas andesíticas, la que subyace a un paquete compuesto por riolitas, tobas y brechas riolíticas.

La estructura se encuentra brechada y muy fracturada con mineralización diseminada de sulfuros de Pb y Zn incluidos en una matriz intensamente silicificada.

La secuencia es atravesada por un gran número de fracturas, en su totalidad rellenas por calcita y cuarzo y esporádicamente por barita; asimismo la se-

cuencia está perturbada por no más de 6 fallas con un rumbo general respecto al eje del testigo de NW-SE, donde se observan minerales arcillosos y salbanda.

Los resultados obtenidos por el muestreo de núcleos fueron muy bajos (no mayores a 100 gr/ton de Ag).

La máxima profundidad perforada fue de 186.30 metros y la mínima de 140.0 metros.

#### VII.2.- Obras mineras.-

Con el fin de explorar las estructuras objeto del estudio se desarrollaron obras directas consistentes en frentes, cruceros y contrapozos en los prospectos El Progreso y Cerrito-Cerro Colorado.

##### Area Progreso.-

En esta área por medio de obras existentes y las desarrolladas por el Consejo de Recursos Minerales, se observó que la veta Progreso está encajonada por lutitas, areniscas y calizas; la estructura consiste en una veta brechada con rumbo en su parte sur de N 10° W a N 30° W y echados variables de 50° a 70° SW; al norte su rumbo es constante con echado de 60° SW; su ancho varía de 0.1 m a 2.0 m, con una longitud de 200 m; sufre estrangulamientos en los extremos; en general, su persistencia horizontal y vertical es muy errática.

Se observó que en la zona de oxidación se presentan óxidos de hierro y manganeso, cerusita y algunas sulfosales de plata; la matriz es de calcita y en menor grado de barita y cuarzo. La zona de oxidación varía de unos metros a no más de 15 metros de profundidad.

En esta zona se encontraron valores económicos. Bajo esta zona también se observó la zona de minerales primarios compuesta por pirita, galena y esfalerita, la matriz es de calcita; no se encontraron valores económicos (ver plano de muestreo).

La alteración presente en la roca encajonante consiste de una ligera piritización y carbonatación.

El desarrollo por parte del Consejo de Recursos Minerales consistió en 5 metros de frente y 3 metros de contrapozo, con el fin de delimitar un bloque de mineral con reservas comprobadas para efectuar explotación.

La explotación fue selectiva; con ayuda del muestreo se tumbó y trasladó a la planta de beneficio aquello que reunía las mejores perspectivas.

Fueron extraídas 450 toneladas, de donde se seleccionaron 300 toneladas para su traslado.

La liquidación definitiva de la planta fue: 301.20 toneladas húmedas con ley de 106 gr/ton. de Ag.

#### Reservas Mineras

Se clasificaron de acuerdo a su grado de certeza y seguridad de su existencia en, comprobadas, probables y posibles, esto a su vez en función de los siguientes parámetros:

- Cantidad
- Calidad
- Conocimiento de la geología del cuerpo mineralizado.

Al hablar de cantidad se entiende que se trata del volumen o peso medible y al hablar de calidad se entiende que es el contenido medio de los productos

expresados en por ciento de peso o sea la ley de su valor; en consecuencia, para determinar las reservas fue necesario hacer una serie de operaciones tendientes a determinar el volumen, operación llamada de cu bicación o determinación de las toneladas contenidas o tonelaje. Esto implicó la ejecución o la observación de obras mineras existentes que descubrieron el yacimiento planeadas con ese fin, el levantamiento - geológico y de detalle en planos y secciones, así co mo la interpretación geológica y matemática.

El cálculo de tonelaje se realizó efectuando - las siguientes operaciones:

$$T.M. = V \times P.E.$$

$$V = A \times E$$

Donde:

T.M. = Toneladas Métricas.

V = Volumen en  $m^3$

P.E. = Peso Específico

A = Area mineralizada en  $m^2$

E = Espesor promedio de Estructura en me- -  
tros.

Dada la gran variabilidad en los pesos especí-  
ficos de los minerales se optó por considerar un -  
P.E. que tuviera validez general, obteniendo para -  
efectos del cálculo un P.E. general de 2.8

La determinación de la calidad o sea de los -  
contenidos medios se realizó por medio de muestreos  
sistemáticos o representativos según fuera el caso y  
de la aplicación de las siguientes formulas para de-  
terminar los valores medios contenidos:

Para cada elemento

$$\text{Ancho} \times \text{ley} = Xl$$

Ancho x ley = X<sub>2</sub>

⋮

Ancho x ley = X<sub>n</sub>

LEY MEDIA =  $\frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{\text{sumatoria de anchos}}$

En la práctica una parte de las reservas fue determinada con precisión, otra fue medida parcialmente y otra se infirió por evidencias geológicas. Debido a estas variaciones en la precisión de las estimaciones fue necesario clasificarlas en:

#### Reservas comprobadas

Se consideraron aquellas que con certeza fueron medidas tanto en calidad como en cantidad. Para que esto fuera factible la veta tenía que estar expuesta por cuatro de sus lados considerándola como un bloque, así fue posible muestrearla por varios lados para obtener la ley media exacta.

#### Reservas probables

Fueron aquellas en donde el contenido de las vetas o sea la existencia en cantidad y calidad se conocía parcialmente, pero era evidente que existía. En consecuencia las obras mineras descubrieron tres lados de la veta y no fue posible obtener una ley media precisa.

#### Reservas posibles

Son aquellas en las que la veta es parcialmente expuesta por uno o dos de sus lados y cuya existencia se basó en deducciones de consideraciones geológicas.

En cuanto a las reservas en el Progreso se vieron reducidas en el tipo de óxidos debido a la explotación.

tación llevada a cabo; sin embargo se logró aumentar en sulfuros de baja ley.

Se muestra a continuación un sumario de reservas del área Progreso:

Bloque:	Clase:	Ancho:	Au gr/ton	Ag gr/ton	Pb%	Zn%	Tons.
1	Comprobadas	1.05	0.1	205	2.1	2.9	370
2	Probables	1.05	Tr.	129	2.8	1.8	1780
3	Posibles	0.80	0.1	225	2.7	2.1	1350

En resumen, debido al bajo potencial económico de la mineralización, a desfavorables condiciones de la roca encajonante, así como a la ley promedio obtenida por muestreo, se consideró que no era económicamente explotable la estructura por lo que fue conveniente abandonar la exploración del prospecto y enfocarla al Cerrito-Cerro Colorado.

#### Area Cerrito-Cerro Colorado.-

El desarrollo de obras mineras en este prospecto consistió por parte del Consejo de Recursos Minerales, en habilitar el tiro Cerrito en una longitud de 55 metros, así como en el desarrollo de 49 metros de crucero y 62 metros en frentes. Se tenía como finalidad, el delimitar la estructura mineralizada y observar su comportamiento.

Con las obras mineras se logró cortar la estructura y seguirla a rumbo, se observa que es brachada con rumbo que oscila de N 9° E a N 10° E y echados de 65° a 80° al W; su espesor varía de 1.00 m a 5.00 m y su longitud fue reconocida en más de 1800 metros. El cuerpo se encuentra encajonado por andesitas, alteradas por silicificación y propilitiza-

ción.

El muestreo efectuado en estas obras reportó - valores bajos, menores a 100 gr/ton de Ag. También, reportó valores anómalos en clavos de pequeñas dimensiones (0.1 m) con ley de hasta 4000 gr/ton de Ag y 13 gr/ton de Au.

También se observó que la estructura es cortada por un buen número de fracturas y fallas con rumbo general NW-SE lo que dificultó la exploración.

Para la cubicación de reservas se tomaron en cuenta los valores encontrados por el barrenado JKS-C-2 (BD2).

Se muestra sumario de reservas con ley y ancho promedio:

Bloque:	Clase:	Tons.	Ancho	Au gr/ton	Ag gr/ton	Pb%	Zn%
1	Posibles	6970	1.1	0.1	105	0.5	0.5
2	Posibles indicadas con barre nación.	37800	15	Tr.	179	0.13	0.5

En resumen, en esta área se cuenta con el potencial suficiente para tomarse en consideración pero debido a que la mineralización no es uniforme y el nivel de mineralización económico no fue el adecuado donde se desarrollaron los trabajos; además, por la baja ley en general reportada por muestreo, se considera que la exploración se debe enfocar a detectar clavos de alta ley y de dimensiones considerables como el existente en la mina Cerro Colorado.

### VII.3.- perspectivas de exploración.-

#### a) Local.-

Aunque la exploración de las estructuras conocidas dieron resultados poco halagadores, principalmente por su baja ley, podría existir la probabilidad de que se tengan niveles de mineralización económica a mayor profundidad, en los prospectos estudiados.

Esto se deduce del hecho de que en primer lugar la mina Cerro Colorado que se localiza al NW del Proyecto, su nivel de mineralización económica se presenta a un desnivel de - 80 m aproximadamente respecto a los prospectos reconocidos (mina Cerrito, - Progreso), y de que; en segundo lugar en algunos distritos mineros de la región (hacia el noroeste) se presentan estructuras que no son económicas en superficie, pero a una profundidad de  $\pm$  100 m estas estructuras se vuelven económicas, manifestando alto contenido de plata de este modo, se recomienda que los prospectos estudiados, se desarrolle un programa de exploración, tendiente, a la comprobación a mayor profundidad de la existencia de nivel(es) de mineralización económica.

Asimismo, prospectar dentro de la superficie de la asignación los afloramientos de rocas andesíticas y de la Formación Parral, tratando de detectar estructuras que no afloran y que no presentan rasgos característicos en superficie.

Los objetivos anteriores se podrían llevar a cabo por medio de estudios Geoquímicos, juntamente con estudios Paragenéticos detallados.

b) Regional.-

En cuanto a la prospección regional, se deben considerar zonas de exploración a priori, aquellas en donde se puede presuponer la existencia de mineralización basandose en características metalogénicas similares a la de algunos de los distritos mineros conocidos de la región.

Se recomendaria entonces, explorar en base a dichas características, las zonas al poniente y al sureste principalmente del área estudiada; ya que estas presentan buenas perspectivas de exploración, pues los afloramientos de estas localidades presentan similitudes con algunos de los distritos mineros (Sta. Bárbara, San Fco. del Oro, etc).

Esta idea, toma valor al constatarse algunas características metalogénicas correlativas de los yacimientos de la región en la siguiente tabla:

Yac. y Referencia	San Fco. del Oro Koch, 1955 Escandón, 1968	Sta. Bárbara Schmitt, 1926	Parral Schmitt, 1928	Roncesvalles Ruvalcaba, 1936
Clasificación (vetas)	Temp. Alta Temp. Media	Temp. Alta Temp. Media	Temp. Alta Temp. Media	Temp. Media
R. Encajonante	Formación Parral (Pizarra)	Formación Parral (Lutita calcárea) Andesitas	Formación Parral (Lutita calcárea) Andesitas	Formación Parral (Lutita calcárea) Andesitas
Conocidas a una profundidad de	350 mts.	700 mts.	1200 mts.	50 mts.
Menas (Principales)				
Esfalerita	x	x	x	x
Galena	x	x	x	x
Calcovirita	x	x	x	x
Argentita	x	x	x	x
Pirargirita	x		?	
Proustita	x	x	?	
Ganga				
Cuarzo	x	x	x	x
Calcita	x	x	x	x
Fluorita	x	x	x	x
Barita	x		?	x
Granate	x	x	x	

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### VIII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- Desde el punto de vista estructural las estructuras se presentan en forma de vetas.

2.- Las tablas de las vetas son paralelas y están perfectamente bien definidas.

3.- La mineralización se encuentra en forma diseminada, dentro de las vetas, alcanza principalmente a las andesitas, en las que la influencia hidrotermal ha sido muy intensa.

4.- Las anomalías de primero, segundo y tercer orden detectadas por el estudio Geofísico son debidas a piritización en grado variable según se constató - en los núcleos obtenidos por los barrenos realizados.

5.- En el prospecto el Progreso la disminución en el espesor y en las leyes de los minerales de esta veta a profundidad redujeron el potencial económico.

6.- En el prospecto el Cerrito los valores económicos disminuyen a profundidad, no así su potencia que permanece constante, aunque la mineralización se presente en general en forma diseminada dentro de las vetas, no debe descartarse la idea de encontrar bolsas o clavos de dimensiones considerables con altas leyes (como actualmente la explotada en la mina Cerro Colorado) dentro de esta estructura.

Respecto a continuar con la exploración del Proyecto se recomienda lo siguiente:

1.- Continuar con la exploración del área Cerrito-Cerro Colorado que es la potencialmente atractiva -

con base en la definición del nivel de mineralización económico, ya que es posible localizar bolsas o clavos de alta ley (como el existente en la mina Cerro Colorado que se encuentra a - 80 m aproximadamente del nivel de las estructuras prospectadas).

2.- El nivel adecuado podría ser definido mediante la ayuda de estudios paragenéticos detallados, (minas Cerrito y Cerro Colorado).

3.- Con base en estos estudios se propondrían sectores económicamente favorables a nivel de estructuras mineralizadas y de toda el área.

4.- Continuar las exploraciones de la veta el Progreso hacia el sur mediante cateo, para precisar sobre el potencial económico de la misma.

5.- Explorar por medio de algún método Geoquímico el área El Cerrito tratando de localizar y cuantificar nuevos yacimientos dentro de la zona de influencia de este sector.

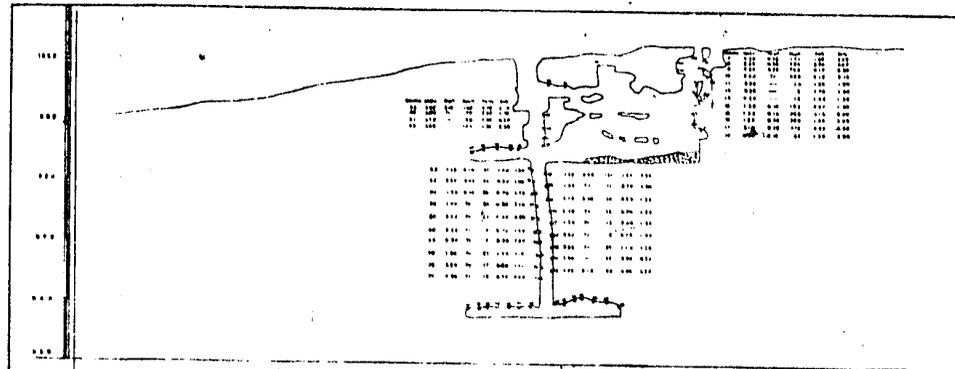
6.- Llevar a cabo un programa de control de muestreo sistemático con el fin de conocer los límites de costeabilidad de los cuerpos mineralizados a encontrar

B I B L I O G R A F I A

- ARRIAGA, G. G. (1931) Apuntes de la clase de Métodos de Geología de Minas.
- BARRY, J. G. (1923) Geological Report on The San Francisco del Oro, District-Parral, Chih., México.
- BATEMAN, A. M. (1974) Yacimientos Minerales de rendimiento económico. Editorial Omega.
- BILLINGS, M. P. (1972) Structural Geology. Editorial Prentice Hall, Inc.
- BUCHANAN, L. J. (1978) Ore Deposits of Chihuahua. Colorado School of Mine.
- BURCKHARDT, CH. (1930) Etude synthétique sur le Mésozoïque Méxicain. Soc. Paléon. Suisse. MEM. Vol. 50
- CEPEDA, D. L. (1974) Apuntes de Yacimientos Minerales, UNAM.
- CHAVEZ, E. L. (1979) Geología de la Mina Frisco, San Fco. del Oro, Chih. IPN, Tesis Profesional.
- ECHAVEZ, J. (1968) The Parral, Chihuahua, México, as related to the silver Metallogenic Province of Northern México, Tesis Arizona - University.
- ESCANDON, F. V. (1968) Geología del Distrito Minero de San Fco. del Oro, Chih. UNAM, Tesis Profesional.
- GARBRECHT, L. (1927) Geological and General Technical Report of the Proper -

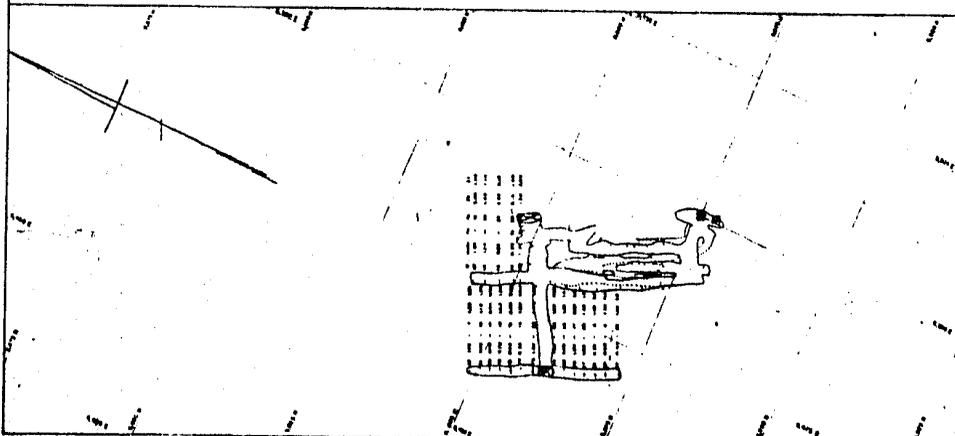
- ties of de San lco. Mines  
of México Limits. reporte  
no publicado.
- GIESLOCKE, A. (1960) Geologic Map of the Parral  
Area Asarco Mexicana.
- KAZHDAN, A. B. (1977) Prospección de Yacimientos  
Minerales, Edit. Mir, Moscú.
- KOCH, Jr. G. S. (1956) The Frisco Mine, Chihuahua,  
México. Economic Geology.  
(1955) Geology of the Frisco Mine,  
Chih., México. Cambridge,  
Massachusetts, U.S.A.
- LOBECK, A. R. (1939) Geomorphology and introduc-  
tion to the study of the -  
Landscapes.
- LOPEZ, R. A. (1974) Geología General y de México  
Tomo I y II S.E.P.
- MACKINSTRY, H. E. (1970) Geología de Minas, Editorial  
Omega.
- MATTAUER, M. (1976) Las Deformaciones de la Cor-  
teza Terrestre, Edit. Omega.
- ORDOÑEZ, G. (1965) Geologie reconnaissance of a  
portion of the Valley of Pa-  
rral (Santiago), Chih.  
reporte no publicado.
- PADILLA, M. (1977) Estudio Geológico en detalle  
del Proyecto Los Solices, -  
Sta. Bárbara, Chih. UASLP,  
Tesis Profesional.
- PARK, CH. (1975) Ore Deposits. Edit. W. H.  
Freman and Company.
- RAMIREZ, J. C. (1957) Notas sobre la Geología de

- Chihuahua, Assoc. Mex. Geol.
- RAISZ, E. (1959) Landforms of México. Cambridge, Massachusetts.
- SALAS, G. P. (1975) Carta y provincias tectogénicas de la República Mexicana, Edit. C.R.M.  
VII Seminario sobre Exploración Geológica Minera, p.p. 697-741.
- SEYFERT, C. K. (1973) Earth History and Plate Tectonics and Introduction to - Historical Geology, Harper - and Row, Publishers.
- STANTON, R. D. (1972) Ore Petrology, McGraw Hill book Company.
- SCHMITT, H. (1926) Geologic notes on the Sta. - Bárbara Area in the Parral District of Chih., México. Engineering and Mining Journal. p.p. 407-411.
- (1928) Geologic Notes on the Parral District of Chih., México. Engineering and Mining Journal. p.p. 268-290.
- URIBE, V. G. (1972) Geología del Distrito Minero de Sta. Bárbara, Chih. IPN Tesis Profesional.

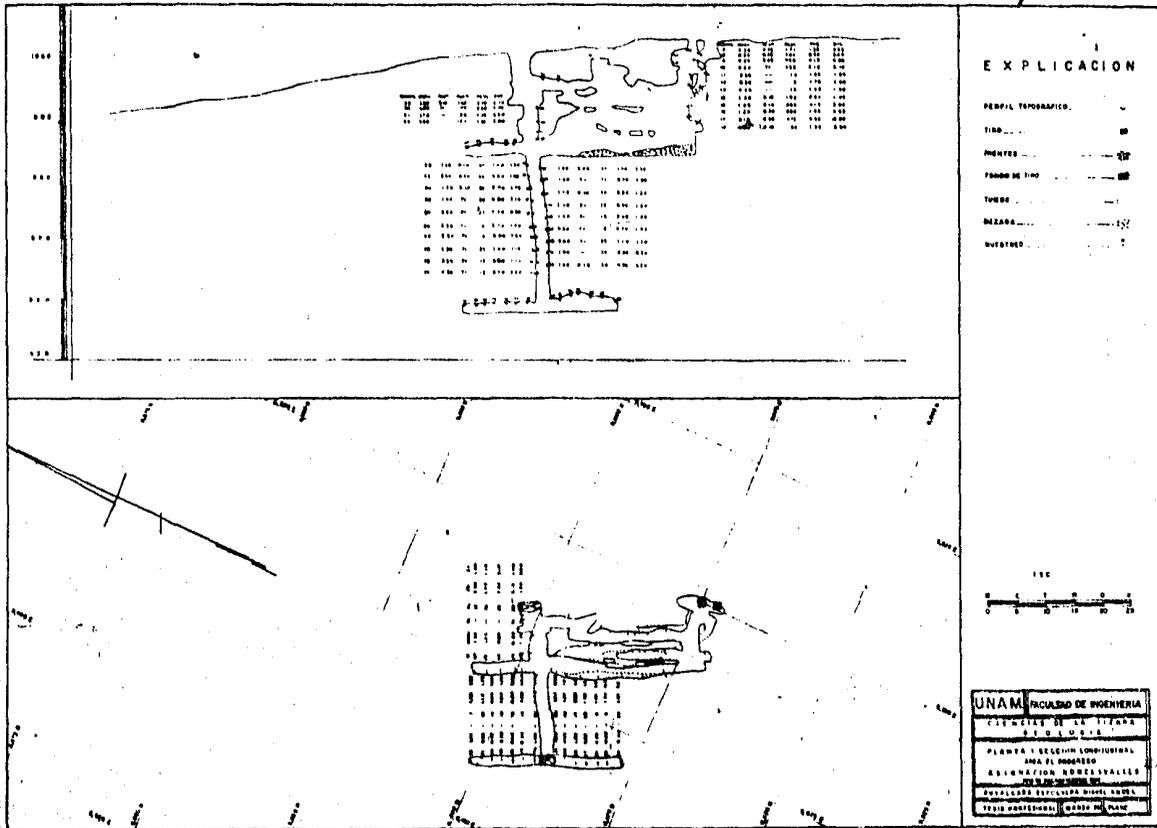


### EXPLICACION

- PERFIL TOPOGRAFICO .....  
 TIRAD .....  
 PNEUMOS .....  
 FONDO DE TIRAD .....  
 TUBOS .....  
 BARRERA .....  
 DISEÑADO .....



**UNAM** FACULTAD DE INGENIERIA  
 CIENCIAS DE LA TIERRA  
 MEXICO D.F.  
 PLANTA Y SECCION LONGITUDINAL  
 AREA EL HONDOSO  
 ASIGNACION DOMESTICALLER  
 CONVULSION SEPTIEMBRE 1968  
 ESTUDIOS DE INGENIERIA

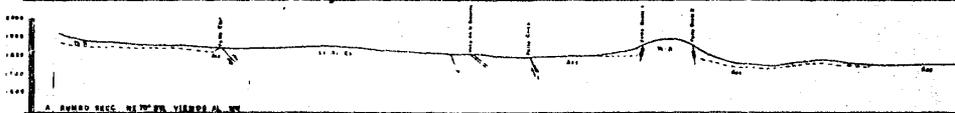
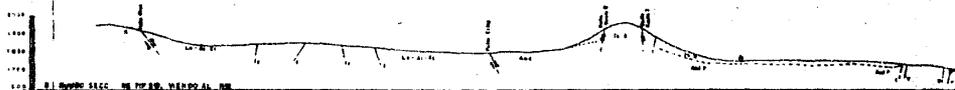
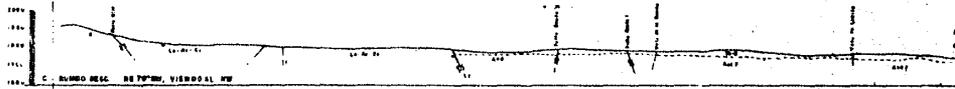
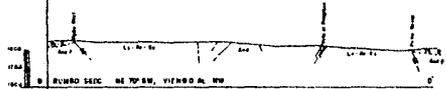
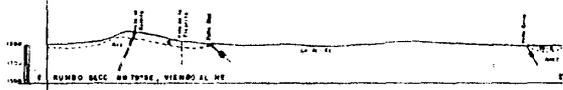
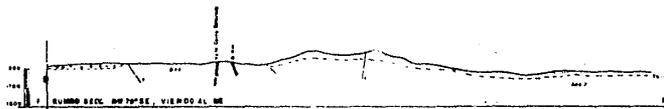


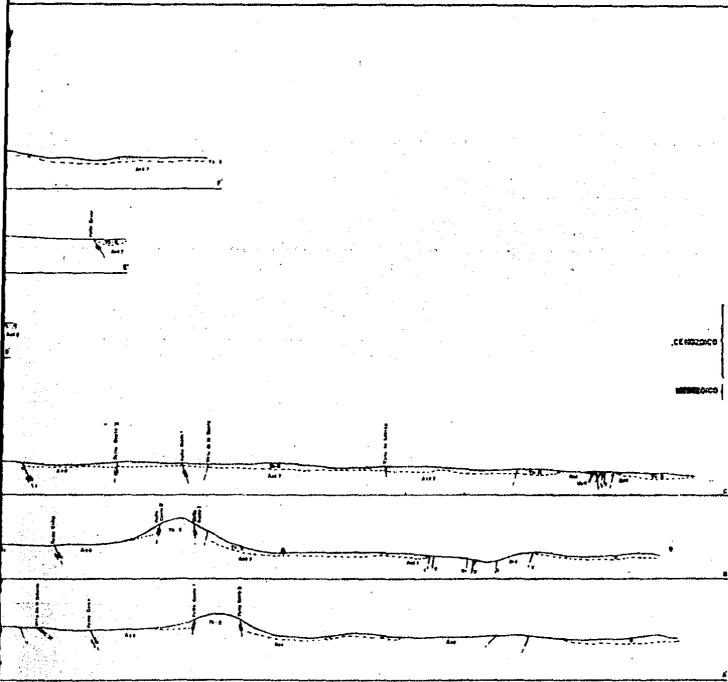
**EXPLICACION**

- PERFIL TOPOGRAFICO.....
- TIPO.....
- PIENTES.....
- FONDO DE TIPO.....
- TUBOS.....
- DEZARRA.....
- INSTRUMENTOS.....



**UNAM** ESCUELA DE INGENIERIA  
 CATEDRA DE GEOMETRIA  
 PLANTA Y SECCION LONGITUDINAL  
 ANA EL PASADIZO  
 RESERVAION DE BARRILES  
 DEL RIO DE SAN JUAN  
 BARRILES ESCUELA INGENIERIA  
 TRIN MARTINEZ / CARO PLAZA





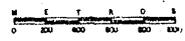
**SIMBOLOGIA**

CONTORNO GEOLOGICO	.....
PERFIL	—————
LINEA DE SECCION	——— ———
LINEA DE REFERENCIA	——— ———
VETA	——— ———
FALLA	——— ———

**LEYENDA**

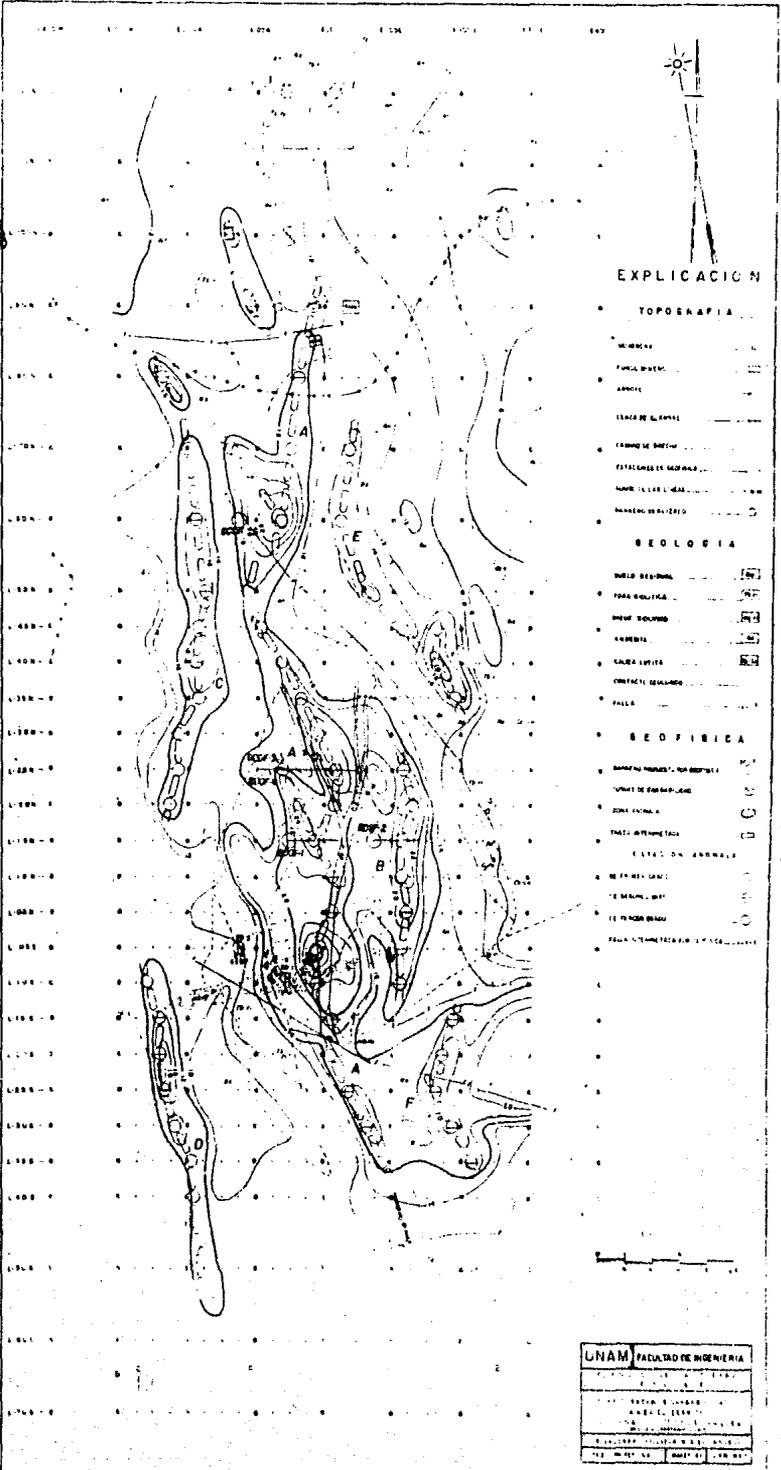
UNIFORMADO	DIKELAS DE ALPHEIN	□
DEFORMADO	ARENAS ESTERIAS ACBA ENOLITAS	□
DEFORMADO	ARENAS VOLCANICAS	□
DEFORMADO	ARENAS SILICICAS	□
DEFORMADO	ARENAS BITUMINOSAS	□
DEFORMADO	LUTITAS ARENOSAS, CALIZAS	□

ESC



<b>UNAM FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
CIENCIAS DE LA TIERRA	
E T N O G R A F I A	
SECCIONES TRANSVERSALES	
ASIGNACION ABOCESVALES	
BOVILLAS EMPLEADAS: MONIL, ANSEL	
TEMA PROFESIONAL	MARZO DE 1960





**EXPLICACION**

**TOPOGRAFIA**

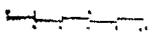
- MONTAÑA
- PUNTO MONTAÑA
- ARROYO
- LINEA DE CUMPLIDO
- TERMINO DE SORTEO
- ESTACIONES DE SONDADO
- MARCA DE CUMPLIDO
- MARCA DE SONDADO

**GEOLOGIA**

- MUELLO DE SONDADO
- PUNTO DE SONDADO
- MARCA DE SONDADO
- CANTONERA
- CAJON DE SONDADO
- PUNTO DE SONDADO

**GEOFISICA**

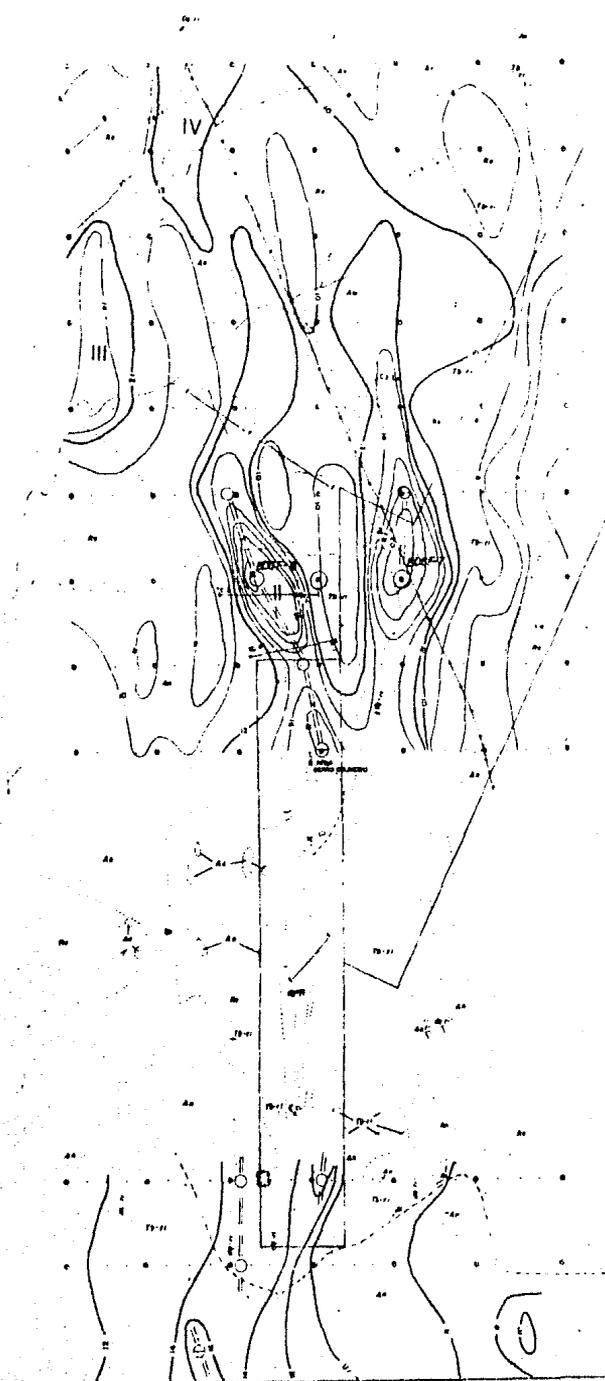
- BARRIO DE SONDADO
- PUNTO DE SONDADO
- ZONA DE SONDADO
- MARCA DE SONDADO
- ESTACION DE SONDADO
- PUNTO DE SONDADO
- MARCA DE SONDADO
- PUNTO DE SONDADO
- MARCA DE SONDADO



<b>UNAM</b> FACULTAD DE INGENIERIA	
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERIA	
UNIDAD DE INVESTIGACION EN GEOTECNIA	
UNIDAD DE INVESTIGACION EN GEOMECANICA	
UNIDAD DE INVESTIGACION EN GEODINAMICA	
UNIDAD DE INVESTIGACION EN GEOTERMOLOGIA	
UNIDAD DE INVESTIGACION EN GEOTECNIA Y GEOMECANICA	

E 1470 E 1300 E 1200 E 1100 E 1000 E 900 E 800 E 700 E

1250 M  
1400 M  
1500 M  
1600 M  
1700 M  
1800 M  
1900 M  
2000 M



**EXPLICACION  
TOPOGRAFIA**

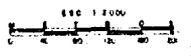
- ENCUENCA
- FUENTE MINERAL
- ARROYO
- CENICIENTE PLAMBRE
- CAMPO DE BAMBOS
- FORMACIONES DE BOMBECA
- ANILLO DE LAS LAMAS
- BARRIO REALIZADO

**GEOLOGIA**

- SUELO PERMANENTE
- TIERRA AGRICOLA
- INDICE NEUTRO
- ANFOTER
- CALIZA-LUTITA
- CONTACTO MEDIOCO
- FALLA

**GEOFISICA**

- BARRIO PROYECTADO POR BOMBECA
- CURVAS DE CAPACIDAD
- ZONA ANOMALA
- TRAZA A TERRESTRE
- ESTACION ANOMALA
- DE PRIMER GRADO
- DE SEGUNDO GRADO
- DE TERCER GRADO
- FALLA INTERPRETADA POR BOMBECA



**UNAM FACULTAD DE INGENIERIA**  
**Ciencias de la Tierra**  
**SECCION 4**

CONFORMACION DE CARASIBILIDAD  
 AREA CERRO DEL RASO  
 APLICACION DE LAS LEYES  
 DE LA GRAVITACION  
 EN LA TERRESTRE  
 TESIS PROFESIONAL, MODULO DE LABORES