



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**"GENESIS DEL YACIMIENTO MINERAL ESTRATIFORME
DE LA SALADA, URES, SONORA."**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO GEOLOGO

P R E S E N T A :

JOSE ANTONIO ESQUIVIAS FLORES

MEXICO, D. F.

1982



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

FACULTAD DE INGENIERIA
EXAMENES PROFESIONALES
60-1-19

Al Pasante señor JOSE ANTONIO ESQUIVIAS FLORES,
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 Prof. Dr. Francisco Querol Suárez, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de INGENIERO GEOLOGO.

"GENESIS DEL YACIMIENTO MINERAL ESTRATIFORME DE LA SALADA,
URES, SONORA".

Objetivos: Postular una hipótesis sobre la génesis del yacimiento, basado en las características geológicas del mismo.

- I.- Introducción: Objetivo, metas y método de trabajo.
- II.- Localización geográfica
- III.- Localización geológica
 - III.1.- Geología regional
 - III.2.- Geología local
- IV.- Descripción del yacimiento
- V.- Conclusiones: génesis del yacimiento.

Ruego a usted se sirva 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 ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a lo. de marzo de 1982
EL DIRECTOR

Ing. Javier Jiménez Espinú

JJE'MRV'mdb.

C O N T E N I D O

	Página
RESUMEN	vi
I.- INTRODUCCION	1
A) Objetivo general	2
B) Metas	2
C) Método de trabajo	2
II.- INFORMACION GEOGRAFICA	5
A) Localización y vías de comunicación	5
B) Población y cultura	5
C) Vegetación y fauna	9
D) Clima	10
E) Fisiografía	10
E.1) Ubicación fisiográfica	10
E.2) Hidrografía	12
E.3) Geomorfología	13
III.- GEOLOGIA	14
III.1 Geología regional	14
III.2 Geología local	16
A) Unidades litológicas	16
B) Geología estructural	41
C) Historia geológica	44

	Página
IV.- YACIMIENTO MINERAL	47
A) Antecedentes	47
B) Forma y estructura del cuerpo mineral	49
C) Relación con la roca encajonante	49
D) Mineralización	53
D.1) Descripción y control de la mineralización	53
D.2) Mineralogía	57
D.3) Alteraciones	69
E) Leyes y tonelaje	69
F) Génesis	70
V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
VI.- APENDICE PETROGRAFICO Y MINERAGRAFICO	85
VII.- BIBLIOGRAFIA	105
VIII.- PLANOS Y SECCIONES GEOLOGICAS	

R E S U M E N

El yacimiento de La Salada se localiza en el Municipio de Ures a 64 kilómetros al NE-63° con respecto de la Ciudad de Hermosillo en el Estado de Sonora. Se encuentra en la provincia fisiográfica Zona desértica de Sonora.

La geología del área comprende un basamento metamórfico - constituido por cataclasitas y ortogneises de edad Paleozoico Tardío; descansando discordantemente hay un conglomerado basal que incluye al yacimiento brechado de La Salada y parece ser la base de una secuencia volcanosedimentaria Cretácica expuesta al Oeste del yacimiento; el basamento y los volcanosedimentos fueron afectados en el Terciario Temprano por el plutón granítico de Sonora. En el Terciario Tardío se deposita el conglomerado continental Báucarit como depósitos lacustres e intermontanos. Todas las unidades litológicas han sido afectadas por grandes fallas y algunos plegamientos.

El yacimiento mineral está constituido por una brecha con fragmentos de calcopirita, galena, pirita y barita; la mineralogía es de origen hidrotermal de profundidad somera y baja temperatura. El yacimiento original de sulfuros y barita fue brechado y transportado en forma de brecha de inyección; los fluidos movilizantes se derivaron de una fuente magmática cercana, misma que pudo originar una segunda mineralización dispuesta en stockwork. La brecha de inyección se emplazó dentro de un conglomerado basal, en el contacto con el basamento metamórfico, sucediendo probablemente a fines del Cretácico y principios del Terciario.

I. INTRODUCCION

En cualquier estudio de índole geológica, siempre es de extrema importancia el conocer el origen de los fenómenos geológicos que sucedieron en el área de trabajo; de tal manera que si entendemos dicha génesis, se facilitará el trabajo y habrá un mayor porcentaje de probabilidad en alcanzar el éxito en lo propuesto.

En lo referente a yacimientos minerales, es necesario conocer los procesos geológicos que sucedieron para dar origen al depósito, también se deberán entender los fenómenos post-mineralización que hayan afectado a éste; lo anterior es realmente importante tanto para un geólogo de exploración, como para un geólogo de mina, ya que en ambos casos su función es determinar mineralogía, estructuras, reservas, génesis de un depósito mineral, características que pueden resultar muy difíciles de establecer si no es bien entendido el origen del yacimiento.

El depósito de La Saleta es el resultado de por lo menos dos etapas de mineralización afectadas por diversos procesos geológicos que hacen de este depósito, un caso curioso de la naturaleza, por lo raro de su origen y además porque es solamente un remanente de lo que probablemente fue un yacimiento de grandes dimensiones, debido a la fuerte erosión que sufrió. Otra característica que destaca en algunos de sus afloramientos es la presencia de sulfuros masivos junto con cristales de barita bien desarrollados.

A) OBJETIVO GENERAL

Postular una hipótesis acerca de la génesis del yacimiento - mineral.

B) METAS

- Apoyándose en levantamientos geológicos, muestreos de campo y estudios petrográficos y mineragráficos, determinar la litología del área.
- Describir e interpretar las estructuras geológicas.
- De acuerdo con la secuencia litológica que sea definida y estructuras geológicas observadas e interpretadas, establecer una historia geológica de la zona de estudio.
- Identificar la mineralogía, forma geométrica, estructura y roca encajonante del cuerpo mineralizado, basándose en observaciones de campo y laboratorio.

C) METODO DE TRABAJO

Previo reconocimiento geológico a escala 1:50000 con apoyo en la Hoja de DETENAL H12D33, Puerta del Sol, realizado por el Ing. Dagoberto Gómez, se hizo una fotointerpretación geológica del área, llevada a cabo por el Ing. Pedro Fraga M., este trabajo fue hecho a escala 1:25000, abarcando las áreas La Salada, - La Raja y Mohino que cubren la zona que aparece en el plano regional anexo a este trabajo.

Posteriormente se realizaron levantamientos geológicos por separado en las áreas La Salada y La Raja-Mohino; en la primera el mapeo se hizo a escala 1:2000 con brújula y cinta en una superficie de 680 x 1070 metros, que incluye a los pozos y tajos

principales donde se encuentra el cuerpo mineral; en la segunda se mapeó a escala 1:10000 apoyándose en planos topográficos de DETENAL, amplificados de 1:50000 a 1:10000, cubriendo una superficie de 4,5 x 9,0 kilómetros aproximadamente. También en ambas zonas se abrieron brechas de varios cientos de metros con rumbos preferentes norte-sur y este-oeste, estacadas cada 20 metros.

En todo el sector de estudio se mapearon caminos, brechas y algunos arroyos, basándose en planos topográficos o bien con brújula y cinta.

Hubo otros métodos de exploración que también arrojaron datos para el presente trabajo; uno de ellos fue barrenación de diamante la cual permitió conocer: a) la columna litológica de La Salada hasta 65 metros de profundidad, b) las dimensiones del cuerpo mineral y c) el patrón de distribución de la mineralización, así como leyes y tonelajes.

También se dieron varios barrenos de percusión, de los cuales se obtuvieron muestras que proporcionaron datos acerca de leyes y tonelajes del cuerpo.

Se efectuaron muestreos geoquímicos de esquirlas de roca y sedimentos de arroyo, principalmente en la zona La Raja-Mohino, cuya finalidad fue la de encaminar la exploración hacia blancos más específicos para un estudio de mayor detalle. De estos muestreos se obtuvieron una serie de valores de cobre y plomo, con los cuales se determinó el background y threshold del área.

Por otra parte se realizaron estudios geofísicos de diversos tipos: magnetometría, electromagnetometría y polarización inducida. Dentro de esta última se utilizaron cuatro métodos de

trabajo: gradiente, polo-dipolo, expansión de electrodos y un sondeo. Para efectuar estos estudios se utilizaron las brechas ya mencionadas.

La Geofísica sirvió para determinar algunas estructuras a profundidad, como serían fallas, veta-fallas; además sirvió para comprobar la extensión tanto vertical como lateral del yacimiento, lo cual se había determinado ya en base al mapeo geológico y barrenación.

En este trabajo no se incluyen resultados de barrenación, ni de los estudios geofísicos y geoquímicos por considerarse fuera de las metas establecidas.

También se hicieron estudios de laboratorio; dentro de estos se analizó una muestra por el método de difracción de rayos X; se estudiaron 15 muestras petrográficamente (por el autor de esta tesis) y 2 minerográficamente (por el Ing. Alfredo Victorio). El análisis de Rayos X se llevó a cabo en el laboratorio de la Comisión de Fomento Minero en México, D.F. y los estudios petrográficos y minerográficos se hicieron en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la UNAM y en el laboratorio del Instituto de Geología en Hermosillo, Sonora.

II. INFORMACION GEOGRAFICA

A) LOCALIZACION Y VIAS DE COMUNICACION

El área de estudio se encuentra ubicada en la porción noroccidental de la República Mexicana, con las siguientes coordenadas geográficas: $110^{\circ}17'$ de Longitud Oeste y $29^{\circ}18'50''$ de Latitud Norte. (Ver fotografías 1 y 2).

Esta zona está localizada a 64 kilómetros al NE- 63° respecto de la Ciudad de Hermosillo y a 16 kilómetros al SE- 40° del poblado de Ures en el Estado de Sonora (Ver figura 1).

Esta área presenta una buena comunicación tanto terrestre como aérea. Se puede llegar por la carretera federal No. 15 partiendo de la Ciudad de Hermosillo en dirección a la Ciudad de Nogales, a la altura del kilómetro 10 de esta carretera internacional se sigue por la carretera estatal que conduce hasta la Ciudad de Agua Prieta, Son., y en el kilómetro 63.5 de la misma, ubicado en el poblado de Ures, se continúa por un camino de terracería de 16 kilómetros al SE- 40° , que llega al área de trabajo conocida por los habitantes de la región como "La Salada".

Por la vía aérea se puede llegar en avioneta hasta el pueblo de Ures, que cuenta con una pista de terracería.

De Ures hasta La Salada se necesita viajar por el camino sin pavimentar antes mencionado.

B) POBLACION Y CULTURA

El pueblo de Ures se localiza en el Municipio del mismo nombre, cuenta con una población de 10000 habitantes, aproxima-

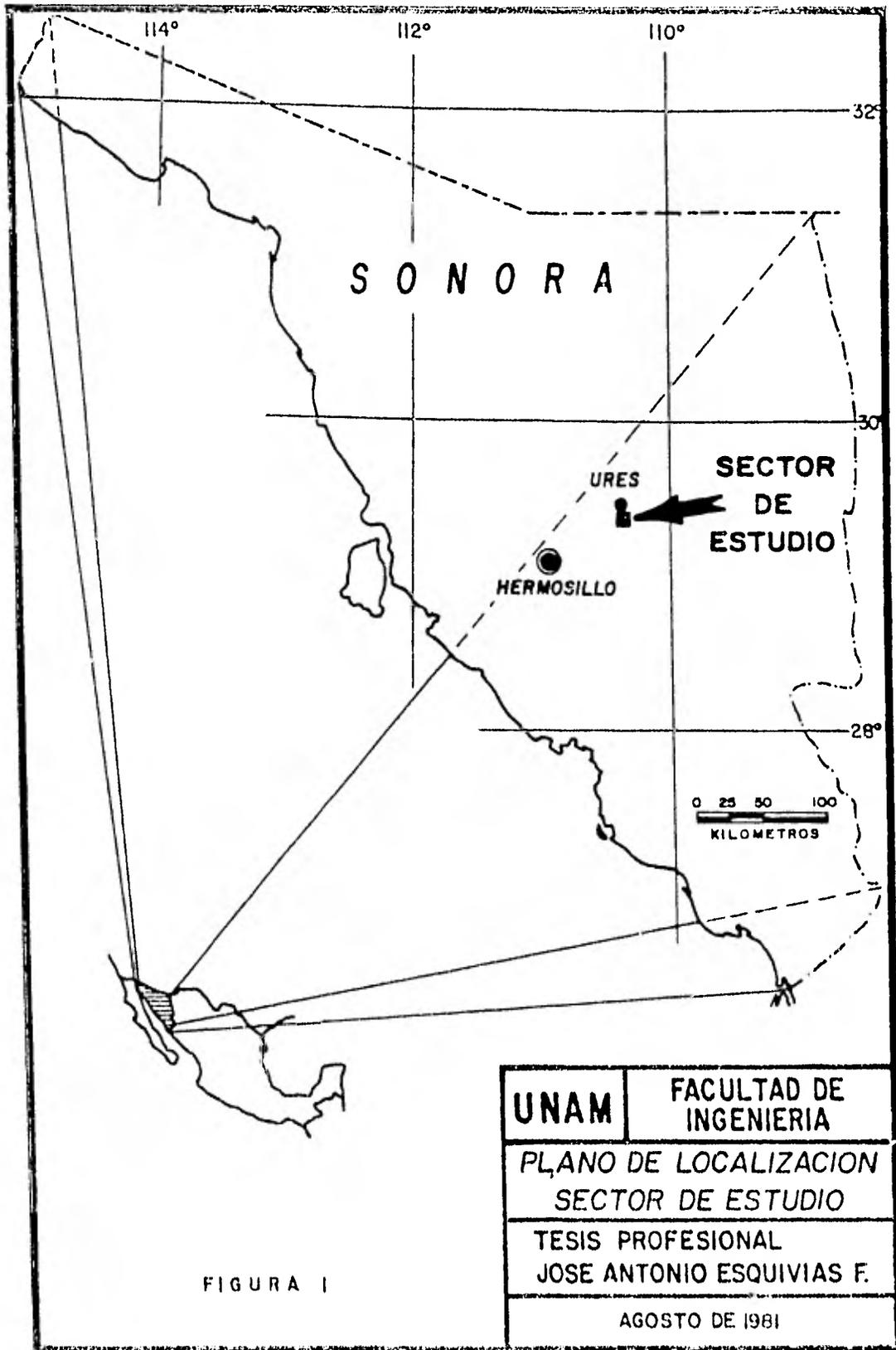


FIGURA I



VISTA GENERAL DE LA SALADA, EL YACIMIENTO MINERAL
SE LOCALIZA EN MEDIO DE LOS DOS CERROS EN PRIMER -
PLANO.



VISTA GENERAL DEL AREA MOHINO - LA RAJA, CONSTITUIDA
CASI EXCLUSIVAMENTE POR LA SECUENCIA VOLCANOSEDI-
MENTARIA.

FOTOGRAFIA 2

damente.

Las ocupaciones principales de la gente de la región son - la agricultura, la ganadería y el comercio, en orden descendente de importancia. Se dedican al cultivo del maíz, frijol, trigo, sorgo, caña de azúcar, chile, limón. Dentro de la ganadería se ocupan del ganado vacuno, porcino y equino.

Ures cuenta con una escuela primaria, una secundaria y una preparatoria. Además posee los siguientes servicios públicos: - agua, luz, teléfono, telégrafo, radio, banco, clínica del IMSS, cine.

C) VEGETACION Y FAUNA

La vegetación presente en el área es del tipo árido y semi árido, siendo las especies más comunes las siguientes: palofierro (*Olneya tesota*), mezquite (*Prosopis juliflora*), Paloverde - (*Cercidium microphyllum*), Uña de gato (*mimosa laxiflora*), Garambullo (*Celtis pallida*), Palo blanco (*Ipomoea arborescens*), Choyas, Nopal, Sibiri (*Opuntia spp.*), Pitaya (*Lemnaireocercus thurberi*), Zacate liebrero (*Boutelova rothorockii*), Torote (*Bursera - spp.*), ocotillo macho (*Fouquieria macedougallii*). (Ref. Instituto de Biología, UNAM).

La fauna principal es la siguiente: Liebre (*Lepus californica*), coyote (*canis letrans*), Venado cola blanca (*Odocoileus - virginianus*), Conejo (*Sylvillagus spp.*), Vibora de cascabel y - Correcaminos. (Ref. Instituto de Biología, UNAM).

Entre las aves tenemos; Tortolita, Codorniz, Cuervo, Cardenal, Paloma, Pato.

D) CLIMA

El clima predominante es el seco o estepario, de semicálido a cálido, con una temperatura media anual que fluctúa entre los 18 y 24°C, siendo la temperatura del mes más frío menor a los 18°C. La oscilación es mayor de 14°C. (Carta de DETENAL, - Hoja Hermosillo 12 R-IV).

El clima es muy extremo; presenta el régimen de lluvias principalmente en el verano, aunque existe un porcentaje de lluvia invernal que varía entre 5 y más del 10.2 de la totalidad anual. La precipitación media anual es de 450 mm.

E) FISIOGRAFIA

E.1) Ubicación Fisiográfica

La zona de estudio se encuentra localizada en la proximidad del límite Sureste de la Provincia Fisiográfica Zona Desértica de Sonora (M. Alvarez Jr. 1969). Esta provincia está limitada al Oeste por la Provincia Sierras de Baja California (Subprovincia Cristalina); al Este por la Provincia Sierra Madre Occidental, al Sur por la Llanura Costera de Sinaloa y al Norte por la continuación de la Provincia de Arizona.

La Provincia Zona Desértica de Sonora sigue una orientación aproximada Noroeste con 30°. Su longitud máxima es de 800 kilómetros (Ver Figura 2).

Esta provincia se caracteriza por unidades geomorfológicas que tienen una orientación NNW-SSE, constituidas por rocas Precámbricas (Ígneas y Metamórficas), Paleozoicas marinas muy fracturadas y metamorfizadas y Mesozoicas, tanto sedimentarias (calizas), como volcánicas (andesitas) y plutónicas como graní

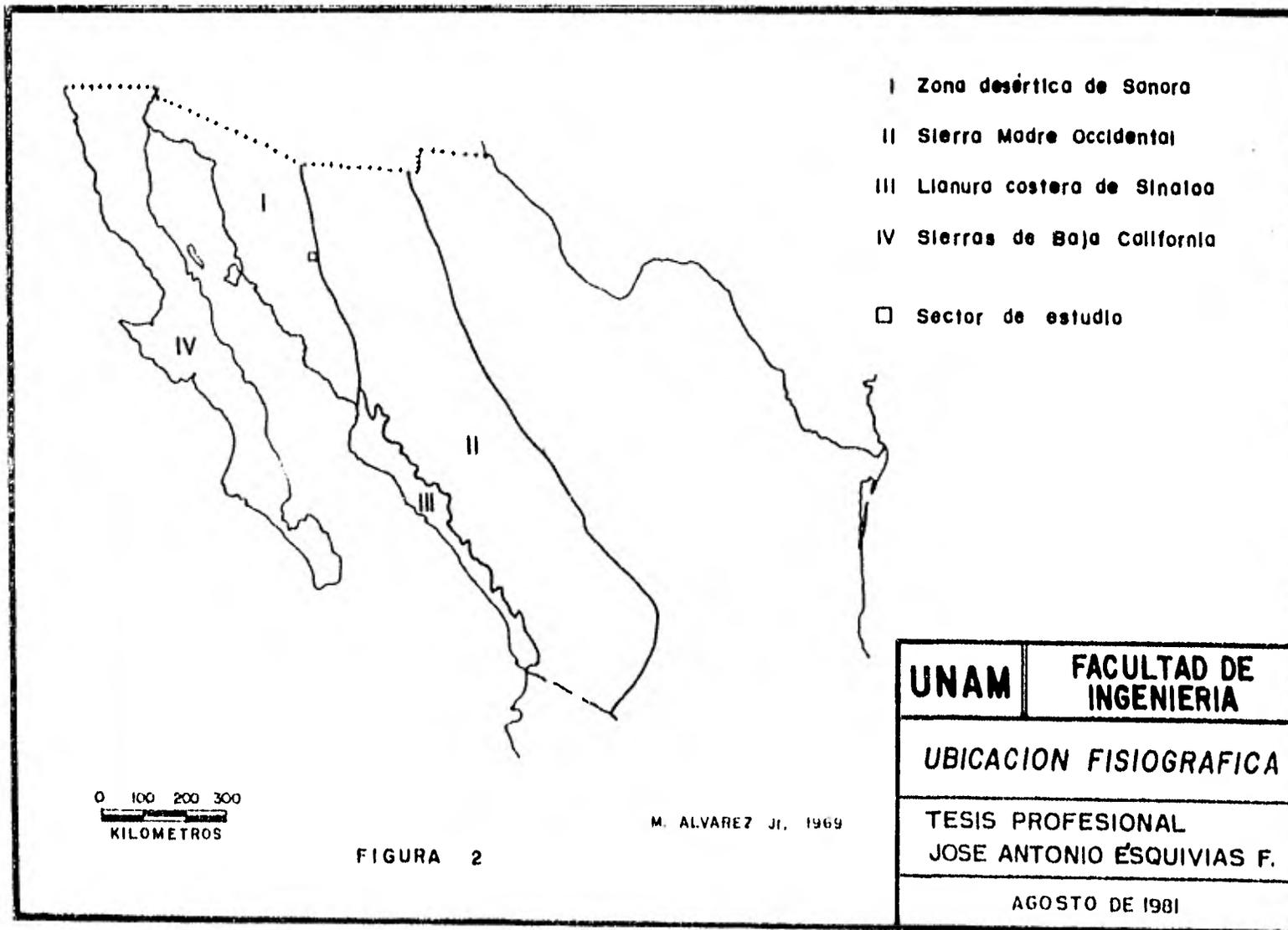


FIGURA 2

M. ALVAREZ JR. 1969

tos y granodioritas en la porción W de la provincia.

La red hidrográfica de esta provincia, está constituida por corrientes de tipo intermitente como corresponde a los climas desérticos, áridos y semiáridos. En algunas áreas pueden verse cuencas endorréicas, características de los desiertos. El curso dominante en las principales corrientes fluviales es Norte-Sur y Noreste-Suroeste. En general puede decirse que el tipo de desagüe más importante es el de enrejado - característico de regiones en que se presenta una alternancia de rocas suaves y duras y que además está controlado por accidentes tectónicos y estructurales. Muy localmente se observan sistemas de desagüe de tipo dentrítico que cubre pequeñas áreas.

E.2) Hidrografía

En el área de trabajo se localiza el Arroyo Ures, el principal de la misma, este tiene algunos tributarios de menor importancia como son los Arroyos: Uvalama, Las Escobas, Las Pozas, entre otros. El Arroyo Ures es de tipo temporal, desemboca en el Río Sonora, siendo éste importante en el Estado porque sus aguas alimentan en parte a la Presa Abelardo L. Rodríguez situada a un costado de la Ciudad de Hermosillo.

El Río Sonora corre en dirección Sur y Suroeste, ubicándose en la parte central y Noreste del Estado. Este río pertenece a la vertiente del Pacífico.

Localmente en la zona correspondiente a La Salada, el desagüe principal está controlado por rasgos de tipo tectónico y estructural esencialmente.

E.3) Geomorfología

En general en el área La Salada se aprecia un cambio notable en la geomorfología; hacia la parte Norte y Noreste del Arroyo Ures predomina una topografía un poco abrupta dada por rocas intrusivas graníticas y rocas metamórficas, dentro de estas últimas sobresalen unos crestones de cuarzo que corren en dirección NE-SW 30° aproximadamente.

Hacia la porción Sur y Sureste se presenta una topografía menos abrupta con excepción de unos cuerpos prominentes constituidos por capas muy inclinadas del conglomerado Báucarit y unas rocas volcánicas. El resto de esta área muestra lomeríos suaves que son cruzados por arroyos pequeños, esta parte está constituida principalmente por el conglomerado continental ya mencionado y depósitos aluviales.

Al Oeste del Arroyo Ures, por donde corre una falla, tenemos una secuencia volcanosedimentaria que origina una topografía abrupta, en esta porción la diferencia en elevación alcanza hasta 300 metros.

Como ya se mencionó, el desagüe y en parte la topografía están controlados por patrones de tipo tectónico y estructural; no se puede hacer a un lado la intensa actividad erosiva que ha sufrido el área, prueba de ello son grandes espesores de rocas mesozoicas que fueron casi completamente eliminadas al verse expuestas a fuertes movimientos epeirogénicos y simultáneamente a una fuerte erosión.

En base al buen desarrollo del desagüe que muestra toda la zona y a la avanzada acción erosiva, se puede considerar al área de trabajo dentro de la etapa madurez temprana.

III. GEOLOGIA

III.1 GEOLOGIA REGIONAL

Las rocas más antiguas de la región corresponden al basamento metamórfico constituido por cataclasitas y ortogneises, su edad no ha sido determinada, puede variar del Paleozoico Tardío al Mesozoico Temprano. Estas rocas metamórficas afloran en la ribera derecha del Arroyo Ures en el área de La Salada.

Descansando discordantemente sobre el basamento, se tiene una secuencia volcanosedimentaria de edad Cretácica que está expuesta principalmente en la parte Oeste del Arroyo Ures. El yacimiento de La Salada parece corresponder a la base de esta secuencia volcanosedimentaria, por encontrarse incluido en rocas de carácter sedimentario (conglomerado basal). El depósito mineral está ubicado en la ribera derecha del Arroyo Ures, casi en la intersección de las fallas La Salada y Ures.

Tanto el basamento como las rocas volcanosedimentarias fueron intrusionadas durante el Terciario Temprano por el plutón granítico de Sonora. Este batolito originó grandes movimientos epeirogénicos y basculamientos, produciendo consecuentemente una fuerte erosión.

Durante el Terciario Tardío y principios del Cuaternario se depositó en el Suroeste de Estados Unidos y Noroeste de México (principalmente Sonora) un conglomerado continental que descansa discordantemente sobre secuencias volcánicas, volcanosedimentarias e inclusive sobre rocas metamórficas, como sucede en las proximidades de Ures. En algunas partes del

Estado de Sonora, se han observado fragmentos del plutón granítico incluidos en el conglomerado (King, 1934), lo que comprueba que este último es posterior al Terciario Temprano o Medio.

Cubriendo parcialmente a las rocas mencionadas se depositaron sedimentos aluviales y de talud del Cuaternario.

III.2 GEOLOGIA LOCAL

A) UNIDADES LITOLÓGICAS

A continuación se describirán todas las unidades litológicas presentes en el área de estudio, haciendo notar que estas descripciones están basadas en observaciones de campo y laboratorio (Petrografía) excepto la unidad volcanosedimentaria en el área La Raja-Mohino, cuyas descripciones son de campo únicamente.

- BASAMENTO METAMORFICO

El basamento metamórfico está constituido por cataclasitas y en menor proporción ortogneises, ambas rocas derivadas de metamorfismo dinámico sin haber alcanzado etapas de milonitización. (Ver fotografía 3).

La edad de estas rocas no se pudo determinar por sus relaciones de campo; se le asignó una edad variable del Paleozoico Tardío al Mesozoico Temprano o Medio. Las rocas que se han reportado del Paleozoico en el Estado de Sonora son de constitución sedimentaria principalmente, teniendo cuarcitas, calizas, lutitas filíticas, areniscas, sin embargo cerca del área de trabajo no se han reportado cataclasitas o gneises. En los alrededores de Ures se encontraron algunas ocurrencias de calizas alteradas y otras rocas sedimentarias paleozoicas (según Flores, 1929).

En las proximidades de Mazatán, que se localiza al sureste de Ures, como a 70 kilómetros se han encontrado algunas rocas de metamorfismo regional como esquistos o gneises que fueron fechadas con edad Jurásica (Roldán, comunicación personal) Estas rocas pudieran ser de la misma edad que el basamento me-



CATACLASITA; SE APRECIAN BANDAS Y MASAS DE CUARZO DEFORMADAS EN UNA MATRIZ CLORITICA PROVENIENTE DE POSIBLES FERROMAGNESIANDOS.

FOTOGRAFIA 3

metamórfico de La Salada.

La presencia de discordancias angulares con las rocas paleozoicas reportadas en Sonora y un cambio completo en el patrón de sedimentación en el Triásico tardío, apuntan hacia un tectonismo en esta región en la parte final del Paleozoico y principios del Mesozoico que se denomina Orogenia Sonorana; durante esta etapa orogénica también se pudieron haber originado las cataclasitas y ortogneises de La Salada.

Sin afirmar la edad de estas rocas metamórficas se les va a considerar del Paleozoico tardío en base a lo expuesto.

Unicamente en el área del yacimiento estudiado se observó el contacto con las rocas suprayacentes, la base de una secuencia sedimentaria o posiblemente volcanosedimentaria que se le asignó una edad cretácica, siendo este contacto discordante, marcando un posible hiatus, el cual puede abarcar desde el Paleozoico tardío hasta el Cretácico o posiblemente dicho hiatus sea menos extenso si las cataclasitas son mesozoicas.

Generalmente en las rocas metamórficas se puede distinguir la roca preexistente. En las cataclasitas se aprecian texturas y mineralogía de algunos fragmentos de las rocas originales, se derivan de rocas ígneas intrusivas principalmente: granitos, granodioritas, antiguos diques en rocas graníticas como dioritas o sienitas alcalinas.

Las texturas de las cataclasitas son variadas, dependiendo de la roca original, se observaron texturas granudas de grano grueso, porfídicas, brechoides o cataclásticas. Algunos ejemplares de mano o sección delgada de roca, muestran más claramente las texturas cataclásticas, esto se debe a los movimientos de flujo o cizallamiento que ocurrieron dentro de la

roca durante la deformación, variando de acuerdo a distintas intensidades en los esfuerzos y también a la competencia de las rocas. Megascópicamente se pueden observar bandas, lentes y masas irregulares de cuarzo que fueron plegadas y en ocasiones falladas, quedando incluidas en una matriz cloritizada.

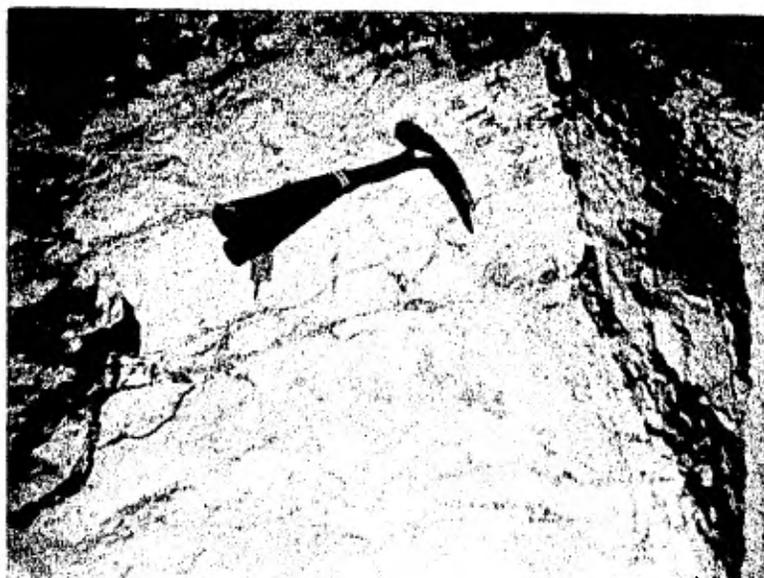
Microscópicamente la mineralogía de las cataclasitas presenta en mayor o menor grado el metamorfismo a que fueron sometidas, así observamos algunos minerales rotos, deformados o suturados entre sí. El cuarzo muestra en ocasiones extinción ondulante, que refleja los esfuerzos mencionados.

Los ortogneises provienen esencialmente de rocas graníticas alcalinas, observándose en ellos verdaderas texturas gneissicas. Megascópicamente se aprecian bandas de cuarzo, feldespatos y láminas de muscovita que en partes ha sido alterada a clorita. Microscópicamente pueden o no presentar textura bandada y en ocasiones la textura es casi cataclástica. Los ortogneises en general son de grano grueso a medio.

En general el basamento metamórfico presenta hasta por lo menos 65 metros de profundidad (comprobado por barrenación de diamante) una clara alternancia de cataclasitas y ortogneises, con innumerables brechas de falla y algunos diques de composición diorítica o sienítica.

Los ortogneises o cataclasitas muestran un gran número de fracturillas rellenas por cuarzo principalmente o sulfuros como: pirita, galena, calcopirita o esfalerita; en ocasiones se encuentran en forma diseminada. El más abundante de los sulfuros es la pirita que alcanza porcentajes de hasta un 3%, el resto de los sulfuros varían de un 1% o trazas solamente. (Ver fotog. 4).

Como se mencionaba, los diques son principalmente de com-



CATACLASITA QUE PRESENTA EL STOCKWORK CON VETILLAS DE CUARZO, CALCOPIRITA, GALENA Y PIRITA. LAS CATACLASITAS CON EL RAMALEO DE VETILLAS SUBYACEN AL YACIMIENTO FRAGMENTAL DE LA SALADA.

FOTOGRAFIA 4

posición diorítica, de grano medio a fino; en ocasiones con -
textura poiquilitica. Se encuentran cloritizados parcial o to-
talmente. En estos diques existen por lo general diversas veti-
llas con cuarzo, galena, calcopirita y pirita, también se iden-
tificaron pirita y magnetita diseminadas, esta última no visi-
ble con lupa.

Es muy probable que algunos diques sean anteriores a las
etapas de metamorfismo, es decir intrusieron a las rocas pre-
metamórficas (granitos, granodioritas) y posteriormente todas
ellas en conjunto participaron de esfuerzos dinámicos. Lo ante-
rior se puede afirmar porque los diques presentan minerales ro-
tos, incompletos, deformados y a veces suturados entre sí, que
son síntomas de metamorfismo dinámico.

- UNIDAD VOLCANOSSEDIMENTARIA

Descansa discordantemente sobre el basamento metamórfico, su edad no pudo ser determinada por no encontrar ningún horizonte índice o contenido fosilífero, sin embargo puede correlacionarse con otros eventos volcanosedimentarios que sucedieron en la región Noroccidental del país.

En Sonora, la presencia de discordancias angulares con las rocas suprayacentes respecto a las de edad Paleozoica y un cambio completo en el patrón de sedimentación, indican un tectonismo a fines del Paleozoico y principios del Mesozoico que es denominado Orogenia Sonorana. De tal manera que la sedimentación Mesozoica comenzó tardíamente en el Triásico y siguió con interrupciones durante el Jurásico y Cretácico. Los sedimentos depositados constan en gran parte de materiales clásticos, con mezcla cada vez mayor de material volcánico. Litológicamente las rocas volcánicas Mesozoicas de Sonora consisten de una gruesa secuencia volcanoclástica con potentes intercalaciones de grauvacas y lavas de tipo andesítico.

Hasta ahora la identificación de rocas volcánicas del Cretácico Temprano se ha realizado tentativamente en la parte sur del centro de Sonora y en la costa. El vulcanismo del Cretácico Temprano fue predominantemente andesítico y sus productos fueron depositados en agua (como lo indican la interstratificación de andesitas, tobas y aglomerados con calizas) en cuencas locales que probablemente conectaron con el mar existente hacia el Oriente del Estado.

Localmente en el área de La Salada, se tiene una alternancia de rocas volcánicas que varían en composición de andesítica a riolítica, junto con horizontes de areniscas feldespáticas y tobas arenosas, haciendo notar que las rocas volcá-

nicas predominan en cuanto a espesor y abundancia respecto a las sedimentarias. Señalando la región de La Salada en un mapa paleogeográfico generalizado del Cretácico temprano de Sonora, (Solano, 1975) (ver figura 3) se observa que esta área está localizada en una franja de ambiente volcánico principalmente; con esto solamente se formula que la secuencia volcanosedimentaria de La Salada puede ser de edad Cretácica.

En el área estudiada únicamente se puede observar la base de la unidad en contacto discordante sobre el basamento metamórfico, se trata de un conglomerado basal constituido esencialmente por fragmentos derivados de las cataclasitas y ortogneises, los que se encuentran cloritizados en gran parte, estos fragmentos varían en tamaño desde 1 mm. hasta 10 cm. aproximadamente y los constituyentes menores son clastos del tamaño de arenas de grano medio a grueso, correspondientes a fragmentos de rocas metamórficas y cuarzo. Inmediatamente arriba -estratigráficamente del conglomerado basal descansan unas areniscas de grano medio regularmente estratificadas, se les puede observar cerca del arroyo Las Escobas (ver plano geológico, área La Salada).

El yacimiento brechado de La Salada descansa directamente sobre las rocas metamórficas, estando incluido dentro de un conglomerado basal. (Ver fotografía 5).

La secuencia volcanosedimentaria junto con el depósito mineral fueron afectados por una falla normal y de tijera, denominada falla La Salada que corre por el Arroyo Ures. El bloque sur es la porción hundida, la cual debe contener parte de la secuencia volcanosedimentaria y parte también del yacimiento mineral.

Una porción de la unidad volcanosedimentaria aflora al -

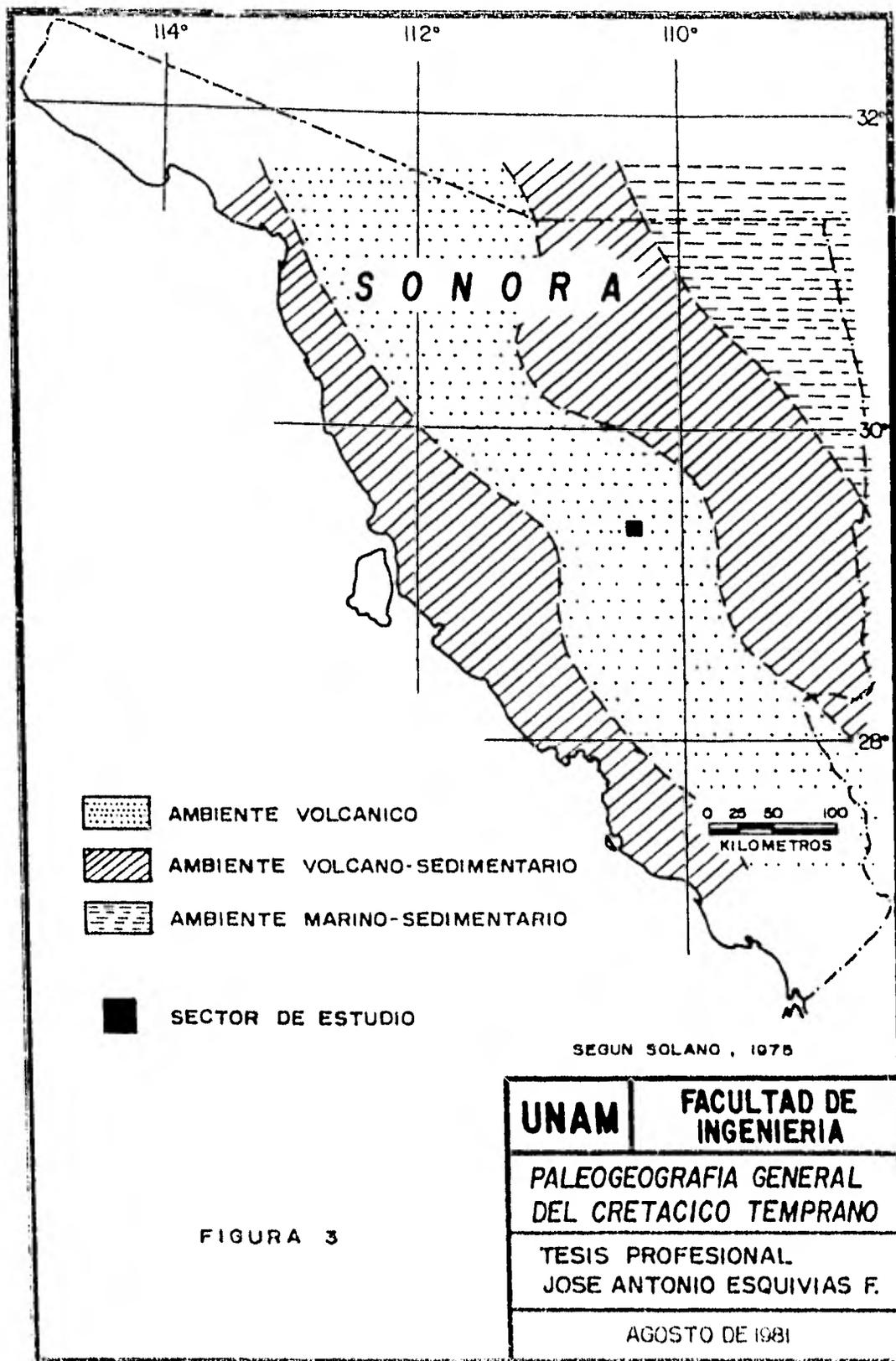
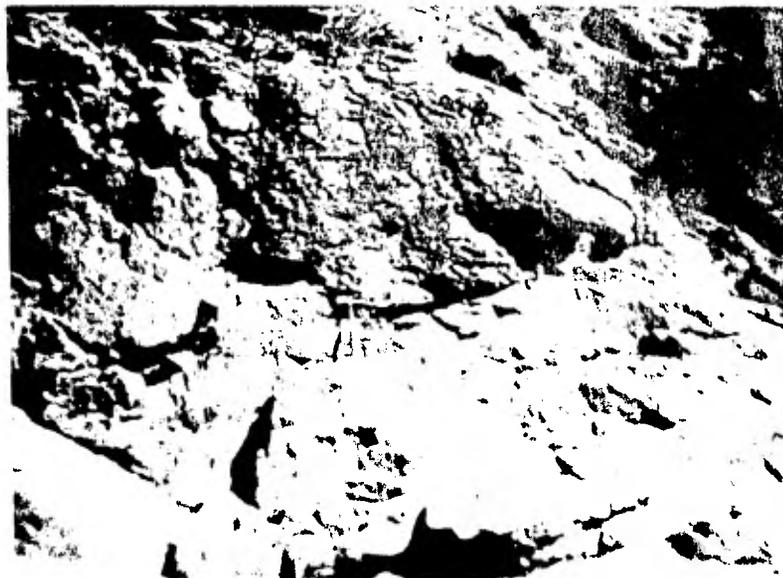


FIGURA 3



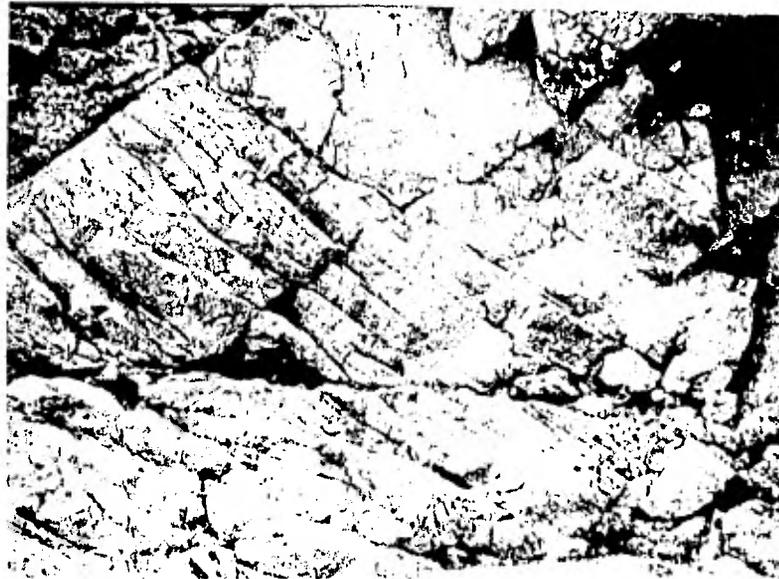
CONTACTO DISCORDANTE ENTRE LAS CATACLASITAS (PORCION INFERIOR) Y UN CONGLOMERADO BASAL QUE PUEDE SER LA BASE DE LA SECUENCIA VOLCANOSSEDIMENTARIA.

FOTOGRAFIA 5

Deste de La Salada en el bloque levantado de la falla Ures que corre por el arroyo del mismo nombre con un rumbo NW30°; se ha supuesto que el conglomerado basal representa la base de toda esta secuencia; esta suposición se basa únicamente en el carácter sedimentario (areniscas y conglomerados) de las rocas que sobreyacen directamente al basamento, además considerando el movimiento que tienen las fallas Ures y La Salada principalmente. Por otra parte al sureste de los tajos de La Salada, en la ribera izquierda del Arroyo Ures, existen unos afloramientos de una toba lítica-cristalina de composición ácida, la cual pertenece a la secuencia volcanosedimentaria cretácica, estas tobas se encuentran en contacto con la formación Báucarit por medio de una falla normal de rumbo NW30° aproximadamente, siendo el bloque hundido el occidental, precisamente el que contiene al conglomerado y traquiandesitas de la formación Báucarit. (Ver fotografía 6).

Las tobas lítica-cristalinas de La Salada, se observan megascópicamente muy alteradas a caolín o sericita, presentando además un fuerte fracturamiento; al microscopio se distinguen fragmentos de rocas ácidas, cristales de feldespatos potásicos y plagioclasas alteradas a caolín y sericita; la matriz está constituida por cuarzo y feldespatos alterados, se clasificó como una toba lítica-cristalina riolítica-riodacítica.

La secuencia volcanosedimentaria correspondiente al bloque levantado de la falla Ures es denominada área Mohino-La Raja por ser los nombres de un cerro prominente y un rancho importante de esta zona, respectivamente. Esta secuencia consta en gran parte de rocas félsicas con estratificación echada al este y noreste con 40-70°, definiendo un monoclinal. Esta unidad se encuentra muy fallada impidiendo correlacionar a las rocas de unos bloques con otros, quedando dudas con respecto a la posición estratigráfica de ciertos horizontes.



TOBAS RIOLITICO-RIODACITICAS CONSIDERADAS DENTRO
DEL PAQUETE VOLCANOSEDIMENTARIO, DONDE SE PUEDE
APRECIAR EL DIACLASAMIENTO. ESTE AFLORAMIENTO --
SE LOCALIZA EN LA RIDERA IZQUIERDA DEL ARROYO --
URES EN LA SALADA.

FOTOGRAFIA 6

Se hará una breve descripción de la columna de esta área, la cual se propone como la más factible de ser correcta. Se hace hincapié en que no se realizó mucho detalle en esta área por no presentar ningún yacimiento similar al de La Salada o algún otro de interés económico; la geología de la zona Mohino La Raja se presenta en el plano correspondiente a escala 1:25000.

Columna Litológica del Area
Mohino - La Raja

Qat	Aluvi6n y dep6sitos de talud
Tcb	Conglomerado continental Báuçarit
Tig	Batolito granítico de Sonora
Kriol	Riolitas blancas, afaníticas
Kcri	Conglomerado tobáceo riolítico
Ktla	Tobas líticas ácidas
Krd	Derrames y tobas riolítico-riodacíticas
Kctr	Conglomerados tobáceos y tobas riodacíticas
Ktf	Tobas feldespáticas traquiandesíticas
Ka	Areniscas líticas y feldespáticas
Kta	Tobas andesíticas
Kfa	Feldsarenitas (areniscas feldespáticas)
Ktr	Tobas rojas cristalinas y líticas
Ktot	Tobas lítico-cristalinas y conglomerados tobáceos
Kat	Areniscas y areniscas tobáceas
Krp	Riolita porfídica

Ktl	Tobas líticas y cristalinas
Kagt	Tobas y aglomerados tobáceos
Ktig	Tobas líticas e ignimbritas
Krs	Riolita blanca superior
Kar	Areniscas rojas
Kri	Riolita blanca inferior

- Descripción de las unidades litológicas.

Estas descripciones se harán de acuerdo al orden acostumbrado, de la más antigua a la más joven, las cuales están basadas únicamente en observaciones de campo.

Kri- Riolita blanca inferior

Es la parte más antigua de la columna estratigráfica observada en el área Mohino-La Raja, constituida por derrames de composición riolítica de color blanco; su textura es afanítica y cripto-cristalina.

Algunas características de estas riolitas son unas "concreciones" rojizas con centro vacío. Además incluye a unos xenolitos microfracturados. Dentro de la mineralogía se distinguen pequeños ojos de cuarzo y feldespatos.

Kar- Areniscas rojas

Sobreyacen a las riolitas Kri, son de color café-rojizo, de grano medio a grueso. Se clasificó como una feldsarenita lítica; en general muestra cristales de feldespatos, algunos de

cuarzo y en menor proporción fragmentos de rocas volcánicas - ácidas. Tienen un rumbo aproximado NW35° con echados al NE de - 35-60°.

Krs- Riolita blanca superior

Se trata de unas riolitas blancas con textura afenítica. Descansan concordantemente sobre las areniscas Kar; también - presenten las concreciones rojas y las estructuras fragmenta-- rias alargadas que ya se mencionaron en la riolita Kri.

Ktig- Tobas líticas e ignimbritas

Esta unidad está formada por tobas líticas y por ignimbri-- tas de composición ácida, riodacítica-riolítica, son de color café y gris. Muestran texturas de flujo, eutaxíticas y brechoi-- des. Algunas brechas volcánicas incluyen fragmentos con textu-- ras fluidales. Estas ignimbritas y tobas descansan concordante-- mente sobre los derrames riolíticos Krs.

Kagt- Tobas y aglomerados tobáceos

Sobreyaciendo a las ignimbritas y tobas Ktig, se tiene un paquete de tobas y aglomerados tobáceos de composición interme-- dia, andesítica-latítica. Los fragmentos de roca corresponden a tobas cristalinas, algunos de sus cristales están bien desa-- rrollados, de hasta 1 cm. de longitud. El tamaño de los frag-- mentos de roca llega a ser de 15 cm.

Ktl- Tobas líticas y cristalinas

Esta unidad sobreyace a los aglomerados, está constituida por tobas lítico-cristalinas de composición intermedia-ácida. Con clasificación de campo se le asigna una composición que -

varía entre latita y riolita. Son rocas de color verde y gris; el tamaño del grano es de medio a fino.

Krp- Riolita porfídica

Es una riolita con matriz afanítica y fenocristales de cuarzo y feldespato potásico. Son rocas de color blanco y café claro; su relación con las tobas Ktl no se observó en el campo porque no se tiene ningún contacto entre ambas; sin embargo se ha asumido que estas riolitas son más jóvenes, ya que se encuentran en el bloque hundido de una falla normal, por lo tanto se trata de rocas más jóvenes.

Kat- Areniscas y areniscas tobáceas

Es un pequeño horizonte de areniscas y areniscas tobáceas, se clasificó como una feldsarenita de grano medio, de color gris y verde, además se encuentra bien estratificada. Junto con las riolitas Krp y las unidades suprayacentes, estas areniscas presentan un plegamiento de las capas, haciéndolas girar de un rumbo NW50° a casi oeste, los echados se conservan al NE y norte.

Ktct- Tobas lítico-cristalinas y conglomerados tobáceos

Descansa concordantemente sobre las areniscas Kat, son tobas lítico-cristalinas y tobas cristalinas de color gris; algunas de ellas muestran diaclasamiento, el cual origina que se partan en forma de lajas. También se tienen unos conglomerados tobáceos de igual composición ácida, probablemente riolítica.

Ktr- Tobas rojas cristalinas y líticas

Consta de tobas lítico-cristalinas y líticas, todas de

composición ácida, riódacítica-riolítica. En ocasiones se distingue una buena estratificación, indicando plegamientos en algunas partes. Al igual que las areniscas siguen un rumbo NW45° que cambia a casi Oeste.

Kfa- Feldsarenitas (areniscas feldespáticas)

Son dos horizontes delgados de areniscas con espesores máximos de 25 metros, se clasificaron como feldsarenitas y areniscas tobáceas. Son de color café y verde; muestran una buena estratificación.

Están en contacto concordante normal con las tobas Ktr, representando interestratificaciones dentro de las tobas, es decir breves lapsos de inactividad volcánica.

Kta- Tobas andesíticas

Son tobas cristalinas principalmente, de composición andesítica. En general son de color oscuro, verde o café, la matriz es de grano fino, a veces criptocristalina, también oscura. Los fenocristales son principalmente de plagioclasa y anfíbol.

Estas rocas andesíticas descansan sobre las areniscas Kfa, pero su contacto es aparentemente por falla normal. Hacia la parte superior, esta unidad se vuelve aglomerática conservando la misma composición (andesítica-traquiandesítica). Esta característica se observa hacia el contacto con la unidad suprayacente constituida por areniscas.

Ka- Areniscas líticas y feldespáticas

Es un horizonte arenoso y arenoso-tobáceo. Sobreyace con

cordantemente a las tobas andesíticas, mostrando en general - una estratificación muy clara con rumbos casi Norte-Sur con - echados al Este, que varían de 50 a 70°.

Hacia la base presenta este horizonte unas feldsarenitas verdes y rojas y hacia la parte superior unas feldsarenitas - tobáceas de color café-rojo con una estratificación menos notable.

Ktf- Tobas feldespáticas traquiandesíticas

Este horizonte está constituido por tobas de cristales y lítico-cristalinas de composición andesítica-traquiandesítica; su color es verde oscuro.

Estas tobas son muy parecidas en composición y textura a las tobas Kta que subyacen a las feldsarenitas. Dentro de su mineralogía se distinguen cristales bien desarrollados de anfíboles y plagioclasas. La matriz es criptocristalina.

Kctr- Conglomerados tobáceos y tobas riódacíticas

Son tobas y conglomerados tobáceos de composición ácida, que descansan discordantemente sobre las tobas intermedias. - Estas tobas ácidas son líticas con fragmentos pequeños de roca, no sobrepasan los 2 cm. de diámetro, muestran texturas - que varían de afanítica a tobácea, pero todos ellos corresponden a posibles riódacitas o algunas otras rocas ácidas.

El conglomerado tobáceo está constituido por fragmentos redondeados y hasta subangulosos de riolitas con texturas - afaníticas y fluidales.

Krd- Derrames y tobas riolítico-riodacítica

Sobreyaciendo a las tobas y conglomerados tobáceos descansan concordantemente unos derrames y tobas riolítico-riodacíticas. Una de las texturas predominante en este paquete es la de flujo, donde se observan bandas de cuarzo; feldespatos y plagioclasas alineados en franjas, dispuestas en una matriz de grano fino siguiendo el sentido de las líneas de flujo.

Otra textura presente es la afanítica con algunos fenocristales de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasas, en ocasiones hubo desarrollo de biotita. También se observaron texturas tobáceas.

La mayoría de estas rocas son de color café-rojizo, en general no presentan estratificación, aunque se pueden medir algunos rumbos y echados muy locales, originados por las texturas de flujo.

Ktla- Tobas líticas ácidas

Sobreyaciendo concordantemente a los derrames y tobas riolíticas se encuentra un paquete de tobas líticas de composición ácida, posiblemente riolítica, sus fragmentos de roca no miden más de 1.5 ó 2 cm. de longitud, son de color gris. La matriz también de color gris, está constituida por cristales y probablemente cenizas, de la cual se distinguen feldespatos.

Keri- Conglomerado tobáceo riolítico

Sobreyace discordantemente a los derrames y tobas Krd, consiste de un conglomerado tobáceo de composición riolítica principalmente. Sus fragmentos varían de redondeados a subangulosos, y en tamaño alcanzan 6 cm. de longitud; estos fragmen

tos de roca muestran diversas texturas: afanítica, tobácea, - de flujo, pero todos corresponden a rocas ácidas, tal vez ríolíticas.

Este conglomerado no presenta una estratificación definida.

Riol- Riolitas blancas, afaníticas

Se consideran las rocas más jóvenes del paquete volcánico-sedimentario que aflora en el área. Su textura es afanítica y porfídica, la matriz criptocristalina. Se llegan a observar - fenocristales de feldespato potásico, algunos de plagioclasas y siempre se distinguen "ojos de cuarzo".

Estas rocas generalmente están diaclasadas; asimismo se aprecian algunos plegamientos. Su color varía de blanco a - beige.

- PLUTON GRANITICO DE SONORA

Este intrusivo granítico de Sonora, se ha supuesto en esta área de edad Terciario Temprano, asignándola ésta porque - en su prolongación hacia el Norte de Ures (en San Felipe de - Jesús) se le ha fijado una edad entre 36 y 50 millones de -- años (Roldán, 1976) que corresponde al Oligoceno-Eoceno. --- Otros autores en otras localidades lo consideran Mesozoico - Tardío. (King, 1934).

El intrusivo presenta una composición granítica calcoalcalina, mostrando textura fanerítica de grano medio a grueso. Microscópicamente su mineralogía es la siguiente: cuarzo, microclina, plagioclasa, muscovita.

En el área La Salada el plutón causó el levantamiento del basamento metamórfico junto con las rocas volcanosedimentarias cretácicas, originando una fuerte erosión de estas últimas, - por lo cual casi fueron eliminadas totalmente en La Salada; en algunos sitios quedaron pequeños remanentes de las rocas metamórficas descansando sobre el plutón, a manera de pequeños techos colgantes.

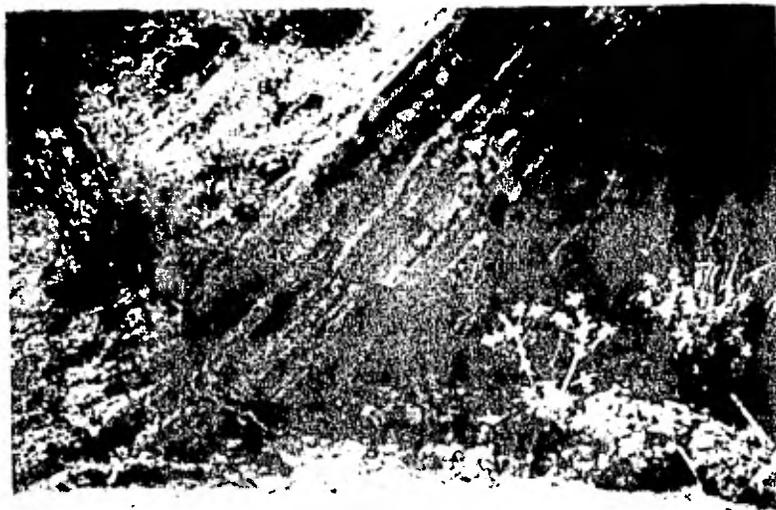
- FORMACION BAUCARIT

La formación Báucarit ha sido fechada como Terciario Tardío (King, 1931), basándose en restos de vertebrados, los que pueden corresponder al Terciario Tardío e inclusive al Cuaternario. (Ver fotografía 7).

La formación es de tipo continental, siendo principalmente un conglomerado, aunque presenta interestratificaciones de areniscas, basaltos y traquiandesitas. Se originó en valles y cuencas como depósitos intermontanos, lacustres y probablemente como abanicos aluviales procedentes de las sierras.

Este conglomerado se depositó sobre la unidad volcanosedimentaria y en ocasiones directamente sobre el basamento metamórfico. En el área de trabajo aflora en las riberas izquierda y derecha del Arroyo Ures en el tramo NW30° y en La Salada -- principalmente en la ribera izquierda, es decir en lo que sería el bloque del alto de la falla La Salada.

Localmente esta formación consiste de un conglomerado polimíctico formado por clastos y cantos derivados de rocas volcánicas ácidas principalmente, observándose también fragmentos de rocas metamórficas, todos cementados por una matriz ferruginosa constituida por fragmentos de roca del tamaño de limos y arenas. Dentro de los fragmentos más grandes se pueden distin-



CONGLOMERADO BAUCARIT. NOTESE LA FUERTE INCLINACION
DE LAS CAPAS.

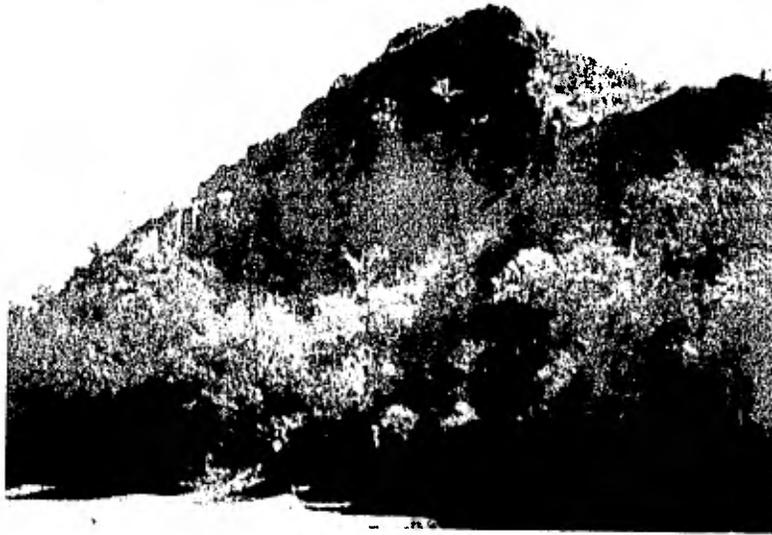
FOTOGRAFIA 7

quir riolitas, riocitas, riolitas porfídicas y fragmentos de cuarzo. En algunas partes del Estado se han reportado fragmentos del plutón granítico incluidos dentro del conglomerado -- Báucarit, aunque localmente no se observan. (King, 1934).

Los constituyentes del conglomerado varían de redondeados a subangulosos. Muestra estratificación gradual en algunas partes, generalmente se distingue una buena estratificación con -- rumbos NE05-30° y echados al Sureste entre 30 y 60°. Los estratos muestran espesores variables entre unos milímetros hasta -- 25 cm. aproximadamente, entendiéndose por estratos determinado -- espesor de clastos o cantos aproximadamente homogéneos en tamaño.

La fuerte inclinación de las capas se debe a los efectos de la falla La Salada, siendo normal y de tijera al mismo tiempo. El conglomerado Báucarit cubre una gran superficie al Este y Sur de las fallas Ures y La Salada respectivamente.

La formación Báucarit incluye también algunos derrames de rocas básicas e intermedias. Hacia la parte inferior de la formación se han encontrado derrames basálticos interestratificados con los sedimentos. En la Salada existe un derrame traquiandesítico que corona a un cerro alargado hacia el Sur, formado por el conglomerado. Las traquiandesitas muestran al microscopio una textura traquítica con fenocristales de labradorita y andesina y microlitos con la última de éstas principalmente, se distinguen cristales de plagioclasas zonadas y también -- fragmentos de rocas volcánicas con textura criptocristalina--afanítica. En general toda la roca está hematizada, al igual que todo el conglomerado. (Ver fotografías 8 y 9).



ASPECTO DE LA FORMACION BAUCARIT, DONDE SE OBSERVA
EL CONGLOMERADO CORCHADO POR UN DERRAME TRACUIAN -
DESITICO.

FOTOGRAFIA B



ARROYO URES EN LA PARTE DE LA SALADA. AL FONDO SE
TIENEN LAS TRAQUIANDESITAS DE LA FORMACION BAUCARIT.

FOTOGRAFIA 9

- ALUVION Y DEPOSITOS DE TALUD

Al Norte y Este de La Salada el aluvión y otros depósitos Cuaternarios cubren ligeramente a las rocas metamórficas y al granito.

Al Sur y Oeste, el Báucarit y las riolitas están parcialmente cubiertas por delgados espesores de aluvión, el que está constituido por clastos subredondeados y redondeados de granito principalmente, aunque también se observan clastos de cuarzo, gneises y cataclasitas. Además se tienen sedimentos aluviales del tamaño de arenas en los cauces amplios de los arroyos.

B) GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Las estructuras más importantes dentro del sector estudiado son las siguientes:

- Falla La Salada: Tiene un rumbo general NW75°, corre por el Arroyo Ures en La Salada, es de tipo normal y de tijera. Esta falla hizo caer al bloque sur, el que debe contener parte de la secuencia volcanosedimentaria y tal vez la continuación del yacimiento mineral de La Salada.

Las rocas metamórficas del basamento junto con las sedimentarias que incluyen al yacimiento están en contacto mediante la falla La Salada con el conglomerado Báucarit y aluvión - Cuaternario. Debido a los echados muy fuertes hacia el Sureste del conglomerado y también como se trata de rocas relativamente jóvenes, se supone que la falla tuvo el efecto de tijera mencionado, inclinando las capas del conglomerado y la traquiandesita Báucarit.

En La Salada existe una veta falla denominada Guadalupe, su rumbo es NE80° con un echado de 60° hacia el Sur. La falla Guadalupe levantó al bloque Norte que contiene al basamento y al conglomerado basal que se ha supuesto como la base de la unidad volcanosedimentaria. La veta falla presenta mineralización de Pb, Zn y Ag principalmente, además de una fuerte silicificación.

Dos estructuras más fueron inferidas en La Salada, son dos fallas de rumbo NW13° y NW05° (ver plano geológico de La Salada) ambas levantaron los bloques del Este, haciendo subir a las rocas metamórficas del basamento y a las volcanosedimentarias cretácicas y poniéndolas en contacto con la formación Báucarit de edad más joven. De estas dos fallas normales, la occidental parece ser la mejor definida, en primer lugar porque la estratificación del conglomerado y el horizonte de traquiandesitas es interrumpida por esta estructura, de tal forma que se tiene un escarpe más o menos bien definido con un rumbo NW10-13°.

- Falla Ures: Su rumbo preferente es NW30° , es una falla normal que corre por el Arroyo Ures, muestra el bloque levantado hacia el Oeste el que contiene a la unidad volcanosedimentaria y a la formación Báucarit, mientras que el bloque hundido incluye al plutón granítico, al basamento metamórfico, al yacimiento mineral de La Salada y al conglomerado Báucarit.

Otra falla importante es la que delimita la unidad volcanosedimentaria en la zona Mohino-La Raja; está localizada al Oeste de la falla Ures, su rumbo es NW30° . Esta falla pone en contacto al bloque levantado hacia el Este que presenta una topografía abrupta debido a la secuencia volcanosedimentaria y al Oeste al bloque hundido que muestra una topografía muy suave, debida al aluvión Cuaternario exclusivamente.

Dentro de la zona Mohino-La Raja se tienen diversas fallas con rumbos muy distintos (ver plano geológico regional), algunas de ellas fueron fotointerpretadas y comprobadas en el campo, otras únicamente son inferidas. Algunas de estas estructuras siguen rumbos similares a las fallas principales - como la falla Ures y otras son estructuras semicirculares. Debido al intenso fallamiento de esta área se dificultó la correlación de las distintas unidades volcanosedimentarias y - por consiguiente la elaboración de la columna estratigráfica.

Dentro de la zona Mohino-La Raja se tienen rumbos variados de la estratificación debido en parte a plegamientos y - también al intenso fallamiento, sin embargo el rumbo general de la estratificación es noroeste con echados al NE, suponiendo que se trata de una estructura monoclinal.

Otros pliegues son observados en esta secuencia volcanosedimentaria pero a nivel un tanto local, consisten principalmente de flexiones en el rumbo de las capas, las que se pueden apreciar perfectamente en la actitud de las areniscas y - tobas arenosas que son las rocas mejor estratificadas.

Otro tipo de estructuras identificadas en el campo fueron diaclasas que se presentan en las rocas volcánicas ácidas principalmente como las riolitas blancas del área La Raja. Este diaclasamiento no presenta un rumbo preferente, además se llegaron a observar pequeños pliegues muy locales.

C) HISTORIA GEOLOGICA

Las rocas más antiguas de la región de estudio son las cataclasitas y ortogneises del basamento metamórfico. Como ya se mencionó en su descripción litológica, su edad debe ser Paleozoica.

Las rocas pre-metamórficas (granitos, granodioritas) fueron intrusionadas por diques que varían en composición de dioritas a sienitas, estas intrusiones son pre-metamorfismo según se puede constatar mega y microscópicamente. Tanto estos diques y rocas pre-metamórficas más tarde constituirían las cataclasitas y ortogneises; precisamente en las postrimerías del Paleozoico y principios del Mesozoico debieron haber ocurrido las deformaciones de grado intenso que afectaron a las rocas originales de los ortogneises y cataclasitas, denominando a esta etapa tectónica: Orogenia Sonorana. Debido a un levantamiento del basamento originado durante esta Orogenia, se tuvo un hiatus que se supone comprende desde principios del Mesozoico hasta el Jurásico Tardío o Cretácico Temprano; es probablemente en el Cretácico cuando se registra una transgresión de los mares en esta zona, quedando ésta en una cuenca local que conectaba con el mar existente hacia el Oriente del Estado.

Durante el Cretácico se depositaron en la cuenca mencionada, sedimentos de origen volcánico y sedimentario, iniciándose estos depósitos con un conglomerado basal. El vulcanismo y sedimentación continuaron hasta fines del Cretácico o principios del Terciario.

El tectonismo y la actividad ígnea plutónica a fines del Mesozoico y principios del Cenozoico, concomitante con la Orogenia Laramídica causó movimientos epirogénicos de las

rocas paleozoicas y mesozoicas, así como procesos de extensión en la corteza terrestre que originaron grandes fallas de tipo normal y diversos pliegues.

Muy probablemente debido a esta actividad ígnea plutónica de fines del Cretácico y principios del Terciario, se originó el yacimiento original de sulfuros y barita de La Salada.

Durante el Terciario Temprano el plutón granítico de Songra causó el levantamiento del basamento y de la secuencia volcánosedimentaria, que originó una fuerte erosión de estas rocas. El plutón estuvo acompañado de otros intrusivos menores - como diques o stocks de diversas composiciones que cortaron a las rocas paleozoicas y mesozoicas e inclusive al mismo plutón.

Entre el Eoceno y Oligoceno continuaron los procesos de extensión de la corteza terrestre en esta región con esfuerzos de tensión en dirección Este-Oeste provocando fallas regionales de rumbo NW20° con la formación de Horst y Grabens. Esta actividad tectónica continuó también entre el Mioceno y el Plioceno, época en la cual se originó el conglomerado Báucarit con sus correspondientes derrames basálticos o traquiandesíticos. Esta formación se debió a la fuerte erosión de bloques levantados, depositándose como depósitos lacustres e intermontanos y tal vez como abanicos aluviales procedentes de las sierras.

Algunas de las fallas que afectaron al conglomerado Báucarit, es probable que se hayan desarrollado durante la Orogenia Laramídica y que a fines del Terciario o principios del Cuaternario hayan sido reactivadas, tal pudiera ser el caso de fallas como La Salada y Ures.

Durante el Cuaternario siguieron los depósitos aluviales en zonas bajas y cauces de los arroyos, con material aportado por cataclasitas, ortogneises, rocas volcánicas y sedimentarias, el plutón granítico y el conglomerado Báucarit.

IV. YACIMIENTO MINERAL

A) ANTECEDENTES

Hasta hace poco tiempo el yacimiento de La Salada era conocido solamente por algunos gambusinos y habitantes de la región, ya que se manifestaba únicamente como un afloramiento oxidado por los óxidos de cobre, plomo y hierro principalmente. (Ver fotografía 10).

Un gambusino del lugar llevó al Sr. Oswaldo Nenninger al yacimiento, quien abrió una cata encontrando sulfuros masivos de plomo y cobre. El Sr. Nenninger denunció de inmediato 10 hectáreas, al poco tiempo se asoció con el Sr. Eugenio Hernández, empezando la explotación de este pequeño cuerpo mineral; ambos extrajeron 92.5 toneladas de concentrado. Por otro lado, además de las 10 hectáreas denunciadas por Nenninger, el Sr. Hernández hizo un nuevo denuncia por 230 hectáreas, alrededor del lote original.

La sociedad Nenninger-Hernández fue terminada cuando el primero de ellos firmó un contrato de exploración con Servicios Industriales Peñoles; mientras esta compañía exploraba el yacimiento y sus alrededores, los señores Hernández y Nenninger continuaron la explotación de su parte correspondiente del cuerpo mineralizado. Más tarde ambos pequeños mineros abandonaron la explotación del mineral por el bajo tonelaje, malas leyes, distribución muy irregular de los sulfuros y bajos precios que recibían por sus concentrados.

Por otro lado, Peñoles dio por terminada la exploración del área al no encontrar yacimientos minerales adecuados a sus necesidades económicas, incluyendo el cuerpo de La Salada.



YACIMIENTO MINERAL, TRABAJANDOSE A CIELO ABIERTO.

FOTOGRAFIA 10

B) FORMA Y ESTRUCTURA DEL CUERPO MINERAL

El cuerpo de La Salada es un yacimiento mal estratificado de sulfuros masivos y barita brechados, dispuestos en forma de manto con dimensiones aproximadas de 40 x 75 metros de ancho y longitud respectivamente y de 40 a 80 centímetros de espesor. (Ver fotografías 11 y 15).

La pseudo estratificación sigue un rumbo general NW-SE con 45° y echados variables de 8 a 15° al Suroeste.

Este yacimiento se encuentra casi erosionado totalmente: hacia el Norte y Este se pierde por erosión, al Oeste está cubierto parcialmente por aluvión pero tiende a acuñarse. Hacia el Sur se pierde debajo de los sedimentos aluviales y además es cortado por la falla La Salada que corre a lo largo del Arroyo Ures. (Ver fotografía 12).

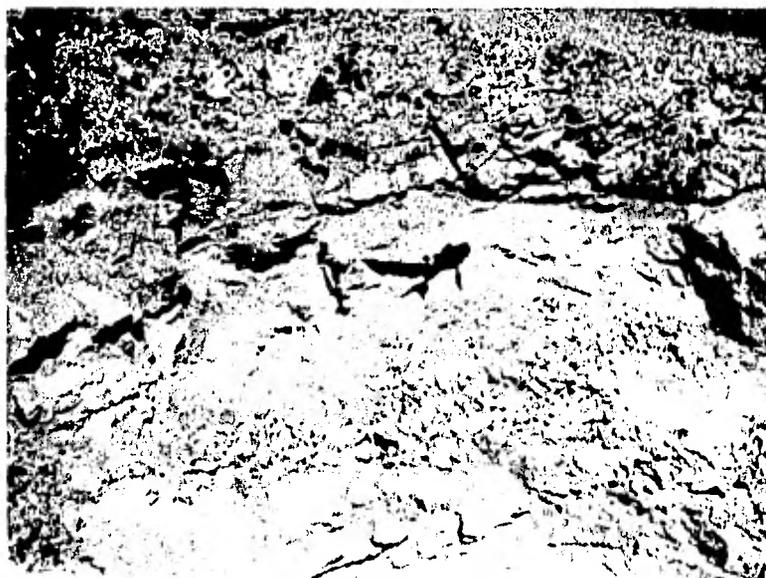
C) RELACION CON LA ROCA ENCAJONANTE

Los sulfuros y barita brechados del yacimiento se encuentran en estratos mal desarrollados de un conglomerado basal que puede ser la base de una secuencia volcanosedimentaria. Se dice que la estratificación está mal definida porque está marcada únicamente por el alineamiento de los fragmentos de roca, sulfuros y barita, es decir orientados burdamente de acuerdo a su mayor dimensión, sin embargo la gradación y clasificación del material es incipiente o nula en algunos casos.

La roca encajonante es completamente fragmentaria, mostrando fragmentos de sulfuros, barita, cuarzo, rocas sedimentarias, cataclasitas, posibles rocas volcánicas. Los fragmentos de barita y sulfuros son angulosos principalmente y los de rocas y cuarzo son redondeados. En la matriz son notables



VISTA GENERAL DE LOS TAJOS DE LA SALADA. SE NOTA EN LA PARTE INFERIOR IZQUIERDA LA SUPERFICIE DE ESTRATIFICACION DEL YACIMIENTO FRAGMENTAL.



AFLORAMIENTO EN UN POZO, DONDE SE NOTA EL CONTACTO ENTRE LAS CATACLASITAS EN LA PARTE INFERIOR (DONDE DESCANSA EL MARTILLO) Y EL PEQUEÑO ESPESOR DEL REMANENTE DE YACIMIENTO MINERAL EN LA PORCION SUPERIOR.

FOTOGRAFIA 12



EN PRIMER PLANO SE TIENEN LOS TAJOS EN LA PARTE DEL YACIMIENTO MINERAL; AL FONDO SE OBSERVA UN CERRO CONSTITUIDO PRINCIPALMENTE POR LAS CATACLASITAS DEL BASAMENTO.

FOTOGRAFIA 15

algunas bandas o láminas con cierta homogeneidad en el tamaño de los granos, estas laminaciones se distinguen mejor macroscópicamente. (Ver fotografía 13).

La roca encajonante se puede clasificar como una brecha, por poseer fragmentos de mineral o roca, algunos de hasta 12 centímetros de longitud, estos fragmentos son abundantes pero la matriz tiene predominancia sobre ellos.

La matriz también está constituida por fragmentos del tamaño de arenas y limos, consistiendo de cuarzo, sulfuros, barita y fragmentos de roca; varían de angulosos a redondeados.

Además existe otra etapa de mineralización hidrotermal - que ascendió a través de fracturas dentro de las cataclasitas y ortogneises, consistente de sulfuros y cuarzo. La mineralización también atravesó parte del yacimiento fragmental, alojándose en pequeñas fracturas; en planos de crucero (como en la barita) y en los contactos o bordes de rocas o minerales.

D) MINERALIZACION

D.1) Descripción y control de la mineralización

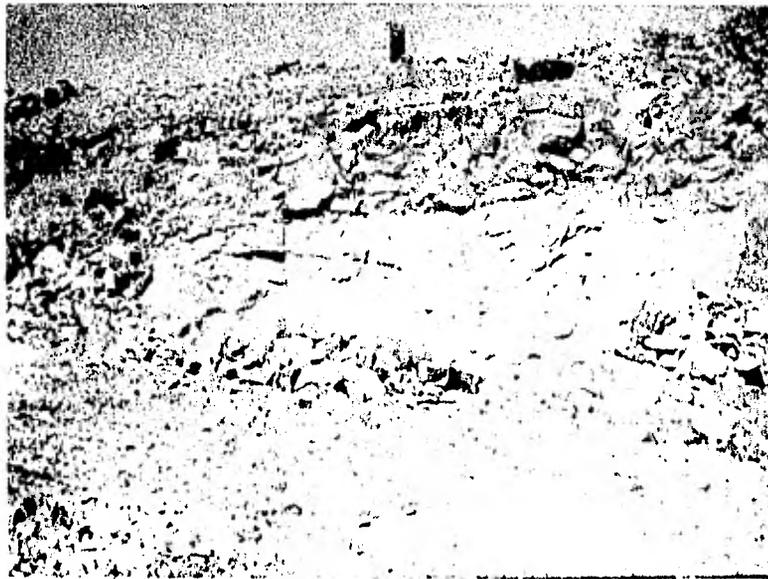
La mineralización se presenta en dos formas principales:

- En un manto con sulfuros masivos y barita brechados, pseudoestratificados, mezclados con fragmentos de rocas metamórficas, sedimentarias y volcánicas. La distribución de la barita y de los sulfuros es muy irregular - tanto en sentido vertical como horizontal, estando controlados por la burda estratificación. Los fragmentos de mineral muestran una tendencia de alineamiento de acuerdo a su longitud. (Ver fotografías 14 y 17).



VISTA DEL YACIMIENTO MINERAL EN UN CORTE VERTICAL DE UN
TAJO DE LA SALADA. SE PUEDE OBSERVAR LA BURDA ESTRATI-
FICACION DEL CUERPO MINERAL PARALELA A LA LONGITUD DEL
MARTILLO.

FOTOGRAFIA 13



CORTE VERTICAL EN UNO DE LOS TAJOS, SE DISTINGUE EL CONTACTO ENTRE EL YACIMIENTO MINERAL EN LA PARTE SUPERIOR (CON MANCHAS DE OXIDACION DE LOS SULFUROS) Y LAS CATACLASITAS DEL BASAMENTO METAMORFICO.

FOTOGRAFIA 14



BRECHA MINERAL, SE APRECIA UN ALINEAMIENTO DE LOS FRAGMENTOS MINERALES, PRINCIPALMENTE DE LA BARITA (Ba); EN LA PARTE INFERIOR IZQUIERDA SE OBSERVA UNA DRUSA DE CALCOPIRITA (Cp) CON CRISTALIZACIÓN DE PIRITA (Py) EN SU INTERIOR.

FOTOGRAFIA 17

- En las rocas metamórficas, los sulfuros están controlados por un ramaleo de vetillas en todas direcciones a manera de stockwork. Estas vetillas llegaron a alojarse en las rocas sedimentarias del manto brechoide, aprovechando pequeñas fracturas, contactos entre rocas o minerales, los bordes o superficies de crucero de la barita. Existe también un poco de disseminación en las rocas metamórficas, generalmente de pirita, esta disseminación persiste a varias decenas de metros de profundidad, en cambio el stockwork solamente alcanza unos cuantos metros a partir de la superficie.

D.2) Mineralogía

La mineralización de mena está constituida por: calcopirita, galena y esfalerita, en orden descendente de abundancia.

Dentro de los minerales de ganga los principales son el cuarzo, pirita y barita, esta última se presenta en forma brechada.

La mineralización más importante por sus leyes y toneladas es la que se encuentra en forma de manto con sulfuros y barita brechados; en segundo término se tiene el stockwork dentro de las cataclasitas y parte del manto, cuya mineralización consiste de: calcopirita, galena y esfalerita; la ganga es cuarzo y pirita. Este ramaleo de vetillas mineralizadas no es de rendimiento económico.

- Calcopirita

Se encuentra principalmente en forma de clastos o frag-

mentos, que varían en tamaño desde limos (en la matriz) hasta algunos que llegan a medir 10 ó 12 centímetros de longitud, - siendo angulosos y subredondeados. (Ver fotografía 16).

Una pequeña parte de la calcopirita está alterada a covelita, pero generalmente aparece en forma masiva sin ninguna - alteración.

La calcopirita se presenta también diseminada en forma - intersticial o rellenando pequeñas drusas en el cuarzo cementante, se observa además formando delgadas vetillas que cor--tan tanto al cuarzo cementante como a los fragmentos de la - brecha.

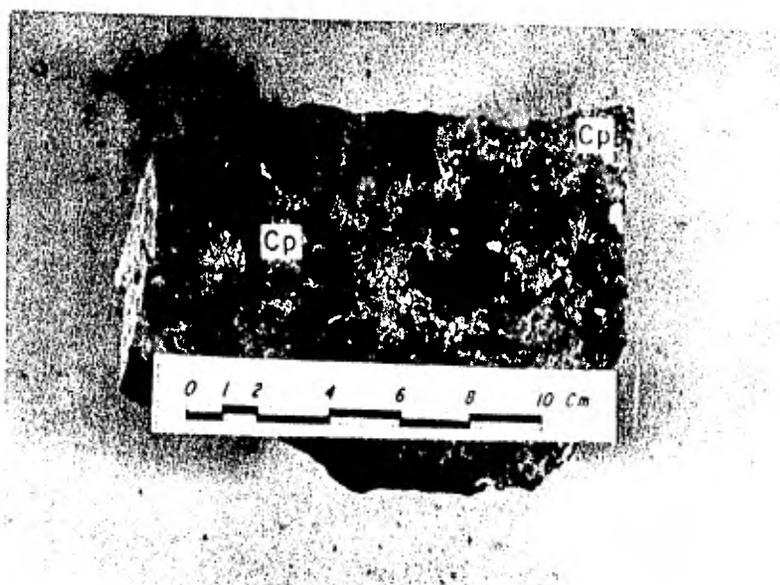
La calcopirita se presenta reemplazando a través de bor--des y fracturas a cristales de pirita, los cuales en parte se encuentran muy fragmentados y quedan como pequeñas inclusio--nes remanentes dentro de la calcopirita.

La calcopirita contiene frecuentemente inclusiones de esfalerita o bien ambas se encuentran intercrecidas.

La calcopirita de las vetillas o la que se encuentra en forma diseminada es el resultado de una etapa de mineraliza--ción hidrotermal posterior a la de los sulfuros brechados. - Las vetillas atraviesan a las cataclasitas y parcialmente al yacimiento fragmental. Parte de la calcopirita fue introduci--da entre los contactos de las rocas, es decir bordeándolas o bien depositándose alrededor o entre las superficies de cruce--ro de los cristales de barita.

- Galena

Al igual que la calcopirita, también se presenta en frag



FRAGMENTO DE MENA DE CALCOPIRITA (Cp). EXISTE REEMPLAZAMIENTO DE CALCOPIRITA POR PIRITA NO APRECIABLE EN LA FOTOGRAFIA.

mentos, los cuales son en general pequeños, alcanzando 1 ó 2 cm., aunque ocasionalmente se observan fragmentos de galena de mayor longitud. Se encuentra bien cristalizada en forma gruesa, pero también se distingue la variedad punto de aguja.

Normalmente la galena viene asociada a la calcopirita, siendo esta última reemplazada por la primera; una textura común de tal reemplazamiento es la denominada "isla y continente". (Ver fotografías 18 y 19).

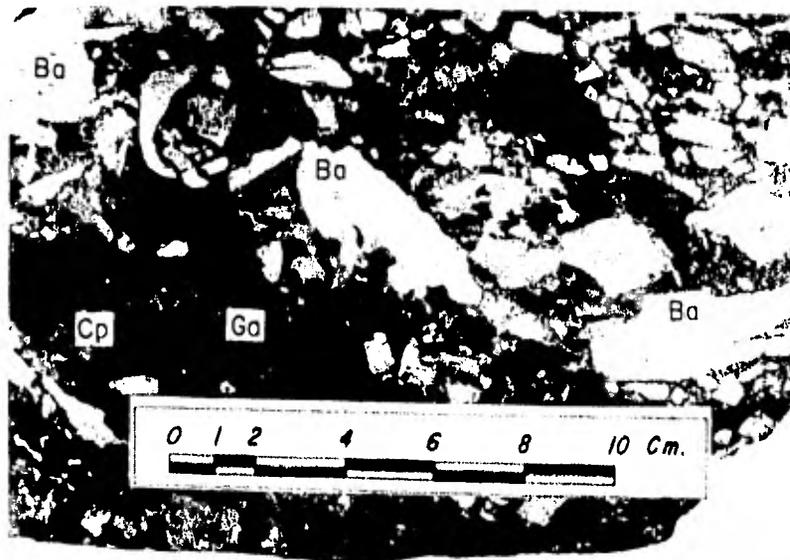
La galena se encuentra también a lo largo de las vetillas de cuarzo y diseminada dentro de las cataclasitas y en el yacimiento fragmental. En las vetillas se presentan pequeñas drusas y se depositó después de los otros sulfuros ya que en los contactos con la pirita, calcopirita y esfalerita se observa reemplazándolos.

- Plata

No se pudo identificar la especie mineralógica en la cual está presente la plata. Debe encontrarse muy finamente diseminada, es decir como elemento traza, probablemente asociada a la galena. Este mineral de plata se encuentra tanto en el manto de sulfuros brechados como en el stockwork.

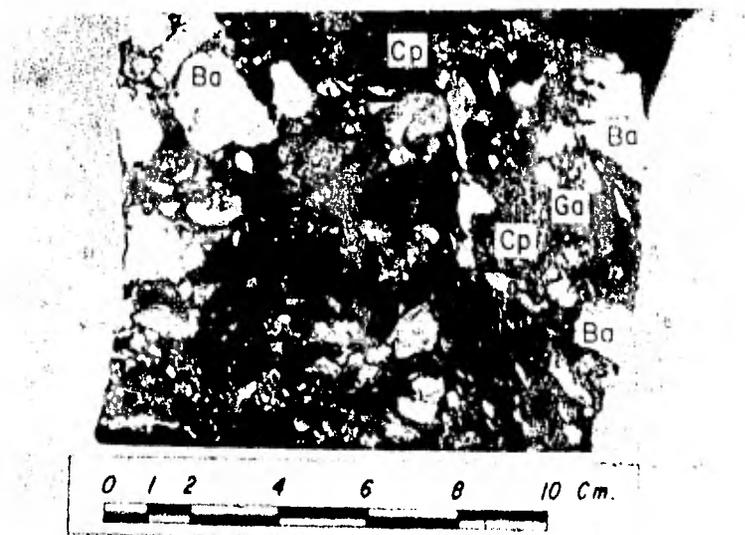
- Esfalerita

Se encuentra principalmente en forma intersticial en las vetillas de cuarzo, en ocasiones intercrecida con calcopirita y aun como inclusiones en este mineral. La esfalerita presenta textura de exsolución ya que contiene finas inclusiones de calcopirita y/o pirita irregularmente distribuidas.



BRECHA MINERALIZADA. EN LA PARTE INFERIOR IZQUIERDA SE DISTINGUE UN FRAGMENTO QUE CONTIENE GALENA (Ga) - REEMPLAZANDO A LA CALCOPIRITA (Cp), MIDE UN POCO MAS DE 10 CM. Y SIGUE UNA TENDENCIA DE ALINEAMIENTO CON LOS DEMAS FRAGMENTOS DE MINERAL, SOBRESALIENDO LOS DE BARITA (Ba).

FOTOGRAFIA 18



BRECHA MINERALIZADA CON CRISTALES DE BARITA (Ba);
REEMPLAZAMIENTO DE CALCOPIRITA (Cp) POR GALENA --
(Ga). EN LA PARTE SUPERIOR TENEMOS UN FRAGMENTO
DE CALCOPIRITA MASIVA QUE MIDE CERCA DE 10 CM.

FOTOGRAFIA 19

- Pirita

Es un sulfuro abundante tanto en el yacimiento brechado como en el stockwork. Se encuentra diseminada en el cuarzo de la matriz de la brecha en forma de cristales euhedrales y subhedrales que frecuentemente se encuentran fracturados y están parcialmente reemplazados a través de bordes y fracturas por calcopirita. En ocasiones el fracturamiento y reemplazamiento es tan intenso que los cristales de pirita se encuentran como pequeñas inclusiones remanentes dentro de la calcopirita.

En algunos fragmentos de la brecha, dentro de la calcopirita se tiene pirita euhedral y subhedral relleno de cavidades abiertas, a manera de drusas.

Tanto en las rocas metamórficas del basamento como en la brecha del yacimiento existe pirita en las vetillas del stockwork y en forma diseminada. A profundidad se pierden las vetillas mineralizadas dentro de las cataclasitas, pero continúa la pirita diseminada en estas rocas o bien en antiguos diques dioríticos, éstos también llegan a incluir vetillas de pirita, calcopirita, galena, esfalerita, además de magnetita finamente diseminada.

- Barita

Después del cuarzo es el mineral de ganga más importante. Al igual que los otros sulfuros se encuentra brechada, en fragmentos que varían del tamaño de arenas o limos hasta algunos que miden 8 centímetros de longitud. (Ver fotografía 20).

La barita se encuentra bien cristalizada, habiendo desarrollado sus 3 direcciones de cruce, asimismo es de gran pureza, misma que es reflejada por su color blanco. La barita -



ASPECTO DE LA BRECHA, OBSERVANDO EL ALINEAMIENTO DE LOS CRISTALES DE BARITA (Ba), A LO QUE SE HA LLAMADO PSEUDOSTRATIFICACION. EN LA PORCION INFERIOR - IZQUIERDA SE DISTINGUEN ALGUNAS VETILLAS DE CALCOPIRITA QUE CORTARON A LA BRECHA MINERALIZADA Y A LAS ROCAS DEL BASAMENTO.

FOTOGRAFIA 20

presenta textura de reemplazamiento guiado, caracterizada por la presencia de calcopirita siguiendo las superficies de cruce-ro.

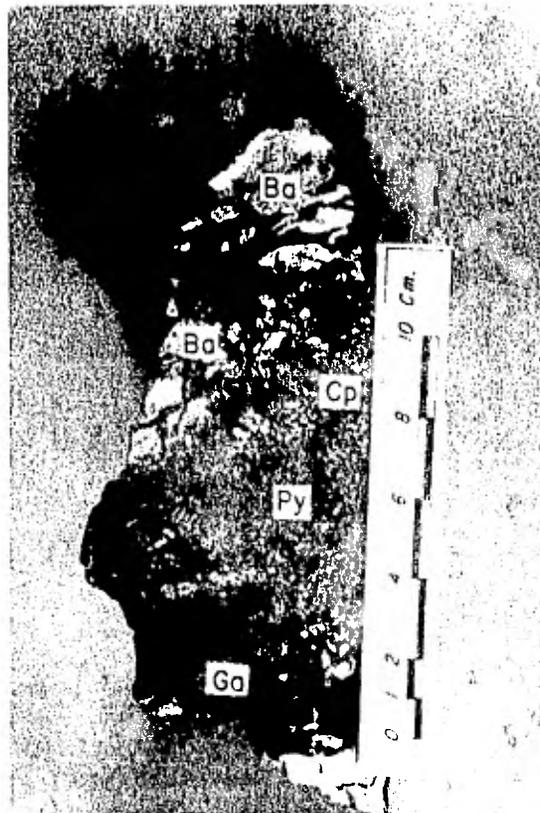
Todos los fragmentos de barita son principalmente angulosos y subangulosos, debiéndose en parte a los planos de cruce-ro. Estos fragmentos al igual que algunos de calcopirita y galena muestran una orientación más o menos definida que sería concordante con la estratificación. (Ver fotog. 21, 22 y 23).

- Matriz

Los fragmentos de sulfuros y barita vienen acompañados por fragmentos de roca que miden hasta 15 cm. de diámetro, siendo éstos generalmente de forma subredondeada, perteneciendo a cataclasitas, rocas sedimentarias laminadas y rocas volcánicas ácidas de color gris con textura criptocristalina y matriz muy alterada a caolín o sericita.

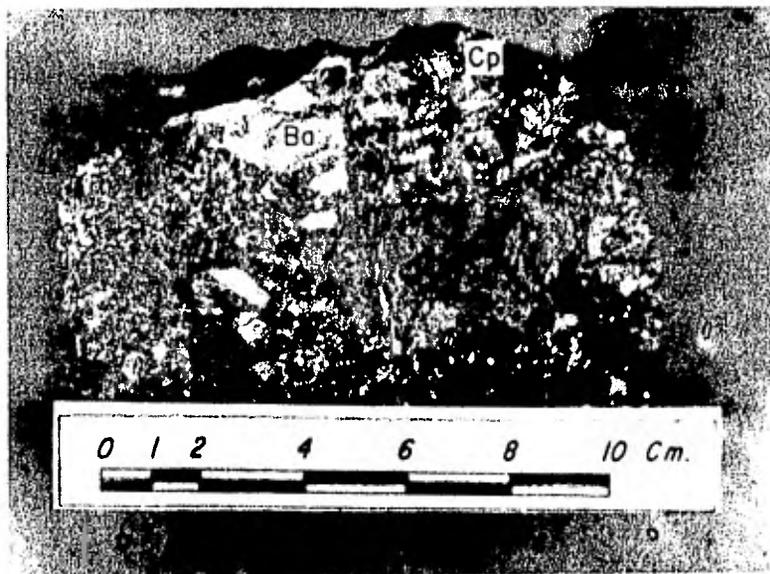
La matriz de la brecha está constituida por material fragmentario muy fino, observando al microscopio fragmentos de cuarzo, calcopirita, barita, limolitas o lutitas, cataclasitas, tobas, cristales individuales muy alterados a minerales arcillosos o sericita.

Además de las observaciones al microscopio de la matriz, se hizo un estudio de difracción de Rayos X de una muestra. Este trabajo se llevó a cabo en los laboratorios de la Comisión de Fomento Minero, en su Unidad Tecamachalco; su objetivo fue determinar los constituyentes más finos de la matriz de la brecha, el resultado es el siguiente (del mineral más abundante al menor): cuarzo, pirita, calcopirita, montmorillonita, muscovita, barita y otros minerales. El estudio de difracción de Rayos X concuerda con lo observado en los estudios

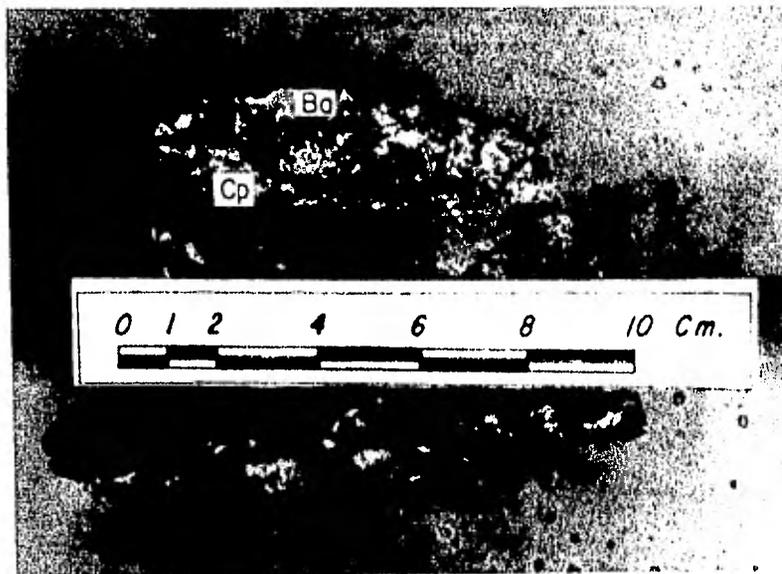


EN LA PARTE SUPERIOR DE LA BRECHA, SE DISTINGUEN LOS FRAGMENTOS DE BARITA (Ba) PSEUDOSTRATIFICADOS. EN LA PORCIÓN INFERIOR SE OBSERVA UN BLOQUE DE CALCOPIRITA (Cp) QUE ES REEMPLAZADA POR GALENA (Ga), PRESENTANDO ADEMÁS UNA DRUSA CON CRISTALES EUDRALES DE PIRITA (Py).

FOTOGRAFIA 21



BRECHA MINERALIZADA, CON FRAGMENTOS DE BARITA (Ba) Y CALCOPIRITA (Cp), ESTA ULTIMA TAMBIEN SE ENCUENTRA EN FORMA DISEMINADA Y EN VETILLAS PROVENIENTES DE LA SEGUNDA ETAPA DE MINERALIZACION HIDROTHERMAL.



EN LA PARTE SUPERIOR SE DISTINGUE UN BLOQUE DE LA BRECHA MINERALIZADA; EN LA PORCION SUPERIOR DEL MISMO SE APRECIA FRAGMENTOS DE BARITA (Ba) EN FORMA DESORDENADA Y EN EL CONTACTO INFERIOR DE ESTE PEQUEÑO BLOQUE - SE NOTA UNA VETILLA DE CALCOPIRITA (Cp).

petrográficos (Ver anexos).

D.3) Alteraciones

La principal alteración en el yacimiento es la silicificación, presentándose en la matriz de la brecha.

Esta alteración no es muy fuerte, presentándose no sólo en el depósito mineral sino también en las rocas del basamento, debiéndose principalmente a los procesos hidrotermales - que afectaron a esta área.

E) LEYES Y TONELAJE

Con la información recabada con el levantamiento geológico y los resultados de los barrenos de diamante y percusión - se determinaron las dimensiones del yacimiento que tiene a la vista: 75 m. en dirección E-W y 40 m. en dirección N-S, aproximadamente. Con un espesor promedio estimado de 60 centímetros y un peso específico aproximado de 4, se calculan 7200 - toneladas.

Se mencionan a continuación las leyes de las primeras - 960.5 toneladas que fueron concentradas y de los barrenos D-1 (diamante); P-20 y P-22 (percusión), todos estos barrenos fueron perforados sobre el cuerpo.

	Tramo (m)	Plata Kg/Ton	Cobre %	Plomo %	Zinc %
Concentrado manual		.174	3.27	4.77	
Barreno D-1	0.0 - 2.0	.080	0.90	3.65	0.50
	2.0 - 4.0	.006	0.04	0.80	0.45
Barreno P-20	2.0 - 3.0	.004	0.02	0.25	1.15
Barreno P-22	0.0 - 1.0	.010	1.06	0.50	0.30
	1.0 - 2.0	.002	0.20	0.30	0.20
	2.0 - 3.0	.002	0.32	5.15	0.30

De lo anterior, resulta evidente que el cuerpo de La Sa-
lada es de bajas leyes y tonelaje, y la distribución de los -
sulfuros es muy irregular.

Como ya se mencionó, (en el inciso correspondiente a for-
ma y estructura del cuerpo mineral) las posibilidades de que
el cuerpo se extienda lateral o verticalmente son muy reduci-
das.

F) GENESIS

Para establecer una hipótesis de la génesis del yacimien-
to, debemos de considerar los siguientes aspectos:

1.- La mineralogía presente en el manto de sulfuros y ba-
rita brechados, dentro de la cual tenemos: calcopirita, gale-
na, pirita y barita.

2.- Texturas de reemplazamiento.

3.- Cavidades en drusas.

4.- Calcopirita masiva.

5.- Galena con cristalización gruesa.

6.- Cristales de barita muy bien desarrollados.

7.- Cristales euhedrales de pirita y cuarzo, presentes -
en drusas.

8.- Mineralización en vetillas.

Considerando las características anteriores, las cuales

son comunes a muchos yacimientos hidrotermales formados a profundidades someras y bajas temperaturas, asumimos que este yacimiento tuvo tal origen.

Para encontrar una explicación a la forma de cómo fue brechado el yacimiento original de barita y sulfuros, es necesario hacer referencia a diversos tipos de brechas conocidas en la actualidad, sobre todo aquellas en las cuales se han reportado existencias de cuerpos mineralizados.

En cualquier estudio de brechas un punto importante a considerar es la matriz de las mismas (Mulchay Roland E., 1971). Si este material es roca, cementando fragmentos variados de rocas, entonces existen varias posibilidades (de acuerdo a Mulchay, 1971 y Bryant Donald G., 1968) que se mencionan a continuación:

1.- La brecha puede ser una variedad de rocas volcánicas fragmentales, como ignimbritas o lahares o bien siguiendo otra terminología, aglomerados, flujos autoclásticos o tobas fragmentarias.

2.- Brechas por intrusión ígnea o protoclásticas, también conocidas como brechas de contacto, son formadas por el empuje o avance de un magma viscoso intrusionando, estando generalmente restringidas a un contacto ígneo. La matriz está compuesta comúnmente de material ígneo y los fragmentos pueden estar rotos y la roca encajonante cizallada. Si el brechamiento fue intenso, la matriz puede ser clástica.

3.- Brechas sedimentarias.- Estas se han desarrollado durante procesos deposicionales, teniendo deslizamientos o corrimientos de material originados principalmente por gravedad.

4.- Brechas por acción explosiva de fluidos en expansión. Resultan de liberaciones violentas y repentinas de fluidos, - probablemente gases, los cuales han sido mantenidos bajo grandes presiones. El resultado común es una abertura circular - vertical o una diatrema. La fuerza de expansión liberada es - tan violenta que la abertura es necesariamente vertical y circular para proveer una liberación inmediata de presión. La roca donde es emplazada la diatrema es rota y redistribuida por el fluido en expansión. La diatrema está generalmente rellena con fragmentos, algunos de material ígneo, unos redondeados y rocas encajonantes o ígneas o bien ambas.

5.- Brechas por actividad tectónica.- Estas son formadas comúnmente durante actividad tectónica, como fallamiento y plegamiento. En general, los fragmentos, los que pueden ser redondeados, son encontrados en su lugar de origen o son movidos a determinada distancia de acuerdo al movimiento de la falla.

6.- Brechas de solución y reemplazamiento.- Son desarrolladas por la modificación de rocas rotas debido a soluciones ascendentes a través de fracturas. Estas brechas están compuestas de bloques angulares a redondeados, bordeados de minerales de mena y/o material de ganga. Cuando está presente alguna orientación, los bloques muestran muy poco o ningún desplazamiento. De acuerdo a esta teoría los bloques son redondeados in situ por corrosión o reemplazamiento de esquinas o filos por soluciones hidrotermales.

7.- Brechas de subsidencia.- Son causadas por mineralización que es detenida, disminución de volumen de magmas en cristalización y posiblemente la acción de ascenso y descenso de intrusiones ígneas.

8.- Brechas por intrusiones fluidas o fluidización.- Este concepto propone la suspensión y transportación de partículas sólidas en un flujo que fluye hacia arriba y que tiene una densidad más baja que el de las partículas. El fluido -- (gas, líquido o ambos) es derivado de una fuente magmática, pero no es precisamente un magma.

Este tipo de brechas también son llamadas brechas de inyección (Mulchay, 1971). Estas pueden ser emplazadas a través de planos de fallas o fracturas, a lo largo de planos de estratificación y en zonas de deformación. Las brechas están compuestas de cementante o matriz de una fina "harina" de roca, fragmentos variados de roca, algunos de los cuales han sido transportados desde distancias considerables, los fragmentos son de tamaños pequeños a grandes, también son tanto redondeados como angulares, aparentemente dependiendo de la distancia viajada. Fragmentos de mineral de origen temprano son incluidos en las brechas. Mineralización de origen posterior con menas principales de cobre, ha sido localizada en este tipo de brechas.

8.1) Brechas-chimenea.- Son consideradas dentro del grupo de brechas originadas por fluidización. Las chimeneas son creadas por colapso y tienen secciones en planta, definidas horizontalmente con formas elípticas o circulares. Pueden o no alcanzar la superficie y frecuentemente se pueden encontrar grupos de ellas. Varían grandemente en tamaño con diámetros de unas cuantas decenas hasta cientos de metros. También se pueden extender a gran profundidad. Los fragmentos pueden ser grandes o pequeños. Las chimeneas pueden modificarse posteriormente por brechas de inyección, sin embargo las características de colapso pueden generalmente ser reconocidas. Las brechas-chimenea parecen estar relacionadas a una etapa -

particular de actividad magmática, indicando de nuevo que el fluido transportador no es un magma.

Por otra parte se deben considerar otro tipo de brechas que no quedan incluidas dentro del grupo que presenta como matriz, fragmentos de roca; estas brechas son llamadas de c2 lapso o de solución, las cuales pueden haber sido recementadas por material carbonatado o silíceo de edad posterior, o bien haber sido consolidadas a través de procesos metamórficos.

De todos los tipos de brechas mencionados, solamente dos de ellos parecen tener similitudes con el caso de La Salada en Ures, Sonora:

A) Dentro del tipo No. 1, es decir brechas relacionadas a rocas volcánicas fragmentales, existen en Japón cerca de la Ciudad de Aomori, yacimientos fragmentales estratificados (Lee, Miyajima, Mizumoto, 1974). A continuación se describen algunas características de los depósitos Kaminosawa de esta región del Japón.

1.- El yacimiento está compuesto de fragmentos de mineral (mena), fragmentos líticos y matriz clástica.

2.- La matriz consiste de granos pequeños de esfalerita, pirita, galena, calcopirita, tetraedrita. Se observaron en estos minerales texturas coloformes.

3.- Los fragmentos están clasificados en fragmentos de mena y fragmentos líticos, varían en tamaño desde arenas -- hasta bloques.

4.- Los fragmentos de mena están divididos en varios grupos de acuerdo a su textura, pero el más abundante es el rico en esfalerita, galena, calcopirita y tetraedrita, como minerales de mena y como ganga: barita, cuarzo y calcita. Se encontraron varios fragmentos de mena de sulfuros masivos estratificados (depósitos Kuroko).

5.- Se incluyen numerosos fragmentos de riolitas.

6.- Localmente los cuerpos minerales muestran estructuras sedimentarias tales como: gradación, buena clasificación, laminación cruzada.

7.- Los grandes bloques están distribuidos concéntricamente.

8.- Los bandeamientos coloformes en los fragmentos de mena no son continuos a la matriz que los rodea, es decir, los fragmentos de mena están abruptamente definidos respecto de la matriz.

Hechos como los anteriores sugieren que este tipo de cuerpos son clásticos en origen. Las menas son consideradas provenientes de cuerpos minerales primarios, posteriormente fueron transportados hasta cierta distancia y depositados en forma de yacimientos fragmentales. Deslizamientos submarinos o flujo de lodo debidos a explosiones volcánicas pudieron haber sido responsables de la formación de este tipo de depósitos.

A pesar de que varias características de los depósitos Kaminosawa del Japón parecen concordar con algunas del yacimiento de La Salada, se elimina esta hipótesis de emplazamiento.

to para el cuerpo en estudio, en base a los siguientes argumentos:

1.- La mineralización de La Salada no se encuentra íntimamente ligada a procesos volcánicos, demostrándolo la asociación del yacimiento brechado con un conglomerado basal que incluye principalmente rocas del basamento metamórfico y en menor importancia rocas sedimentarias y algunas volcánicas.

2.- Si el yacimiento brechado de La Salada se hubiera depositado en una cuenca donde existía un ambiente sedimentario o volcanosedimentario, deberían ser más notables estructuras como: gradación de material, selección del mismo, laminaciones, estratificación cruzada, etc. características que ocasionalmente se llegan a distinguir, siendo poco notables o nulas.

3.- Ausencia de estructuras o texturas coloformes fácilmente observables dentro de lo que sería el cementante o matriz. Estas texturas deberían presentarse en material silíceo o en los sulfuros, sobre todo si después del depósito de los fragmentos de roca, barita y sulfuros continuaron los procesos hidrotermales con aporte de soluciones mineralizantes.

4.- No se encontró ningún fragmento de sulfuros masivos estratificados dentro de la brecha de La Salada, como sucede en los depósitos Kaminosawa del Japón.

B) A continuación se mencionan varias características -

que se tienen en el distrito minero de Warren en Bisbee, Arizona (Bryant Donald G., 1968), en donde existen brechas de inyección.

Se mencionan estas características ya que el origen de estas brechas proporciona diversas inferencias y permite establecer analogías que parecen explicar un mecanismo y modo de emplazamiento para la mineralización brechada del yacimiento en estudio.

1.- Las brechas intrusivas del distrito minero de Warren fueron originadas en las etapas finales de la actividad magmática del Jurásico, debiéndose probablemente a un fenómeno hidrotermal.

2.- Los fluidos fueron generados a una profundidad desconocida y se asume son debidos a una fuente magmática, ascendiendo hacia la superficie.

3.- Aunque los diques son la forma característica de las brechas de inyección, los sills y cuerpos irregulares son también comunes. En Bisbee se tienen brechas de inyección a través de planos de estratificación.

4.- Los contactos de las brechas con las rocas intrusivas pueden ser suaves o abruptos.

5.- Dentro de las brechas se tienen estructuras internas de flujo consistiendo de fragmentos alineados, elongados e indican direcciones de flujo.

6.- Los fluidos movilizantes son derivados de la misma fuente de las rocas ígneas y de las menas.

7.- Los fluidos hidrotermales ascendieron de la fuente magmática profunda hacia la superficie a través de zonas de debilidad estructural. La causa de la ascensión es un gradiente natural de presión resultado de las diferencias en las presiones confinantes y presiones de vapor desarrolladas por la cristalización de un magma.

8.- La abrasión entre el movimiento y la rotación de fragmentos produjo las características de redondez de los bloques, éstos y la matriz fueron depositados cuando el gradiente de presión se volvió demasiado débil para conducir el material de roca o los conductos se estrecharon demasiado como para permitir el paso de los fragmentos.

9.- Es desconocido si el fluido transportador fue gas o líquido o ambos.

10.- Los fragmentos han sido transportados hacia arriba por distancias que varían desde unos cuantos centímetros hasta cientos de metros.

11.- La alteración que tuvo efecto durante la movilización de las brechas fue muy débil o nula.

Varias de las características de las brechas de Warren en Bisbee, Arizona parecen ser análogas a las del yacimiento brechado de Ures, Sonora; enseguida se hace mención de ellas:

1.- El cuerpo brechado de La Salada es totalmente fragmental. Dentro de los fragmentos mayores se cuenta con: barita, cuarzo, sulfuros, rocas metamórficas, sedimentarias y volcánicas. La matriz también es fragmental, incluyendo: cuarzo, calcopirita, barita, pirita, mica, arcillas.

2.- La brecha está emplazada justamente en la base de un conglomerado basal y en el contacto con el basamento metamórfico.

3.- Hay un alineamiento burdo de los fragmentos, pudiéndose apreciar en los de barita principalmente, a lo que se ha llamado pseudoestratificación. Este alineamiento de los fragmentos puede indicar dirección de flujo.

4.- Escasas o casi nulas evidencias de gradación o selección del material.

5.- Los fragmentos son angulosos en general; los que pertenecen a las rocas presentan un grado menor de angulosidad, pues probablemente corresponden en su mayoría al conglomerado basal. Los fragmentos de sulfuros y barita tienden a ser más angulosos, lo que puede deberse a un transporte muy corto en distancia y a la débil abrasión entre los mismos fragmentos.

6.- El contacto entre el conglomerado basal junto con la brecha y el basamento metamórfico es suave, siguiendo una mal definida capa de estratificación. Esta zona de debilidad pudo haber sido aprovechada para el emplazamiento de la brecha.

7.- La alteración que se tuvo durante el movimiento de la brecha fue muy débil, apreciando una ligera silicificación, principalmente en la matriz de la misma.

8.- Por las características mencionadas referentes al cuerpo mineral, se puede afirmar que la mineralización original de la brecha de sulfuros y barita, así como la del stock-work posterior a la brecha, son ambas de origen hidrotermal -

de un ambiente de profundidad somera y baja temperatura.

9.- Al afirmar que la mineralización del cuerpo de La Salada es de tipo hidrotermal, es necesaria la existencia de alguna fuente magmática, la cual dio origen a los fluidos que transportaron a la barita y sulfuros hasta su lugar actual en forma de brecha. El brechamiento de ese yacimiento original pudo haber sido causado por algún fenómeno similar a lo que sucede en las brechas de subsidencia, es decir la acción de ascenso y descenso de intrusiones ígneas al existir cambios en el volumen de los magmas. Por otra parte la misma cámara magmática que originó los fluidos movilizantes, en una etapa de reactivación dio origen a los fluidos hidrotermales que generaron la mineralización en vetillas presente también en el yacimiento.

10.- Aunque no se puede afirmar con toda seguridad cual fue la cámara magmática que originó la mineralización y la brecha en estudio, por no tener las bases necesarias, se puede suponer que fue la misma que emplazó al Plutón granítico, el cual se encuentra a tan sólo 125 metros aproximadamente, en distancia horizontal del yacimiento de La Salada.

Se hace hincapié en que no necesariamente fue el Plutón granítico el que dio origen al yacimiento brechado, pudo haber sido algún stock de la misma cámara magmática el responsable de la mineralización y del brechamiento.

11.- Se menciona también que en los alrededores de los tajos de La Salada existen otras evidencias de mineralización hidrotermal con sulfuros de Ag, Pb, Zn y Cu. Estos cuerpos son conocidos en algunas veta-falla, como es el caso de la

falla Guadalupe localizada al suresté del yacimiento de La -
Salada (ver plano geológico de esta área).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- La base de las unidades litológicas está constituida por cataclasitas y ortogneises de edad Paleozoico Tardío, cubiertas discordantemente por una secuencia volcanosedimentaria Cretácica cuya base parece corresponder a un conglomerado basal que incluye al yacimiento brechado de La Salada, este cuerpo puede ser de una edad muy próxima al Terciario Temprano, cuando las rocas metamórficas y las volcanosedimentarias fueron afectadas por el plutón granítico de Sonora. Las rocas anteriores fueron cubiertas parcialmente por el conglomerado continental Báucarit. Todas las unidades fueron sometidas a movimientos tectónicos que las plegaron y fallaron.

2.- El yacimiento mineral descansa discordantemente sobre las rocas del basamento metamórfico, estando incluido en un conglomerado basal que se ha supuesto como la base de una secuencia volcanosedimentaria presente en el área.

3.- El cuerpo mineral representa una brecha de inyección, constituida por fragmentos de sulfuros y barita brechados de un origen primario hidrotermal de baja temperatura y poca profundidad. Estos fragmentos fueron brechados y transportados hasta su lugar actual en forma de brecha. Los fluidos movilizantes, tal vez en forma líquida, se derivaron de una fuente magmática cercana a cierta profundidad; esta misma fuente pudo haber dado origen a las soluciones mineralizantes. La transportación de los fragmentos de mena y roca brechados se supone como una suspensión o fluidización en un flujo que fluye hacia arriba, el cual tiene una densidad más baja que la de los fragmentos. La brecha fue emplazada juntamente en una zona de debilidad estructural, como lo es el contacto entre -

el conglomerado basal y el basamento metamórfico, quedando incluida en la base del conglomerado.

4.- La mineralogía de la brecha consiste de calcopirita, galena, pirita y barita.

5.- Existe otro evento de mineralización hidrotermal, - que puede tratarse de una reactivación magmática de la misma fuente que originó la mena primaria de la brecha, así como el brechamiento y transporte de los fragmentos. Esta última mineralización consiste de sulfuros de cobre, plomo, zinc y hierro dispuestos en vetillas que atraviesan las cataclasitas y el yacimiento brechado. Asimismo se incluyen en estas rocas - diseminaciones de estos minerales.

6.- La mineralización económica corresponde al manto de sulfuros brechados.

7.- El stockwork que subyace y atraviesa en parte al yacimiento no es de rendimiento económico por sus bajas leyes y tonelaje, ni siquiera a nivel de pequeña minería.

8.- A pesar de que el cuerpo mineralizado presenta: a) - bajo tonelaje (7200 toneladas o un poco más); b) bajas leyes (50 gr/ton-Ag; 1%-Cu; 2.5%-Pb y 0.5%-Zn como leyes promedio); c) distribución muy irregular de los sulfuros tanto en sentido vertical como horizontal; d) dimensiones pequeñas (largo, ancho y espesor); se puede seguir explotando pero únicamente a nivel de pequeña minería, en forma de rajo abierto, sobre todo si los precios actuales de los metales suben.

9.- Las posibilidades de que el cuerpo se extienda más - de lo conocido lateral y verticalmente son muy reducidas: al Norte y Este, está prácticamente erosionado; al Sur está cu-

bierto por sedimentos del Arroyo Ures, pero es cortado por la falla La Salada; al oeste está cubierto por aluvión pero tiende a acuñarse. Verticalmente no alcanza más de un metro de espesor, descansando casi directamente sobre las cataclasitas.

10.- Puede existir otra parte del yacimiento en el bloque hundido de la falla La Salada, sin embargo cabe la posibilidad de que sea también muy pequeño y que se encuentre a gran profundidad.

11.- Si la hipótesis de que el cuerpo mineralizado se localiza en la base de la secuencia volcanosedimentaria es correcta, entonces es posible encontrar otro u otros cuerpos similares al de La Salada en la base de los volcanosedimentos del área Mohino-La Raja, aunque seguramente a profundidades muy grandes y tal vez sean también muy pequeños.

12.- En toda el área de trabajo y sus alrededores cercanos existen mineralizaciones de Ag, Pb, Zn y Cu en vetas-falla (como la falla Guadalupe, situada al sureste de los tajos de La Salada) que representan estructuras de interés, principalmente para pequeños mineros.

13.- Se hace notar que la génesis de este yacimiento es solamente una hipótesis que se ha formulado en base a ciertas evidencias de campo y laboratorio; el origen mixto de este cuerpo, que ha sido supuesto está basado en yacimientos minerales ampliamente estudiados.

VI. APENDICE PETROGRAFICO Y
MINERAGRAFICO



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO PETROGRAFICO

No. IS-1

I.- DATOS DE CAMPO

Muestra No: IS-1

Colector: JAEF

Localidad: La Salada, Ures, Sonora.

Descripción del afloramiento: Yacimiento brechado estratiforme.

II.- DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color: Gris con manchas blancas.

Estructura y Textura: Brechoidal, estratificada.

Minerales observables: Fragmentos de barita, calcopirita y rocas metamórficas.

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Pseudoestratificada.

Mineralogía:

a) Minerales esenciales: Fragmentos de: barita, cuarzo, calcopirita, catclasitas, limolitas o lutitas.

b) Minerales accesorios:

c) Minerales secundarios:

d) Matriz o cementante: Fragmentos de calcopirita, barita y cuarzo.

e) Caracteres especiales: Los fragmentos de barita y calcopirita son angulosos y subangulosos; los de roca y cuarzo son más redondeados.

IV.- ORIGEN DE LA ROCA Brecha de inyección.

V.- CLASIFICACION Brecha mineralizada.

Fecha: AGOSTO DE 1981

JOSE ANTONIO ESQUIVIAS E.
Petrografo



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO PETROGRAFICO

No. LS-2

I.- DATOS DE CAMPO

Muestra No: LS-2

Colector: JAEF

Localidad: La Salada, Ures, Sonora.

Descripción del afloramiento: Yacimiento mineral, brechado, estratiforme.

II.- DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color: Gris con manchas blancas.

Estructura y Textura: Clástica de grano fino, orientación poco marcada.

Minerales observables: Fragmentos de barita, calcopirita; pirita y calcopirita diseminadas.

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Clástica con algunas laminaciones.

Mineralogía:

a) Minerales esenciales: Fragmentos de cuarzo, barita, cataclasitas, rocas sedimentarias y volcánicas.

b) Minerales accesorios:

c) Minerales secundarios: Cuarzo y calcopirita en vetillas.

d) Matriz o cementante: Fragmentos de cuarzo, barita, calcopirita y rocas.

e) Caracteres especiales: Se distingue una orientación poco marcada en los componentes. Todo el cementante es material fragmental muy fino con tamaños variables de li-
mos hasta arenas.

IV.- ORIGEN DE LA ROCA Brecha de inyección.

V.- CLASIFICACION Brecha mineralizada.

Fecha: AGOSTO DE 1981

JOSE ANTONIO ESQUIVIAS F.
Petrografo



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO PETROGRAFICO

No. LS-3

I.- DATOS DE CAMPO

Muestra No: LS-3

Colector: JAEF

Localidad: La Salada, Ures, Sonora.

Descripción del afloramiento: Yacimiento mineral, brechado, estratiforme.

II.- DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color: Gris con manchas blancas.

Estructura y Textura: Clástica, orientación poco marcada.

Minerales observables: Fragmentos de barita, calcopirita, pirita y roca.

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Fragmental, brechoide.

Mineralogía:

a) Minerales esenciales: Fragmentos de: cuarzo, barita, calcopirita, pirita, rocas sedimentarias y volcánicas.

b) Minerales accesorios:

c) Minerales secundarios: Calcita.

d) Matriz o cementante: Fragmentos de cuarzo y roca.

e) Caracteres especiales: Los fragmentos de barita y calcopirita son angulosos y los de roca y cuarzo redondeados. Se aprecia una estratificación mal desarrollada.

IV.- ORIGEN DE LA ROCA Brecha de inyección.

V.- CLASIFICACION Brecha mineralizada.

Fecha: AGOSTO DE 1961

JOSE ANTONIO ESQUIVIAS F.
Petrografa



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO PETROGRAFICO

No. LS-4

I.- DATOS DE CAMPO

Muestra No: LS-4

Colector: JAEF

Localidad: La Salada, Ures, Sonora.

Descripción del afloramiento: Yacimiento mineral, brechado, estratiforme.

II.- DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color: Gris y blanco.

Estructura y Textura: Fragmental, estratificada.

Minerales observables: Fragmentos de barita, calcopirita, cuarzo, roca.

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Fragmental, brechoide.

Mineralogía:

- a) Minerales esenciales: Fragmentos de: cuarzo, barita, calcopirita, pirita, rocas sedimentarias y volcánicas.
- b) Minerales accesorios: Zircón (Dentro de fragmentos de cuarzo).
- c) Minerales secundarios: Cuarzo hidrotermal (vetillas); sericita (alteración)
- d) Matriz o cementante: Fragmentos de cuarzo y rocas.
- e) Caracteros especiales: Roca completamente fragmentaria. Se distinguen ciertas bandas o laminaciones con fragmentos - aprox. homogéneos en tamaño.

IV.- ORIGEN DE LA ROCA Brecha de inyección.

V.- CLASIFICACION Brecha mineralizada.

Fecha: AGOSTO DE 1991

JOSE ANTONIO ESQUIVIAS F.
Petrografo



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO PETROGRAFICO

No. LS-5

I.- DATOS DE CAMPO

Muestra No: LS-5

Colector: JAEF

Localidad: La Salada, Ures, Sonora.

Descripción del afloramiento: Roca con textura cataclástica que subyace al yacimiento mineral.

II.- DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color: Verde.

Estructura y Textura: Granuda, cataclástica.

Minerales observables: Fragmentos de roca y cuarzo, vetillas con calcopirita, galena y pirita.

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Cataclástica.

Mineralogía:

a) Minerales esenciales: Fragmentos de cuarzo(60%), fragmentos de feldespatos(20%).

b) Minerales accesorios:

c) Minerales secundarios: Sericita.

d) Matriz o cementación: Sericita(alteración).

e) Caracteres especiales: Los fragmentos de mineral y roca varían de angulosos a redondeados, algunos se muestran elongados y deformados. La roca presenta vetillas de cuarzo, pirita, galena y calcopirita.

IV.- ORIGEN DE LA ROCA Roca ígnea intrusiva ácida, afectada por metamorfismo dinámico.

V.- CLASIFICACION Cataclasita.

Fecha: AGOSTO DE 1981

JOSE ANTONIO ESQUIVIAS E.
Petrografa



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO PETROGRAFICO

No. LS-6

I.- DATOS DE CAMPO

Muestra No: LS-6

Colector: DGH; JAEF

Localidad: La Salada, Ures, Sonora.

Descripción del afloramiento: Núcleo de barreno de diamante, procedente -
del área de los tajos del yacimiento mineral

II.- DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color: Blanco, crema.

Estructura y Textura: Granuda de grano grueso.

Minerales observables: Cuarzo, sericita.

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Cataclástica.

Mineralogía:

a) Minerales esenciales: Cuarzo(35%), microclina(40%).

b) Minerales accesorios: Plagioclasas(15%), esfena.

c) Minerales secundarios: Sericita.

d) Matriz o cementante:

e) Caracteres especiales: Los minerales están rotos en parte, deformados,
en ocasiones suturados entre sí, lo que sugiere
deformación dinámica.

IV.- ORIGEN DE LA ROCA Granito calcoalcalino con metamorfismo dinámico

V.- CLASIFICACION Cataclasita granítica.

Fecha: AGOSTO DE 1991

JOSE ANTONIO ESQUIVIAS E.
Petrografo



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO PETROGRAFICO

No. LS-7

I.- DATOS DE CAMPO

Muestra No: LS-7

Colector: DGH; JAEF

Localidad: La Salada, Ures, Sonora.

Descripción del afloramiento: Núcleo de barrenado de diamante, en el área de los tajos del yacimiento mineral.

II.- DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color: Verde.

Estructura y Textura: Clástica.

Minerales observables: Cuarzo.

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Cataclástica.

Mineralogía:

a) Minerales esenciales: Cuarzo(40%), ortoclasa(30%).

b) Minerales accesorios: Plagioclasas(20%), frag. de cataclasitas(5%).

c) Minerales secundarios: Clorita, sericita(5%).

d) Matriz o cementante:

e) Caracteres especiales. Los fragmentos son subangulosos en general. Existen vetillas de cuarzo hidrotermal.

IV.- ORIGEN DE LA ROCA Roca clástica, posible toba lítica ácida, con metamorfismo dinámico.

V.- CLASIFICACION Cataclasita.

Fecha: AGOSTO DE 1981

JOSE ANTONIO ESQUIVIAS F.
Petrografo



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO PETROGRAFICO

No. LS-8

I.- DATOS DE CAMPO

Muestra No: LS-8

Colector: DGH; JAEF

Localidad: La Salada, Ures, Sonora.

Descripción del afloramiento: Núcleo de barreno de diamante, procedente -
del área de los tajos del yacimiento mineral.

II.- DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color: Verde con manchas blancas.

Estructura y Textura: Porfídica.

Minerales observables: Clorita, feldespatos.

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Porfídica.

Mineralogía:

a) Minerales esenciales: Feldespato potásico alterado a sericita(55%),
ferromagnesianos alterados a clorita(35%).

b) Minerales accesorios: Esfena, Zircón(2%).

c) Minerales secundarios: Calcita, sericita, clorita, hematita(8%).

d) Matriz o cementante:

e) Caracteres especiales: Los ferromagnesianos(hábito tabular) se encuen-
tran dispersos en una matriz feldespática.

IV.- ORIGEN DE LA ROCA Probable dique en antiguas rocas graníticas.

V.- CLASIFICACION Sienita alcalina.

Fecha: AGOSTO DE 1981

JOSE ANTONIO ESQUIVIAS F.
Petrografo



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO PETROGRAFICO

No. LS-9

I.- DATOS DE CAMPO

Muestra No: LS-9

Colector: JAEF

Localidad: La Salada, Ures, Sonora.

Descripción del afloramiento: Basamento metamórfico, sobre la ribera derecha del arroyo Ures.

II.- DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color: Crema con manchas verdes.

Estructura y Textura: Granuda de grano grueso.

Minerales observables: Feldespato, cuarzo, clorita, sericita.

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Granuda de grano grueso, cataclástica.

Mineralogía:

a) Minerales esenciales: Cuarzo(40%), microclina(40%).

b) Minerales accesorios: Plagioclasas(15%), muscovita(3%).

c) Minerales secundarios: Clorita(1%), sericita(1%).

d) Matriz o cementante:

e) Caracteres especiales: Cuarzo con extinción ondulante, en ocasiones suturado entre sí. Parte de los minerales están deformados, suturados o rotos.

IV.- ORIGEN DE LA ROCA Granito calcoalcalino.

V.- CLASIFICACION Cataclasita granítica.

Fecha: AGOSTO DE 1961

JOSE ANTONIO ESQUIVIAS F.
Petrografa



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO PETROGRAFICO

No. LS-10

I.- DATOS DE CAMPO

Muestra No: LS-10

Colector: JAEF

Localidad: La Salada, Ures, Sonora.

Descripción del afloramiento: Basamento metamórfico, cerca de los tajos - del yacimiento mineral.

II.- DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color: Verde con manchas blancas.

Estructura y Textura: Cataclástica.

Minerales observables: Cuarzo, clorita, fragmentos de roca.

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Cataclástica

Minerología:

a) Minerales esenciales: Cuarzo(30%), plagioclasas(30%).

b) Minerales accesorios: Ortoclasa(15%), fragmentos de cataclasitas(5%).

c) Minerales secundarios: Clorita(5%), sericita(10%), hematita diseminada(5%).

d) Matriz o cementante:

e) Caracteres especiales: Los fragmentos de minerales y rocas varían de angulosos a subredondados.

IV.- ORIGEN DE LA ROCA Rocas ígneas intrusivas ácidas, principalmente granodioritas.

V.- CLASIFICACION Cataclasita.

Fecha: AGOSTO DE 1991

JOSE ANTONIO ESQUIVIAS E.
Petrologo



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO PETROGRAFICO

No. IS-11

I.- DATOS DE CAMPO

Muestra No: LS-11

Colector: JAEP; DGH

Localidad: La Salada, Ures, Sonora.

Descripción del afloramiento: Barreno de diamante, en el área de los tajos del yacimiento mineral.

II.- DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color: Verde con manchas blancas.

Estructura y Textura: Brechoide o cataclástica.

Minerales observables: Clorita, feldespatos, cuarzo.

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Cataclástica.

Mineralogía:

a) Minerales esenciales: Plagioclasas alteradas a sericita (35%), feldespatos potásicos (15%).

b) Minerales accesorios: Zircón (1%).

c) Minerales secundarios: Cuarzo intersticial (20%), clorita (20%) (posible alteración de ferromagnesianos), sericita (5%), hematita (4%).

d) Matriz o cementante:

a) Características especiales: La mayoría de los minerales están incompletos, suturados y rotos.

IV.- ORIGEN DE LA ROCA Diorita, probable dique dentro de rocas graníticas, afectadas por metamorfismo dinámico.

V.- CLASIFICACION Cataclasita diorítica.

Fecha: AGOSTO DE 1961

JOSE ANTONIO ESQUIVIAS E.
Petrográfico



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO PETROGRAFICO

No. LS-12

I.- DATOS DE CAMPO

Muestra No: LS-12

Colector: JAEF

Localidad: La Salada, Ures, Sonora.

Descripción del afloramiento: Fragmento de roca, incluida dentro del yacimiento mineral.

II.- DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color: Verde.

Estructura y Textura: Cataclástica.

Minerales observables: Cuarzo, sericita.

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Cataclástica.

Mineralogía:

a) Minerales esenciales: Fragmentos de cuarzo(70%), feldespatos alterados a sericita(24%).

b) Minerales accesorios: Microclina(5%).

c) Minerales secundarios: Sericita, pirita diseminada, vetillas de cuarzo.

d) Matriz o cementante:

e) Caracteres especiales: Roca incluida dentro de la brecha mineralizada.

IV.- ORIGEN DE LA ROCA Roca granítica, afectada por metamorfismo dinámico.

V.- CLASIFICACION Cataclasita granítica.

Fecha: AGOSTO DE 1981

JOSE ANTONIO ESQUIVIAS F.
Petrografo



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO PETROGRAFICO

No. LS-13

I.- DATOS DE CAMPO

Muestra No: LS-13

Colector: JAEF

Localidad: La Salada, Ures, Sonora.

Descripción del afloramiento: Tobas ácidas, sobre la ribera izquierda del arroyo Ures, en La Salada.

II.- DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color: Gris claro.

Estructura y Textura: Tobácea.

Minerales observables: Fragmentos de cuarzo y de tobas.

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Tobácea.

Mineralogía:

- a) Minerales esenciales: Frag. de cuarzo(10%), plagioclasas(10%), feldespatos K(15%), frag. de rocas volcánicas ácidas y tobas(40%).
- b) Minerales accesorios:
- c) Minerales secundarios: Caolín, sericita.
- d) Motriz o cementante: Cuarzo, feldespatos alterados(25%).
- e) Caracteres especiales:

IV.- ORIGEN DE LA ROCA Volcánico, explosivo.

V.- CLASIFICACION Toba lítico cristalina riolítico- riodacítica.

Fecha: AGOSTO DE 1981

JOSE ANTONIO ESQUIVIAS F.
Petrografo



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO PETROGRAFICO

No. LS-14

I.- DATOS DE CAMPO

Muestra No: LS-14

Colector: JAEF

Localidad: La Salada, Ures, Sonora.

Descripción del afloramiento: Traquiandesitas que sobreyacen al conglomerado Báucarit.

II.- DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color: Rojo.

Estructura y Textura: Afanítica con algunos fenocristales.

Minerales observables: Fenocristales de plagioclasas en una matriz ferruginosa (hematita).

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Traquítica.

Mineralogía:

a) Minerales esenciales: Plagioclasas, labradorita-andesina (90%).

b) Minerales accesorios: Fragmentos de rocas volcánicas (2%).

c) Minerales secundarios: Hematita (8%).

d) Matriz o cementante: Plagioclasas.

e) Caracteres especiales: La matriz y fenocristales son plagioclasas esencialmente. En los fenocristales se distinguen plagioclasas zonadas.

IV.- ORIGEN DE LA ROCA Volcánico (derrame).

V.- CLASIFICACION Traquiandesita.

Fecha: AGOSTO DE 1981

JOSE ANTONIO ESQUIVIAS E.
Petrografo



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO PETROGRAFICO

No. LS-15

I.- DATOS DE CAMPO

Muestra No: LS-15

Colector: JAEP

Localidad: La Salada, Ures, Sonora.

Descripción del afloramiento: Intrusivo granítico regional. Muestra procedente de la región norte con respecto a los tajos del yacimiento mineral.

II.- DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color: Blanco y gris.

Estructura y Textura: Panerítica de grano medio y grueso.

Minerales observables: Cuarzo, plagioclasas, feldespato potásico, sericita, hematita, limonita.

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Panerítica.

Minerología:

a) Minerales esenciales: Cuarzo (40%), microclina (35%).

b) Minerales accesorios: Plagioclasas (15%).

c) Minerales secundarios: Sericita, hematita, limonita (10%).

d) Matriz o cementante:

e) Caracteres especiales:

IV.- ORIGEN DE LA ROCA Intrusivo, plutón granítico.

V.- CLASIFICACION Granito calcoalcalino.

Fecha: AGOSTO DE 1981

JOSE ANTONIO ESCUVIAS F.
Petrografa

ESTUDIO MINERAGRAFICO

No. I

1.- DATOS DE CAMPO:

Muestra No: I

Colector: JAEF

Localidad: Tajos del yacimiento mineral de La Salada,
Ures, Sonora.

2.- DESCRIPCION MACROSCOPICA:

Color: Verde claro con partes gris y amarillo.

Estructura y Textura: Relleno de fisuras.

Minerales observables: Roca silicificada-cloritizada que contiene vetillas muy delgadas de cuarzo en las que se observan pequeños cristales de pirita, calcopirita, galena y esfalerita.

3.- DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Se identificó pirita, calcopirita, esfalerita, galena y covelita, los cuales se encuentran distribuidos a lo largo de vetillas de cuarzo.

La pirita se presenta en cristales anhedrales, con tamaño entre 1 y 3 mm, o en aglomerados formados por pequeños cristales. Se encuentran irregularmente distribuidos a lo largo de las vetillas de cuarzo y generalmente están fracturados. Frecuentemente la pirita se encuentra reemplazada a través de sus bordes y fracturas por galena y calcopirita.

La calcopirita se presenta en finos cristales diseminados intersticialmente en las vetillas de cuarzo y también rellorando pequeñas drusas. Los cristales más grandes de calcopirita frecuentemente contienen inclusiones de esfalerita o bien se encuentran intercrecidos con este mineral. Algunos cristales de calcopirita muestran un reemplazamiento incipiente en sus bordes por covelita.

La esfalerita se encuentra principalmente en forma intersticial en las vetillas de cuarzo; en ocasiones intercrecida con la calcopirita o en forma de inclusiones en este mineral. La esfalerita presenta textura de exsolución, ya que contiene finas inclusiones de calcopirita irregularmente distribuidas.

La galena se encuentra también a lo largo de las vetillas de cuarzo en donde se presenta rellorando pequeñas drusas, al parecer se depositó después de los otros sulfuros ya que se observa en los contactos con la pirita, calcopirita y esfalerita, reemplazándolos.

La covelita únicamente se presenta reemplazando a la calcopirita, debiéndose a procesos supergénicos que originaron un enriquecimiento en cobre poco desarrollado.

ESTUDIO MINERAGRAFICO

No. II

1.- DATOS DE CAMPO

Muestra No: II

Colector: JAEF

Localidad: Tajos del yacimiento mineral de La Salada,
Ures, Sonora.

2.- DESCRIPCION MACROSCOPICA:

Color: Gris con puntos amarillos

Textura: Brechoide con relleno de cavidades.

Minerales observables: Fragmentos angulosos a subredondeados de cuarzo y escasos de barita. Junto con el cuarzo pequeños cristales de pirita y calcopirita, esta última además forma pequeñas vetillas, muy delgadas.

3.- DESCRIPCIÓN MICROSCOPICA:

En esta muestra únicamente se identificó pirita y calcopirita.

La calcopirita es el mineral más abundante y se presenta diseminada en forma intersticial o rellenando pequeñas drusas en el cuarzo cementante. También se observa formando delgadas vetillas que cortan tanto al cuarzo cementante como a los fragmentos de la brecha.

La calcopirita generalmente se presenta reemplazando a través de bordes y fracturas a cristales de pirita, los que en ocasiones quedan como pequeñas inclusiones remanentes dentro de la calcopirita.

La pirita se encuentra diseminada en el cuarzo cementante de la brecha y se presenta en cristales euhedrales a anhedrales que normalmente se encuentran fracturados y están parcialmente reemplazados a través de bordes y fracturas por calcopirita.



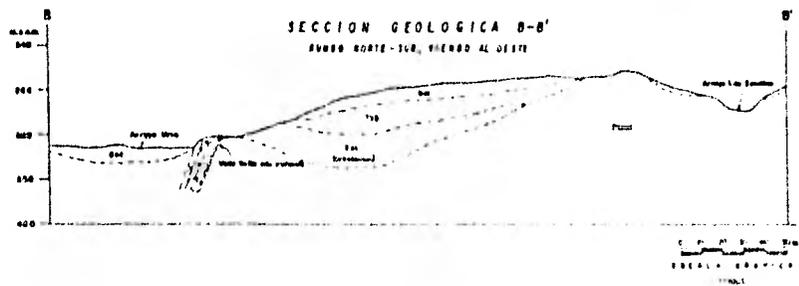
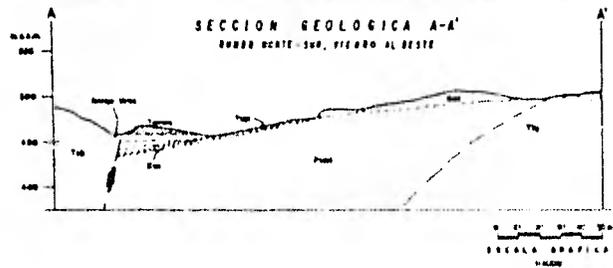
- Tcb** Conglomerado continental - Formación Biceritl
- Tib** Litolito granítico - monzonítico
- Kwa** Volcanodimorfo: lavas con curvaturas que indican el paramiento fragmental de fracturas; lavas tipo arcadas ríoflas; lavas de gran grado.
- Pmo1** Basamento metamórfico cristalinizo y altopresión.

SIMBOLOS GEOLOGICOS

- Muerto mineralizado
- Contacto geológico
- Contacto geológico inferido
- Tronco y arroyo de seque
- Falla, indicando su buzamiento
- Bracha de falla
- Falla, indicando el momento de bloques
- Falla inferida
- Línea de zonación geológica

SIMBOLOS GENERALES

- Arroyo
- Talca y canal abierto
- Punto de partida (P.P.)
- Punto de acia



	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE INGENIERIA
	PLANO GEOLOGICO Y SECCIONES AREA LA SALADA URES, SONORA
TERCER PROFESIONAL ESCALA 1:2500	HOJA ANTONIO EMBEFOAS P. AGOSTO DE 1961

VII. BIBLIOGRAFIA

- Bryant D. G., 1968, Intrusive breccias associated with ore, - Warren, Bisbee, Minino district, Arizona. Economic Geology and The Bulletin of the Soc. of E. G. Vol. 63, Pag. 1-12.
- Farmin Rollin, 1934, Pebbles dikes at Tintic, Utah. Economic Geology, Vol. 29, Pag. 356-370.
- Fries Jr. Carl, Reseña de la Geología del Estado de Sonora, - con énfasis en el Paleozoico. Boletín de la Asoc. - Mexicana de Geólogos Petroleros.
- Gómez D., Esquivias J. A., 1981, Proyecto Ures. Servicios Industriales Peñoles S.A. de C.V. Informe interno.
- Heinrich E. W. M., 1980, Petrografía Microscópica. Segunda edición. Editorial Omega, Barcelona España.
- Kerr F. Paul, 1977, Optical Mineralogy. Mc. Graw-Hill Book Co.
- King R. E., 1934, Geological Reconnaissance in Central Sonora, Am. Journal of Science, Vol. 28, Num. 164.
- Kraus, Hunt, Ramsdell, 1959, Mineralogy. Fifth Edition. Mc. - Graw-Hill Book Co.
- Lee, Miyajima, Mizumoto, 1974, Geology of the Kamikita Mine, Aomori Prefecture, with special reference of Fragmental Ores. Geology of Kuroko Deposits, Mining Geology Special issue, No. 6, pp. 53-66. Society of -- Mining Geologists of Japan.

- López Ramos E., 1979, Geología de México. Tomo II.
- Mattox, Alton, 1963, Elementos de cristalografía y mineralogía. Editorial Omega, Barcelona España.
- Mulchay Roland B., 1971, General comments on breccias.
- Park, Mc. Diarmid, 1975, Ore Deposits. W. H. Freeman and Co.
- Rodríguez Aldaco, 1969, Exploración geológica de los cuerpos de brecha mineralizados en el Distrito Minero de Inguarán, Michoacán. Tesis Profesional.
- Roldán J., Solano B., 1978, Contribución a la estratigrafía de las rocas volcánicas del Estado de Sonora. Bol. Dpto. Geol. Universidad de Sonora. Vol. 1, No. 1.
- Sharp James E., 1977, A molybdenum mineralized breccia pipe complex, Redwell Basin, Colorado. Economic Geology Vol. 73, pp. 369-382.
- Turner F. J., Verhoogen J., 1978, Petrología Ignea y Metamórfica. Tercera Edición. Editorial Omega, Barcelona, España.