

4751 024 8

SISTEMA DE BIBLIOTECAS
Instituto de Investigación de Zonas
Desérticas, UASLP

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

ESCUELA DE INGENIERIA



**Detalle Geológico de una Zona en la Mina "La Verde",
Municipio de Gabriel Zamora, Edo. de Michoacán**

TRABAJO RECEPCIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO GEOLOGO

PRESENTA

JORGE ANTONIO MALDONADO REYES

a la memoria de mi Padre:
Sr. Prof. Enrique Maldonado S

con cariño a mi Madre:
Sr. M^{te} del Anselmo R. Vda. de Maldonado

para mi esposa e hijitos:
Sr. Josefina Fernández de Maldonado.

con estimación a mis Hermanos:

Enrique

Aida

Irma

Maria Victoria

Luzmaría

Rosalba Victoria

Salma Baydel.

a mis familiares, maestros y condiscípulos

Para todos los compañeros de
trabajo y amistades



AGRADECIMIENTOS.

A los Directivos de la Cía. "Minas del Otoño", S.A. agradezco el haberme autorizado organizar el Trabajo Recepcional, así como a los señores Ings., Leo R. Mackenzie, Gerente General de la Mina "La Verde" y Dave Coochey Geólogo de la misma, por sus conocimientos y guías técnicas

Con todo mi respeto, mi sincero agradecimiento al Sr. -- Ing. Guillermo Labarthé H. Secretario e Investigador del Instituto de Geología y Metalurgia de la Universidad de San Luis Potosí, por su asesoría en la elaboración del Trabajo Recepcional.

Para el Personal técnico y al Jefe de la Brigada de Geología Zona Norte Noreste de la Secretaría de Recursos -- Hidráulicos, Sr. Ing., J.R. Acevedo. Por las facilidades prestadas en el trabajo de gabinete, así como a los Sres. Ings Víctor J. Martínez R. y J. Santos Martínez R.

Al señor Ing. Juan Velasco H. Jefe del Proyecto Cobre de Michoacan (C.R.N.N.R.) por toda su bibliografía y consejos.



DIRECCION

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
ESCUELA DE INGENIERIA

AV. DE LOS POETAS

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

Enero 18 de 1972.

Al Pasante Sr. Jorge Antonio Maldonado Reyes,

P r e s e n t e.

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

"DETALLE GEOLOGICO DE UNA ZONA EN LA HUYA LA VERDE
MUNICIPIO DE GABRIEL ZAGORA, EDO. DE MICHOACAN".

TEMARIO:

- I.- INTRODUCCION
 - II.- GEOGRAFIA
 - III.- GEOLOGIA
 - IV.- YACIMIENTOS MINERALES
 - V.- METODOS INDIRECTOS
 - VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- BIBLIOGRAFIA.

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.

C O N T E N I D O:

<u>DESCRIPCION.</u>	<u>PAGINA</u>
I.- INTRODUCCION	1
I.1.- Método de Trabajo.	1
II.- GEOGRAFIA.	4
II.1.- Localización del Area	4
II.2.- Vías de Comunicación.	4
II.3.- Clima	5
II.4.- Vegetación y Fauna.	5
II.5.- Geomorfología	6
II.6.- Fisiografía	6
III.- GEOLOGIA	8
III.1.- Geología Regional.	8
III.2.- Geología de Detalle.	11
III.3.- Geología Estructural	14
III.4.- Estudio Petrográfico	15
III.5.- Estudio de Barrenaciones	17
IV.- YACIMIENTOS MINERALES.	25
IV.1.- Relleno de Cavidades.	25
IV.2.- Indicaciones Superficiales.	27
IV.3.- Paragénesis	29
V.- METODOS INDIRECTOS	32
V.1.- Levantamiento Geoquímico	32
V.2.- Métodos Geofísicos	33

<u>DESCRIPCION.</u>	<u>PAGINA</u>
VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
BIBLIOGRAFIA	38

I L U S T R A C I O N E S :

PLANOS.

Mapa de Localización.	Entre Págs. 4 y 5
Mapa de Provincias Fisiográficas.	" " 6 y 7
Plano Geológico	Al Final del Texto
Sección Transversal 2N	" " " "
Sección Transversal 3N	" " " "
Plano Geoquímico y Geofísico.	" " " "

I.- INTRODUCCION.

El gran incremento en el crecimiento de la industria del cobre en el país, ha hecho evidente que la producción interna de las menas cupríferas sean insuficientes para abastecer la demanda en un futuro próximo, por lo tanto el presente trabajo se concentra en hacer un pequeño resumen de los esfuerzos realizados para la localización y cuantificación de Yacimientos Cupríferos, cuyas explotaciones permitan salvar las importaciones excesivas y propiciar el desarrollo industrial de una región de nuestro territorio, aprovechando a su máximo las nuevas técnicas y de acuerdo con sus resultados, juzgar el valor del cuerpo mineralizado del que sólo se tratará de una zona localizada dentro del área de la mina "La Verde", perteneciente a la Cía. Minas del Otoño, S.A.

El área, anteriormente fué trabajada por gambusinos y después por mineros en pequeño cuyos trabajos no se llevaban con normas o reglas bien definidas, sino únicamente explotando las zonas de mayor concentración de mineral.

I.1.- Método de Trabajo.

El presente estudio se dividió en varias etapas, haciendo se reconocimientos geológicos por zonas dentro del área de "La Verde".

Para realizar dichos trabajos se hizo uso de la escala -- 1:1 000 donde se vaciaban los detalles de la geología, la geofísica y la geoquímica; la otra escala 1:4 000 se utilizó para observar los --

rasgos más generales.

NOTA: A los planos geológico y geoquímico se les redujo a una escala-
1:2 000, para tenerlos en forma más práctica en el presente tra-
bajo.

Las etapas de estudio fueron:

1.a.- Geología.

Para cartografiar la geología superficial, se hizo uso de
todas las vías de acceso que cubren la zona estudiada.

Las vías principales fueron las líneas topográficas levan-
tadas para estudios posteriores de geofísica y geoquímica; los arro--
yos y los caminos programados para mover las máquinas de exploración,-
de esta manera se puede detallar palmo a palmo las diversas zonas.

Con la ayuda de las exploraciones superficiales y subte--
rráneas se pudieron formar las secciones transversales.

1.b.- Geoquímica.

a).- Muestreo.- Sobre las líneas topográficas antes men--
cionadas, se tomaron muestras de suelo con distancias de 25 m entre ca-
da estación muestra, el análisis químico fué encomendado a un laborato-
rio utilizándose el Método Colorimétrico.

b).- Interpretación.- Se basó en estudiar los diversos va-
lores obtenidos y delimitar las provincias geoquímicas para llevar a -

cabo una mejor interpretación del yacimiento, junto con los datos de los resultados obtenidos del estudio geológico y geofísico.

1.c.- Geofísica.

El reconocimiento e interpretación fueron desarrollados por una compañía particular especializada en dicha materia. De cualquier manera, la obligación y el deber del geólogo es de tener conocimientos para las tres finalidades que se persiguen: saber reconocer, proceder a interpretar y formular criterios.

Con relación a esta etapa, el Consejo de Recursos Naturales No Renovables, efectuó un estudio geofísico de carácter preliminar en el área de "La Verde" (Ings. Juan José Martínez B. y Reyes Serna V. Minería y Metalurgia No. 10, págs. 75-83-1959). Los métodos utilizados fueron: el electro-magnético Potencial Natural y el Magnético.

Después la Compañía que tiene sus bases en "La Verde" -- aplicó el procedimiento de Polarización Inducida.

II.- GEOGRAFIA.

II.1.- Localización del Area.

El área se localiza en la porción central occidental del Estado de Michoacán y en el municipio de Gabriel Zamora, a 45 km al -- sur de la ciudad de Uruapan, Mich.

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

102° 01' Longitud al Oeste de Greenwich.

19° 00' Latitud Norte.

A partir del P.P. se encuentra establecido un sistema de coordenadas cartesianas locales, cuyos valores son: 6 000 E y 4 000 N.

La zona estudiada tiene como vértices las siguientes coordenadas:

Vértices Oeste		Vértices Este	
4 300 N	4 600 N	4 300 N	4 600 N
6 000 E	6 000 E	6 400 E	6 400 E

II.2.- Vías de Comunicación.

El acceso a esta mina "La Verde", se efectúa partiendo de la ciudad de Uruapan, Mich. por la carretera Uruapan-Playa Azul hasta el kilómetro 122 (letrero "La Laguna"), donde se toma una brecha a la izquierda transitable en todo tiempo y después de recorrer 4 km se lle

ga al sitio.

II.3.- Clima.

Se designará la clasificación del clima predominante en el área de "La Verde", cuyos datos se tomaron del Boletín Meteorológico de la Comisión Federal de Electricidad (1970), con sus estaciones en el Cóbano y Nueva Italia, Mich., siendo el sitio la distancia media entre estos dos centros de población.

La temperatura media anual es superior a los 20°C. El promedio de precipitación anual es mayor a los 750 mm.

La estación de lluvias está definida entre el fin de la primavera y principios del otoño, dando al paisaje dos aspectos diferentes.

Entre los meses de octubre a mayo da una coloración grisácea a la región y aspecto desértico, mientras que el resto del año se cubre de verde.

Basándose en estos datos, la clasificación de Tamayo, nos dice que es del tipo Tropical Seco.

II.4.- Vegetación y Fauna.

La vegetación y la fauna están bien definidas debido a su topografía, cuyo desnivel desciende hasta 400 m.

Los vegetales predominantes, son:

Cueramo	<u>Cordia</u>
Capiro	<u>Sideroylen Capiri</u>
Cascalote	<u>Caesalpininia Cacaloca</u>

Especies faunísticas más importantes:

Ardilla de tierra	<u>Spermophilus Variegatus</u>
Víbora de Cascabel	<u>Crotalus Terrificus</u>

Otras víboras y animales ponzoñosos.

II.5.- Geomorfología.

La zona está localizada en el Cerro del Camacho, cuya altura máxima es de 750 m s.n.m., el cual forma parte de una serie de cerros que constituyen la Sierra del Marqués, teniendo un alineamiento semejante a una "U" cuyos extremos están demasiado separados. En la parte sur se encuentra la barranca del Marqués y en la parte norte está limitada por material de acarreo del Cuaternario, constituyendo un valle.

La geomorfología se define como joven, ya que presenta drenajes superficiales poco profundos y cuando se unen en la barranca se profundizan, además de tener una pendiente moderadamente fuerte.

II.6.- Fisiografía.

El área en cuestión queda comprendida dentro de la provincia fisiográfica de la Meseta Neovolcánica o Fosas Tectónicas según

Provincias Fisiográficas



la clasificación de E. Raisz (1959) (Mapa de Provincias Fisiográficas-
modificado del plano de Landforms of Mexico), encontrándose en el lími
te sur de dicha provincia.

III.- GEOLOGIA.

Para organizar el presente capítulo, se llevarán datos -- particulares a los generales, cambiando en otras ocasiones el sentido de la secuencia, ya que se trata de una zona relativamente pequeña.

III.1.- Geología Regional.

La constitución geológica de la región se presenta con algunos fenómenos complejos.

El área está representada por rocas ígneas intrusivas, rocas ígneas extrusivas y material del Cuaternario.

Entre las rocas ígneas intrusivas se tienen: Granodioritas, Dioritas y Cuarzodioritas. De las extrusivas se cuentan: Basaltos, Basaltos Olivínicos y Tobas Basálticas. Del material del Cuaternario, éstos están representados por sedimentos como: Aluviones y Huecos.

Las rocas ígneas intrusivas, son las de mayor interés y quedan comprendidas en la parte central de la región, entre las zonas volcánicas, de las cuales se encuentran separadas por un amplio valle con materiales de acarreo y aluvión.

La edad tentativa de las rocas es del Terciario al Plioceno.

Existen dos fallas regionales; una abarca posiblemente -- del área de Inguarán pasando por el Cerro de Camacho, cuyo rumbo --

aproximado es N50°W y la otra tiene una dirección de N80°E, asimismo - hay otras menores cuyos rumbos tienen poca variación.

Rocas Igneas Intrusivas.

Las siguientes descripciones son megascópicas.

Granodiorita.- Roca de color gris oscuro, compacta, fanerítica, hipidiomórfica, de grano medio; sus minerales principales son cuarzo, feldespatos y ferromagnesianos, aflorando cerca del poblado de la Huacana.

Diorita.- Color gris claro a oscuro, holocristalina, con estructura compacta, sus minerales primarios son: plagioclasas de grano grueso.

Cuarzodiorita.- Color gris verdoso, con estructura compacta y textura fanerítica, compuesta de feldespatos y cuarzo con alteración débil de clorita, aflora en el arroyo del Espíritu Santo, Municipio de la Huacana.

Tomando en cuenta la geología regional y conforme a las fallas que atraviesan la región, los cuerpos intrusivos son semicirculares y se encuentran separados respectivamente, conservando una dirección determinada.

Rocas Igneas Extrusivas.

Basaltos.- Afloran en Gabriel Zamora, N. Italia, Mich. y en los extremos NE y SW de la región, en forma de derrames o constitu-

yendo conos de poca elevación, siendo una roca de color negro a rojo - pardusco, con estructura y textura compacta cristalina, porfídica. Minerales: plagioclasas y ferromagnesianos. Alteración: limonita.

Basalto Olivínico.- Estas rocas se encuentran con menor frecuencia a los demás basaltos, ya que se hallan en las inmediaciones de los conos y derrames. Su color es negro a rojizo pardo, con fenocristales finos de olivino, en matriz vítrea compacta.

Tobas Basálticas.- Se localizan al sur de las llanuras de Nueva Italia y Lombardía (Gabriel Zamora), cuyos afloramientos se extienden por varios kilómetros de extensión hacia el sur al cauce del río Tepalcatepec.

Las tobas se presentan con pseudoestratificación horizontal, estando compuesta por fragmentos de rocas volcánicas, principalmente de basaltos y partículas de andesitas, cementadas por matriz cinerítica con óxido de fierro.

Sedimentos Cuaternarios.

Aluviones.- Este material se encuentra en las partes reducidas de los valles; la estructura varía desde masiva hasta la mal estratificada, cuyo espesor es de 30 a 40 cm hasta más de los 20 m.

Suelos.- Están distribuidos en las laderas de los cerros donde el relieve es moderado, siendo generalmente de origen vegetal y-

cuyo espesor es variable desde 2 a 3 cm hasta más de 50 cm; en otros sitios está constituido por la meteorización de la roca, cambiando de rojizo a gris oscuro.

III.2.- Geología de Detalle.

En la sierra del Marqués, el mayor volumen de la roca se determinó como diorita, existiendo las posibilidades de diferenciaciones que pasan a granodioritas o cuarzodioritas, dependiendo de los minerales esenciales y su ocurrencia geológica.

En la zona estudiada se siguió la clasificación de las rocas conforme a dos bases principales:

a).- Con referencia a su litología dada en tanto por ciento y por su textura.

b).- Porcentaje de brechación y brecha.

2.a.- Litología y Textura.

Partiendo de las rocas originales, la zona está constituida principalmente por un intrusivo de la familia de la diorita, sobresaliendo tres clases principales.

Diorita de Grano Grueso. (Descripción Megascópica)

Color gris con cristales de 3 a 6 mm de color verde oscuro, cuya estructura se presenta masiva y compacta, con textura fanerí-

tica, holocristalina, notándose plagioclasa. La alteración es sericitización en forma débil y con clorita débil.

Diorita de Grano Medio. (Descripción Megascópica)

Roca de color gris a gris oscuro y cristales de 1 a 3 mm- de color verde oscuro, se presenta compacta, la textura es de holocristalina a fanerítica, encontrándose pocos fenocristales de cuarzo, los cristales de los feldespatos son de tamaño medio con inclusiones de tamaño fino. La alteración es débil en sericitización.

Pórfido de Cuarzo y Feldespato. (Descripción Megascópica)

Roca de color gris claro a blanco con fenocristales de feldespatos de color verde oscuro y matriz silfíca, se presenta en forma masiva y compacta, siendo la textura hipidiomórfica con fenocristales de cuarzo de subhedrales a anhedrales, los minerales principales son cuarzo y feldespatos.

2.b.- Litología y Textura y Porcentaje de Brechación.

Con relación de la brechación, ésta puede ser, primera brechación o segunda brechación, dependiendo de las diferentes fases en que se formaron. También se toma en cuenta el tamaño de los fragmentos, así como el porcentaje de matriz a fragmentos, siendo sumamente locales todos estos datos, pero con un estudio cuidadoso puede hacerse correlativos a otros puntos de la sección.

Conforme al diámetro de los fragmentos se tiene:

1 cm hasta 3 cm.- Tamaño medio.

4 cm hasta 9 cm.- Tamaño grande.

10 cm.- Se denomina block.

La relación de fragmentos a matriz se indica por el porcentaje de los primeros, estimándose a simple vista.

Tomándose en cuenta el porcentaje de litología y brechación, se establece que si la proporción de la brechación es del 50% de diorita y 50% de pórfido, la nomenclatura será:

Brecha Diorita y Pórfido.

Si el porcentaje de la brecha es mayor del 50%, recibirá el nombre de la roca dominante, así se tiene:

Brecha de Diorita de Grano Grueso.

Brecha de Diorita de Grano Medio.

Brecha de Pórfido.

Brecha de Diorita y Pórfido.

La zona está limitada por una brecha denominada "Brecha Molida o Brecha Blanda", perteneciente a la segunda fase de brechación.

Brecha Molida o Brecha Blanda. (Descripción Megascópica)

Roca de color verde oscuro y de fragmentos de tamaño variable de las dioritas, presentando alteración debido a soluciones - -

hidrotermales. Las alteraciones más notorias en los fragmentos, son: - silicificación, sericitización, turmalina y epidota.

La matriz de la brecha está cloritizada de débil a moderada, presentando dos clases de matrices: matriz granular que es la más general, compuesta por fragmentos finos de la roca constituyente; la segunda es fina y en algunas ocasiones bandeada, dando ésto el aspecto de ser vía de soluciones ascendentes.

III.3.- Geología Estructural.

La zona estudiada se encuentra confinada entre dos intrusiones intermedias constituyendo un stock.

La primera intrusión corresponde al pórfido. En el centro de la zona está una brecha de colapso quedando comprendida en esta clasificación; las brechas de pórfido y las brechas de dioritas, derivadas ambas de las intrusiones complejas de la diorita y del pórfido.

Entre las brechas y las intrusiones, generalmente se localizó una brecha mezclada de diorita y pórfido, formando lentes más o menos alargados.

En el vértice suroeste de la zona, se encuentra limitada por la Brecha "Nolida o Blanda" que viene a constituir una brecha de cono.

Por consiguiente, según el estudio de las brechas, éstas pueden clasificarse con relación a su origen en: Primera Fase y Segunda Fase.

La primera Fase puede contener la brechación incipiente, de la cual muchos geólogos la llegan a clasificar dentro de una primera fase muy diferente a las demás brechas no mezcladas.

Dentro de este tipo de fase quedan comprendidas las brechas de diorita y las brechas de pórfido.

En la segunda Fase fueron estudiadas las brechas mezcladas, como son: la brecha de Diorita y Pórfido y la brecha Molida o Blanda.

Regionalmente existen, las fallas ya mencionadas, afloran derrames basálticos, conos volcánicos y cuerpos aislados de rocas intrusivas en forma de lentes, la cual se toma como primeros datos.

La región está comprendida en el lineamiento o Cinturón Volcánico, localizado cerca del paralelo 20 y cuyas características son: las lavas basálticas. El Cinturón Volcánico se puede relacionar con la Falla Clarión ("Lineamientos Metalogenéticos en México", Ing. J. Echavez V.).

Con respecto a las rocas ígneas intrusivas, puede suponerse que fué en el Terciario cuando ocurrieron varias fases tectónicas, plegando a las rocas ya existentes y formando fallas normales. La combinación de los fallamientos posteriores propició zonas para la formación de brechas.

III.4.- Estudio Petrográfico.

El estudio petrográfico se hizo por medio de un laborato-

rio con experiencia para este tipo de trabajo, seleccionando las muestras más convenientes. Habiéndose hecho estudios de las diferentes rocas existentes en el área, tomándose como ejemplo el siguiente informe.

I.- NOTAS GENERALES.

Estudio No. 680402

Muestra del Núcleo a 172.40 m de profundidad.

Estudio requerido: Petrográfico y Paragenético.

II.- ASPECTO MEGASCOPICO.

Color: Gris y cristales verde oscuro.

Estructura: Masiva compacta.

Textura: Cristalina.

Minerales: Cuarzo, ferromagnesianos, feldespatos, pirita -- magnetita.

Alteración: Clorita.

III.- ESTUDIO MICROSCOPICO.

Textura: Granoblástica.

Mineralogía: Cuarzo formando una red granoblástica clinoróicas, cristales distribuidos en la matriz. - Pirita diseminada en la matriz. Calcopirita - diseminada en menor porcentaje. Magnetita diseminada en la matriz; Clorita mineral secundario.

IV.- ORIGEN DE LA ROCA.

Roca metamórfica de contacto, derivada de rocas ígneas intrusivas.

V.- CLASIFICACION.

Clase Química: Hornfels cuarzo feldespático.

Facies Metamórficas: Amphibolítica (temperatura y presión moderada).

Estudio.- Ing. A. Sotomayor C.

"Roca estudiada con una lámina delgada y una superficie pulida".

"Los presentes minerales reliquias la colocarían en la familia de las cuarzodioritas antes de ser metamorfizada".

Interpretación.- Al tomarse una muestra cerca del contacto entre dos intrusivos diferentes, la roca cambiará en composición, dando un metamorfismo moderado, aumentando la cantidad de sílice indicado, pudiendo cambiar su clasificación.

El presente estudio nos mostró el comportamiento de la roca en dichas condiciones.

III.5.- Estudios de Barrenaciones.

Las barrenaciones se hicieron con máquina rotatoria, adecuadas a las programaciones y necesidades de las perforaciones, tanto en la superficie como en las obras mineras.

a).- Reporte.- Se pondrá un ejemplo en el que se sintetiza cada uno de los pasos que se siguieron en el estudio de las barrenaciones y con el ejemplo que posteriormente se anexa se tendrá una idea del mecanismo que se siguió. Haciendo la aclaración con relación al párrafo de la ley estimada, la cual se llevó a cabo conforme a la longitud del tramo muestreado y la cantidad de cobre contenido en dicho tramo. Para confirmar la ley estimada, fué necesario conocer la proporción de este contenido según los diferentes minerales existentes en la zona.

Los principales minerales de cobre son:

Mineral	Composición	% de Cu.
<u>Carbonatos</u>		
Malaquita	$\text{Cu}_2 (\text{CO}_3) (\text{OH})_2$	57
Azurita	$\text{Cu}_2 (\text{CO}_3)_2 (\text{OH})_2$	55
<u>Sulfuros</u>		
Calcopirita	CuFeS_2	34
Bornita	Cu_5FeS_4	63
Calcosina	Cu_2S	79

Para hacer más práctica la Ley estimada se tiene:

Malaquita	50
Azurita	50
Calcopirita	30
Bornita	60
Calcosina	80

Con relación a los reportes se tienen en el siguiente orden los datos que se iban anotando.

Profundidad con carácter de rasgos principales, como son:
Los cambios de roca.

Descripción del barreno, con datos generales y particulares.

Número de muestra correspondiente al tramo estudiado.

Cotas de dicho tramo; Longitud, Ley estimada, Ley con relación a los resultados del laboratorio y la recuperación estimada con el método de medición de longitud.

EJEMPLO:

Barreno No. UV - 54	Inclinación 0°
Rumbo hacia el Suroeste	Sección 2 N
Longitud 116.00 m	Recuperación 91.50 m
Total de recuperación 78.80%	

0.00 - 24.30 Diorita de grano medio.

0.00 - 7.90.- Diorita de grano medio - con inclusiones de diorita de grano fino y silicificación débil, conteniendo 5% de Brechación incipiente, hay 1-2 - bandas con esas características. La - matriz es clorita. La alteración es - sericitización débil. La mineralización es macroscópicamente estéril.

24.30 - 78.40 Brecha de diorita de grano medio.

De 30.00 a 32.20; Vena de bornita con un ángulo sobre el núcleo de 45° aproximadamente. De 33.20 a 48.20, la Brecha presenta 60% de brechación incipiente y 5%-10% fragmento de pórfido. La alteración es albitización débil. La mineralización es débil en bornita.

108.75 - 111.00 La sección se encuentra con sericitización intensas y silicificación de moderada-intensa, según las bandas en los blocks que se encuentran. En el extremo superior existen fragmentos de pórfido y en el extremo inferior de diorita de grano medio. La sección contiene turmalina en forma irregular.

111.00 - 116.00 Brecha de diorita de grano medio y pórfido.

Brecha de diorita de grano medio y pórfido (50% - 50%) cuyos fragmentos son de tamaño medio (1 a 3 cm) y con 2-3 blocks de 30 a 40 cm de diámetro con silicificación moderada. La alteración es albita débil con sericita débil también. La mineralización es débil en Bo. (Bornita).

Fin del Sondeo.

b).- Cálculo de recuperación del núcleo.- Generalmente - en la práctica se utiliza la recuperación del núcleo por el método del longimetro o cinta graduada, pero en muchas ocasiones es preferible ir verificando, cuándo la roca se encuentra muy fracturada, para saber — cuál es el porcentaje perdido de la recuperación en volumen. Para éso se usa el Método del Volumen.

Nomenclatura.

P= El peso de la muestra.

V= Volumen.

L= Longitud del tramo de la muestra.

R,r= Radio del núcleo.

G= Densidad calculada de la roca.

Rp= Recuperación por el método de volumen.

Rc= Recuperación estimada por medio de un longimetro.

Fórmulas Utilizadas.

$$R_p = \frac{P}{VG}$$

VG= Peso de la roca calculada.

$$V = r^2 \pi l$$

Ejemplo:

Datos.- Radios usados: AxL (R) = 1.45 cm.

AxLT (r) = 1.70 cm.

$$\text{Area (A)} = 6.6052 \text{ cm}^2$$

$$\text{Area (a)} = 8.3521 \text{ cm}^2$$

$$R_p = 90.40\% \quad R_c = 78.80\% \quad \text{Diferencia} = 11.60\%$$

DE	METROS		KILOGRAMOS		
	A	PESO	V	VG	G
0.00	7.90	13.550	52.494	13.406	2.57
7.90	24.30	25.550	119.153	30.456	2.64
24.30	81.20	103.975	390.912	112.946	2.65
81.40	94.60	22.650	92.087	25.097	2.67
94.60	98.25	5.400	24.108	6.581	2.73
98.25	108.75	16.850	79.354	18.378	2.65
108.75	116.00	12.200	47.886	12.785	2.67
SUMAS		200.175		221.202	

Su aplicación estriba como método de comparación entre - la recuperación estimada por medio de una cinta métrica y del volumen-real del tramo muestreado, dando entre el método de volumen y el método de longitud, una diferencia relativamente pequeña; por lo cual se consideró más práctico el de recuperación estimada con un longímetro, - ya que la diferencia con el de volumen es relativamente pequeña.

c).- Cálculo de Densidades.- El método es una explicación del principio de Arquímedes, el cual expresa que "el volumen de un cuerpo sumergido en un líquido, es igual al volumen del líquido desalojado". Los pasos a seguir son:

- 1.- En una balanza, se pesa el frasco vacío y con una -- marca superior para indicar una altura constante.
- 2.- Se vacía la muestra molida en el frasco y el peso de éste se le restará el resultado, determinando el peso. P_m - Al peso de la muestra.
- 3.- Se llena el frasco con agua hasta el nivel marcado - con anterioridad, pero sin la muestra. P_a - Peso del envase con agua.

4.- Se vacía al frasco la muestra, nivelando el agua a la altura marcada. P_{ma} = Peso del envase + agua + muestra.

La densidad G es igual al peso de la muestra entre el volumen de la misma.

Fórmula:

$$G = \frac{P_m}{(P_m + P_a) - (P_{ma})} = \frac{P}{V}$$

Para una mejor explicación se ilustrará con un ejemplo de dos muestras diferentes pero dentro de la misma barrenación, la cual presenta una diferencia de 0.22, debido al estado de alteración de las mismas.

REGISTRO DE LAS MUESTRAS PARA EL CALCULO DE DENSIDAD USANDO LA BALANZA MARCA "OHAUS" CON CAPACIDAD MAXIMA DE: (KILOGRAMOS) 0.5 DE GRAMOS.

MUESTRA No. D-6153 CLAVE: V-64
LONG. Ficha de Top. Secc. I-N LEY: - - -
K: 423.60 Gramos k: 0.5 Gramos
Peso de la muestra: P_m=459.15 Gramos
Peso del envase con agua: p_a= 1214.50 Gramos
Peso del envase, agua y muestra: p_{ma}= 1504.55 Gramos
Densidad Calculada: 2.72
G = $\frac{459.15}{169.10} = 2.715$ Observaciones: _____

MUESTRA No. D-6218 CLAVE: V-64
LONG. Ficha de Top. Sección I.N. LEY: - - -
K: 314.60 Gramos k: 0.5 Gramos
Peso de la muestra: Pm= 499.55 Gramos.
Peso del envase, agua y muestra: Pma= 1169.50 Gramos
Peso del envase con agua: Pa= 839.55 Gramos
Densidad Calculada: 2.94
G= $\frac{499.55}{169.50} = 2.94$ Observaciones: Se calculó dos ve-
ces.

MUESTRAS PARA DETERMINAR LAS DENSIDADES DEL CUERPO
DE MINERAL DE LA ZONA ESTUDIADA.

Ejemplo:

SECCION	2N	MUESTRA No.	G. CALCULADA
Barreno	V79	D - 8153	2.54
"	V88	D - 9189	2.62
"	V88	D - 9199	2.79
		PROMEDIO DE LA SECCION.....	2.65
SECCION	3N		
Barreno	V57	D - 5406	2.59
"	UV63	D - 12272	2.47
"	UV63	D - 12272	2.54
"	V82	D - 8501	2.75
		PROMEDIO DE LA SECCION.....	2.59

IV.- YACIMIENTOS MINERALES.-

Los yacimientos minerales de cobre han sido clasificados en diferentes tipos, atendiendo a su origen o proceso geológico que — les dió lugar, siendo la mayor parte de ellos de origen hidrotermal: — reemplazamiento y el de relleno de cavidades que es el predominante. — El metasomatismo de contacto se observa en casos raros. Otras de las clasificaciones se basan en los tipos de rocas en que ocurren, sin considerar el origen, dando como conclusión a una serie de discusiones.

Un yacimiento en sí puede entrar a una clasificación y — otra, basándose principalmente en su proceso en el que suele presentar se, ya sea en forma combinada o bien con rasgos pequeños de otras fa--ses de origen.

El yacimiento de cobre de "La Verde" puede quedar com- — prendido dentro de los yacimientos de Mineralización Hidrotermal, como se demostrará en el transcurso del presente estudio.

IV.1.- Las soluciones mineralizadoras fueron por rellenos — de cavidades, siendo éstas:

- a).- Relleno entre los fragmentos de brechas tectónicas — y de colapso.
- b).- Relleno de espacios porosos.
- c).- Relleno de fisuras de tensión.

El orden que se sigue es con relación a la importancia —

de esta clasificación dentro de la zona estudiada, cambiando ésta en otra área que dista a 2 km aproximadamente, el cual el último término es el más importante.

a).- Relleno entre los fragmentos de brechas tectónicas y de colapso.

Según las observaciones hechas conforme al estudio de las brechas, éstas no son de una sola fase de brechación, sino probablemente de dos fases. La primera fase se localizaron fracturas rellenas de calcopirita con desplazamientos ligeros de 10 a 30 cm aproximadamente, en la parte de las brechas de diorita de grano grueso y en la zona de brechas y blocks de la roca ya citada, en los límites con el intrusivo de diorita, lo cual se originó en la primera fase de fallamiento. Junto a esta zona se encuentra la zona de bornita, bornita-calcopirita, teniendo como roca encajonante a las brechas de colapso, encontrándose los minerales en la forma siguiente:

Bornita, bornita-calcopirita, calcopirita. Su mineralización se encuentra en forma irregular formando cuerpos de configuración dendrítica.

b).- Relleno de espacios porosos. El mineral principal que rellena los poros, es generalmente la bornita, encontrándose cerca de éstos venillas con bornita diseminada, cuya ley es económicamente explotable. La zona definida por este tipo de mineralización se localiza en las márgenes de la diorita con el contacto de las demás rocas;

sirviendo como posible guía una zona de silicificación con cambio paulatino de débil a moderado, llegando a tener una alteración intensa.

c).- Relleno de fisuras de tensión. Estas pueden ser -- las venillas que se localizan dentro de la diorita, anteriormente citada, y dentro del intrusivo de pórfido abarcando únicamente zonas pequeñas en forma de aureolas de los intrusivos.

IV.2.- Las indicaciones superficiales pueden ser de dos clases:

a).- Afloramiento de mineral.

b).- Minerales de cobertera.

a).- Afloramiento de Mineral.- En la zona estudiada y en la parte norte del plano geológico, se localizó un afloramiento de borquita, cuyo diámetro aproximado es de 50 m, teniendo como roca las denominadas brechas de diorita y brechas de la diorita y pórfido. El mineral se encuentra relleno de las cavidades de las brechas y con posibles reemplazamientos de la matriz de las mismas, lo cual se indica -- por tener un aspecto de ser cementante de los fragmentos. Este caso -- llega a ser raro.

Los carbonatos de cobre se llegan a clasificar por su mineralogía en malaquita y azurita, predominando la malaquita (de ahí -- surgió el nombre de "La Verde"). Con relación a su ocurrencia, ésta -- puede ser malaquita "In Situ" cuando haya indicios de sulfuros o malaquita transportada, cuando sólo ocurre por soluciones de capilaridad o

por medio de fracturas.

b).- Minerales de Cobertera.- Se denomina minerales de cobertera, los que están situados en la superficie del cuerpo mineralizado y que sirven como base para indicar la presencia de uno o más minerales como: carbonatos de cobre, limonita "In Situ".

Aparte de la malaquita como carbonato de cobre, se tomó como guía a la limonita, ya que en muchas ocasiones se presentaba con textura esponjosa y con cuarzo, ya sea en forma irregular o bien en forma de vetillas. Pudiendo abarcar la limonita una zona de suelo que iba desde el color amarillo pardusco hasta el rojo pardo, siendo acompañada por malaquita "In Situ".

La cobertera de minerales solubles en el área seguía en forma relativa a la topografía del lugar, aumentando el porcentaje de cobre total conforme se profundizaba el muestreo del sondeo hasta tener valores nulos de óxido de Cu. Únicamente cambia esta norma cuando se encontraban fracturas con indicaciones de acción de aguas meteorológicas.

Los minerales principales son:

Minerales Primarios: Bornita, bornita-calcopirita, calcopirita.

Minerales de la zona, oxidación y supergénica:

Malaquita. Asurita.

Calcosina. Enriquecimiento supergénico.

Alteraciones:

Las alteraciones hidrotermales son: Silicificación, sericitización y albitización.

Resumiéndose a las fases siguientes:

a).- Fase Filica.- Es la primera fase de alteración y su secuencia es: Epidota-Cuarzo-Sericita-Pirita-Turmalina y en ocasiones Albita.

b).- Fase Propilitica.- Es un fenómeno de alteración en el cual los feldespatos de las rocas se convierten en clorita.

Secuencia:

Cuarzo-Clorita.

La primera fase se encuentra generalmente en las zonas de mayor temperatura que serían en los contactos de los intrusivos o cerca de éstos.

La fase propilitica se haya en las zonas de menor temperatura o en la zona de brechas, es decir zonas de un enfriamiento más rápido.

IV.3.- Paragénesis.

De acuerdo con los minerales que se observaron en la zona, se tiene una secuencia de depósito como sigue:

Cuarzo.

Turmalina.
Pirrotita.
Molibdenita.
Bornita.
Bornita con Calcopirita.
Calcopirita.
Calcosina.
Limonita.
Malaquita.
Azurita.
Albita.
Sericita.
Clorita.
Epidota.

Por lo tanto las asociaciones quedan comprendidas como -
siguen:

- I.- Cuarzo-Turmalina-Bornita-Molibdenita-Albita.
Mena: Bornita.
- II.- Cuarzo-Bornita-Calcopirita-Albita-Epidota.
Menas: Bornita y Calcopirita.
- III.- Calcopirita-Calcita-Sericita-Pirrotita.
Mena: Calcopirita.
- IV.- Calcopirita-Calcita-Sericita-Malaquita-Azurita.
Mena principal: Calcopirita.
Minerales Solubles: Malaquita-Azurita.

V.- Malaquita-Calcosina-Bornita-Sericita o Albita.

Menas: Calcosina-Bornita.

Mineral Soluble: Malaquita.

V.- MÉTODOS INDIRECTOS.

Entre los métodos indirectos en la exploración de cobre, se cuenta el Levantamiento Geoquímico de toda el área y el de Polarización Inducida.

V.1.- Levantamiento Geoquímico.

Entre los métodos de exploración minera queda comprendida la investigación geoquímica, llevándose una base sistemática en la búsqueda de las propiedades químicas del material encontrado en la superficie, propiedades cuyos contenidos sirven de guía para fijar la vista hacia elementos de suelo y roca, cuya composición química permiten descubrir una anomalía geoquímica de cuerpos mineralizados formulando un programa de muestreo preparado según el propósito de la investigación.

a).- Muestreo.

Se tomaron muestras de suelo sobre líneas topográficas, cuya distancia entre cada línea fué variable, según la zona de importancia, encontrándose distancias entre cada una de ellas desde 50 a 200 m, únicamente se conservó constante el cadenamiento entre cada estación de muestra, cuya longitud fué de 25 m.

La profundidad del muestreo a partir de la superficie fué variable desde 2 a 3 cm hasta 50 cm aproximadamente, según las condiciones del horizonte como son: la topografía y la profundidad del

horizonte. Para hacer dichos pozos se utilizó un pico y una barra, y para tomar las muestras una palita de jardinero. Se llevó un control de muestras por medio de un block de muestreo en serie, escribiendo so bre el plano de campo ó en el block cuando había un medio de contamina ción, como eran los terreros, caminos, etc. Se hizo un muestreo en -- los arroyos para ver su arrastre de contaminación y comprobar zonas o provincias geoquímicas.

El método usado en el laboratorio fué el colorimétrico, -- cuyos resultados fueron satisfactorios.

b).- Interpretación.

La interpretación de los valores geoquímicos que se en-- contraron en el presente estudio, se muestran en el plano llamado Le-- vantamiento Geoquímico, en el que se observaron 5 a 6 anomalías de más de 1501 ppm denominadas anormal alto y 5 anomalías 1000 a 1500 ppm lla madas anormal medio.

Las anomalías de anormal alto atraviesan zonas de aflora-- miento con carbonatos y sulfuros relacionadas a las brechas y fractu-- ras. Las líneas de contenido normal (0-500 ppm) se encuentran situa-- das entre las rocas compactas y cuya mineralización está compuesta por diseminación por poros.

V.2.- Métodos Geofísicos.

El objetivo principal de los trabajos realizados, es la localización de cuerpos mineralizados de cobre diseminado, la mena en-

este tipo de yacimiento son generalmente los sulfuros, por lo cual se eligió el método de Polarización Inducida completado por mediciones de resistividad aparente.

a).- Polarización Inducida.

Este método es comúnmente utilizado para la búsqueda de cobre diseminado en forma de sulfuros, basándose en las propiedades — que tienen los conductores metálicos incrustados en una matriz conductora iónica o electrolítica; las partículas de mineral metálico representan los conductores metálicos y la matriz iónica el medio rocoso.

Se usa como método de reconocimiento en áreas cubiertas donde existen las posibilidades de mineralización de cobre a profundidad, usándose espacios grandes entre los electrodos, con el fin de obtener bastante penetración.

La brigada encargada de la aplicación de este método, empleó la técnica de "Pulso" o dominio de tiempo, que consiste en energetizar al subsuelo por medio de una corriente continua durante un intervalo de tiempo, para que la curva capacitiva de debilitación pueda medirse.

Aunque la información obtenida por este método de Polarización Inducida (P.I.), no indica el tipo de sulfuros que se manifiestan, pero de acuerdo con las anomalías geoquímicas se trata de cobre.

En el plano geofísico se muestran 4 áreas de anomalías -
de Polarización Inducida, con un promedio de más de 5 milivoltios - --
(mvs), coincidiendo con las áreas de mineralización.

VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- 1.- La zona estudiada está constituida en su mayoría por brechas de diferente litología, y de acuerdo a los espacios entre sus fragmen--tos, dá una mineralización irregular, conteniendo valores muy va--riados.
- 2.- Los minerales de cobre encontrados son: la malaquita y azurita, - como óxidos, calcopirita, bornita y calcosina, como sulfuros; en--contrándose éstos rellinando las cavidades, impregnando las pare--des de fracturas o bién en los poros de las rocas. Los mejores valores se tienen cuando la roca presenta una brechación media.
- 3.- Los pórfidos sólo se encuentran mineralizados en forma de vetillas, cuyo mineral generalmente es la calcopirita, del cual se considera una roca de valores bajos.
- 4.- El muestreo geoquímico señala la presencia de zonas anómalas, las--de mayor interés son los valores medios de 500 - 1500 ó más ppm.
- 5.- Con respecto a los datos de la Geología, Geoquímica y Geofísica, - éstos llegan a coincidir, desviándose a zonas relativamente peque--ñas; en la geoquímica es debido a la contaminación y en la geofí--sica a minerales arcillosos que contaminan a las fracturas y la --presencia de otros sulfuros, como son:

Pirita, Pirrotita, Molibdenita, encontrándose disemina--dos en las diversas zonas.

6.- El yacimiento es propio para la explotación de cielo abierto, debiéndose de verificar con anterioridad cada uno de los bancos de extracción, para tener un mejor control en lo que respecta a su economía y geología.

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

ALARCON LOPEZ, UBALDO.

Estudio Geológico y Geoquímico de la Formación Sureste de la Sierra de San Antonio, Estado de Sonora, en relación con sus posibilidades cupríferas. Tesis Profesional. I. P. N. 1968.

BATERMAN M., ALAN.

Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico. Ediciones Omega, S.A.

DOBRIN B., MILTON.

Introducción a la Prospección Geofísica. Ediciones Omega, S.A.

ECHAVEZ VALVERDE, JOAQUIN ING.

Lineamientos Metalogenéticos en México.- Memoria de la VII Convención Nacional de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México. Taxco, Gro.

HEINRICH, M. E. W.

Petrografía Microscópica. Ediciones Omega, S.A.

Mc. KENSTRY EXTON HUGH.

Geología de Minas. Ediciones Omega, S.A.

OSORIO HERNANDEZ, AMADOR.

Alteración-Mineralización en el Cuerpo -
Cuprífero "La Caridad". Nacozari, Son. -
Memoria de la VII Convención Nacional de
Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geó-
logos de México. Taxco, Gro.

ROSALES GOMEZ, JESUS.

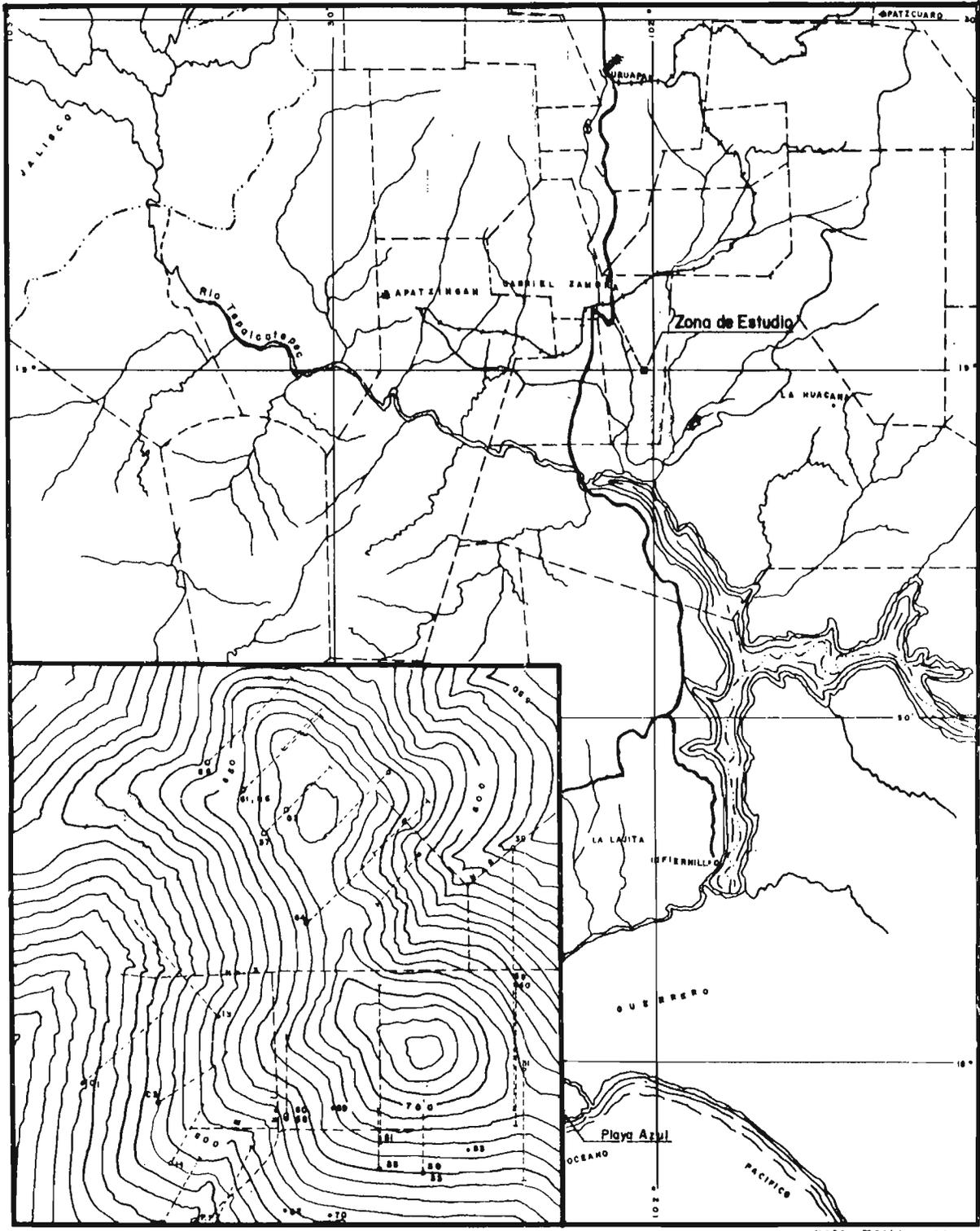
Estudio Geológico en la Exploración del-
Cobre en el Area "La Colmilluda", Mpio.-
de Churumuco, Mich. Tesis Profesional. -
I. P. N. 1971.

TITLEY AND HICKS.

Geology of the Pophyry Copper Deposits -
South Western North America. The Univer-
sity of Arizona. 1966.

WILLIAMS TURNER, GILBERT.

Petrografia. Editorial CECSA. 1968.



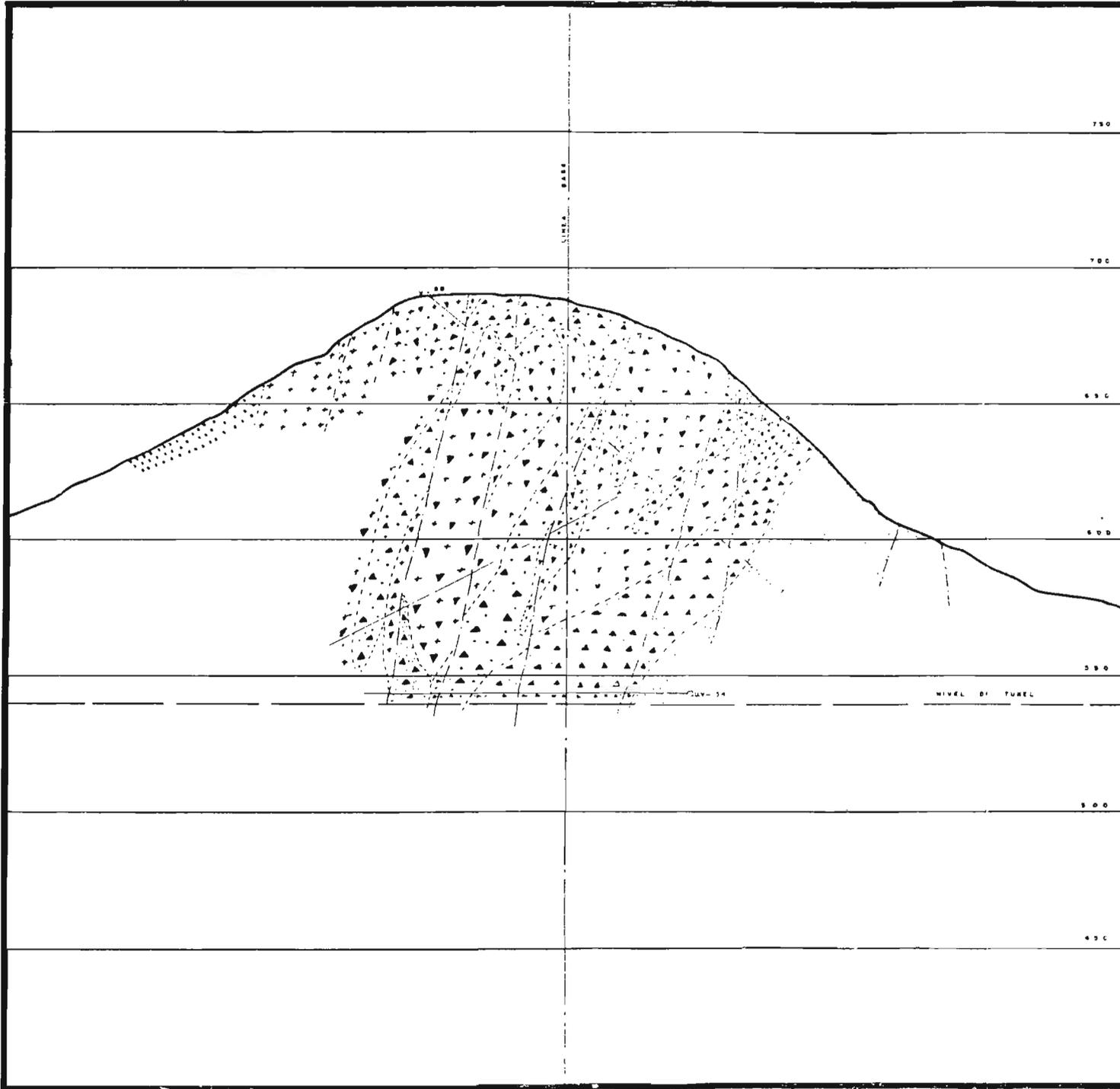
MAPA ESCALA 1:600 000

PLANO TOPOGRAFICO 1:4 000

MAPA DE LOCALIZACION

ESCALA GRAFICA





EXPLICACION

-  BRECHA DE DIORITA PORFIDO
-  BRECHA DE PORFIDO
-  BRECHA DE DIORITA
-  BRECHA DE DIORITA DE GRANO MEDIO
-  PORFIDO DE FELDSPATO Y CUARZO
-  355 m de elevacion y zona sin y norte
-  111 m de elevacion y zona sin y norte
-  C. DIORITA DE GRANO MEDIO
-  C. DIORITA DE GRANO GUESO
-  FALLA
-  CONTACTO GEOLOGICO
-  TRABAJOS ANTIGUOS
-  YACIMIENTO

ESCALA 1 : 1000

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
— ESCUELA DE INGENIERIA —

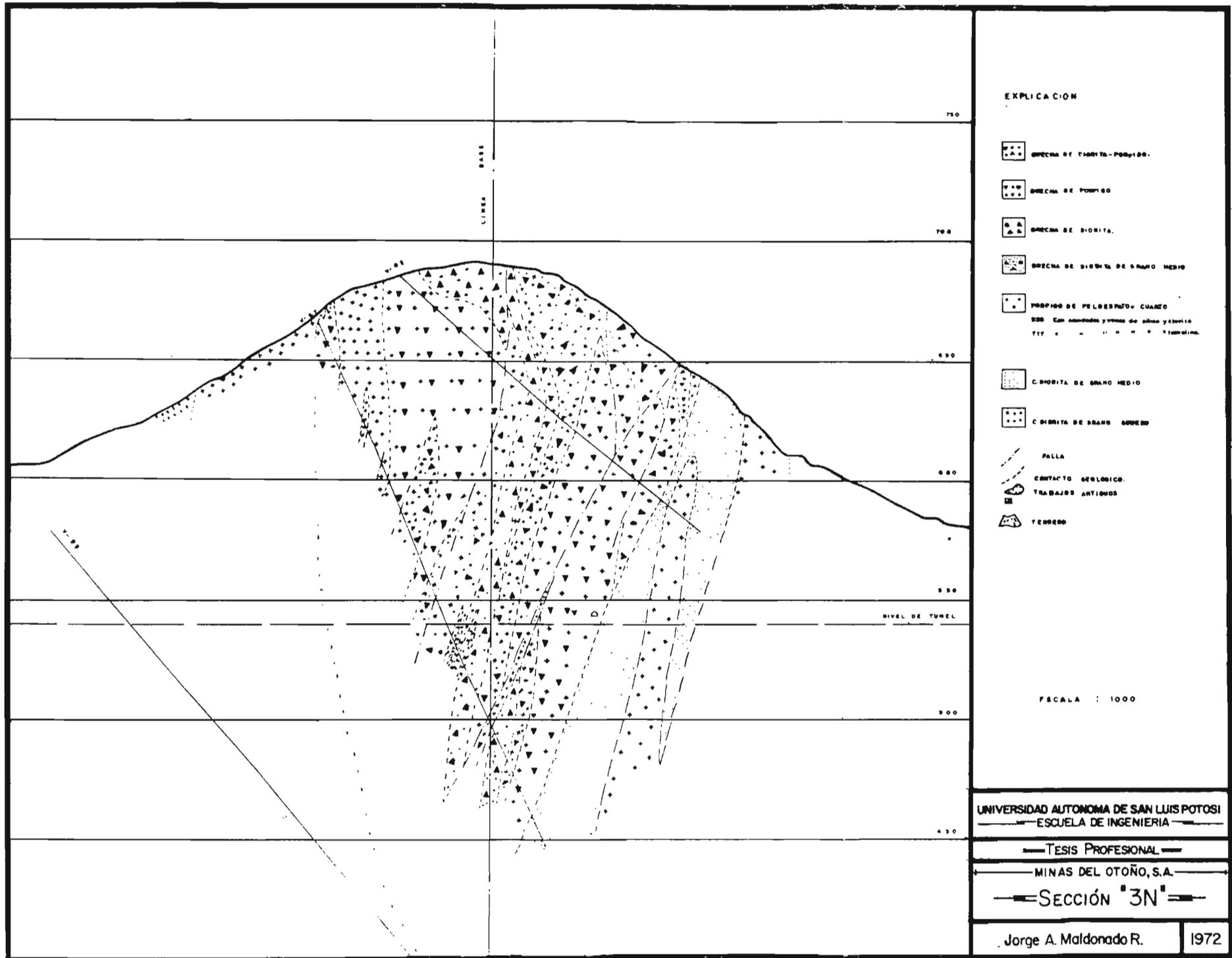
— TESIS PROFESIONAL —

MINAS DEL OTOÑO, S.A.

— SECCIÓN "2N" —

Jorge A. Maldonado R.

1972



EXPLICACION

- 
GRECHA DE CIORITA-POOPYO.
- 
GRECHA DE POOPYO
- 
GRECHA DE BIORITA.
- 
GRECHA DE BIORITA DE BRANCO MEDIO
- 
PROPAGOS DE PELESPATO-CHAREO
S20 Em unidades yemas de silos yamolo
T27 " " " " " " " " " " " " " "
- 
C. BIORITA DE BRANCO MEDIO
- 
C. BIORITA DE BRANCO SUDEO
- 
FALLA
- 
CONTACTO GEOLOGICO
- 
TRABAJOS ANTIGUOS
- 
TERRENO

ESCALA : 1000

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
 ESCUELA DE INGENIERIA

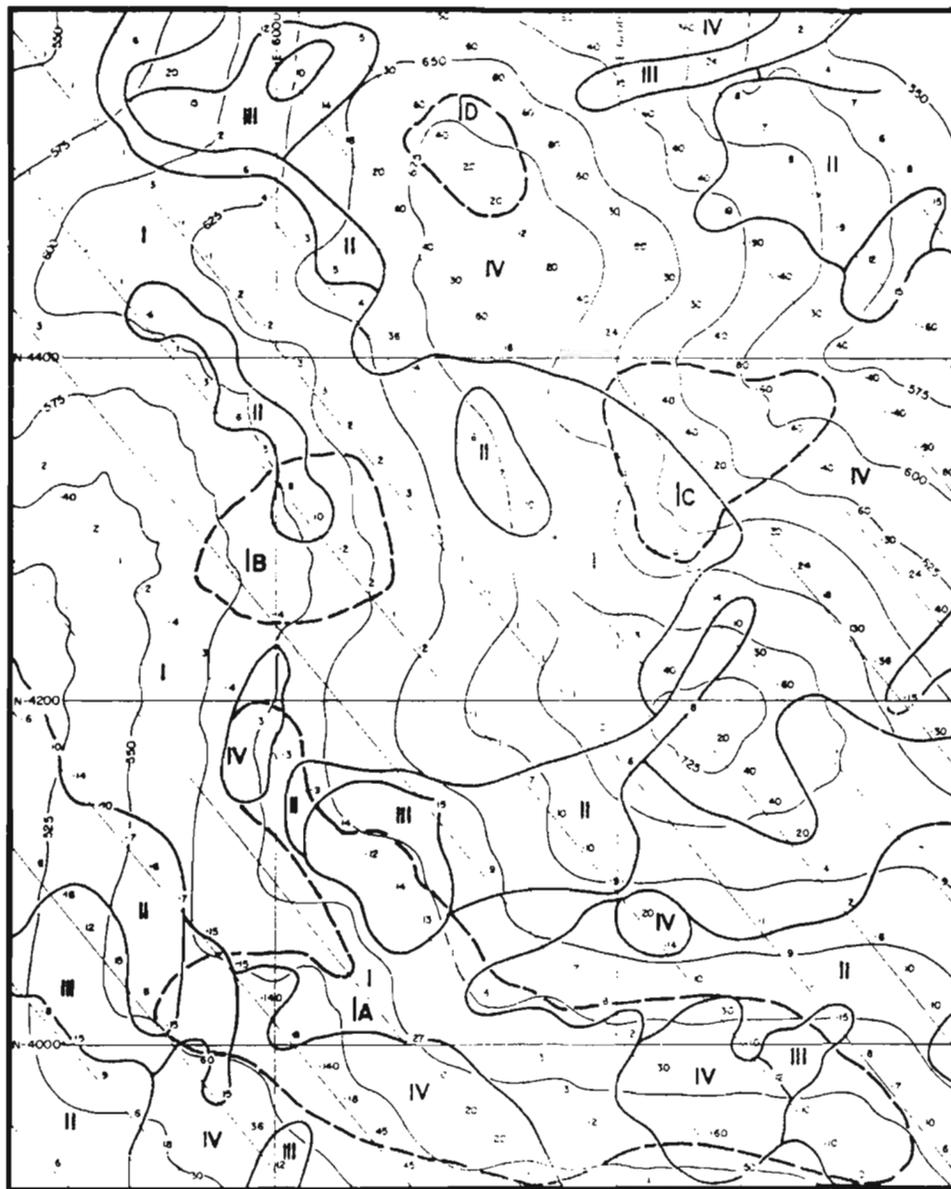
TESIS PROFESIONAL

MINAS DEL OTOÑO, S.A.

SECCION "3N"

Jorge A. Maldonado R.

1972



EXPLICACION

- I 0-500 normal
- II 500-1000 anomal bajo
- III 1000-1500 anomal medio
- IV Más de 1500 anomal alto

• Estación de muestras

— Cada unidad se multiplica por 100 —

— Área de P.I. anomalía de (5 mvs - a mas)

- |A| Área Núm. 1
- |B| Área Núm. 2
- |C| Área Núm. 3
- |D| Área Núm. 4

— Escala — 1:2000 —

(HMG)

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
— ESCUELA DE INGENIERIA —

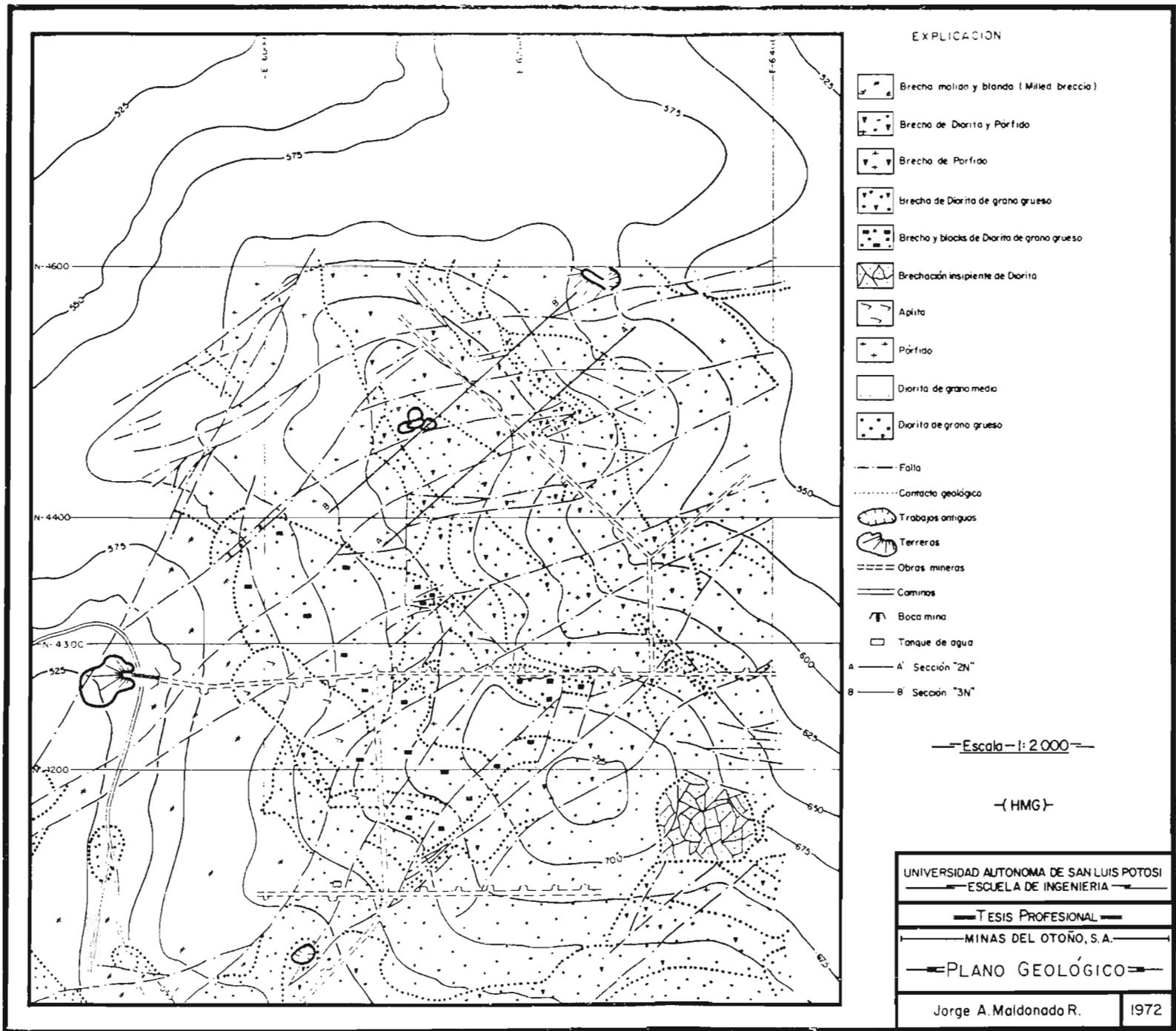
— TESIS PROFESIONAL —

— MINAS DEL OTONO, S.A. —

— PLANO GEOQUÍMICO Y GEOFÍSICO —

Jorge A. Maldonado R.

1972



*Esta Tesis se Imprimió en Junio de 1972, en
los Talleres de Impresos Offsali-G, S. A., con
Oficinas en Vistahermosa No. 155, Tel. 2-23-65
San Luis Potosí, S. L. P.*