



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI**

**ESCUELA DE INGENIERIA**

**Cocientes Metalicos: un Nuevo Sistema de Exploración  
en 2270, Distrito Minero Fresnillo, Zacatecas.**

**TRABAJO RECEPCIONAL**

Que para obtener el título de :

**INGENIERO GEOLOGO**

**P r e s e n t o :**

**RUBEN DE J. DEL POZO MENDOZA**

**SAN LUIS POTOSI, S. L. P.**

**1 9 8 0**



DIRECCION

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

ESCUELA DE INGENIERIA

AV. DE LOS POETAS 8

TELEFONO 411-86

SAN LUIS POTOSI, S. L. P. - MEXICO

Octubre 16, 1979

Al Pasante Sr. Rubén de Jesús del Pozo,

P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa me es grato indicar a usted que el H. Consejo Técnico Consultivo de la Escuela de Ingeniería ha designado como Asesor del Trabajo Recepcional que deberá desarrollarse en su Examen Profesional de Ingeniero Geólogo, al Sr. Ing. Eduardo Gómez Iglesias. Así como el Tema propuesto para el mismo es:

"COCIENTES METALICOS UN NUEVO SISTEMA DE EXPLORACION EN 2270 DISTRICTO MINERO PRESNILLO ZACATECAS".

T E M A R I O:

- I.- GENERALIDADES
- II.- GEOLOGIA GENERAL
- III.- COCIENTES METALICOS
- IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, debe prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar su Examen Profesional.

A T E N T A M E N T E .

#MODOS ET CUNCTARUM RERUM MENSURAS AUDEBO".

EL DIRECTOR DE LA ESCUELA

ING. MAXIMINO TORRES SILVA.

A MIS PADRES:

RUBEN DEL POZO CORTES Y AURORA MENDOZA DE DEL POZO.

COMO UNA MUESTRA DE MI ETERNA GRATITUD.

A MI ESPOSA:

MA. REYES PALOMO DE DEL POZO.

POR EL APOYO QUE CON SU AMOR ME BRINDO.

A MI HIJA:

GABRIELA DEL POZO PALOMO.

CON EL GRAN AMOR QUE LE GUARDO.

A MIS HERMANOS:

OSVALDO Y MIGUEL ANGEL DEL POZO M.

CON EL CARIÑO FRATERNAL QUE NOS ENLAZA .

A MI MAESTRO ASESOR:

ING. EDUARDO GOMEZ IGLESIAS.

POR LA ATENCION Y DEDICACION QUE ME BRINDO PARA LA -  
REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

A LOS INGENIEROS:

SERGIO VELAZQUEZ S.

RENE ZAMORA F.

SERGIO A. ROMERO R.

MANUEL LICEA.

CESAREO A. TORRES M.

QUE CON SUS CONSEJOS Y AYUDA SENTARON LA BASE DE \_  
MI VIDA PROFESIONAL.

A:

COMPAÑIA FRESNILLO, S.A. DE C.V.

POR LAS FACILIDADES QUE ME DIO PARA LA REALIZACION DE  
ESTE TRABAJO.

# CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION	1
I.-GENERALIDADES	3
I.a).- Objetivos	3
I.b).- Localización	3
I.c).- Clima y Vegetación	4
I.d).- Población y cultura	4
I.e).- Historia del Distrito	5
II.-GEOLOGIA GENERAL	7
II.a).- Fisiografía	7
II.b).- Geomorfología	7
II.c).- Estratigrafía	9
1).- Formación Chilitos	11
2).- Formación Valdecañas	12
3).- Formación Proaño	13
4).- Formación Plateros	14
5).- Caliza Cerro Gordo	15
6).- Formación Fresnillo	15
7).- Riolitas	16
8).- Basalto	17
9).- Intrusivos	17
10).- Depósitos Continentales	19
11).- Rocas de Metamorfismo de Contacto	20

	Página
II.d).- Yacimientos Minerales	20
1).- Vetas de Fisura	21
2).- Stockworks	22
3).- Cuerpos de Reemplazamiento	22
II.e).- Mineralogía	23
1).- Elementos Nativos	23
2).- Sulfuros	24
3).- Sulfosales	26
4).- Oxidos	27
5).- Carbonatos	28
6).- Fluoruros	29
7).- Silicatos	29
II.f).- Geología Histórica	30
III.-COCIENTES METALICOS: Un nuevo sistema de ex-	
ploración en 2270	33
III.a).- A Manera de Introducción	33
III.b).- Conceptos Generales sobre Cocientes Metá-	
licos.	34
III.c).- Descripción de la Veta 2270	34
1).- Geología Estructural	34
2).- Mineralogía	35
3).- Paragénesis	35
4).- Alteraciones	36

	Página
III.d).- Aplicación del Sistema	36
III.e).- Elaboración del Proceso	36
III.f).- Definiciones y Método de Trabajo	37
1).- Secciones de Isopacas	37
2).- Secciones de Contenidos Metálicos	37
3).- Sección de Cocientes Metálicos	38
III.g).- Análisis de las Secciones	38
1).- Sección de Isopacas	38
2).- Sección de Contenidos Metálicos	39
3).- Sección de Cocientes Metálicos	39
III.h).- Interpretación de las Secciones	40
IV.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
V.-AGRADECIMIENTOS	44
VI.-BIBLIOGRAFIA	45

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

El distrito minero de Fresnillo se encuentra localizado en el centro del estado de Zacatecas y se le considera en la actualidad uno de los principales productores de mineral en el país, ya que su producción media mensual asciende a un total de 23.5 -- ton.; el 60% del tonelaje antes mencionado proviene de los mantos Fortuna y Diseminados Cueva Santa (sulfuros pesados de --- plomo, zinc y cobre con bajo porcentaje de plata). El 40% que - resta lo forman el mineral que proviene de las vetas 2270, San- to Niño, Santa Elena, Concepción, etc. (vetas con sulfuros lige- ros principalmente plata).

Para llevar un control adecuado en la exploración, explo- tación y producción, la mina se ha seccionado en la siguiente for- ma:

- a).- Sección Fortuna.- Manto inferior y manto 3060.
- b).- Sección Tiro General.- Diseminados Cueva Santa y-  
Veta Concepción.
- c).- Sección San Luis.- Vetas Santo Niño y Santa Elena.
- d).- Sección Buenos Aires.- Veta 2270 (nivel 165 al 340)
- e).- Sección 2526.- Veta 2270 (nivel 340 al 560).

El presente trabajo se ha desarrollado en la Sección 25:26

y en la Sección Buenos Aires por ser éstas donde se encuentra la veta 2270.

## CAPITULO I

### I.- GENERALIDADES.

#### I.a).- Objetivos.

La realización de este estudio tiene como objeto presentarlo como trabajo recepcional para obtener el título de Ingeniero Geólogo en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Nos determina principalmente, entre otras, la dirección de los fluidos mineralizantes y el zoneamiento en la veta 2270.

#### I.b).- Localización.

Este distrito minero se encuentra situado en la parte central del estado de Zacatecas, con una elevación media sobre el nivel del mar de 2 100 m. siendo sus coordenadas geográficas  $23^{\circ} 10' 29''$  de latitud norte y  $102^{\circ} 53' 39''$  de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

Las vías de comunicación que unen a esta región con el resto del país son buenas y apropiadas para un gran centro minero pues cuenta con la carretera México - Ciudad Juárez, el ferrocarril México - Ciudad Juárez, la carretera Panamericana que une a Ciudad Juárez, Chih. con Ciudad Cuauhtemoc, Chis. Cuenta con una carretera pavimentada que lo une con el pueblo de Plateros.

Los servicios telefónicos y telegráficos son atendidos por-

las compañías Teléfonos de México, S.A. y Telégrafos Nacionales. A la vez cuenta con oficinas de correos y express, tanto nacional como internacional.

En el poblado de Calera de Víctor Rosales, Zac. situado sobre la carretera Fresnillo - Zacatecas, se encuentra el aeropuerto en el que da servicio al público una línea aérea a la capital del país.

#### I.c).- Clima y Vegetación.

Generalizando se puede considerar el clima como seco, templado, con lluvias escasas durante el año, exceptuando los meses de Junio a Septiembre que es el período en que se propaga más éste fenómeno.

En este distrito la flora se caracteriza por la abundancia de nopal y biznaga así como una gran variedad de arbustos espinosos y mezquites, al mismo tiempo es común en éste: El Pirul, encino, eucalipto, alamo blanco y fresno.

#### I.d).- Población y Cultura.

La ciudad de Fresnillo es uno de los centros urbanos más grandes del estado de Zacatecas ya que cuenta con un total aproximado de 87 000 habitantes.

Se considera una ciudad de cultura media ya que existe un



gran número de analfabetos, no obstante que hay bastantes instituciones educativas: Kinderes, Primarias, 3 Secundarias, 4 Academias Comerciales, una Preparatoria y un Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos.

I.e).- Historia del distrito.

El distrito de Fresnillo ha sido un importante centro productor, desde el descubrimiento del mineral de plata en el Cerro de Proaño por Francisco de Ibarra en el año de 1553 (Bargallo - 1955 P.64).

En el transcurso de la explotación de los yacimientos existentes en este distrito se han observado grandes altibajos en la producción del mismo obedeciendo a causas de orden técnico, económico y político.

En 1835 se admitió capital Inglés para hacer la instalación de las bombas Cornish movidas a vapor que fueron instaladas en los tiros principales.

El capital se usó también para construir la gran hacienda de beneficio, hoy Hacienda Proaño.

En 1903 una compañía americana (The Fresnillo Mining Co.), construyó una planta de lixiviación para el tratamiento de las colas del proceso de patio y en 1911 compró las minas y cons-

truyó una planta de cianuración para el beneficio de 500 ton. diarias con el objeto de tratar la gran cantidad de óxidos y mineral-parcialmente oxidado que era alto en ley de plata.

En 1919 The Fresnillo Mining Co. arrendó sus propiedades a una Compañía Inglesa (The Mexican Corporation) la cual erigió una planta de cianuración para 2 200 ton. y cuya capacidad aumentó posteriormente para tratar 3 000 ton. diarias, para 1921 empezar la intensa explotación de los minerales de plata oxidados.

En 1929 se formó la compañía The Fresnillo Co. mediante una fusión de The Fresnillo Mining Co. y de The Mexican Corporation, en el año de 1925 se descubrieron los sulfuros primarios de plata, plomo, zinc y cobre por lo que se instaló la primera unidad de flotación.

La nominación "The Fresnillo Co." prevaleció hasta el día 6 de Septiembre de 1961 en que conforme a lo estipulado en la nueva Ley Minera, ésta se nacionaliza para posteriormente trabajar bajo la razón social de Compañía Fresnillo, S.A. En esta Compañía, durante el tiempo de la mexicanización se han hecho una serie de cambios radicales en la organización como en las técnicas de explotación y beneficio.

## CAPITULO II

### II.- GEOLOGIA GENERAL.

#### II.a).- Fisiografía.

Fisiográficamente, la provincia pertenece a la región denominada Mesa Central (Raisz 1959), definido su paisaje por una depresión abierta hacia el NE, señalada por el flanco sur de la Sierra Madre Occidental y pequeñas elevaciones que la completan hacia el N y NW. Esta depresión se extiende hacia el NE para formar parte de una laguna estacionaria denominada Santa Anita o Laguna Seca.

#### II.b).- Geomorfología.

El distrito minero de Fresnillo se encuentra localizado casi en el borde meridional de la provincia fisiográfica llamada de la mesa Central.

La planicie donde se encuentra enclavada la ciudad de Fresnillo, se encuentra ligeramente inclinada hacia el NE y cubierta por una gruesa capa de material detrítico, alcanzando en algunos lugares hasta 12 m. de espesor, siendo el producto de la fuerte denudación de las sierras que lo limitan, observándose en partes no consolidada y en partes fuertemente cementada por caliche, encontrándose esta capa disectada por numerosos arroyos inter-

mitentes que bajan de las sierras escarpadas y que en épocas de lluvia arrastran gran cantidad de materiales detríticos.

Dicha planicie se extiende hacia el oriente hasta chocar con la prolongación de la Sierra de Zacatecas, limitada al norte por el Cerro del Xoconoxtle, al oeste por la Mesa de San Albino y al sur - sureste por la Sierra de Valdecañas que corre con rumbo SE-NW.

Los cerros y sierras que limitan ésta planicie se encuentran actualmente en un activo proceso de erosión como consecuencia del clima y de las fuertes pendientes del relieve, pudiendo observarse los efectos de éste proceso en los fuertes y prolongados taludes de material detrítico formados al pie de los escarpes.

En resumen, el área de estudio presenta tres clases de superficies topográficas:

- 1).- Pendientes erosionadas a lo largo de los flancos de los cerros y Sierras que limitan a la planicie y que generalmente no muestran avanzado ciclo de erosión.
- 2).- En el área se encuentran paisajes volcánicos que conforman estructuras simples tales como flujos de lava, un cono volcánico (Cerro del Xoconoxtle), etc.
- 3).- Por un lado se tienen paisajes debidos a las estructuras geo

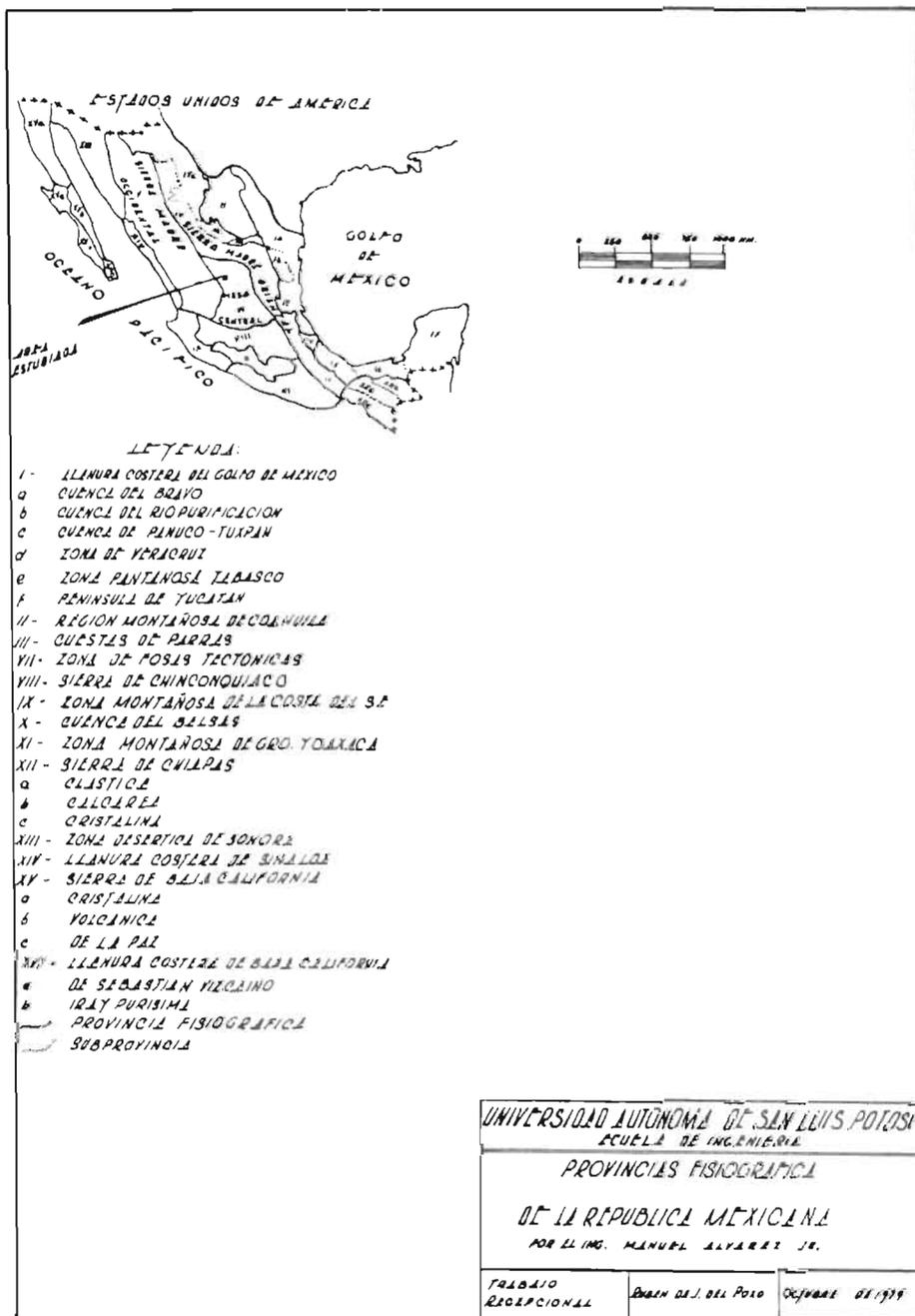
morfológicas plegadas que son típicas de rocas sedimentarias. Por otro lado se tienen conformaciones del paisaje debidas a los procesos de la geodinámica externa, tales como conos aluviales, depósitos de talud, etc. que son estructuras geomorfológicas simples.

Sobre la planicie semiárida circundada por un área de suaves pendientes y serranías escarpadas en que se encuentra éste, destaca el Cerro de Proaño que se eleva a una altura aproximada de 2 100 m. sobre el nivel del mar y que forma parte de un peneplano profundamente desgastado y terreno algo desenterrado, inclinado por plegamientos marinos, clásticos y carbonatos del período Mesozoico.

#### II. c). - Estratigrafía.

El Cerro de Proaño localizado hacia el límite occidental y central del denominado geosinclinal mexicano está constituido por rocas sedimentarias masivas que incluyen grawackas, calizas, lutitas calcáreas y carbonosas.

En discordancia angular con estas rocas y hacia el norte de Proaño se localiza una brecha sedimentaria cuyo depósito se efectuó en una fosa que se hundía lentamente durante el Eoceno-Oligoceno. Este aglomerado está cubierto por areniscas tobáceas



y tobas riolíticas del Terciario.

El más antiguo afloramiento de rocas en el área de Fresnillo son lavas acojinadas y volcanoclásticas asociadas, cuya composición es de andesita basáltica. Estas rocas están sobretendidas discordantemente por una secuencia de grawackas, pizarras, calizas pizarrosas y calizas, las que a su vez están cubiertas -- también discordantemente por conglomerados continentales, corrientes piroclásticas riolíticas, algo de basaltos, olivinos y depósitos aluviales.

Todas las denominaciones que se refieren a las diferentes unidades de roca del área de Fresnillo son usadas convencionalmente en este estudio, debido a que los estudios estratigráficos hasta ahora realizados no han suministrado suficiente información para el establecimiento de unidades estratigráficas formales en términos recomendables por el Código de Nomenclatura Estratigráfica. Consecuentemente, los nombres de las rocas y la palabra "formación" no se han correlacionado con otras áreas -- sino que se utilizaron de manera local.

Toda la secuencia ha sido dividida en 9 unidades litológicas cuya potencia en general es cerca de los 2 500 m., clasificada según su edad desde el Triásico hasta el reciente. Además de dos unidades que complementan la secuencia:

### 1).- Formación Chilitos.

Es la roca más antigua que aflora en el área de Fresnillo, y debe su nombre a su extensa exposición a lo largo del arroyo -- de Chilitos. Aún cuando los crestones se ven perfectamente a lo largo del depósito continental, sólomente un espesor muy pequeño de la sección está expuesto al sur del Arroyo de Chilitos. Esta - formación ha sido dividida en dos unidades litológicas:

- a).- Lava oscura, con leves tintes rojizos o verdosos y estructuras acojinadas muy bien formadas.
- b).- Rocas brechadas verdosas y grises con tintes rojizos, cuyo espesor observado es de 50 m. aproximadamente, aún cuando el espesor total se infiere en unos 200 m.

Las rocas volcánicas que integran esta formación, siguiendo la terminología norteamericana, se pueden considerar como - andesitas máficas, cuarcíferas; debido al calor verdusco de es--tas rocas, el término "Roca Verde" parece ser el más apropiado.

Estas rocas andesíticas, cuando intemperizan, presentan tonos café a café claro. Dicha andesita se presenta en forma ma--siva o irregular, elipsoidal o esferoidal conteniendo diaclasas -- radiales rellenas de calcita y abundante clorita, así mismo pre--sentan una textura acojinada (pillow lava).

En el presente trabajo, la Formación Chilitos es situada-

con las rocas verdes del Triásico Superior, de las cercanías de la ciudad de Zacatecas.

## 2).- Formación Valdecañas.

Entre el Arroyo de Chilitos y el pequeño caserío de Valdecañas, se encuentra expuesta una secuencia de rocas sedimentarias representadas por una grawacka interestratificada con pizarras de espesores delgados.

Las grawackas son de un color pardo rojizo en roca alterada, formada por fragmentos angulosos de cuarzo, feldspatos y rocas ígneas en una matriz arcillosa con clorita, hematita, limonita y calcita.

Las pizarras se presentan en estratificación delgada, son de color gris oscuro a negras en rocas frescas que gradúan a un color amarillo ocre con tintes violáceos y rojizos debido al intemperismo y al contenido de óxido de hierro.

En esta localidad se encontraron algunos fósiles muy mal conservados de invertebrados en varios lugares y a lo largo del Arroyo de Chilitos; siendo éstos, una amonita prematura de *Distolóceras* (Inlay p-34); *pyraamonita oloesthphanus* Inmaduro (Dr. Ochoterena, 1969) asignándoseles una edad Neocomiense.

### 3).- Formación Procaño.

Los primeros afloramientos que se pudieron distinguir se localizaron en el Arroyo de Chilitos desde una represa situada en el punto donde se reúnen varios arroyos que escurren en la Sierra de Rivera, formando estos sedimentos, el flanco de un sinclinal y están en su mayor parte cubiertos de una gruesa capa de materiales aluviales. Solo se pudieron observar aquellos afloramientos que la erosión del arroyo ha dejado descubiertos.

En el Cerro de Procaño, se encuentran bien expuestas y completamente mineralizadas.

A partir de secciones medidas en el interior de la mina, se ha calculado un espesor de 1 200 m., la cual se ha dividido en tres miembros de contactos transicionales (Hugler, 1967).

#### a).- Miembro Inferior.

Grauwacka de estratificación media a delgada de grano medio a fino de color gris a gris verduzco, con intercalaciones de pizarras de color gris oscuro a negra y cuya potencia aproximada medida en el interior de la mina es de 200 m.

#### b).- Miembro Medio.

La parte pizarrosa de ésta formación es de aproximadamente 700 m. de espesor. La pizarra se presenta en estratos gruesos compactos, de color gris a negro, carbonosos o calcáreos; los

lentes de caliza dentro de la pizarra son impuros.

c).- Miembro Superior.

Grawacka de estratificación media a delgada, de color -- gris verdusco, de grano grueso, con intercalaciones de pizarras de color negro a gris oscuro y cuyo espesor promedio es de 300 metros.

4).- Formación Plateros.

Formación representada por calizas de estratificación media y delgada, con un espesor aproximado de 500 m. y de color -- gris oscuro en roca fresca a un color gris amarillento en roca -- alterada, con intercalaciones de calcedonia y lutitas calcáreas.

Esta formación se encuentra sobreyaciendo a la Formación Proaño al norte de Fresnillo en las lomas bajas que se extienden en dirección a la rancharía de Plateros.

El intemperismo sobre estas rocas carbonatadas y arcillosas ha actuado de tal modo, que los productos de la desintegración de los estratos delgados y la disolución de los mismos, han cubierto toda la superficie expuesta formando una capa muy persistente de fragmentos aplanados de caliche depositado entre los mismos de modo que le dan un aspecto suave a la sierra, sin asperezas notables.

Los fósiles encontrados en esta Formación son amonites-  
tales como Hamlites y Venetianus (Imlay, 1944); estos autores-

inferieron que la fauna es del Cretácico inferior y cuya secuencia es similar a la caliza Cuesta del Cura; sin embargo, los rasgos característicos de la caliza Cuesta del Cura, son: Estratificación ondulada, la cual no se encuentra en la Formación Plateros, estratigráficamente, la Formación Cuesta del Cura cubre a la Formación Aurora, lo cual es opuesto en el área de Fresnillo, ya que la caliza Cerro Gordo es subyacente a la Formación Plateros.

#### 5).- Caliza Cerro Gordo.

Caliza de estratificación media a gruesa, de color gris claro y cuyo espesor expuesto es de cerca de 300 m. Suprayacente a la Formación Plateros, cuyo contacto entre ambas unidades es transicional. Una huella de Melemnita, pobremente preservada, sugirió la era Mesozoica. (Dra. G. Alencaster, 1962);- asignándosele edad Turoniano.

#### 6).- Formación Fresnillo.

Esta Formación consiste de una secuencia de conglomerado con fragmentos mal redondeados. Estos conglomerados consisten de fragmentos y guijarros de las Formaciones Proaño y Plateros, en donde la matriz es en su mayor parte de color amarillo-pálido, aunque localmente es de color rojizo, cuya edad asignada es del Maestratiense al Laudiano.

Suprayacente con discordancia angular a las Formaciones Proaño y Plateros, y potencia aproximada de 200 m. tiene una distribución restringida alrededor de la ciudad de Fresnillo.

Su relación con los sedimentos mesozoicos deformados abajo y las rocas volcánicas félsicas del Terciario encima, es idéntica a los depósitos reconocidos en México.

#### 7).- Riolitas.

Sobreyaciendo a la Formación Fresnillo discordantemente, se encuentra una secuencia de corrientes piroclásticas de composición riolítica con un espesor aproximado de 400 m. Las áreas principales de afloramientos de ésta unidad se encuentran en la Mesa de San Albino, en la Sierra de Valdecañas y en los cerros al SE de Fresnillo.

La riolita es de color gris rojizo, con abundantes fenocristales de cuarzo. En el área de Fresnillo se encuentran varios diques de riolita que cruzan transversalmente a las rocas plegadas del Mesozoico.

El color de la roca va de un pardo rojizo, crema rosado a blanco con tintes rosados. Además de los minerales antes mencionados, también lo forman: Feldespatos potásicos, sericita, arcilla, hematita y Ilmonita.

Este tipo de rocas se encuentran localizadas en la parte superior de las elevaciones, cubriendo a los piroclásticos y, - - siendo su expresión el relieve abrupto en los flancos, pero casi-plano en forma de mesetas en la parte superior. (Taraises).

8).- Basalto.

Estas rocas se pueden observar distribuidas en algunos lugares del área de estudio, siendo las más importantes, el que constituyen el Cerro del Xoconoxtle, localizado a 3.5 Km. al NW de Fresnillo; se observa además otro afloramiento rodeado de material de aluvión a 1.5 Km. al SE del Cerro del Xoconoxtle, - además de la parte superior de la Mesa de Valdecañas, situada a 4.5 Km. al SE de la ciudad de Fresnillo.

La roca es de color gris oscuro, compacta y ligeramente-porosa y de textura microclítica formada por labradionita, olivino, hematita, biotita, limonita y espinela y que por el intemperismo - adoptan un color pardo rojizo.

Respecto a la edad, se sugiere que el basalto es posterior a las riolitas o sea consideradas a fines del Terciario o del Pleis-toceno correspondiente a la última etapa de actividad volcánica, con un espesor máximo de 100 m. Se le asigna edad Terciaria.

9).- Intrusivos.

a).- En las labores de la mina, en la parte norte se loca-

liza un intrusivo en forma de dique de composición cuarzomonzonita, cuya cima es visible en un afloramiento a corta distancia -- del Tiro Fortuna. Es de color gris claro de textura holocristalina porfídica y cuyos minerales esenciales son el cuarzo, microclina, andesina y oligoclasa y parcialmente alterados se encuentran los minerales accesorios siendo estos ferromagnesianos, mientras que los secundarios consisten de abundante calcita, sericita, clorita, minerales arcillosos y limonita.

Tiene aureola metamórfica de cerca de 10 m., la cual -- consiste en silicificación de la grawacka y de la pizarra de la Formación Valdecañas; siendo los minerales de alteración la axinita, la hedembergita y el granate. Presenta un rumbo N 20°W que ocurre al poniente del Tiro Fortuna y que en los niveles 875 al 1000 bajo dicho tiro, alcanzan un diámetro de 80 m. Se le asigna edad Terciaria.

b).- Al NW de la población de Plateros, aflora un pequeño cuerpo de composición granodiorítica. En planta, el intrusivo es alargado en dirección NW - SE; mide cerca de 600 m. de largo de su rumbo y 200 m! a travéz. Su buzamiento es de 60°al NW.

La granodiorita es de grano medio a fino y cuya textura -- es porfídica con abundancia de minerales ferromagnesianos.

c).- Se descubrió un dique riolítico en una cata a 5 m. de

profundidad, aproximadamente a un kilómetro al norte de la ciudad de Fresnillo. A unos 100 m. más al norte, se observa un dique-estrato también riolítico con un espesor de 3 m. y rumbo NS y un echado de 65° al oriente.

Este tipo de roca es de color gris verdoso con una textura porfirítica que generalmente se encuentra alterada y cuyos minerales esenciales son el cuarzo y el sanidino, como minerales accesorios se tienen a la oligoclasa y a la andesita, y como secundarios, la clorita, hematita y arcilla. Esta roca ha sido asignada al Terciario.

#### 10).- Depósitos Continentales.

Existe otro tipo de rocas que se presentan en toda el área conocida, formando capas hasta de varios metros de espesor, sobre todo en las superficies bajo las cuales afloran las rocas sedimentarias, siendo éstas, depósitos continentales tales como el Travertino, caliche y aluvión.

El material detrítico de la erosión y transporte fluvial de las rocas, se ha acumulado en algunas planicies y aflora en los cauces de algunos arroyos como el de Rivera, en donde se han llegado a medir hasta 10 m. de espesor, formando la planicie que bordea a las sierras que se extienden hacia el NE. Esta gruesa capa está formada por fragmentos angulosos de riolitas, producto de la denudación de las sierras que lo limitan.

Estos sedimentos han sido asignados al Terciario-Cuaternario.

#### 11).- Rocas de Metamorfismo de Contacto.

En el interior de la mina, podemos encontrar otros tipos de roca denominada hornfels y skarns, siendo el resultado de la intrusión de rocas hipabisales en las rocas sedimentarias.

Las rocas ígneas al intrusionar a las grawackas y a las calizas ocasionan un metamorfismo de contacto, dando lugar a la formación de estas rocas, presentándose de color gris verdoso y textura granoblástica de grano fino formado por diópsida, granate, epidota, cuarzo y calcita.

Estas rocas afloran en el área de Plateros, en una localidad de dimensiones reducidas en contacto con la cuarzomonsinita y encajando parcialmente a la mineralización.

En el interior de la mina Proaño, son ampliamente conocidas los hornfels de axinitas y hedembergitas.

#### II.d).- Yacimientos Minerales.

Los yacimientos minerales del distrito de Fresnillo, se han clasificado en tres tipos diferentes, siendo éstos los siguientes:

- 1).- Vetas de fisura.
- 2).- Stockworks.

3).- Cuerpos de reemplazamiento.

1).- Vetas de fisura.

Este tipo de depósitos es característico en vetas que contienen oro, plata, plomo, zinc y cobre, siendo sus minerales -- primarios la piritita, galena, calcopiritita, pirargiritita y en menor cantidad la arsenopiritita, pirrotita, proustitita y argentita. Como minerales de ganga se tiene el cuarzo, calcita y otros carbonatos.

En el distrito, estas vetas presentan un ancho promedio -- de un metro de hilos irregulares a vetas bien definidas y, a pe-- sar de ser muy angostas, las vetas se presentan persistentes -- como sucede en la veta Cueva Santa, que ha sido trabajada en -- una longitud de 2 000 m. en un solo nivel (425) y cuya profundi-- dad llega a los 1 010 m., y la veta 2137, desarrollada hasta el -- nivel 920 y trabajada en una longitud de 1 400 m.

Cerca de la superficie, principalmente en la porción ba-- sal del miembro superior, las vetas tienden a ser irregulares -- tanto en rumbos como en echados, ramificándose profusamente. En cambio, las vetas a mayor profundidad son bien definidas con rumbos y echados uniformes (entre  $40^{\circ}$  y  $60^{\circ}$ ).

Las direcciones principales que siguen las vetas más im-- portantes en el interior de la mina son: N  $30^{\circ}$  a  $40^{\circ}$ W, buzando al

NE tales como la veta Cueva Santa, veta Esperanza, 2137, 2630, 2200, 2600 y 2270; y N 55° a 65° E, buzando al SE, tales como la veta Silver, la veta San Pascual, etc.

## 2).- Stockworks.

La mayoría de las vetas cuando llegan a la porción basal del Miembro Inferior de la Formación Proaño constituida por grawackas macizas, pierden por completo su regularidad y persistencia, ramificándose en varias vetas menores con rumbos irregulares, formando retículas de vetas; siendo la veta Cueva Santa, la que produjo los cuerpos más importantes tales como Catillas y Pilar.

La forma de estos cuerpos es irregular, generalmente se presentan en forma de embudos alargados, con un ancho de 150 M. en la parte superior, y de 10 a 12 m. en la parte inferior y con una longitud de 600 m. y 105 m. de profundidad.

## 3).- Cuerpos de Reemplazamiento.

En la mina se conocen varios cuerpos de reemplazamiento con sulfuros de plomo y zinc y raramente de plata y cobre, a lo largo de capas favorables de los Miembros Medio e Inferior de la Formación Proaño. Como fase inicial, se tiene una fuerte alteración neumatolítica de la mineralización presentada en estos cuerpos, produciéndose una textura porfiroblástica en las ro-

NE tales como la veta Cueva Santa, veta Esperanza, 2137, 2630, 2200, 2600 y 2270; y N 55° a 65° E, buzando al SE, tales como la veta Silver, la veta San Pascual, etc.

## 2).- Stockworks.

La mayoría de las vetas cuando llegan a la porción basal del Miembro Inferior de la Formación Proaño constituida por grawackas macizas, pierden por completo su regularidad y persistencia, ramificándose en varias vetas menores con rumbos irregulares, formando retículas de vetas; siendo la veta Cueva Santa, la que produjo los cuerpos más importantes tales como Catillas y Pilar.

La forma de estos cuerpos es irregular, generalmente se presentan en forma de embudos alargados, con un ancho de 150 m. en la parte superior, y de 10 a 12 m. en la parte inferior y con una longitud de 500 m. y 105 m. de profundidad.

## 3).- Cuerpos de Reemplazamiento.

En la mina se conocen varios cuerpos de reemplazamiento con sulfuros de plomo y zinc y raramente de plata y cobre, a lo largo de capas favorables de los Miembros Medio e Inferior de la Formación Proaño. Como fase inicial, se tiene una fuerte alteración pneumatolítica de la mineralización presentada en estos cuerpos, produciéndose una textura porfidoblástica en las ro-

cas afectadas.

Donde corta el límite inferior de la grawacka superior, -- las vetas Espíritu Santo y Providencia, formaron cuerpos de -- reemplazamiento con sulfuros de plata, plomo y zinc a lo largo -- de las capas favorables del miembro calcáreo; condición que tam -- bién presentan otras vetas tales como la veta Esperanza, 2200 y Cueva Santa; haciéndose una mención importante a los mantos de reemplazamiento localizados entre los niveles 830 y 1 000 del -- área de Fortuna (Sección Fortuna).

#### II.e). - Mineralogía.

En el distrito minero de Fresnillo, existe gran variedad de minerales, muchos de los cuales se presentan en forma cris- talina, revistiendo el interior de pequeñas cavidades formadas -- dentro de las vetas y cuerpos de reemplazamiento, pero los mi- nerales económicamente costeados se presentan principalmente de plata, plomo, zinc y cobre principalmente.

#### 1).- Elementos Nativos.

a).- Oro.- Au.- Isométrico, hexoctahédrico.- Cantidades peque- ñas de oro se presentan en diminutas inclusiones dentro del

cuarzo y posiblemente en la calcopirita. En forma libre, es un mineral relativamente raro, pero ocasionalmente se le puede encontrar en algunas vetas.

b).- Plata.- Ag.- Isométrico, hexoctahédrica.- Se presenta en forma de alambres, láminas o placas e inclusiones en -- otros minerales. Se encuentra asociada con sulfuros de -- plata, galena y pirita, localizándose principalmente en las vetas Espíritu Santo, Esperanza, Santo Niño y Santa Ele-- na.

2).- Sulfuros.

a).- Galena.- PbS.- Isométrica, hexoctahédrica.- Se presenta invariablemente en todas las vetas y cuerpos de reempla-- zamiento en forma de granos gruesos, que se forman en ca-- vidades dentro de las vetas y cuerpos de reemplazamiento. Se halla asociada generalmente con la pirita, esfalerita y sulfosales de plata. En numerosas ocasiones la esfalerita reemplaza a la galena.

La variedad argentífera de la galena llamada "punta de -- aguja" es común en la mayoría de las vetas.

b).- Esfalerita.- ZnS.- Isométrica, hexaquistetraédrica.- es una variedad rica en hierro, sin llegar a ser marmatita, varía de color pardo oscuro a negro. Invariablemente, --

cuando se le examina en el microscopio, muestra inclusiones pequeñas de calcopirita en forma de venillas.

Se presenta en la mayoría de las vetas y cuerpos de reemplazamiento.

c).- Pirita.-  $\text{FeS}_2$ .- Isométrica, diplohédrica.- Generalmente se presenta en cristales y es el más abundante de los minerales metálicos. Se presenta en granos diseminados y a menudo - cristalizada en cubos y más raramente en diplohedros. Invariablemente se precipitó temprano en la secuencia del depósito y comunmente fué el primero de los minerales metálicos en formarse. Se encuentra en todas las vetas y cuerpos de reemplazamiento del distrito y finamente diseminada en las rocas de la Formación Proaño.

d).- Arsenopirita.-  $\text{FeAsS}$ .- Ortorrómbica.- Se encuentra principalmente en granos diseminados y en masas cristalinas de grano fino a grueso. Se presenta relleno de cavidades en la mayoría de los cuerpos de reemplazamiento. Está asociada a la pirita, esfalerita y a la galena. Se presenta como mineral de ganga en los cuerpos de reemplazamiento y en la mayoría de las vetas: Cueva Santa, 2270, 2137, etc.

e).- Pirrotita.-  $\text{Fe}_1\text{XS}$ .- Hexagonal.- Se presenta en forma ma-

ciza con estructura granular; se encuentra asociada a la piritita y a otros sulfuros. Es un mineral de ganga, abundante en los mantos Fortuna y Cueva Santa.

f).- Calcopirita.-  $CuFeS_2$ .- Tetragonal, pseudotetrahédrica.- Se presenta en cantidades pequeñas en diseminaciones finas y venillas, reemplazando a numerosos sulfuros y en masas cristalinas de grano grueso. Es un mineral común de los mantos de Fortuna y de algunas vetas como la 2137, 2600, Cueva Santa, etc. Reemplaza a la mayoría de los sulfuros y a su vez, es reemplazada por sulfosales de plata.

g).- Argentita.-  $Ag_2S$ .- Isométrica, hexaquisoctahédrica.- Se presenta en cantidades pequeñas en algunas vetas tales como la 2270, la Agripo y Esperanza, asociada con la piritita y sulfosales de plata.

### 3).- Sulfosales.

a).- Pirargirita.-  $Ag_3SbS_3$ .- Hexagonal, piramidal, ditrigonal.- Es el mineral de plata más común y se encuentra reemplazando a la mayoría de los sulfuros. Se presenta en masas cristalinas de grano grueso y en inclusiones aisladas dentro del cuarzo y calcita. Ocasionalmente ocurre en diseminaciones finas, asociadas con piritita y otros sulfuros. Se encuentra ampliamente distribuida y se conoce en los niveles superiores de la-

mayoría de las vetas tales como: Agripo, Esperanza, Santa-Elena y 2270.

b).- Proustita.-  $Ag_3As_5S_3$ .- Hexagonal, piramidal, ditrigonal.-- Es la segunda mena de plata en importancia, encontrándose asociada con la pirargirita reemplazando a todos los sulfuros del distrito, así como en pequeñas inclusiones en galena, en vetas como la 2125 y 2270.

c).- Polibasita.-  $Ag_{16}Sb_2S_{11}$ .- Monoclínico, prismática.- Es el mineral más raro que se encuentra en la localidad, y pocas veces se le halla asociada a la pirargirita y a la proustita en inclusiones pequeñas dentro de la galena y la calcopirita.

Además de las sulfosales conocidas, se presentan minerales de plata que no se han identificado en los niveles más profundos de la mina, presentándose en fracturas y nódulos lenticulares de cuarzo en las vetas Cueva Santa y 2137 y mantos de Fortuna.

4).- Oxidos.

a).- Hematita.-  $Fe_2O_3$ .- Hexagonal, escalenohédrica.- Se presenta como mineral secundario en la zona de oxidación en la mayoría de las vetas, presentando un aspecto terroso, de color castaño claro.

b).- Pirolusita.-  $MnO_2$ .- Tetragonal, bipiramidal, ditetragonal.-  
Generalmente se presenta en hilos muy delgados dentro de las fracturas y rellenando cavidades. Generalmente se encuentra asociada a la pirolusita y a otros minerales de manganeso no identificados. Se presenta también en forma de dendritas.

c).- Manganita.-  $MnO(OH)$ .- Rómbica, bipiramidal.- Presenta color negro en forma de manchas pulverulentas que se encuentran dentro de las fracturas y rellenando cavidades. Se encuentra asociada a la pirolusita.

5).- Carbonatos.

a).- Calcita.-  $CaCO_3$ .- Hexagonal, escalenohédrica.- Después del cuarzo es el mineral de ganga más distribuido. En la mayoría de las vetas predomina sobre el cuarzo. Se presenta cubriendo cavidades en las vetas y en los cuerpos de reemplazamiento. La variedad celular se encuentra en numerosas cavidades formando láminas delgadas recubriendo al cuarzo.

6).- Fluoruros.

a).- Fluorita.-  $CaF_2$ .- Cúbica, hexaquisoctahédrica.- Rara, rellenando fracturas pequeñas con colores de verde a morado, en forma maciza y cristalina asociada a la calcita en forma de cristales pequeños.

7).- Silicatos.

a).- Actinolita.-  $\text{Ca}_2(\text{MgFe})_5(\text{OH})_2(\text{Si}_4\text{O}_{11})_2$ . - Variedad fibrosa-  
de las anfíbolas, fué identificada por el Dr. Stone en los ni-  
veles más profundos de la mina en la veta Cueva Santa.

b).- Clinozoicita.-  $(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)\text{Al}_3\text{Ca}_2\text{O}(\text{OH})$ . - También identi-  
ficada por el Dr. Stone en los respaldos de la Cueva Santa,  
en sus niveles más profundos ( del grupo de la epidota).

c).- Hedembergita.-  $\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$ . - Monoclínico.- Mineral de alta  
temperatura, localizado principalmente en el área de Fortuna  
y asociada a la axinita y con sulfuros de plomo y zinc; ocurre  
principalmente en forma maciza, en capas delgadas y lenticu-  
lares. Es posible que no todo el mineral sea hedembergita, --  
ya que ésta forma con la diópsida, una serie isomorfa en la-  
cual el hierro puede reemplazar al magnesio.

d).- Axinita.-  $(\text{Si}_4\text{O}_{12})\text{Ca}_2(\text{FeMn})\text{Al}_2(\text{BO}_3)(\text{OH})$ . - Triclínico.- --  
Mineral de muy alta temperatura, presente en todos los --  
cuerpos de reemplazamiento como porfidoblastos, recu- --  
bierdo por una capa de calcita fina en las argilitas calcá- --  
reas. El Dr. Stone las identificó en las rocas alteradas de  
los respaldos de la Cueva Santa y Espíritu Santo. El tamaño  
de los porfidoblastos varía de 0.6 a 1.5 cm., y con un hábi-  
to cristalino que es generalmente prismático, se encuentra -

asociada con la pirita y sulfuros de plomo y zinc y en los niveles profundos con hedembergita.

e).- Cuarzo.-  $\text{SiO}_2$ .- Hexagonal, trapezohédrico, trigonal.- Es el mineral de ganga más extenso en el distrito, compacto, de color blanco lechoso bien cristalizado; se presenta recubriendo cavidades en las vetas y en los cuerpos de reemplazamiento. El cuarzo lechoso algunas veces es de tipo laminar pseudomorfo rellenando varias fallas posteriores a la mineralización principalmente en áreas de Esperanza, Bandeamientos de cuarzo amatista y calcedonia se aprecian en niveles superiores de algunas vetas.

## II.f).- Geología Histórica.

A principios del Triásico Superior, una gran transgresión marina cubrió de agua la región, formándose como consecuencia un mar de poca profundidad del cual emergieron numerosas islas, las que impedían la libre circulación del agua en algunas áreas, depositándose lodos, limos, etc., en gran cantidad.

La presencia de horizontes carbonosos en las secciones Triásicas de la región, sugiere que éstos fueron depositados en albuferas.

A fines del Triásico, hubo una gran aportación de material arenoso en gran escala por medio de los numerosos arroyos que bajaban de las partes altas de las islas, ocasionándose un removimiento de los sedimentos que estaban depositados y agregando aello, gran cantidad de material arenoso.

Estas regiones se vieron y mantuvieron emergidas hasta principios del Jurásico cuando una nueva transgresión marina -- las cubrió con un mar epicontinental y de poca profundidad casi en su totalidad, quedando sólo emergidas el área de Fresnillo, depositándose discordantemente una gruesa capa o sección de calizas sobre la superficie de erosión que se había desarrollado -- durante todo el Jurásico, además del material clástico.

El Cretácico se caracteriza, porque queda sumergida la parte nororiental de la región, depositándose sedimentos calcáreos y durante la OROGENIA LARAMIDICA que quizá comenzó a fines del Cretácico se prolonga hasta mediados del Eoceno -- (Muir, 1936), donde se plegaron las rocas, quedando expuesto a la erosión desde fines del Eoceno hasta principios del Oligoceno, depositándose sedimentos para constituir formaciones continentales, principalmente de conglomerados y brechas localmente en toda la región.

Posteriormente a la depositación del conglomerado y brechas, se manifiesta una intrusión de magma de composición ácida e intermedia, afallando y mineralizando posteriormente, extensas zonas de la región.

Durante el Mioceno, una gran actividad volcánica se lleva a cabo, la cual cubrió principalmente la parte occidental de la región de derrames riolíticos, alternando con tobas de la misma composición.

Pleistoceno.- El Pleistoceno, se caracteriza por ser la última etapa de actividad volcánica, caracterizada principalmente por emisiones basálticas que, aunque en la actualidad sólo pueden observarse en áreas aisladas y pequeñas, originalmente debieron haber cubierto una vasta extensión en la región.

## CAPITULO III

III.- COCIENTES METALICOS: Un nuevo sistema de exploración en 2270.

III.a).- A manera de introducción.

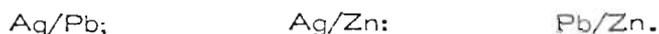
Uno de los principales precursores en la aplicación de -- Cocientes Metálicos es el Dr. Ulrich Petersen, quien en 1970 --- dió una primera información basada en éste método para la veta - Finlandia (Distrito Minero Colquí, Lima-Perú) en la que estableció que las soluciones ascendieron verticalmente en forma dómica tomando ventaja especial en la zona fallada en la parte central de la veta.

En nuestro país, éste método ha sido poco usado, aunque se debe mencionar que en los últimos tres años éste ha tenido un gran auge debido a los resultados bastante positivos en las diferentes regiones en donde se ha aplicado.

Considerando lo anterior y con el propósito de integrarme a la labor de investigación que prevalece en el departamento de Geología de ésta Unidad, he desarrollado el presente trabajo que manifiesta el zoneamiento en la veta 2270 y que puede ser el reflejo del zoneamiento en el distrito mismo.

### III.b).- Conceptos generales sobre Cocientes Metálicos.

Un cociente metálico es aquél que está definido por la proporción que existe entre dos elementos de diferente temperatura de formación, colocados de tal manera que el de menor temperatura quede siempre como numerador, ejem.:



Una investigación permanente a base de Cocientes Metálicos permite:

- 1).- Cuantificar el zoneamiento regional de la mineralización y tener un modelo específico de la distribución química y mineralógica del yacimiento, que se forma por la diferenciación de las soluciones hidrotermales, entendiéndose por diferenciación, el cambio químico progresivo de las soluciones que resulta de la reacción con las rocas encajonantes, del gradiente de presión y temperatura del medio ambiente y de la formación de las fases minerales a lo largo de la ruta seguida.
- 2).- Establecer la dirección del movimiento de las soluciones.
- 3).- Correlacionar asociaciones mineralógicas de las vetas del distrito.

### III.c).- Descripción de la Veta 2270.

- 1).- Geología estructural.

Considerando sus rasgos estructurales generales, se le determina un rumbo de N 65° W y un buzamiento al NE de 38°; su potencia es variable dentro del rango 0.5 m. - 1.5 m., aunque en ocasiones especiales, como en los niveles 165 y 560, su potencia es menor; así mismo, ocasionalmente su potencia aumenta considerablemente, pero, éstas variaciones se manifiestan en casos raros y aislados.

## 2).- Mineralogía.

La mena la representan principalmente: Oro, proustita, pirargirita, argentita, galena argentífera, galena y calcopirita.

Como minerales de ganga encontramos: Cuarzo blanco, cuarzo ahumado, cuarzo amatista (menos frecuente), calcita, clorita y arcillas (más comunes en zonas de alteración).

## 3).- Paragénesis.

Se observa en el siguiente orden paragenético.

Cuarzo.

Carbonatos.

Pirita.

Esfalerita.

Galena.

Calcopirita.

Argentita.

Platas rojas.

Oro.

#### 4).- Alteraciones.

Las más comunes son: Silicificación, cloritización, oxidación (alteración secundaria).

#### III.d).- Aplicación del sistema.

La presente investigación se realizó en la zona comprendida entre los niveles 215 y 425 y lateralmente entre 260 m. al W - y 160 m. al E de L.R. No. 6; la razón de ésto, está dada por la abundancia de datos con que se cuenta (3070 muestras en 2276 m.) la facilidad de acceso a las obras y la cercanía entre las mismas para correlacionar más objetivamente los datos obtenidos.

#### III.e).- Elaboración del proceso.

Se utilizaron un total de 3070 muestras de canal, tomadas sistemáticamente cada 2 m. en los contra pozos y niveles comprendidos dentro de la zona de estudio.

El ancho y los ensayos de estas muestras (Ag, Pb, Zn) -- se distribuyeron uniformemente agrupados en paquetes de 20 M., a los cuales se les calculó el promedio mismo, que se anotó en su block respectivo dentro del plano general de muestreo.

### III.f).- Definiciones y método de trabajo.

#### 1).- Secciones de Isopacas.

Son curvas que muestran la variación de potencia de la veta, en los diferentes niveles.

En este tipo de secciones, se anota en la sección longitudinal el promedio del ancho de veta respectivo para cada paquete.

Después que todos los promedios se han anotado en su sección respectiva, se elaboran histogramas tomando en cuenta el valor numérico del ancho medio. Los histogramas nos sirven para ver las zonas de anchos altos y bajos, para posteriormente efectuar la interpolación correcta. Se unen cada uno de los puntos de igual valor y quedan así realizadas las secciones de Isopacas.

En éste tipo de secciones se utilizó un rango de curvas cada 0.10 m. para que el resultado fuese lo más real posible.

#### 2).- Secciones de contenidos metálicos.

Manifiestan la distribución y variación de los clavos mineralizados a travez de la veta.

Su elaboración es igual a la de las secciones de Isopacas, únicamente que en éstas se emplea la ley proporcionada por los resultados del ensaye.

Se elaboraron secciones de contenidos metálicos de Ag, - Pb y Zn; para cada una de ellas se consideraron rangos diferen-- tes de acuerdo a la especial abundancia de ellos en la estructura. Estos se observan en las figuras 3, 4 y 5.

### 3).- Secciones de Cocientes Metálicos.

Estas establecen una expresión matemática del zoneamien-- to de la veta.

Para obtenerlas se calcularon las proporciones Ag/Pb, -- Ag/Zn y Pb/Zn, obteniendo así tres cocientes para cada uno de -- los blocks. Los resultados obtenidos se colocaron en la sección -- longitudinal, colocados cada uno a la mitad del paquete respecti-- vo. Realizado ésto, se unieron con una línea los de un mismo va-- lor.

### III.g).- Análisis de las secciones.

En cada una de las secciones se pueden apreciar varias -- anomalías, las cuales se describen a continuación:

#### 1).- Sección de Isopacas.

En ésta se observa que, el ancho más alto de la veta se -- encuentra en el nivel 270 al W de la L.R. No. 6 y distribuye pau-- latinamente a medida que profundiza. En otras zonas se encuen-- tran algunas curvas de valores altos, pero éstas son de poca --

magnitud y se presentan en forma de lentes aislados. (ver figura No. 2).

## 2).- Sección de contenidos metálicos.

Plata.- Se observan dos anomalías de valores altos, una de valores medios y una de valores bajos. Las dos primeras se encuentran situadas ligeramente al W de la sección, una arriba del nivel 340 y la otra arriba del nivel 385. La de valores medios está al W de la L.R. No. 6, entre los niveles 340 y 425. Los valores bajos están situados del nivel 425 al 385, al W y E de la L.R. No. 6 en una distancia de 160 m. (ver figura No. 3)

Plomo.- Esta sección presenta una anomalía de valores bajos, una de valores medios y otra de valores altos. La primera se encuentra arriba del nivel 270 al E y W de la L.R. No. 6; la segunda abarca desde el nivel 425 hasta el nivel 270 y está situada al W de la sección. La de valores altos abarca del nivel 315 a arriba del nivel 425 al E de la sección. (ver figura No. 4).

Zinc.- Esta sección presenta una sola anomalía que varía en un rango de valores de 1-3 y está situada entre los niveles 425 y 340 al W de la L.R. No. 6. ( ver figura No. 5 ).

## 3).- Sección de Cocientes Metálicos.

En las secciones de Cocientes Metálicos de  $\text{Ag/Pb}$ , se ---

observa que la curva de los valores altos se encuentra en la parte superior y las de valor más bajo se encuentran en la parte inferior; la orientación es al oeste tal como lo indica la flecha (ver figuras 6, 7 y 8) lo mismo sucede en la sección del cociente  $Ag/Zn$ . En cambio en la sección del cociente  $Pb/Zn$ , sucede lo contrario con respecto a los valores, ya que en las curvas superiores son bajos y en la inferior son altos, pero la orientación sigue siendo la misma.

### III.h).- Interpretación de las secciones.

Para hacer la interpretación de las secciones, se compararon en partes, tratando de obtener una explicación de las anomalías observadas.

En la sección de contenidos metálicos de plata las anomalías de valores altos coincide con los valores altos de ancho de veta en la sección de Isopacas, lo que indica que al ensanchar la veta se depositaron las soluciones. (Ver figuras 2 y 3). Efecto similar ocurre en la sección de Contenidos Metálicos de plomo aunque en esta sección los valores altos se manifiestan más claramente en la zona de lentes aislados de anchos de veta altos.

La única anomalía uniforme que existe en la sección de contenidos metálicos de Zinc coincide en orientación y localización con la curva de valores altos observada en la sección de co-

cientes metálicos de Pb/Zn.

Los cocientes metálicos nos indican la dirección en que fluyeron las soluciones mineralizantes; por lo tanto, las tres secciones deben coincidir en su orientación; las dos primeras (Ag/Pb, Ag/Zn), con las de valor más alto en la parte superior y en las inferiores -- los valores más bajos.

En la sección de cocientes Pb/Zn, los valores deben ser contrarios a los anteriores. Con ésto se comprueba que en las partes superiores se depositaron las soluciones ricas en plata; esto cambia paulativamente hacia abajo, aumentando el contenido de Pb/Zn.

## CAPITULO IV

### - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -

Los resultados obtenidos en esta investigación se pueden aplicar en la exploración, planeación y explotación de la zona estudiada.

Los valores altos de plata se sitúan en los niveles superiores en un ancho de veta alto y constante.

Los valores altos de plomo y zinc se localizan en los niveles inferiores sobre todo al NW por lo que se debe continuar la exploración en éstos, haciendo énfasis en el combinado Pb-Zn.

Puesto que la dirección de los fluidos mineralizantes tal como lo indican las secciones de cocientes metálicos fué de SE a NW debe continuar la exploración al NW de la veta 2270, así mismo en otras cercanas y con rumbo similar a ella.

Se recomienda efectuar este tipo de estudios en lugares donde la explotación está parada o se ha abandonado ya que puede ser posible que las obras hayan estado mal orientadas con respecto al zoneamiento.

Cuando se hayan elaborado varios estudios de este tipo, se deben colocar los datos obtenidos en un plano general para así conocer el zoneamiento en el Distrito.

Es recomendable hacer estudios de cambios mineralógicos - analizando las siguientes variaciones. El contenido de fierro en la - Esfalerita y el contenido de plata en la Galena, ya que cuando éstos son muy marcados podrían alterar seriamente los Cocientes Metálicos.

- AGRADECIMIENTOS -

Al concluir el presente trabajo deseo manifestar mi sincera gratitud al Dr. F. Querol Suñe, ya que con su conversación despertó en mi la inquietud de llevarlo a efecto; al Dr. G.K. Lowtther por sus consejos que indudablemente influyeron en la realización de éste; al Ing. Sergio Velázquez por la ayuda que desinteresadamente me brindó; a los señores Ingenieros Eulalio Acosta, Eduardo Chico, Cesareo A. Torres y René Zamora por haberse prestado tan gentilmente a hacer una lectura crítica del manuscrito; a los Ingenieros Gustavo Alvarado y Sergio Ochoa por haberme preparado las secciones topográficas de sus respectivas secciones; al Sr. Arturo Méndez F. ya que con su profesionalismo dibujó la totalidad de las ilustraciones.

Así mismo, aprovecho la ocasión para dar las gracias a aquellas personas cuya ayuda no he sabido reconocer adecuadamente.



RUBEN DE J, DEL POZO M.

- BIBLIOGRAFIA -

ULRICH PETERSEN - Harvard University, ROBERT KOMILLY - Harvard University, IHSIUNG WU - Kennecott Copper Corp., - - HEINRICH HOLLAND - Harvard University - Mecanismos de Depo- sición de Plata y Manera de Explorar Yacimientos de este Metal.

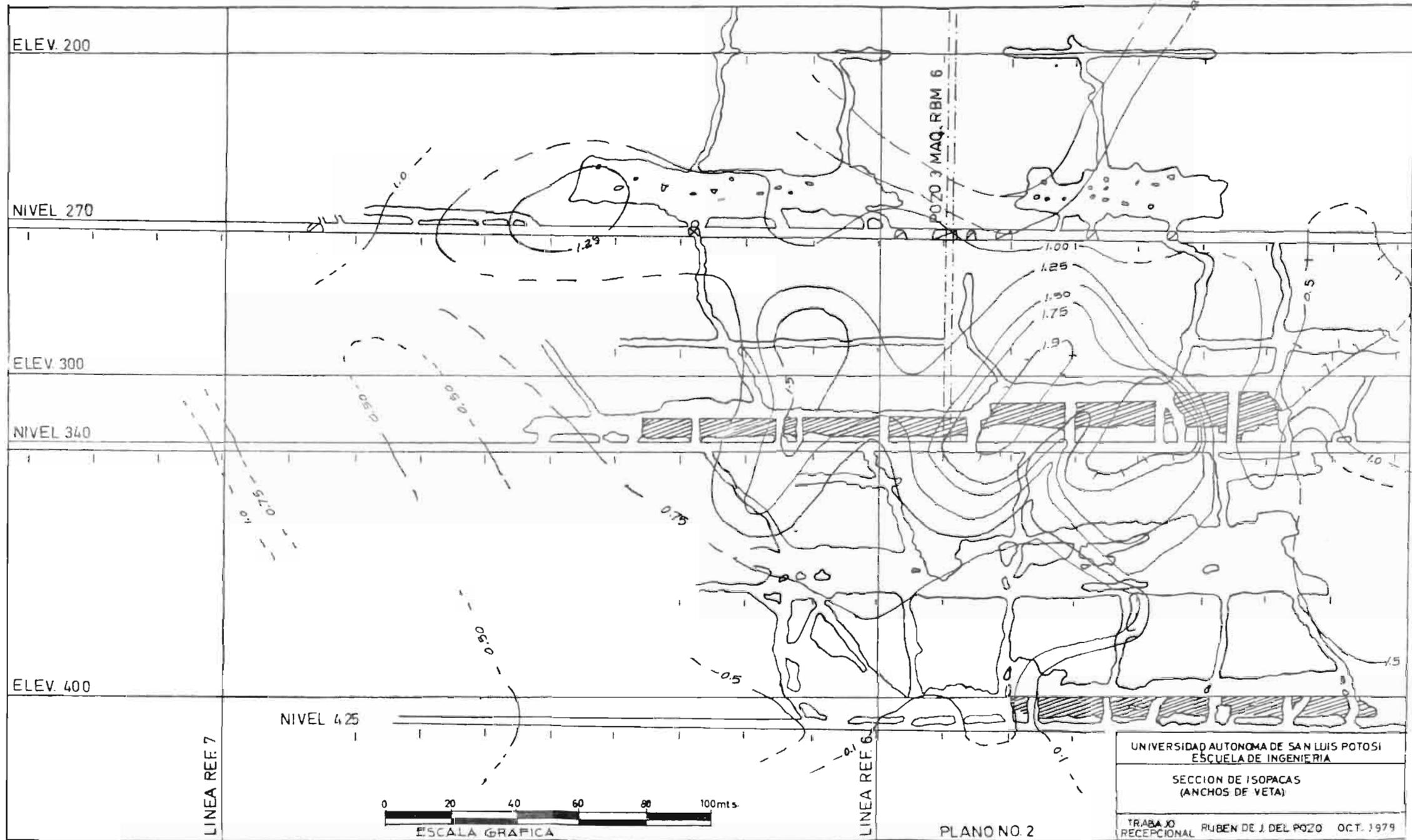
DÍAZ B. N. - Cocientes Metálicos y Zoneamiento en Colqui - 4o. Congreso Peruano de Geología - Lima, Agosto 1978.

DÍAZ DE LEON M. C. A. - Secciones Contorneadas en la Investi- gación Geológica-Económica en el Distrito Zacualpan, Edo. de -- México - Tesis Profesional U.A.S.L.P. 1977.

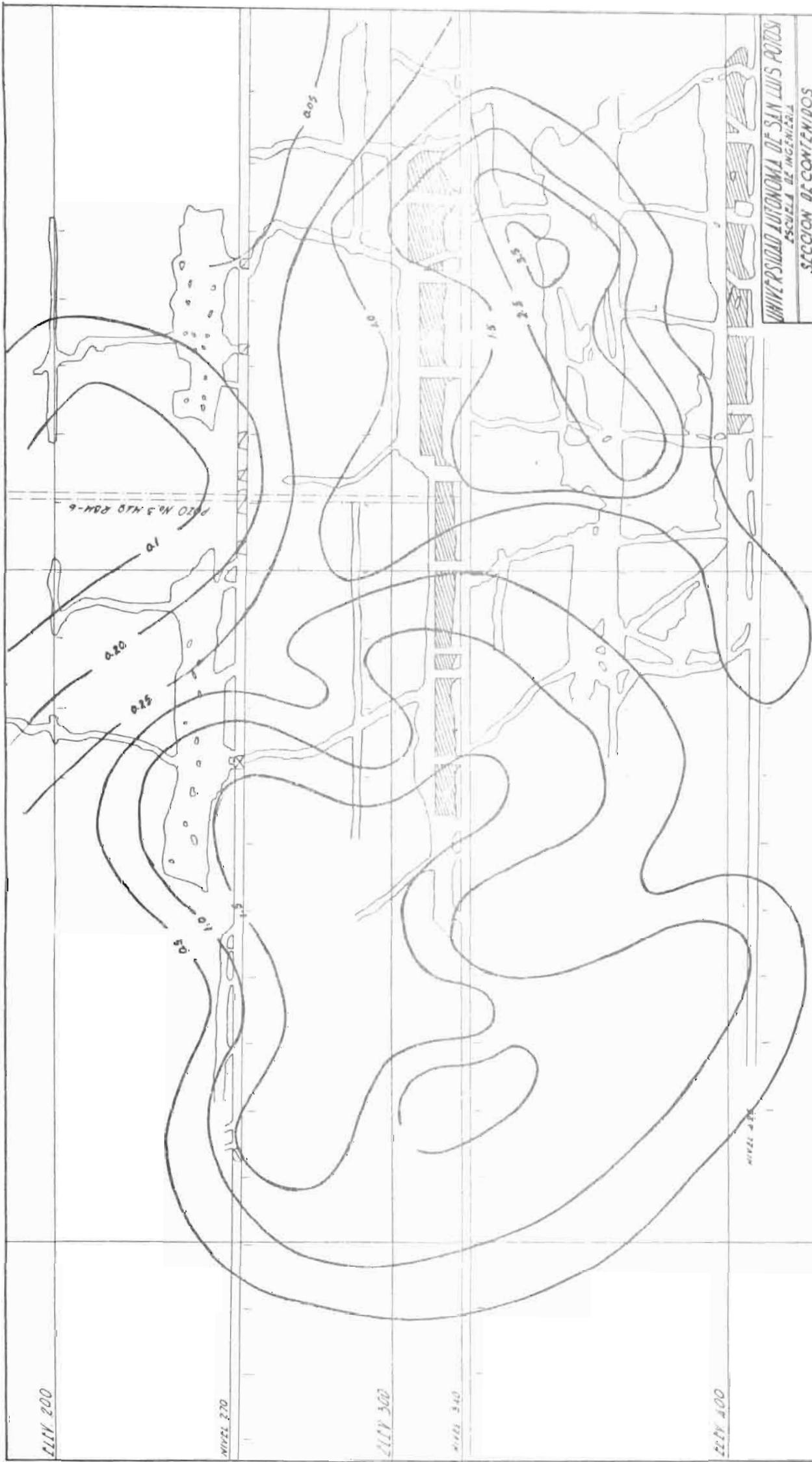
Mc.KINSTRY H. E. - Geología de Minas - 2a. edición, Ediciones Omega - Barcelona, 1965.

MELLENDEZ M. G. - Geología y Aprovechamiento Mineral del - - Area Populo, Distrito Minero Fresnillo, Zac. - Tesis Profesional I.P.N. 1978.

TORRES M. C. A. - Estudio Geológico-Minero del Area del Glory Hole, en el Distrito Minero de Fresnillo, Zac. - Tesis Profesio-- nal U.A.S.L.P. 1977.







1.º PL. N.º 4



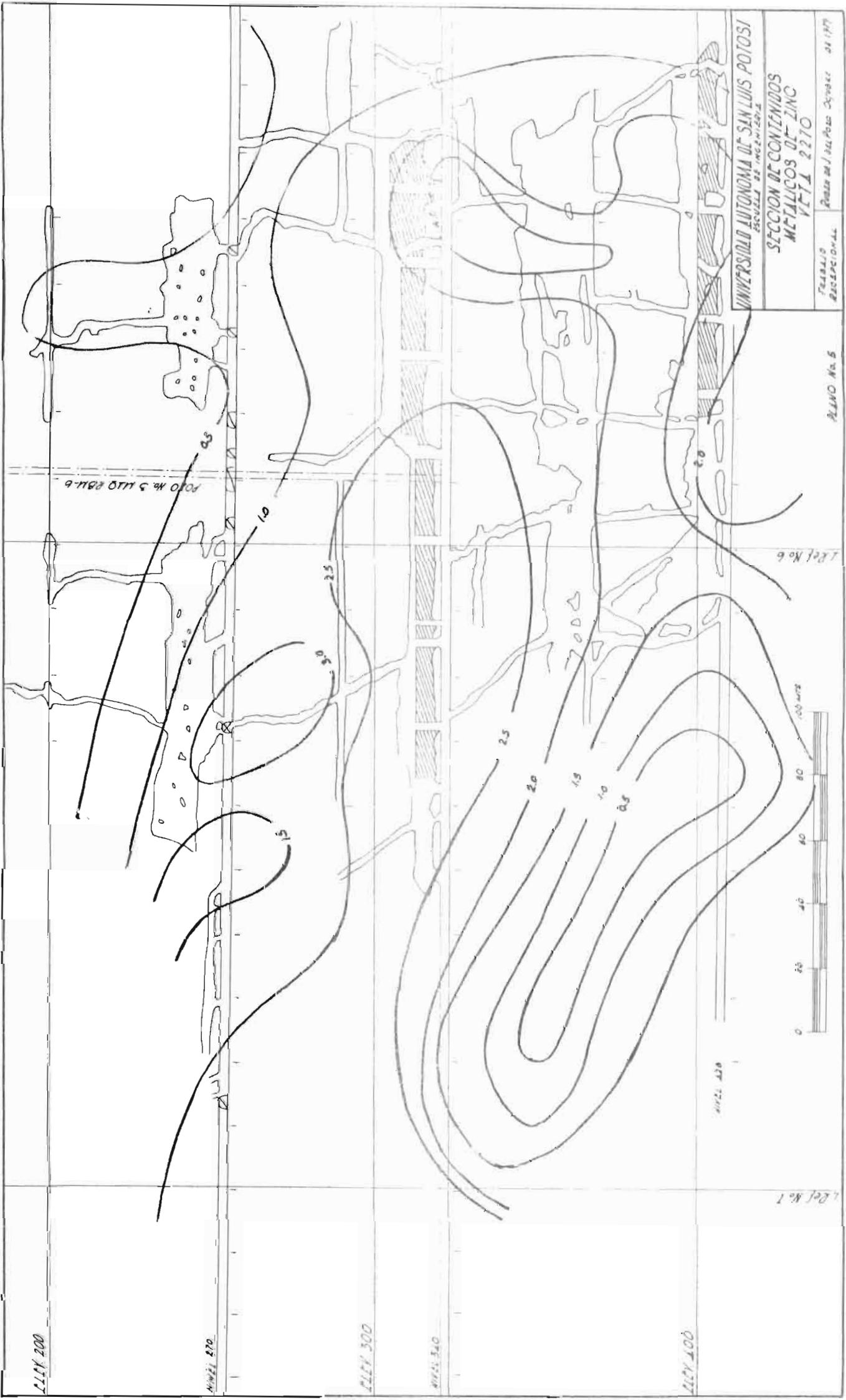
PLANO N.º 4

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ  
ESCUELA DE INGENIERÍA

SECCIÓN DE CONTENIDOS  
METÁLICOS DE PLOMO

VETA 2270

TRABAJO REGIONAL  
Hecho en J. de S. Potosí, Oaxaca, 1977



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 SECCION DE CONTENIDOS METALICOS DE ZINC  
 VETA 2270

FERRASIO ESCOBEDONAL  
 Febrero del año 1977

PLANO No. 5

Folio No. 6

Folio No. 1



ELEV 200

ELEV 300

ELEV 400

ELEV 500

ELEV 600

ELEV 700

ELEV 800

ELEV 900

ELEV 1000

ELEV 1100

ELEV 1200

ELEV 1300

ELEV 1400

ELEV 1500

ELEV 1600

ELEV 1700

ELEV 1800

ELEV 1900

ELEV 2000

ELEV 2100

ELEV 2200

ELEV 2300

ELEV 2400

ELEV 2500

ELEV 2600

ELEV 2700

ELEV 2800

ELEV 2900

ELEV 3000

ELEV 3100

ELEV 3200

ELEV 3300

ELEV 3400

ELEV 3500

ELEV 3600

ELEV 3700

ELEV 3800

ELEV 3900

ELEV 4000

ELEV 4100

ELEV 4200

ELEV 4300

ELEV 4400

ELEV 4500

ELEV 4600

ELEV 4700

ELEV 4800

ELEV 4900

ELEV 5000

ELEV 5100

ELEV 5200

ELEV 5300

ELEV 5400

ELEV 5500

ELEV 5600

ELEV 5700

ELEV 5800

ELEV 5900

ELEV 6000

ELEV 6100

ELEV 6200

ELEV 6300

ELEV 6400

ELEV 6500

ELEV 6600

ELEV 6700

ELEV 6800

ELEV 6900

ELEV 7000

ELEV 7100

ELEV 7200

ELEV 7300

ELEV 7400

ELEV 7500

ELEV 7600

ELEV 7700

ELEV 7800

ELEV 7900

ELEV 8000

ELEV 8100

ELEV 8200

ELEV 8300

ELEV 8400

ELEV 8500

ELEV 8600

ELEV 8700

ELEV 8800

ELEV 8900

ELEV 9000

ELEV 9100

ELEV 9200

ELEV 9300

ELEV 9400

ELEV 9500

ELEV 9600

ELEV 9700

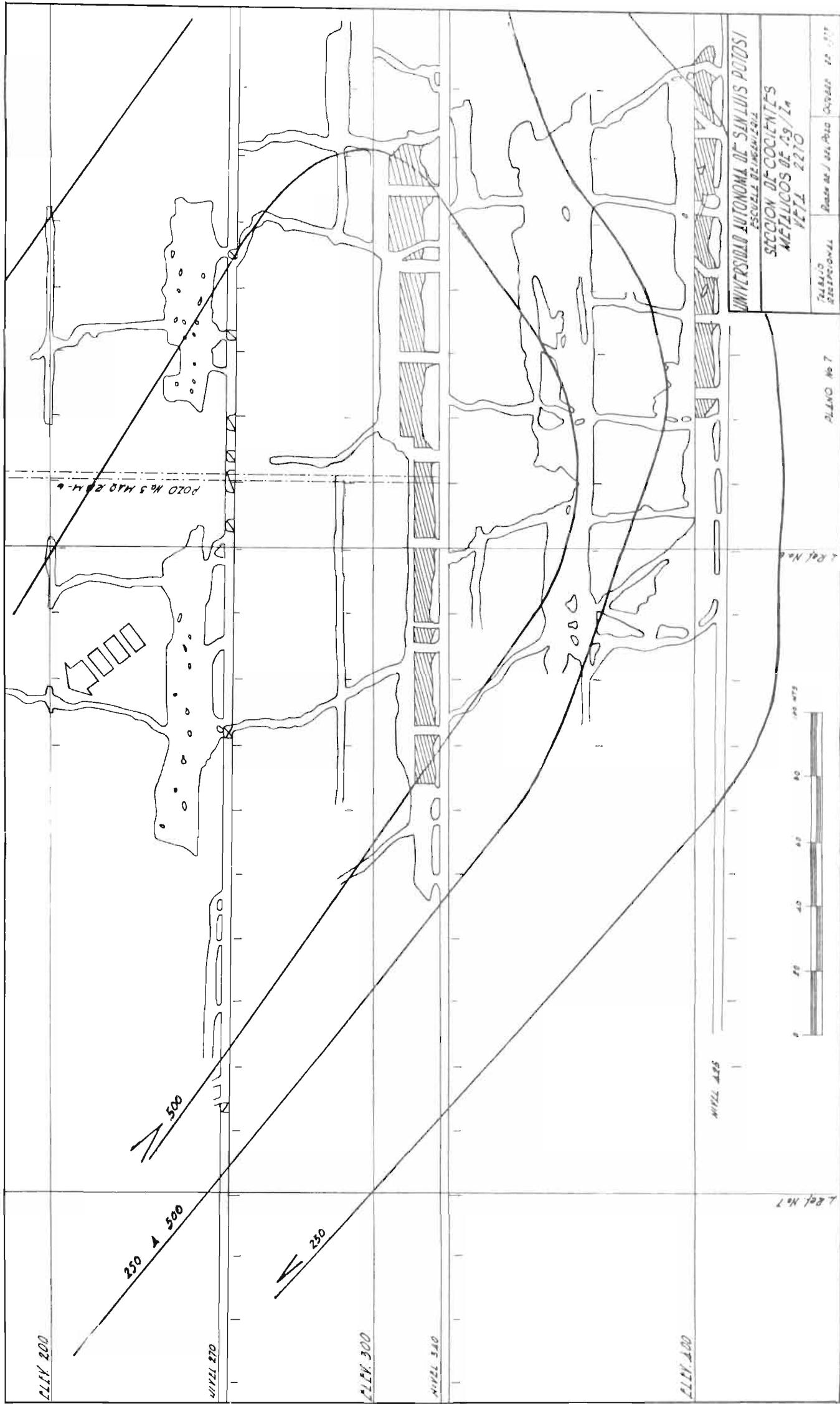
ELEV 9800

ELEV 9900

ELEV 10000

FOLIO No. 5 UNO PBU-6





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ  
 ESCUELA DE INGENIERÍA

SECCIÓN DE COCIENTES  
 METÁLICOS DE 25/14  
 VETA 2270

TABLAO INSTITUCIONAL  
 Pasa de / en / Año  
 Octubre 22 1977

ALLENO No 7

L. Ref. No 7

L. Ref. No 7



500

250

ALLEY 200

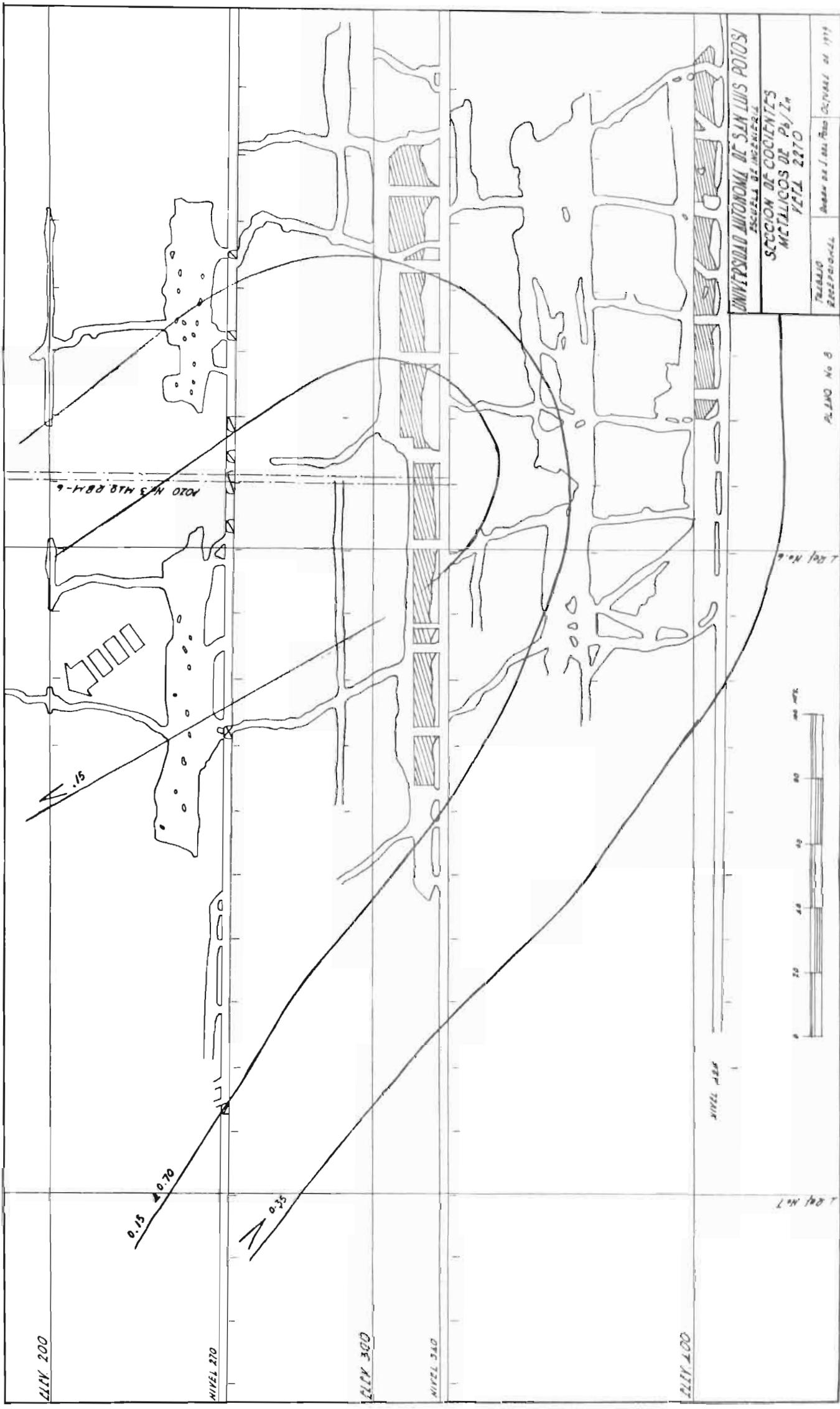
NIVEL 270

ALLEY 300

NIVEL 340

ALLEY 400

NIVEL 425



MOZO N.º 3 H.A.B. R.M. 4-6

1.00 M. T



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

ESCUELA DE INGENIERÍA

SECCIÓN DE COCIENTES METÁLICOS DE Pb/Zn

FECHA 28/10

TRABAJO RECUPERACIONAL

SEMANA DE LA MATERIA

OCUPACIONAL DE 1979

PLANO No 8

2117

2120

2130

2140

2150

0.15

0.25

0.70

NIVEL 2117

NIVEL 2120

NIVEL 2130

NIVEL 2140

NIVEL 2150

SISTEMA DE BIBLIOTECAS  
Instituto de Investigación de Zonas  
Desérticas, UASLP