

0306

Facultad de Ingeniería

**Estudio Geológico-Minero en la Loma Oeste de la
Mina La Verde, Mpio. de Gabriel Zamora, Mich.**

T E S I S

Que para obtener el título de :

INGENIERO GEOLOGO

p r e s e n t a :

HECTOR ALFREDO DURAN MIRAMONTES





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**Estudio Geológico-Minero en la Loma Oeste de
la Mina La Verde, Mpio. de Gabriel Zamora, Mich.**

HECTOR ALFREDO DURAN MIRAMONTES

MEXICO, D. F.,

1977

.....PORQUE NADA TENEMOS, LO HAREMOS TODO!

A MIS PADRES:

SR. ANGEL DURAN MAYER

SRA. VELIA MIRAMONTES DE DURAN

Seres maravillosos

que me han entregado todo,

sin pedirme nada a cambio.

Con mi eterno cariño y mi infinito agradecimiento.

A MIS HERMANOS:

CARLOS GUILLERMO

VELIA ISABEL

LUIS ANGEL

LIDIA MARIA

JORGE

ROSALIA MAYELA

MARIO JOSE

A MIS QUERIDOS ABUELOS:

SR. JESUS B. MIRAMONTES (q.e.p.d.)

SRA. JUANITA T. VDA. DE MIRAMONTES

Por la confianza que siempre han
depositado en mí.

A MI NOVIA:

SRITA. ENRIQUETA REYES SANTAMARIA

Firme apoyo en mis días de estudiante.

Con todo mi amor.

A TODOS MIS FAMILIARES

A LA FACULTAD DE INGENIERIA

A MIS MAESTROS

A MIS COMPAÑEROS

AGRADECIMIENTOS Y COLABORACION

Se hace patente el agradecimiento a las Autoridades del Consejo de Recursos Minerales, en especial al Ing. Alejandro Briones y García, Gerente de Proyectos; al Ing. Luis Brizuela Venegas, Jefe del Departamento de Consultas del Ejecutivo, Coordinador del Programa Nacional de Exploración por Reservas de Carbón y Jefe del Proyecto La Verde, Mich., por todas las facilidades prestadas en la elaboración de este trabajo y por sus muy oportunos consejos y mas valiosas experiencias

Del mismo modo se agradece infinitamente al Ing. German Arriaga García, Jefe del Departamento de Petrografía y Metalogenia del Consejo de Recursos Minerales y Catedrático de Yacimientos Minerales II y Métodos de Geología de Minas de la Facultad de Ingeniería, su desinteresada dirección y muy valiosa corrección de este trabajo.

A los Ings. Alejandro Guzmán Aguirre y Manuel Reyes Cortés por su acertada revisión del manuscrito.

A la Srta. Soledad Carrasco Alvarado por el trabajo de mecanografía.

A todas las personas que desinteresadamente colaboraron de una u otra forma en la realización de este trabajo.

Para finalizar vaya mi sincero agradecimiento al oprimido pueblo de México, en forma muy especial a la gente del campo que con su esfuerzo y dedicación luchan contra la opresión de que somos objeto.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
EXAMENES PROFESIONALES
60-1-175

Al Pasante señor HECTOR ALFREDO DURAN MIRAMONTES,
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Germán Arriaga García, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero GEOLOGO.

"ESTUDIO GEOLOGICO-MINERO EN LA LOMA OESTE DE LA MINA LA VERDE, MPIO, DE GABRIEL ZAMORA, MICH."

- I. Introducción
- II. Geografía
- III. Geología
- IV. Yacimientos minerales
- V. Conclusiones y recomendaciones
Bibliografía
Mapas e ilustraciones

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

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPERITU"

Cd. Universitaria, D. F., a 28 de septiembre de 1976
EL DIRECTOR

ING. ENRIQUE DEL VALLE CALDERON

EVC/NDA/gtl.

" ESTUDIO GEOLOGICO-MINERO EN LA LOMA OESTE DE LA
MINA LA VERDE, MPIO. DE GABRIEL ZAMORA, MICH."

TEMARIO

I.- INTRODUCCION

- 1.- Objeto del estudio
- 2.- Historia minera
- 3.- Estudios Previos
- 4.- Método de trabajo

II.- GEOGRAFIA

- 1.- Localización
- 2.- Acceso y vías de comunicación
- 3.- Fisiografía
 - 3.1.- Orografía
 - 3.2.- Hidrografía
- 4.- Clima
- 5.- Flora y Fauna
- 6.- Cultura y Economía

III.- GEOLOGIA

- 1.- Aspectos Generales
- 2.- Geología Local
 - 2.1.- Generalidades
 - 2.2.- Litología

2.2.1.- Cuarzodiorita Equigranular

2.2.2.- Pórfido de cuarzodiorita

2.2.3.- Cuarzodiorita de grano medio

2.2.4.- Rocas intrusivas ácidas

a).- Pórfido de cuarzo-feldespato

b).- Aplita

2.2.5.- Alteraciones de las rocas pre
cedentes

a).- Cuarzodiorita roja

b).- Cuarzo-Albita-Epidota

2.3.- Geología Estructural

2.4.- Geología Histórica

IV.- YACIMIENTOS MINERALES

1.- Obras mineras

2.- Forma y dimensiones

3.- Mineralogía

4.- Leyes y tonelaje

5.- Roca encajonante

6.- Génesis y procesos secundarios

7.- Alteraciones

V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

PLANOS E ILUSTRACIONES

PLANOS E ILUSTRACIONES

Plano No. 1	Localización
Plano No. 2	Geografía
Plano No. 3	Geología Local
Plano No. 3a	Geología Regional
Plano No. 4	Obras Mineras
Plano No. 5	Obras Mineras - Sección N72°W
Figura No. 1	Provincias Fisográficas de la Rep. Mexicana
Figura No. 2	Cálculo de Reservas
Figura No. 3	Cálculo de Reservas
Figura No. 4	Zona de alteración en los pórfidos cupríferos
Foto No. 1	Volcán Parícutín y lavas basálticas emitidas por el mismo.
Foto No. 2	El poblado de San Juan Parangaricutiro, cubierto por las lavas del Parícutín.
Foto No. 3	Vista panorámica de la sierra del Marqués
Foto No. 4	Loma Oeste de la sierra del Marqués y carretera federal No. 37
Foto No. 5	Entrada al Socavón No. 5
Foto No. 6	Entrada al Socavón No. 7
Tabla No. 1	Columna geológica probable

CAPITULO I.

INTRODUCCION

El cobre es el más importante de los metales no ferrosos; ningún metal, salvo el fierro, ha jugado un papel tan importante en la vida del hombre. Su utilización se inició antes del año 2000 a. c. siendo los egipcios los que desarrollaron las primeras técnicas para obtener este metal.

La explotación de minerales de cobre en México se inició desde que los antiguos pobladores establecidos en el antiguo territorio mexicano, efectuaron su utilización para la manufactura de numerosos objetos de cobre, el cual según parece era extraído como cobre nativo que encontraban en los afloramientos. Durante la conquista, los españoles iniciaron en 1522 la búsqueda de minerales de cobre en lo que actualmente es el estado de Guerrero, localizando la primera mina en América por europeos, denominada "Socavón del Río" en Taxco, Gro. en el año de 1598 en Mapimí, Dgo., en 1763 en Somelahuacán, Ver., en 1828 en Cuchillo Parado, Chih., en 1862 en Cananea, Son. y el Boleo, B. C. Sur.

A partir del año de 1900 se incrementó notablemente la producción nacional de cobre. Sin embargo una gran parte del territorio nacional se encuentra sin explorar, debido a su extensión, su difícil topografía, su falta de comunicación, la escasez de ingenieros geólogos y técnicos capacitados y al exiguo presupuesto que se destina para ello. Aún así, a la fecha existen numerosos organismos y compañías particulares o con participación estatal que desarrollan una exploración que aunque dista de ser la óptima, cada vez ayuda

más a conocer la geología del país.

En México es posible localizar minerales de cobre - en casi todos los estados, a excepción hecha de la zona litoral del golfo de México en la porción sureste. La importancia comercial de las numerosas localidades es muy diversa, - siendo escasos los centros productores de importancia nacional.

Las diferentes propiedades del cobre y sus aleaciones son la razón del importante papel que tiene en la industria, ya que lo hacen apto para una gran diversidad de usos. Las principales propiedades del cobre son su alta conductividad térmica y eléctrica, su resistencia a la corrosión, buena maleabilidad y resistencia a los distintos esfuerzos. Estas propiedades permiten que se utilice en la fabricación de conductores eléctricos y tubería, producción de bronce y aleaciones especiales, así como en la industria química y de la construcción.

Por último se puede decir que México ocupa el 13o. lugar en la producción mundial de minerales de cobre (Comisión de Fomento Minero, Departamento de Estudios Económicos, - 1970).

1.- OBJETO DEL ESTUDIO.

El gobierno de México ha acrecentado desde hace algunos años por medio del Consejo de Recursos Minerales, la exploración geológica y la evaluación de yacimientos minerales con el fin de incrementar la industrialización del país y al mismo tiempo abrir más fuentes de trabajo

Debido a la solicitud de la Compañía Minas del Otoño, S. A., el Consejo de Recursos Minerales por medio de su Departamento de Consultas del Ejecutivo y Asesoría Técnica al Público, realizó el presente estudio en la Loma Oeste de la Mina La Verde, localizada en el estado de Michoacán, con el objeto de cuantificar reservas de mineral de cobre y poder evaluar la importancia económica del yacimiento mineral, permitiendo así su explotación ya sea a tajo abierto o bien por medio de obras mineras subterráneas.

2.- HISTORIA MINERA.

La historia minera de la región data de 1906, durante ese tiempo se desarrollaron trabajos subterráneos efectuados a lo largo de estructuras mineralizadas, estos trabajos tenían una profundidad máxima de 35 mts. y se extraía mineral de cobre con leyes del 3 al 4%.

Los trabajos mineros se interrumpieron en 1910 debido a la Revolución Mexicana. Posteriormente las minas quedaron abandonadas por falta de interés; sin embargo estos trabajos sirvieron de índice para el descubrimiento de la zona ac-

tual, en base a los cuales se determinó un yacimiento del tipo pórfido cuprífero. En 1964 se volvieron a abrir las minas por la Compañía Minas del Otoño, S. A., estos trabajos continúan hasta la actualidad siendo principalmente de exploración y cubicación de reservas de mineral de cobre.

3.- ESTUDIOS PREVIOS.

La zona en general ha sido estudiada por geólogos-- mexicanos y extranjeros, entre los estudios presentados se cuentan el de Golder Associates Ltd. "Estimated Slope Angles-- for feasibility Study Purposes", el de Alastair Walker, geólogo escocés "Report on the Calculation of the La Verde Ore Reserve, 1975", el de D. V. Coochay, geólogo canadiense el cual es un trabajo de geología superficial sin título y sin fecha, el de Martínez Bermúdez J. J. y Serna Viguera R., geólogos -- mexicanos con el título de "Estudio Geofísico del yacimiento cuprífero de La Verde, Mich." y el de la Compañía Ralph M. -- Pearsons de México, S. A. que trata de exploración geológica-- y costos posibles de explotación en el año de 1972.

4.- METODO DE TRABAJO.

El trabajo fué desarrollado durante 80 días efectivos, incluyendo campo y gabinete y principalmente consistió -- en:

a).-- Trabajo de Campo.

Levantamiento geológico superficial a escala 1:4000, levantamiento topográfico y geológico de obras mineras a escala

1 : 1000; estos levantamientos se realizaron con brújula y cinta.

Además, se efectuó un muestreo sistemático cada metro de las tablas o paredes en cada uno de los socavones de la Loma Oeste.

b).- TRABAJO DE GABINETE Y LABORATORIO.

Se elaboraron los planos de los levantamientos antes mencionados y utilizando los datos de barrenos, secciones topográficas y análisis cuantitativos de barrenos, se efectuó la cubicación de reservas de mineral de cobre. Los datos anteriores fueron proporcionados por la Compañía Minas del Otoño, S. A.

En el laboratorio petrográfico del Consejo de Recursos Minerales se realizaron los análisis en lámina delgada de los diferentes tipos de roca y en el laboratorio químico de dicha institución se efectuaron los análisis cuantitativos por cobre de 2666 muestras de canal.

Finalmente se elaboró un manuscrito con todas las notas obtenidas en el campo y recopiladas en la bibliografía, al cual se le hicieron los arreglos y las correcciones necesarias y el cual se presenta como tesis profesional para obtener el título de Ingeniero Geólogo.

CAPITULO II.

GEOGRAFIA

1.- LOCALIZACION.

Geográficamente el área estudiada se localiza entre los paralelos 19° 05' y 19° 06' de latitud norte y los meridianos 102° 03' y 102° 02' al oeste de Greenwich.

El área en estudio se encuentra localizada en la parte sur del estado de Michoacán, específicamente en la Sierra del Marqués, 11 kms. al sur de Gabriel Zamora (Lombardía) y 48 kms. al sur de la ciudad de Uruapan.

Plano No. 1

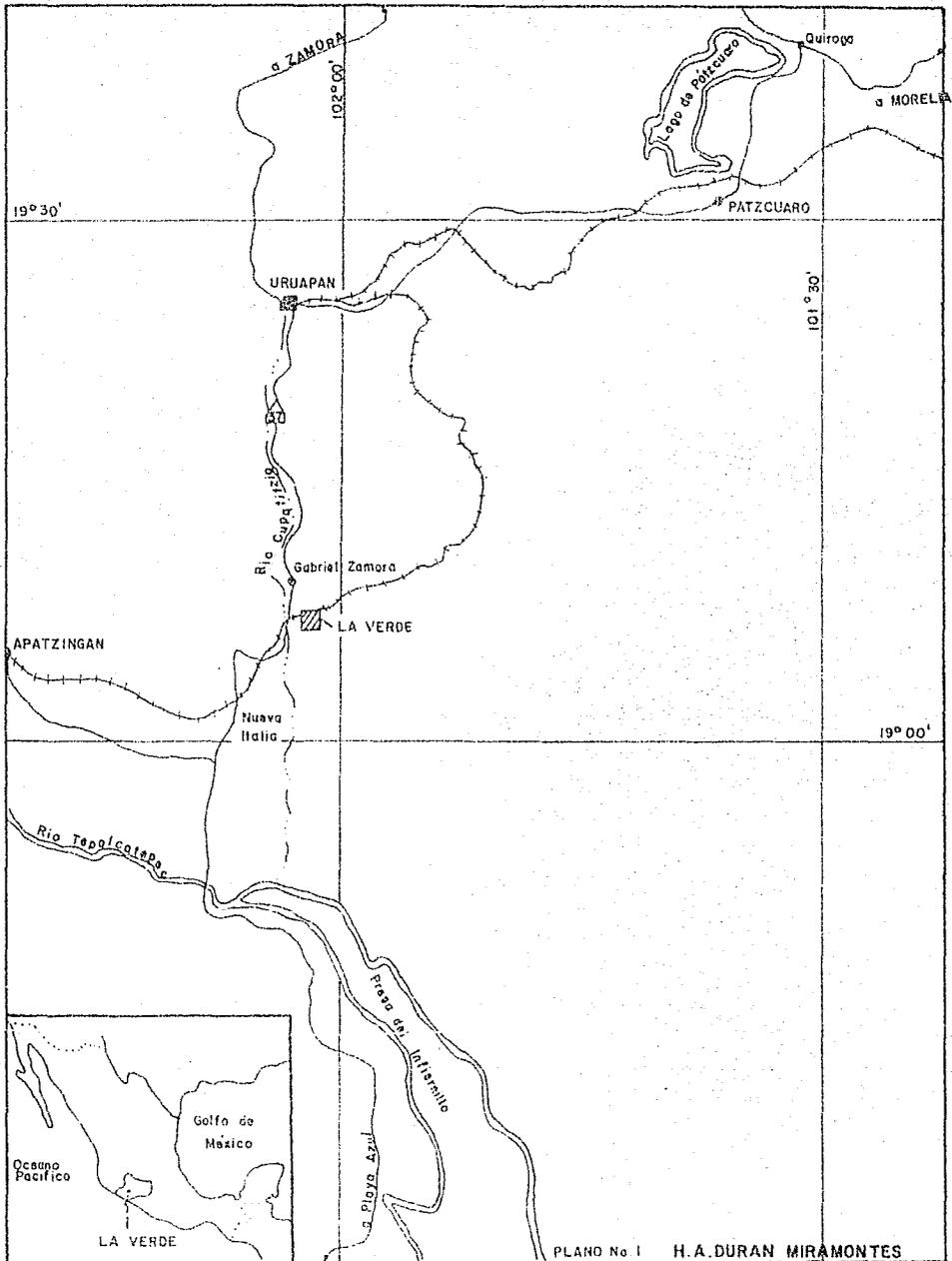
2.- ACCESO Y VIAS DE COMUNICACION.

De la ciudad de Uruapan se toma la carretera federal No. 37 con rumbo a Playa Azul y aproximadamente en el Kilómetro 122 se encuentra la desviación a la izquierda del camino de terracería que conduce hacia El Huaco; a unos 4 kms. por este camino se localiza la Mina La Verde.

La estación de ferrocarril de vía ancha más cercana es la de Raguizaval, que se encuentra a la altura del kilómetro 121 de la carretera federal antes mencionada; dicho ferrocarril va de Uruapan a Apatzingón.

El aeropuerto para aviones de mediana escala más cercano a La Verde es el de Uruapan, aún cuando existe a 11 kms. al sur en Nueva Italia una pista de aterrizaje para avionetas.

El poblado de Gabriel Zamora se encuentra a unos 160 kms. al sur de la ciudad de Morelia, capital del estado y está comunicado con Uruapan por una carretera de primer orden



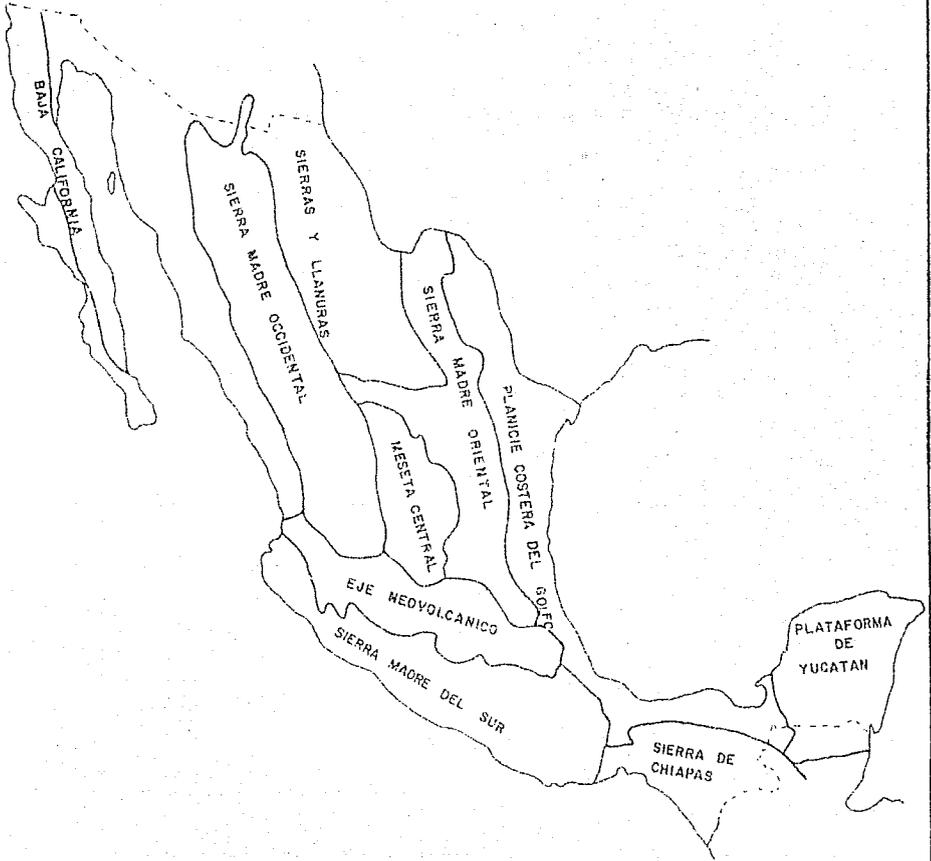
Por la diversidad de carreteras existentes en el estado de Michoacán, es fácil el acceso desde la Mina La Verde a cualquier punto de la República Mexicana. Al norte de Gabriel Zamora se tienen ciudades de relativa importancia dentro del estado como son Uruapan, Zamora, La Piedad; al noreste Pátzcuaro y Morelia; al suroeste Apatzingán y al sur Ciudad Lázaro Cárdenas y Playa Azul que dista 228 kms. de la Mina La Verde.

3.- FISIOGRAFIA.

El área estudiada queda comprendida dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico (según Erwin Raisz 1959 Physiographic Provinces; Cambridge, Mass), "esta provincia cuenta con cientos de volcanes que se elevan sobre valles rellenos de cenizas, casi todos inactivos y que presentan todas las etapas de erosión. El vulcanismo entorpeció el drenaje de la altiplanicie y pocos ríos y algunos grandes lagos se formaron".

La provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, es una faja que se extiende desde el Océano Atlántico hasta el Océano Pacífico, con una longitud aproximada de 1200 kms. que va desde Bahía de Banderas, Jal. hasta la región de Los Tuxtlas, Ver. Se puede decir que sigue aproximadamente el paralelo 19º norte y corresponde a una región de gran inestabilidad que ha estado en actividad desde el Cenozoico (Tamayo L. - Jorge, 1962) y atraviesa los estados de Veracruz, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, México, Distrito Federal, Morelos, Querétaro, -

PROVINCIAS FISIGRAFICAS DE MEXICO



FUENTE: Erwin Roisz, 1959

HECTOR A. DURAN MIRAMONTES

Guanajuato, Michoacán, Guerrero, Jalisco, Colima y Nayarit. -

Es una región sumamente elevada y sus cimas son las más altas del país, algunas de ellas con nieves persistentes.

El Eje Neovolcánico es considerado como una de las más importantes provincias fisiográficas.

En esta provincia se observa que las planicies están cubiertas por sedimentos clásticos del Terciario-Reciente y rocas volcánicas que se superponen discordantemente con rocas plutónicas de composición ácida a intermedia. Las planicies están salpicadas por conos cineríticos, dado que el área se encuentra en el borde sur de la faja neovolcánica cuaternaria de México, con rumbo general este-oeste.

Según Manuel Álvarez Jr. (Provincias Fisiográficas de la República Mexicana, 1961), el área en estudio se localiza en la Zona de Fosas Tectónicas y Vulcanismo Reciente; esta zona se caracteriza por predominar en ella derrames lávicos, numerosos volcanes y lagos los cuales parece ser que se encuentran situados en fosas tectónicas.

Los derrames lávicos forman la masa de las montañas los valles que originalmente habían sido cuencas lacustres profundas se han llenado con material fluvial y lacustre derivado de las montañas y con enormes cantidades de cenizas de los volcanes más recientes.

Entre los lagos formados en fosas tectónicas, el más característico es el lago de Chapala, cuyas márgenes más-

extensas son paralelas a una zona de fracturas y en el cual se ha acumulado un enorme espesor de derrames lávicos. Los lagos de Cuitzeo y Yuriria tienen la misma orientación que el de Chapala. Numerosos aparatos volcánicos se encuentran en ésta provincia y como ejemplo se puede citar al Popocatepetl el Nevado de Toluca y el Parícutín que se extinguió en el año de 1952, el cual estuvo durante 9 años en actividad.

Fotos No. 1 y No. 2.

3.1.- OROGRAFIA.

La sierra del Marqués en la cual se encuentra situada la Mina La Verde, tiene unos 6 kms. de longitud y entre 700 y 1200 mts. de anchura y está formada fundamentalmente por siete cerros. Esta sierra llega a tener elevaciones entre 200 y 730 mts. sobre el nivel del mar, siendo la máxima altura la del Cerro de Camacho.

La sierra del Marqués queda delimitada al oeste por el río del Marqués, al sur se observan sierras más altas que corresponden a una parte de la Sierra Madre del Sur. La Sierra del Marqués en la cual está ubicada la Mina La Verde, se



Foto No. 1 Volcán Parícutín y Lavas Basálticas emitidas por el mismo

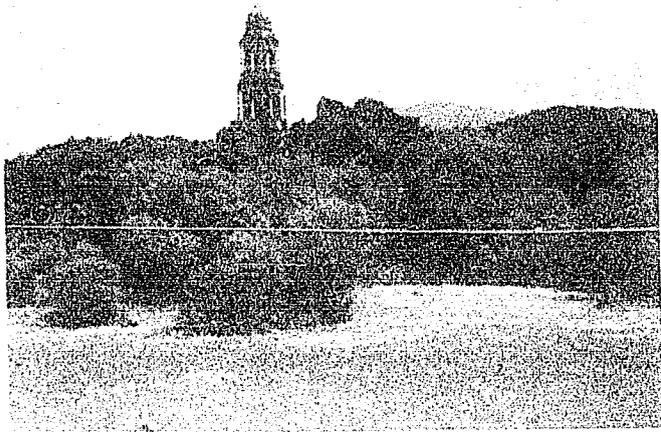


Foto No. 2 Poblado de San Juan Parangaricutiro, cubierto por las lavas del Parícutín

encuentra formada por dos porciones perpendiculares entre sí (Martínez Bermúdez y Serna Viguaras, 1959), lo que sugiere - la idea de que se trata de una unidad morfológica constituida por dos grandes bloques con rumbos aproximados de N50°W y N45°E.

Plano No. 2

Fotos No. 3 y No. 4.

3.2.- HIDROGRAFIA.

El tipo de drenaje del área estudiada es dendrítico, con arroyos intermitentes con excepción del río Cupatitzio, que después de formar la cascada llamada Tzararacua recibe el nombre del río del Marqués, localizado al oeste del área y que nace en la ciudad de Uruapan en las estribaciones de la sierra y es uno de los principales afluentes del río - Tepalcatepec o río Grande, que a su vez es uno de los afluentes del río Balsas el cual forma la presa del Infiernillo.

Aproximadamente a 1.5 kms. de la Mina La Verde se encuentra el canal del Marqués construido por la Secretaría de Recursos Hidráulicos y el cual es usado para riego durante todo el año.

4.- CLIMA.

El clima de la región es moderado durante casi todo el año en los meses de junio a septiembre es cálido y húmedo con una precipitación pluvial aproximada de 762 mm. anuales.

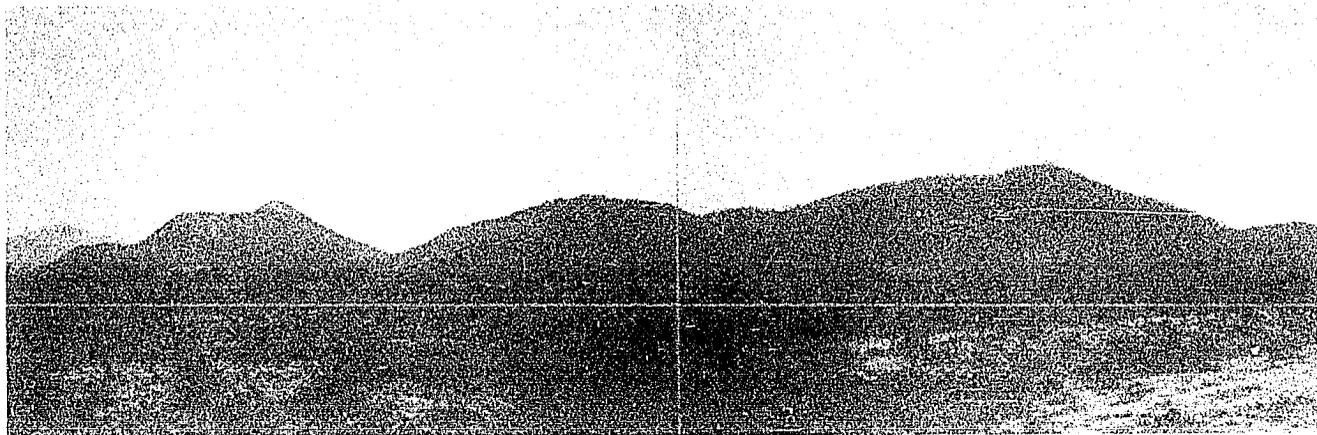


Foto # 3 Vista panorámica de la Sierra del Marqués, La Verde, Mich.



Foto No. 4 Loma Oeste de la Sierra del Marqués y Carretera
Federal # 37

Según la clasificación de William Köppen (tomada de Climatología de México, Dr. Jorge A. Vivó e Ing. José C. - Gomez, 1935), el clima de la región corresponde a subtropical lluvioso con lluvias en verano. A. W.

A. = Subtropical lluvioso

W. = Lluvias en verano

5.- FLORA Y FAUNA.

La vegetación en las partes altas de la sierra tiende a ser subtropical en comparación con las partes bajas - en las que prácticamente es tropical.

La Flora y la Fauna más comunes de la región de acuerdo con las características del área son:

F L O R A

nombre común.	nombre científico.
cuerao	<u>Cordia dodecandra</u>
guandi verde	?
nopal	<u>Opuntia scheeri</u>

F A U N A

nombre común.	nombre científico.
cuiniqui	<u>Citellus adocetus</u>
iguana	<u>Ctenosaura sp.</u>
murciélago	<u>Myotis mexicanus</u>

6.- CULTURA Y ECONOMIA.

El centro de población más importante del área es Gabriel Zamora (Lombardía), cabecera del municipio del mismo nombre; cuenta aproximadamente con 8000 habitantes de los cuales la gran mayoría profesa la religión católica. Por otra parte, existen dos escuelas primarias estatales y una secundaria particular.

El poblado de Gabriel Zamora cuenta con servicio de agua, la cual no puede considerarse como potable ya que proviene del río Cupatitzio y no sirve para beber; pues son aguas negras de la ciudad de Uruapan, además existe servicio de energía eléctrica, servicio médico, oficina de correos, caseta de teléfono para larga distancia y una sucursal del Banco de Crédito Rural del Pacífico Sur, S. A. dependiente de la Secretaría de Agricultura y Ganadería.

En la zona donde se localiza la Mina La Verde, se carece de energía eléctrica y de agua potable.

La población de la región basa su economía principalmente en la agricultura (arroz, maíz, frijol, melón y sandía) y en la ganadería (vacuno y caprino).

CAPITULO III.

GEOLOGIA.

1.- ASPECTOS GENERALES.

El marco geológico regional presenta una variación en composición litológica y de edad que corresponde desde el Paleozoico hasta el Reciente, compuesto de rocas sedimentarias, ígneas extrusivas e intrusivas.

Rocas Sedimentarias.- Las más antiguas se localizan al suroeste de la zona estudiada, rumbo al poblado de Tumbiscatio y consisten de lutitas, margas, areniscas y calizas, a estas rocas que son las más antiguas se les ha asignado una edad paleozoica (según De los Santos Montaña, 1975).

En discordancia sobre estos sedimentos se encuentran rocas del Jurásico Superior, que consisten de areniscas de grano fino y lutitas calcáreas. Cubriendo a estos sedimentos existe una secuencia de calizas de color gris claro, con un espesor de 1000 mts. representada por la Formación Mogrellos de edad Cretácica.

Las calizas están cubiertas discordantemente por una serie de areniscas y conglomerados de color rojizo cementados con material arcillosos; estas rocas probablemente son de edad Terciaria, ya que contienen fragmentos de rocas volcánicas y de calizas del cretácico superior.

Se tienen además conglomerados mal cementados, sueltos y aluviones de edad reciente que complementan el cuadro sedimentario.

COLUMNA GEOLOGICA PROBABLE

Tabla No. 1

Era	Sistema	Serie	Litología	Localidad
CENOZOICO	Cuaternario	Reciente	Suelos Aluvi6n Basaltos, Tobas Cenizas Volcánicas	En zonas bajas Paricutín
		Pleistoceno	Basaltos Andesitas Cenizas volcánicas	Norte del Batolito
	Terciario	Paleoceno-Plioceno	Riolitas Andesitas Dacitas Porfidos andesíticos Granitos, Monzonitas Cuarzomonzonitas Porfidos graníticos Cuarzo dioritas Conglomerados, areniscas, tuitas	Batolito y su parte S y SE 15 Kms. al NW de Tumbiscatio
MESOZOICO	Cretácico.	Superior Inferior	Andesitas y Porfidos andesíticos Caliza Morelos	Parte S-SW del Batolito 17 Kms al E de Tumbiscatio.
	Jurásico	Superior	Areniscas, lutitas y margas	19 Kms al NW de Tumbiscatio.

* Según de los Santos Montaña, 1975.

Rocas Extrusivas.- Estas rocas aparecen en dos épocas, la primera de ellas de edad preterciaria y están compuestas en su gran mayoría por andesitas las cuales se encuentran levantadas por un cuerpo intrusivo de composición granodiorítica cuarzdiorítica.

Por otro lado, se encuentran las rocas volcánicas de edad Terciario-Reciente, que consisten de basaltos, andesitas y riolitas.

Rocas Intrusivas.- Estas rocas se observan en una gran extensión y consisten de un batolito de cerca de 100 kms. de largo por 30 de ancho aproximadamente y está compuesto por rocas que van desde granitos, granodioritas, cuarzdioritas y cuarzomonzonitas, se ha considerado que es un mismo intrusivo con diferenciaciones locales y es posible que en las áreas en que no esté aflorando, esté cubierto por rocas volcánicas de edad oligocénica (De los Santos Montaño, 1975).

Así mismo, se encuentran otros cuerpos intrusivos de tipo granodiorítico a cuarzomonzonítica y diques aplíticos de edad posterior al batolito, ya que este está intrusivado por esas rocas.

2.- GEOLOGIA LOCAL.

El tipo de rocas aflorantes en el área de la Mina La Verde corresponde únicamente a rocas ígneas intrusivas.

A escala netamente local, pueda decirse que el yacimiento cuprífero de La Verde se localiza en el borde de un cuerpo plutónico de composición cuarzodiorítica, el cual parece tener dimensiones batolíticas.

Las rocas plutónicas terciarias intrusionan derrames también terciarios de andesitas y riolitas en menor proporción, estas lavas parece ser que corresponden a una parte de la Sierra Madre del Sur, las cuales forman un delgado escarpe en la vecindad de La Verde y aumentando su espesor hacia el sur hasta formar un amontonamiento con espesor de varioscientos de metros.

En la sierra del Marqués las lavas no están presentes, dando como resultado que esta sierra se encuentre notoriamente más baja que los cerros que la rodean.

2.1.- GENERALIDADES.

La roca en donde se localiza la mineralización en la Loma Oeste de La Mina La Verde es de composición cuarzo - diorítica. Los depósitos de sulfuros de cobre de esta región se encuentran asociados con rocas ígneas porfídicas de edad terciaria.

En el área en estudio se pueden observar diferentes tipos de rocas, siendo en su totalidad de origen intrusivo y las cuales son: cuarzodiorita equigranular, pórfido de cuarzodiorita, cuarzodiorita de grano medio, pórfido de cuarzo feldespató y aplita, así como algunas rocas alteradas, to

das ellas descritas con cierto detalle en el inciso de litología.

También se observan en el área una serie de fallas y fracturas provocadas probablemente por esfuerzos tensionales debido al enfriamiento de las cuarzodioritas, por estas zonas de debilidad se supone que penetraron las soluciones hidrotermales dando lugar a un cuerpo mineral del tipo stock work. Dentro del fracturamiento presentado en el área de la Mina La Verde, se pudieron determinar dos sistemas de fracturas, uno E-W y el otro NE-SW.

La forma que adopta la mineralización en la Loma Oeste es del tipo lenticular, estos lentes tienen espesores muy variables que van desde 2 o 3 metros hasta unos 200 metros de largo y hasta 40 metros de ancho; dichos lentes están formados por series de vetillas entrelazadas y disseminación de sulfuros de cobre.

2.2.- LITOLOGÍA.

A continuación se describen con cierto detalle todas las rocas observadas en la Loma Oeste de La Mina La Verde, tanto en la superficie como en el interior de la mina.

Para las descripciones megascópicas han sido utilizadas las tablas de clasificación de rocas ígneas intrusivas así como algunos criterios presentados por Walte T. Huang (Petrología, 1968).

Además para las determinaciones microscópicas se -

utilizaron los textos de H. Williams, Francis J. Turner y Ch. Gilbert (Petrografía, 1968), Paul F. Keer (Mineralogía Óptica 1965) y Edward S. Dana (Tratado de Mineralogía, 1971).

Los diferentes tipos de rocas observados en La Verde son los siguientes:

2.2.1.- CUARZODIORITA EQUIGRANULAR.

De las rocas expuestas en la Loma Oeste, estas son las más antiguas y probablemente representen una fase intrusiva de las lavas andesíticas que se localizan al sur de la sierra del Marqués.

La roca es masiva de grano grueso con textura uniforme en toda el área, aunque a veces se presenta con grano medio. Esta roca se caracteriza por encajonar a los lentes de sulfúros de cobre.

Megascópicamente se determina como una roca de grano grueso, de composición intermedia y color verde oscuro. Presenta textura holocristalina, fanerítica e hipidiomórfica; se pueden observar cristales subedrales de plagioclasas, además de cristales subedrales de hornblenda verde y cuarzo intersticial, el cual es difícil de ver en muestras de mano.

Desde el punto de vista microscópico, se observa una textura equigranular de grano grueso con 45% de cristales subedrales de plagioclasa sódico-cálcica (oligoclasa-andesina) las cuales fueron determinadas con el ángulo de extinción de-

las maclas de albita o sea el Método de Michel-Levy (tomado de Paul F. Keer, Mineralogía Óptica 1965), 40% de hornblenda y aproximadamente el 15% de cuarzo intesticial.

2.2.2.- PORFIDO DE CUARZODIORITA.

El pórfido de cuarzdiorita forma intrusiones elongadas NNE y E-W en la Loma Oeste; no presenta contactos bien definidos, más bien son difusos con la cuarzdiorita equigranular y es probablemente de edad contemporánea a dicha cuarzdiorita.

Megascópicamente se ha determinado como un pórfido con fenocristales subedrales de plagioclasa y cuarzo, la matriz es de grano fino, además se observa hornblenda verde. El color de esta roca es verde oscuro, su composición es intermedia y presenta textura holocristalina, fanerítica y porfídica.

En el microscopio se observa con mayor claridad la textura porfídica con 50% de fenocristales tabulares de plagioclasa sódico-cálcica (andesina), determinada por el mismo método de Michel-Levy, 30% de hornblenda verde subedral parcialmente reemplazada por clorita y 10% de fenocristales subedrales de cuarzo, la matriz está formada por un feldespato cuarcífero de grano fino.

2.2.3.- CUARZODIORITA DE GRANO MEDIO.

Este tipo de roca es probablemente la facies margi-

nal del pórfido de cuarzodiorita.

Generalmente es equigranular de grano medio, presentando en ciertos casos unos fenocristales de plagioclasas; esta roca es de composición intermedia y de color verde oscuro

En muestras de mano se ha podido apreciar una textura holocristalina, fanerítica e hipidiomórfica con cristales-subedrales de plagioclasa, también es posible observar cristales subedrales de hornblenda, cuarzo intersticial y la matriz de grano fino.

Microscópicamente se puede observar una textura equigranular de grano medio con 50% de plagioclasas sódico cálcicas (oligoclasa-andesina), estos tipos de plagioclasas han sido determinadas por el método de Michel-Levy, 30% de hornblenda verde, 10% de cuarzo intersticial y el 10% restante corresponde a la matriz, la cual está formada por un feldespato cuarcífero de grano fino.

La edad de esta roca es muy probablemente similar a la de la cuarzodiorita de grano grueso y del pórfido de cuarzodiorita.

2.2.4.- ROCAS INTRUSIVAS ACIDAS.

Existen en la Loma Oeste de la Mina La Verde dos tipos principales de rocas intrusivas ácidas que son: el pórfido de cuarzo-feldespato y la aplita, las cuales se describen a continuación con cierto detalle.

a).- PORFIDO DE CUARZO-FELDESPATO.

El pórfido de cuarzo-feldespato se encuentra sólo en uno o dos diques aislados en la Loma Oeste; generalmente presenta textura porfídica de grano grueso, contiene cristales bien formados de plagioclasas y cristales redondeados de cuarzo; esta roca es de composición ácida y por supuesto de color claro.

Megascópicamente se puede apreciar en este tipo de roca una textura holocristalina, fanerítica y porfídica, con cristales subedrales de plagioclasa, se pueden observar también fenocristales redondeados de cuarzo y la matriz de grano fino.

A escala microscópica se observa también la textura porfídica con 60% de cristales de plagioclasas sódicas (albita oligoclasa) estas plagioclasas fueron determinadas también por el método de Michel-Levy, y 25 a 30% de fenocristales de cuarzo el resto corresponde a la matriz, la cual es cristalina en los contactos de los diques pero hacia el centro de dichos diques tiende a adquirir una textura equigranular con pasta de matriz-cuarzo-feldespática finamente granulada.

La roca es masiva en sus áreas de exposición, no obstante presentar ocasionalmente textura fluidal cerca de los con tactos.

El pórfido de cuarzo-feldespato puede tener ligeros valores de cobre en algunas localidades.

b).- APLITA.

La aplita es el otro tipo de rocas intrusivas ácidas-

que se encuentran en la Loma Oeste del yacimiento cuprífero de La Verde.

Es una roca típica de grano fino, de aspecto sacaroidal, presentando cristales de cuarzo, además de feldespatos y plagioclasas, esta roca es de composición ácida y de color blanco rosado.

A nivel megascópico se ha determinado para esta roca una textura holocristalina, fanerítica y alotriomórfica; con cristales eudrales de plagioclasa, se pueden observar también fenocristales redondeados de cuarzo y la matriz de grano fino.

A escala microscópica se observa también la textura porfídica con 60% de cristales de plagioclasas sódicas (albita-oligoclasa) estas plagioclasas fueron determinadas también por el método de Michel-Levy, y 25 a 30% de fenocristales de cuarzo el resto corresponde a la matriz, la cual es cristalina en los contactos de los diques pero hacia el centro de dichos diques tiende a adquirir una textura equigranular con pasta de matriz-cuarzo-feldespática finamente granulada.

La roca es masiva en sus áreas de exposición, no obstante presentar ocasionalmente textura fluidal cerca de los contactos.

El pórfido de cuarzo-feldespato puede tener ligeros valores de cobre en algunas localidades.

b).- APLITA

La aplita es el otro tipo de rocas intrusivas ácidas-

que se encuentran en la Loma Oeste del yacimiento cuprífero - de La Verde.

Es una roca típica de grano fino, de aspecto saca - roide, presentando cristales de cuarzo, además de feldespatos y plagioclasas, esta roca es de composición ácida y de color - blanco rosado.

A nivel megascópico se ha determinado para esta ro - ca una textura holocristalina, fanerítica y alotriomórfica; - con cristales anedrales de cuarzo, feldespatos potásicos y - plagioclasas.

Microscópicamente ha sido posible observar frecuen - temente texturas subgráfica y mirmequítica, compuesta aproxi - madamente por 30% de cristales de cuarzo, 49% de feldespato - potásico (microclina) y 25% de plagioclasa sódica (albita) pa - ra su determinación fué utilizado el método de Michel-Levy.

Esta roca es virtualmente estéril en sulfúros de co - bre en sus áreas de exposición.

2.2.5.- ALTERACIONES DE LAS ROCAS PRECEDENTES

Dentro de estas alteraciones se pueden distinguir - dos tipos principales. Las dos facies de alteración son dis - tintivas y preceder a las alteraciones asociadas con el proce - so mineralizante de los depósitos de sulfúros.

a).- HEMATITA - CUARZO - CLORITA - EPIDOTA -(CUARZODIORI - TA ROJA).

De ésta alteración se puede decir que los máficos-cuarzodioríticos (hornblenda) y una parte de los feldespatos han sido reemplazados en parte por agregados finos de hematita-cuarzo-clorita-epidota; la hematita es el máfico más abundante por lo que la roca toma su color rojo característico.

Esta alteración afecta a la totalidad de la cuarzodiorita localizada al oeste del cuerpo mineralizado de la Loma Oeste, cubriendo una área expuesta de 1.5 kms.² (según Compañía Ralph M. Pearsons de México, S. A.) y grandes áreas del batolito.

Merece aclaración el hecho de que el límite de esta alteración y el contacto del cuerpo mineralizado de la Loma Oeste son prácticamente coincidentes, como puede observarse en el plano geológico del área estudiada. El origen de esta alteración es evidentemente hidrotermal.

b).- CUARZO-ALBITA-EPIDOTA.

Esta alteración se desarrolla en la zona de contacto entre las rocas intrusivas ácidas y las cuarzodioritas, pero puede extenderse hasta 200 mts. de esa zona (según Compañía - Ralph M. Pearsons de México, S. A.).

Las cuarzodioritas están totalmente recristalizadas y solamente los remanentes de los fenocristales de plagioclasa sódica gris indican el origen cuarzodiorítico de la roca; la albita se incrementa en los contactos con los intrusivos ácidos.

La alteración se clasifica probablemente como de --
origen hidrotermal.

2.3.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL

La sierra del Marqués en la cual se encuentra situado
do el yacimiento cuprífero de La Verde, está formada por dos-
porciones perpendiculares entre sí, una es la Loma Oeste y la
otra la Loma Este, por lo que parece ser que se trata de una-
unidad morfológica formada por dos grandes bloques con rumbos
aproximados de NS0°W y N45°E.

Se observan en la región una serie de intrusiones --
ígneas compuestas principalmente por diques aplíticos y di --
ques porfídicos de cuarzo-feldespato, los cuales intrusionan-
a las rocas plutónicas más antiguas; esta actividad dió como-
resultado la mineralización en todas las zonas de debilidad --
como son fallas y fracturas, las cuales fueron originadas por
esfuerzos tensionales debidos al enfriamiento de las cuarzodio
ritas.

Se determinaron en el campo dos sistemas de fractu-
miento, uno E-W y el otro NE-SW siendo el primero el que con-
tiene mayor mineralización. Generalmente las estructuras mi
neralizadas son muy delgadas, de 1 a 10 cms., pudiéndose apre
ciar una discriminación de mineral a los lados de las vetillas-
que no pasa de unos cuantos centímetros.

El espesor de las estructuras como se mencionó ante
riormente es variable, pero hay zonas en las cuales la estruc

tura está compuesta por una serie de vetillas o pequeñas fracturas mineralizadas, por lo que no es posible considerar vetas formales.

2.4.- GEOLOGIA HISTORICA.

Dentro de la historia geológica de la región, sólo es posible hablar a partir del Terciario, ya que no se tienen bases más antiguas que permitan desarrollar la geología histórica más ampliamente.

Durante el Terciario, el área en estudio se encuentra cubierta por derrames lávicos de composición andesítica a riolítica, los cuales fueron afectados probablemente durante el Mioceno por un cuerpo intrusivo de grandes dimensiones y de composición cuarzodiorítica; este intrusivo al enfriarse sufrió esfuerzos tensionales dando lugar a un fracturamiento y fallamiento normal; probablemente a fines del Mioceno o principios del Plioceno se presenta una nueva intrusión formada por diques aplíticos y un pórfido cuarzoalcalispático, acompañadas de soluciones hidrotermales que penetraron a la cuarzodiorita a través de las fallas y las fracturas.

Después de estas intrusiones se presenta una etapa de erosión dejando al descubierto los cuerpos intrusivos.

Durante el Pleistoceno-Reciente se depositan sedimentos clásticos, los cuales cubren actualmente las planicies o partes bajas.

CAPITULO IV.

YACIMIENTOS MINERALES

GENERALIDADES.

Los depósitos de cobre pueden clasificarse según su origen en:

- I.- Magnéticos
- II.- Metasomáticos de contacto
- III.- Hidrotermales
 - A).- relleno de cavidades
 - 1.- vetas de fisura
 - 2.- rellenos de brecha
 - 3.- rellenos de cavidades
 - 4.- rellenos de espacios porosos
 - 5.- rellenos vesiculares
 - B).- reemplazamiento
 - 1.- masiva
 - 2.- filón
 - 3.- diseminado c "pórfidos cupríferos"
- IV.- Sedimentarios

Tomado de la clasificación de Alan M. Bateman (Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico, 1968).

Los depósitos de cobre porfídico constituyen las mayores fuentes de mineral de cobre en la producción mundial, además en ellos están contenidas las mayores reservas comerciales estimadas de cobre en el mundo.

El término "Pórfido" es usado comunmente para designar cualquier roca ígnea que contenga fenocristales en una

triz de grano fino.

A pesar de ser incorrectamente aplicado en la industria minera para cualquier roca ígnea que contiene mineral, -- en un sentido comercial el término "Depósitos de Cobre Porfídico", se refiere a depósitos caracterizados por su gran tamaño con diseminación uniforme de minerales de cobre en algunas partes de la masa intrusiva o en las rocas adyacentes. Los minerales aparecen en la roca como granos aislados o pequeñas venillas y caracterizan a los depósitos por su bajo porcentaje de cobre contenido y su alto tonelaje.

El cobre es encontrado en la naturaleza, en numerosos minerales y en diversas combinaciones con otros elementos

Cerca de 165 minerales de cobre son conocidos, pero aproximadamente 12 son comercialmente importantes y 6 son la fuente de más del 95% del cobre explotado y el 75% de dicho cobre proviene de operaciones mineras a tajo abierto.

LOS PRINCIPALES MINERALES DE COBRE SON:

MINERAL	COMPOSICION	% COBRE
N A T I V O		
Cobre Nativo	Cu	100
S U L F U R O S		
Calcopirita	S_2CuFe	34,5
Bornita	S_4Cu_5Fe	63,3

MINERAL	COMPOSICION	% COBRE
Calcocita	SCu_2	79.8
Covelita	SCu	66.4
Enargita	S_4AsCu_3	48.3
Tetraedrita	S_7SbCu_8	52.1
Tennantita	$\text{S}_7\text{As}_2\text{Cu}_8$	57.0
O X I D O S		
Cuprita	Cu_2O	88.8
Tenorita	CuO	79.8
Malaquita	$\text{CO}_3\text{Cu}(\text{OH})_2\text{Cu}$	57.3
Azurita	$\text{CO}_3\text{Cu}(\text{OH})_2\text{Cu}$	55.1
Crisocola	$\text{SiO}_3\text{Cu} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	36.0
Antlerita	$\text{SO}_4\text{Cu}_3(\text{OH})_4$	54.0
Brocantita	$\text{SO}_4\text{Cu}_4(\text{OH})_6$	56.2
Atacamita	$\text{Cl}_2\text{Cu}_4(\text{OH})_2$	59.4



Foto. # 5 Sacavón No. 5 en la Loma Oeste de La Verde, Mich.

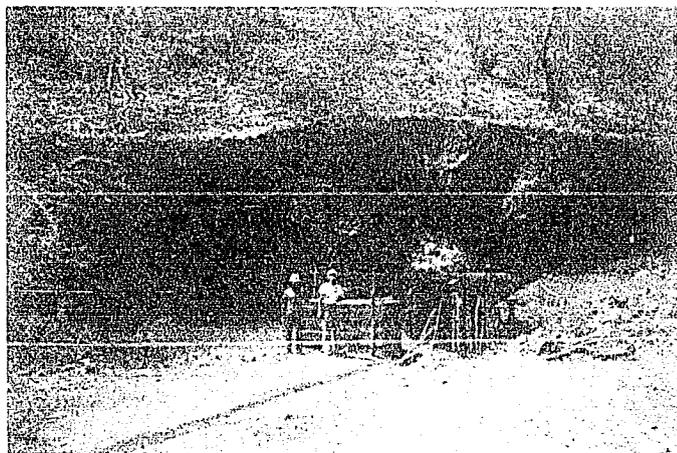


Foto # 6 Sacavón No. 7 en la Loma Oeste de La Verde, Mich.

1.- OBRAS MINERAS

Se efectuaron un cierto número de obras mineras durante la presente prospección con fines exploratorios; primero para la obtención de datos geológicos y de muestras para conocer la calidad del mineral, así como para el acceso a estaciones subterráneas de perforación.

Las obras mineras realizadas consisten en dos socavones; el No. 5 y el No. 7:

Socavón No. 5.- Se localiza en la Loma Oeste de la Mina La Verde, a una elevación de 462 mts. sobre el nivel del mar y con un desarrollo de 858 mts.

Socavón No. 7.- Se localiza en la Loma Oeste de la Mina La Verde, a una elevación de 461 mts. sobre el nivel del mar y con un desarrollo de 464 mts. Plano No. 4 (Obras Mineras) Fotos No. 5 y No. 6.

2.- FORMA Y DIMENSIONES.

El cuerpo mineral en la Loma Oeste de La Mina La Verde, está formado por lentes mineralizados de calcopirita principalmente, con espesores muy variables ya que se puede observar en una tabla un espesor de 10 cms. y en la otra convertirse en un centímetro; los lentes están compuestos por vetillas entrelazadas y reemplazamiento de sulfuros de cobre y fierro o sea lo que comunmente se conoce como un stockwork.

Dichas vetillas tienen un rumbo con tendencia general E-W y echados que varían entre 80 y 90°.

Parece ser que los lentes mineralizados están contenidos en una faja orientada NNE con longitud aproximada de --- 600 mts. y anchura de 200 mts.

3.- MINERALOGIA

La mineralización en la Mina La Verde se encuentra en forma de vetillas o lentes de sulfuros de cobre, principalmente como calcopirita y de fierro como pirita, pirrotita, arsenopirita y en fractura o microfracturas con una orientación general E-W, las cuales pueden formar cuerpos alargados con formas lenticulares.

A continuación se presentan los principales minerales de mena y ganga respectivamente:

MINERALES DE MENA,

Dentro de los sulfuros hipogénicos se observa calcopirita que es el mineral de mena predominante y generalmente se encuentra asociado con bornita y muy escasamente molibdenita. Además dentro de los sulfuros supergénicos se pueden observar calcocita y covelita, siendo el principal la calcocita

MINERALES DE GANGA,

Los feldspatos representan el mineral de ganga predominante, siguiéndole en abundancia el cuarzo, el cual es un mineral de ganga omnipotente en todos los yacimientos de origen hidrotermal, en el depósito cuprífero de la Mina La Verde se le considera en un porcentaje del 17 al 40% (según Compañía Ralph M. Pearsons de México, S. A.).

La calcita es el tercer mineral en abundancia y ocurre en dos formas distintas, ya sea diseminada o bien rellenando fracturas.

Siguen en abundancia la sericita, minerales arcillosos, anfíbolos (hornblenda verde), epidota y muy escasamente osfenda.

Una de las características de la mineralización, que más resalta en el yacimiento de la Mina La Verde, es lo errático de la distribución de los valores, en pequeñas distancias varía desde unos cuantos granos diseminados hasta pequeñas masas o lentes mineralizados.

Otra característica es la ausencia de mineral de cobre secundario del tipo malaquita y azurita.

4.- LEYES Y TONELAJE.

Cálculo con ley mínima de 0,6% de cobre para explotación a tajo abierto:

En el cálculo han sido usada la información existente de la Compañía Minas del Otoño, S. A., tanto de barrenos, como secciones topográficas, análisis cuantitativos de barrenos, profundidad de oxidación y geología superficial.

Para éste cálculo se utilizaron las secciones basecon equidistancias de 50 mts. cada una, en las cuales se proyectaron los barrenos a su correspondiente más cercana, correlacionando los valores de uno al otro; tomando en cuenta la actitud de la mineralización en el yacimiento y los datos apuntados por el levantamiento geológico del interior de la

mina y su correspondencia con el plano geológico superficial.-

Se abatieron las longitudes con valores de los barrenos a 17 plantas. El criterio que predominó para darles forma a los cuerpos fué el lenticular, acuñándolos a la mitad entre-secciones en los casos en que sólo aparecían en una de ellas y continuándolos en los casos en que existía correspondencia.

Tanto para las longitudes como para las alturas de los cuerpos, se promediaron en su correspondiente caso los de las diferentes plantas y secciones.

A continuación se presentan los cálculos de tonelaje con ley mínima de 0.6% de Cu y peso específico de 2.7.

Las fórmulas que se utilizaron en dichos cálculos fueron las siguientes:

$$\text{Volúmen} = \text{Area} \times \text{Altura}$$

$$\text{Tonelaje} = \text{Volúmen} \times \text{p.e.} (2.7)$$

El área de cada uno de los cuerpos fué obtenida con planímetro.

Además de manera arbitraria se tomó un factor de seguridad de 0.8.

Los dibujos explicativos del cálculo de reservas, se pueden observar en los ejemplos de las Figuras No. 2 y No. 3.

PESO ESPECIFICO = 2.7

BLOCK	AREA	ALTURA	VOLUMEN	TONELAJE	L E Y
1	190	25	4750	12825	0.65
2	450	25	11250	30375	0.80
3	100	25	2500	6750	0.66
4	180	25	4500	12150	0.90
5	230	25	5750	15525	2.31
6	160	25	4000	10800	0.51
7	520	25	13000	35100	1.09
8	1040	25	26000	70200	0.67
9	680	25	17000	45900	1.06
10	130	25	3250	8775	1.02
11	550	25	13750	37125	2.31
12	1570	25	39250	105975	1.03
13	100	25	2500	6750	3.42
14	350	25	8750	23525	0.95
15	1000	25	25000	67500	1.03
16	250	25	6250	16875	1.11
17	200	25	5000	13500	0.51
18	500	25	12500	33750	0.66
19	80	25	2000	5400	1.13
20	200	25	5000	13500	1.18
21	150	25	3750	10125	1.05
22	1780	25	44500	120150	0.91
23	200	25	5000	13500	1.52
24	820	25	20500	55350	0.67
25	1500	25	37500	101250	0.99
26	2680	25	67000	180900	1.16
27	200	25	5000	13500	1.10
28	100	25	2500	6750	0.82

29	550	25	13750	37125	1.11
30	1080	25	26250	70875	0.91
31	600	25	15000	40500	0.74
32	150	25	3750	10125	2.64
33	620	25	15500	41850	0.79
34	200	25	5000	13500	0.51
35	600	25	15000	40500	0.79
36	1600	25	40000	108000	1.06
37	440	25	11000	29700	0.96
38	100	25	2500	6750	1.34
39	300	25	7500	20250	0.67
40	430	25	10750	29025	2.51
41	1080	25	27000	72900	1.19
42	400	25	1000	27000	0.80
43	450	25	11250	30375	1.55
44	300	25	7500	20250	1.39
45	560	25	14500	39150	1.86
46	30	25	750	2025	0.61
47	180	25	4500	12150	1.00
48	1460	25	36500	98550	1.00
49	100	25	2500	6750	0.72
50	3540	25	88500	238950	1.27
51	260	25	6500	17550	6.67
52	480	25	12000	32400	0.98
53	390	25	9750	26325	1.01
54	200	25	5000	13500	0.84
55	50	25	1250	3375	5.75
56	230	25	5750	15525	3.18
57	120	25	3000	8100	1.00
58	120	25	3000	8100	0.70
59	100	25	2500	6750	3.12
60	2130	25	53250	143775	1.07
61	1530	25	38250	103275	0.88
62	1100	25	27500	74250	1.01

63	2700	25	67500	182250	1.19
64	1080	25	27000	72900	1.34
65	480	25	12000	32400	1.82
66	90	25	2250	6075	1.34
67	1300	25	32500	87750	0.88
68	710	25	17750	47925	1.37
69	320	25	8000	21600	2.51
70	500	25	12500	33750	0.65
71	70	25	1750	4725	0.60
72	710	25	17750	47925	0.91
73	90	25	2250	6075	0.81
74	690	25	22250	60075	1.39
75	1450	25	36250	97875	0.66
76	500	25	12500	33750	1.35
77	20	25	500	1350	2.21
78	2060	25	51500	139050	1.09
79	150	25	3750	10125	0.61
80	3330	25	63250	224775	1.38
81	350	25	8750	23625	0.64
82	300	25	7500	20250	1.01
83	420	25	10500	28350	1.30
84	510	25	12750	34425	0.59
85	260	25	6500	17550	0.72
86	310	25	7750	20925	3.72
87	190	25	4750	12825	1.31
88	690	25	17250	46575	0.78
89	3110	25	77750	209925	1.27
90	400	25	10000	27000	1.04
91	1450	25	36250	97875	2.20
92	90	25	2250	6075	1.95
93	430	25	10750	29025	0.78
94	1560	25	39000	105300	1.16
95	490	25	12250	33075	0.65
96	2340	25	58500	157950	1.15

97	730	25	19250	49275	2.57
98	200	25	5300	13500	1.03
99	100	25	2800	6750	3.17
100	250	25	6250	16875	0.82
101	2180	25	54500	147150	0.87
102	100	25	2500	6750	1.41
103	1220	25	30500	82350	0.65
104	100	25	2500	6750	1.55
105	230	25	5750	15525	0.71
106	130	25	3250	8775	0.92
107	1220	25	30500	82350	1.25
108	340	25	8500	22950	0.71
109	120	25	3000	8100	0.87
110	350	25	8750	23625	1.09
111	1420	25	35500	95850	0.92
112	1060	25	26500	71550	1.23
113	110	25	2750	7425	2.55
114	450	25	11250	30375	1.94
115	2750	25	68750	185625	1.33
116	1000	25	25000	67500	0.80
117	90	25	2250	6075	1.22
118	3700	25	92500	249750	1.33
119	390	25	22250	60075	0.83
120	1450	25	36250	97875	1.13
121	1450	25	36250	97875	0.75
122	200	25	5000	13500	2.61
123	800	25	20000	54000	0.78
124	330	25	8250	22275	0.90
125	2390	25	59500	160650	1.15
126	120	25	3000	8100	0.75
127	50	25	1250	3375	0.84
128	90	25	2250	6075	0.73
129	450	25	11250	30375	0.94
130	850	25	21250	57375	0.76

131	80	25	2000	5400	0.83
132	400	25	10000	27000	0.76
133	100	25	2500	6750	1.10
134	4820	25	120500	325350	0.96
135	300	25	7500	20250	0.61
136	50	25	1250	3375	0.80
137	620	25	15500	41850	0.86
138	200	25	5000	13500	0.81
139	200	25	5000	13500	0.81
140	1060	25	26500	71550	0.96
141	50	25	1250	3375	1.41
142	530	25	13250	35775	0.62
143	300	25	7500	20250	2.05
144	150	25	3750	10125	0.60
145	70	25	1750	4725	2.95
146	200	25	5000	13500	1.31
147	200	25	5000	13500	2.68
148	400	25	10000	27000	0.97
149	540	25	13500	36450	0.70
150	100	25	2500	6750	0.67
151	150	25	3750	10125	1.15
152	30	25	750	2025	0.80
153	990	25	24750	66825	1.11
154	120	25	3000	8100	0.79
155	850	25	21250	57375	0.88
156	700	25	17500	47250	1.44
157	100	25	2500	6750	0.73
158	1500	25	37500	101250	1.37
159	200	25	5000	13500	0.75
160	880	25	22000	59400	0.70
161	1880	25	47000	126900	0.77
162	210	25	5250	14175	1.16
163	2590	25	64750	174825	0.88
164	100	25	2500	6750	1.33

165	100	25	2500	6750	0.85
166	200	25	5000	13500	2.83
167	1740	25	43500	117450	1.52
168	960	25	24000	64800	0.97
169	120	25	3000	8100	0.69
170	600	25	15000	40500	1.49
171	1900	25	47500	129250	1.42
172	650	25	16250	43875	1.20
173	220	25	5500	14850	0.81
174	650	25	16250	43875	1.58
175	1230	25	30750	83025	1.75
176	700	25	17500	47250	0.78
177	4850	25	121250	327375	0.85
178	700	25	17500	47250	0.61
179	500	25	12500	33750	1.01
180	50	25	1250	3375	0.70
181	550	25	13750	37125	1.16
182	1350	25	33750	91125	0.66
183	90	25	2000	5100	0.92
184	80	25	2000	5400	1.95
185	1550	25	38750	104525	0.94
186	300	25	7500	20250	0.72
187	390	25	9750	26325	1.15
188	700	25	17500	47250	1.94
189	60	25	1500	4050	1.04
190	70	25	1750	4725	1.75
191	600	25	5000	40500	0.71
192	150	25	3750	10125	0.67
193	250	25	5250	16875	1.15
194	2050	25	51250	139375	1.00
195	50	25	1250	3375	1.22
196	350	25	8750	23625	0.85
197	790	25	19750	53325	0.89
198	1520	25	38000	102600	1.15

199	120	25	3000	8100	0.81
200	1610	25	40250	108675	1.36
201	1040	25	26000	70200	1.09
202	450	25	11250	30375	0.67
203	180	25	4500	12150	3.74
204	1920	25	48000	129600	0.97
205	360	25	9000	24300	1.33
206	850	25	21250	57375	0.83
207	3260	25	81500	220350	1.12
208	500	25	12500	33750	1.16
209	230	25	5750	15525	1.63
210	200	25	5000	13500	0.82
211	430	25	10750	29025	1.75
212	3550	25	88750	239625	0.78
213	220	25	5500	14950	0.81
214	660	25	21500	58050	1.07
215	1020	25	25500	68850	0.76
216	680	25	17000	45900	1.75
217	700	25	17500	47250	1.00
218	1800	25	45000	121500	1.30
219	970	25	24250	65475	0.77
220	980	25	24500	66150	1.42
221	400	25	10000	27000	0.61
222	80	25	2000	5400	1.85
223	1170	25	29250	78975	1.28
224	230	25	5750	15525	0.72
225	400	25	10000	27000	3.23
226	200	25	5000	13500	0.76
227	210	25	5250	14175	0.68
228	320	25	8000	21600	0.71
229	930	25	23250	62775	1.00
230	2500	25	62500	168750	2.15
231	300	25	7500	20250	1.60
232	770	25	19250	51975	0.88

233	950	25	23750	64125	1.01
234	600	25	20000	54000	1.37
235	600	25	20000	54000	0.95
236	550	25	13750	37125	0.82
237	1100	25	27500	74250	1.29
238	350	25	8750	23625	0.95
239	2940	25	73500	198450	1.32
240	60	25	1500	4050	1.19
241	500	25	12500	33750	1.16
242	490	25	12250	33075	2.30
243	520	25	13000	35100	1.21
244	250	25	6250	16875	0.82
245	490	25	12250	33075	1.37
246	320	25	8000	21600	2.01
247	1240	25	31000	83700	1.21
248	130	25	3250	8775	0.89
249	950	25	23750	64125	1.02
250	850	25	21250	57375	0.79
251	900	25	22500	60750	1.59
252	520	25	13000	35100	0.86
253	2430	25	60750	164025	1.27
254	720	25	18000	49500	1.15
255	690	25	17250	46575	1.30
256	500	25	12500	33750	0.75
257	80	25	2000	5400	0.85
258	870	25	22750	60725	1.39
259	170	25	4250	11475	1.50
260	190	25	3750	10125	0.99
261	1000	25	25000	67500	1.22
262	160	25	4000	10800	0.76
263	80	25	1250	3375	0.82
264	500	25	12500	33750	0.71
265	1300	25	32500	87750	1.53
266	310	25	7750	20925	0.74

257	2000	25	50000	135000	1.64
258	1400	25	35000	94500	1.01
259	730	25	18250	49275	1.37
270	1120	25	28000	75600	1.61
271	100	25	2500	6750	0.61
272	750	25	18750	91125	1.05
273	900	25	22500	60750	1.48
274	190	25	4750	12825	1.31
275	600	25	15000	40500	0.91
276	850	25	21250	57375	0.97
277	890	25	22250	60075	1.41
278	430	25	10750	29025	1.76
279	1200	25	30000	81000	0.87
280	110	25	2750	7425	2.12
281	830	25	20750	56025	1.41
282	1130	25	28250	76275	1.50
283	60	25	1500	4050	1.15
284	640	25	16000	43200	1.52
285	510	25	12750	34425	1.31
286	1370	25	34250	92475	2.02
287	240	25	6000	16200	1.42
288	2000	25	50000	135000	1.21
289	1750	25	43750	118125	1.05
290	450	25	11250	30375	1.05
291	450	25	11250	30375	0.90
292	650	25	16250	43875	1.09
293	1570	25	46750	126225	1.33
294	480	25	12000	32400	0.99
295	200	25	5000	13500	1.55
296	900	25	22500	60750	1.03
297	3230	25	90750	219025	1.53
298	1750	25	43750	118125	0.81
299	740	25	18500	49950	1.37
300	750	25	18750	50525	1.16

301	1100	25	27500	74250	0.73
302	600	25	15000	40500	0.97
303	330	25	8250	22275	0.95
304	2250	25	56250	151375	1.04
305	2850	25	71250	192375	0.86
306	450	25	11250	30375	0.71
307	350	25	8750	23625	1.50
308	110	25	2750	7425	2.2
309	500	25	12500	33750	1.04
310	750	25	18750	50525	0.85
311	800	25	20000	54000	1.39
312	600	25	15000	40500	0.79
313	610	25	15250	41175	1.15
314	70	25	1750	4725	1.73
315	150	25	3750	10125	2.25
316	650	25	16250	43975	1.03
317	450	25	11250	30375	1.35
318	100	25	2500	6750	2.12
319	1150	25	29750	77625	1.30
320	1040	25	26000	70200	1.32
321	70	25	1750	4725	0.90
322	60	25	2000	5400	1.32
323	70	25	1750	4725	1.79
324	900	25	22500	60750	1.96
325	120	25	3000	8100	0.92
326	120	25	3000	8100	1.44
327	440	25	11000	29700	1.31
328	280	25	7000	18900	0.70
329	1880	25	47000	126900	0.80
330	830	25	20750	56025	1.31
331	970	25	21750	58725	1.11
332	110	25	2750	7425	1.08
333	1000	25	25000	67500	0.73
334	280	25	7000	18900	0.93

335	610	25	15250	41175	0.97
336	350	25	8750	23625	0.95
337	480	25	12000	32400	1.15
338	620	25	15500	41950	1.01
339	3750	25	93750	253125	0.92
340	620	25	15500	41950	1.38
341	510	25	12750	34425	0.71
342	500	25	12500	33750	0.70
343	700	25	17500	47250	1.08
344	100	25	2500	6750	0.62
345	150	25	3750	10125	1.71
346	90	25	2250	6075	1.70
347	70	25	1750	4725	1.08
348	160	25	4000	10900	0.73
349	450	25	11250	30375	2.25
350	650	25	16250	43875	1.06
351	350	25	8750	23625	1.70
352	680	25	17000	45900	1.18
353	130	25	3250	8775	1.74
354	30	25	750	2025	1.09
355	500	25	12500	33750	1.18
356	50	25	1250	3375	0.80
357	30	25	750	2025	2.84
358	40	25	1000	2700	0.93
359	60	25	1500	4056	1.32
360	40	25	1000	2706	1.79
361	250	25	6250	16875	2.55
362	50	25	1250	3375	0.6
363	50	25	1250	3375	1.44
364	40	25	1000	2700	3.74
365	100	25	2500	6750	1.40
366	110	25	2750	7425	1.19
367	300	25	7500	20250	0.95
368	330	25	8250	22275	0.70

369	1550	25	33756	104625	0.80
370	870	25	21750	56725	1.15
371	1350	25	33750	91125	1.36
372	50	25	1256	3375	0.42
373	420	25	10500	28356	0.60
374	600	25	15000	40500	0.84
375	300	25	7500	20250	1.01
376	110	25	2750	7425	0.90
377	1100	25	27500	74250	0.92
378	186	25	4500	12150	1.45
379	120	25	3000	8106	1.21
380	140	25	3500	9450	0.64
381	550	25	13750	37125	1.03
382	716	25	17750	47925	1.05
383	380	25	9500	25550	2.25
384	650	25	16250	43875	1.03
385	370	25	9250	24975	1.27
386	1000	25	25000	67500	1.53
387	60	25	1500	4050	1.47
388	30	25	750	2025	1.09
389	50	25	1250	3375	3.00
390	120	25	3000	8100	2.63
391	60	25	1500	4050	1.17
392	20	25	500	1350	2.43
393	50	25	1250	3375	0.93
394	180	25	4500	12150	2.55
395	300	25	7500	20250	1.40
396	250	25	6250	16875	1.19
397	300	25	7500	20250	0.95
398	500	25	20000	54000	1.54
399	1270	25	31750	85725	1.57
400	1270	25	31750	85725	1.19
401	450	25	11250	30375	1.74
402	1210	25	30250	81675	1.56

403	320	25	8000	21600	0.78
404	350	25	9000	24300	1.02
405	2800	25	7000	189000	0.64
406	110	25	2750	7425	1.47
407	420	25	10500	28350	2.25
408	1200	25	30000	81000	1.04
409	420	25	10500	28350	1.27
410	150	25	3750	10125	1.27
411	180	25	4500	12150	2.4
412	100	25	2500	6750	1.25
413	100	25	2500	6750	1.17
414	70	25	4725	4725	0.93
415	420	25	10500	28350	1.4
416	410	25	10250	27675	1.19
417	390	25	9750	26325	0.64
418	820	25	20500	55350	1.54
419	1000	25	25000	67500	1.57
420	220	25	5500	14850	1.36
421	200	25	5000	13500	1.74
422	160	25	4000	10800	1.28
423	530	25	13250	35775	0.86
424	1180	25	29500	79650	1.14
425	60	25	1500	4050	1.47
426	470	25	11750	31725	0.77
427	300	25	7500	20250	1.14
428	500	25	12500	33750	0.85
429	60	25	1500	4050	1.25
430	300	25	7500	20250	1.4
431	300	25	7500	20250	0.64
432	450	25	11250	30375	1.54
433	520	25	13000	35100	0.80
434	300	25	7500	20250	1.28
435	240	25	6000	16200	0.67
436	650	25	16250	43875	1.14

437	450	25	11250	30375	0.77
438	400	25	10000	27000	1.14
439	130	25	3250	8775	1.08
440	80	25	2000	5400	0.64
441	600	25	15000	40500	0.87

SUMA DE PRODUCTOS: TONELAJE POR LEY= 24,118,344.00

TONELAJE: 19,919,150.0

LEY MEDIA: $24,118,344.0/19,919,150.0=1.21\%$

TOTAL: 19,919,150.0 Ton./m. con 1.21% Cu.

FACTOR DE SEGURIDAD: 0.8

TONELAJE CON FACTOR DE SEGURIDAD: 15,935,320.00

VOLUMEN= AREA X ALTURA

TONELAJE= VOLUMEN X P.e. (2.7)

5.- ROCA ENCAJONANTE.

En Loma Oeste de La Mina La Verde, la roca encajonante está representada por la cuarzodiorita equigranular — principalmente, la cual gradúa a un pórfido cuarzodiorítico, ya descritas ambas en el capítulo correspondiente.

6.- GENESIS Y PROCESOS SECUNDARIOS.

La clasificación genética de un yacimiento mineral es muy importante desde los puntos de vista teórico y práctico, para poder decidir el tipo de explotación conveniente y obtener los mayores beneficios posibles. La principal base de clasificación es el origen sinérgico o epigenético del yacimiento.

Como la mineralización en el yacimiento cuprífero de La Verde es posterior a las cuarzodioritas que son las rocas encajonantes, el depósito es de origen epigenético; así mismo es un ejemplo de hidrotermalismo y pertenece a la variedad de disseminado o pórfido cuprífero (según Alan M. Bateman).

El yacimiento cuprífero de La Verde es la consecuencia de la intrusión de los diques aplíticos y cuarzofeldespáticos en la cuarzodiorita; este cuerpo de composición cuarzodiorítica se afalló y fracturó, permitiendo posteriormente el ascenso de soluciones hidrotermales que acompañaron a la intrusión de los diques antes mencionados y dió lugar a una mineralización primaria o hipogénica, compuesta principalmente por calcopirita, acompañada de pirita y en menor escala pirro

tita, arsenopirita, bornita y muy escasamente molibdenita.

Las soluciones hidrotermales circularon por el fracturamiento presentado por la cuarzodiorita, permitiendo el desarrollo de infinidad de vetillas discontinuas individuales,-- las cuales en algunos casos se ensanchan y forman lentas.

Simultáneamente a este proceso de depósito, se desarolló una alteración de los minerales componentes de las rocas, dichas alteraciones se describen en el inciso correspondiente.

Posteriormente las aguas descendentes de origen meteórico, cargadas con ácido sulfúrico formado a partir de la pirita, lixivió a la calcopirita, originando una zona de calcocita y covelita secundarias o supergénicas que penetraron a profundidad, enriqueciendo así al yacimiento de cobre diseminado.

Respecto a la oxidación, son muy pocas las evidencias que se encuentran en el área, aún siendo así se presentan los minerales principales de la zona de oxidación (en orden decreciente de importancia), observados en la superficie y en los socavones, ellos son: hematita, malaquita y azurita.

Tomando como base que los principales minerales demenan en la Loma Oeste de la Mina La Verde pertenecen a una asociación de mediana temperatura, permiten clasificar al yacimiento como hidrotermal, específicamente mesotermal con temperaturas que varían entre 200 y 300° C. y presiones por-

lo general intermedias (clasificación de Waldemar Lindgren, - Mineral Deposits, 1933), presentando además oxidación y enriquecimiento supergénico.

Por otra parte, por las características que presenta este yacimiento, puede considerarse dentro de la denominación de "pórfido cuprífero", ya que aunque existan muchas discusiones respecto al origen y tipos de roca relacionados con ellos en otras partes del mundo; en forma general, es más bien un término aplicado a yacimientos cupríferos de gran volúmen, ba ja ley mineral y que pueden explotarse a tajo abierto (open - pit), independientemente de su génesis y tipo de roca encajonante.

7.- ALTERACIONES.

Las principales alteraciones en el área de la Mina-La Verde son hidrotermales, las cuales se definen como la reac ción que tienen las rocas encajonantes que rodean a depósitos de origen hidrotermal con los fluidos calientes que pasan a través de ellas y con las cuales están asociados los minerales de mena, dichas alteraciones son contemporáneas al proceso mineralizante hipogénico.

Las alteraciones hidrotermales son una de las carac terísticas de los pórfidos cupríferos.

Las alteraciones principales en el área de la Mina-La Verde son:

Alteración Sericítica o Filica (según Lowell and - Gilbert, 1970). Esta alteración se caracteriza por la aso-

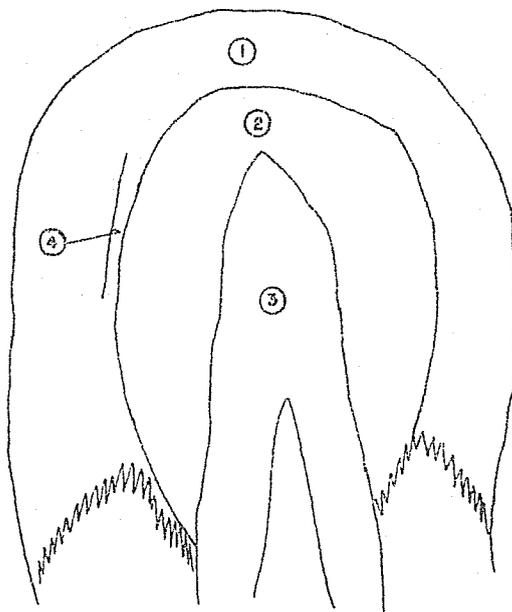
ciación cuarzo-sericita-pirita; se puede decir que es la alteración de los feldespatos a sericita. Este tipo de alteración es el que está más distribuido en los pórfidos cupríferos.

La silicificación se manifiesta por la presencia de cuarzo granular y en forma de vetillas.

Alteración Propilítica.- Esta alteración se distingue de las demás por la predominancia de los minerales de calcio tales como calcita y epidota, además de la clorita y pirita.

Todas estas alteraciones están contenidas en las vetillas, en las que puede a veces existir un poco de carbonatación que rellena los huecos abiertos.

ZONAS DE ALTERACION EN LOS PORFIDOS CUPRIFEROS.



- ① PROPILITICA - Calcita - Epidoto - Clorita - Pirita
- ② SERICITICA o FILICA - Cuarzo - Sericita - Pirita
- ③ POTASICA - No existe en La Verde
- ④ ARGILITICA - No existe en La Verde

CAPITULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- El yacimiento cuprífero de La Verde se localiza en la Loma Oeste de la sierra del Marqués en el estado de Michoacán.

2.- La roca encajonante de los sulfúros de cobre es la cuarzodiorita.

3.- El yacimiento de La Verde se considera dentro - del tipo de "pórfido cuprífero", cuya edad es Terciaria.

4.- La mineralización en la Loma Oeste de la Mina - La Verde, es una diseminación de sulfúros de cobre, principalmente calcopirita, la cual puede adoptar formas lenticulares - dentro de la cuarzodiorita.

5.- El origen del yacimiento mineral es hidrotermal específicamente mesotermal, con enriquecimiento supergénico y muy pocas evidencias de oxidación.

6.- La cubicación de reservas de mineral de cobre - (sulfúros) dió un total de 19 919 150 toneladas métricas, con una ley de 1,21% de cobre, dichas reservas son positivas.

7.- El resultado del análisis cuantitativo por cobre de las 2665 muestras de canal en los socavones 5 y 7, arrojó - un promedio de 0.2 13% de cobre.

8.- Se recomienda cubicar reservas con leyes míni - mas de 0.8% Cu, 1.0% Cu, y 1.5% Cu para conocer el tonelaje - con cada una de dichas leyes mínimas.

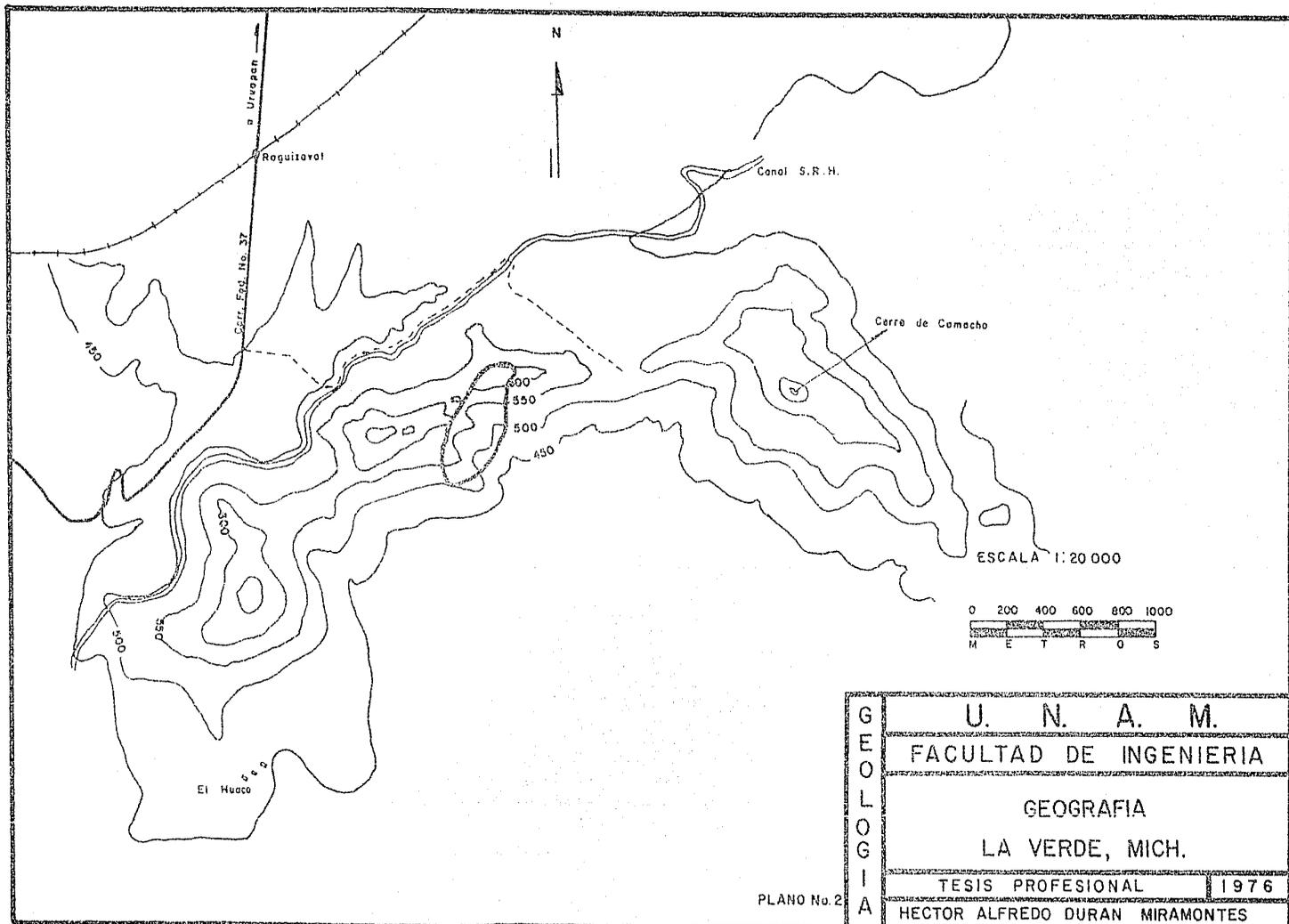
9.- La explotación del yacimiento (en el caso de - realizarse), se recomienda sea por medio de tajo abierto, dado

que no se encuentran vetas de importancia, sino series de vetillas o sea lo que se conoce comunmente como un stockwork, -- por lo que el costo de explotación por tonelada a tajo abierto resultaría menor que por medio de obras mineras subterráneas.

BIBLIOGRAFIA

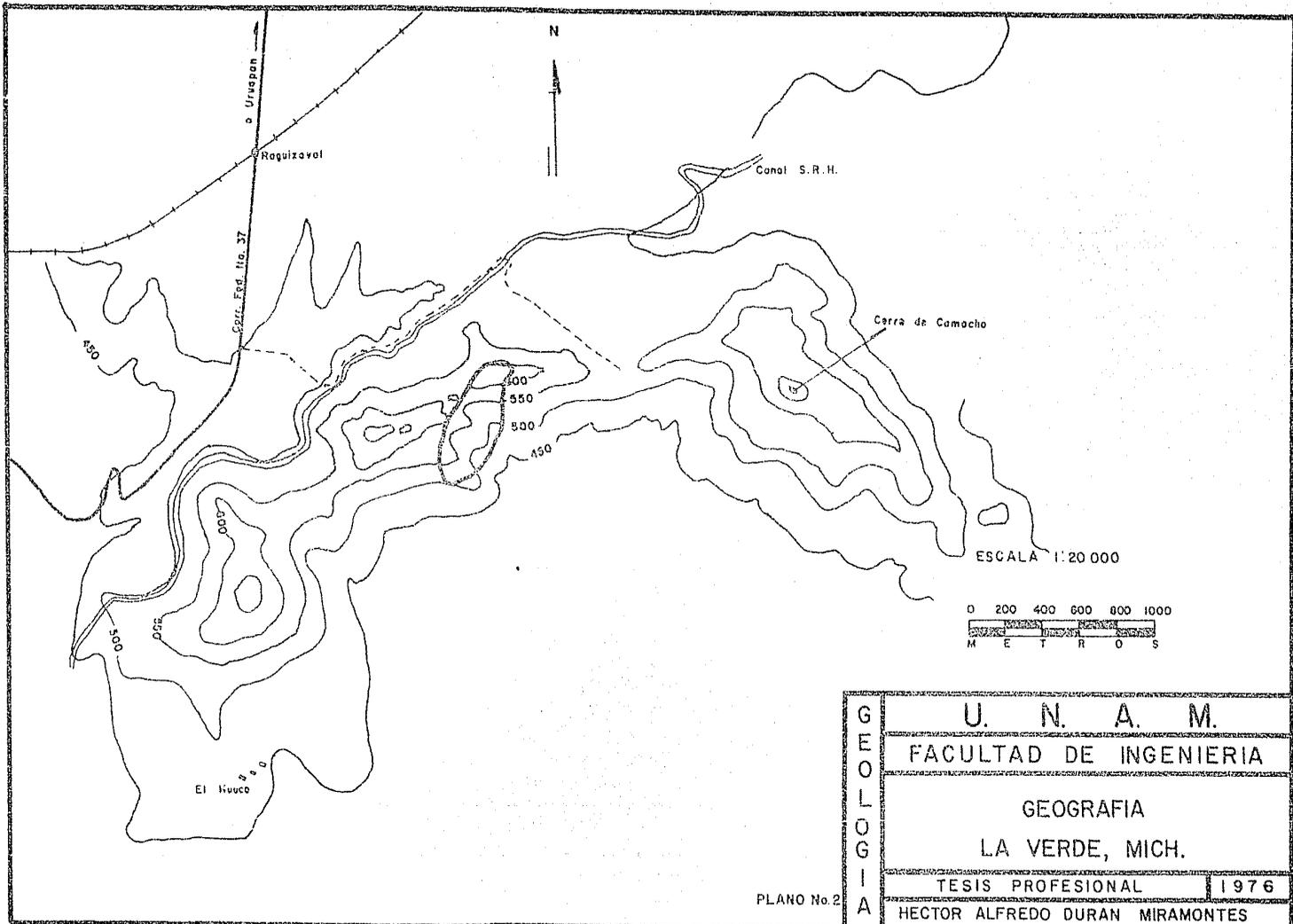
- | | | |
|------------------------------------|------|--|
| Alvarez Manuel Jr. | 1961 | Provincias Fisiográficas de la República Mexicana. |
| Bateman M. Alan | 1968 | Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico. Ediciones Omega. |
| Comisión de Fomento Minero | 1970 | COBRE. Depto. de Estudios Económicos. |
| C.R.N.N.R. | 1973 | Proyecto Cobre en Sonora Boletín No. 79 |
| Dana Edward S. and Ford William E. | 1971 | Tratado de Mineralogía 4a. edición. Cía Editorial Continental |
| De los Santos Montaña | 1975 | Estudio Geológico-Minero en el área de Sn. Isidro, Mpio. de La Huacana, Mich. Tesis Profesional IPN. |
| Huang T. Walter | 1968 | Petrología UTEHA |
| Keer F. Paul | 1965 | Mineralogía Optica 3a. edición. McGraw Hill Book, Co.N.Y. |

- Lindgren Waldemar 1933 Mineral Deposits
4a. edición.
McGraw Hill Book, Co.N.Y.
- Lowell J. D. and 1970 Lateral and vertical Alterau
Guilbert J. M. tion-mineralization Zoning
in Porphyry ore Deposits.
Economic Geology, Vol. 65
- Martínez Bermúdez J.J. y 1959 Estudio Geofísico del yaciu
Serna Vigueras R. miento cuprífero de La Veru
de, Mich.
Minería y Metalurgia No. 10
AIMMGM
- Raisz Erwin 1959 Physiographic Provinces.
Cambridge, Mass.
- Ralph M. Pearsons de Mexico 1972 Sin título
- Tamayo L. Jorge 1962 Geografía General y de Mé-
xico. 2a. edición. Tomos-
I y II Instituto Mexicano-
de Investigaciones Económicas
- Turner R., Williams H. y 1968 Petrografía. 1a. edición.
Gilbert Ch. Cía. Editorial Continental
- Vivó Jorge A. y 1935 Climatología de México
Gómez C. José



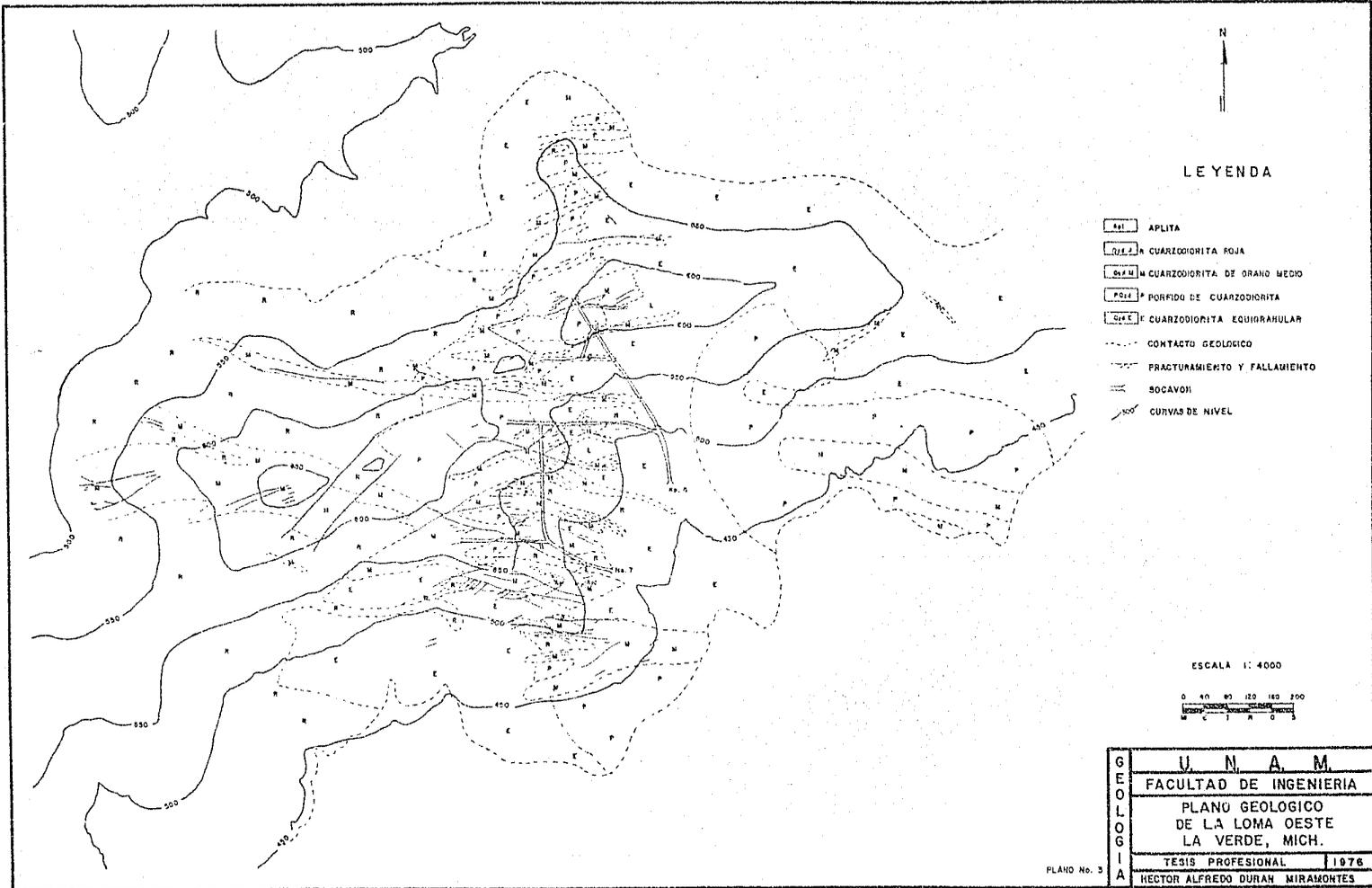
G E O L O G I A	U. N. A. M.	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOGRAFIA	
	LA VERDE, MICH.	
	TESIS PROFESIONAL	1976
HECTOR ALFREDO DURAN MIRAMONTES		

PLANO No. 2



PLANO No. 2

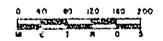
G E O L O G I A	U. N. A. M.	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOGRAFIA	
	LA VERDE, MICH.	
	TESIS PROFESIONAL	1976
HECTOR ALFREDO DURAN MIRAMONTES		



LEYENDA

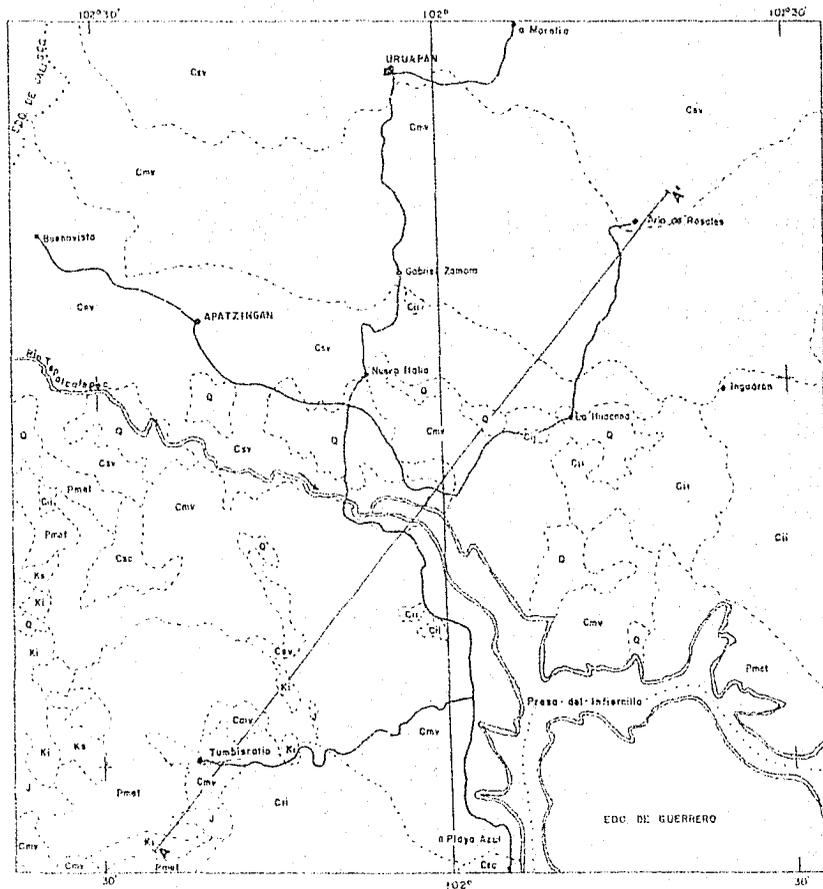
- Apl APLITA
- C.R. CUARZODIORITA ROJA
- C.G.M. CUARZODIORITA DE GRANO MEDIO
- P.C. PORFIDO DE CUARZODIORITA
- C.E. CUARZODIORITA EQUIGRAHULAR
- CONTACTO GEOLOGICO
- FRACTURAMIENTO Y FALLAMIENTO
- SOCAVON
- CURVAS DE NIVEL

ESCALA 1: 4000



G E O L O G I A	U. N. A. M.	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
	PLANO GEOLOGICO DE LA LOMA OESTE LA VERDE, MICH.	
	TESIS PROFESIONAL	1978
	HECTOR ALFREDO DURAN MIRAMONTES	

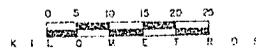
PLANO No. 3



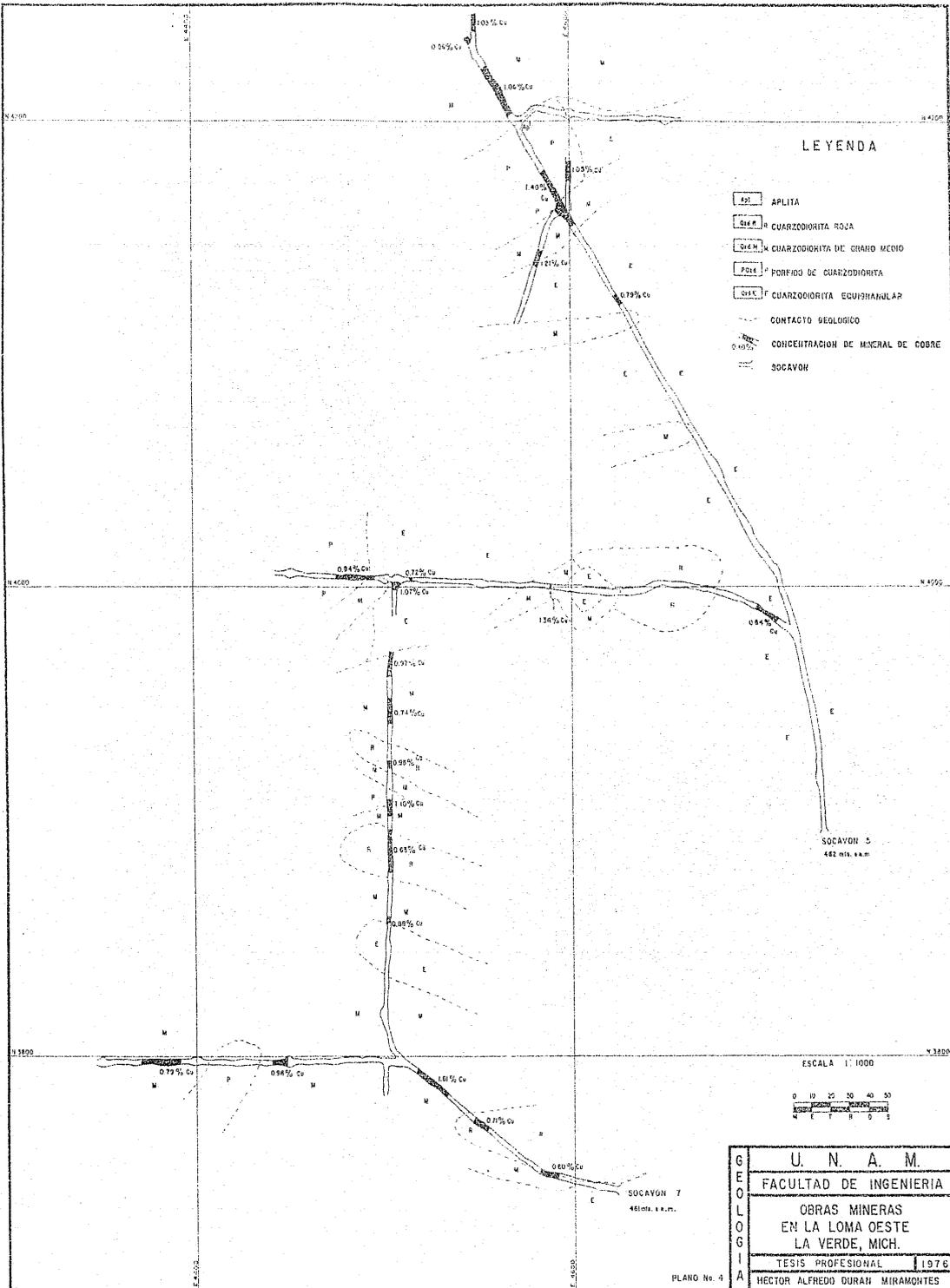
LEYENDA

- Q ALUVION CUATERNARIO
- Csu CENOZOICO SUPERIOR VOLCANICO
- Cmv CENOZOICO MEDIO VOLCANICO
- Ciu CENOZOICO INFERIOR INTRUSIVO
- Cii CRETACICO INFERIOR
- Csc JURASICO
- Csi PALEOZOICO METAMORFICO
- Pmet PALEOZOICO METAMORFICO
- POBLACION IMPORTANTE
- CARRETERA
- RIO
- LIMITE DE ESTADO

ESCALA 1: 500 000



G E O L O G I A	U. N. A. M.	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
	PLANO GEOLOGICO REGIONAL LA VERDE, MICH.	
	TESIS PROFESIONAL	1976
	HECTOR ALFREDO DURAN MIRAMONTES	



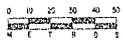
LEYENDA

- Apl APLITA
- Qd.R. CUARZODIORITA ROJA
- Qd.M. CUARZODIORITA DE GRAN MEDIO
- Porf. POFIDO DE CUARZODIORITA
- Qd.E. CUARZODIORITA EQUISHAJULAR
- CONTACTO GEOLOGICO
- ○ ○ ○ ○ CONCENTRACION DE MINERAL DE COBRE
- SOCAYON

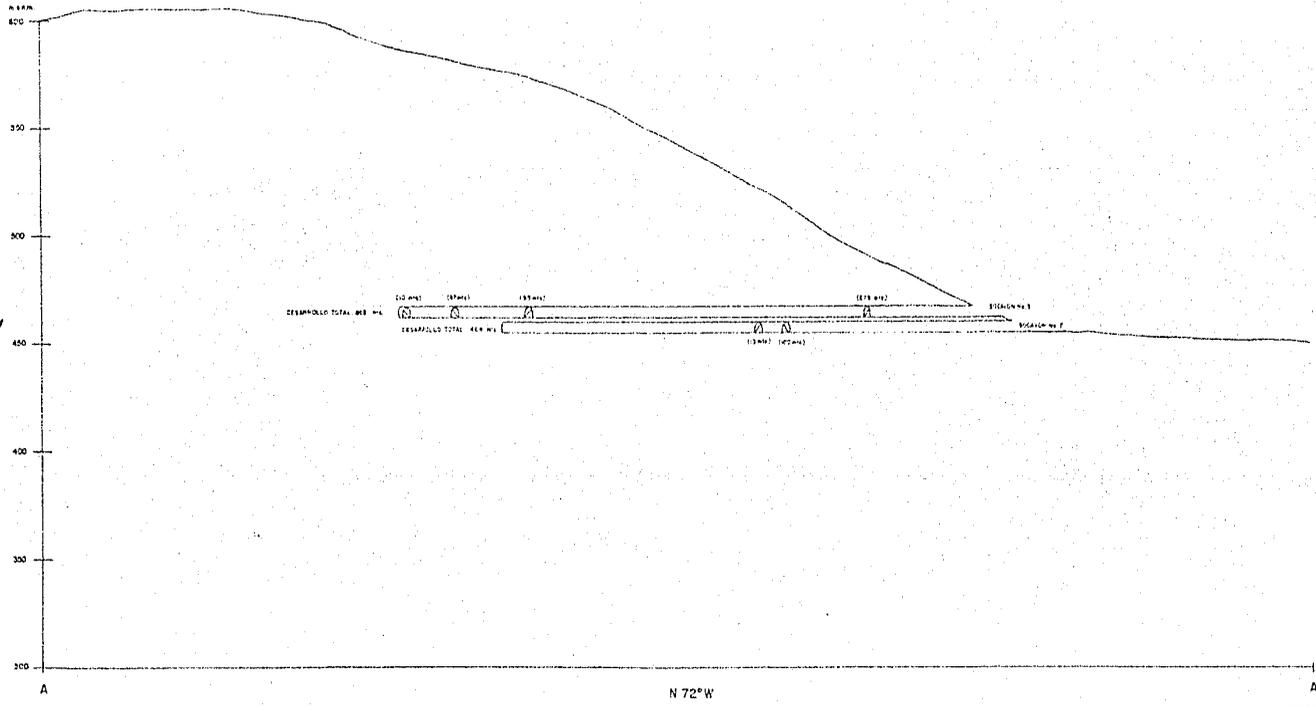
SOCAYON 5
482 mts. s.n.m.

SOCAYON 7
461 mts. s.n.m.

ESCALA 1:1000



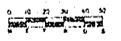
G E O L O G A	U. N. A. M.	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
	OBRAS MINERAS EN LA LOMA OESTE LA VERDE, MICH.	
	TESIS PROFESIONAL	1976
	HECTOR ALFREDO DURAN MIRAMONTES	



LEYENDA

- SOCACION
- ⊖ CUCERO A LA DERECHA
- ⊕ CUCERO A LA IZQUIERDA
- (D m) DESARROLLO

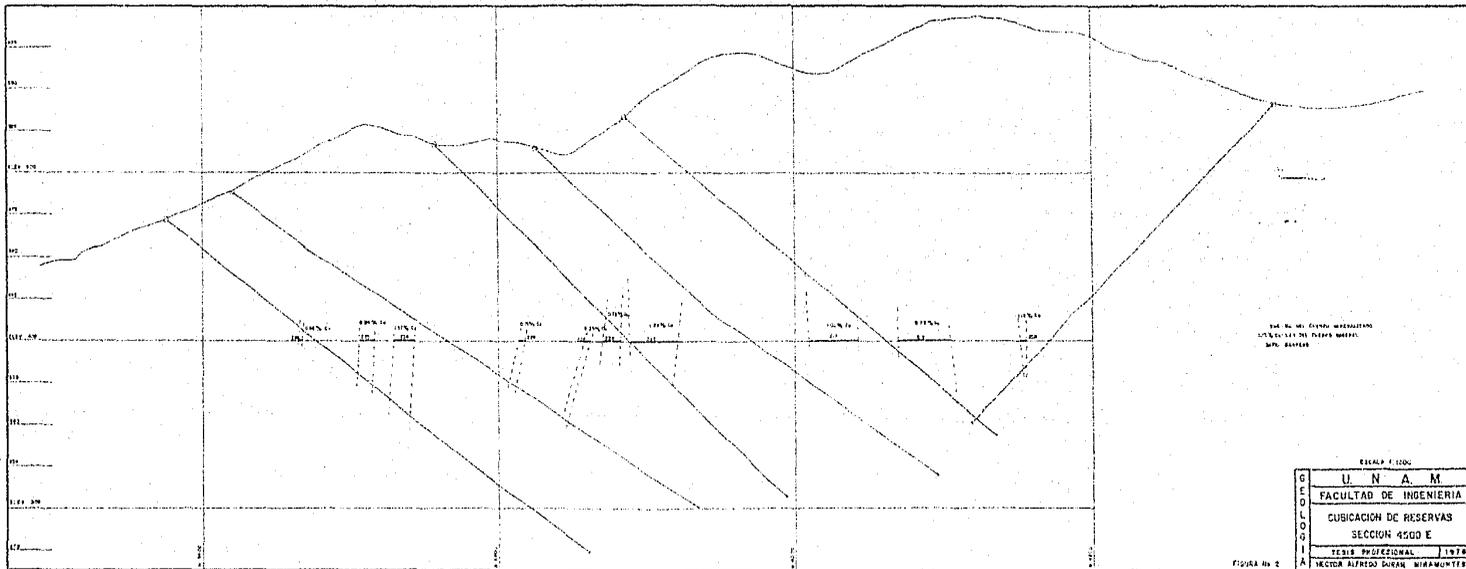
ESCALA 1:1000

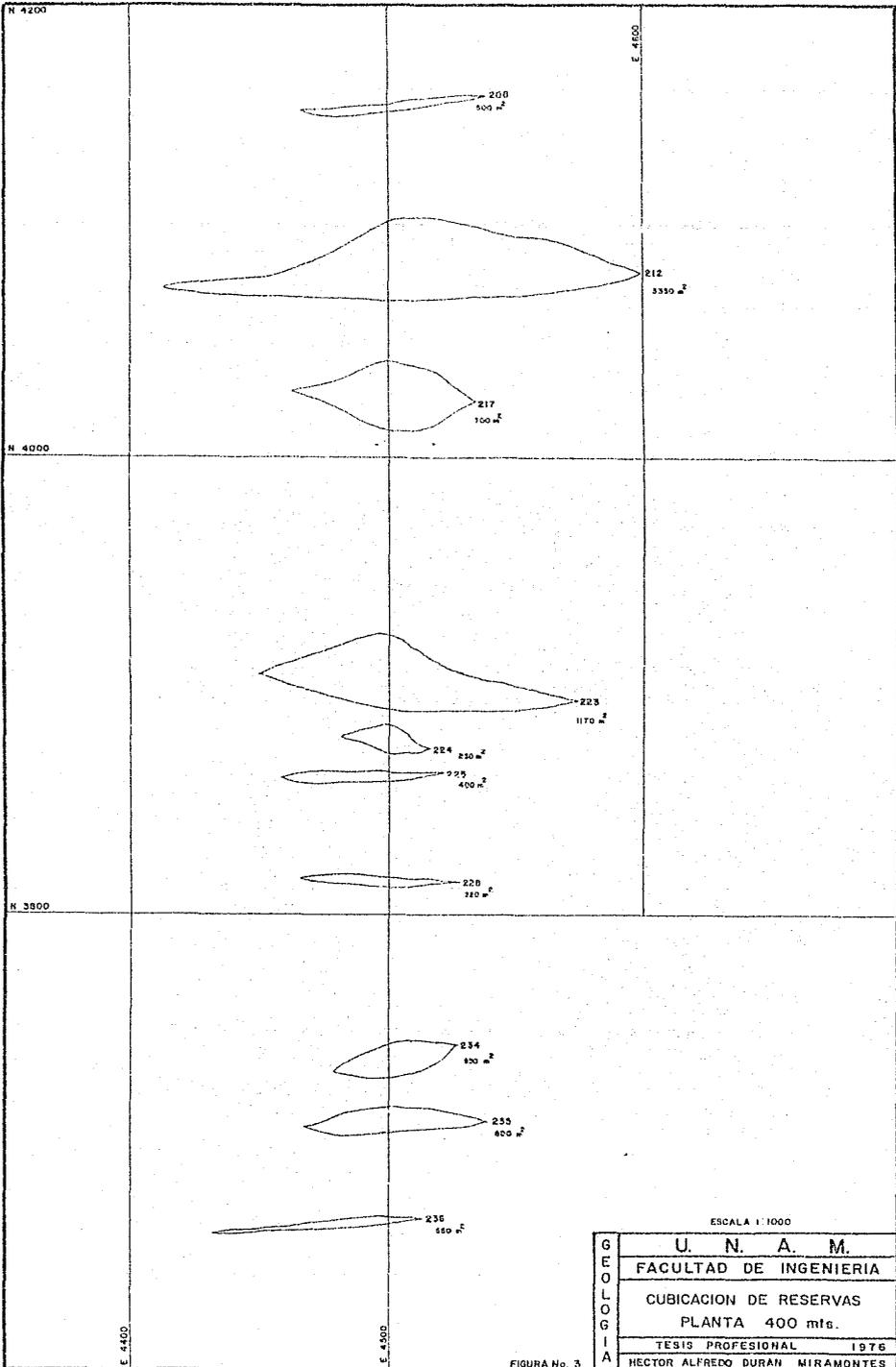


G E O L O G I A	I. N. A. M.	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
	OBRAS MINERAS SECCION N72°W	
	TESIS PROFESIONAL	1975
	HECTOR ALFREDO DURAN MIRAMONTES	

N 72° W

DESARROLLO TOTAL 468 m





ESCALA 1:1000

G E O L O G I A	U. N. A. M.
	FACULTAD DE INGENIERIA
	CUBICACION DE RESERVAS PLANTA 400 mts.
	TESIS PROFESIONAL 1976
	HECTOR ALFREDO DURAN MIRAMONTES

FIGURA No. 3