

0344



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO PETROGRAFICO - METALOGENICO
DEL AREA DE TLANILPA - AZULAQUEZ, GRO.

TESIS PROFESIONAL

Michael Alfred del Vecchio Carranza

México, D. F.

1978



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Fina
344

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ingeniería

ESTUDIO PETROGRAFICO-METALOGENICO DEL AREA

DE TLANILPA-AZULAQUEZ, GRO.

T E S I S
Que para obtener el título de
INGENIERO GEOLOGO
P r e s e n t a:
Michael Alfred del Vecchio Carranza

México. D.F.. 1978

A MIS PADRES: EUGENIO Y GUADALUPE

A MIS HERMANOS: EUGENIO
NINA
MARIA DOLORES
JOSE MARIA
RAFAEL

A PALMIRA . . .

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento al Ing. Germán Arriaga García por la dirección y asesoramiento del presente estudio y al Ing. Leovigildo Cepeda Dávila por su oportuna intervención. También quiero agradecer a la Compañía de Servicios Industriales Peñoles, S.C., que brindó las facilidades para efectuar la presente investigación, muy especialmente al Ing. Raúl Eduardo Murillo Olvera por su desinteresada ayuda y amistad tanto en el campo como en gabinete. Al Ing. Roberto Mendoza Blackaller de la Gerencia de Exploración de SIPSC por su apoyo, al Ing. Miguel A. Vera por su oportuna ayuda, al Dr. Eduardo J. Aguayo por su importante asesoría y en general a todas las amistades, maestros y compañeros cuyas observaciones ayudaron a la realización de este estudio.

CONTENIDO

Página

RESUMEN

CAPITULO I. INTRODUCCION	1
a) Localización y Acceso	1
b) Fisiografía: Geomorfología e Hidrografía	1
c) Estudios Previos	3
d) Objetivo del Trabajo	3
e) Método de Trabajo	3
 CAPITULO II. GEOLOGIA	 5
a) Estratigrafía	5
b) Estructuras	15
c) Metamorfismo	16
d) Geología Histórica	17
 CAPITULO III. PETROGRAFIA	 20
a) Tipos	20
b) Alteraciones	25
 CAPITULO IV. YACIMIENTOS MINERALES	 28
a) Mineralogía	27
b) Roca Encajonante	27
c) Forma y Estructura	27
d) Guías	28
e) Discusión Genética	28
 CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	 33
 BIBLIOGRAFIA	 35

ILUSTRACIONES

Plano de Localización	entre 1 y 2
Columna Estratigráfica	entre 14 y 15
Figura 1	entre 32 y 33

APENDICE

ESTUDIOS PETROGRAFICOS.	37
FOTOGRAFIAS.	72

Incluye un plano geológico del área de Tlanilpa-Azuláquez, -
Gro. con una sección estratigráfica. Escala 1:10 000.

RESUMEN

En la región de Tlanilpa-Azuláquez, la Formación Esquisto Taxco presenta dos variedades generales: una metasedimentaria, formada a partir de rocas pelíticas y una metavolcánica, derivada de rocas volcánicas y volcánoclasticas. Estas dos variedades sugieren el origen del Esquisto Taxco, a partir de un vulcanismo ácido-intermedio en un medio marino, con una sedimentación pelítica penecontemporánea, en un ambiente eugeosinclinal.

El tipo de metamorfismo que presenta el Esquisto Taxco es regional de bajo grado, facies de los Esquistos Verdes.

La Formación Rocaverde Taxco Viejo presenta una litología y tipos petrográficos muy variables; es de origen piroclástico, presentando características de dinamometamorfismo e hidrotermalismo, y en ocasiones con metamorfismo incipiente.

Los cuerpos mineralizados se presentan relacionados a la porción metasedimentaria del Esquisto Taxco, específicamente a un horizonte de pizarras negras. La mineralogía de dichos cuerpos consiste esencialmente de una mena de sulfuros masivos de plata, plomo y zinc, con menores cantidades de cobre y oro.

De acuerdo con las características de los cuerpos mineralizados y a los estudios petrográficos y paragenéticos de algunas muestras de sulfuros masivos, se ha podido establecer que la mineralización de éstos es singenética con el medio ambiente sedimentario, originada por procesos volcánicos de composición ácida penecontemporáneos a un período de depositación pelítica; todo ello en un régimen eugeosinclinal.

Cabe aclarar al lector que los resultados obtenidos y las hipótesis mencionadas tendrán que ser comprobados y ratificados con estudios más detallados y de mayor extensión regional, ya que existen aún muchas incógnitas acerca de la historia geológica de la región.

I. INTRODUCCION

a) Localización y Acceso:

El área de estudio del presente trabajo comprende una fracción de la parte nortecentral del Estado de Guerrero, en los alrededores de los poblados de Tlanilpa y Azuláquez, Municipio de Pedro Ascencio de Alquiciras, que colinda al norte con el Estado de México.

Geográficamente se encuentra localizada entre los paralelos $18^{\circ} 34' 31''$ y $18^{\circ} 36' 08''$, de latitud norte y los meridianos $99^{\circ} 47' 45''$ y $99^{\circ} 51' 10''$, de longitud oeste del Meridiano de Greenwich, siendo su elevación promedio de 1.700 metros sobre el nivel del mar.

Se tiene acceso al área por la carretera federal No. 57, que comunica a los poblados de Iguala y Ciudad Altamirano, a partir de la cual, a la altura del kilómetro 79, se llega a un lugar denominado Pochote: al norte de éste, parte un camino de terracería y después de un recorrido de aproximadamente 32 kilómetros, se llega al poblado de Tlanilpa.

El camino se encuentra pavimentado y en buenas condiciones de Iguala hasta Pochote, posteriormente es de terracería y transitable en toda época del año. El recorrido total en automóvil, partiendo de la Ciudad de México, se efectúa en un tiempo aproximado de 5 horas.

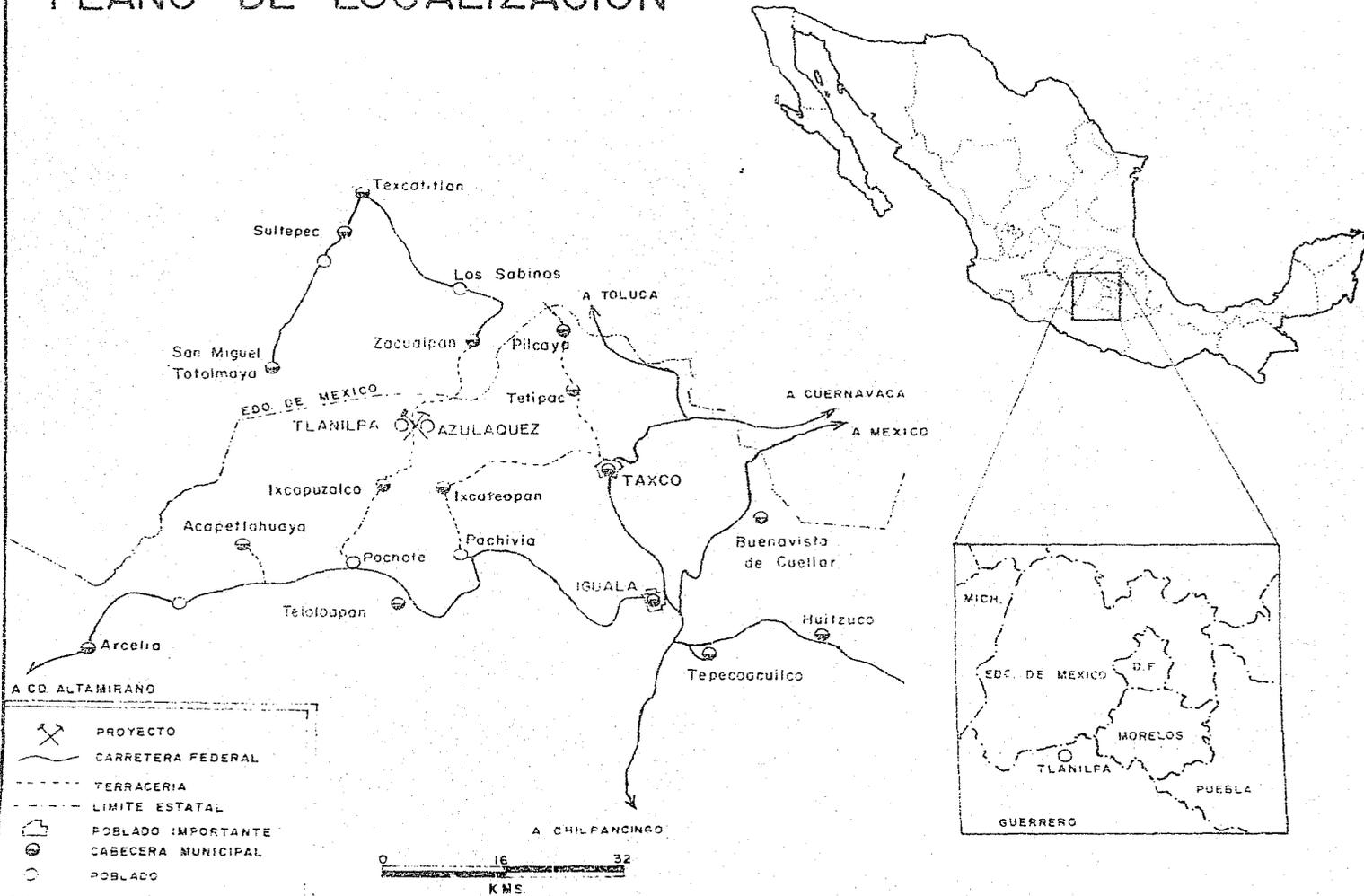
b) Fisiografía: Geomorfología e Hidrografía.

Según la clasificación de las Provincias Fisiográficas de México, publicada por Raisz (1959), el área de estudio está localizada en el borde nor-occidental de la sub-provincia denominada Cuenca del Balsas-Mexcala, de la provincia fisiográfica llamada Sierra Madre del Sur.

La Cuenca del Balsas-Mexcala tiene un rumbo general oeste-noroeste, mide aproximadamente 600 kilómetros de largo por 100 de ancho y limitada al norte con la provincia denominada Planicie Neovolcánica.

La litología del área influye en la naturaleza de los rasgos morfológicos existentes. Las rocas carbonatadas se presentan

PLANO DE LOCALIZACION



0 16 32
KMS

en sierras elevadas con escarpes abruptos; las rocas metamórficas corresponden a valles profundos de fuertes pendientes y las rocas volcánicas, lutitas y areniscas, se muestran como lomas arredondadas y cortes suaves. Regionalmente las rocas que subyacen en la región son principalmente metamórficas, sobre todo esquistos y pizarras; localmente se encuentran algunos bancos de calizas de extensión reducida.

Geomorfológicamente se define como una región en etapa de madurez temprana, ya que presenta un drenaje de tipo dentrítico; está constituida por lomas arredondadas con cortes de fuertes pendientes estando coronadas por formaciones triásicas, cretácicas o recientes; las cuales corresponden a rocas de composición intermedia a básica.

Hidrográficamente la región forma parte de la Cuenca del Río Balsas, con corrientes de tipo consecuente y subsecuente. siendo todas ellas tributarias del Río Balsas.

Los principales arroyos son el Tlapacoya y el Huispa o Azuláquez, los cuales nacen al norte, en las partes altas de la sierra y siguen rumbos aproximados de norte-sur y noroeste-sureste, desembocando al arroyo de los Sabinos el cual, a su vez, se une al Río Balsas hacia el sur. En general las corrientes presentan un flujo más o menos estable con excepción de los meses de abril a junio, en los cuales baja su caudal debido a las altas temperaturas y pocas precipitaciones.

Clima y Vegetación: Se tienen en la región dos tipos de climas que, de acuerdo a la clasificación climática de Köeppen, modificada por E. García (1964) se pueden describir de la siguiente manera:

(A) C (w₂) (w)ig. Clima semi-cálido, temperatura anual mayor de 18° C y la del mes más frío menor de 18° C. El régimen de lluvias en verano es por lo menos diez veces mayor que el de invierno.

A (Cw₂) (w)ig. Clima cálido húmedo, temperatura media menor de 22° C y la del mes más frío mayor de 18° C. Durante el verano la precipitación pluvial es por lo menos diez veces mayor que la del invierno.

Las principales especies silvestres que se presentan son: - amate, cedro, encino, ocote, pino y casahuate; como cultivos se tiene: maiz, cacahuate, frijol, ciruela, mango, durazno y aguacate.

c) Estudios Previos.

Los primeros datos geológicos, referentes al área se obtienen del estudio elaborado por Zoltan de Cserna y Carl Fries Jr., en su trabajo titulado "Resumen de la hoja Taxco, Estados de Guerrero, - México y Morelos", Instituto de Geología (1975).

Posteriormente el Ing. Eduardo Murillo de la Subdirección de Exploración, Gerencia de Zona Sur de Servicios Industriales Peñoles, S.C., estuvo trabajando en el proyecto Tlanilpa, elaborando un "Estudio Geológico-minero del Proyecto Tlanilpa" (Inédito Archivo Peñoles, 1977). Se puede decir que éstos han sido los únicos trabajos previos acerca del área en estudio.

d) Objetivo del Trabajo.

El objetivo principal es el de realizar un estudio litológico de la estratigrafía existente en la región y establecer un patrón de alteraciones y de tipos petrográficos con el fin de efectuar zoneamientos que indiquen los controles para la prospección minera.

La Sub-dirección de Exploración de Servicios Industriales Peñoles, S.C., Gerencia de Exploración, Zona Sur, comenzó a investigar el área con el fin de determinar la viabilidad para la explotación de la zona mineralizada, para lo cual se procedió a levantar la geología superficial a semi-detalle (realizada por el Ing. Eduardo Murillo, 1975-1976) y a efectuar el presente estudio.

Es importante señalar que estos estudios van enfocados a la búsqueda y explotación de yacimientos minerales y que además de -- ayudar en forma determinante al progreso de los habitantes de la región, son de gran beneficio para la economía mexicana.

e) Método de Trabajo.

El presente estudio se desarrolló en dos etapas, una de campo y otra de gabinete.

Dentro del trabajo de campo se desarrollaron las siguientes actividades:

- Reconocimiento de las unidades estructurales y litoestratigráficas del área del proyecto observadas previamente por fotointerpretación.
- Levantamiento de la geología superficial a semidetalle, utilizando como base fotografías aéreas escala 1: 6250 (Ing. Eduardo Murillo, 1975-1976).
- Trazo de la sección estratigráfica.
- Muestreo superficial de las unidades litoestratigráficas que afloran en el área y sobre las cuales se trazó la sección.

El trabajo de gabinete consistió en:

- Elaboración de un plano fotogeológico de la región en la que se encuentra el proyecto.
- Elaboración del plano geológico del área en base al plano fotogeológico, completado y corregido con el muestreo geológico superficial a semi-detalle, escala 1: 6250 (Ing. Eduardo Murillo).
- Estudios petrográficos y minerográficos de láminas delgadas y superficies pulidas de las muestras de las unidades litoestratigráficas obtenidas en el levantamiento de la sección estratigráfica.
- Elaboración de la sección estratigráfica a partir de los datos superficiales de campo y su interpretación.

II. GEOLOGIA

a) Estratigrafía.

En la zona de estudio, la estratigrafía está representada por rocas del Pre-Cámbrico y del Mesozoico, que Fries (1960) incluyó - en 12 unidades formales. El espesor máximo de la secuencia es - de 4,600 m., excluyendo las rocas metamórficas incluidas en el Esquisto Taxco.

Cabe señalar que la presente secuencia estratigráfica está basada en la superposición de las unidades litoestratigráficas y apoyada por datos paleontológicos y radiométricos.

Pre-Cámbrico.

Esquisto Taxco.

El Esquisto Taxco es la unidad más antigua de la región y forma el basamento sobre el cual se depositaron todas las demás unidades.

El nombre de Esquisto Taxco fué propuesto para las rocas del área del afloramiento que se encuentra al oriente y sureste de la ciudad de Taxco, Gro., entre la carretera federal No. 95 y los poblados de Tehuilotepec y Pichahua, teniendo esta área una superficie aproximada de 5 Km².

El Esquisto Taxco según de Cserna y Fries (1976) consiste en una secuencia de rocas volcánicas y pelíticas varias veces deformadas y que se presentan como esquistos de sericita y cuarzo, de grano fino; esquistos grafiticos y pizarras negras; y como metaignimbritas y metatobas. El rango de metamorfismo que presenta - el esquisto corresponde al de los esquistos verdes, como queda indicado por la presencia de sericita, clorita y epidota. Las metaignimbritas presentan fragmentos de pómez aplastados, lo que indica que estas rocas fueron originalmente derrames piroclásticos. Su composición es variable desde riolita hasta traquiandesita. - En algunas rocas metavolcánicas se presenta con abundante clorita que, a su vez, dá un color verde claro al esquisto, lo cual dificulta en algunas ocasiones su distinción con la unidad suprayacente que es la Rocaverde Taxco Viejo.

Las rocas metavolcánicas y metasedimentarias que se encuentran en el Esquisto Taxco representan una secuencia que originalmente consistía de lutitas, grauvacas y rocas volcánicas.

Según Stille (1936) esta litología corresponde a un ambiente eugeosinclinal, debido a que representa un cinturón tectónico móvil, que consiste de rocas volcánicas asociadas con su relleno sedimentario.

La edad del Esquisto Taxco, según el concentrado de circones autógenos procedentes de la metatoba, dió una edad radiométrica por el método de plomo-alfa, de $1\ 020 \pm 110$ millones de años que corresponde al Precámbrico tardío (De Cserna, 1974, p. 191), edad que concuerda con la reportada para otras rocas precámbricas del oriente y sur de México (Faja Tectónica Oaxaqueña). El espesor de la unidad no ha sido determinado debido a que su base no está expuesta y su contacto superior es una discordancia erosional con las unidades que le suprayacen. En la zona de estudio, el Esquisto Taxco está en contacto discordante con la Rocaverde Taxco Viejo que es la unidad que le suprayace inmediatamente.

Triásico.

Rocaverde Taxco Viejo.

La Rocaverde Taxco Viejo es la unidad litoestratigráfica que junto con el Esquisto Taxco, constituyó el basamento sobre el cual se depositaron las rocas del Cretácico.

El nombre de Rocaverde Taxco Viejo fué propuesto para el afloramiento sobre la falda situada directamente al oriente del Pueblo de Taxco Viejo. Según Fries (1960) la Rocaverde Taxco Viejo se compone principalmente de una secuencia de derrames de lava y tobas, de composición intermedia a básica y con algunos intervalos de grauvacas y pizarras negras. Muchos fragmentos que componen la roca se encuentran comprimidos y alargados, sin duda como resultado del metamorfismo dinámico regional. Mediante el metamorfismo se formaron grandes cantidades de clorita, sobre todo en las capas de grano más fino.

Además la presencia de clorita, epidota y piritita se consideran como indicios de un metamorfismo de bajo grado. La edad de esta unidad sólo puede deducirse por las relaciones que guarda con las rocas que se sub y suprayacen y por las correlaciones de larga distancia; así en Zacatecas se han descrito rocas semejantes a éstas con sedimentos marinos fosilíferos del Triásico, por lo que se supone es de edad triásica. Además, la presencia de vetillas de cuarzo, junto con los rasgos de deformación cataclástica

en la cima del Esquistos Taxco y en menor grado en la base de la Rocaverde Taxco Viejo, sugieren, aunque no con certeza, la posición tectónica de esta unidad encima del Esquistos Taxco. El espesor máximo aproximado de la unidad es de 300 metros.

La Rocaverde Taxco Viejo, descansa discordantemente sobre el Esquistos Taxco. Fries (1960) menciona la presencia de un conglomerado basal, compuesto de fragmentos de esquistos en el contacto entre las dos unidades. Los movimientos tectónicos posteriores y la erosión eliminaron gran parte de la unidad antes de que fueran depositadas las unidades superiores, por lo que puede estar cubierta por cualquier unidad posterior.

Cretácico.

Formación Acuitlapán.

Es la unidad litoestratigráfica más antigua del Cretácico y descansa sobre la Rocaverde Taxco Viejo o sobre el Esquistos Taxco en discordancia angular.

El nombre de Formación Acuitlapán fué tomado del pueblo del mismo nombre, en el kilómetro 144.5 de la carretera Amacuzac-Taxco y se propone para las rocas que afloran a lo largo de la base suroccidental de la alta serranía caliza conocida como Cerro de Acuitlapán, que se levanta al noroeste de dicho pueblo (Fries, 1960).

La unidad consiste en una serie de capas delgadas arcillosas y limosas, con intercalaciones de capas de caliza negra delgadas, todo ello con cambios metamórficos a filita pizarrosa. No se han encontrado fósiles en la unidad y su edad tiene que deducirse de su posición estratigráfica. La Formación Xochicalco suprayacente contiene microfauna de edad aptiana y la formación inmediata más antigua que la Acuitlapán es de probable edad jurásica tardía; por lo tanto se atribuye a la Formación Acuitlapán una edad Neocomiano (cretácica temprana, Fries, 1960). Ahora De Cserna (1976), la considera como la unidad clástica basal en esta región, del Miogeosinclinal Cretácico Temprano.

El espesor total original de la unidad no puede determinarse en el área de estudio debido al plegamiento estrecho de las capas y a los afloramientos incompletos, pero se le estima un espesor parcial de 120 metros (De Cserna, 1976).

Esta formación descansa directamente sobre la Rocaverde Taxco Viejo en discordancia angular. En algunas partes se le encuentra debajo de la Formación Xochicalco con un contacto transicional y en otras debajo de la formación Morelos y Mexcala en contacto discordante.

Formación Xochicalco.

La Formación Xochicalco fué definida por Fries (1960, p. 40), como una secuencia de calizas gris oscuras en estratos delgados a medianos con interestratos de lutita y limolita calcárea, y localmente con la presencia de pedernal negro.

El nombre de Formación Xochicalco proviene de la localidad arqueológica que se encuentra en el Cerro de Xochicalco y aflora desde dicho punto hasta el Cerro de Colotepec, al oriente, donde se encuentra intrusiónada por un tronco granítico.

Según De Cserna (1976), su depósito tuvo lugar en aguas frías más tranquilas y con poco aporte de sedimentos clásticos en el Mioceno geosinclinal Cretácico Temprano.

No se encontraron microfósiles en la Formación Xochicalco, pero se estudió la microfauna en numerosas láminas delgadas (F. Bonet, 1959). La fauna identificada fué la siguiente:

Colomiella mexicana.

Rugoglobigerina sp.

que corresponden a una edad aptiana.

En los afloramientos cerca de Acuitlapán, donde aflora tanto la base como la cima de la Formación Xochicalco, el espesor es de unos 150 metros.

Esta unidad litoestratigráfica sobreyace en contacto transicional a la Formación Acuitlapán y está, a su vez, cubierta por la Formación Morelos. El contacto Xochicalco-Morelos, Fries (1960, p. 42) lo consideró discordante por detectar la ausencia de algunos estratos superiores de la Formación Xochicalco, debajo de la Formación Morelos, de un lugar a otro, pero esto puede obedecer a que la naturaleza incompetente de la Formación Xochicalco,

en contraste con la de la Formación Morelos, pudo haber resultado en pequeñas discordancias tectónicas, debidas a la naturaleza -- disarmónica del plegamiento que afectó a estas rocas.

Formación Morelos.

La Formación Morelos está constituida por una sucesión de capas de calizas y dolomías, interestratificadas, con cantidades variables de pedernal en forma de nódulos, lentes, granos y fragmentos silicificados de fósiles. La parte más antigua de la formación está constituida por un miembro de anhidrita en la parte -- oriental de la región, pero en el resto, las capas basales consisten en carbonatos de edad un poco más joven (Fries, 1960).

Esta unidad fué definida y cartografiada por primera vez por Fries en el área de Cuernavaca (1960). Esta formación se puede -- observar en el Cañón de Lobos, Mor., carretera entre Cuautla y -- Cuernavaca.

La fauna colectada por Fries (1960, p. 53-59) indica una edad albiana-cenomaniana temprana para la Formación Morelos.

Sin embargo, este alcance cronoestratigráfico no es uniforme regionalmente. En algunas áreas se ha observado que la Formación Morelos presenta acuñamientos, los cuales pueden ser debido a levantamientos tectónicos locales antes de su depósito o a una erosión intensa antes del depósito de la formación que le suprayace.

La Formación Morelos es relativamente pobre en macrofósiles y la mayoría representa especies nuevas con límites temporales -- amplios. Los rudistas se presentan en gran número en la parte -- superior de la formación, aunque representan pocas especies. -- Los microfósiles se presentan con mucha abundancia en algunas capas, sobre todo en la parte superior de la formación y están -- dominados por los géneros que pertenecen a la familia Miliolidae.

Los fósiles identificados, en la parte superior de la formación son:

Macrofósiles

Peronidella sp. cf.
P. ramosissima Dunikowsky

Epistrepto phylum sp. cf.
E. budaensis Wells.

Hyposaleina (?) sp.
Spondylus sp.

Microfósiles

Dicyclina schumbergeri Munier-Chalmas

Nummoloculina heimi Bonet

Spiroloculina sp.

Nonion (?) sp.

Estos fósiles indican una edad Cenomaniano Temprano para la parte superior de la Formación Morelos.

La parte inferior presenta la siguiente fauna:

Macrofósiles

Toucasia patagiata (?) White

Toucasia texana (?) Roener

Nerinea sp.

Microfósiles

Spiroplectamina cf. s goodlandana

Dictyoconus sp.

Massilina cf. M. planaconvexa

Nummoloculina sp.

Estos fósiles asignan a las capas basales de la formación una edad Albiano Medio.

El espesor de la Formación Morelos varía de unos cuantos metros hasta mil y quizá más.

En el área de estudio y también regionalmente, esta unidad forma las prominencias topográficas más importantes.

La formación cubre concordantemente a la Formación Xochicalco y discordantemente a las unidades más antiguas.

Se le encuentra cubierta por la Formación Mexcala de manera discordante.

Calizas (sin nombre).

En el área de estudio y en algunas otras partes se han observado unas calizas de tipo calcarenitas a calciruditas, que presentan una laminación imperfecta y con interestratos delgados locales. De Cserna (1976) las señala como una unidad informal. Estas calizas suelen formar bancos y carecen de macrofauna y de miliolidos.

Unos ejemplares muy mal conservados de rudistas sugieren que son del Cretácico y su espesor varía de 50 a 120 metros.

Formación Mexcala.

Fries (1960, p. 72) propone el nombre de Formación Mexcala para la sucesión de rocas clásticas marinas, que consisten en su base de calizas delgadas a medianas y que cambian hacia arriba a una secuencia de lutitas y grauvacas.

Se le puso tal nombre por llamarse así tanto el pueblo como el río situado cerca del Km 220 de la carretera México-Acapulco. La unidad está tan plegada que la repetición de capas es la regla, y la sucesión litológica verdadera no puede determinarse con exactitud. La localidad tipo fué escogida a lo largo del Río Balsas-Mexcala, un poco al oriente del puente de la carretera, porque en

dicho lugar las capas parecen ser las menos plegadas.

La Formación Mexcala es muy variable en su litología, tanto lateral como verticalmente. La parte basal es, en casi todas partes, de naturaleza calcárea y puede consistir en capas de caliza arcillosa o de limolita calcárea.

Encima de la parte calcárea se encuentran lutitas y grauvacas de color gris y verde olivo que constituyen una secuencia rítmica. Los fragmentos de las grauvacas y conglomerados de la parte superior y media derivan de rocas ígneas.

Según De Cserna (1965, p. 26) su aspecto litológico corresponde a un flysch o subflysch que en algunos casos constituye una cuña clástica transgresiva. Los estratos y distribución de las grauvacas más gruesos corresponden a la acción de las corrientes de turbidez.

Fries (1960, p. 82-90) ha fijado una edad Coniaciano para la parte superior de esta formación, en tanto que Ontiveros-Tarango (1973, p. 222) le ha calculado a la parte inferior una edad Turoniano, concluyendo que la Formación Mexcala es de edad Turoniano-Coniaciano.

La mayoría de los fósiles son amonoides y pelécipodos, siendo los principales macrofósiles los siguientes:

Peroniceras sp. .
Pteraptychus (?) Trauth
Durania sp.
Barroisiceras cf. B. alstadenese Solger
Barroisiceras cf. B. haberfellneri van Hayer
Peroniceras cf. P. subtricarinatum Sturm

y los principales microfósiles:

Ammobaculites (?) sp.
Spiroplectamina sp.
Martinottiella sp.
Praeglobotruncana delrioensis (?)
Globochaete (?)
Calcisphaerula (?) sp.

La Formación Mexcala, por su litología incompetente y por su ubicación en la cima de la secuencia mesozoica plegada, fué afectada substancialmente, produciéndose en ella un sinnúmero de pliegues, que sin un estudio detallado hacen imposible determinar su verdadero espesor. Sin embargo, parece ser que en la región no excede de 600 m.

La Formación Mexcala descansa discordantemente sobre la Formación Morelos y está a su vez cubierta discordantemente por la Formación Balsas.

Terciario.

Formación Balsas.

La Formación Balsas (De Cserna, 1965, p. 26) se compone de una secuencia continental formada de conglomerados de calizas y de rocas metamórficas y volcánicas antiguas, arcosas y limolitas, así como de calizas de agua dulce junto con algunos derrames basálticos interestratificados que cubren con gran discordancia angular a las rocas mesozoicas y más antiguas deformadas.

Su localidad tipo se ubica a lo largo de la Cuenca Hidrológica del Río Balsas-Mexcala.

La Formación Balsas no ha sido afectada por plegamientos. La disposición inclinada de sus estratos se debe a "ladeo" producido por fallas o por pseudoestratificación en escala mayor, inherente a la estructura interna de los abanicos aluviales. Su edad ha sido fijada por medios indirectos; está cubierta por la Riolita Tilzapotla, cuya edad radiométrica es de 26 m. a., que corresponde al Oligoceno Tardío. Por otra parte se le ha relacionado con la Formación Yanhuitlán en la Mixteca Alta de Oaxaca que corresponde al Eoceno Medio (Fries, 1960). En conclusión, se le atribuye a la Formación Balsas una edad del Eoceno Medio al Oligoceno Temprano.

Su cuadro tectónico de acumulación y su relación a las estructuras plegadas, permiten considerar a la Formación como un depósito de molasse continental (De Cserna, 1965, p. 27).

Su espesor total probable alcanza 350 m. Descansa discordantemente sobre las rocas mesozoicas o más antiguas y la suprayace en discordancia la Riolita Tilzapotla.

Riolita Tilzapotla.

Se define probablemente como la unidad más antigua de la serie de unidades volcánicas del Terciario.

Según Fries (1960, p. 104) se define como una secuencia de rocas piroclásticas y derrames volcánicos asociados, de composición riolítica y riodacítica, que sobreyacen, con pequeñas discordancias locales, a la Formación Balsas y cubre discordantemente unidades litoestratigráficas más antiguas.

El nombre de Riolita Tilzapotla fué propuesto para los afloramientos extensos de brecha tobácea riolítica, situados en las cercanías de Tizapotla, al sur del lago de Tequesquitengo y del Río Amacuzác.

Según una muestra de circones autógenos concentrados de la unidad dió una edad radiométrica, por el método plomo-alfa, de 26 millones de años. que corresponde al Oligoceno Tardío (Fries, 1960, p. 107).

El espesor de la Riolita Tilzapotla varía de 100 a 300 m.

El contacto entre la Riolita Tilzapotla y las unidades que le subyacen es discordante.

Posteriormente a la Riolita Tilzapotla se tiene la presencia de una serie de depósitos y derrames volcánicos que están comprendidos en las siguientes unidades litoestratigráficas (Fries, 1960):

- Andesita Buenavista (Mioceno)
- Tobas, Brechas Volcánicas y Lahares (Mioceno Tardío)
- Formación Tepoztlán (Mioceno)
- Andesita Zempoala (Plioceno Tardío-Pleistoceno)
- Andesita (Pleistoceno)
- Formación Chontalcoatlán (Plioceno Medio)
- Formación Cuernavaca (Plioceno Tardío)
- Basalto (Cuaternario)
- Aluvi6n (Cuaternario)

COLUMNA ESTRATIGRAFICA

	PLEISTOCENO-RECIENTE	D CONTINENTALES	0-30		ALUVION
	OLIGOCENO SUPERIOR	RIOLITA TILZAPOTLA	0-300		SECUENCIA DE ROCAS PIROCLASTICAS Y DERRAMES VOLCANICOS ASOCIADOS. DE COMPOSICION RIOLITICA A RIODACITICA.
	OLIGOCENO INFERIOR EOCENO MEDIO	GRUPO BALSAS	0-350		CONGLOMERADOS DE CALIZA, ROCAS METAMORFICAS Y VOLCANICAS ANTIGUAS; ARCOSAS Y LIMOLITAS; ALGUNOS DERRAMES BASALTICOS INTERSTRATIFICADOS
O C I C A T E C	CONIACIANO	FORMACION MEXCALA	0-600		LA PARTE INFERIOR CONSISTE DE CALIZAS DELGADAS A MEDIANAS, CAMBIANDO HACIA ARRIBA A UNA SECUENCIA DE LUTITAS CALCAHEAS Y GRAUVAGAS.
	TURONIANO				
	CENOMANIANO	FORMACION MORELOS	0-1420		SUCCESION DE CAPAS DE CALIZA Y DOLOMIA INTERSTRATIFICADAS, CANTIDADES VARIABLES DE PEGERNAL EN FORMA DE NODULOS, LENTES Y GRANOS.
	ALBIANO				
	APTIANO				
	NEOCOMIANO	FORMACION ACUITLAPAN	0-120		LUTITAS, LIMOLITAS Y CAPAS DELGADAS DE CALIZA. RECRISTALIZADA EN PARTE A FILITA PIZARROSA.
	TRIASICO	ROCA VERDE TAXCO VIEJO	0-300		TOBAS, BRECHAS, PORFIDOS ANDESITICOS Y ARNEICLAS. SE PRESENTA COMO UNA ROCA VERDE CLORITICA ALTERADA Y FOLIADA.
	PRECAMBRICO SUPERIOR	ESQUISTO TAXCO	+300		ALTERNANCIA DE ROCAS METASEDIMENTARIAS Y METAVOLCANICAS, QUE SE PRESENTAN COMO ESQUISTOS DE SERICITA, PIZARRAS BITUMINOSAS CALCAHEAS Y ESQUISTOS CUARZO FELDSPATICOS, METATOBAS, PORFIDOS RIOLITICOS Y METAPSAMMITAS.

Estratigrafía del Proyecto.

Dentro de la zona de estudio que corresponde el proyecto Tlanilpa, la columna estratigráfica está representada por cuatro unidades litoestratigráficas que son: Esquistos Taxco, Rocaverde Taxco Viejo, Formación Acuitlapán y Caliza (sin nombre).

Dichas unidades han sido definidas y cartografiadas en la región, y se tratarán con mayor detalle en el Capítulo III del presente trabajo.

b) Estructuras.

Tentativamente se interpreta la estructura de esta región metamórfica, como el flanco suroriental y la nariz nororiental de un amplio levantamiento alargado NE-SW, sin embargo las observaciones de la foliación registradas en el terreno apoyan sólo parcialmente a esta interpretación (De Cserna, 1976).

El rasgo estructural más notable en las rocas del basamento es la esquistosidad que presenta, causada por procesos metamórficos regionales. Esta se presenta en dos direcciones, una con rumbo general NE-SW con echados al W y otra NW-SE. La primera supone una gran estructura homoclinal.

Se puede observar además que tanto la Rocaverde Taxco Viejo como las rocas sedimentarias cretácicas, presentan estructuras cuyo rumbo general es NW-SE.

En base a estas relaciones se puede concluir que la foliación del Esquistos Taxco que sigue un rumbo NE-SW, resultó de la primera deformación de las rocas que forman al esquistos, mientras que la que sigue un rumbo NW-SE debe de haber sido el producto de una segunda deformación, relacionada con los procesos tectónicos que afectaron a las rocas mesozoicas.

Fries (1960, p. 144-145) concluyó que la primera deformación que afectó a la secuencia y que resultó en el desarrollo de la esquistosidad, siguió un rumbo ENE-WSW y debido a la poca inclinación que presenta, sospecha la presencia de pliegues fuertemente recostados en el Esquistos Taxco. Se supone que las estructuras formadas durante las primeras deformaciones fueron truncadas en

superficies de erosión antes de que fuesen emplazadas las unidades posteriores.

En la zona del proyecto no se han podido distinguir estructuras del orden de anticlinal o sinclinal y en general sólo se observan una serie de fallas y fracturas fotogeológicamente interpretadas; dichas estructuras se encuentran afectando principalmente al basamento, siguiendo dos direcciones bien definidas, unas con rumbo N 35° - 45° W y otras casi perpendiculares, siendo sus longitudes del orden de 400 a 600 metros (Murillo, 1977).

En lo que respecta a fallas sólo se ha encontrado una, que si que un rumbo N 30° E y se encuentra en el arroyo de Azuláquez, a la altura del poblado del mismo nombre; tiene una longitud aproximada de 800 metros y afecta sobre todo a las rocas cretácicas.

c) Metamorfismo.

En general, el metamorfismo que presentan las unidades litoestratigráficas del área del proyecto, es de bajo grado. Se tiene así que el rango de metamorfismo exhibido por el Esquisto Taxco es bajo, como queda indicado por la presencia de clorita, sericita y epidota, sin el desarrollo de granate u otros minerales metamórficos típicos de un metamorfismo intenso. El conjunto mineral sugiere que la roca fue producida por un metamorfismo dinámico-regional a temperaturas relativamente bajas.

Las rocas originales correspondían probablemente a una sucesión de tobas, brechas y tal vez corrientes lávicas de composición riolítica, con estratos clásticos intercalados en menor cantidad. Una compresión posterior, efectuada sobre todo después del depósito de las formaciones cretácicas, imprimió la crenulación (pequeños pliegues, con una longitud de onda de unos cuantos milímetros) marcada que ahora se observa en algunos de los afloramientos del esquisto (Fries, 1960).

Dentro de la Rocaverde Taxco Viejo se tiene la presencia de fragmentos comprimidos y alargados, que son el resultado de un metamorfismo dinámico-regional. Mediante el metamorfismo se formaron grandes cantidades de clorita y la roca adoptó una apariencia bien foliada, sobre todo en las capas de grano más fino.

Se tiene además la presencia de pizarras y pizarras calcáreas bituminosas que se encuentran en el contacto Esquisto Taxco-Rocaverde de Taxco Viejo o intercaladas en una de estas dos unidades y que presentan un metamorfismo regional de bajo grado probablemente a partir de rocas pelíticas o pelítico calcáreas.

La formación Acuitlapán muestra el efecto de un metamorfismo dinámico débil, hasta el rango de pizarra y filita, posiblemente en respuesta a la deformación Post-Cretácica bajo una cubierta sedimentaria gruesa.

En resumen se puede decir que el metamorfismo que afectó a las unidades litoestratigráficas del área, es de tipo regional de bajo grado (facies de esquistos verdes) y dinámico-regional.

d) Geología Histórica.

La Geología Histórica de la zona es muy compleja, y se carece de datos suficientes como para describirla concretamente. En una forma muy general se puede decir que la probable historia geológica que dió origen a las unidades litoestratigráficas presentes en la región es la siguiente:

Las rocas del basamento que dieron origen al Esquisto Taxco fueron probablemente una serie de depósitos de tobas riolíticas con interestratificación de materiales clásticos, acumulados a fines del Pre-Cámbrico y siendo muy deformados más tarde en lo que parecen ser pliegues recostados, con rumbo hacia el noreste (Fries, 1960, p. 160). El plegamiento parece haber estado acompañado de un metamorfismo dinámico de bajo grado y por el desarrollo de una foliación fuerte. Posteriormente, el esquisto fué cortado por fallas, se formaron vetillas de cuarzo y fueron emplazados diques andesíticos. Después siguió un largo período de erosión.

Probablemente en la segunda mitad del Triásico, fueron depositadas encima del esquisto erosionado, las rocas andesíticas de la Rocaverde Taxco Viejo. La región pudo haber estado bajo el nivel del mar, debido a la presencia de matriz calcárea en algunos interestratos de toba. La Rocaverde Taxco Viejo parece haber sufrido un metamorfismo dinámico con el desarrollo de una foliación débil, marcada sobretodo hacia la base. El depósito de las rocas marinas se efectuó del Jurásico al Cretácico.

Probablemente en la última parte del Jurásico y principios del Cretácico hubo una serie de levantamientos y hundimientos en la cuenca, depositándose de esta forma las capas calcáreas y terrígenas de la Formación Acuitlapán, que cubre discordantemente a la Rocaverde Taxco Viejo. La Formación Acuitlapán muestra el efecto de un metamorfismo dinámico débil, hasta el rango de pizarra y filita, posiblemente como una respuesta a la deformación post-cretácica bajo una cubierta sedimentaria gruesa.

La lutita filítica de la Formación Acuitlapán pasa gradualmente hacia arriba a la caliza Xochicalco, sin discordancia aparente. lo que indica que probablemente hubo una transgresión en los mares, con pequeñas regresiones o con aporte de terrígenos, la presencia de nódulos de pedernal en la caliza Xochicalco pueden sugerir que se depositó en un ambiente marino relativamente reductor.

Se cree que un combamiento hacia arriba, para formar la paleo península de Taxco y un hiato largo, de duración desconocida, ocurrieron entre el depósito de la Caliza Xochicalco y el de la Formación Morelos suprayacente, cuya edad varía del Albiano Medio al Cenomaniano Temprano. Gran parte de la Formación Morelos representa una facie de agua relativamente somera, a juzgar por el contenido de rudistas, gasterópodos, pelecípodos, etc. Se piensa que la dolomitización, tan ampliamente distribuida en la formación, se debió a un proceso penecontemporáneo o diagenético.

Hacia mediados del Cenomaniano la región emergió del mar, provocando erosión diferencial de la cima de la Formación Morelos. Una laguna de duración desconocida, pero que probablemente se extendió cuando menos hacia fines del Turoniano separa la Formación Morelos, erosionada, de las capas calcareníticas y calizas basales de la Formación Cuautla al oriente, cuyo depósito parece haber comenzado a principios del Turoniano, continuando hasta el final de dicha edad.

Prosiguió un probable período de deformación y levantamiento. La mayor parte de la Formación Mexcala es de evidente origen marino, aunque no queda excluida la posibilidad del origen continental de algunas capas superiores. No se conoce la fecha exacta en que cesó el depósito de la Formación Mexcala pero puede corresponder al Santoniano Tardío o al Campaniano Temprano.

Durante el Cretácico, la región quedó expuesta a la erosión y no volvió a sumergirse. La deformación de las rocas cretácicas y anteriores tuvo lugar durante el Eoceno Temprano y Medio, como

contrapartida de la deformación laramídica del norte. Posteriormente sobrevino un período de intensa erosión, cuyos productos supuestamente constituyeron la Formación Balsas, que consistió en la acumulación de enormes cantidades de depósitos clásticos variables, - desde el conglomerado grueso hasta el lodo fino y localmente, además la caliza y el yeso. El depósito de la Formación Balsas se debió a la intensa erosión de las cimas de los anticlinales; esto -- ocurrió probablemente hasta fines del Eoceno.

A medida que iba disminuyendo el depósito de la Formación Balsas, comenzaba el vulcanismo riolítico hacia fines del Oligoceno, constituido por tobas, brechas y corrientes lávicas que en conjunto formaron la Riolita Tilzapotla.

Probablemente siguió un período de inactividad volcánica en - el área de estudio, ya que no aparecen las demás unidades volcánicas que se presentan en las regiones que se ubican al norte y oriente de ésta.

A fines del Pleistoceno se desarrollaron pequeñas dolinas y - poljes, como resultado de la disolución de rocas carbonatadas cretácicas, estos poljes y pequeñas dolinas han impedido el transporte del aluvión fuera de la región.

III. PETROGRAFIA

a) Tipos

ESQUISTO TAXCO.

Para su estudio se puede dividir al Esquisto Taxco en dos clases principales, de acuerdo a su origen: metasedimentario y metavolcánico. Ambos tipos se presentan formando una alternancia; sin embargo, el metavolcánico constituye aproximadamente el 70% del esquisto que aflora y se distribuye principalmente en la porción central del proyecto. El metasedimento aflora en áreas más reducidas, sobre todo en donde se encuentran la mayoría de las obras mineras, y en la porción oeste del proyecto.

1.- Metasedimentos.

La parte metasedimentaria del Esquisto Taxco presenta los siguientes tipos:

+ Esquistos de Sericita.

Megascópicamente presenta una coloración gris oscura a negra con tintes rojizos, y a veces ocre blanquecina; su textura es foliada muy desarrollada. Al microscopio su textura es esquistosa, presentando en general bandas orientadas de granos pequeños de cuarzo y minerales arcillosos (sericita), a veces con clorita, en manchones o alternando con los minerales arcillosos. También presentan limonita y hematita, en bandas orientadas o en fracturas, y esta última además como porfidoblastos pseudomorfos de magnetita o de pirritita.

De acuerdo con Heinrich (1972) las filitas o esquistos de sericita se forman por metamorfismo regional débil de pizarras y arcillas y están incluidas en la zona de clorita del metamorfismo regional y formadas en un ambiente metamórfico de la subfacies de la moscovita-clorita de la facies de los esquistos verdes.

Muestras MDV-IV, MDV-XII, MDV-XVI. (Ver apéndice petrográfico y fotografías al final del texto).

+ Pizarras.

Megascópicamente presentan una coloración gris oscura a negra con el desarrollo de una foliación fuerte.

Al microscopio se observa una textura pizarrosa, y están además reemplazadas totalmente por calcita en una pasta de calcita fina y

espática. Se encuentra materia bituminosa, en ocasiones muy abundante y a veces escasa. Se pueden observar, aun pequeños y escasos cristales de cuarzo, feldespatos y plagioclasas que no alcanzaron a ser calcitizados. Además se aprecia sericita y fracturas limonitizadas o rellenas de calcita espática.

Según Heinrich (1972) las pizarras arcillosas son rocas hojossas o finamente estratificadas, formadas por partículas cuyo tamaño varía desde el de la arcilla al del limo o una combinación de ambas. Las pizarras arcillosas bituminosas contienen principalmente el carbón en forma de resinas y granos de polen, en tanto que las pizarras arcillosas carbonosas o negras son ricas en restos de plantas o filamentos carbonosos y en pirita.

Las pizarras bituminosas negras se han formado en cuencas limitadas, con bajo contenido de oxígeno y elevado en SH_2 (ambiente eúxínico).

Muestras MDV-V, MDV-VI, MDV-XIV, MDV-XXVIII.

2.- Metavolcánicos.

+ Esquistos Cuarzofeldespáticos.

Megascópicamente presentan colores que varían de gris con tintes pardos a ocre blanquecino con tintes amarillentos y rojizos probablemente provocados por oxidación. Su textura es foliada. Al microscopio se observa una textura esquistosa, constituida por cuarzo y feldespatos microcristalinos que junto con minerales arcillosos (sericita) constituyen la matriz. Presentan en ocasiones plagioclasas fracturadas y alteradas a sericita. Los minerales arcillosos están frecuentemente cloritizados (no siempre). También se observan vetillas de cuarzo secundario; hematita y limonita en fracturas o como minerales de alteración y en ocasiones cristales diminutos de magnetita.

Estos esquistos se formaron a partir de un metamorfismo regional de bajo grado, facies de los esquistos verdes, y derivados probablemente de areniscas arcillosas o de rocas ígneas de composición ácida.

Muestras MDV-VII, MDV-VIII, MDV-XIII.

+ Metatobas Andesíticas.

Megascópicamente presentan colores que varían de pardo claro a pardo rojizo y gris oscuro, todos con tintes amarillentos, verdes y/o rojizos. Todas se encuentran fuertemente foliadas. Al microscopio se observa una textura piroclástica, en ocasiones esquistosa a microcristalina, presentando un arreglo de plagioclasas (andesina)

generalmente alterando a sericita y fragmentos de roca volcánica intermedia en una matriz constituida por minerales arcillosos (sericita). Algunas plagioclasas se encuentran parcialmente epidotizadas. También se puede observar claramente el combamiento o fracturamiento de las maclas de las plagioclasas, como producto de metamorfismo dinámico regional. La mayoría presenta alteración hidrotermal posterior manifestada por la presencia de vetillas de cuarzo. Los fragmentos de roca en ocasiones se presentan hematizados y/o con piritita. Hay también fracturas limonitizadas.

Según Heinrich (1972) estas rocas están formadas por materiales detríticos expulsados por las chimeneas volcánicas, transportados por el aire y depositados en la superficie del suelo, en los lagos o en las aguas del mar.

Ahora en nuestro caso estas tobas se clasifican como metatobas debido a la fuerte foliación que presentan; son de origen piroclástico afectadas por un metamorfismo dinámico regional de bajo grado.

Muestras MDV-II, MDV-III, MDV-X, MDV-XIV, MDV-XV, MDV-XX y MDV-XXIV.

+ Metariodacita Porfídica.

Megascópicamente presenta color verde claro con tintes pardo rojizos, probablemente debidos a alteración por oxidación. En ejemplar de mano su textura es cristalina.

Al microscopio presenta una textura porfídica, pudiéndose observar fenocristales de cuarzo, feldespato y plagioclasa (andesina) levemente sericitizada en una matriz de minerales arcillosos (sericita). Presenta además hematita en cristales euedrales diseminados en la roca y limonita como alteración. Es muy importante señalar que las maclas de las plagioclasas se encuentran deformadas y/o fracturadas, lo que nos indica que la roca estuvo sujeta a metamorfismo dinámico.

Según Heinrich (1972) las riodacitas o cuarzolitas son rocas efusivas o hipabisales con matriz afanítica, holocristalinas a vitreas, generalmente porfídicas que contienen feldespato potásico, plagioclasa sódica, cuarzo y máficos. La roca tiene un origen piroclástico y fue afectada por metamorfismo regional dinámico.

Muestra MDV-XI.

+ Aplitas.

En afloramiento presentan una coloración ocre a rojiza y una textura cristalina fina.

Al microscopio se observa una textura aplítica, es decir, holo

-cristalina, equigranular fina, alotriomórfica, sacaroidea, con límites de granos saturados o interpenetrados. En cuanto a su mineralogía consiste de cristales de cuarzo y feldespatos, de tamaño homogéneo, con arcillas y escasos ferromagnesianos.

Como minerales secundarios se observan hematita y limonita.

Esta roca es concordante con los metavolcánicos, presenta la misma foliación y puede tratarse de un diquestrato (sill) con metamorfismo regional de baja intensidad.

Muestra MDV-XXII

+ Metacuarcitas.

Es de color ocre amarillento y foliada. Al microscopio se observa una textura equigranular, formada casi en su totalidad por granos de cuarzo, con escaso contenido en minerales arcillosos (sericita), así como hematita y limonita en fracturas.

Según Heinrich las cuarcitas son las rocas metamórficas en las que predomina el cuarzo y se han formado por metamorfismo de contacto o regional de areniscas.

En este caso debido a la fuerte foliación que presentan, el origen de la roca coincide con la segunda proposición de Heinrich.

Muestra MDV-XXIII

ROCAVERDE TAXCO VIEJO.

Esta unidad presenta varios tipos petrográficos, muy variables; sin embargo, no presentan propiamente cambios metamórficos sino que se encuentran fuertemente alterados.

+ Pórfidos Andesíticos y Dacíticos.

Megascópicamente tienen una coloración gris verdosa a pardo terroso, en ocasiones con oxidaciones rojizas y no presentan foliación.

Al microscopio presenta una textura porfídica en una matriz microcristalina. Las de composición andesítica presentan fenocristales de plagioclasa (andesina) en ocasiones muy alterados a sericita y clorita y ferromagnesianos tan alterados a clorita que no fue posible determinar su composición original. En los pórfidos dacíticos la única diferencia es la existencia de cuarzo, presentando los demás componentes las mismas características que

los pórfidos andesíticos. Ambos tipos tienen una matriz constituida por minerales arcillosos (sericita) provenientes de la alteración de los feldespatos originales. Como minerales secundarios se observan hematita y limonita; esta última es una alteración postgenética dado que se encuentra en fracturas.

De acuerdo con Heinrich, estos pórfidos se presentan asociados a rocas de composición variable de ácida a básica en las regiones continentales orogénicas, en forma de diques concordantes, filones, chimeneas volcánicas y otras masas intrusivas de menor importancia.

Muestras MDV-XVII, MDV-XVIII, MDV-XIX.

+ Riolita

Megascópicamente muestran un color verde claro con tonalidades ocres, textura cristalina y no están foliadas. Al microscopio tienen una textura piroclástica compuesta por fenocristales de sanidino en una matriz microcristalina de cuarzo y feldespatos parcialmente alterados a sericita. Presenta además escasos cristales de titanita eudrales diseminados en la matriz.

Dado que el feldespato común es el sanidino la roca se trata de una riolita, de acuerdo con la clasificación de Heinrich (1972).

Las riolitas se presentan en coladas y otras rocas volcánicas y también como filones, asociadas a dacitas y traquitas.

Muestra MDV- XXI.

+ Brechas volcánicas.

Son de color pardo terroso y estructura brechoide. Al microscopio se observa una textura piroclástica, compuesta por fragmentos angulosos y subangulosos de roca volcánica de composición dacítica a riódacítica en una matriz arcillosa (sericita) producto de la alteración completa de los feldespatos. Hay abundantes fracturas rellenas por cuarzo secundario en forma de vetillas.

Su origen es piroclástico a partir de materiales detríticos expulsados por chimeneas volcánicas, transportados por el aire y depositados en la superficie del suelo, en los lagos o en las aguas del mar. Esta roca no presenta foliación ni rasgos de metamorfismo dinámico, por lo que no se le puede atribuir un origen metamórfico.

Muestra MDV-XXIX.

+ Areniscas volcanoclásticas.

Megascópicamente presentan una coloración verdosa y una textura brechoide. Al microscopio su textura es piroclástica sefítica, constituida por fragmentos de rocas intermedias subangulosos a subredondeados, por lo que ya muestra trazas de transportación; también se observan plagioclasas sódicas sericitizadas, cloritizadas, y en ocasiones epidotizadas levemente, asimismo presentan ferromagnesianos alterados a clorita (penina). La matriz está constituida de arcillas y clorita. Presenta diseminación de pirita y hematita.

Dados los componentes y las características de la transportación que presenta, se le atribuye un origen vulcanosedimentario fuertemente alterado posiblemente por hidrotermalismo.

Muestra MDV-I.

FORMACION ACUITLAPAN.

Esta unidad está principalmente constituida por pizarras calcáreas y en ocasiones bituminosas, que a simple vista presentan una coloración gris oscura a negra con textura laminar fina.

Al microscopio muestra un arreglo de bandas de minerales arcillosos, materia bituminosa, calcita microcristalina y calcita espática en vetillas. Hay alteración de limonita en fracturas y hematita diseminada. La textura es pizarrosa y en afloramiento se pueden distinguir de las pizarras negras del Esquisto Taxco, debido a que éstas se encuentran asociadas a delgados estratos de caliza y limolita.

Estas rocas se formaron por un origen a partir de un metamorfismo regional de bajo grado, facies de los esquistos verdes derivadas de rocas calcáreas y arcillocalcáreas.

Muestras MDV-XXV, MDV-XXVI.

CALIZAS (sin nombre)

Se presentan en áreas muy reducidas, como remanentes de la erosión. Se ha clasificado como una unidad informal, pues no hay datos paleontológicos como para poderla incluir en la Formación Morelos.

Megascópicamente presenta un color gris claro, con textura microcristalina. Al microscopio tiene también una textura microcristalina, constituida por un agregado de calcita microgranular (micrita), atravesada por vetillas de calcita espática.

Según la terminología de Folk se ha clasificado como una micrita, con calcita espática en fracturas y formada en un ambiente de plataforma.

Muestra MDV-IX.

INTRUSIVO

Dentro de la zona de estudio se tiene la presencia de un intrusivo plutónico alterado, que aflora en el arroyo Tlapacoya a la altura del Aguacate.

Megascópicamente presenta una coloración verde olivo y textura cristalina fina,

Al microscopio se observa una textura holocristalina, equigranular, siendo sus componentes principales cuarzo, plagioclasas alteradas a sericita, además ferromagnesianos alterados a clorita (penina).

Presenta además epidota y calcita espática como relleno de fracturas.

Dado que las maclas de las plagioclasas tienen deformación y fracturamiento, se les atribuye un origen plutónico afectado por dinamometamorfismo.

De acuerdo a su mineralogía, se le clasifica como una meta-tonalita.

Muestra MDV-XXX.

b) Alteraciones.

Son cuatro las principales alteraciones que se encuentran afectando a las rocas en estudio, sobre todo a las que pertenecen al Esquisto Taxco, pudiendo ser de la siguiente manera:

- La sericitización se presenta sobre todo en las rocas metavolcánicas derivadas de tobas. Su origen es debido a un metamorfismo regional de bajo grado o a hidrotermalismo posterior al metamorfismo. El esquisto con sericitización es de color ocre a crema y de estructura semicompacta.
- La silicificación se manifiesta por una fuerte recristalización

-ón de los minerales constituyentes de las rocas, originando una estructura compacta. Se presenta en el Esquisto Taxco y en mayor escala en la Rocaverde Taxco Viejo. Puede ser originada por procesos hidrotermales o debido a un metamorfismo de bajo grado .

- La cloritización se puede apreciar debido a que presenta una coloración verdosa, se presenta tanto en el Esquisto Taxco como en la Rocaverde Taxco Viejo, aunque con mayor intensidad en la última. También se puede atribuir a procesos hidrotermales o a un metamorfismo de bajo grado.
- Oxidación. Se considera como una alteración supergénica y se manifiesta por la coloración rojiza, presente sobre todo en las rocas metavolcánicas del Esquisto Taxco. Como productos de esta alteración se tiene la presencia de limonita y hematita. También se observa en afloramientos aislados, no muy grandes, lo cual revela la distribución heterogénea de esta alteración.

IV. YACIMIENTOS MINERALES

a) Mineralogía.

La mineralogía del yacimiento consiste esencialmente de una mena de sulfuros masivos de plata, plomo y zinc, con menores cantidades de cobre y oro.

Los estudios mineralográficos de superficies pulidas de los mantos mineralizados nos indican que los minerales de mena son : blenda, galena, argentita y calcopirita; y los de ganga : cuarzo, barita, dolomita, sericita, pirita y calcita.

En cuanto a la relación entre minerales se observa que en general la mena está constituida por franjas de cristales anedrales de blenda. La galena se encuentra constantemente asociada a las bandas de blenda y la argentita aparece en intercrecimientos con la galena.

La ganga se presenta en franjas alternadas de barita (en cristales subedrales con una tendencia a alargarse en dirección de las bandas) y franjas de cristales anedrales de calcita. El cuarzo se presenta en cristales anedrales en toda la roca. Como constituyentes menores se tienen bandas microscópicas de sericita que siguen la misma dirección de la roca dentro de la barita. (Ver apéndice mineralográfico al final del texto)

b) Roca encajonante.

La roca encajonante la constituye una secuencia de las rocas metasedimentarias del paquete de esquistos del Esquisto Taxco, específicamente un horizonte de pizarras negras, el cual está constituido por un material arcilloso de color gris oscuro, ocasionalmente sericitizado y silicificado, material bituminoso y cuarzo. Su estructura es compacta foliada fina y con textura argílica. Su probable origen es a partir de sedimentos pelíticos depositados en un ambiente reductor y sujeto a un metamorfismo regional de bajo grado.

c) Forma y Estructura.

Los cuerpos mineralizados consisten en mantos cuya potencia varía entre 0.10 y 0.45 metros; sin embargo, los intervalos de pizarras negras entre éstos, contienen valores aceptables, por lo que se puede estimar un potencial explotable de un mínimo de 2.0 metros, llegándose a observar a veces, un potencial hasta de 4.0 metros.

Su forma tiende a ser lenticular y en forma de rosario o de -salchicha, pero conservando siempre su paralelismo con la foliaci-
-ón.

Debido a los procesos metamórficos a que fueron sometidos los cuerpos mineralizados, microscópicamente no se alcanza a distinguir su textura original, siendo las características observables el re-
-sultado de procesos -posteriores depositacionales, de metamorfismo y diagénesis.

d) Guías

En el área de estudio, se puede decir que los horizontes de ro-
-cas metasedimentarias del paquete de esquistos del Esquisto Taxco, constituyen una guía litológica dentro de la búsqueda de minerales de este tipo.

Al parecer la mineralización se encuentra cerca del contacto o contactos con la parte metavolcánica del Esquisto Taxco, lo que ayu-
-daría a delimitar o enfocar la exploración hacia estos contactos.

e) Discusión Genética.

De acuerdo con los estudios petrográficos y minerográficos de muestras estudiadas de los mantos mineralizados en el área de estu-
-dio, se observó que la mineralización consiste principalmente de -sulfuros masivos de plata, plomo y zinc.

La mineralización se presenta entre horizontes de pizarras ne-
-gras, constituidas por material arcilloso, materia bituminosa y cu-
-arzo, lo que sugiere que los sulfuros se depositaron en sedimentos
pelíticos que se encontraban en un ambiente reductor. Estos horizon-
-tes pertenecen a la porción metasedimentaria del Esquisto Taxco.

Por otro lado, gran parte de la porción metavolcánica del Es-
-quisto Taxco esta constituida por metatobas andesíticas y pórfidos
ríodacíticos; esto nos indica que el origen de los sulfuros fue a -
partir de un volcanismo explosivo de composición ácida a intermedia.
Los gases y las soluciones emanadas eran ricos en sulfuros de plata,
zinc, plomo, hierro, cobre y barita.

Los sulfuros movilizados precipitaron en forma lenticular para-
-lelamente a los planos de sedimentación pelítica que se deposita-
-ban en un ambiente reductor, contemporaneamente a la actividad vol-
-cánica.

Posteriormente la región fue afectada por un metamorfismo regio-
-nal de bajo grado, quedando los sulfuros precipitados entre los ho-
-rizontes de pizarras negras.

Por tanto los sulfuros masivos descritos corresponden a una mi-
-neralización de tipo singenético.

Las características principales observadas de los cuerpos mineralizados en el área de estudio son las siguientes:

- Los cuerpos mineralizados consisten en mantos lenticulares intercalados exclusivamente con horizontes de pizarras negras.
- Los horizontes de pizarras negras presentan valores aceptables de sulfuros metálicos diseminados.
- La parte metavolcánica del Esquisto Taxco no presenta mineralización.
- La mena está compuesta por sulfuros masivos de plata, plomo, zinc, hierro y cobre, como minerales de argentita, galena, blenda y calcopirita respectivamente.
- La mena consiste de franjas de cristales anedrales de blenda, asociadas siempre a galena y argentita.
- La ganga consiste de cuarzo, barita y calcita principalmente.

A continuación se expondrán las características principales de los yacimientos hidrotermales y volcanogénicos, con el objeto de compararlos con las del depósito en estudio.

Los yacimientos hidrotermales son aquellos que se forman a partir del relleno de cavidades y fisuras debido a una precipitación química de soluciones químicas transportadas, que se piensa son de origen magmático o pueden estar mezcladas con aguas meteóricas.

En la formación de este tipo de yacimientos intervienen dos procesos muy importantes : a) relleno de cavidades y/o b) reemplazamiento metasomático.

En cuanto a los factores para su formación, Bateman (1961) establece lo siguiente:

- a) Disponibilidad de soluciones mineralizadoras susceptibles de disolver y transportar material mineral.
- b) Presencia de aberturas en las rocas por las cuales puedan canalizarse las soluciones.
- c) Presencia de lugares de emplazamiento para el depósito del contenido mineral.
- d) Reacción química cuyo resultado sea el depósito.
- e) Suficiente concentración de materia mineral para llegar a constituir yacimientos explotables.

Pasando ahora a la teoría volcanogénica, Oftedahl (1958) apli

-ca el término volcanogénico para los yacimientos minerales formados por procesos volcánicos y actividades termales bajo cuerpos de agua. Park (1975) afirma que en los yacimientos volcanogénicos las soluciones mineralizantes fueron depositadas en el piso marino, ya sea por volcanismo o a través de fisuras, precipitando el mineral entre delgadas capas de tobas y sedimentos asociados.

Sato (1977) establece que para este tipo de yacimientos, hay una conexión genética entre la mineralización y el volcanismo.

En términos generales la teoría volcanogénica sostiene que las menas de sulfuros masivos en ambientes predominantemente volcánicos son contemporáneos y constituyen una parte integral de los complejos volcánicos en los cuales se encuentran. Este tipo de depósitos muestra una extensa variedad de formas, pero todos están confinados a los estratos de las rocas encajonantes volcanosedimentarias.

La teoría de reemplazamiento hidrotermal no difiere mucho de la volcanogénica, ya que en ambas el depósito de minerales proviene de soluciones hidrotermales. El principal punto de diferencia es la relación cronológica entre el depósito de la roca huésped y la mineralización. En la teoría volcanogénica el depósito de la mena tiene lugar singenéticamente al de la roca huésped, en cambio en la teoría hidrotermal el depósito de la mena se efectuó algún tiempo después de la formación de la roca huésped.

Ahora para que haya precipitación de los sulfuros metálicos, se requieren condiciones especiales (p.e. cambios de Ph y Eh).

Sato (1977) ha demostrado que esta precipitación se puede producir en la boca de la fumarola o mas lejos y puede estar controlada por uno o varios de los siguientes puntos:

a) La dilución de las soluciones mineralizantes con relación al cloro. Estas soluciones tienen una composición similar a la de las salmueras actuales, como las que se han encontrado en el Mar Rojo.

b) Descenso de temperatura.

c) Aumento en el Ph.

d) Aumento en las concentraciones de azufre.

Todo esto depende también de la proporción que existe entre la densidad de la salmuera y la del agua de mar.

Con respecto a la hipótesis genética del yacimiento en estudio, éste presenta características mas afines con la teoría volcanogénica que con la hidrotermal, dado que no se observan características de relleno de cavidades ni de reemplazamiento metasomático. Según Bateman (1961) el reemplazamiento metasomático es un proceso de solución y depositación capilar esencialmente simultánea.

-neo, en virtud del cual uno o varios minerales son sustituidos por uno o más minerales nuevos. Bateman señala los siguientes criterios para reconocer el proceso de reemplazamiento:

a) Núcleos residuales aislados de la roca original rodeados por minerales de sustitución.

b) Conservación de la estructura original de la roca, como la esquistosidad, estratificación, fósiles, etc.

c) Presencia de cristales completos eudrales, que señalan caras formadas libremente.

d) Presencia de minerales pseudomorfos, es decir los que conservan la estructura del mineral original, como es el caso de la hematita que sustituye a la pirita.

e) Contactos francos e irregulares.

f) Las pequeñas vetas sinuosas y de anchura irregular que atraviesan diferentes minerales orientados.

g) La ausencia de estructuras típicas de relleno de cavidades.

El yacimiento en estudio no presenta ninguna de las características mencionadas.

Dado que los cuerpos mineralizados se encuentran entre horizontes de pizarras negras carbonosas, se puede deducir que éstas se originaron a partir de una lutita rica en materia orgánica que se depositó en un ambiente reductor.

Contemporáneamente a este tipo de sedimentación ocurrieron las emanaciones volcánicas, cuyas fumarolas eran ricas en soluciones metálicas de Ag, Pb, Zn, Fe, Cu, etc., que, al caer en un medio ácido reductor, los iones metálicos fueron los primeros en precipitar, uniéndose a los de azufre (S^{-2}) y formando los precipitados de PbS, AgS, ZnS, Fe₂S, etc. Además los iones de hidrógeno (H^{+}) que se encontraban libres se unían a su vez a los de oxígeno (O^{-2}), formando iones de hidróxido (OH^{-}); a medida que esta reacción se llevaba a cabo, el ambiente que en un principio era ácido fue pasando paulatinamente hacia el estado alcalino, es decir fue aumentando el Ph. Una vez alcanzado este estado comenzaron a precipitarse los minerales de ganga en forma de sulfatos (p.e. BaSO₄) y carbonatos (CaCO₃). (Figura 1)

Las hipótesis mencionadas nos inclinan a pensar que el yacimiento de Tlanilpa-Azuláquez es de tipo volcánico, pudiéndose establecer que la mineralización es singenética con el medio ambiente sedimentario y originada por procesos volcánicos penecontemporáneos a un período de depositación pelítica.

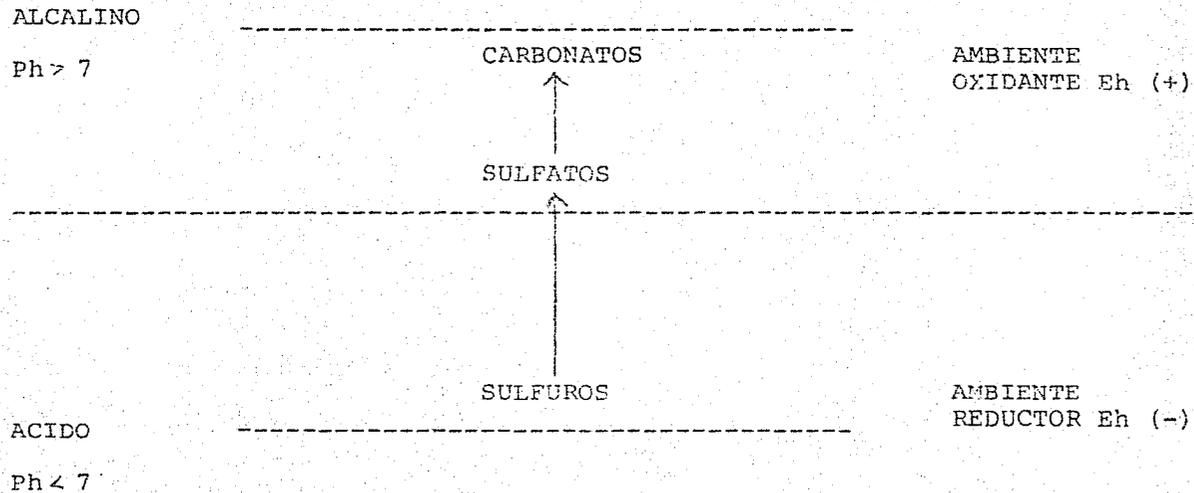


Fig.1 Orden de precipitación de soluciones ricas en sulfuros provenientes de la fumarola.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados del presente estudio se puede concluir que:

- 1.- El Esquisto Taxco presenta dos variedades generales:
 - Una metasedimentaria, constituida por esquistos de sericitita, Pizarras y pizarras calcáreas bituminosas, formada a partir de rocas pelíticas.
 - Una metavolcánica compuesta por esquistos cuarzo-feldespáticos, metatobas andesíticas, metariodacitas porfirínicas, aplitas y metacuarcitas, derivada de rocas volcánicas y clásticas.
- 2.- Estas dos variedades indican que el Esquisto Taxco se formó a partir de un vulcanismo ácido-intermedio en un medio marino con una sedimentación pelítica penecontemporánea.
- 3.- Tanto la textura como la mineralogía del Esquisto Taxco indican que estuvo sujeto a un metamorfismo dinámico regional de bajo grado, facies de los esquistos verdes.
- 4.- La Rocaverde Taxco Viejo presenta una litología y tipos petrográficos como son: Pórfidos andesíticos y dacíticos, riodacitas, brechas volcánicas y areniscas volcanoclásticas.
- 5.- Las rocas de la Rocaverde Taxco Viejo no presentan características de metamorfismo como en el caso del Esquisto Taxco, sino que se encuentran fuertemente alteradas probablemente debido a hidrotermalismo.
- 6.- No se detectaron cuerpos de pizarras dentro de la Rocaverde Taxco Viejo.
- 7.- La Formación Acuitlapán se encontró representada por pizarras calcáreas y pizarras calcáreas bituminosas asociadas a delgados estratos de caliza, siendo las pizarras originadas a partir de un metamorfismo regional de bajo grado sobre rocas arcillosas y arcillo-calcáreas.
- 8.- En cuanto a los cuerpos mineralizados, se concluyó que éstos se presentan relacionados exclusivamente a la porción metasedimentaria del Esquisto Taxco, específicamente a un horizonte de pizarras negras.
- 9.- El comportamiento de los mantos de sulfuros está dado por la esquistosidad de las rocas que los contienen, y se presentan como cuerpos lenticulares en forma de rosario.

En cuanto a recomendaciones se sugiere:

- 1.- Una subdivisión formal del paquete de esquistos que presenta el Esquisto Taxco.
- 2.- Una subdivisión del paquete de rocas que constituyen la Roca -caverde Taxco Viejo.
- 3.- Trazar más secciones estratigráficas en el área del proyecto para así poder definir horizontes favorables que puedan contener mineralización.
- 4.- Un mapeo geológico a detalle con petrografía, con el objeto de tener un control tanto de las rocas metasedimentarias como de las metavolcánicas, para poder definir así el posible comportamiento local de los mantos mineralizados.
- 5.- En base a los resultados de los puntos 3 y 4, efectuar una serie de barrenos exploratorios, que tendrían como finalidad la de tener un control directo de los espesores y variaciones litológicas en el subsuelo, así como de probar la continuidad de la mineralización.

BIBLIOGRAFIA

- BATEMAN, A.M., 1961. Yacimientos minerales de rendimiento económico, segunda impresión, Ed. Omega.
- DE CSERNA, ZOLTAN, 1965. Reconocimiento geológico de la Sierra Madre del Sur de México, entre Chilpancingo y Acapulco, Gro. U.N.A.M., Inst. Geol., Bol. 65.
- DE CSERNA, ZOLTAN y otros, 1974. Edad Precámbrica Tardía del Esquistos Taxco. Bol. A.M.G.P., Vol. XXVI, N^o. 4-6, pp. 183-193.
- DE CSERNA, ZOLTAN Y FRIES, CARL, 1976. Resumen de la geología de la hoja Taxco, estados de Guerrero, México y Morelos. Inst. de Geología, U.N.A.M.
- FRIES, CARL, 1960. Geología del Estado de Morelos y partes adyacentes de México y Guerrero, Región Central Meridional de México. Bol. 60, Inst. Geol.
- HARKER, ALFRED, 1950. Metamorphism. Chapman and Hall Ltd. Cambridge, Great Britain.
- HEINRICH, E., 1965. Identificación microscópica de los minerales Ed. Urmo, Bilbao, España.
- HEINRICH, E., 1972. Petrografía, segunda edición, Ed. Omega.
- KERR, PAUL F., 1959. Optical Mineralogy. Third Ed., Mc Graw-Hill Book Co., New York.
- LOBECK, A.K., 1939. Geomorphology. An introduction to the study of landscapes. Ed. Mc Graw-Hill.
- MURILLO O., R.E., 1977. Estudio Geológico-minero del proyecto Tlanilpa. (Inédito archivo Peñoles).
- OFTEDAHL, C., 1958. A Theory of exhalative sedimentary ores. Geol. Foren. Stockholm Forh. 80: 1-19.
- ONTIVEROS, G., 1973 (1974). Estudio estratigráfico de la porción noroccidental de la Cuenca Morelos, Gro. Asoc. Geol. Mex. Pet., Vol. XXV.
- PARK, C.F., AND MACBIRNIE, A.R., 1975. Ore Deposits, 3rd. Ed. W.H. Freeman and Co. San Francisco.
- PETTIJOHN, F.J., 1975. Sedimentary Rocks. 3rd. Ed. Harper and Row Publishers Inc. New York.
- RAISZ, ERWIN, 1959. Landforms of Mexico. Cambridge Mass. Mapa con texto. Escala 1 : 3000000.

- SANGSTER, G.F., 1972. Yacimientos Precámbricos de sulfuros masivos vulcanogénicos del Canada. G.S.C.
- SATO, TAKEO, 1977. Los sulfuros masivos vulcanogénicos, su metalogénia y clasificación. Publicación No. 1, Depto. de Geología. Universidad de Sonora.
- SATO, TAKEO Y TANIMURA, S., 1974. Geology of Kuroko deposits. Mining Geology Special Issue, No. 6, Society of Mining Geologists of Japan, Tokio.
- ~~TURNER~~, FRANCIS, 1960. Petrografía ígnea y metamórfica. 2a. edición, Ed. Omega, Barcelona, España.
- ZAMORANO M., G., 1977. Estudio geológico del yacimiento de sulfuros masivos El Rey de la Plata, en Teloloapan, Gro., Tesis Profesional, Fac. Ingeniería, U.N.A.M.

—
APENDICE

ESTUDIO PETROGRAFICO

- I. Datos Generales
Muestra MDV-I
- II. Aspecto Megascópico
Color: Verde
Estructura: Compacta
Textura: Brechoide
- III. Estudio Microscópico
Textura: Piroclástica sefítica
Mineralogía: Fragmentos de roca volcánica intermedia
Plagioclasa sódica
Minerales arcillosos
Sericita
Ferromagnesianos alterados
Clorita
Epidota
Hematita
Limonita
Pirita

Relación entre minerales: La muestra presenta un arreglo de fragmentos de roca volcánica de composición intermedia, plagioclasas sódicas alteradas a sericita, clorita y/o epidotā, ferromagnesianos alterados a clorita (penina), todo en una matriz arcillosa parcialmente cloritizada. Presenta además limonita, pirita y hematita diseminadas en la roca.

IV. Clasificación: Arenisca conglomerática volcanoclástica.

V. Origen: Volcanosedimentario (fuertemente alterada).

VI. Nota: Muestra estudiada en ejemplar de mano y en lámina delgada al microscopio petrográfico.

ESTUDIO PETROGRAFICO

I. Daros generales
Muestra MDV-III

II. Aspecto Megascópico
Color: Pardo con tintes verdes
Estructura: Compacta
Textura: Esquistosa

III. Estudio Microscópico
Textura: Piroclástica
Mineralogía: Primarios: Plagioclasa (andesina), fragmentos
de roca volcánica intermedia.

Secundarios: Minerales arcillosos, sericita,
pirita, epidota.

Relación entre minerales: La muestra presenta un arreglo de fragmentos de roca volcánica intermedia, en ocasiones con pirita; plagioclasas (andesina) parcialmente sericitizadas y con maclas fracturadas en una matriz arcillosa con escasos cristales de epidota.

IV. Clasificación: Metatoba andesítica.

V. Origen: Piroclástica con dinamometamorfismo incipiente.

VI. Nota: Idem MDV-I.

ESTUDIO PETROGRAFICO

- I. Datos generales
Muestra MDV-IV
- II. Aspecto Megascópico
Color: Gris oscuro a negro con tintes rojizos
Estructura: Compacta
Textura: Esquistosa
- III. Estudio Microscópico
Textura: Esquistosa
Mineralogía: Cuarzo
 Sericita
 Minerales arcillosos
 Hematita
 Limonita

Relación entre minerales: La muestra está formada por bandas orientadas de pequeños granos de cuarzo y minerales arcillosos (sericita). Presenta a su vez delgados hilillos de limonita orientados y entrelazados con las bandas de arcilla. Hematita como alteración en fracturas.

- IV. Clasificación: Esquisto de sericita (Filita)
 Clase: Pelítica
 Facies: Esquistos verdes
- V. Origen: Producto del metamorfismo regional sobre rocas pelíticas.
- VI. Nota: Idem MDV-I.

ESTUDIO PETROGRAFICO

- I. Datos Generales
Muestra MDV-V
- II. Aspecto Megascópico
Color: Gris oscuro a negro
Estructura: Compacta
Textura: Esquistosa
- III. Estudio Microscópico
Textura: Pizarrosa
Mineralogía : Calcita microcristalina
 Calcita espática
 Materia Bituminosa
 Fragmentos de feldespato
 Fragmentos de plagioclasa
 Fragmentos de arena fina diseminados
 Minerales arcillosos
- Relación entre minerales: La muestra presenta una pasta de calcita fina y espática que ha calcitizado totalmente a la roca original; sin embargo, se alcanzan a ver unos fragmentos de minerales que no alcanzaron a ser calcitizados. Esta muestra presenta abundante materia bituminosa. Hay además fracturas rellenas por calcita espática.
- IV. Clasificación: Pizarra bituminosa calcitizada.
 Clase: Pelítica
 Facies: Esquistos verdes
- V. Origen: Metamorfismo regional sobre rocas pelítico-calcáreas, depositadas en ambientes reductores y con reemplazamiento posterior de calcita.
- VI. Nota: Idem MDV-I.

ESTUDIO PETROGRAFICO

- I. Datos Generales
Muestra MDV-VI
- II. Aspecto Megascópico
Color: Gris oscuro a negro
Estructura: Compacta
Textura: Esquistosa
- III. Estudio Microscópico
Textura: Pizarrosa
Mineralogía: Calcita microcristalina
Calcita espática
Minerales arcillosos
Materia bituminosa
Fragmentos de plagioclasa calcitizados
Limonita
- Relación entre minerales: La muestra presenta una pasta de calcita fina y espática que ha calcitizado totalmente a la roca original; sin embargo, se observan unos fragmentos de minerales que no alcanzaron a ser calcitizados. Hay además limonita diseminada en la roca y escasa materia bituminosa.
- IV. Clasificación: Pizarra calcitizada
Clase: Pelítica
Facies: Esquistos verdes
- V. Origen: Metamorfismo regional de bajo grado sobre rocas pelítico-calcáreas.
- VI. Nota: Idem MDV-I

ESTUDIO PETROGRAFICO

- I. Datos Generales
Muestra MDV-VII
- II. Aspecto Megascópico
Color: Gris con tintes pardos, rojizos y blancos.
Estructura: Deleznable
Textura: Esquistosa
- III. Estudio Microscópico
Textura: Esquistosa
Mineralogía: Cuarzo microcristalino
Minerales arcillosos (sericita)
Clorita
Hematita
Limonita
- Relación entre minerales: La muestra está formada por cuarzo microcristalino y minerales arcillosos ligeramente bandeados, estos últimos se encuentran ligeramente cloritizados (o for man parte de ellos). Hay vetillas de cuarzo secundario y limonita y hematita de alteración.
- IV. Clasificación: Esquisto de Cuarzo y Clorita
Clase: Cuarzo-feldespática
Facies: Esquistos verdes
- V. Origen: Metamorfismo regional de bajo grado.
- VI. Nota: Idem MDV-I.

ESTUDIO PETROGRAFICO

I. Datos Generales
Muestra MDV-VIII

II. Aspecto Megascópico
Color: Gris y pardo ocre con tintes amarillentos.
Estructura: Deleznable
Textura: Esquistosa

III. Estudio Microscópico
Textura: Esquistosa
Mineralogía: Cuarzo
Feldespatos
Minerales arcillosos (sericita)
Hematita
Limonita
Magnetita

Relación entre minerales: La muestra presenta una matriz cuarzo-feldespática, con minerales arcillosos (sericita) y atravesada por numerosas vetillas de cuarzo secundario y por una vetilla limonitizada con cristales euedrales de pirita. Magnetita diseminada en la matriz.

IV. Clasificación: Esquisto cuarzo-feldespático
Clase: Cuarzo-feldespática
Facies: Esquistos Verdes

V. Origen: Metamorfismo regional de bajo grado.

VI. Nota: Idem MDV-I.

ESTUDIO PETROGRAFICO

- I. Datos Generales
Muestra MDV-IX
- II. Aspecto Megascópico
Color: Gris claro
Estructura: Compacta veteada
Textura: Cristalina fina
- III. Estudio Microscópico
Textura: Microcristalina
Mineralogía: Calcita microgranular (micrita)
Calcita (espática)
- Relación entre Minerales: La muestra presenta calcita microgranular (micrita), atravesada por vetillas de calcita espática.
- IV. Clasificación: Micrita con calcita espática en fracturas.
- V. Origen: Sedimentario
- VI. Nota: Muestra estudiada en ejemplar de mano y en lámina delgada al microscopio petrográfico.

ESTUDIO PETROGRÁFICO

I. Datos Generales

Muestra MDV-X

II. Aspecto Megascópico

Color: Pardo oscuro

Estructura: Compacta

Textura: Esquistosa

III. Estudio Microscópico

Textura: Piroclástica

Mineralogía: Primarios: Fragmentos de roca volcánica intermedios, Plagioclasas alteradas, ferro magnesianos alterados.

Secundarios: Minerales arcillosos, sericita, clorita, epidota, hematita, limonita.

Relación entre minerales: La muestra presenta fragmentos de roca andesíticos cloritizados, plagioclasas sericitizadas y epidotizadas, así como ferromagnesianos cloritizados, en una matriz arcillosa. Seudomorfos de hematita diseminados, vetillas limonitizadas.

IV. Clasificación: Metatoba andesítica cloritizada

V. Origen: Piroclástico con metamorfismo incipiente.

VI. Nota: Idem MDV-I.

ESTUDIO PETROGRAFICO

I. Datos Generales
Muestra MDV-XI

II. Aspecto Megascópico
Color: Verde claro con oxidaciones pardo rojizas
Estructura: Compacta
Textura: Cristalina

III. Estudio Microscópico
Textura: Porfírica
Mineralogía: Escenciales: Cuarzo, feldespato, plagioclasa
(andesina)

Accesorios :

Secundarios: Minerales arcillosos (sericita),
limonita y hematita.

Relación entre minerales: La muestra presenta cristales de cuarzo, feldespato y plagioclasa (andesina) levemente sericitizada en una matriz arcillosa (sericita). Las maclas de las plagioclasas se encuentran deformadas y fracturadas como resultado de dinamometamorfismo. Hematita en cristales euedrales diseminados y limonita de alteración.

IV. Clasificación: Metariodacita porfídica.

V. Origen: Volcánico con metamorfismo dinámico.

VI. Nota: Idem MDV-I.

ESTUDIO PETROGRAFICO

I. Datos Generales
Muestra MDV-XII

II. Aspecto Megascópico
Color: Ocre blanquecino
Estructura: Deleznable
Textura: Esquistosa

III. Estudio Microscópico
Textura: Esquistosa
Mineralogía: Minerales arcillosos (sericita)
Limonita
Hematita

Relación entre minerales: La muestra presenta bandas orientadas de minerales arcillosos (sericita). Limonita y hematita en bandas orientadas o como cristales diseminados.

IV. Clasificación: Esquisto de Sericita (Filita)
Clase: Pelítica
Facies: Esquistos verdes

V. Origen: Metamorfismo regional de bajo grado a partir de una roca pelítica.

VI. Nota: Idem MDV-I.

ESTUDIO PETROGRAFICO

- I. Datos Generales
Muestra MDV-MIII
- II. Aspecto Megascópico
Color: Ocre blanquecino
Estructura: Compacta
Textura: Esquistosa
- III. Estudio Microscópico
Textura: Esquistosa
Mineralogía: Cuarzo
 Plagioclasa
 Minerales arcillosos (sericita)
 Hematita
 Limonita

Relación entre minerales: La muestra presenta cuarzo y plagioclasas fracturadas y sericitizadas en una matriz compuesta por minerales arcillosos (sericita) producto de la alteración de feldespatos. Limonita y hematita en fracturas.

- IV. Clasificación: Esquisto Cuarzo-feldespático
 Clase: Cuarzo-feldespática
 Facies: Esquistos verdes

V. Origen: Metamorfismo regional de bajo grado (dinámico).

- VI. Nota: Idem MDV-I.

ESTUDIO PETROGRAFICO

- I. Datos Generales
Muestra MDV- XIV
- II. Aspecto Megascópico
Color: Pardo rojizo; verde con oxidaciones rojizas
Estructura: Compacta
Textura: Esquistosa
- III. Estudio Microscópico
- | | | |
|--------------|----------------------|-------------------------|
| Textura: | Piroclástica | Granoblástica |
| Mineralogía: | Plagioclasas | Cuarzo metamórfico |
| | Sericita | Calcita microcristalina |
| | Minerales arcillosos | Calcita espática |
| | Pirita | |
- Relación entre minerales: La muestra representa un contanto entre dos rocas: una presenta plagioclasas fuertemente sericitizadas en una matriz arcillosa (sericita), con cristales cúbicos de pirita y la otra constituida por bandas de calcita microcristalina y cuarzo, atravesada por vetillas de calcita espática.
- IV. Clasificación: Metatoba andesítica
- | |
|---------------------|
| Pizarra calcárea |
| Clase: Pelítica |
| Facies: Esq. verdes |
- V. Origen: Piroclástico con metamorfismo incipiente y metamorfismo regional de bajo grado sobre rocas pelítico-calcáreas.
- VI. Nota: Idem MDV-I.

ESTUDIO PETROGRAFICO

- I. Datos Generales
Muestra MDV-XV

- II. Aspecto Megascópico
Colos: Gris oscuro con tintes amarillentos
Estructura: Compacta
Textura: Esquistosa

- III. Estudio Microscópico
Textura: Esquistosa
Mineralogía: Plagioclasas
Minerales arcillosos (sericita)
Fragmentos de roca
Cuarzo secundario
Hematita
Pirita

Relación entre minerales: La muestra presenta plagioclasas alteradas a sericita y fragmentos de roca (hematizados), en una matriz arcillosa (sericita). Hay también vetillas de cuarzo secundario y cristales de pirita diseminados.

IV. Clasificación: Metatoba andesítica

V. Origen: Piroclástico con metamorfismo incipiente.

IV. Nota: Idem MDV-I.

ESTUDIO PETROGRAFICO

- I. Datos Generales
Muestra MDV-XVI
- II. Aspecto Megascópico
Color: Gris oscuro con tintes rojizos
Estructura: Compacta
Textura: Esquistosa
- III. Estudio Microscópico
Textura: Esquistosa
Mineralogía: Minerales arcillosos (sericita y clorita)
Sericita
Cuarzo
Limonita
Hematita

Relación entre Minerales: La muestra presenta un bandeamiento orientado de minerales arcillosos (sericita), así como pequeños fenocristales de cuarzo alineados también. Hay presencia de bandas de limonita y hematita.

- IV. Clasificación: Esquisto de sericita (Filita)
Clase: Pelítica
Facies: Esquistos verdes
- V. Origen: Metamorfismo regional de bajo grado.
- VI. Nota: Muestra estudiada en ejemplar de mano y en lámina delgada al microscopio petrográfico.

ESTUDIO PETROGRAFICO

- I. Datos Generales
Muestra MDV-XVII

- II. Aspecto Megascópico
Color: Pardo terroso
Estructura: Compacta
Textura: Cristalina fina

- III. Estudio Microscópico
Textura: Porfídica
Mineralogía: Escenciales: Cuarzo, Plagioclasas, ferromagne-
-sianos (relictos)

Accesorios: Ferromagnesianos (relictos)

Secundarios: Minerales arcillosos (sericita),
clorita, hematita.

Relación entre minerales: La muestra presenta cuarzo, plagio-
clasa muy sericitizada, ferromagnesianos muy alterados a clo-
rita en una matriz arcillosa (sericita) proveniente de la al-
teración de los feldespatos originales. Hematita.

- IV. Clasificación : Pórfido Dacítico

- V. Origen: Hipabisal

- VI. Nota: Idem MDV-I.

ESTUDIO PETROGRAFICO

- I. Datos Generales
Muestra MDV-XVIII
- II. Aspecto Megascópico
Color: Pardo terroso
Estructura: Compacta
Textura: Cristalina
- III. Estudio Microscópico
Textura: Porfídica
Mineralogía: Esenciales: Plagioclasa andesina

Accesorios: Ferromagnesianos alterados

Secundarios: Minerales arcillosos (sericita),
clorita, sericita, hematita.
- Relación entre Minerales: La muestra presenta fenocristales -
de andesina alterados a sericita y clorita, ferromagnesianos
alterados a clorita, en una matriz arcillosa (sericita), He-
matita como mineral de alteración.
- IV. Clasificación: Pórfido andesítico
- V. Origen: Hipabisal
- VI. Nota: Muestra estudiada en ejemplar de mano y en lámina del-
gada al microscopio petrográfico.

ESTUDIO PETROGRAFICO

- I. Datos Generales
Muestra MDV-XIX
- II. Aspecto Megascópico
Color: Gris verdoso con oxidaciones rojizas
Estructura: Compacta
Textura: Cristalina
- III. Estudio Microscópico
Textura: Porfídica
Mineralogía: Esenciales: Plagioclasa andesina -oligoclasa
Accesorios: -
Secundarios: Minerales arcillosos, sericita,
limonita, hematita.
- Relación entre Minerales: La muestra presenta fenocristales -
de andesina - oligoclasa poco sericitizados en una matriz arcil-
llosa (sericita). Hematita y limonita, esta última en fractu-
ras.
- IV. Clasificación: Pórfido andesítico
- V. Origen: Hipabisal
- VI. Nota: Muestra estudiada en ejemplar de mano y en lámina del-
gada al microscopio petrográfico.

ESTUDIO PETROGRAFICO

- I. Datos Generales
Muestra MDV-XXI
- II. Aspecto Megascópico
Color: Verde claro con tonalidades ocre
Estructura: Compacta
Textura: Cristalina
- III. Estudio Microscópico
Textura: Piroclástica
Mineralogía: Primarios: Cuarzo, sanidino
Secundarios: Cuarzo, sericita, minerales arcillosos, pirita, titanita, limonita.
- Relación entre Minerales: La muestra presenta cristales de sanidino en una matriz de cuarzo y feldespatos microcristalinos, estando los últimos parcialmente alterados a sericita. Cristales euedrales de titanita. Pirita y limonita diseminadas y vetillas de cuarzo secundario.
- IV. Clasificación: Riolita
- V. Origen: Extrusivo
- VI. Nota: Muestra estudiada en ejemplar de mano y en lámina delgada al microscopio petrográfico.

ESTUDIO PETROGRAFICO

I. Datos Generales
Muestra MDV-XXII

II. Aspecto Megascópico
Color: Ocre a rojizo
Estructura: Compacta
Textura: Cristalina fina

III. Estudio Petrográfico
Textura: Aplítica
Mineralogía: Esenciales: Cuarzo. feldespatos

Accesorios: Ferromagnesianos hematizados

Secundarios: Minerales arcillosos, limonita,
hematita.

Relación entre minerales: Un arreglo equigranular fino de cristales de cuarzo y feldespatos, de tamaño homogéneo, con arcillas y escasos ferromagnesianos hematizados. Limonita en fracturas.

IV. Clasificación: Aplita

V. Origen: Hipabisal con dinamometamorfismo.

VI. Nota: Idem MDV-I.

ESTUDIO PETROGRAFICO

I. Datos Generales
Muestra MDV-XXIII

II. Aspecto Megascópico
Color: Ocre amarillento
Estructura: Compacta
Textura: Esquistosa

III. Estudio Microscópico
Textura: equigranular
Mineralogía: Cuarzo
Minerales arcillosos (sericita)
Limonita
Hematita

Relación entre minerales: Una textu-a equigranular, formada casi en su totalidad por granos de cuarzo, con escasos minerales arcillosos (sericita), limonita y hematita en fracturas.

IV. Clasificación: Metacuarcita

V. Origen: Metamorfismo de bajo grado, regional a partir de areniscas.

VI. Nota: Idem MDV-I.

ESTUDIO PETROGRAFICO

- I. Datos Generales
Muestra MDV-XXIV
- II. Aspecto Megascópico
Color: Ocre con tintes pardos y rojizos
Estructura: Compacta
Textura: Esquistosa
- III. Estudio Microscópico
Textura: piroclástica
Mineralogía: Primarios: fragmentos de roca alterados, plagioclasas.

Secundarios: Cuarzo, sericita, minerales arcillosos, limonita, hematita.

Relación entre Minerales: La muestra presenta plagioclasa alterada a sericita y fragmentos de roca alterados en una matriz arcillosa (sericita). Limonita y hematita diseminadas.
- IV. Clasificación: Metatoba andesítica
- V. Origen: Piroclástica con metamorfismo incipiente.
- VI. Nota: Muestra estudiada en ejemplar de mano y en lámina delgada al microscopio petrográfico.

ESTUDIO PETROGRAFICO

- I. Datos Generales
Muestra MDV-XXV
- II. Asepcto Megascópico
Color: Gris oscuro a negro
Estructura: Compacta
Textura: Pizarrosa
- III. Estudio Microscópico
Textura: Pizarrosa
Mineralogía: Minerales arcillosos
 Calcita espática
 Materia bituminosa

Relación entre Minerales: La muestra presenta un arreglo en bandas de minerales arcillosos, calcita espática y materia bituminosa, todas orientadas en la misma dirección. Vetillas - de calcita cristalina.

- IV. Clasificación: Pizarra calcárea bituminosa
 Clase: Calcareo bituminosa
 Facies: Esquistos verdes
- V. Origen: Metamorfismo regional
- VI. Nota: Muestra estudiada en ejemplar de mano y en lámina delgada al microscopio petrográfico.

ESTUDIO PETROGRAFICO

- I. Datos Generales
Muestra MDV-XXVI
- II. Aspecto Megascópico
Color: Gris oscuro a negro
Estructura: Compacta
Textura: Laminar fina
- III. Estudio Microscópico
Textura: Pizarrosa
Mineralogía: Calcita microcristalina
Minerales arcillosos
Calcita cristalina
Materia bituminosa
Limonita
Hematita
Cuarzo
Pirita o magnetita?

Relación entre Minerales: La muestra presenta una orientación de bandas de calcita microcristalina, minerales arcillosos, materia bituminosa, hematita y limonita; y atravesada por vetillas de calcita cristalina. Poco cuarzo presente y pirita o magnetita diseminadas.

- IV. Clasificación: Pizarra calcárea
Clase: Calcárea
Facies: Esquistos verdes
- V. Origen: Metamorfismo regional
- VI. Nota: Muestra estudiada en ejemplar de mano y en lámina delgada al microscopio petrográfico.

ESTUDIO PETROGRAFICO

- I. Datos Generales
Muestra MDV-XXVIII

- II. Aspecto Megascópico
Color: Gris con tintes rojizos
Estructura: Compacta
Textura: Pizarrosa

- III. Estudio Microscópico
Textura: Pizarrosa
Mineralogía: Minerales arcillosos
Materia bituminosa
Sericita
Cuarzo
Limonita

Relación entre Minerales: La muestra presenta una orientación de bandas de minerales arcillosos sericitizados, materia bituminosa, cuarzo, feldespatos y limonita.

- IV. Clasificación: Pizarra bituminosa
Clase: Pelítica
Facies: Esquistos verdes

- V. Origen: Metamorfismo regional de bajo grado

- VI. Nota: Muestra estudiada en ejemplar de mano y en lámina delgada al microscopio petrográfico.

ESTUDIO PETROGRAFICO

- I. Datos Generales
Muestra MDV-XXIX
- II. Aspecto Megascópico
Color: Pardo terroso
Estructura: Compacta
Textura: Porfídica
- III. Estudio Microscópico
Textura: Piroclástica
Mineralogía: Primarios: Fragmentos de roca volcánica

Secundarios: Minerales arcillosos, cuarzo, sericita, limonita, hematita.

Relación entre Minerales: La muestra presenta fragmentos de roca volcánica (subangulosos) en una matriz arcillosa sericitizada. Hay presencia de limonita, hematita y vetillas de cuarzo.

- IV. Clasificación: Brecha volcánica
- V. Origen: Piroclástico
- VI. Nota: Muestra estudiada en ejemplar de mano y en lámina delgada al microscopio petrográfico.

ESTUDIO PETROGRAFICO

- I. Datos Generales
Muestra MDV-XXX

- II. Aspecto Megascópico
Color: Verde olivo
Estructura: Compacta
Textura: Cristalina fina

- III. Estudio Microscópico
Textura: Holocristalina
Mineralogía: Esenciales: Cuarzo
Plagioclasa (andesina)

Accesorios: Ferromagnesianos alterados

Secundarios: Sericita, clorita, calcita

Relación entre Minerales: La muestra presenta una textura -- holocristalina, formada por cristales de cuarzo, plagioclasa media alterada a sericita y ferromagnesianos alterados a clorita (penina). Hay también cristalización de calcita secundaria. Las maclas de la plagioclasa se encuentran deformadas y fracturadas.

IV. Clasificación: Metatonalita

V. Origen: Plutónico con dinamometamorfismo.

VI. Nota: Muestra estudiada en ejemplar de mano y en lámina delgada al microscopio petrográfico.

ESTUDIO PETROGRAFICO

- I. Datos Generales
Muestra MDV-Aurora

- II. Aspecto Megascópico
Color: Gris oscuro
Estructura: Compacta, bandeada
Textura: Cristalina fina

- III. Estudio Microscópico
Textura: Cristalina, subautomórfica bandeada
Mineralogía: Mineral de mena: Blenda
Galena
Argentita

Mineral de ganga: Cuarzo
Barita
Calcita
Pirita

Relación entre Minerales: La muestra consiste de bandas alter^{na}das de mena y ganga. La mena está constituida por franjas de cristales de blenda con pequeñas y escasas inclusiones de cristales anedrales de pirita. La galena se encuentra constantemente asociada a las bandas de blenda. La argentita se encuentra en intercrecimientos con la galena. La ganga está formada por una alternancia de franjas en donde existen abundantes cristales de barita y cuarzo. La calcita se presenta en agregados cristalinos anedrales diseminados.

- IV. Clasificación: Mineral de mena

- V. Origen: Probablemente singenético

- VI. Nota: Ejemplar estudiado en lámina delgada el microscopio petrográfico y en superficie pulida al microscopio mineralógico.

ESTUDIO PETROGRAFICO

I. Datos Generales Muestra A

II. Aspecto Megascópico Color: Gris metálico en partes blanca Estructura: Compacta Textura: Esquistosa cristalina

III. Estudio Microscópico Textura: Cristalina subautomórfica Mineralogía: Mineral de Mena: Blenda, Galena, Argentita

Mineral de ganga: Cuarzo, barita, dolomita, calcita, pirita.

Relación entre minerales: El ejemplar está constituido por una serie de alternancias finas y esquistosas de minerales metálicos y ganga. Los minerales metálicos están asociados íntimamente. La galena y la blenda se presentan constantemente unidos. La argentita se encuentra íntimamente asociada a la galena, en inclusiones o envetillas dentro de ella. El principal mineral de ganga es el cuarzo, orientado paralelamente a la foliación de la roca y por tanto a la mineralización. También existe en vetillas que cortan a la misma mineralización. Dentro del cuarzo se encuentran franjas de barita diseminada en forma de láminas paralelas a la foliación de la roca. La dolomita se presenta en forma de cristales rómbicos euedrales. La calcita se presenta diseminada en pequeña cantidad, pero sobre todo asociada al cuarzo en vetillas.

IV. Clasificación: Mineral de mena bandeado

V. Origen: Probablemente singenético

VI. Nota: El ejemplar fué estudiado por el Ing. Germán Arriaga en lámina delgada al microscopio petrográfico y en superficie pulida al microscopio minerográfico.

ESTUDIO PETROGRAFICO

I. Datos Generales
Muestra B

II. Aspecto Megascópico
Color: Gris
Estructura: Compacta
Textura: Cristalina fina

III. Estudio Microscópico
Textura: Cristalina subautomórfica bandeada
Mineralogía: Mineral de Mena: Blenda, galena, calcopirita,
argentita.

Mineral de ganga: Calcita, cuarzo, clorita, barita

Relación entre minerales: El principal mineral de mena es la blenda; se presenta asociada constantemente a la galena. La argentita también se encuentra constantemente asociada a la galena. La calcopirita se encuentra íntimamente asociada con la galena, o en diseminaciones aisladas en la ganga, siempre en finos cristales euedrales. El principal mineral de ganga es la calcita, donde se encuentran diseminados cristales de cuarzo y alternan con finos agregados microcristalinos de clorita. La barita se presenta en muy pequeña cantidad en aislados cristales subedrales diseminados en la calcita.

IV. Clasificación: Mineral de mena

V. Origen: Probablemente singenético

VI. Nota: Ejemplar estudiado por el Ing. Germán Arriaga, Idem a muestra A.

ESTUDIO PETROGRAFICO

I. Datos Generales

Muestra F

II. Aspecto Megascópico

Color; Gris claro con partes blancas

Estructura: Compacta bandeada

Textura: Cristalina fina

III. Estudio Microscópico

Textura: Cristalina subautomórfica bandeada

Mineralogía: Mineral de Mena: Galena, blenda, argentita

Mineral de ganga: Barita, calcita, sericita

Relación entre minerales: La muestra consiste de una alternancia de bandas bien diferenciadas, unas de sulfuros y otras de mineral de ganga. La ganga está compuesta esencialmente por barita en cristales anedrales alargados según la dirección del bandeamiento. Como constituyentes menores existen bandas de sericita microscópicas dentro de la barita y en la misma dirección que la roca. En las bandas de sulfuros la pirita se encuentra en cristales subedrales rodeados por la blenda. La galena se encuentra constantemente asociada a la blenda. La calcopirita se encuentra en diminutos cristales aislados dentro de la ganga, o bien en intercrecimientos con la galena. La argentita en muy pequeña cantidad también se encuentra asociada a la galena.

IV. Clasificación: Mineral de Mena

V. Origen: Probablemente singenético

VI. Nota: Ejemplar estudiado por el Ing. Germán Arriaga, Idem a muestra A.

ESTUDIO PETROGRAFICO

I. Datos Generales

Muestra G

II. Aspecto Megascópico

Color: Gris oscuro con partes blancas

Estructura: Compacta, bandeada

Textura: Cristalina fina

III. Estudio Microscópico

Textura: Cristalina, subautomórfica bandeada

Mineralogía: Mineral de Mena: Blenda, Galena, Argentita

Mineral de Ganga: Cuarzo, barita, calcita, pirita.

Relación entre minerales: La muestra presenta bandas alternadas de sulfuros y minerales de ganga. Las bandas de minerales de ganga consisten esencialmente de cristales anedrales de cuarzo con calcita orientada en dirección de las bandas. Existen vetillas rellenas de cuarzo. En las bandas de sulfuros el principal constituyente está formado por blenda con algunas inclusiones de pirita anedral. Rodeando a la blenda pero asociada constantemente a la blenda se encuentra galena finamente cristalizada (argentífera). La argentita se encuentra asociada a la galena. En la superficie pulida se pueden ver reacomodos de la galena, debidos a la diagénesis y presiones posteriores. Como mineral intersticial, se presenta en las bandas de sulfuros, barita anedral.

IV. Clasificación : Mineral de Mena

V. Origen: Probablemente singenético

VI. Nota: Muestra estudiada por el Ing. Germán Arriaga, Idem a muestra A.

Muestra MDV-XVI Esquisto Taxco

Bandeamiento orientado de minerales arcillosos y sericita, -
cristales de cuarzo orientados dentro del bandeamiento. Textura esquistosa. (Luz polarizada)

+ 200 μ +

Muestra MDV-XXI Rocaverde Taxco Viejo

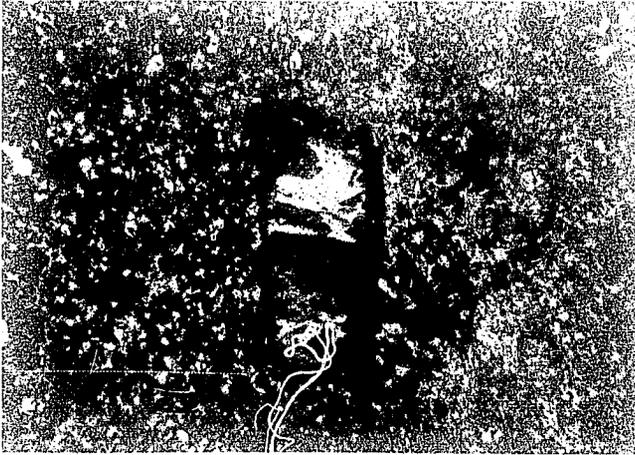
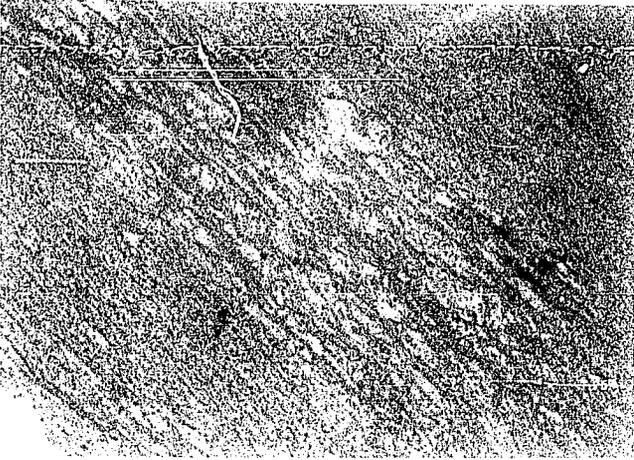
Riolita. Cristal de Sanidino alterando a sericita, en una matriz cuarzo-feldespática. Textura piroclástica (Luz polarizada)

+ 200 μ +

Muestra MDV-XIII Esquisto Taxco

Esquisto cuarzo feldespático. Cuarzo y feldespatos en una matriz arcillosa (sericita), producto de la alteración. Textura esquistosa. (Luz polarizada)

+ 200 μ +



Muestra MDV-XXVIII Esquisto Taxco
Pizarra bituminosa. Bandas de minerales arcillosos, materia bituminosa, cuarzo y hematita. Textura pizarrosa. (Luz natural)

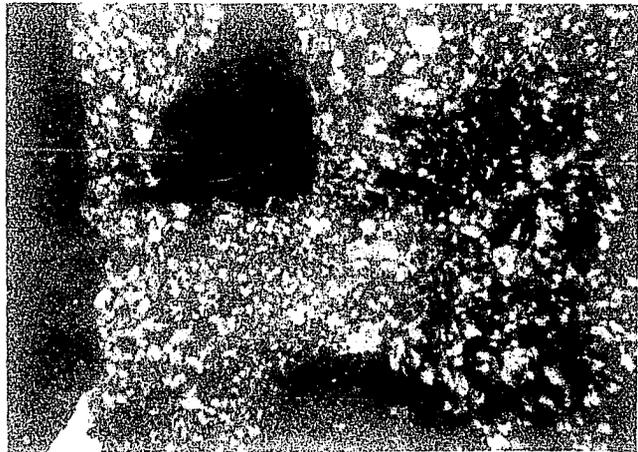
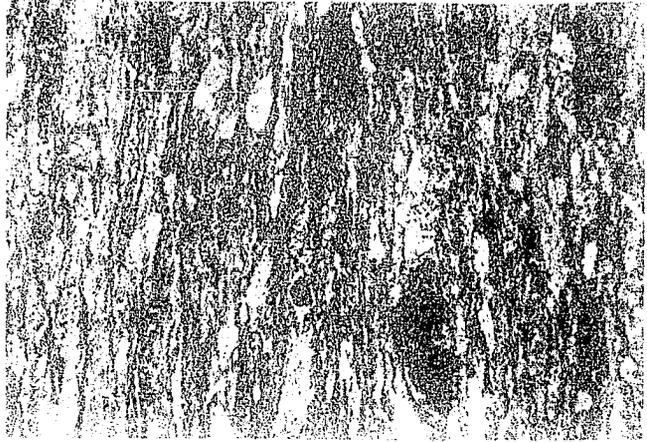
+200.4+

Muestra MDV-XI Esquisto Taxco
Metariodacita porfídica. Cristal de plagioclasa en que se pueden observar las maclas (con efectos de dinamometamorfismo). Textura porfírica. (Luz polarizada)

+200.4+

Muestra MDV-XIV Esquisto Taxco
Metatoba andesítica. Cristales de plagioclasa - poco sericitizados en una matriz arcillosa (sericita). (Luz polarizada)

+200.4+



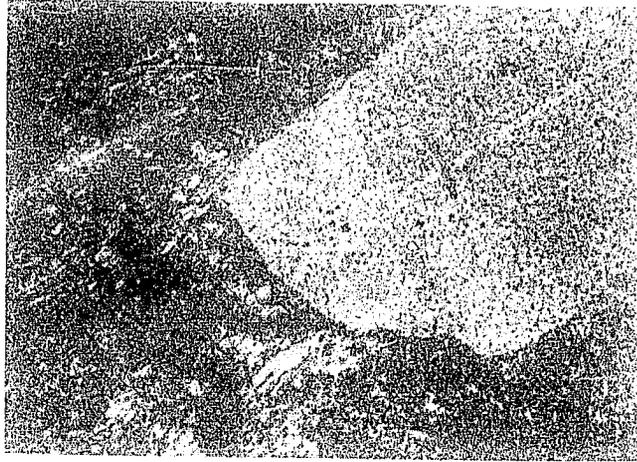
Muestra MDV-III Esquisto Taxco.

Metatoba. Fragmento de roca volcánica en una matriz arcillosa fuertemente sericitizada. Textura piroclástica.
(Luz polarizada)

+200 x+

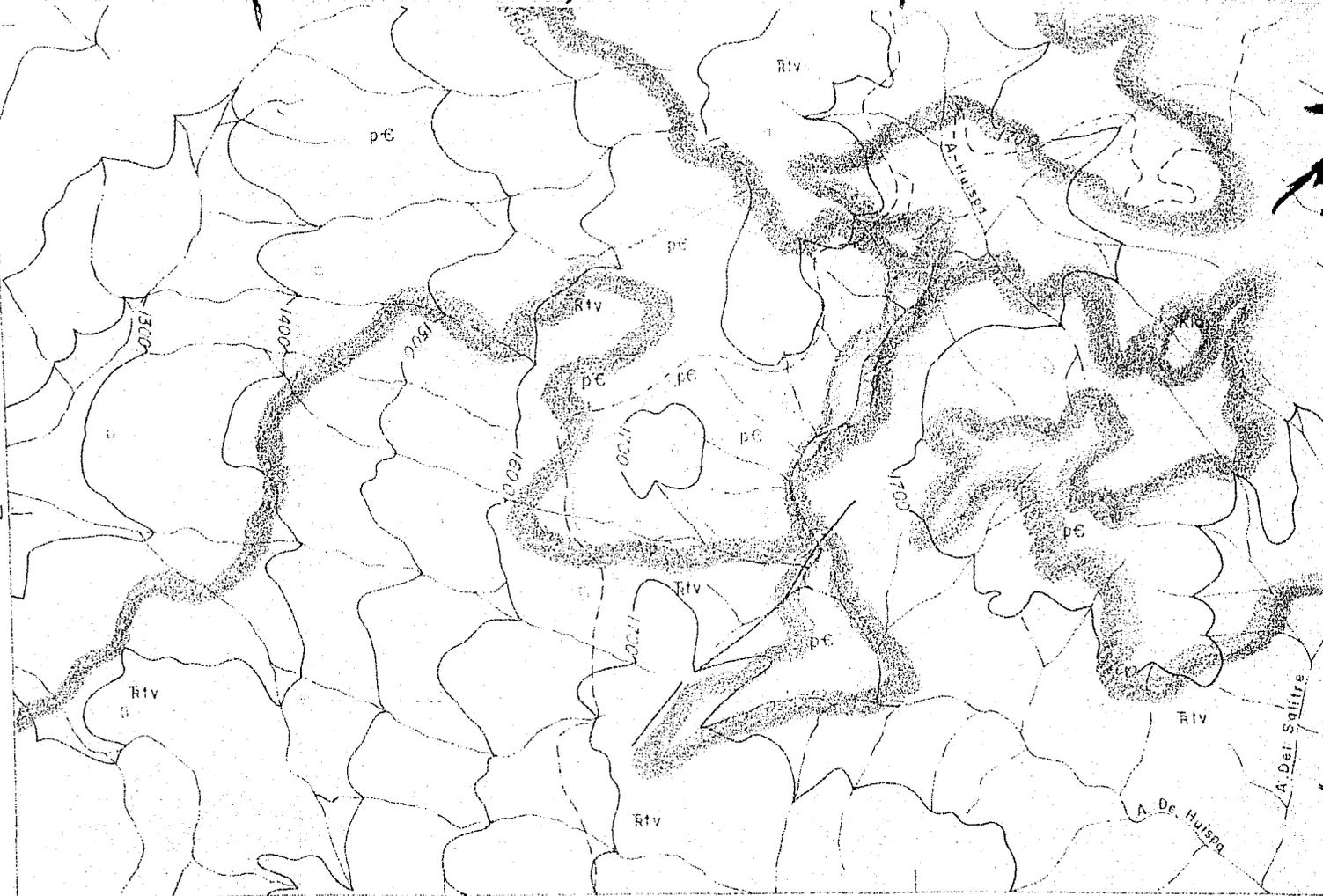
Afloramiento de la Rocaverde Taxco Viejo, cerca de la mina -
Capire, a la orilla del camino Ixcapuzalco-Tlanilpa.

Afloramiento del Esquisto Taxco, pizarra calcárea, 1,600 me-
tros al sur de Tlanilpa y hacia el oeste de la mina Capire.



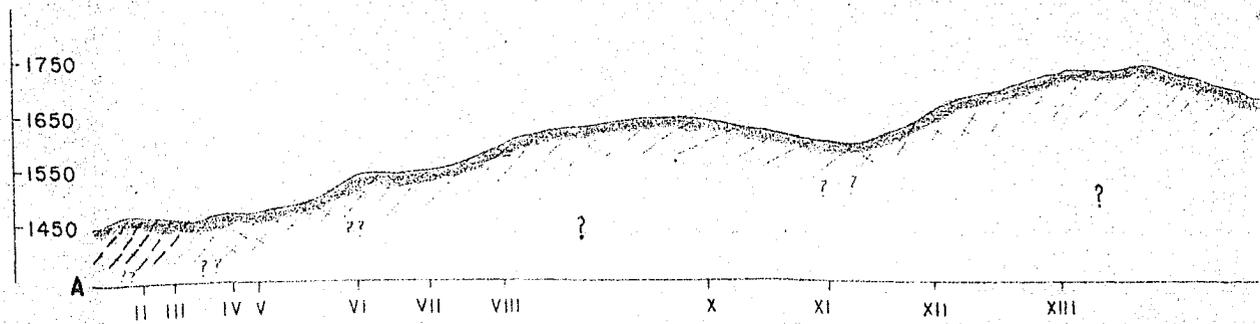
3000N

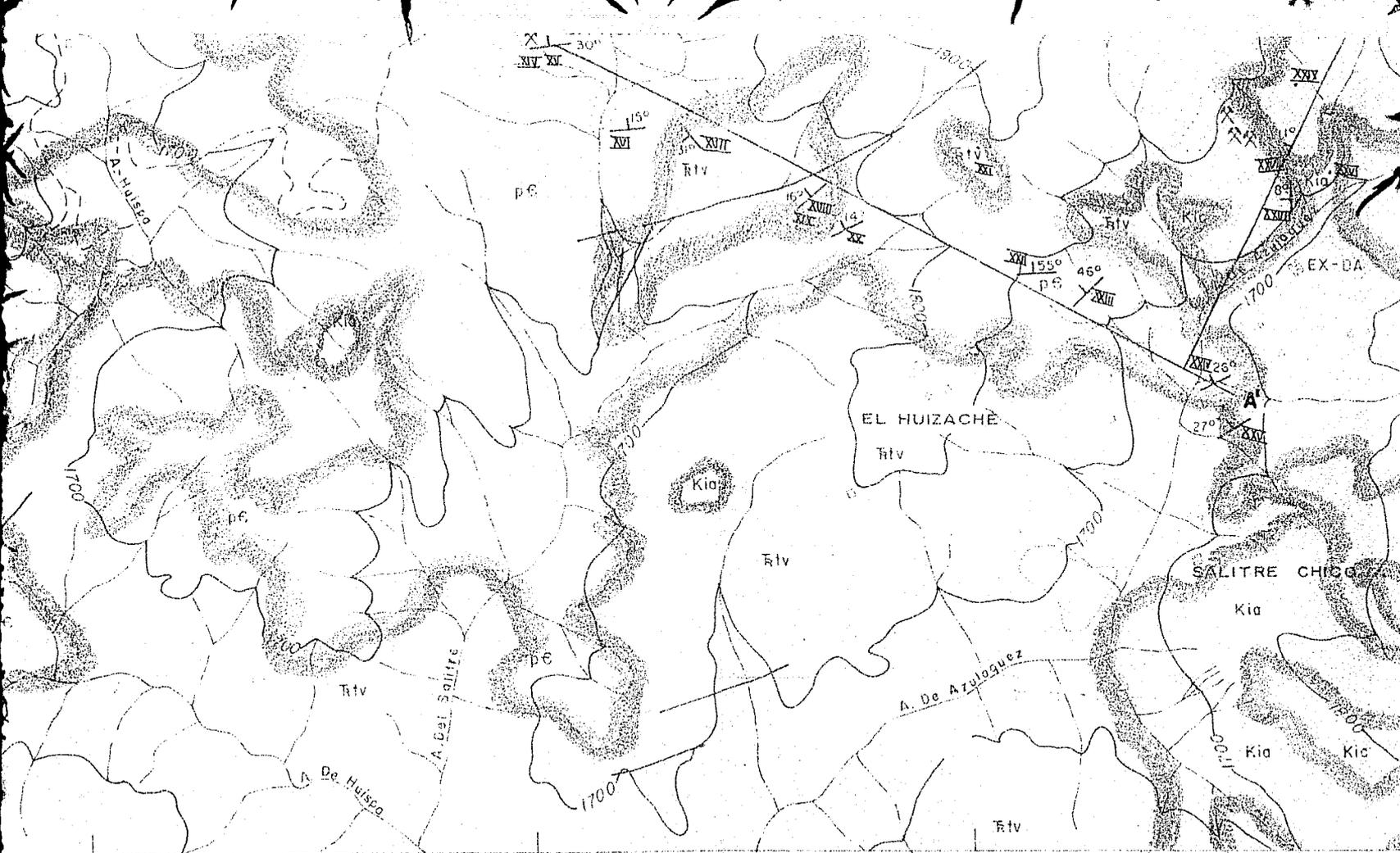
2000N



3000E

4000E



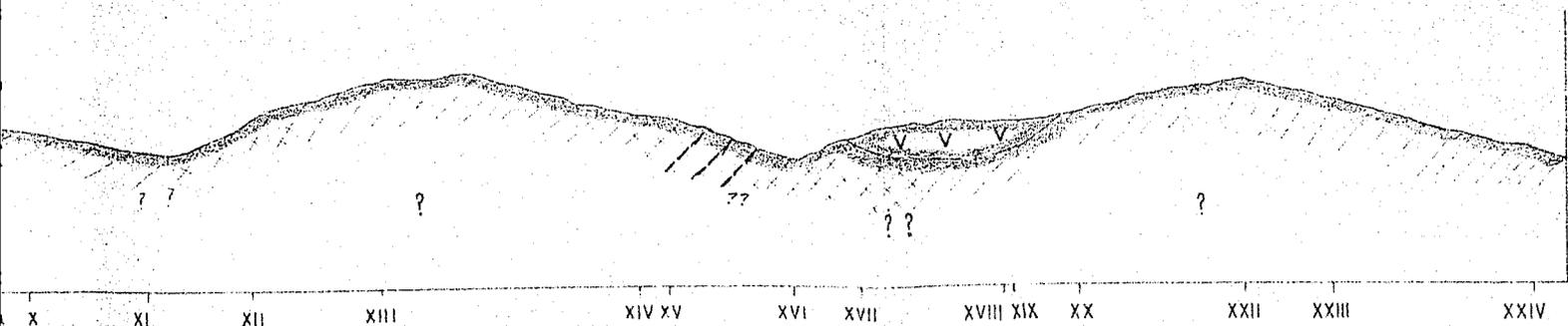


4000 E

5000 E

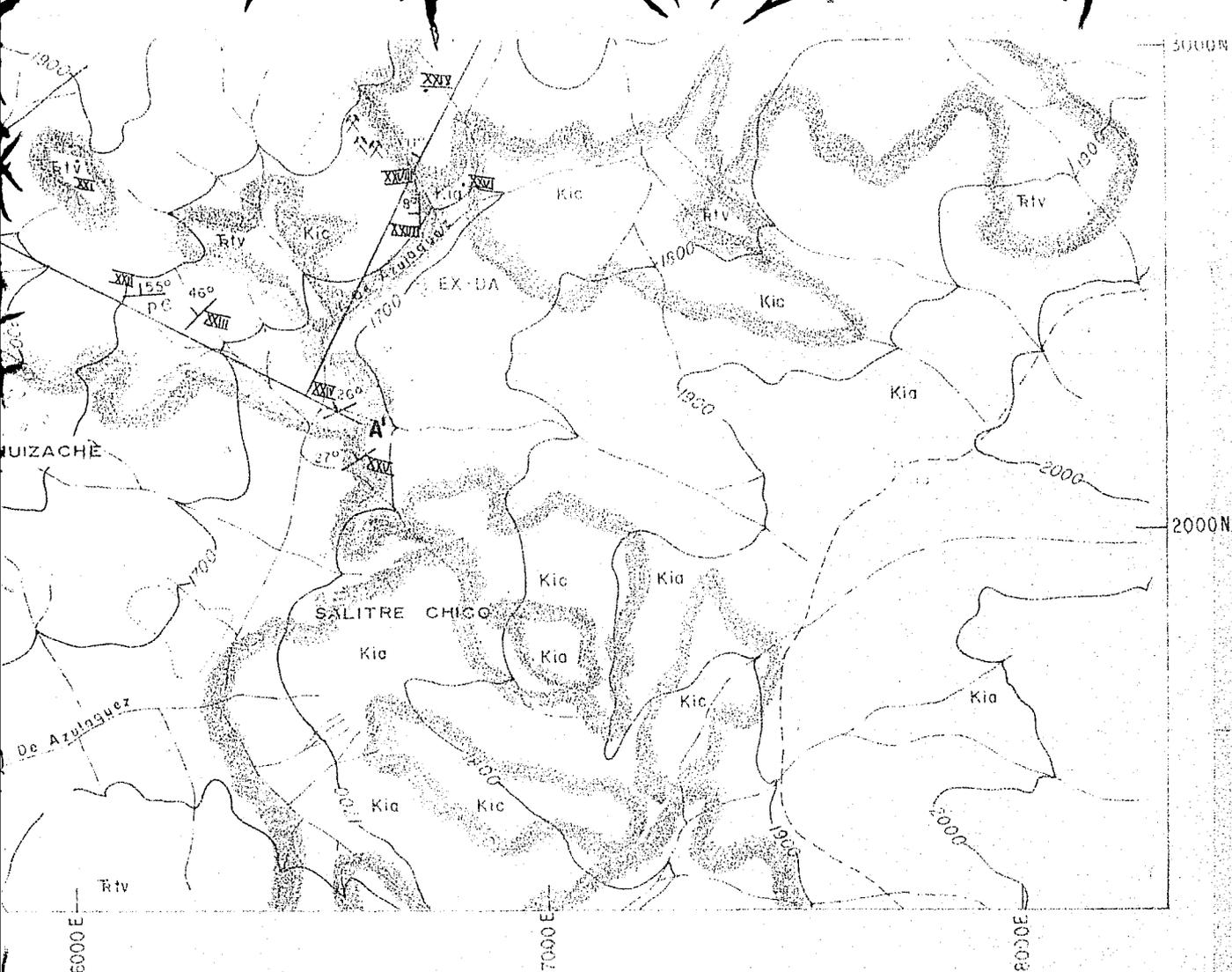
5000 E

ROC.
ESQ.
ESQ.



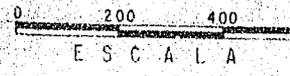
ESC.
ESC.

X XI XII XIII XIV XV XVI XVII XVIII XIX XX XXI XXII XXIII XXIV



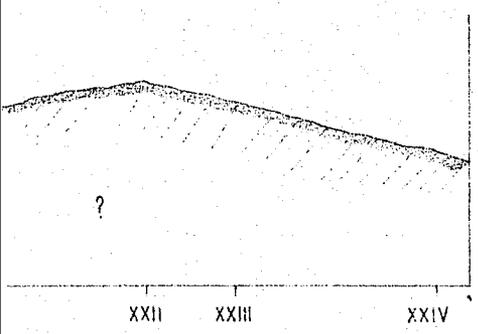
PRECAMBRICO

ROCAS METAVOLCANICAS
 ACIDA QUE SE PRESEN
 SERICITICOS DE COLO
 BLANQUISCO Y OCRE
 FINA A MEDIA - POR
 GINALMENTE A DERR
 LITICAS - LOCALMENTE
 ROCAS METASEDIMENT
 ROCAS PELITICAS SE
 ESQUISTOS SERICITICO
 FINA CON ALGUNOS
 PIZARRAS NEGRAS Y
 NAL Y BARITA



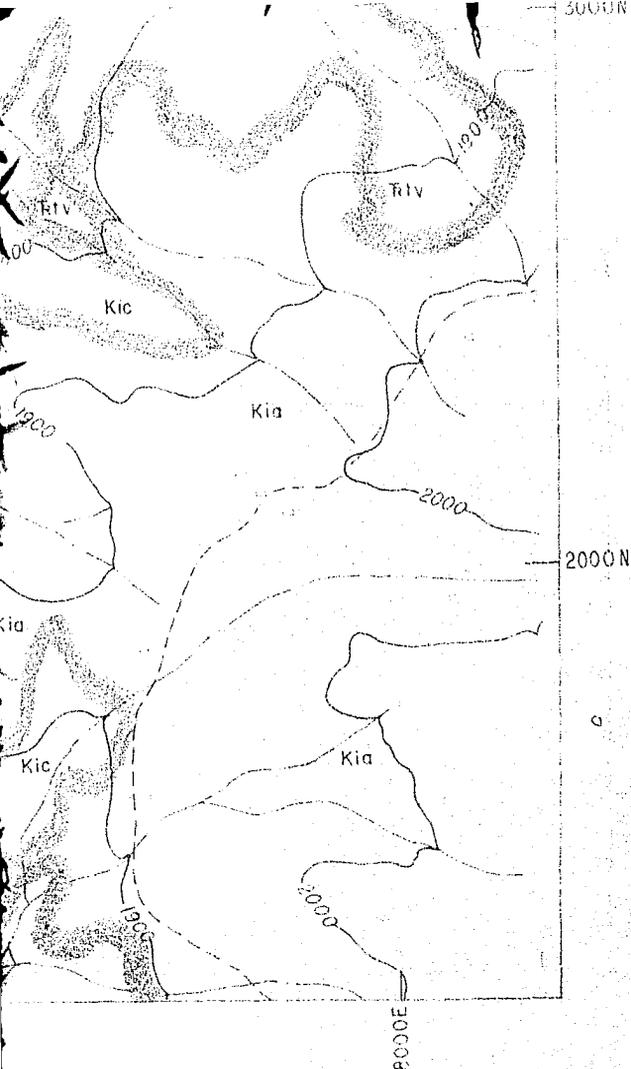
GEOLOGIA SUPERFICIAL

- ROCA VERDE TAXCO VIEJO
- ESQUISTO METAVOLCANICO
- ESQUISTO METASEDIMENTARIO



ESC. VERTICAL 1:10,000
 ESC. HORIZONTAL 1:10,000

U. N.
 FACULTAD D
 PLANO GEOLO
 DE TLANILPA-
 TESIS P R
 MICHAEL ALFRED DE

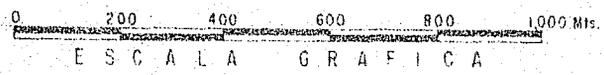


PRECAMBRICO

ROCAS METAVOLCANICAS DE COMPOSICION ACIDA QUE SE PRESENTA COMO ESQUISTOS SERICITICOS DE COLORES VERDE CLARO, BLANQUISCO Y OCRE, DE FOLIACION FINA A MEDIA -- CORRESPONDIENDO ORIGINALMENTE A DERRAMES Y TUBAS RIOLITICAS -- LOCALMENTE SILICIFICADAS

ROCAS METASEDIMENTARIAS A PARTIR DE ROCAS PELITICAS SE PRESENTAN COMO ESQUISTOS SERICITICOS DE FOLIACION FINA CON ALGUNOS HORIZONTES DE PIZARRAS NEGRAS Y LENTES DE PEDERNALE Y BARITA

p.c.



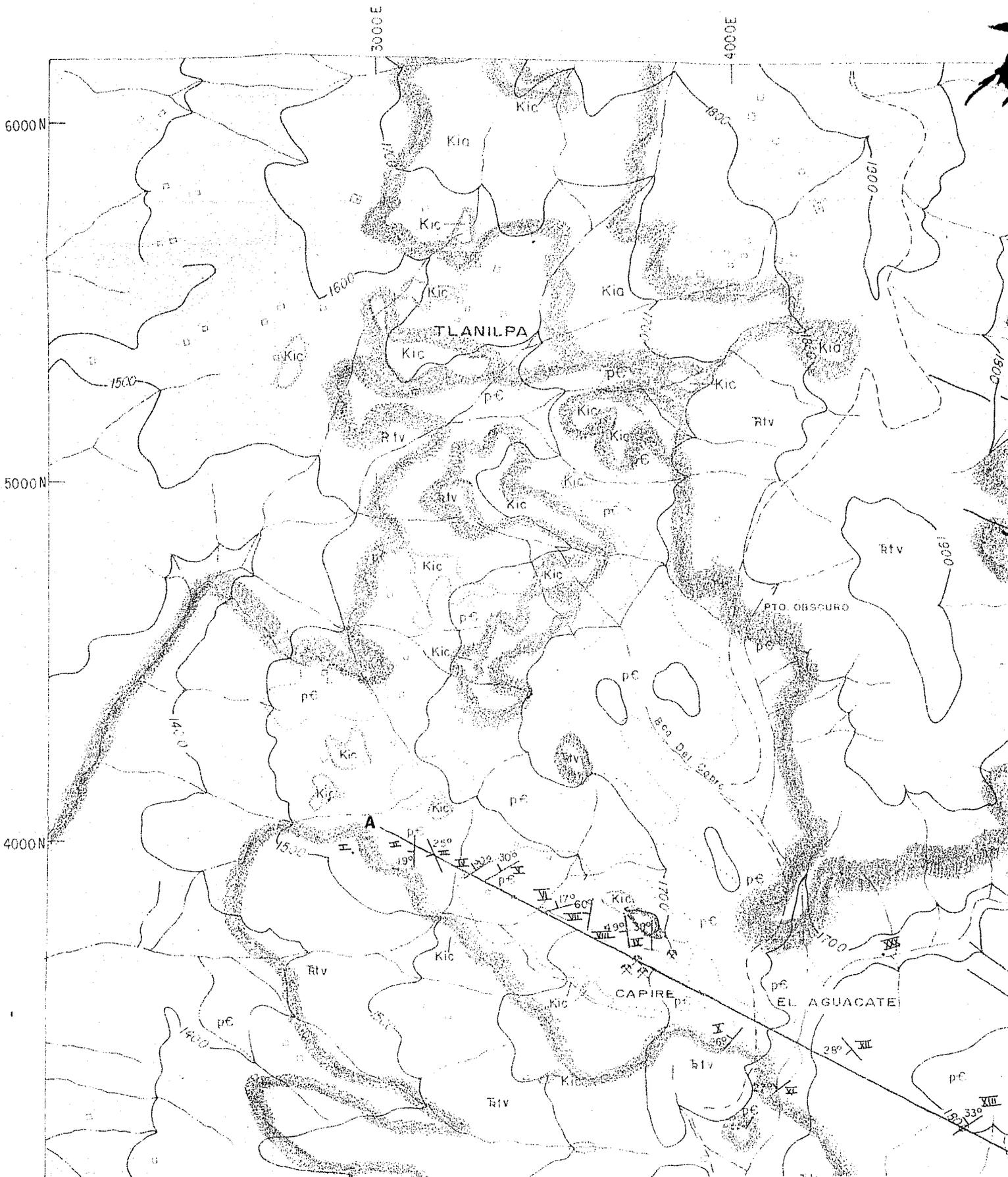
GEOLOGIA SUPERFICIAL ING. E. MURILLO

- AXCO VIEJO
- VOLCANICO
- SEDIMENTARIO

1:10,000

1:10,000

<p>U. N. A. M.</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA</p>
<p>PLANO GEOLOGICO DEL AREA</p> <p>DE TLANILPA-AZULAQUEZ GRO.</p>
<p>TESIS PROFESIONAL</p>
<p>MICHAEL ALFRED DEL VECCHIO CARRANZA</p>

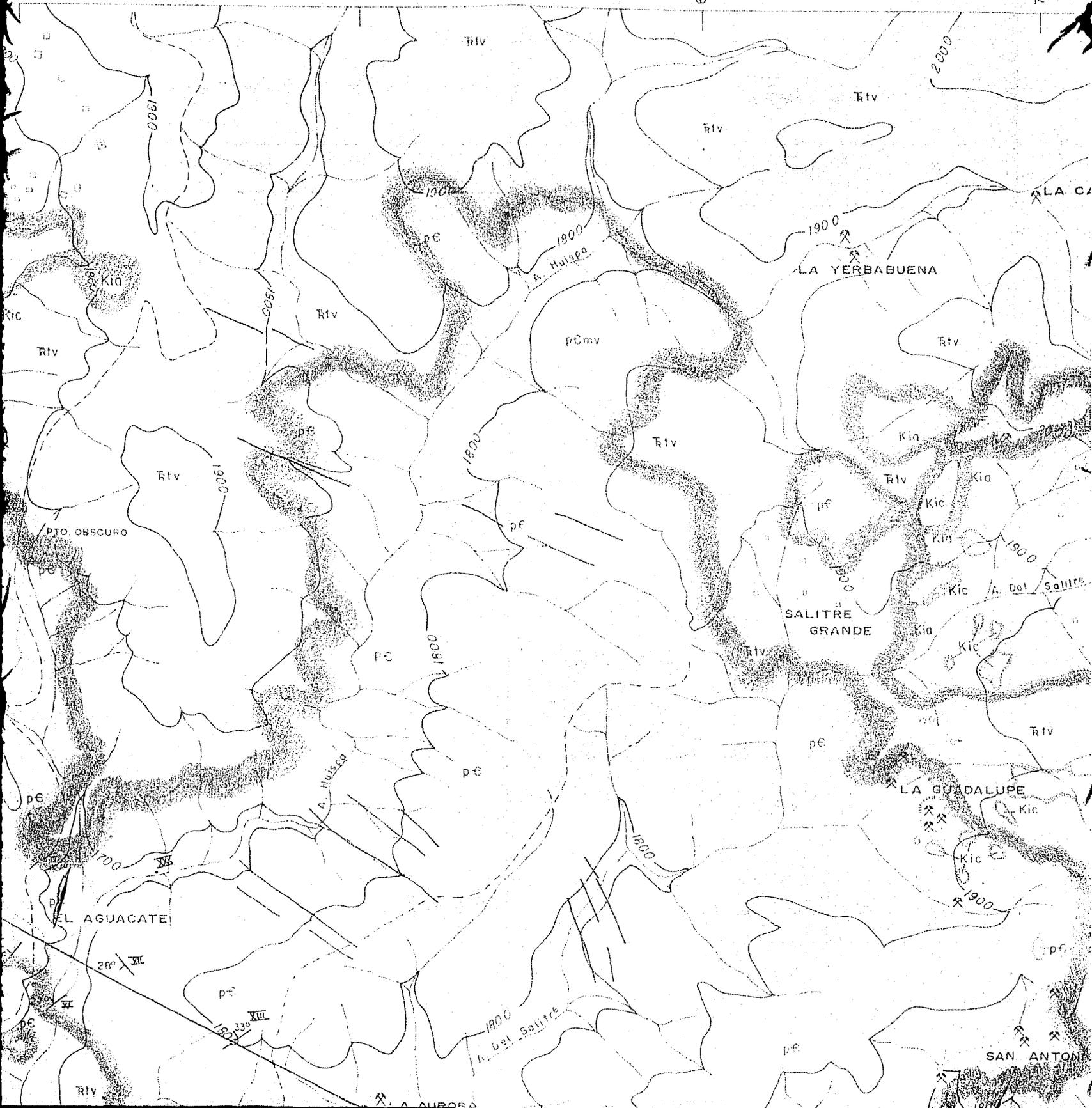


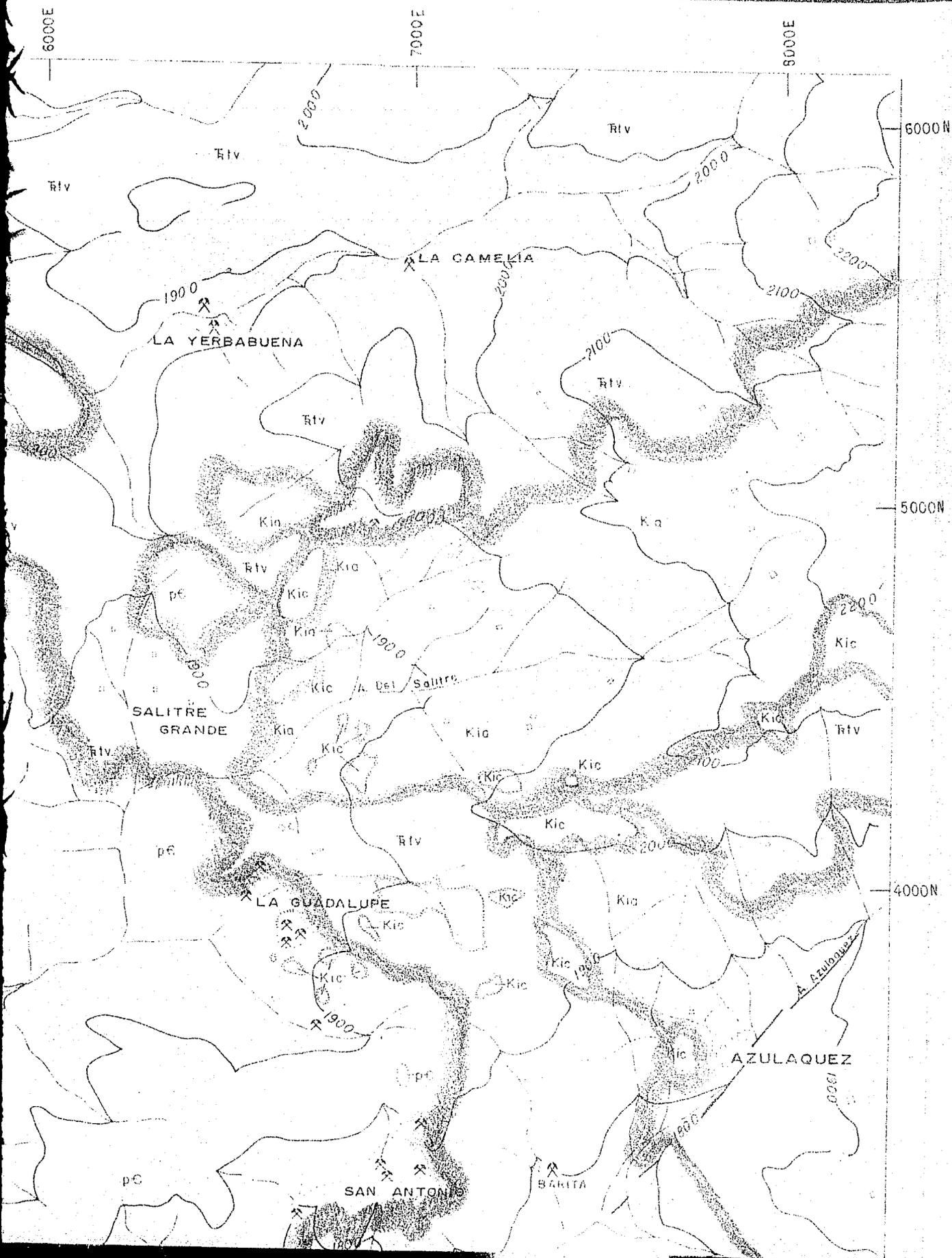
4500E

5000E

6000E

7000E





EXPLI SIMBOLOS

- ARROYO
- CAMINO DE TERRACERIA
- VEREDA
- CURVA DE NIVEL MAESTRO
- CURVA DE NIVEL INTERIOR
- POBLADO
- TERRERO
- OBRA MINERA

SIMBOLOS

- CONTACTO GEOLOGICO
- CONTACTO GEOLOGICO II
- FALLAS Y FRACTURAS
- RUMBO E INCLINACION
- FOLIACION EN ROCAS

LITOL

- ALUVION, SUELOS Y MATERIALES
- DERIVADOS DE ROCAS P

RECIENTE

CALI

- CALIZAS CRIPTOCRISTALINAS
- GRIS CLARO A OSCURO
- MEDIANOS A MASIVOS,
- HORIZONTES DELGADOS
- INTERESTRATIFICADOS

CRETACICO INFERIOR

FORMACION

- LUTITAS DE COLOR OSCURO
- TICAS CON OCASIONALES
- DE LENTES Y ESTRATOS
- CALIZAS.— ALGUNAS VECES
- PRESENTAN UNA SERIE

CRETACICO SUPERIOR

ROCA VERDE

- ROCAS VOLCANICAS EPICLASTICAS
- GUNOS DERRAMES DE CENIZAS
- SITICA, SU COLOR PREDOMINANTE
- VERDE, QUE INTEMPERIZADO SE
- LLENTO Y PARDO, PRESERVANDO
- SECUNDARIA HACIA LA

TRIASICO

ESQUISTO

EXPLICACION

SIMBOLOS TOPOGRAFICOS

ARROYO

CAMINO DE TERRACERIA

VEREDA

CURVA DE NIVEL MAESTRA

CURVA DE NIVEL INTERMEDIA

POBLADO

TERRERO

OBRA MINERA

SIMBOLOS GEOLOGICOS

CONTACTO GEOLOGICO

CONTACTO GEOLOGICO INFERIDO

FALLAS Y FRACTURAS

RUMBO E INCLINACION DE LA FOLIACION EN ROCAS

RECIENTE

LITOLOGIA

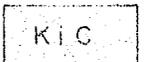
ALUVION

ALUVION, SUELOS Y MATERIAL DE RELLENO DERIVADOS DE ROCAS PREEXISTENTES



CALIZAS

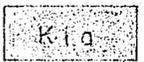
CALIZAS CRIPTOCRISTALINAS DE COLOR GRIS CLARO A OSCURO, EN ESTRATOS MEDIANOS A MASIVOS, CON OCASIONALES HORIZONTES DELGADOS DE FILITAS INTERESTRATIFICADOS



CRETACICO INFERIOR

FORMACION ACUITLAPAN

LUTITAS DE COLOR OSCURO Y OCRE, FILITICAS CON OCASIONALES INTERCALACIONES DE LENTES Y ESTRATOS DELGADOS DE CALIZAS.- ALGUNAS VECES LAS LUTITAS PRESENTAN UNA SERICITIZACION INCIPIENTE



TRIASICO

ROCA VERDE TAXCO VIEJO

ROCAS VOLCANICAS EPICLASTICAS, CON ALGUNOS DERRAMES DE COMPOSICION ANDESITICA, SU COLOR PREDOMINANTE ES VERDE, QUE INTEMPERIZA A OCRE AMARILLENTO Y PARDO, PRESENTA FOLIACION SECUNDARIA HACIA LA BASE



ESQUISTO TAXCO

