

UNIVERSIDAD DE SONORA
DIVISION DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

**"GEOLOGÍA REGIONAL Y YACIMIENTOS MINERALES
DEL AREA TOPIA-CANELAS Y LA CIENEGA DE GUADALUPE
EN EL ESTADO DE DURANGO, MÉXICO."**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

GEOLOGO

PRESENTA

FRANCISCO JOSÉ ABRIL MARTÍNEZ

HERMOSILLO, SONORA.

JULIO DEL 2001

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



“El saber de mis hijos
hará mi grandeza”



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



Enero 11, 2001.

GEOL. ISMAEL MINJAREZ SOSA

Jefe del Departamento de Geología
Universidad de Sonora
Presente

Por este conducto me permito someter a su consideración el siguiente tema de tesis

**"GEOLOGIA REGIONAL Y YACIMIENTOS MINERALES DEL AREA
DE TOPIA-CANELAS Y LA CIENEGA DE GUADALUPE EN EL
ESTADO DE DURANGO, MEXICO."**

Esto es con el fin de que el alumno:

FRANCISCO JOSE ABRIL

Pueda presentar su examen profesional, para la obtención de su título. En espera de su respuesta, quedo de Usted.

ATENTAMENTE

ING. RICARDO AMAYA MARTINEZ
Director de Tesis



EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA
DEPARTAMENTO DE
GEOLOGIA

C.c.p. Interesado
C.c.p. Archivo



Febrero 07, 2001.

ING. RICARDO AMAYA MARTINEZ

Director de Tesis
Departamento de Geología
Universidad de Sonora
Presente

Por este conducto le comunico que ha sido aprobado el tema de tesis propuesto por Usted, intitulado:

"GEOLOGIA REGIONAL Y YACIMIENTOS MINERALES DEL AREA DE TOPIA-CANELAS Y LA CIENEGA DE GUADALUPE EN EL ESTADO DE DURANGO, MEXICO."

Esto es con el fin de que el alumno: **FRANCISCO JOSE ABRIL MARTINEZ**, pueda presentar su examen profesional, para la obtención de su título. Asimismo le comunico que han sido asignados los siguientes sinodales:

ING. EFREN PEREZ SEGURA-	PRESIDENTE
ING. JAIME E. ISLAS LOPEZ-	SECRETARIO
ING. RICARDO AMAYA MARTINEZ -	VOCAL

Sin otro en particular, quedo de Usted.

ATENTAMENTE

GEOL. J. ISMAEL MINJAREZ SOSA
Jefe de Departamento



EL SABER DE MIS HIJOS
PARA MI GRANDEZA
DEPARTAMENTO DE
GEOLOGIA

C.c.p. Interesado
C.c.p. Archivo



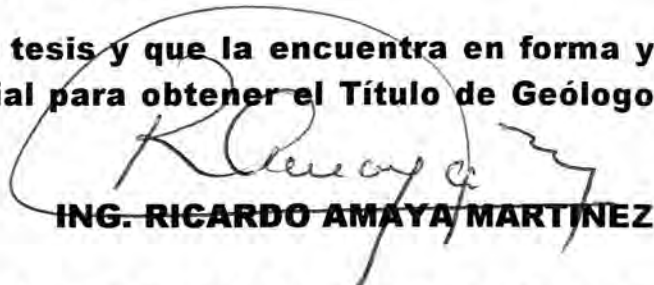
NOMBRE DE LA TESIS:

"GEOLOGIA REGIONAL Y YACIMIENTOS MINERALES DEL AREA DE TOPIA-CANELAS Y LA CIENEGA DE GUADALUPE EN EL ESTADO DE DURANGO, MEXICO."

NOMBRE DEL SUSTENTANTE:

FRANCISCO JOSE ABRIL MARTINEZ

El que suscribe, certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuada, como requerimiento parcial para obtener el Título de Geólogo en la Universidad de Sonora.



ING. RICARDO AMAYA MARTINEZ

El que suscribe, certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuada, como requerimiento parcial para obtener el Título de Geólogo en la Universidad de Sonora.



M.C. EFREN PEREZ SEGURA

El que suscribe, certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuada, como requerimiento parcial para obtener el Título de Geólogo en la Universidad de Sonora.

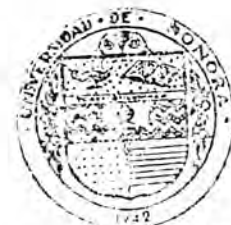


ING. JAIME E. ISLAS LOPEZ

ATENTAMENTE
"EL SABER DE MIS HIJOS HARA MI GRANDEZA"



GEOL. J. ISMAEL MINJAREZ SOSA
Jefe de Departamento



EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA
DEPARTAMENTO DE
GEOLOGIA

AGRADECIMIENTOS:

A LA EMPRESA SERVICIOS GEOLOGICOS Y CARTOGRAFICOS DEL NOROESTE.

A LA UNIVERSIDAD DE SONORA .

AL CONSEJO DE RECURSOS MINERALES

A MI DIRECTOR DE TESIS

A MIS SINODALES

A TODOS LOS MAESTROS DEL DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

A MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO

A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO

AL GEOL. JULIO CESAR ESQUER M. POR SUS VALIOSA PARTICIPACION EN ESTE PROYECTO.

AL M.C. BRAULIO RIVERA POR SUS BUENAS CRITICAS Y COMENTARIOS PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

AL SR. JOSE LUIS BOJORQUEZ RENBAO POR SU INVALUABLE APOYO EN LOS TRABAJOS DE CAMPO.

A DANIEL AMAYA Z. Y RAMON HIRAM LUNA POR SU APOYO EN LA INTEGRACION Y PRESENTACION DE LA TESIS.

A TODOS LOS QUE PARTICIPARON EN LA REALIZACION DE ESTE PROYECTO DE TESIS MI MAS SINCERO AGRADECIMIENTO.

FRANCISCO JOSE ABRIL MARTINEZ

DEDICATORIA

A MIS PADRES , FRANCISCO Y NORMA

A MI HERMANA LISET

A MI TATA PRISCILIANO (+)

A MI TIA MARGOT

A TODA MI FAMILIA POR EL APOYO QUE SIEMPRE ME HAN BRINDADO.

A MI ESPOSA YOLANDA POR SU INVALUABLE APOYO Y COMPRESION EN TODOS LOS MOMENTOS DE MI VIDA.

A TODOS MIS MAESTROS

FRANCISCO JOSE ABRIL MARTINEZ

CONTENIDO

Resumen

I.- INTRODUCCION

I.1.- Localización y extensión del área.....	1
I.2.- Acceso y vías de comunicación.....	1
I.3.- Trabajos previos.....	1
I.4.- Método de trabajo.....	5
I.5.- Objetivo del estudio.....	6

II.- GENERALIDADES

II.1.- Fisiografía y geomorfología.....	6
II.2.- Clima, flora y fauna.....	7
II.3.- Hidrografía.....	8

III.- GEOLOGÍA

III.1.- Geología regional.....	8
III.2.- Estratigrafía.....	8

A.- JURASICO MEDIO

A.1.- Metaarenisca-pizarra (Jm Mar-Pz).....	9
--	---

B.- CRETACICO INFERIOR

B.1.- Conglomerado polimíctico (Kn?CgP).....	12
---	----

C.- CRETACICO SUPERIOR

C.1.- Volcánico sedimentario (Ks?Vs).....	14
--	----

D.- TERCIARIO

D.1.- Brecha andesítica-andesita (Tpae BvA-A).....	17
---	----

ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS

EOCENO

D.2.- Granodiorita-cuarzodiorita (Te Gd-Qd).....	20
---	----

D.3.- Pórfido granodiorítico (Te PGd).....	23
D.4.- Pórfido riódacítico (Te PRd).....	23
D.5.- Pórfido andesítico (Te PA).....	24
D.6.- Diques.....	25
D.7.- Andesita (ToA).....	26
D.8.- Toba riolítica-brecha riolítica (Teo TR-BvR).....	27
D.9.- Ignimbrita-brecha riolítica (Tom Ig-BvR).....	29
D.10.- Conglomerado polimictico (Tn Cgp).....	30
E.- CUATERNARIO	
E.1.- Aluvión (Qhoal).....	31
III.3.- Geología estructural.....	31
III.4.- Tectónica.....	32
IV.- YACIMIENTOS MINERALES	
IV.1.- Introducción.....	33
IV.2.- distritos y zonas Mineras.....	35
IV.2.1.- Distrito minero Topia.....	35
IV.2.2.- Distrito minero San Bernabé.....	38
IV.2.3.- Zona minera Cebollitas.....	39
IV.2.4.- Distrito minero La Cienega.....	41
IV.2.5.- Zona minera Canelas.....	42
IV.2.6.- Zona minera Virimoa.....	43
IV.2.7.- Zona minera Mesa de Guadalupe.....	45
IV.3.- Zonas prospectivas.....	46

V.- MODELO DE YACIMIENTOS

VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLOGRAFIA

RELACION DE FOTOS

- Foto 1.-** Detalle donde se observa el contacto entre diques riocácíticos con la unidad metasedimentaria del Jurásico Medio.
- Foto 2.-** Detalle donde se observa el contacto entre las rocas metasedimentarias del Jurásico Medio y el conglomerado del Cretácico Inferior. Localidad El Durazno.
- Foto 3.-** Detalle donde se observan los clastos semiredondeados del conglomerado polimíctico del Cretácico Inferior.
- Foto 4.-** Detalle de la secuencia volcanosedimentaria, la cual presenta un metamorfismo de contacto. Localidad al sur de La Junta.
- Foto 5.-** Detalle de un horizonte conglomerático intercalado en la secuencia volcanosedimentaria. Localidad al norte de Molinos.
- Foto 6.-** Detalle del afloramiento de la secuencia volcánica (Tpae BvA-A), donde se observa una pseudoestratificación bien marcada. Localidad al este de Topia.
- Foto 7.-** Detalle de falla normal que pone en contacto la secuencia (Te Gd-qD) con la secuencia volcanosedimentaria del Cretácico Superior. Localidad al sur de La Junta.
- Foto 8.-** Detalle del contacto entre la unidad intrusiva (Te Gd-qD) y la secuencia volcánica del Terciario inferior (Tpae BvA-A). Localidad El Aguacate.
- Foto 9.-** Detalle del afloramiento de la unidad (Te Gd-qD) con mineralización de sulfuros de hierro y alteración del tipo silicificación y turmalinización. Localidad al oeste de La Junta.
- Foto 10.-** Detalle donde se observa el pórfido andesítico (Te PA) intrusionando a rocas andesíticas del Terciario inferior. Localidad cerro Tia Juana, Valle de Topia.
- Foto11.-** Detalle de la secuencia (Teo TR-BvR) que forma parte del Complejo Volcánico Superior, donde se observa una pseudoestratificación bien marcada.
- Foto 12.-** Panorámica del río Valle de Topia, donde se observan en la cima rocas volcánicas de la unidad (Teo TR-BvR).

Foto 13.- Detalle de la unidad (Tom Ig-BvR), donde se observa la dirección de flujo en ignimbritas. Localidad El LLanito.

Foto 14.- Panorámica donde se observa, la presa de jales, jales antiguos y el poblado de Topia, Durango.

RELACION DE FIGURAS

- FIGURA 1.** DIVISION MUNICIPAL.
- FIGURA 2.** LOCALIZACION Y VIAS DE ACCESO.
- FIGURA 3.** TRABAJOS PREVIOS.
- FIGURA 4.** FORMAS ESTRUCTURALES DEL TERRITORIO MEXICANO.
- FIGURA 5.** FORMAS DE RELIEVE DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL.
- FIGURA 6.** FORMAS ESTRUCTURALES
- FIGURA 7.** COLUMNA ESTRATIGRAFICA
- FIGURA 8.** PLANO DE GEOLOGIA REGIONAL.
- FIGURA 9.** PROYECCION POLAR Y ROSETA DE FRACTURAMIENTO DE LAS ROCAS VOLCANOSSEDIMENTARIAS DEL CRETICO SUPERIOR.
- FIGURA 10.** PROYECCION POLAR Y ROSETA DE FRACTURAMIENTO DE LAS ROCAS VOLCANICAS DEL TERCARIO INFERIOR.
- FIGURA 11.** PROYECCION POLAR Y ROSETA DE FRACTURAMIENTO DE LAS ROCAS VOLCANICAS DEL TERCARIO INFERIOR.

- FIGURA 12.** PLANO MORFOLOGICO, MOSTRANDO LAS PLACAS TECTONICAS (SEDLOCK Y ORTEGA GUTIERREZ, 1993).
- FIGURA 13 .** PLANO DE TERRENOS TECTONOESTRATIGRAFICOS (SEDLOCK Y ORTEGA GUTIERREZ, 1993).
- FIGURA 14.** SECCION ESQUEMATICA DEL TERRENO TAHUE MODIFICADA DE (SEDLOCK Y ORTEGA GUTIERREZ 1993).
- FIGURA 15.** DISTRITOS MINEROS Y ZONAS DE ALTERACIÓN.
- FIGURA 16.** MODELO ESQUEMATICO DE YACIMIENTOS HIDROTERMALES TIPO VETAS Y DISEMINADOS.

RESUMEN

El área de estudio se ubica en la porción noroeste del Estado de Durango, y está delimitada por las coordenadas geográficas 25°00'00" a 25°15'00" de Latitud Norte y 106°20'00" a 106°40'00" de Longitud Oeste. Cubre una superficie de 960 km² y comprende parte de los municipios de Topia, Canelas y Santiago Papasquiaro.

Fisiográficamente se ubica en el Sistema Montañoso y Altiplano (Lugo Hubp J. 1990); específicamente dentro del sistema morfoestructural denominado Mesa Volcánica Riolítica del Terciario. La morfología de la Sierra Madre Occidental consiste principalmente de mesetas riolíticas que constituyen una amplia franja orientada al noroeste y un conjunto de cañones profundos producto de la erosión por las corrientes fluviales. Los rasgos morfológicos más sobresalientes en el área corresponden con La Sierra Santa Efigenia, El Angel, El Alto del Ventoso, el cerro de La Cruz, Cerro Alto La Estaca, Cerro Cañada del Macho con elevaciones de hasta 2700 msnm. Con la interpretación de las secciones morfoestructurales se tiene la existencia de los pilares Topia, Calaveras, Agua Blanca; así como las semi-fosas de Torance y Canelas.

La hidrografía está representada por la subcuenca del río Tamazula que tiene como afluentes principales La Quebrada de Topia, Pascuas, Los Veranos, arroyos La Escalera y Ramperes. La subcuenca del río Valle de Topia, que tiene como afluentes más importantes el arroyo Cinco Señores, Quebradas de San Bernabé y La Candelaria. La subcuenca del río San Juan de Camarones tiene como afluentes principales La Quebrada San Luis y La Mesa.

Las unidades litológicas que afloran en el área de estudio tienen un registro en el tiempo que comprenden desde el Jurásico Medio hasta el Holoceno. Las rocas más antiguas en el área están representadas por una secuencia sedimentaria de edad Jurásico Medio datada en base a amonites: *Tmetoceras scissum* (Smith, P., 2000, com.esc.). Esta unidad es constituida por una intercalación de meta-areniscas y pizarras, las cuales fueron afectadas por un proceso de metamorfismo regional, el cual genera deformación con presencia de pliegues isoclinales y foliación. Sus principales afloramientos se encuentran en las localidades de Canelas, San Juan de Huichacán y El Río, siendo esta última donde se encontraron los restos fósiles.

El Cretácico Inferior se encuentra en forma discordante y está representado por un conglomerado polimítico, constituido por fragmentos redondeados de cuarcitas y pizarras, cementados por una matriz silicea. En ocasiones este conglomerado es afectado por cuerpos intrusivos de composición granodiorítica, que cambia totalmente la estructura original de la roca, transformándola por metamorfismo de contacto en un metaconglomerado. El espesor se considera entre 200 y 300 metros, presentando una deformación reflejada por pliegues isoclinales y recumbentes. Por correlación con los afloramientos reportados en las localidades de Comederos y La Cañada de Cotona, ubicadas en las cartas San Juan de Camarones y Chacala respectivamente, se les asigna una edad Neocomiano. Los afloramientos más importantes se encuentran en las localidades de Pascuas, El Pochote, Ceja Sombreada y Arroyo Grande.

El Cretácico Superior se presenta en discordancia sobre el conglomerado polimíctico del Neocomiano. Se trata de una serie volcanosedimentaria formada por intercalaciones de andesita, tobas arenosas, areniscas, lodolitas y horizontes de caliza, que presenta una deformación representada por estructuras simoidales muy características. La edad asignada está en base a su posición estratigráfica. Sus afloramientos se encuentran en la Mesa de Guadalupe, El Pino y Virimoa.

Durante el Paleoceno-Eoceno, se generó un volcanismo de afinidad intermedia constituido por brechas, andesitas, tobas y aglomerados. Este conjunto de rocas se conoce como Complejo Volcánico Inferior y es donde se emplazan las principales estructuras vetiformes que han sido explotadas en el área. Sus afloramientos se encuentran en las localidades de: Canelas, Topia, Cebollitas y Valle de Topia.

Durante el Eoceno se tiene un evento magmático que da origen a una serie de intrusivos plutónicos cuya composición varía entre granito-granodiorita, y también cuerpos hipabisales de composición andesítica, granodiorítica y riodacítica, los cuales están afectando a las rocas sedimentarias del Mesozoico y volcánicas del Terciario Inferior.

La granodiorita-cuarzodiorita, se caracteriza por ser un cuerpo intrusivo, con una textura fanerítica, holocristalina de grano grueso. Sus afloramientos son de dimensiones kilométricas, generando aureolas de metamorfismo en las zonas de contacto, dando lugar a cuerpos irregulares con mineralización diseminada. Biotita separada a partir de esta roca dio una edad de 44.5 ± 0.7 Ma, por el método de K-Ar (Bellon, 2000*). Sus afloramientos se encuentran en la localidad La Junta, Topia y La Esperanza.

Los pórfidos granodioríticos son cuerpos hipabisales de color claro y una distintiva textura porfídica, presentando una fuerte alteración hidrotermal del tipo silicificación y oxidación. Se le asigna una edad de Eoceno por correlación con El Batolito de Sinaloa. Los pórfidos andesíticos-riodacíticos, son cuerpos intrusivos hipabisales de forma irregular, presentan una textura porfídica y mineralización diseminada, sus afloramientos se asocian a grandes estructuras regionales NE-SW. Se encuentran afectando rocas volcánicas andesíticas y volcanosedimentarias, las cuales están fuertemente alteradas y mineralizadas. Se consideran los generadores de estructuras vetiformes en Canelas, Topia y San Bernabé. Se le asigna una edad de Eoceno Superior, ya que en la localidad al suroeste de La Junta se observa afectando a las rocas granodioríticas.

El Eoceno-Oligoceno, se representa por una potente secuencia de rocas volcánicas de composición ácida, como consecuencia de una tectónica distensiva en el noroeste de México. La base de esta secuencia está constituida por tobas y brechas riolíticas con horizontes de cenizas, andesitas y lapilli intercalados. Presentan pseudoestratos de actitud general NW-SE con echados suaves al SW. Sus afloramientos son extensos cubriendo la mayor parte del área. A finales del Oligoceno se depositan de forma subhorizontal un conjunto de rocas que conforman el último evento del volcanismo de la Sierra Madre Occidental, constituido por derrames riolíticos e ignimbríticos. Estas rocas son compactas, fluidales con ocasionales estructuras esferulíticas. Una muestra de

vitrofido colectada en la base de esta secuencia dió una edad de 24.6 ± 0.4 Ma, por el método de K-Ar, sobre roca total (Bellón, 2000*). Sus localidades más importantes son: Cerro Alto el Chivo, Cerro El Ventoso y Cerro El Gallo.

Durante el Neogeno se depositó una secuencia sedimentaria, compuesta por un conglomerado polimíctico mal consolidado, que se compone principalmente por fragmentos de rocas volcánicas de composición riolítica. Este depósito se encuentra rellenando una cuenca asociada a estructuras regionales de rumbo NW-SE, que conforman la subcuenca de Canelas.

El Cuaternario esta representado por la depositación de fragmentos de rocas volcánicas, gravas y sedimentos finos en los lechos de rios, sobresaliendo los rios Valle de Topia y Ramperes.

La evolución tectónica y estructural del noroeste de México, esta representada en el Mesozoico por un régimen de subducción y de máigmatismo de arco que se estableció a lo largo del borde occidental del continente americano, generandose grandes cuencas ante-arco y tras-arco. En el Jurásico Medio se depositan los sedimentos turbidíticos siliciclásticos en cuencas tras-arcos, en el área esta representada por la unidad meta-arenisca y pizarra. Durante el Jurásico Tardío los sedimentos fueron afectados por la Orogenia Nevadiana (fase compresiva), que se caracterizó por una tectónica tangencial y pliegues NNW-SSE inclinados hacia el E-NE. En el área esta unidad presenta deformación y metamorfismo regional; representada por dos diferentes planos de foliación y pliegues isoclinales con ejes de dirección general de NW70°SE con vergencia hacia el NE.

Posteriormente, en el Cretácico Inferior se tuvo una depositación de sedimentos conglomeráticos, que marca una discordancia erosional entre el Jurásico-Cretácico.

Durante el Cenomaniano las secuencias del Jurásico Medio y Neocomiano se vieron expuestas a la fase compresiva mesocretácica que se compone por fallas de cabalgamiento de bajo ángulo, fallas inversas y plegamientos (cerrados o abiertos) con vergencia hacia el NE. El estilo de deformación para esta fase es de "Thin Skin" propuesto para la deformación Sevier en Idaho (Aimendiger, 1984).

La fase Larámide caracterizada por un plegamiento de estructuras previas con pliegues de gran radio de curvatura, con ejes NW-SE. Relacionados a esta fase de fines del Mesozoico y principios del Cenozoico se llevó a cabo un gran evento magmático de tipo calcoalcalino.

En el Terciario medio se produce un volcanismo que varía de composición intermedia a félsico, de tipo bimodal, agrupado como el Complejo Volcánico Superior de la Sierra Madre Occidental (McDowell y Clabaugh, 1981), el cual marca la distensión y el magmatismo asociado hacia 23.7 Ma. (Cochemé, 1984). Este evento distensivo esta caracterizado por fallas normales de alto ángulo, con una dirección de extensión NNW-SSE, N-S.

Estructuralmente se tienen tres familias de fallas normales, siendo el patrón más importante de rumbo NW-SE, el cual nos da la morfología de pilares y fosas características en esta zona. Una segunda familia de fallas esta representada por estructuras NE-SW que cortan al patrón antes descrito. Una tercera familia con estructuras N-S, es el episodio distensivo más joven en el área.

Dentro de el área de estudio, de acuerdo con la ubicación, importancia económica, características geológicas y mineralógicas de las diferentes minas, prospectos y zonas de alteración, se definieron tres distritos mineros (Topia, San Bernabé y La Ciénega) y cuatro zonas mineras (Cebollitas, Canelas, Virimoa y Mesa de Guadalupe).

El Distrito Topia es el de mayor importancia y se localiza en la porción noroeste de la carta. Los yacimientos minerales consisten en estructuras vetiformes de actitud NE30°-60°SW, 70-80°SE; sus espesores varían entre 0.20 a 1.7 m. La mineralogía principal es galena, esfalerita, sulfuros de plata y electrum. En las muestras de esquirlas se obtuvieron valores de plata y oro mayores a 2300 gr/ton y 7 gr/ton respectivamente. Algunas de las minas importantes son: Saltaranas, Argentina, Veta Madre, San Miguel y La Prieta.

El Distrito Minero San Bernabé se localiza en la porción noreste. Los yacimientos minerales consisten en estructuras vetiformes con rumbo general NE-SW, con echados fuertes tanto al NW como al SE, los espesores varían entre 0.30 y 1 m. La mineralogía de mena es galena, esfalerita, argentita. En las muestras se obtuvieron valores interesantes de plata y oro. Los principales prospectos son: La Guadalupe, San José y San Juan.

El Distrito Minero La Cienega se localiza en la porción sureste del área. Los yacimientos minerales consisten en estructuras vetiformes con rumbo general NE-SW y echados mayores a 80° al SE, tiene espesores desde 1.5 m. La mineralogía de mena es galena, esfalerita, sulfuros de plata con valores de oro y plata libre. Las principales minas son: Mina de los Felix y La Ciénega, siendo esta última la que se encuentra actualmente en operación.

La Zona Minera Cebollitas se localiza en la porción centro-sur de la carta. Los yacimientos minerales consisten en estructuras vetiformes con rumbos variables NE-SW y NW-SE con echados fuertes en varias direcciones. Los espesores fluctúan de 0.5 a 1 m. La mineralogía de mena es galena, esfalerita, sulfuros de plata con valores de oro y plata libre. En las muestras de esquirlas se obtuvieron valores de hasta 1380 gr/ton de plata y 41gr/ton de oro.

La Zona Minera Canelas se localiza en la parte centro-oeste. Los yacimientos minerales consisten en estructuras vetiformes con rumbos preferenciales NE40°-70°SW y echados de 40-70° al NW; los espesores varían de 0.30 a 1.50 m. La mineralogía de mena es galena, esfalerita y sulfuros de plata. Los valores más altos obtenidos en muestras de esquirlas son: 760gr/ton de plata y 0.13gr/ton de oro.

La Zona Minera Virimoa se localiza en la porción suroeste de la carta. Los yacimientos minerales consisten en estructuras vetiformes con actitud preferencial NE50-70°SW y

60-80°SE y cuerpos irregulares con mineralización diseminada. Los espesores varían de 0.60 a 1.75 m. La mineralogía de mena es galena, esfalerita, sulfuros de plata y electrum. Los valores representativos de las muestras de esquirlas son: 1120gr/ton de plata y 23.6 gr/ton de oro.

La Zona Minera Mesa de Guadalupe se ubica en la porción sur-central de la carta. Los prospectos minerales consisten en cuerpos irregulares con mineralización diseminada principalmente de galena-esfalerita. Los valores representativos en esta zona son: 134gr/ton de plata y 0.29gr/ton de oro.

Se definieron 15 zonas de alteración de origen hidrotermal, las cuales se asocian al emplazamiento de pórfidos andesíticos-riodacíticos e intrusivos granodioríticos-cuarzodioríticos. Las zonas de alteración son de forma irregular y de dimensiones variables. La alteración hidrotermal es principalmente silicificación-oxidación, presentándose ocasionalmente propilitización y argilización. Las rocas alteradas son volcánicas andesíticas del Paleoceno-Eoceno, volcanosedimentarias del Cretácico Superior. La mineralogía primaria es galena, esfalerita, pirita y calcopirita; la mineralogía secundaria son principalmente óxidos de hierro (hematita, goethita y jarosita) que se encuentran rellenando vetillas, fracturas y de forma diseminada. El muestreo de estas zonas arrojó valores máximos de 830 gr/ton de plata, 19.07gr/ton de oro y 11.5% de cobre. Las principales zonas de alteración son: Extensión Manzanillas, Los Pinos, La Cuchilla, sureste de Topia, San Bernabé, Cebollitas, La Ciénega, oeste de La Ciénega, sur de San Luis, El Aguacate, El Cajón, Pascuas, Las Trojas, Mesa de Guadalupe y San Juan.

INTRODUCCION

I.1.- Localización y Extensión del Area

El área de estudio se localiza en la parte noroeste del Estado de Durango; específicamente dentro de los Municipios de Topia, Canelas y Santiago Papasquiari (Figura 1). Se ubica aproximadamente a 240 km en línea recta al noroeste de la ciudad de Durango, cerca de los límites con los Estados de Sinaloa y Chihuahua; estando delimitada por los paralelos 25° 00' a 25° 15' de Latitud Norte y los meridianos 106° 20' a 106° 40' de Longitud Oeste (Figura 2).comprende una superficie aproximadamente de 960 km² .

I.2.- Acceso y Vías de Comunicación

El acceso principal al área de estudio se efectúa por la carretera federal No. 45, por la que se recorren 174 km de Durango hasta el poblado de Santiago Papasquiari, continuando 153 km de carretera pavimentada hacia la Ciénega de Guadalupe y posteriormente se toma un camino de terracería, con un recorrido total de 70 km (Figura 2), hasta Topia.

Otra alternativa de acceso al área se puede realizar mediante avioneta que comunica con los principales poblados y ranchos de la región y hacia los Estados de Sinaloa y Durango.

El área tiene como punto principal de referencia la población de Topia, que se encuentra ubicada en el paralelo 25° 13' de Latitud Norte y en el meridiano 106° 34' de Longitud Oeste.

La otra población de importancia dentro del área, es el poblado de Canelas que se localiza a 10 km al sur de Topia

I.3.- Trabajos Previos

En el área se han realizado varios estudios relacionados con diversos aspectos de la geología. Estos trabajos varían desde una cartografía regional para prospección minera, hasta investigaciones muy especializadas y de detalle; cuyos objetivos han sido enfocados a la determinación de las características estratigráficas, estructurales o económicas presentes en las diferentes unidades litológicas que afloran en esta área, principalmente en el Distrito Minero Topia (Figura 3).

En forma sintetizada y en orden cronológico, se enlistan a continuación estos trabajos:

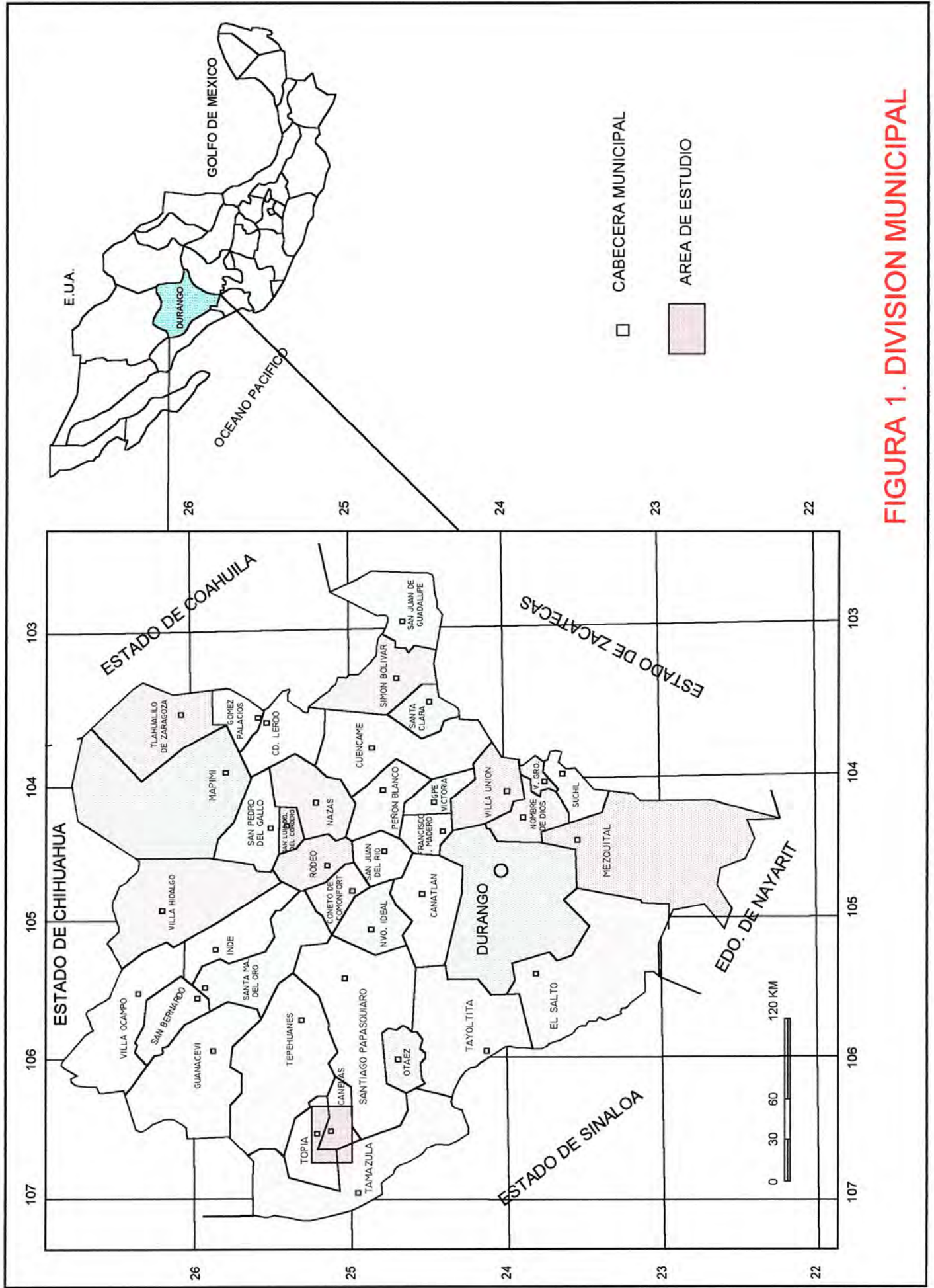


FIGURA 1. DIVISION MUNICIPAL

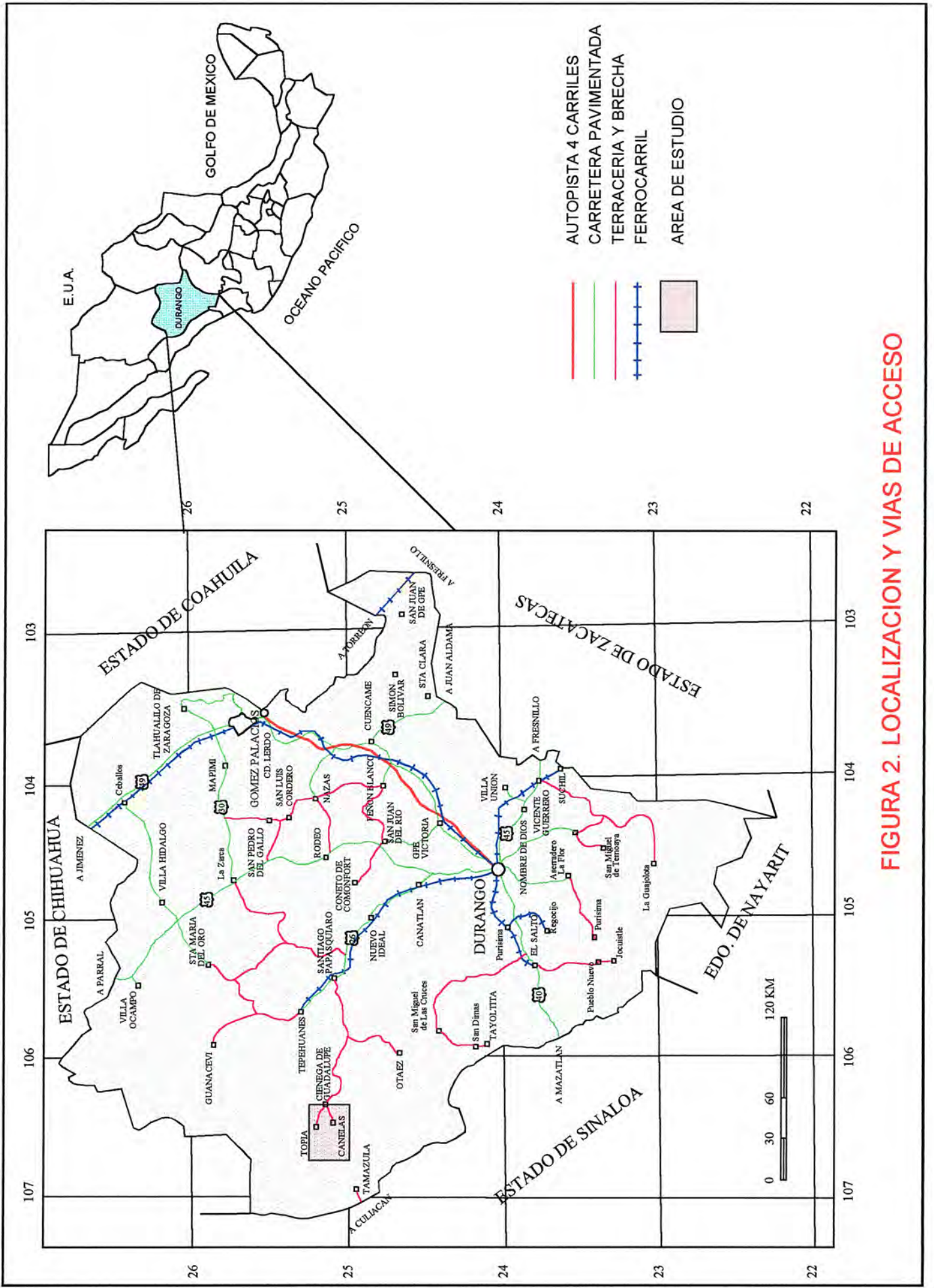


FIGURA 2. LOCALIZACION Y VIAS DE ACCESO

106°40' 25°15' 106°20' 25°15'

LEMISH J., LOUCKS R.R. & DAMON P.E.
POLYMETALLIC EPITHERMAL FISSURE VEIN MINERALIZATION,
TOPIA, DURANGO, MEXICO.
1988

J. J. LOPEZ MENDOZA
EVALUACION GEOLOGICA-ECONOMICA Y POTENCIAL
DE LA MINA MONTECRISTO, SAN BERNABE, TOPIA
1980

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES
CARTOGRAFIA GEOLOGICA-MINERA
DE LA HOJA PERICOS ESC. 1:250,000
1999

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES
CARTOGRAFIA GEOLOGICA
DE LA HOJA TOPIA ESC. 1:50,000
1972

INEGI
CARTOGRAFIA GEOLOGICA
DE LA HOJA PERICOS ESC. 1:250,000
1985

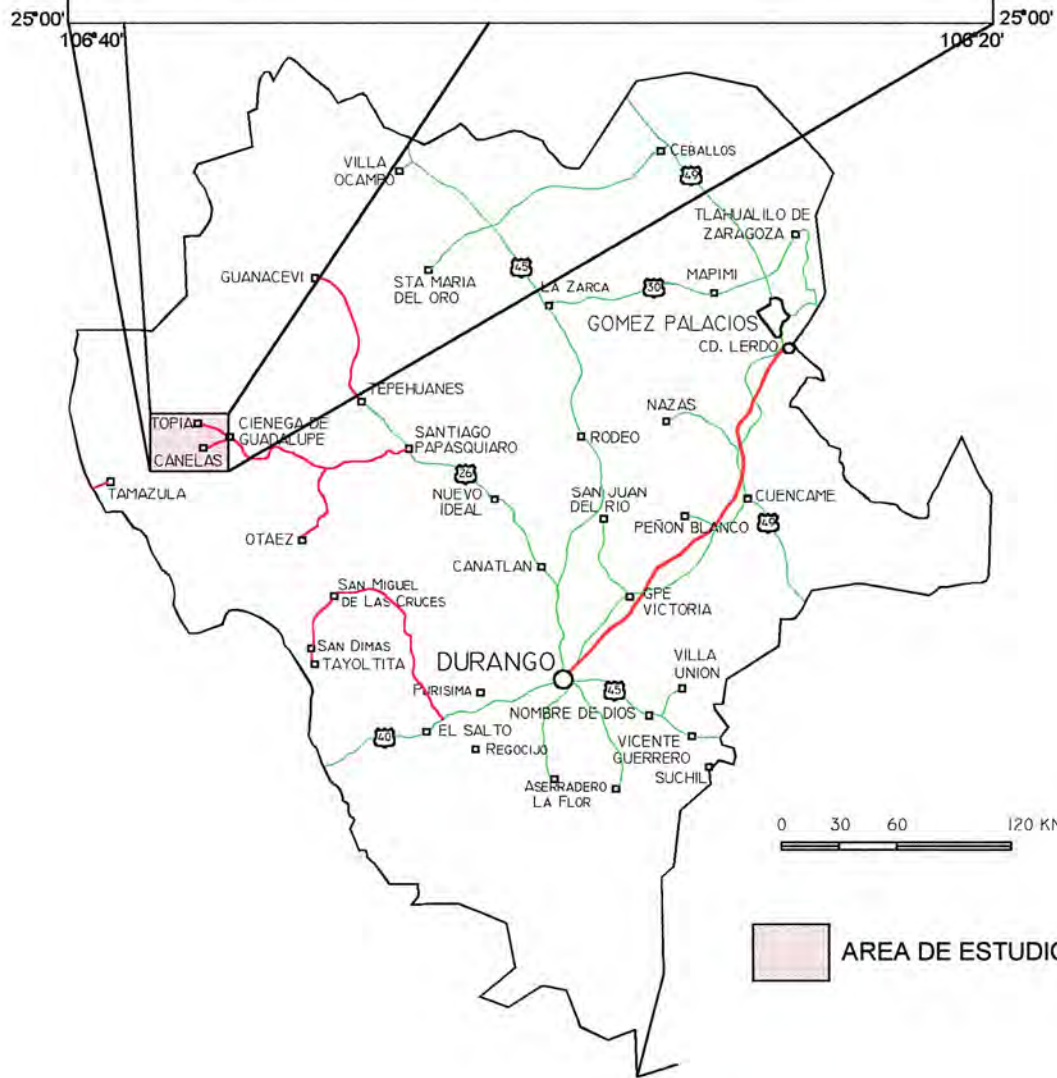


FIGURA 3. TRABAJOS PREVIOS

CoReMi, 1968. Alba-Pascoe, realizó un reconocimiento geológico preliminar del Prospecto La Cobriza, en el Municipio de Topia. Reporta que las rocas aflorantes en este prospecto están representadas por andesitas, tobas andesíticas y riolíticas, las cuales se observan falladas y fracturadas. Los yacimientos corresponden a vetas con rumbo general NE 85° SW y echados casi verticales, conteniendo sulfuros de plomo, zinc y valores de plata, en una ganga de cuarzo y calcita.

CoReMi, 1972. Cruz-Pérez, de la Residencia de Durango efectuó la geología de la Hoja Topia, escala 1:50,000 y reportan un conjunto de rocas de edad variada. Las rocas más antiguas del área corresponden a lutita y pizarra, con cierta esquistosidad, de posible edad Cretácico. Las rocas intrusivas son de composición granodiorítica-granítica de edad Paleoceno, estando presente los grandes paquetes de rocas volcánicas terciarias de los complejos inferior y superior de la Sierra Madre Occidental.

CoReMi, 1976. Cruz-Pérez, realizó un reconocimiento geológico-minero en el distrito de San Bernabé, Municipio de Topia, Durango. En el se reportan rocas ígneas extrusivas e ígneas hipabisales, y en la parte central del distrito aflora un pórfido andesítico. La mineralización está representada por esfalerita, galena argentífera, calcopirita y proustita, contenida en estructuras vetiformes, tipo epitermal, con actitud NE 70°-80°SW , 70°-80° NW y espesor de .50-1m.

Clark, K. 1977., realizó un trabajo sobre la posición estratigráfica y distribución en tiempo y espacio de la mineralización en la Provincia de la Sierra Madre Occidental en el estado de Durango. Menciona que La Sierra Madre Occidental está representada por rocas sedimentarias de posible edad Jurásica, rocas sedimentarias metamórfizadas y deformadas del Cretácico, andesita y riolita del Eoceno, capas rojas del Oligoceno, riolita e ignimbrita del Oligoceno-Mioceno y basalto de edad Mioceno-Pleistoceno. También reporta cuerpos intrusivos, de textura porfídica y composición diorítica-andesítica. El mismo autor señala que los yacimientos minerales, tipo pórfidos de Cu-Mo, se encuentran relativamente en una posición intermedia a baja, con respecto a las vetas epitermales de Ag-Au.

CoReMi, 1979.Baca-Carreón, elaboró un informe geológico-minero de reconocimiento en el área La Esperanza, municipio de Canelas, Dgo. El objetivo principal fué determinar si es factible realizar obras de exploración para aumentar las reservas en la zona. La geología del área está representada por rocas volcánicas de composición riolítica-andesítica, reportándose algunas intrusiones de diques dacíticos. Los yacimientos minerales corresponden principalmente a vetas de cuarzo con valores de oro, plata, plomo y zinc con espesores promedio de 0.30 a 1.50 m y longitudes de entre 100 y 150 m, rumbo de NW80°SE- NE80°SW y echado de 80°SW-NE. Reporta que las reservas potenciales de la veta La Malinche son de aproximadamente 60,000 toneladas.

CoReMi, 1979. Viveros J. M., realizó un trabajo de geología y yacimientos minerales en la mina San Cayetano, ubicada en el Municipio de Canelas, Dgo. El área está constituida por una roca de color gris-verdoso, textura porfídica y de composición andesítica, siendo ésta la contenedora de la mineralización, representada por vetas de rumbo NE13°SW y echado de 85° al SE y un espesor de 1.65 m. La mineralización presente corresponde a calcopirita, argentita, galena argentífera y abundante esfalerita.

CoReMi, 1979. Guevara L.G., del Consejo de Recursos Minerales realizó un estudio geológico-minero en las concesiones mineras Ampliación de La Malinche y El Wisky ubicadas en el rancho La Esperanza, Municipio de Canelas. En esta zona mineralizada se observa que las rocas que encajonan la mineralización corresponden con una andesita porfídica, moderadamente fracturada y que presenta una alteración del tipo propilítico, con el desarrollo de clorita, epidota, cuarzo, pirita y minerales arcillosos. Este distrito presenta una mineralización de origen hidrotermal-epitermal en estructuras vetiformes.

Flons, 1979., presentó la tesis "Evaluación geológico-económico del prospecto El Duranguense, en el Distrito Minero Topia". Este prospecto se localiza a 2.5 km al sureste de Topia e incluye las vetas Huertecillas, San Gregorio y El Rosario, emplazadas en un sistema NE65°SW y echados de 70°-90° al SE. Estas estructuras se reconocen en superficie con longitudes de hasta 750 m, un espesor medio de 0.40 m y profundidades hasta de 350 m. Se reportan valores muy altos de plata, en el orden de varios kilos/ton, asociados con 1 gr de oro y 12% de plomo y zinc. La mineralización presente es galena, esfalerita, sulfosales de plata y material de ganga representado por cuarzo, calcita, barita, selenita y fluorita. Se estimaron 775,000 ton de mineral como reservas probadas.

CoReMi, 1980. López-Mendoza, en un programa de exploración del prospecto Montecristo en San Bernabé, Municipio de Topia, menciona que la unidad aflorante de andesita porfídica propilitizada del Eoceno, es correlacionable con la andesita porfídica de Topia datada en 46.1 Ma. (Lemish, 1952) es la unidad que encajona la mineralización que consiste en galena, argentita y esfalerita.

CoReMi, 1981. López-Mendoza, realizó un estudio de geología, evaluación y potencial económico de la mina Montecristo en San Bernabé, Municipio de Topia. Este estudio muestra rocas andesíticas presumiblemente de edad Eoceno, existiendo cuerpos dioríticos, en forma de diques, que están afectados a las mismas. La mineralización en esta área está representada por goethita, argentita, esfalerita y calcopirita contenida en estructuras vetiformes de rumbo NE-SW, con echados al SE.

CoReMi, 1981. González-Salas y Romo-Guzmán, realizaron un trabajo de evaluación y prospección minera en el municipio de Canelas, Dgo. esta zona es considerada como reserva mineral nacional, en la cual se reporta la Formación Virimoa constituida por limolita fosilífera de ambiente marino, cubriéndola aflora un paquete andesítico de edad Eoceno, ambas unidades son afectadas por cuerpos intrusivos de carácter calcoalcalino, correlacionables con el Batolito de Sinaloa; coronando a toda esta secuencia se tienen toba riolítica e ignimbrita.

CoReMi, 1981. López-Mendoza, efectuó un estudio geológico de la mina Angela, localizada en el fundo Ampliación Angela, arroyo de San Antonio, municipio de Topia, donde se reportan rocas ígneas extrusivas de composición andesítica en la cual se encuentran emplazadas las estructuras mineralizadas, con rumbo general NE65°SW y echados de 55°-77° al NW. La mineralización en estas estructuras consiste de sulfuros de plomo, zinc y valores de oro-plata.

CoReMi, 1985. López-Mendoza, en un reconocimiento geológico-minero del lote La Rosita, localizado en el Municipio de Canelas, Dgo., se reportan rocas volcánicas de composición andesítica de posible edad Eoceno. Los yacimientos minerales corresponden a estructuras vetiformes de relleno de fisuras, con mineralización de oro y plata, con malaquita y limolita como minerales secundarios.

INEGI, 1985. Editó la carta geológica Pericos (G13-7) escala 1:250,000, donde muestra una serie de rocas volcánicas del Terciario. En esta cartografía predominan las rocas extrusivas, sedimentarias y metamórficas que comprenden un intervalo de tiempo desde el Paleozoico al Terciario Superior.

Lemish J. 1988 y otros. Estudia las vetas epitermales polimetálicas del Distrito Minero de Topia, concluyendo que la mineralización se aloja dentro de un conjunto de rocas ígneas volcánicas y piroclásticas de composición andesítica, las cuales son afectadas por cuerpos hipabisales de composición granodiorítica, al que se asocia el emplazamiento de un sistema de vetas de rumbo NE-SW y echado de 70° al SE, con mineralización de plata, plomo y zinc, con valores de oro y cobre. La edad obtenida en uno de estos intrusivos es de 46.1 Ma. Por el método K-Ar. Otra datación obtenida en adularia de veta dió una edad de 43.5 Ma.

Loucks y Petersen, 1988. Estudian las vetas epitermales polimetálicas del Distrito Minero de Topia, estableciendo una paragénesis caracterizada por tetrahedrita-freibergita, polibasita, esfalerita, galena y electrum. Las vetas presentan zonas ricas en esfalerita, además de horizontes con concentraciones de metales preciosos. La veta principal es afectada por un sistema de fallas de menor magnitud, lo que favorece el

desarrollo de zonas con alta permeabilidad, en las que la circulación de los fluidos mineralizantes tardíos han producido zonas muy ricas o "clavos".

La conclusión que se obtuvo fue que la porción con potencial de mineralización es la parte noreste que se encuentra cubierta por la Riolita Pastora.

CoReMi, 1999. Saldaña- Saucedo, realizó la cartografía escala 1:250,000 de la Hoja Pericos (G13-7), donde se reportan rocas que varían desde el Paleozoico hasta el Reciente. El basamento de esta región corresponde a una secuencia volcanosedimentaria metamorfozada compuesta por pizarra, esquisto, cuarcita, meta-andesita y filita del Paleozoico Superior. Posteriormente se tiene el Jurásico Superior representado por el Conglomerado Guanaceví el cual subyace concordantemente a una secuencia de limolita, toba andesítica, basalto, caliza, lutita y arenisca del Cretácico Inferior. Las rocas del Terciario Inferior, representadas por andesita, toba y brecha que se correlacionan con la Formación San Blás, son depositadas discordantemente sobre el Cretácico Inferior. Durante el Terciario medio se genera un volcanismo de composición riolítica e ignimbritas que coronan las partes altas de la Sierra Madre Occidental.

Las rocas intrusivas presentes se consideran equivalentes a las del Batolito de Sinaloa del Cretácico Superior. Durante el Terciario se emplaza un intrusivo de composición granodiorítica-diorítica a cuarzomonzonítica.

Estructuralmente esta carta está afectada por un patrón de fallas normales NW-SE, constituyendo una serie de fosas tectónicas escalonadas. Otro patrón de fallamiento presenta una dirección NE-SW, sobre el cuál han labrado sus cauces los ríos Tamazula, Humaya y Mohinora-Sinaloa.

El Distrito Minero Topia se caracteriza por la existencia de abundantes estructuras mineralizadas, principalmente vetas epitermales, con valores de oro, plata, plomo y zinc. Esta región comprende la zona de Topia, Canelas, Tahuehueto, La Huerta y San Bernabé- Manzanillas.

1.4 Método de Trabajo

La metodología establecida para la realización de las diferentes actividades programadas dentro de la presente cartografía geológico-minera, se desarrolló de acuerdo con las siguientes fases:

a).- Recopilación y análisis de la información existente en el Consejo de Recursos Minerales (Oficina Hermosillo y Durango), Departamento de Geología de la Universidad de Sonora y el Instituto de Geología de la UNAM.

b).- Interpretación de imágenes de satélite Landsat TM combinación 7-4-1, fotografías aéreas blanco y negro, ambas a escala 1: 50,000; elaboración de plano hipsométrico y fotogeológico.

c).- Visitas de campo para la obtención de muestras geoquímicas en los principales arroyos, además de los datos litológicos, estratigráficos y estructurales de las unidades aflorantes en cada uno de los sitios del muestreo. De manera complementaria, se efectuó el levantamiento y muestreo de las estructuras en los yacimientos y prospectos minerales; así como también de las diferentes zonas de alteración o anomalías de color existentes dentro de la carta.

d).- Se realizaron caminamientos estratégicos, principalmente por los caminos y arroyos principales, con el propósito de completar secciones geológicas, lo que permitió la elaboración de la columna estratigráfica del área.

e).- Posteriormente y una vez conjuntado todos los datos obtenidos en las fases anteriores, se procedió a efectuar una reinterpretación de la información geológica y estructural de campo complementada con la de imágenes de satélite y del plano hipsométrico. Toda la información quedó integrada en la base topográfica de INEGI a escala 1:50,000, a la que se adicionaron los datos de yacimientos minerales, petrografía y zonas de alteración.

f).- Como fase final, se procedió a la elaboración del texto, figuras, tablas, anexos, etc., relacionadas con esta cartografía geológica-minera.

1.5.- Objetivos del Estudio

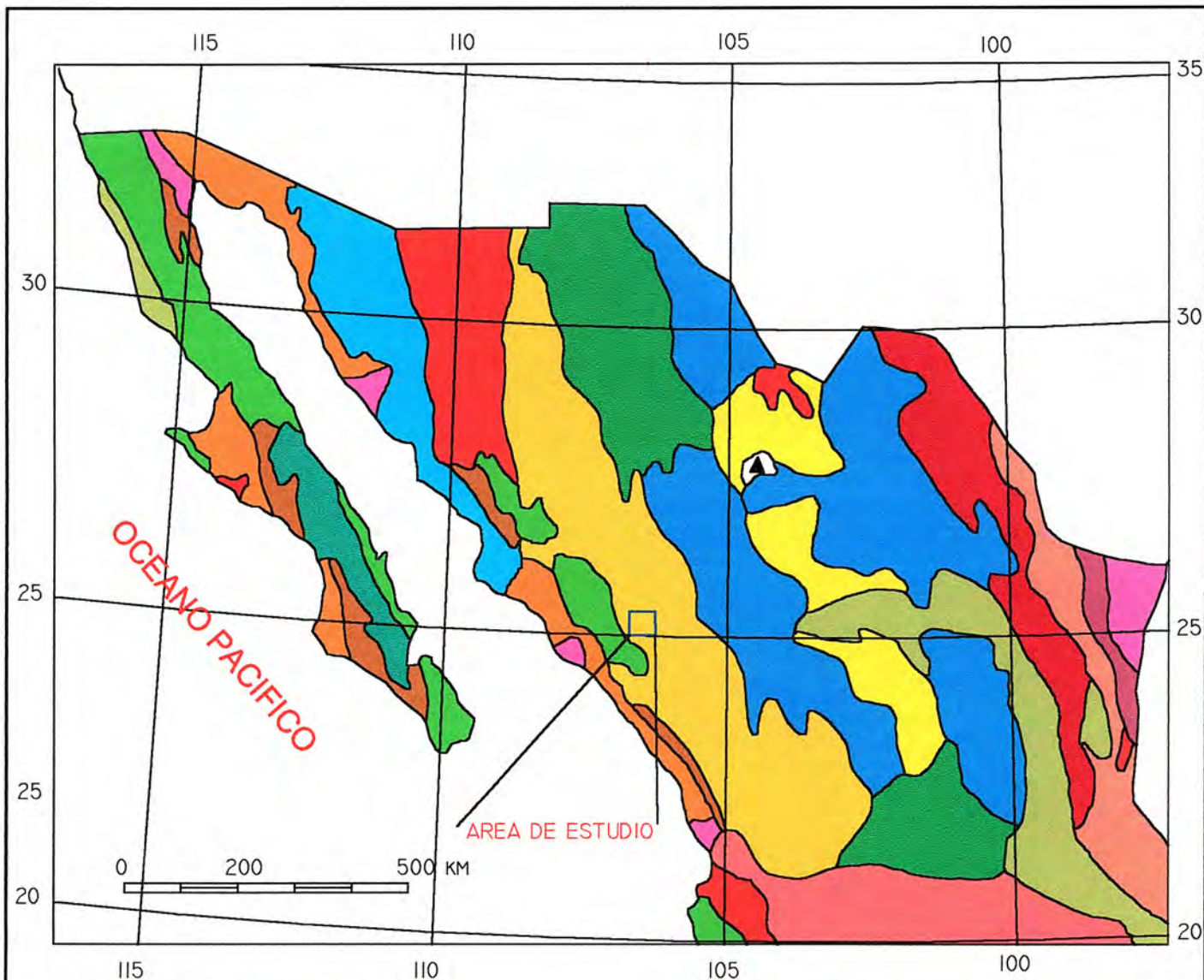
Uno de los objetivos principales de este trabajo es el de definir las características geológico-mineras, a nivel regional, del área de estudio, contribuyendo así a una actualización e integración de la información existente.

Otro objetivo complementario es el de utilizar esta información para la elaboración de una tesis profesional, que permita cumplir con los requisitos establecidos por la Universidad de Sonora para la obtención del título de Geólogo.

II.- GENERALIDADES

II.1.- Fisiografía y Geomorfología

El área estudiada queda ubicada en el Sistema Montañoso y Altiplano (Lugo-Hubp, 1990); específicamente dentro del sistema morfoestructural denominado Mesa Volcánica Riolítica del Terciario (Figura 4). La morfología de La Sierra Madre Occidental corresponde con un conjunto de mesetas de riolita, que constituyen una amplia franja orientada NW - SE y cañones profundos producto del corte vertical por acción de las corrientes fluviales. También forma parte de esta morfología, una margen exterior perteneciente a la vertiente del Océano Pacífico, que se caracteriza por laderas con



SISTEMA MONTAÑOSO Y ALTIPLANO

- CADENAS MONTAÑOSAS VOLCANICAS
- MONTAÑAS MESOZOICAS INTRUSIVAS Y METAMOR.
- ALTIPLANO VOLCANICO
- ALTIPLANO VOLCANICO TERCARIO
- MONTAÑAS VOLCANICAS OLIGOCENO-NEOGENO
- ALTIPLANO Y MONTAÑAS PLEGADAS MESOZOICAS
- MONTAÑAS PLEGADAS DE ROCAS MESOZOICAS
- MESA VOLCANICA(RIOLITA) TERCARIA
- ALTIPLANO FLUVIAL,LACUSTRE Y EOLICA

MARGENES MONTAÑOSOS

- VALLES INTERMONTANOS Y DE PIEMONTE
- PLANICIES ACUMULATIVAS Y EROSIVAS

SUPERFICIES DE PLATAFORMA

- ROCAS SEDIMENTARIAS CRETACICAS
- PALEOGENICAS
- NEOGENICAS

PLANICIES COSTERAS ACUMULATIVAS

- DELTAICA
- ACUMULACION ALUVIAL, LITORA Y EOLICA

VOLCANES

- CAMPOS VOLCANICOS TERCARIOS

FIGURA 4. PROVINCIAS FISIOGRAFICAS DEL TERRITORIO MEXICANO
(TOMADA DE: LUGO HUBP J., 1990)

fuerte inclinación, producto de la erosión del frente escarpado y de acumulaciones de piedemonte (Figura 5).

Los rasgos morfológicos más sobresalientes en el área corresponden a la sierra Santa Efigenia con elevaciones mayores a los 2400 msnm, el cerro El Angel con elevaciones superiores a 2000 msnm; la sierra El Alto del Ventoso, los cerros La Cruz, Cerro Alto, La Estaca, Cañada del Macho y otros de menor altitud.

La elaboración de secciones morfoestructurales demuestra la existencia de horsts o pilares y semigrabens, sobresaliendo entre los primeros los de Topia, Calaveras y Agua Blanca; entre los segundos, el de Torance. También es posible delinear el trazo de fallas normales, producto de una fase tectónica distensiva. Estas fallas se presentan escalonadas indicando una vergencia hacia el oeste, como se pudo observar en las localidades de Santa Efigenia y Los Veranos (Figura 6).

II. 2.- Clima, Flora y Fauna

Uno de los principales factores que se consideran determinantes en la distribución de los climas, es la misma Sierra Madre Occidental, ya que detiene los vientos húmedos provenientes del Océano Pacífico, teniéndose en la región de las quebradas o cañadas un clima marítimo semitropical, con temperaturas generalmente altas. En las partes altas de la sierra predomina un clima semihúmedo, templado y frío. De acuerdo con la clasificación climática de Koeppen (1948), modificada por E. García (1964) y complementada con la carta de climas elaborada por D.G.G.T.N (1970), el área estudiada cae dentro de los siguientes climas:

Awc: Clima cálido- semicálido, predominando en la mayor parte del área de estudio. En general se puede definir como un clima subtropical con bastante grado de humedad, las lluvias se presentan en el periodo de junio-agosto, teniendo también un periodo de lluvia invernal durante los meses de octubre-diciembre.

Cw: Clima templado, el cual se localiza en las partes altas del área y se caracteriza por presentar una temperatura media anual de 15° y precipitaciones de hasta 500 mm.

La flora que se puede observar en el área está directamente relacionada con el tipo de clima; existiendo en las partes bajas de los barrancos y orillas de los arroyos, una vegetación tropical de matorrales, la cual se presenta de 200 a 1500 m.s.n.m., predominando Higuera (*Ficus Palmeri*), Alamo (*Populus Cordata*), Copal (*Bursera Hindisianal*), Cedro, Venadillo, caoba, Gobernadora (*Larrea Tiridentata*), Nopal (*Opuntia Spp*) y Lechuguilla (*Agave Lechuguilla*). En las partes altas predomina la vegetación de

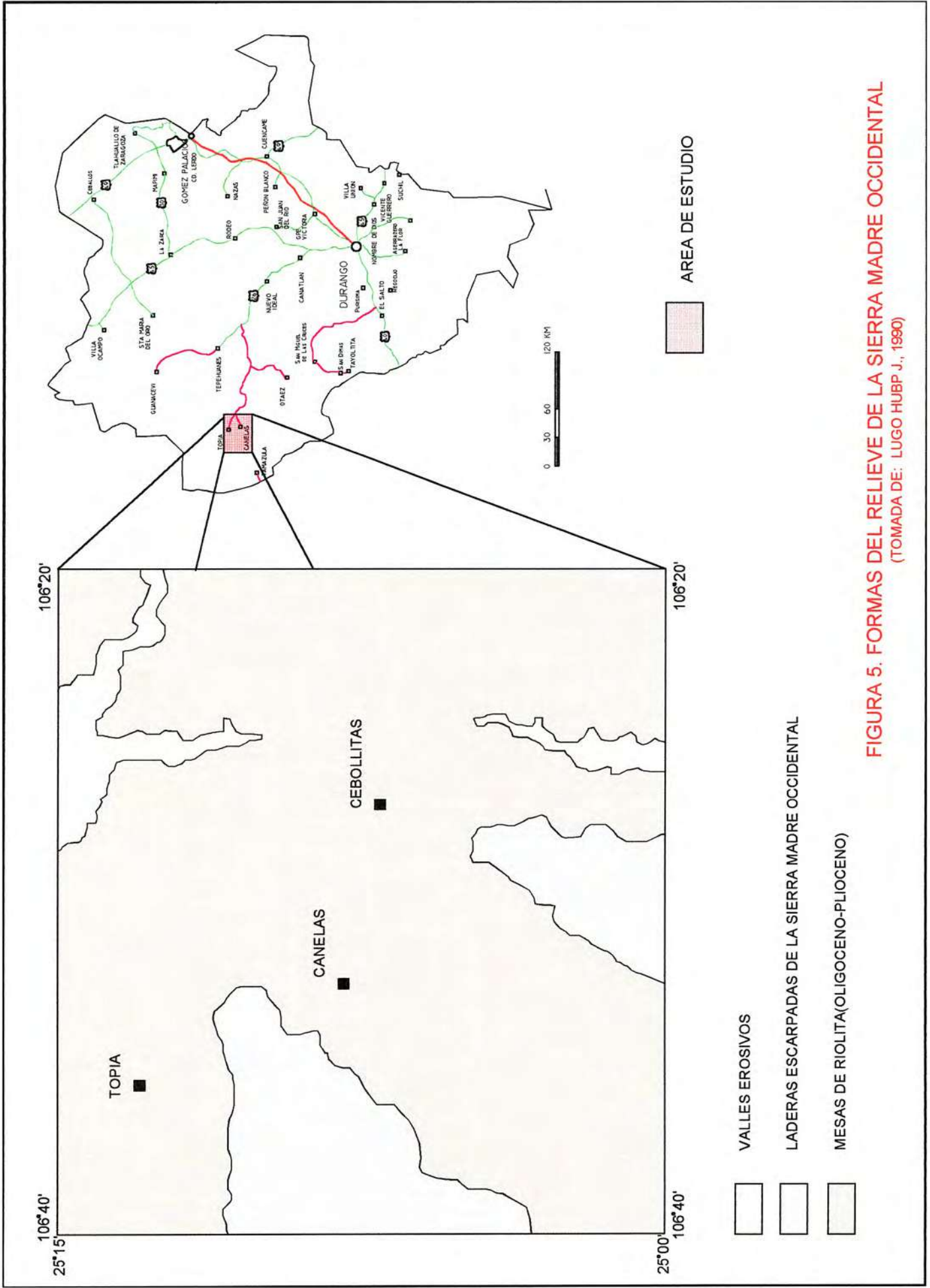
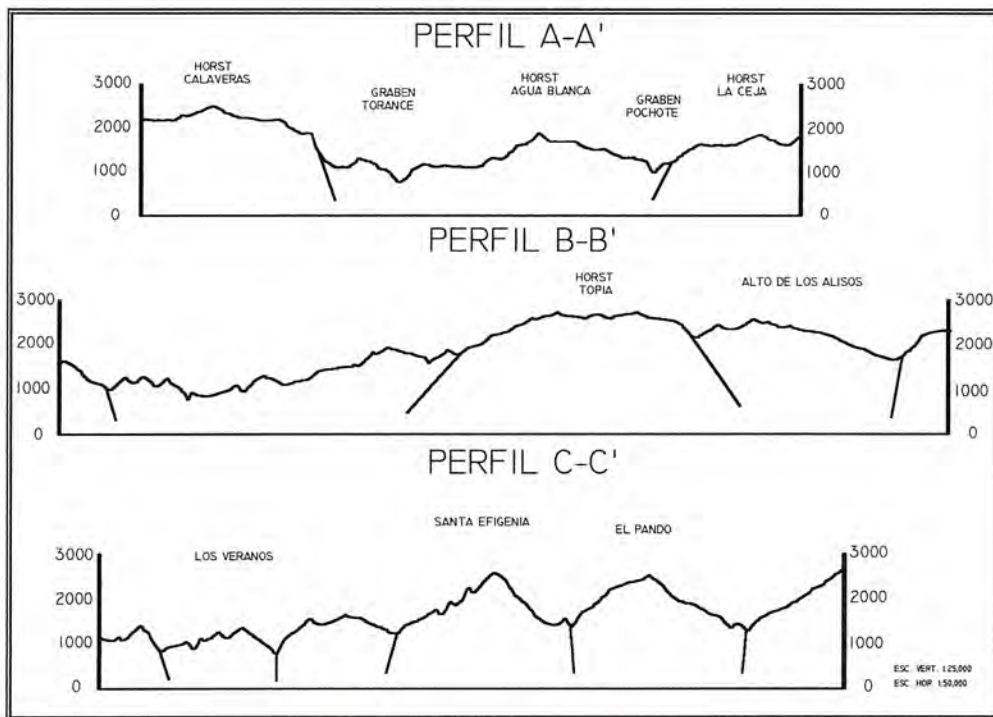
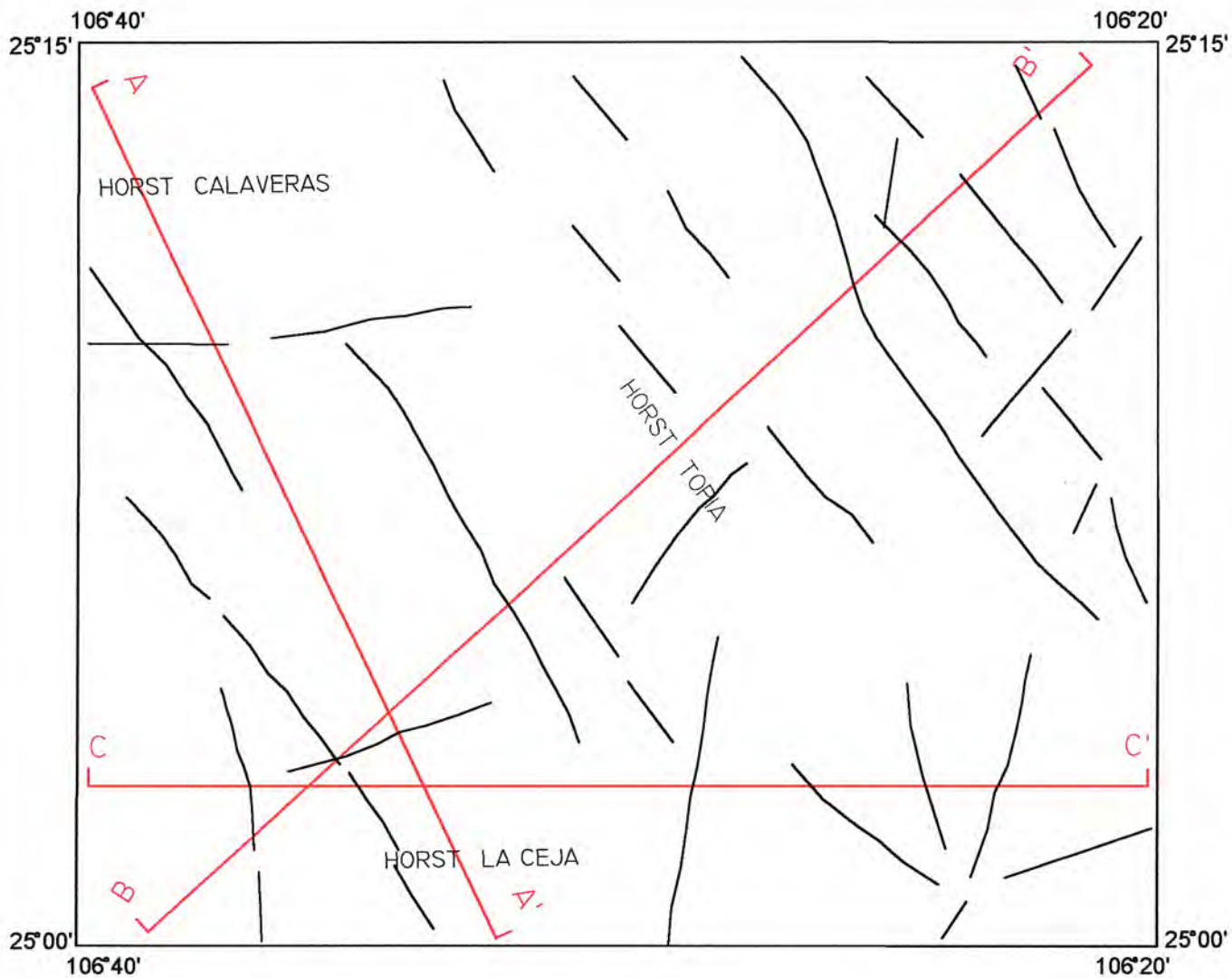


FIGURA 5. FORMAS DEL RELIEVE DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL
 (TOMADA DE: LUGO HUBP J., 1990)



0 6000 MTS

FIGURA 6. FORMAS ESTRUCTURALES

Pino (*Pinus Jeffreyi*), Pino (*pinus coulteri*), Encino (*Quercus agrifolia*) y Roble (*Quercus Chrysolepis*).

Las especies animales más comunes son: venado cola blanca, jabalí, tejón, liebre, conejo, pavo silvestre, coyote, puma, lince, gato montés, zorra, vibora de cascabel, boa, roedores, aves de rapiña, aves cantoras, insectos y animales domésticos entre otros.

II.3.- Hidrografía

La red hidrográfica está representada por varias subcuencas, destacando la del río Tamazula que tiene como afluentes principales a las quebradas de Topia, Pascuas, Los Veranos, y los arroyos La Escalera y Ramperes. La subcuenca del río Valle de Topia, tiene como afluentes más importantes al arroyo Cinco Señores y a las quebradas de San Bernabé y La Candelaria. La subcuenca del río San Juan de Camarones tiene como afluentes principales a las quebradas San Luis y La Mesa. El drenaje típico de esta región está conformado por una red subparalela, subdendrítica desarrollada en rocas volcánicas del Terciario; y un sistema radial en ciertas localidades, que pudieran indicar la presencia de cuerpos intrusivos hipabisales, tipo pórfido, a profundidad.

III.- GEOLOGIA

III.1.- Geología Regional

Dentro del área de estudio se reportan rocas sedimentarias metamorizadas del Jurásico Medio; así como también volcanosedimentarias cretácicas y volcánicas terciarias de diferente origen, composición y textura.

El contexto tectónico de el área, se caracteriza por la presencia de rocas sedimentarias y metasedimentarias, en las cuales se generaron pliegues isoclinales con vergencia general al noreste, desarrollandose también en zonas locales fallas inversas.

Los períodos de emersión y fallamiento ocurrido durante el Triásico y Jurásico, prepararon la paleogeografía de la parte superior del Mesozoico. En el Jurásico Inferior se tiene la depositación de sedimentos clásticos en cuencas oceánicas. Hacia arriba de la columna existe un conglomerado polimíctico, ampliamente distribuido en la porción sur de la carta, que indica la discordancia entre el Jurásico Medio y el Cretácico Inferior. El origen de esta unidad es debido a la depositación en cuencas continentales desarrolladas en este período.

En discordancia sobre el conglomerado polimíctico, de posible edad Cretácico Inferior (Neocomiano), se deposita una secuencia volcanosedimentaria del Cretácico Superior,

compuesta principalmente por estratos de lodolita, lutita, arenisca, caliza y derrames de andesita. Esta unidad se deposita en un ambiente marino somero con aporte de material volcánico de composición andesítica.

Posterior a este evento marino, durante el Terciario Inferior, se generan grandes volúmenes de rocas volcánicas de composición andesítica, representadas principalmente por brecha, aglomerado, toba y derrames. Estas rocas definidas como Complejo Volcánico Inferior se encuentran cubriendo en discordancia a una paleosuperficie del Cretácico Superior y afloran ampliamente en el área de estudio. Esta unidad de rocas es la principal contenedora de yacimientos minerales, ya que es afectada por una serie de intrusivos de composición granodiorítica-cuarzodiorítica y de pórfidos de composición andesítico-dacítico, emplazados o generados durante las fases finales del evento magmático.

A finales del Oligoceno se experimenta un cambio en la composición de las rocas volcánicas, de intermedio a félsico, representadas principalmente por coladas de riolita, toba, brecha e ignimbrita que forman amplias y extensas mesetas en una posición casi horizontal a ligeramente inclinadas. Esta secuencia de rocas félsicas coronan las partes altas de la Sierra Madre Occidental y es a la que se le define como Complejo Volcánico Superior (McDowell y Clabaugh, 1981). Por último, durante el Cuaternario se genera un conjunto de sedimentos de origen continental compuesto por grava-arena, poco consolidados, que contienen fragmentos de rocas de composición variada y que se depositaron en pequeñas cuencas continentales.

III.2.- Estratigrafía

En la carta Topia (G13C45), se tienen afloramientos de rocas que fluctúan en un rango de edad desde el Jurásico Medio hasta el Reciente (Figura 7 y 8). A continuación se describen dichas unidades litológicas en orden cronológico, de la más antigua a la más joven.

A.- JURASICO MEDIO

A.1.- Metaarenisca-Pizarra (Jm MAr-Pz)

Secuencia sedimentaria formada por una alternancia de arenisca y lutita con deformación, caracterizada por pliegues isoclinales. Los estratos de arenisca son horizontes de grano fino y espesor variable hasta de 50 cm, en la mayoría de los casos, de color café oscuro. Los horizontes de lutita (pizarras) presentan una y en ocasiones dos direcciones de foliación. Las estructuras de deformación son pliegues isoclinales replegados, afectados por fallas normales y en ocasiones fallas inversas. En zonas muy locales se observan horizontes de arenisca calcárea y arcósica dentro de la unidad. Sus actitudes también son muy variables, siendo la más constante NW-SE, con echados de 50°-70° al NE. Esta unidad sedimentaria metamorfozada representa el basamento en el área de estudio.

SIMBOLOGIA

CUATERNARIO

Qhoal Aluvión

TERCIARIO

NEOGENO

Tn Cgp Conglomerado polimíctico

Tom Ig-BvR Ignimbrita-Brecha Riolítica

PALEOGENO

Teo TR-BvR Toba Riolítica-Brecha Riolítica

To A Andesita

Tpae BvA-A Brecha Andesítica-Andesita

CRETACICO

SUPERIOR

Ks(?) Vs Volcánico Sedimentario

CRETACICO

INFERIOR

Kn(?) Cgp Conglomerado polimíctico

JURASICO

INFERIOR

Jm MAR-Pz Metaarenisca-Pizarra

ROCAS INTRUSIVAS

PALEOCENO

Te PA Pórfido Andesítico

Te PRd Pórfido Riodacítico

Te PGd Pórfido Granodiorítico

Te Gd-qD Granodiorita-Cuarzodiorita

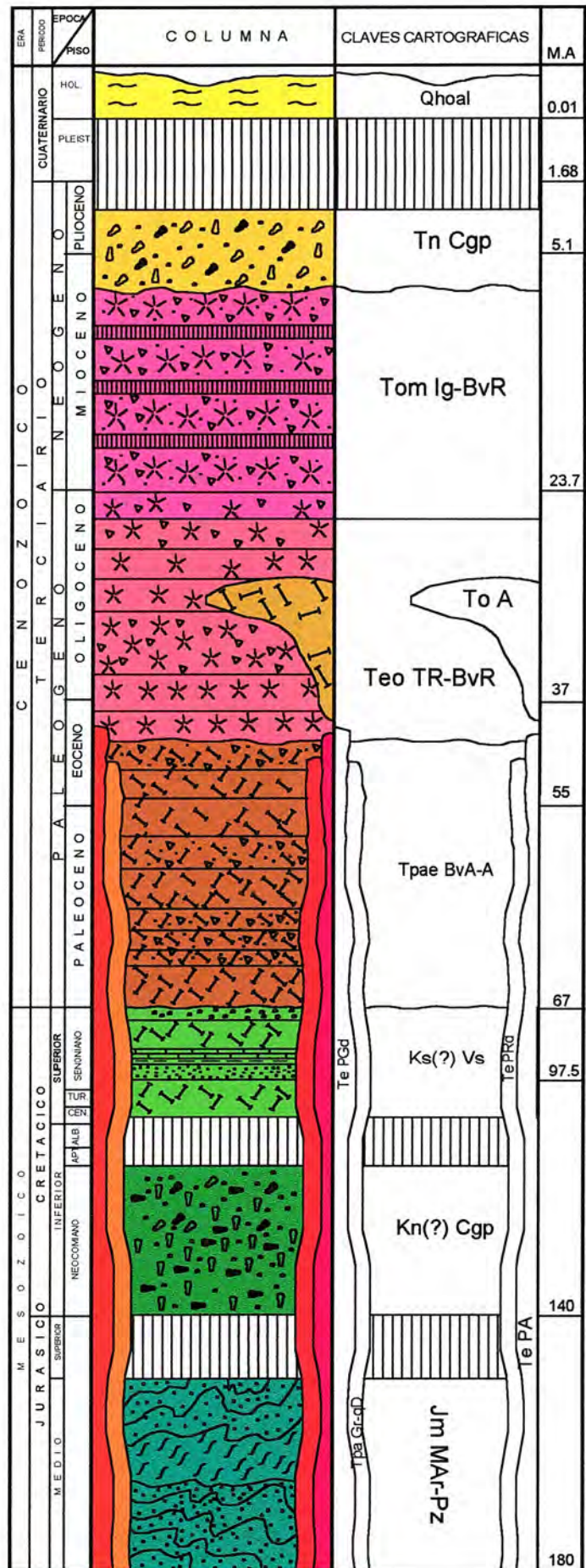


FIGURA 7.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA

SIMBOLOGIA

CUATERNARIO	Aluvión	TR-BvR	Toba Riolítica-Brecha Riolítica	CRETACICO SUPERIOR	Ks(7) Vg	Volcánico Sedimentario
TERCIARIO	Cholal	TgA	Andesita	CRETACICO INFERIOR	Ks(7) Cgp	Conglomerado porfírico
NEOGENO	Conglomerado porfírico	TgBvA	Brecha Andesítica-Andesita	JURASICO INFERIOR	MA(2) Pz	Metarenisca-Pizarra
	Igriolítica-Brecha Riolítica			ROCAS INTRUSIVAS	Te PA	Porfido Andesítico
PALEOGENO	In Cgp			PALEOGENO	Te PRg	Porfido Riolítico
	TgBvR				Te Pcd	Porfido Granodiorítico
	TgBvA				Gs-PD	Granodiorita-Cuarzodiorita
	Teo TR-BvR					MINA ABANDONADA
						MINA EN PRODUCCION
						SEUDOESTRATIFICACION
						FRACTURA
						ESTRATIFICACION
						FUJO
						ANTICLINAL
						SINCLINAL
						ESQUISTOCIDAD
						PLIEGUE RECUMBENTE
						POBLACION

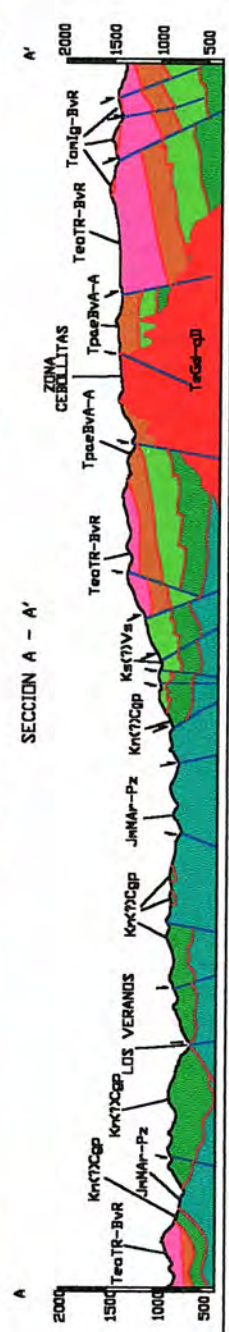
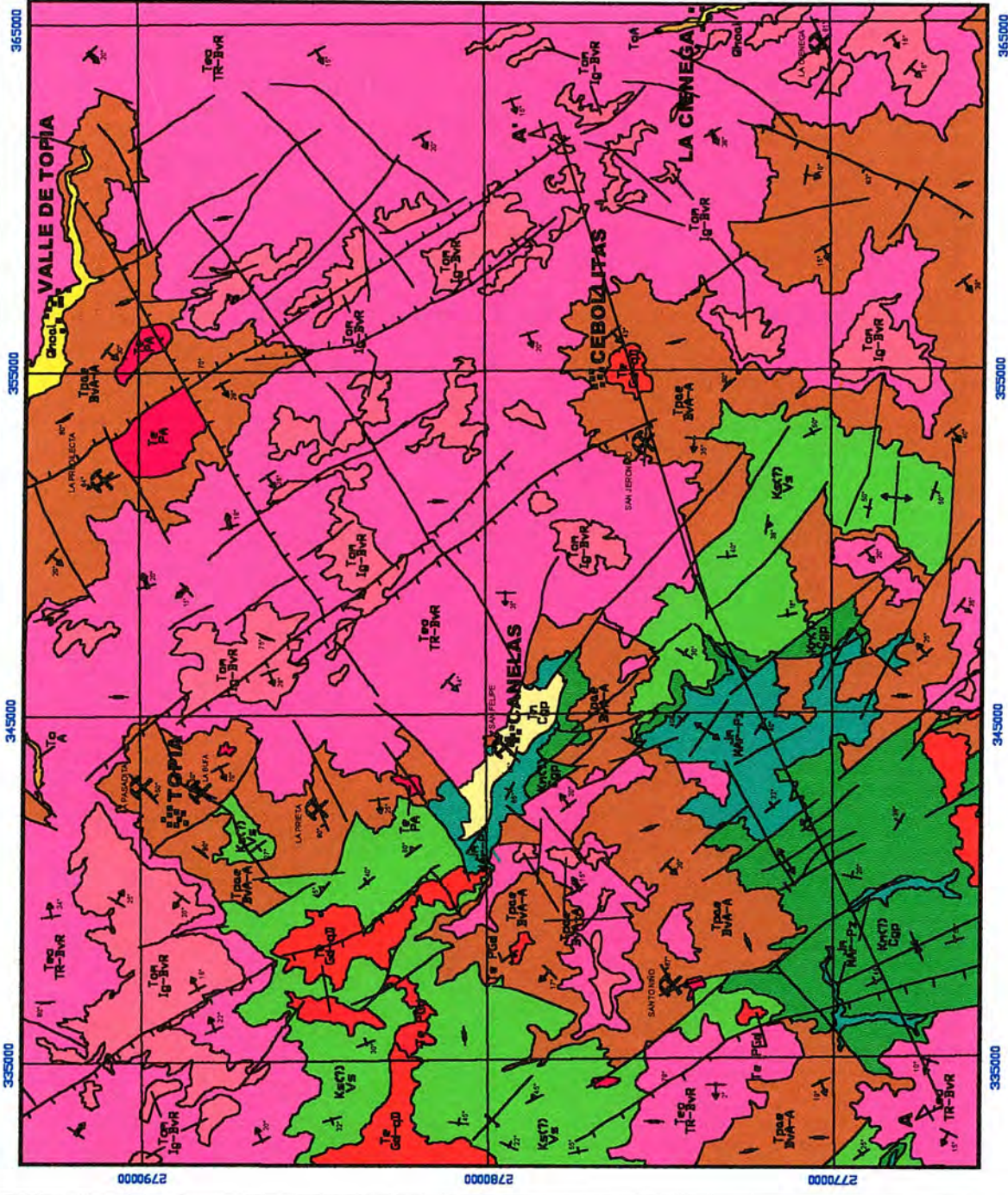
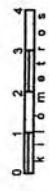


FIGURA 8.- PLANO DE GEOLOGIA REGIONAL

Los afloramientos se encuentran distribuidos en las localidades de Canelas, El Río, San Juan de Huichacan, Los Laureles y las cañadas El Pochote, Los Veranos y Pascuas. Se les encuentra generalmente en los flancos de arroyos, cañadas y conformando macizos rocosos de topografía suave, con elevaciones que alcanzan hasta 1400 msnm.

La muestra petrográfica TA-12 describe los niveles de areniscas como una roca de origen sedimentario, de textura clástica-arenácea, con un porcentaje estimado en 50-60% de microcristales de cuarzo de tamaños entre 0.02 a 0.05 mm; presentando formas y contornos muy variados, desde angulosos a subangulosos, subredondeados y alargados. Se complementa la mineralogía con microcristales de feldespatos, con tamaños similares, que en su mayoría han sido reemplazados por minerales arcillosos y sericíticos, con abundantes óxidos de hierro. Parte de este mineral sericítico deriva de la transformación de microhojuelas de biotita. Se observan discretos microcristales de turmalina y zonas de fracturamiento y brechamiento, con evidencias de cizallamiento.

La disposición y arreglo de algunos de los componentes minerales, asociados con procesos de recristalización, indican evidencias de un moderado metamorfismo. El espesor de esta unidad no fue posible medirlo debido al fuerte plegamiento (deformación); sin embargo, se estima en el orden de 150 m.

Esta unidad se considera el basamento geológico y subyace en discordancia a la unidad conglomerática del Cretácico Inferior (Conglomerado Pascuas), (Foto 1 y 2) encontrándose además en contacto tectónico con esta misma unidad; así como también con rocas volcanosedimentarias del Cretácico Superior y volcánicas del Terciario. Es cubierta discordantemente por rocas volcánicas terciarias (Tpae BvA-A), (Teo TR-BvR) y sedimentos del Cuaternario (Qpt CgP). Se encuentra afectada por el intrusivo laramídico (Te Gd-qD).



foto 1.- Detalle donde se observa el contacto entre diques riódacíticos con la unidad metasedimentaria del Jurásico Medio.

A esta unidad metasedimentaria se le asigna una edad del Jurásico Medio de acuerdo con la presencia de macrofósiles, en afloramientos de la localidad El Río, consistentes en amonites y bivalvos, muchos de ellos bien preservados. La identificación y clasificación de las primeras, corresponden al género *Tmetoceras Scissum*, que indican una edad del Sinemuriano (Smith, 2000, com.esc.)

El ambiente de depósito de esta unidad se considera de tipo marino con aporte de material terrígeno o detrítico que se constituye esencialmente por un apilamiento de turbiditas concordantes con las capas subyacentes, basada en información de la carta geológica San Juan de Camarones, 1999).



Foto 2.- Detalle donde se observa el contacto entre las rocas metasedimentarias del Jurásico Medio y el conglomerado del Cretácico Inferior. Localidad El Durazno.

B.- CRETACICO INFERIOR

B.1.- Conglomerado Polimíctico (Kn(?) CgP)

Secuencia sedimentaria representada por un conglomerado polimíctico, que muestra evidencias de leve plegamiento y cierto grado de metamorfismo en las cercanías al contacto con cuerpos intrusivos. Estructuralmente presenta actitudes muy variables, siendo la más predominante NW-SE, con echados muy fuertes de 70°-85° al NE. Esta unidad es considerada como la discordancia erosional entre las unidades sedimentaria metamorfozada del Jurásico Medio y volcanosedimentaria del Cretácico Superior.

Los afloramientos de esta unidad están ampliamente distribuidos en la porción sureste de la carta, en las localidades de Pascuas, El Pochote y Ceja Sombreada, formando escarpes muy pronunciados debido a su resistencia a la erosión. Las elevaciones promedio fluctúan entre los 1600 y 1800 msnm.

Corresponde a un conglomerado polimíctico de color gris oscuro, con fragmentos de color gris rosado. La roca es compacta, de textura conglomerática con fragmentos

subredondeados y subangulosos, tanto de caliza fosilífera como de arenisca calcárea-limolita y andesita, con tamaños que varían desde 0.5 mm hasta un máximo de 10 cm (Foto 3). La muestra petrográfica TE-05 define a la unidad sedimentaria como un conglomerado polimíctico, con fósiles, el cual está constituido por fragmentos subangulosos-subredondeados de rocas sedimentarias que corresponden con arenisca arcósica, caliza recristalizada que contienen fragmentos de fósiles, existiendo dentro de la matriz estructuras oolíticas y pisolíticas, así como también restos de gasterópodos, equinodermos y foraminíferos. Se observan sulfuros diseminados (pirita) dentro de los fragmentos, y en la matriz. Debido a que esta unidad presenta deformación, no se midió formalmente su espesor, el cual se estima en el rango de 200 a 250 m.



Foto 3.- Detalle donde se observan los clastos semiredondeados del conglomerado polimíctico del Cretácico Inferior.

Esta secuencia sedimentaria corresponde a la discordancia erosional entre la unidad sedimentaria metamorfozada del Jurásico Medio y las rocas volcanosedimentarias del Cretácico Superior. Subyace en discordancia a la secuencia volcanosedimentaria del Cretácico Superior en las localidades de Las Trojas y mesa del Barro. En otras ocasiones, se observa en contacto tectónico con rocas del Jurásico Medio, así como con unidades más nuevas. Es cubierta discordantemente por rocas volcánicas jóvenes y es afectada por el intrusivo granodiorítico-cuarzodiorítico.

A esta unidad se le asigna una edad Neocomiano, por correlación estratigráfica con los afloramientos reportados en las localidades de Comedores y la cañada de Cotona, ubicadas en las cartas San Juan de Camarones y Chacala respectivamente.

El ambiente de depósito se considera como relleno de cuenca continental (molasa), en base a que los afloramientos conglomeráticos se encuentran rellenando cuencas de origen tectónico.

C.- CRETACICO SUPERIOR

C.1.- Volcánico Sedimentario (Ks? Vs)

Secuencia volcanosedimentaria representada por una alternancia de horizontes de lutita-lodolita, arenisca, toba arenosa, aglomerado, andesita, caliza y microconglomerado, con evidencias de metamorfismo de contacto y afectados por una fuerte deformación compresiva, con el desarrollo de pliegues isoclinales de gran curvatura, y estructuras simoidales, así como también fallas normales locales. Presenta actitudes muy variables predominando las de rumbo NW-SE, con echados de 28-40° al NE. (Fotos 4 y 5).

Esta secuencia se encuentra ampliamente distribuida en la carta, sobresaliendo las localidades de Otaes, El Pino, La Junta, Virimoa, y los alrededores de la mesa de Guadalupe, en donde conforma topografías con elevaciones de 2200 a 2300 m.

Esta unidad se caracteriza por presentar estratos con espesores desde 10 y 20 cm, hasta varios metros. Las calizas se presentan en estratificación gruesa y en base a la descripción al microscopio (muestra TE-20), se clasifica como caliza fosilífera, de textura microcristalina. La mineralogía corresponde a un mosaico de calcita micrítica con la presencia de bandas que contienen abundantes restos de fósiles, que a pesar de un avanzado grado de recristalización, aún es posible identificar restos de braquiópodos, moluscos, equinordemos y aparentemente ostrácodos, miliólidos, foraminíferos; existiendo otros fragmentos que no pudieron ser reconocidos.

La toba arenosa (muestra petrográfica TA-08), se caracteriza por presentar una textura piroclástica-tobácea, con fragmentos subangulosos y subredondeados de rocas volcánicas de composición intermedia y félsica, con tamaños desde 0.5 a 2 mm, con fuerte alteración y reemplazamiento por clorita + óxidos + minerales arcillosos. La matriz es arenácea, de composición cuarzofeldespática y afectada por una fuerte silicificación y cloritización; con el desarrollo de concentraciones y diseminaciones de sulfuros de hierro (pirita).

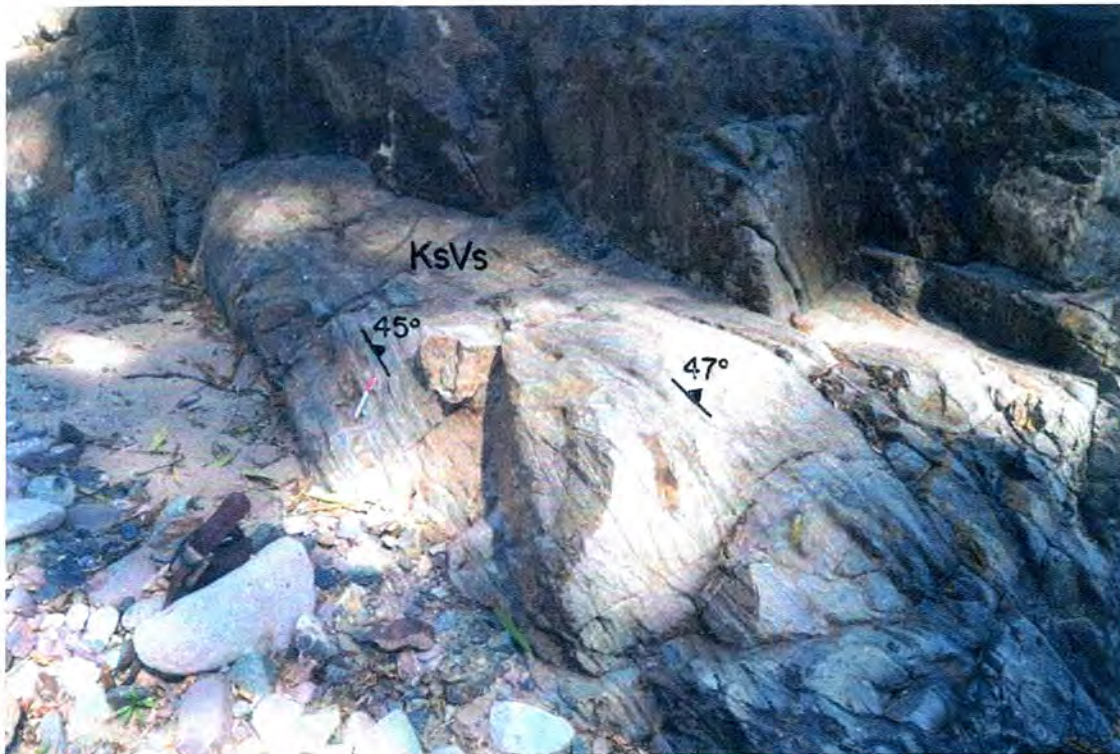


Foto 4.- Detalle de la secuencia volcanosedimentaria, la cual presenta un metamorfismo de contacto. Localidad al sur de La Junta.

La roca clasificada como aglomerado (muestra petrográfica TE-14), presenta una textura tobácea-aglomerática, con la presencia de fragmentos subangulosos y subredondeados de rocas volcánicas y sedimentarias, con tamaños variables, desde 0.5 hasta 10 mm. La matriz es microcristalina, conformada por cantidades variables de material arcillo-clorítico + cuarzo + calcita + óxidos de hierro + ferromagnesianos.



Foto 5.- Detalle de un horizonte conglomerático intercalado en la secuencia volcanosedimentaria. Localidad al norte de Molinos.

El conglomerado polimíctico (muestra petrográfica TE-16), se caracteriza por contener fragmentos subangulosos y subredondeados de arenisca arcósica y andesita, de tamaño variable desde fracciones de mm hasta 2 cm. La matriz presenta un carácter arenoso arcósico.

El conglomerado calcáreo (muestra petrográfica TE-19), se define por una textura conglomerática, con fragmentos redondeados y muy recristalizados de caliza que contienen restos de fósiles del tipo equinodermos, braquiópodos y foraminíferos. El tamaño de los fragmentos varía desde fracciones de mm hasta 1.5 mm, estando englobados dentro de una matriz calcárea, de tipo micrítico.

La andesita porfídica (muestra petrográfica TA-03) es de textura microlítica, que ha sido modificada por una débil alteración hidrotermal que favorece la formación de biotita secundaria, epidota, apatito, cuarzo, clorita, minerales arcillosos y opacos (óxidos, sulfuros de hierro). Los fenocristales de plagioclasa, variedad andesina-oligoclasa, son prismáticos, con maclado polisintético, tamaño desde 2 hasta 3 y 4 mm, mostrando una alteración y reemplazamiento moderados y están englobados dentro de una matriz microlítica-afieltada, con microplaquetas orientadas de plagioclasa, ferromagnesianos y óxidos de hierro.

La toba andesítica (muestra petrográfica TA-14), contiene fragmentos de rocas, la mayoría de composición andesítica y la presencia de fenocristales de feldespato y cuarzo. En lo general, presenta evidencias de una intensa alteración hidrotermal, tipo

potásica, definida por la presencia de turmalina, microhojuelas de biotita y silicificación de la matriz de la roca; existiendo porciones con caolinización-sericitización de los feldespatos. Los óxidos y sulfuros (pirita) se concentran en las áreas de mayor alteración hidrotermal, mostrando una asociación directa con la abundancia de turmalina y biotita secundarias.

La limolita arenosa (muestra petrográfica TE-04), se caracteriza por presentar bandas de tonos claros, constituidas por un mosaico cuarzo-feldespático equigranular, con microhojuelas de sericita orientadas, teniendo un cementante arcillo-clorítico + óxidos de fierro. Se observa leve metamorfismo-hidrotermalismo.

La arenisca metamorfozada, equivale a un hornfels cuarzo-feldespático, (muestra petrográfica TE-03), corresponde a una roca de origen sedimentario que ha sido afectada por metamorfismo de contacto, el cual produce un agregado o mosaico granoblástico equigranular con un 50% de cristales de cuarzo y material sericítico-clorítico. Desarrolla bandas de tonos claros y otros grisáceos y grisáceos-amarillentos, dependiendo de la concentración de los materiales arcillo-clorítico y óxidos de fierro. Existen vetillas rellenas de fenocristales de muscovita-sericita + clorita + cuarzo y otras exclusivamente de cuarzo.

Esta secuencia volcanosedimentaria cubre en discordancia a rocas sedimentarias metamorfozadas del Jurásico Medio y subyace a la unidad andesítica del Complejo Volcánico Inferior. En ciertas localidades sus contactos son por fallas entre estas tres unidades y en otras por contactos intrusivos con la unidad granodiorítica-cuarzodiorita (Te Gd-qD) y el pórfido granodiorítico (Te PGd).

A esta secuencia se le asigna un rango de edad del Cretácico Superior en base a su posición estratigráfica y correlación con otras unidades de litología similar en localidades vecinas. Se colectaron muestras para la caracterización de restos de organismos, con la finalidad de respaldar la edad asignada; sin embargo, la mayoría de ellos restos están completamente recristalizados, dificultando su identificación.

El ambiente de depósito de esta unidad es marino somero, con fluctuaciones en el nivel del mar y aportaciones de niveles volcánicos y volcanosedimentarios interestratificados.

D.- TERCIARIO

D.1.- Brecha Andesítica-Andesita (Tpae BvA-A)

Secuencia volcánica de composición intermedia formada por toba, brecha y aglomerado de composición andesítica; así como flujos de andesita con textura porfídica y afanítica, a los que les denomina localmente como Andesita Topia (Lemish, 1955). En un estudio detallado realizado por este autor, se definen tres miembros dentro de esta unidad: Santa Ana, Carmen y Hornos.

La distribución de esta secuencia volcánica es bastante amplia, sobresaliendo las localidades de Topia, Virimoa, El Aguacate, Cebollitas, valle de Topia y la quebrada de San Luis.

La base de la secuencia volcánica está conformada por andesita porfídica petrográficamente definida como una roca de textura porfídica, con fenocristales prismáticos de plagioclasa, con tamaños desde 0.5 hasta 3 mm, representando porcentajes variables, de la composición de la roca. En ocasiones se tienen fenocristales de ferromagnesianos (biotita y hornblenda). La matriz es de grano fino y constituida casi completamente por microcristales de plagioclasa y ferromagnesianos, cuya alteración produce una gran cantidad de agregados o mezclas de material arcillo-clorítico + cuarzo + calcita + sericita + apatito + óxidos de hierro + biotita + epidota, que en conjunto indican una alteración propilítica. (muestras petrográficas TA-04, TA-06, TA-07, TA-09, TA-08, TE-02, TE-08, TE-11, TE-17, TE-24). Hacia la parte media de la secuencia existen horizontes alternados de aglomerado y brecha de composición andesítica, caracterizados por contener fragmentos subangulosos y subredondeados de rocas volcánicas de composición andesítica, con tamaños desde 1mm hasta 6 mm. La matriz tiene un carácter microcristalino con desarrollo de minerales arcillosos y óxidos de hierro, conteniendo microcristales y fenocristales rotos e incompletos de plagioclasa, variedad oligoclasa-andesina. (muestras petrográficas TA-09 y TE-08).

A nivel de afloramiento se observan los fragmentos subredondeados de composición andesítica, completamente reemplazados por clorita, aunque existen niveles con fragmentos más angulosos y con ausencia de alteración.

En la parte superior de la secuencia se observan niveles de toba andesítica con seudoestratificación bien marcada. Petrográficamente se caracteriza por ser una roca de textura piroclástica-tobácea, conteniendo fragmentos de rocas volcánicas andesíticas y sedimentarias. En la matriz existen fenocristales de cuarzo y escasos feldespatos reemplazados por minerales arcillosos-sericíticos. La mayoría de los fragmentos son subangulosos-subredondeados, con tamaños desde 0.5 hasta 3 mm. Se observan óxidos y sulfuros de hierro (pirita). En ocasiones esta unidad se encuentra fuertemente silicificada y caolinizada, que se manifiesta por la presencia de microvetillas rellenas de cuarzo; así como por minerales arcillosos + cuarzo, que reemplazan casi en su totalidad a la matriz. (muestra petrográfica TA-07, TE-17). El espesor definido para esta unidad es de aproximadamente 1495 m (Lemish 1952)

Esta unidad sobreyace en discordancia a la secuencia volcanosedimentaria del Cretácico Superior, existiendo también contactos entre ellas por falla. Subyace en discordancia al Complejo Volcánico Superior (Foto 6), teniendo contactos tectónicos con esta unidad. Es afectada por el emplazamiento del intrusivo granodiorítico y pórfido andesítico-riodacítico, que generan una alteración-mineralización importante en esta unidad. Es afectada del mismo modo por diques de composición riolítica, riodacítica y andesítica.



Foto 6.- Detalle del afloramiento de la secuencia volcánica (Tpa e BvA-A), donde se observa una pseudoestratificación bien marcada. Localidad al este de Topia.

En esta unidad de andesita se han realizado dataciones radiométricas por el método K-Ar (Damon, 1983), indicando una edad del Paleoceno; sin embargo, por correlaciones estratigráficas con secuencias litológicas similares, se considera que pudieran corresponder o ser equivalentes con las unidades del Cretácico Superior- Terciario Inferior, descritas por King (1939).

Esta secuencia es parte de uno de los complejos volcánicos que caracterizan a la actividad volcánica de la Sierra Madre Occidental, producto del evento de subducción de la paleoplaca Farallón bajo la Norteamericana.

ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS

En el área de estudio se distinguen varios eventos intrusivos relacionados con la orogenia larámide que a continuación se describe.

EOCENO

D.2.- Granodiorita-Cuarzodiorita (Te Gd-qD)

Cuerpos intrusivos de composición granodiorítica-cuarzodiorítica, de dimensiones que varían de 2-4 km² aproximadamente. Las rocas que lo conforman se caracterizan por ser de color gris claro, compactas, aunque en zonas muy expuestas al intemperismo es deleznable generando el suelo típico de estas rocas "suelo de cuarzo y feldespatos". Esta masa intrusiva fue estudiada por Lemish (1955).

Los principales afloramientos se cartografiaron en las localidades de La Junta, El Pino, Los Otates, arroyo El Derrumbe, al este de La Angostura y en la porción centro-occidental del área de estudio.

Este cuerpo intrusivo está compuesto por rocas de composición granodiorítica con variaciones locales a cuarzodiorítica. El estudio petrográfico define que esta roca contiene una mineralogía representada por un mosaico cristalino equigranular, de grano medio, constituido por 50% de fenocristales prismáticos de plagioclasa (oligoclasa-andesina). El cuarzo se presenta como cristales anhedrales, con tamaños menores a 1 mm y se encuentra en una proporción del 15%. El feldespato potásico (variedad ortoclasa) se encuentra como cristales subhedrales en proporciones de 12%. Una característica mineralógica es la abundancia de ferromagnesianos (biotita 10% y piroxeno + hornblenda 10%), por lo que se clasificó como granodiorita de biotita y hornblenda. (Muestras petrográficas TE-06, TA-22). En algunas localidades y al disminuir el contenido global del feldespato potásico, esta roca tiende a definir una transición a cuarzodiorita. (Muestra petrográfica TA-17).

Se encuentra intrusionando indistintamente a las rocas del Cretácico Inferior y Superior y a las rocas volcánicas andesíticas del Terciario inferior (Foto 7 y 8). A su vez es afectada por la unidad de pórfido granodiorítico (Te PGd), diques riolíticos y andesíticos.

Damon (1983) realizó una datación radiométrica sobre esta roca, utilizando el método K-Ar, asignándole una edad del Eoceno. Otra datación efectuada sobre biotita separada de esta roca granodiorítica, por el mismo método, indica una edad radiométrica de 44.5 ± 0.7 Ma, (Bellón 2000).

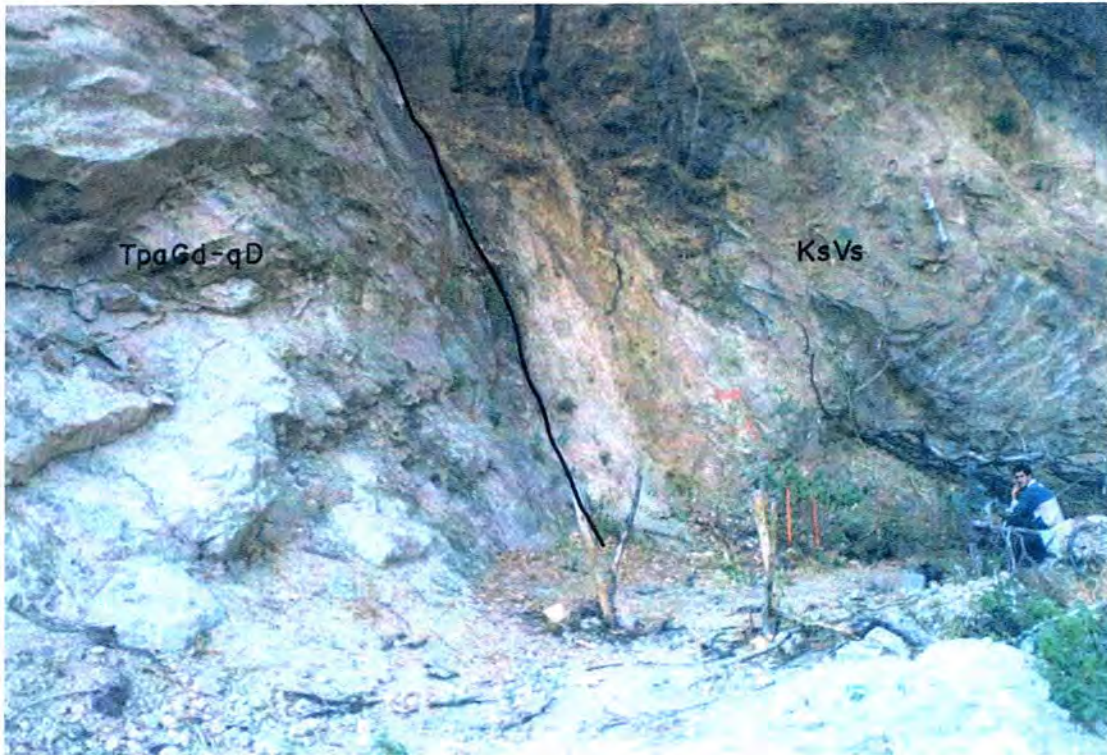


Foto 7.- Detalle de falla normal que pone en contacto la secuencia (Te Gd-qD) con la secuencia volcanosedimentaria del Cretácico Superior. Localidad al sur de La Junta.

Estos cuerpos intrusivos se generaron durante el evento de subducción que ocurre en el noroeste de México y que dio origen a la Orogenia Larámide, dando como resultado el emplazamiento de grandes cuerpos intrusivos de composición félsica, llegando a tener dimensiones batolíticas (Coney, 1976; Damon y otros, 1985).

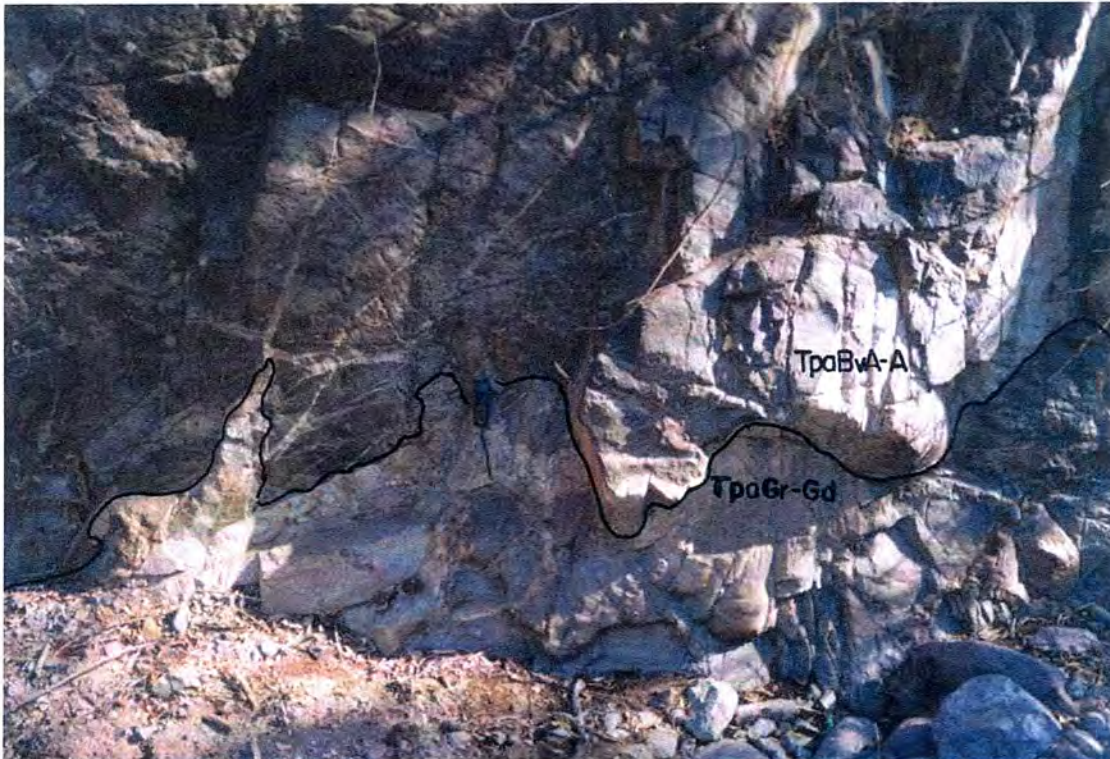


Foto 8.- Detalle del contacto entre la unidad intrusiva (Te Gd-qD) y la secuencia volcánica del Terciario Inferior (TpaBvA-A). Localidad El Aguacate.



Foto 9.- Detalle del afloramiento de la unidad (Te Gd-qD) con mineralización de sulfuros de hierro y alteración del tipo silicificación y turmalinización. Localidad al oeste de La Junta.

D.3.- Pórfido Granodiorítico (Te PGd)

Roca de origen intrusivo-hipabisal de composición granodiorítica, compacta, de color gris claro verdoso, con tonos rojizos y parches de tonos claros y oscuros por efecto de alteración. Presenta una típica textura porfídica y una matriz de grano fino. Se observan fenocristales prismáticos de feldespatos (en los cuales predomina la plagioclasa) y de cuarzo. Los ferromagnesianos presentes son biotita y hornblenda alteradas a clorita y óxidos de hierro respectivamente.

Los afloramientos representativos se ubican en las localidades de La Junta, Agua Blanca y El Aguacate.

La roca presenta una clara evidencia de alteración hidrotermal de tipo potásico, que promueve el desarrollo de agregados de microhojuelas de biotita secundaria decolorada, con avanzada transformación a clorita y en ciertas porciones a sericita.

La matriz actual de la roca, a consecuencia del mismo hidrotermalismo, consiste de un agregado cuarzofeldespático de grano fino, conteniendo parches irregulares de biotita secundaria, epidota, óxidos-sulfuros de hierro, apatito, clorita, sericita y minerales arcillosos. Fenocristales prismáticos y maclados de plagioclasa de tamaño de 1 a 4 mm y porcentaje de 30%. El cuarzo se presenta como cristales subredondeados y subhedrales, con rango de tamaño entre 0.5 y 4 mm y porcentaje de 15%. El feldespato potásico, en cristales subhedrales de la variedad ortoclasa, en proporción de 10 a 15%. La matriz cuarzo-feldespática de la roca corresponde porcentualmente a un 40% (muestras petrográficas TA-01, TA-21 y TE-13).

Estos pórfidos granodioríticos se encuentran intrusionando tanto a la unidad andesítica del Terciario Inferior; como a la unidad de granodiorita-cuarzodiorita.

A esta unidad se le asignó una edad del Eoceno, tomando en consideración su relación genética con el intrusivo granodiorítico-cuarzodiorítico.

Posterior al proceso de subducción que dio origen a la Orogenia Larámide, se generan pulsaciones tardías dentro de la cámara magmática dando lugar al emplazamiento de este tipo de cuerpos hipabisales, ligeramente más jóvenes que la granodiorita.

D.4.- Pórfido Riodacítico (Te PRd)

Corresponde a un cuerpo intrusivo hipabisal, que aflora como apófisis o troncos con dimensiones de .6km² aproximadamente. A nivel de afloramiento, la roca es de color gris claro, con textura porfídica, muy fracturada y en ocasiones deleznable por efecto de intemperismo.

Los afloramientos son escasos y se localiza al suroeste de la rancharía de Virimoa.

La roca es de origen ígneo intrusivo-hipabisal de color verde claro grisáceo, con parches rosáceos y grisáceos por la presencia y abundancia de ferromagnesianos. La roca es compacta, con una definida textura porfídica definida por fenocristales de plagioclasa y feldespato potásico. Petrográficamente la roca se clasifica como un pórfido riodacítico (muestra TA-20), caracterizado por fenocristales prismáticos de plagioclasas (oligoclasa-andesina) con tamaños de 1 a 4 mm y porcentaje de 18 a 27%. En menor proporción, 5 a 10%, existen fenocristales subredondeados y amiboides de cuarzo y subhedrales de feldespato potásico (sanidina y ortoclasa) con tamaños de 1 a 2 mm y un porcentaje conjunto de 10-20%. La matriz es microcristalina y de composición cuarzofeldespática, en proporción de 50-70%. Los minerales opacos (óxidos y sulfuros de hierro) se distribuyen irregularmente en la matriz, aunque mostrando una tendencia de incrementarse en aquellas porciones de la lámina donde se localizan los parches de clorita-epidota. Existen algunos fragmentos de rocas "xenolitos" de composición andesítica-diorítica.

Esta unidad se encuentra intrusionando a rocas volcanosedimentarias del Cretácico Superior, así como al conglomerado polimíctico del Cretácico Inferior.

A esta unidad se le asignó una edad del Eoceno en base a relación genética con la unidad granodiorita-cuarzodiorita (Te Gd-qD).

Estos cuerpos intrusivos hipabisales, son producto de pulsaciones tardías de los procesos magmáticos relacionados con la Orogenia Larámide.

D.5.- Pórfido Andesítico (Te PA)

Esta unidad corresponde un cuerpo intrusivo, de carácter hipabisal, que se emplaza a manera de troncos de tamaño variables (desde .2 a 2km²). En afloramiento es una roca compacta, moderadamente fracturada, de color gris con tonos verdosos, por efecto de alteración y una textura porfídica, con fenocristales de plagioclasa englobados dentro de una matriz feldespática de grano fino. Su emplazamiento genera alteración y mineralización en las rocas volcanosedimentarias y volcánicas andesíticas del Terciario Inferior.

Sus afloramientos se distribuyen en el cerro El Huisquelite, Virimoa, Puerto de los Hernandez y la Quebrada de San Bernabé.

El estudio petrográfico la define como una roca compacta, de textura porfídica, con fenocristales prismáticos de plagioclasa, variedad oligoclasa - andesina, que muestran su típico maclado polisintético y ligero zoneamiento, con rangos de tamaño desde 0.5 hasta 3 mm. Los ferromagnesianos originales corresponden con fenocristales prismáticos de biotita y hornblenda, la mayoría de ellos mostrando un variables reemplazamiento por mezclas de material arcilloclorítico y proporciones irregulares de calcita y óxidos de hierro. La matriz es de grano fino, constituida por microcristales de plagioclasa y ferromagnesianos.

Las relaciones de campo muestran claramente su emplazamiento dentro de rocas volcanosedimentarias del Cretácico Superior y volcánicas andesíticas del Terciario Inferior. En ocasiones el contacto con las andesitas es por falla, tal como se observa en la Quebrada de San Bernabé, en la localidad del Valle de Topia. (Foto 10).



Foto 10.- Detalle donde se observa el pórfido andesítico (Te PA) intrusionando a rocas andesíticas del Terciario Inferior. Localidad cerro Tía Juana, Valle de Topia.

Se le asigna una edad de Eoceno por correlación genética con la unidad granodiorítica-cuarzodiorítica (Te Gd-qD).

Es el producto de la diferenciación magmática y pulsaciones tardías del proceso magmático asociado con la Orogenia Larámide.

Se considera una unidad importante para la prospección geológico-minera, ya que donde se emplazan estos pórfidos, se desarrollan amplias zonas de alteración hidrotermal, conteniendo valores anómalos de ciertos metales, por lo que se podría pensar en la presencia de mineralización económica a profundidad.

D.6.- Diques

Dentro de esta unidad se incluyen a todos los diques que se emplazan como estructuras tabulares y que muestran una variada composición, desde riolítica hasta aplítica, latítica y andesítica. Estos diques representan el último evento intrusivo del proceso de diferenciación magmática.

Dependiendo de su composición presentan las siguientes características:

Riolíticos: Roca de color claro y compacta, que sobresale en superficie debido a una erosión diferencial. Por lo general presentan un rumbo NW-SE, con echado de 60° a 80° al NE, estando controlado su emplazamiento por un sistema de fallas. Se caracterizan por presentar fenocristales de cuarzo amiboide, feldespato potásico y ocasional biotita, dentro de una matriz silíceo de grano fino.

Aplíticos: Roca de color claro y compacta, con su típica textura sacaroide y un mosaico cuarzofeldespático equigranular, de grano fino, observándose en porciones locales algunas micas.

Latíticos: Rocas de color gris claro, compacta, con una densa matriz de grano fino que contiene fenocristales de feldespato y biotita. Al microscopio se identifica la presencia de cuarzo, oligoclasa, sanidino, apatito y zircón, siendo la biotita el ferromagnesiano predominante (Lemish 1951-1952).

Andesíticos: Rocas de color verde oscuro, compacta y de textura afanítica, ocasionalmente porfídica. Al microscopio se identifican algunos fenocristales de plagioclasa y microcristales de piroxeno, variedad augita, cristalizado entre los intersticios de los cristales de plagioclasa.

D.7.- Andesita (To A)

Unidad formada por derrames de composición andesítica, que se ubica a la base del Complejo Volcánico Superior. Es sobreyacida por la unidad de toba y brecha riolítica (Teo TR- BvR). Son afloramientos muy escasos y de poco espesor. Su distribución se restringe a la localidad de la Ciénega de Guadalupe.

A nivel de afloramiento corresponde con una andesita de color oscuro, textura afanítica, compacta y muy fracturada. En algunas muestras de mano se alcanzan a observar pequeños cristales de plagioclasas dentro de una matriz feldespática. Los espesores observados tienen rangos de 50 a 60 m.

Se les asigna una edad de Oligoceno en base a su posición estratigráfica. Y a su relación en tiempo con el emplazamiento de los cuerpos intrusivos.

Su origen es volcánico asociado a la subducción de la paleoplaca Farallón bajo la placa Norteamericana.

Esta unidad no tiene interés geológico-minero, puesto que su ubicación en tiempo y espacio, es posterior a los procesos de mineralización-alteración.

D.8.- Toba Riolítica-Brecha Riolítica (Teo TR-BvR)

Secuencia volcánica conformada por horizontes de toba riolítica, brecha riolítica, toba arenosa, cenizas, lapillis y andesita. Presentan pseudoestratos de actitud general NW-SE, con echados suaves al SW (Foto 11).

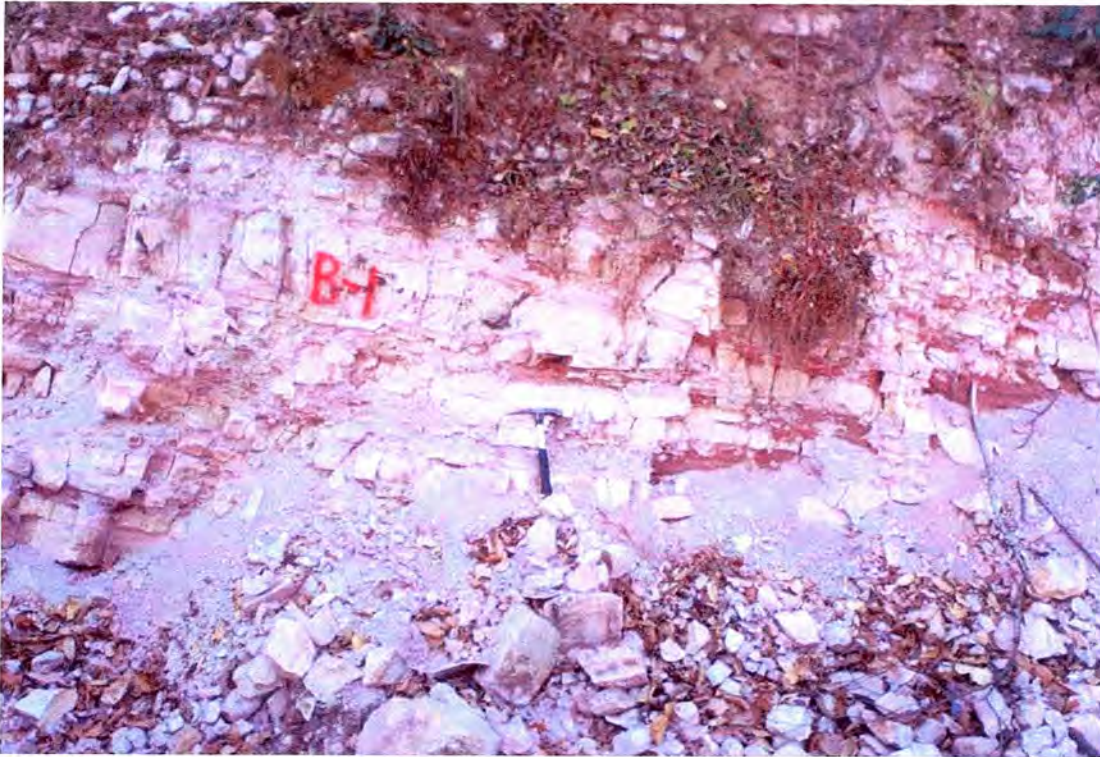


Foto 11.- Detalle de la secuencia (Teo TR-BvR) que forma parte del Complejo Volcánico Superior, donde se observa una pseudoestratificación bien marcada.

Sus afloramientos son extensos y se distribuyen ampliamente en toda la carta, sobre las partes con elevaciones arriba de 2000 m, sobresaliendo las localidades El Mirador, Mesa de los Morales, Santa Lucía, El Tablón, cerro El Angel , Valle de Topia y San Ramón, entre otros (Foto 12).



Foto 12.- Panorámica del río Valle de Topia, donde se observan en la cima rocas volcánicas de la unidad (Teo TR-BvR).

Esta unidad, considerada como la base del Complejo Volcánico Superior, se caracteriza petrográficamente por ser una roca de textura vitrofídica, con rasgos remanentes de soldamiento (eutaxítica), en parte esferolítica. Conteniendo de 30 a 40% de fenocristales amiboides de cuarzo, con golfos de corrosión y bordes de reacción. Fenocristales de plagioclasa, variedad oligoclasa-andesina, con maclado polisintético y que conjuntamente con la fracción de feldespato potásico, variedad sanidino, constituyen un porcentaje de 20-30%. La matriz original fue vítrea, sobre la que se desarrollan franjas de agregados cuarzo-feldespáticos producto de la desvitrificación. Se observan fragmentos subangulosos y subredondeados de riolita esferolítica y en ocasiones de andesita. En la matriz aun es posible identificar remanentes de una textura de soldamiento (muestras petrográficas TA-02, TA-05, TA-16, TE-01 y TE-25). A nivel de afloramiento la toba y brecha riolítica contienen fragmentos subangulosos y subredondeados de riolita y andesita. Otro horizonte importante, intercalado en esta unidad, corresponde a andesita caracterizada petrográficamente por ser una roca compacta, con una matriz de textura microlítica fina, en parte pilotaxítica y ligeramente porfídica, constituida mineralógicamente por microlitos de plagioclasa con tamaños menores de 0.1 mm. Se observan fenocristales de ferromagnesianos totalmente reemplazados por óxidos de hierro y que corresponden con hornblenda y piroxeno. (muestras petrográficas TA-18, TE-21, TE-26, TE-23, y TA-15). El espesor estimado de esta secuencia es en el rango de 1000 m.

Esta unidad forma la base del Complejo Volcánico Superior y sobreyace discordantemente a todas las unidades preexistentes, observándose además contactos tectónicos entre ellos.

Se le asigna una edad del Oligoceno, en base edades radiométricas realizadas por el método K-Ar (Damon, 1983).

El origen de esta unidad es producto del evento de subducción entre la placa Farallón bajo la placa Norteamericana, originando el segundo evento volcánico más grande registrado en el noroeste de México.

D.9.- Ignimbrita-Brecha Riolítica (Tom Ig-BvR)

Unidad constituida por rocas de composición riolítica, correspondiendo a toba soldada y brecha volcánica con horizontes intercalados de vitrófidos.

Aflora ocupando las partes más elevadas del área, sobresaliendo las localidades de las sierras Alto del Ventoso, Cruz Grande, Agua Blanca, El Llanito y Santa Efigenia, así como en los cerros Alto El Chivo y El Gallo.

La unidad de brecha contiene fragmentos angulares y subangulares de composición riolítica, existiendo ocasionalmente intercalaciones de horizontes de vitrófidos. Hacia la cima aflora la toba soldada-ignimbrita, constituyendo cuerpos masivos y compactos, observándose además flujos y una textura eutaxítica con ocasionales esferolitas de cuarzo-feldespatos (Foto13). El espesor promedio es de 100 a 200 m aproximadamente. Petrográficamente la toba soldada o ignimbrita presenta fenocristales subangulosos y subredondeados (amiboides) de cuarzo, con golfos de corrosión y tamaños desde 0.5 hasta 3 mm, muchos de ellos están rotos e incompletos, con aristas muy agudas. Fenocristales prismáticos y subhedrales de plagioclasa sódica (oligoclasa) y feldespato potásico (sanidino), con tamaños máximos de 2 mm y la mayoría de ellos reemplazados por minerales arcillosos. Dentro de la matriz micro-criptocristalina se observan rasgos remanentes de una textura de soldamiento original (eutaxítica) y esferolítica. (Muestras petrográficas TE-10, TE-09, TA-19).

Los vitrófidos se clasifican petrográficamente como andesita de piroxeno, y se caracterizan por una matriz vítrea, con un desarrollo notorio de una textura seudoperlítica. Dentro de esta matriz se desarrollan franjas paralelas a las líneas de flujo, que contienen una mayor cantidad de microlitos de plagioclasas. Sobresale la presencia de microfenocristales de plagioclasa (oligoclasa-andesina), piroxeno (orto y clinopiroxeno) y escasos cristales de hornblenda rica en hierro (lamprobolita). (Muestra petrográfica TA-23).



Foto 13- Detalle de la unidad (Tom Ig-BvR), donde se observa la dirección de flujo en ignimbritas. Localidad El LLanito.

Esta unidad se encuentra sobreyaciendo concordantemente a la unidad Teo TR-BvR.

La edad asignada a esta unidad es 24.6 ± 0.4 Ma (Oligoceno-Mioceno), en base a datación radiométrica de una muestra de vitrófido colectada, en la base de esta secuencia; el método utilizado fue K-Ar, sobre roca total (Bellón, 2000).

El origen de estas rocas se relaciona con los últimos eventos volcánicos asociados a la subducción de la placa Farallón bajo la placa Norteamericana que generó los macizos rocosos que conforman la Sierra Madre Occidental.

D.10.- Conglomerado polimíctico (Tn Cgp)

Con este nombre se designa a una unidad sedimentaria, poco consolidada, constituida por material del tipo de grava y arena, con fragmentos de rocas volcánicas, ígneas y sedimentarias depositadas en fosas tectónicas.

En el área de estudio se localizan específicamente en el valle de Canelas donde existe un semigraben, el cual fué rellenado por este material.

Conglomerado polimíctico poco consolidado, constituido por grava y arena, de color gris claro, contiene fragmentos de rocas (volcánicas, metasedimentarias e intrusivas) que presentan una variedad de tamaños, forma y redondez, incluidos en una matriz arenosa

y limoarcillosa. En algunas áreas, localizadas en los cortes de los arroyos, se observa que estos sedimentos tienen un rango de espesor de 30 a 40 m.

Se encuentra cubriendo en discordancia a rocas jurásicas, cretácicas y volcánicas del Terciario Superior.

Se les asigna una edad de Terciario-Neógeno por correlación y similitud litológica con otras cuencas terciarias.

Estos sedimentos se formaron por la erosión de unidades preexistentes depositándose en cuencas y depresiones, que son producto de una fase tectónica distensiva.

E.- CUATERNARIO

E.1.- Aluvión (Qho al)

Es la unidad litológica más joven y corresponde a un material sedimentario que se deposita sobre los cauces principales de ríos y arroyos. Está constituido por una mezcla de sedimento arcilloso-limolítico, con niveles de material arenáceo y grava fina. En el área de estudio se observa en las localidades de La Cienega y el valle de Topia.

III.3 Geología Estructural

En la carta Topia (G13C45), se distinguen una serie de lineamientos estructurales de dimensiones regionales.

Las estructuras más notorias son las generadas durante el evento distensivo del Oligoceno-Mioceno, denominado "Basin and Range", equivalente a "Sierras y Valles", caracterizado por fallas normales regionales, de dirección general NNW-SSE y echados de intensidad variable al SW, originando estructuras horsts y grabens, con el desarrollo de amplios valles intermontanos.

Las proyecciones polares y diagramas de rosetas de los datos estructurales obtenidos en el trabajo de campo, determinaron las lineaciones principales en la carta que corresponden a tres sistemas de fallas normales: El primero, con un rumbo NW-SE es considerado el más antiguo, por relaciones estructurales donde se observa desplazado por todos los otros sistemas, es el causante de la morfología actual del terreno. El segundo disecta al anterior y presenta un rumbo general NNE-SSW. El tercero es un sistema orientado N-S y se considera el episodio distensivo más joven en el área.

El análisis y tratamiento de los datos del fracturamiento obtenidos en la unidad volcanosedimentaria cretácica define la presencia de dos familias de fracturas: Una orientada NW-SE, con echados al NE y la otra de rumbo NE-SW, con echados al NW (Figura 9).

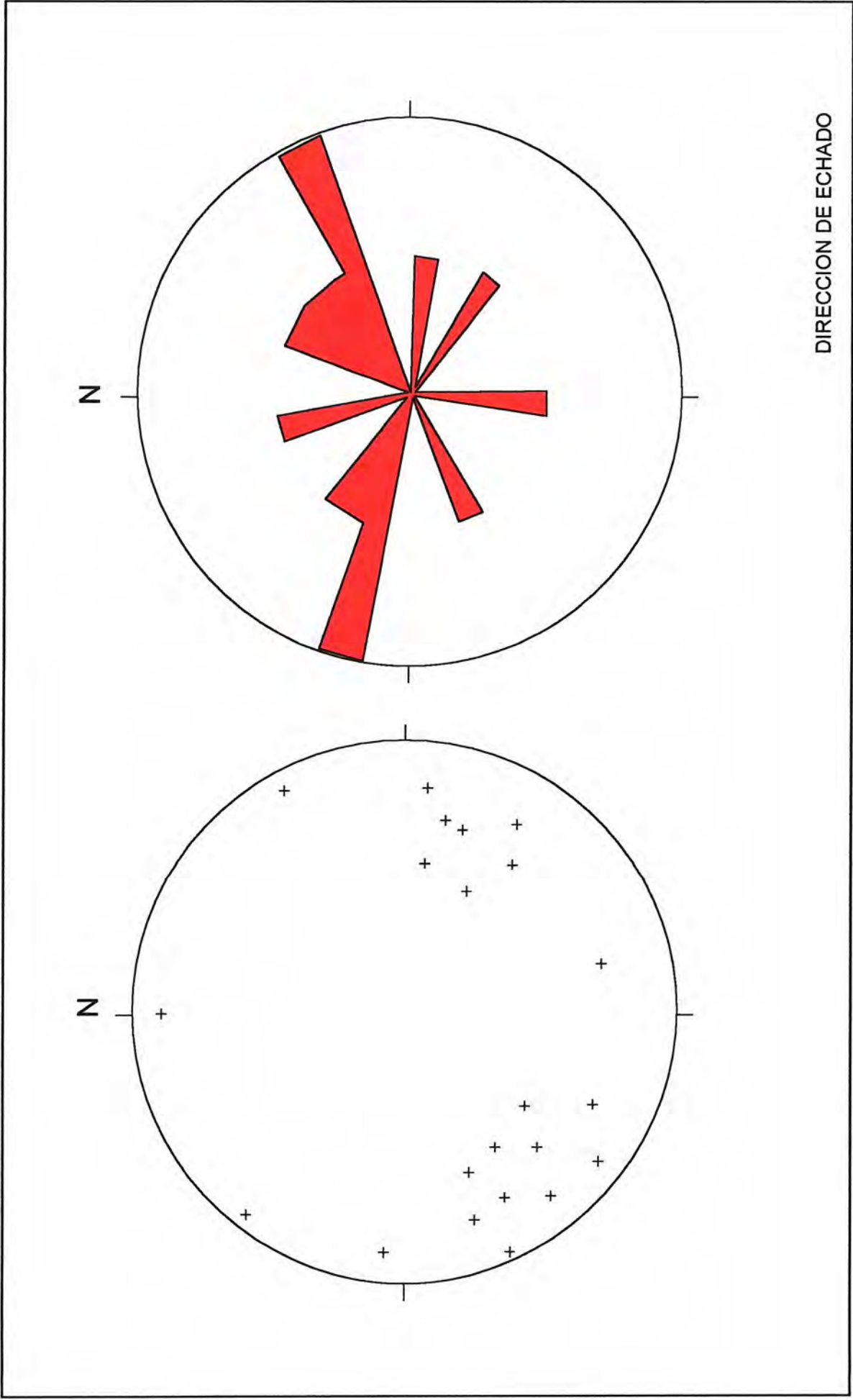


FIGURA 9.- PROYECCION POLAR Y ROSETA DE FRACTURAMIENTO DE LAS ROCAS VOLCANOSSEDIMENTARIAS DEL CRETACICO SUPERIOR

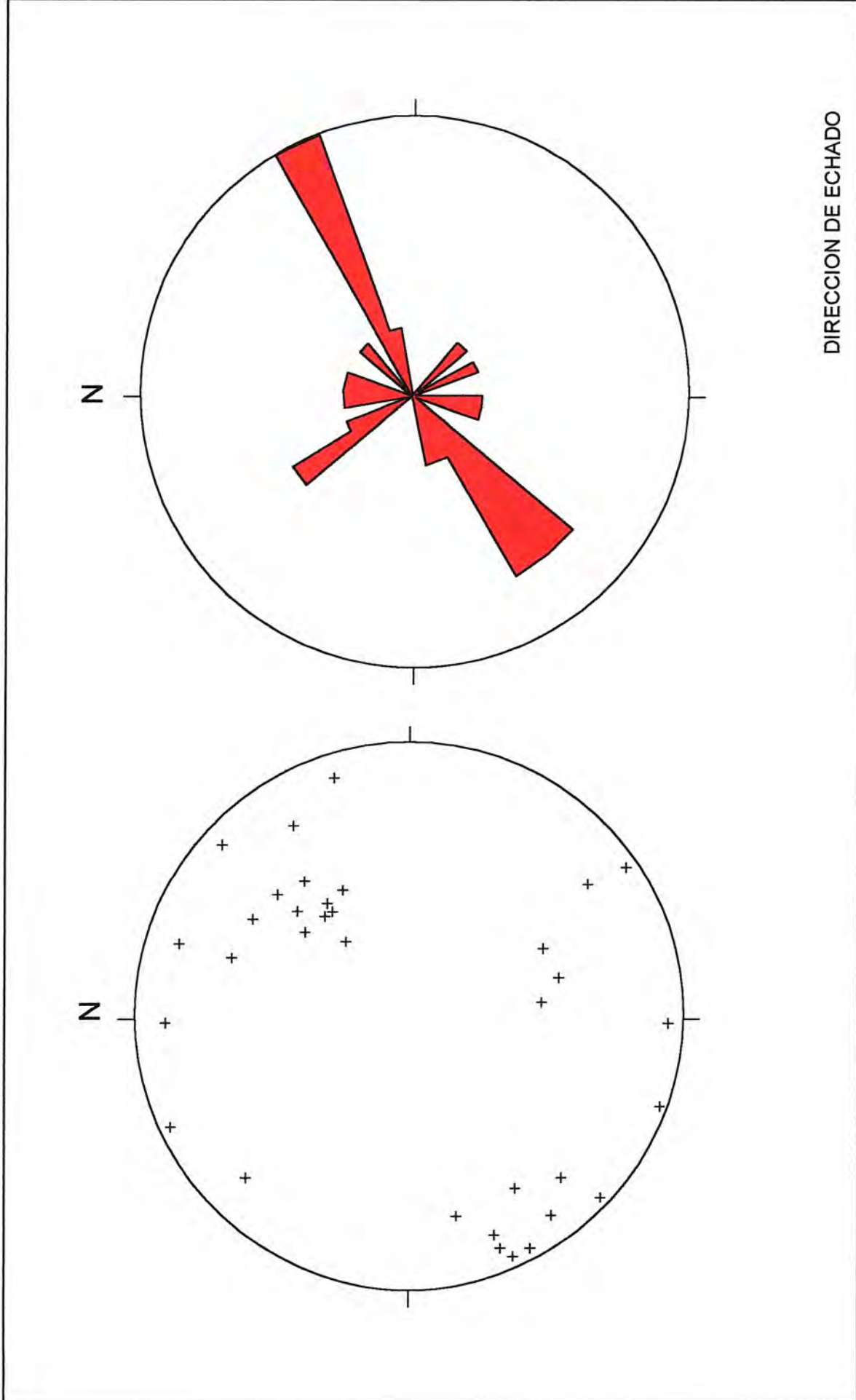


FIGURA 10.- PROYECCION POLAR Y ROSETA DE FRACTURAMIENTO DE LAS ROCAS VOLCANICAS ANDESITICAS DEL TERCARIO INFERIOR

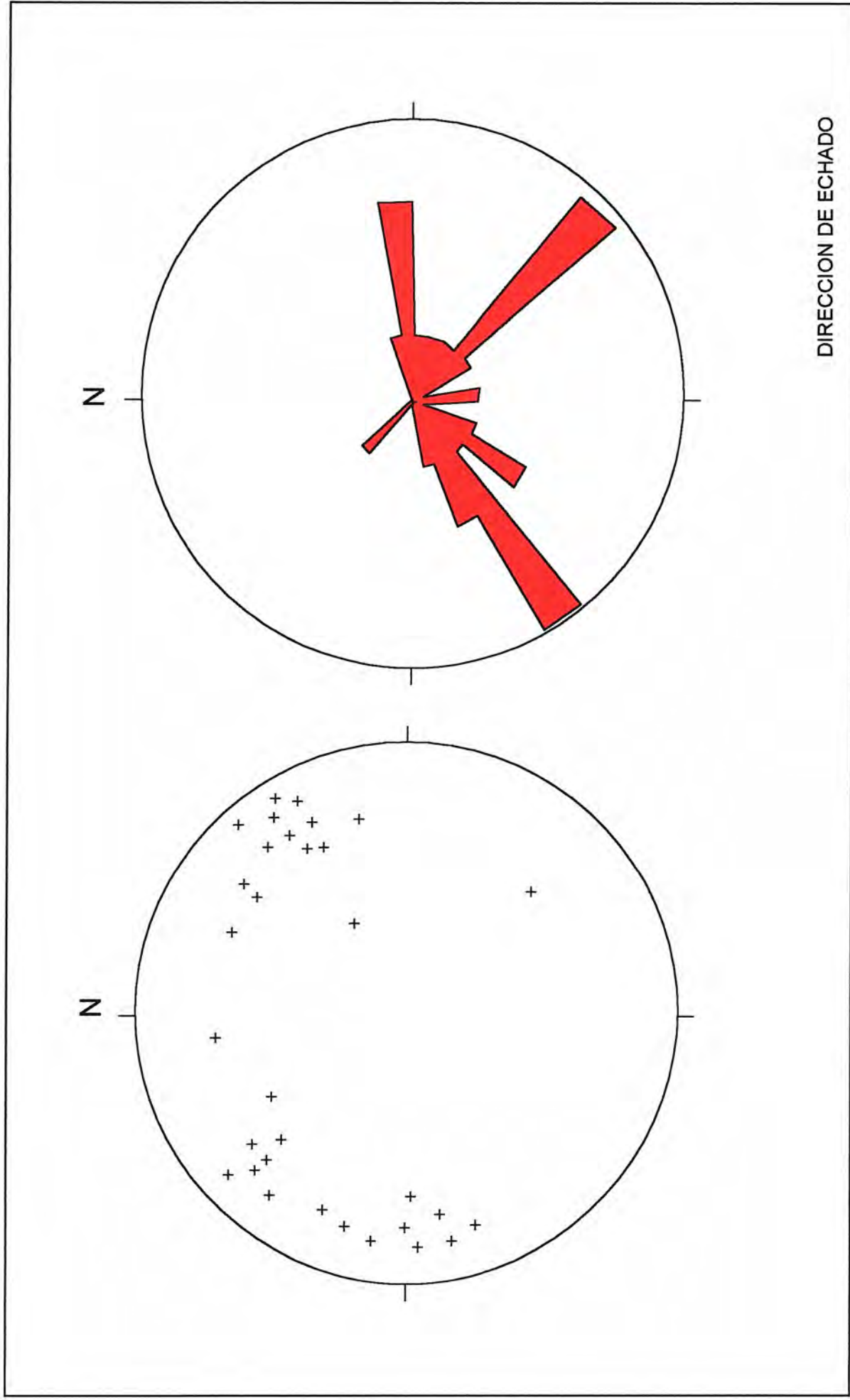


FIGURA 11.- PROYECCION POLAR Y ROSETA DE FRACTURAMIENTO DE LAS ROCAS VOLCANICAS DEL TERCARIO INFERIOR

Sobre las rocas volcánicas del Terciario Inferior se desarrolla un sistema de fracturamiento predominante, con orientación NW-SE y echados al NE y SW indistintamente (Figura 10).

Por su parte, las rocas volcánicas del Terciario Superior, muestran un sistema de fracturamiento predominante NE-SW con echados al SE y otro NW-SE con echados al SW (Figura 11).

El origen de algunos de estos sistemas estructurales, se relacionan con la tectónica distensiva del evento de "Sierras y Valles" que se llevo a cabo en el Terciario. El fallamiento desarrollado en esta fase tectónica es de tipo normal de gran extensión, con fallas menores asociadas, así como sistemas de fracturamiento de diferente orientación.

III.4 Tectónica

México se encuentra ubicado en la porción suroeste de la Placa Norteamericana, exceptuando la porción que corresponde a la Península de Baja California. Esta región está en contacto con la del Pacífico y es afectada por un sistema de fallas de movimiento lateral, algunas de ellas actualmente activas. En esta zona se desarrolla un evento subductivo donde la Placa Pacífico y Rivera están penetrando debajo de la Placa Continental de Norteamérica. (Figura 12)

La sobreposición de otros dominios geológicos más jóvenes, como son las cubiertas volcánicas de la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico enmascaran las relaciones y características tectónicas entre terrenos más antiguos.

La tectónica extensional terciaria que ha dislocado la corteza del noroeste de México y generado eventos como la fase de "sierras y valles" y la apertura del Golfo de California, son algunos de los factores más importantes que complementan, pero al mismo tiempo complican, la relación y entendimiento de la historia tectónica del noroeste de México.

1.- Modelos de evolución geodinámica y sus relaciones con la metalogénesis.

Analizando las características litológicas, estratigráficas y tectónicas, el territorio mexicano se ha dividido en terrenos tectonoestratigráficos los cuales se muestran en la siguiente figura: (Figura 13)

El área de estudio se ubica dentro del terreno Tahué (Sedlock y Ortega-Gutierrez, 1993) en donde se pueden observar los cuerpos intrusivos del Paleógeno, representados por rocas graníticas, que se emplazan y afectan a la secuencia sedimentaria jurásica y volcanosedimentaria cretácica; así como también a las rocas que conforman al Complejo Volcánico Inferior, constituido por rocas de afinidad intermedia (Mc Dowell y Keizer 1977). A continuación se presenta una sección magmática tectonoestratigráfica que incluye al área de estudio. (Figura 14).

Los eventos tectónicos más importantes que se desarrollaron en la región, consisten en: Un régimen de subducción y de magmatismo durante el Mesozoico que se inicia a partir

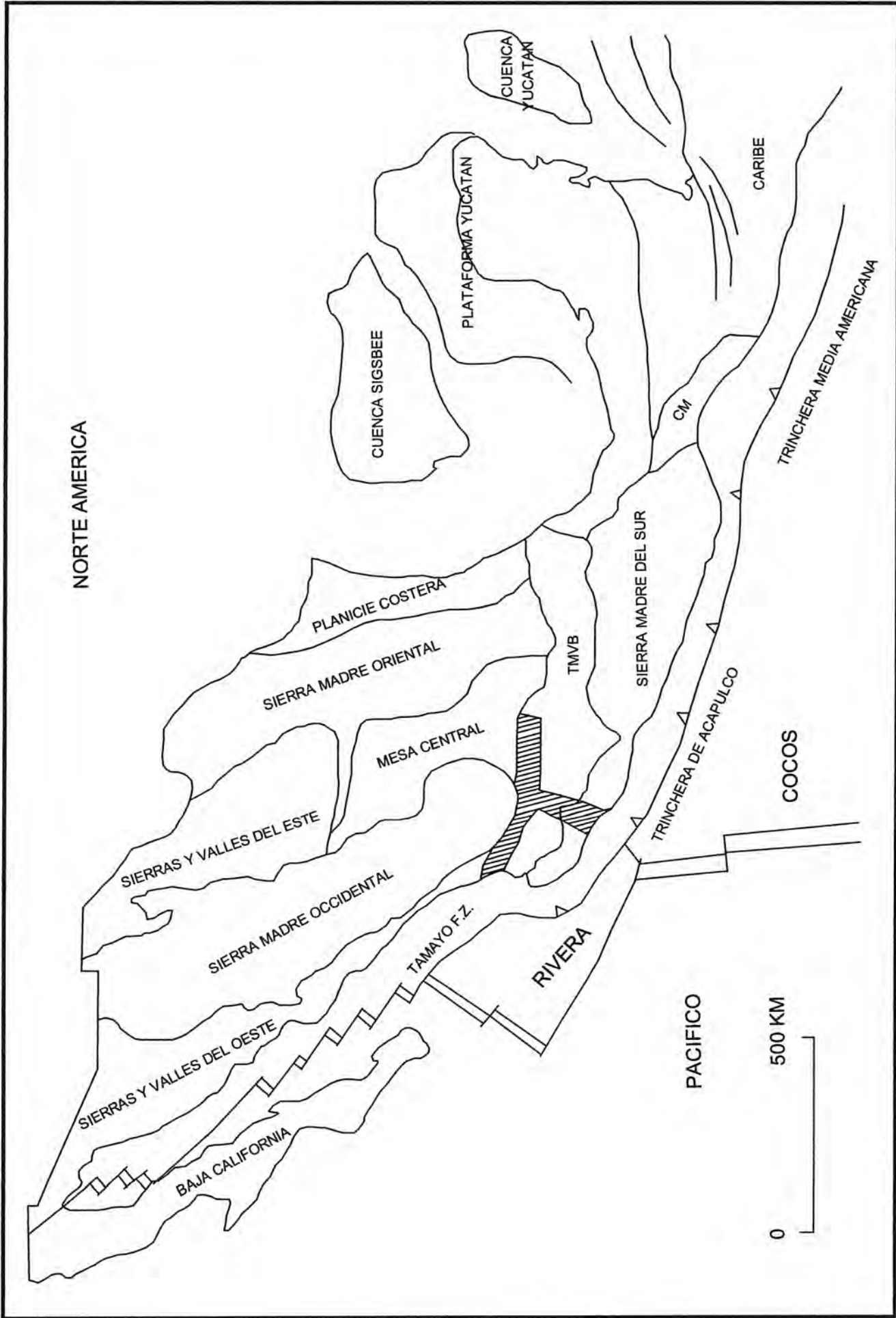


FIGURA 12.- PLANO MORFOTECTONICO, MOSTRANDO LAS PLACAS TECTONICAS (SEDLICK Y ORTEGA-GUTIERREZ, 1993)

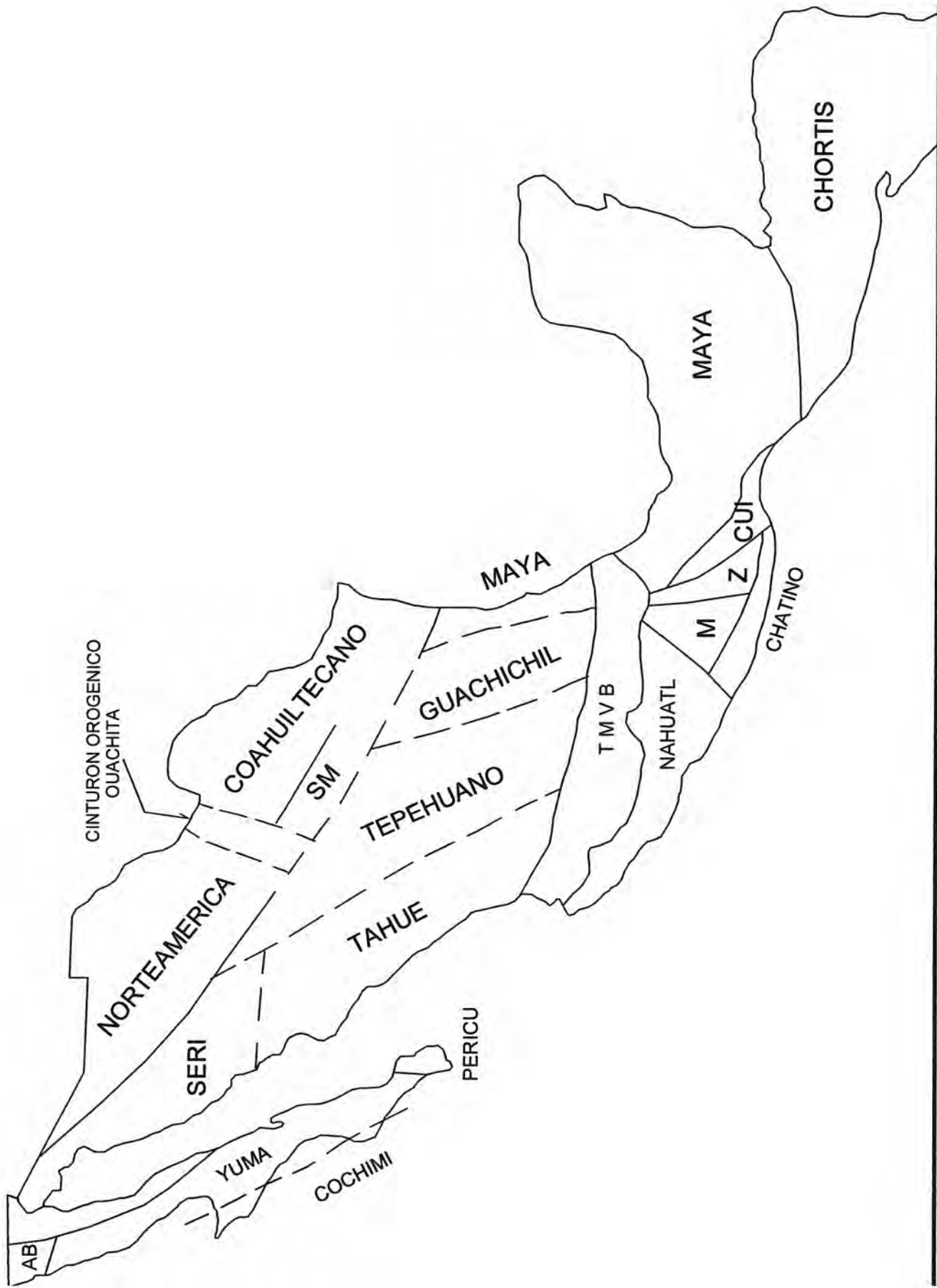


FIGURA 13.- PLANO DE TERRENOS TECTONOESTRATIGRAFICOS
(SEDLICK Y ORTEGA-GUTIERREZ, 1993)

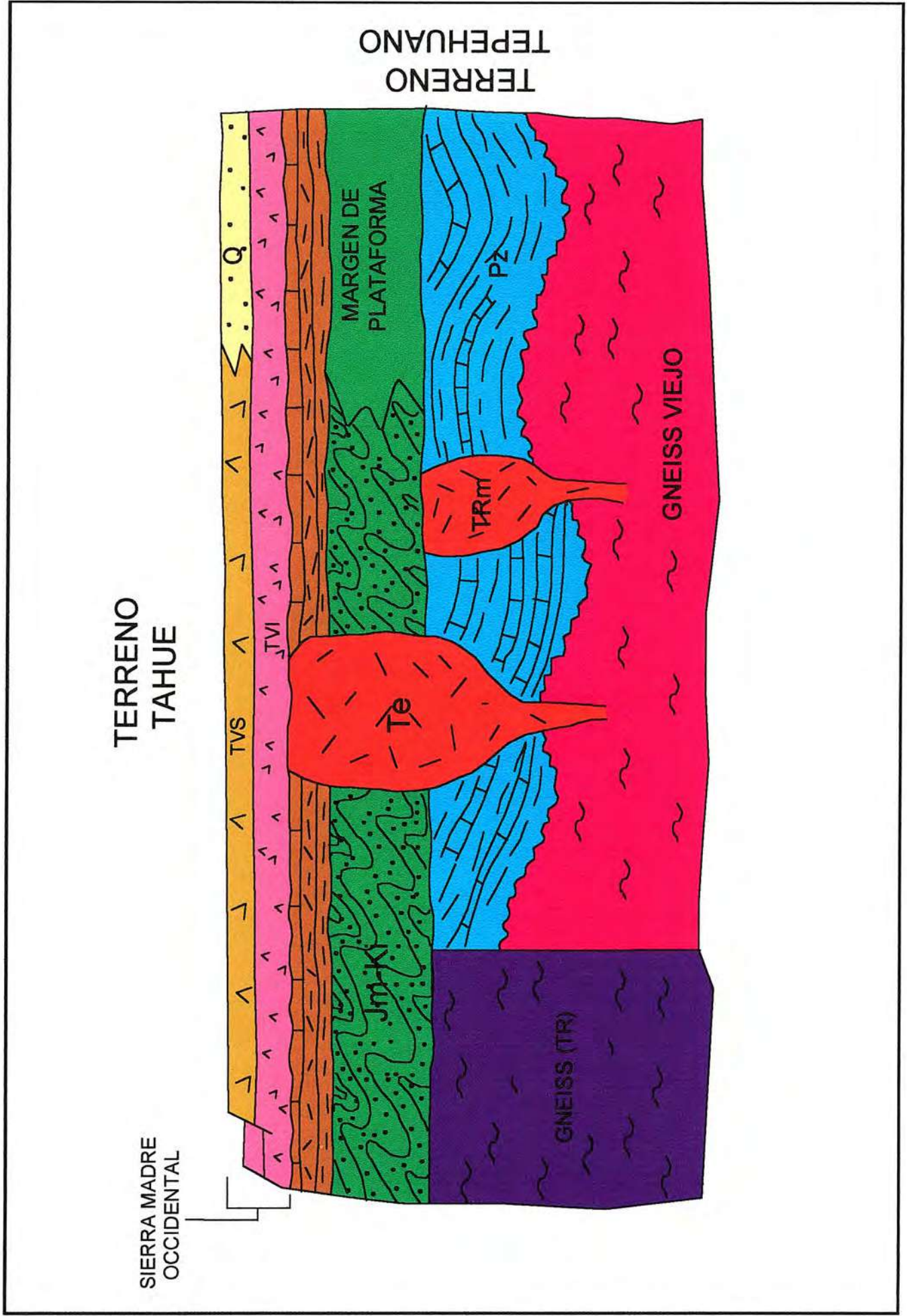


FIGURA 14.- SECCION ESQUEMATICA DEL TERRENO TAHUE
 MODIFICADA DE SEDLOCK Y ORTEGA-GUTIERREZ, 1993.

de la margen oeste del continente americano, generándose grandes cuencas de ante-arco y tras-arco. En el Jurásico Medio se depositan los sedimentos turbidíticos-siliciclásticos en cuencas tras-arco que conforman la unidad de metaarenisca-pizarra. En el Jurásico Superior estos sedimentos fueron afectados por la fase tectónica Nevadiana, de estilo compresiva y caracterizada por movimientos y esfuerzos tangenciales y el desarrollo de amplios pliegues orientados NNW-SSE inclinados hacia el E-NE (Rangin, 1982). Durante el Cretácico Inferior se efectúa la depositación de los sedimentos conglomeráticos molásicos, que corresponden y marcan la discordancia erosional entre Jurásico-Cretácico.

Durante el Cenomaniano las secuencias del Jurásico Medio y Neocomiano fueron afectadas por la fase orogénica Mesocretácica caracterizada por una tectónica compresiva, que produce fallas de cabalgamiento de bajo ángulo, fallas inversas y plegamientos (cerrados o abiertos) con vergencia hacia el NE.

El estilo de deformación para esta fase es de "Thin Skin" propuesto para la deformación Sevier en Idaho (Aimendiger, 1984).

La Orogenia Larámide se caracteriza por el plegamiento de estructuras previas, con el desarrollo de pliegues de gran radio de curvatura con ejes NW-SE y un evento magmático asociado, producto de la subducción de la paleoplaca Farallón debajo de la Norteamericana, generándose el emplazamiento de los cuerpos intrusivos, algunos de ellos con dimensiones batolíticas, asociados con los procesos de mineralización y en la etapa final, la generación de volúmenes gigantes de material volcánico, para dar lugar a edificación de la Sierra Madre Occidental y litológica y regionalmente se define como Complejo Volcánico Inferior y Superior.

IV.-YACIMIENTOS MINERALES

IV.1.- Introducción

La carta Topia (G13C45) se localiza en la porción noroeste del Estado de Durango. Los centros poblacionales de mayor importancia son Topia, Canelas, Valle de Topia, Cebollitas y la Ciénega de Guadalupe, considerados también los distritos y zona mineras de mayor importancia económica dentro del área.

Actualmente existen cuatro plantas de beneficio mineral: Topia, Coroneles, La Ojeda y la Ciénega, con capacidades que varían de 30 a 100 Ton/día, maquilando el material obtenido por los pequeños mineros en la región.

La mayoría de los yacimientos conocidos corresponden a estructuras vetiformes de cuarzo, conteniendo sulfuros de Ag, Pb, Zn y Cu, y electrum. Existen otros de forma irregular, que se caracterizan por presentar una mineralización de sulfuros finos diseminados en la roca, tal como se observa en las localidades de la Mesa de Guadalupe, el Aguacate y Virimoa. Estas vetas se emplazan sobre fallas o zonas de debilidad y muestran frecuentemente rumbos variables, en el rango de NE30° a 80°SW, con echado de 60°-85° al SE.

Las características que presentan estos yacimientos permiten clasificarlos como hidrotermales, en su variedad de epitermal, estando alojados en rocas volcánicas

andesíticas del Terciario Inferior y volcanosedimentarias del Cretácico Superior, que fueron afectadas por el emplazamiento de intrusivos granodioríticos – cuarzodioríticos y pórfidos andesíticos – riodacíticos, a los que genéticamente se asocian los fluidos mineralizantes que dieron lugar a los yacimientos de relleno de fisura y los cuerpos irregulares con mineralización diseminada en la zona de contacto.

De acuerdo con la ubicación de las minas, prospectos y zonas de alteración, se delimitaron dentro de la carta tres distritos mineros y cuatro zonas mineras? (Figura 15), siendo estas:

Distrito Minero Topia.- Se localiza hacia la porción noroeste de la carta colindando al norte con la carta Metatitos (G13C35), y la zona minera de Manzanillas. En esta zona minera se colectaron 73 muestras de esquirlas, correspondiendo 51 muestras para prospectos mineros y 22 para zonas de alteración.

Distrito Minero San Bernabé.- Se localiza hacia la porción noreste de la carta, y colinda al norte con la carta Metatitos (G13C35). En esta zona minera se colectaron 17 muestras de esquirla, correspondiendo 12 muestras para prospectos mineros y 5 para zonas de alteración.

Zona Minera Cebollitas.- Se localiza hacia la porción central de la carta. En esta zona minera se colectaron 13 muestras de esquirlas, correspondiendo 12 para prospectos mineros y 1 para la zona de alteración.

Distrito Minero La Cienega.- Se localiza hacia la porción sureste de la carta. En esta zona minera se colectaron 8 muestras de esquirla, correspondiendo 3 para prospectos mineros y 5 para zonas de alteración.

Zona Minera Canelas.- Se localiza hacia la porción centro-oeste de la carta. En esta zona minera se colectaron 15 muestras de esquirla, correspondiendo 13 a prospectos mineros y 2 a las zonas de alteración.

Zona Minera Virimoa.- Se localiza hacia la porción sureste de la carta. En esta zona minera se colectaron 11 muestras de esquirla, correspondiendo 9 a prospectos mineros y 2 a las zonas de alteración.

Zona Minera Mesa de Guadalupe.- Se localiza hacia la porción sur-central de la carta. En esta zona se colectaron 9 muestras de esquirla, correspondiendo 6 para prospectos mineros y 3 para zona de alteración.

A continuación se presenta un croquis con la distribución esquemática de las zonas mineras, y dos tablas donde se resumen los datos más importantes relacionados con los prospectos y minas localizadas en la carta, así como las zonas de alteración más importantes, donde se incluyen los resultados de las muestras colectadas, (Figura 15).

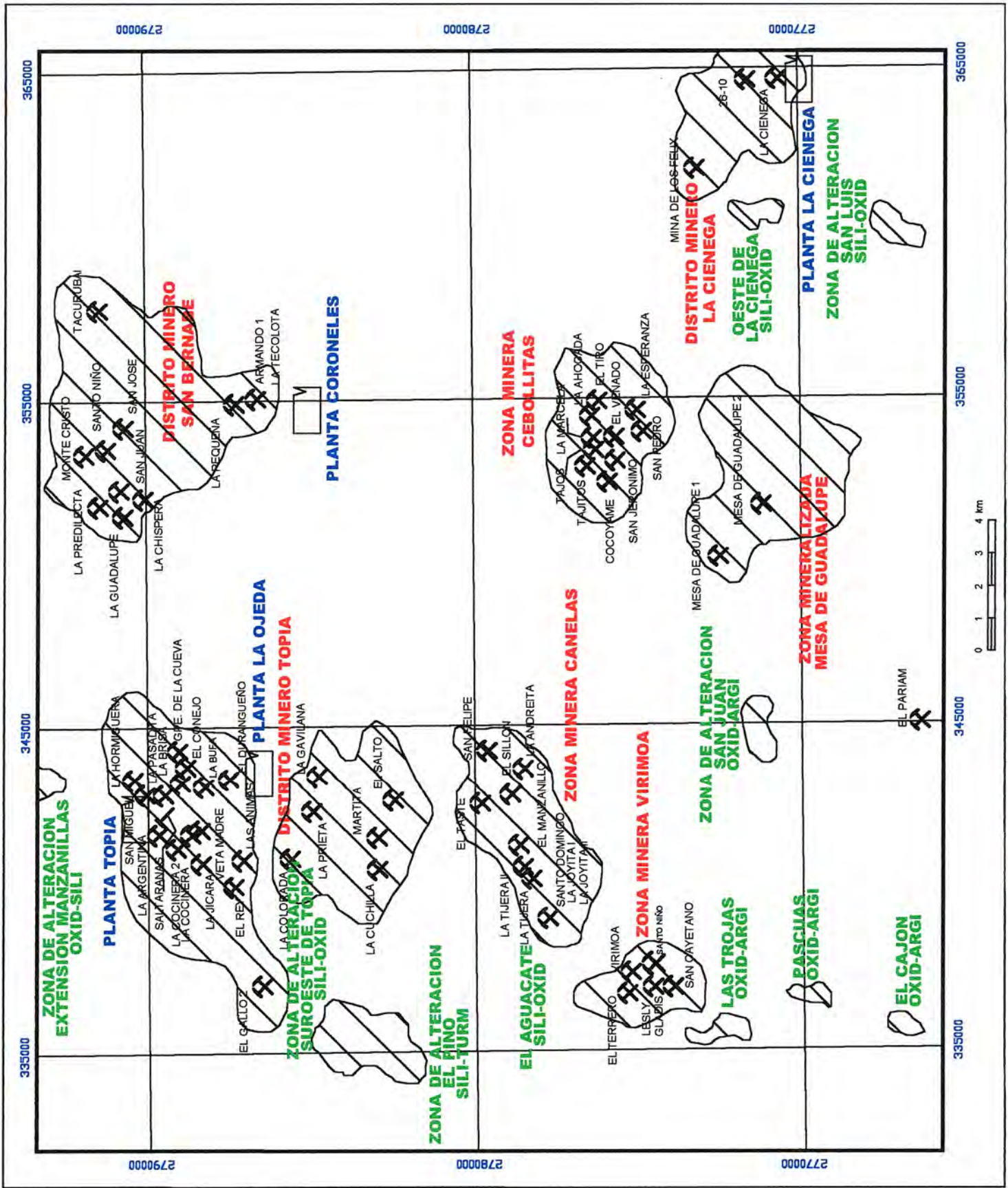


FIGURA 15.- DISTRITOS MINEROS Y ZONA DE ALTERACION

IV.2.- DISTRITOS Y ZONAS MINERAS

IV.2.1. DISTRITO MINERO TOPIA

1.- ANTECEDENTES

El Distrito Minero de Topia se localiza en la porción noroeste de la carta Topia (G13C45). El acceso a esta localidad, se efectúa por la carretera federal No. 45, que comunica a las ciudades de Durango y Santiago Papasquiaro, recorriendo 174 km sobre carretera pavimentada. A partir de este último se recorren 153.3 km , también sobre pavimento, hasta llegar a la Ciénega de Guadalupe, de donde se continúa por 70 km sobre un camino de terracería, que comunica al poblado de Topia, centro poblacional más importante en la carta.

Este distrito cuenta con una red de caminos y brechas de terracería que enlazan a la mayoría de las poblaciones, rancherías y minas. Existe una pista de aterrizaje para avionetas y aviones bimotor. Una línea aérea comercial realiza vuelos diarios a las ciudades de Durango y Culiacan. La transportación urbana y rural, se realiza a través de autobuses públicos de pasajeros. Topia cuenta con los servicios públicos básicos, como son energía eléctrica, agua potable y alcantarillado.

En lo que compete a minería se tiene 2 plantas de beneficio de mineral (Foto 14).



Foto 14.- Panorámica donde se observa, la presa de jales, jales antiguos y el poblado de Topia, Durango.

La historia de la minería en esta zona se remota al siglo XIV con la llegada de los españoles, por lo que el desarrollo de las obras mineras es muy amplio y variado; se tienen frentes de hasta 2400 m de longitud y tiros de 480m de profundidad (Mina Argentina).

En 1952 la compañía Peñoles S.A. de C.V. inició la exploración a gran escala en esta zona, principalmente en las minas de Saltaranas y Argentina, que son en donde se pudo observar el mayor número y desarrollo de obra minera.

Esa misma compañía realizó el socavón "Victoria", un crucero de más de 2000 m de longitud, que corta a las principales estructuras vetiformes en la zona (Veta Madre, Saltaranas y Argentina). El objetivo programado fue el de intersectar otras estructuras paralelas que no se manifiestan en superficie. Algunas de las minas están comunicadas entre sí por las diferentes obras mineras.

Actualmente en el Distrito Minero de Topia existen cinco minas en operación (San Miguel, San Francisco, Guadalupe de la Cueva, La Bufa y La Prieta). Hasta el año de 1999, la compañía minera Topia S.A. de C.V estuvo explorando algunas de las minas en la región, entre las más importantes La Argentina, Saltaranas y La 15-22. Al término de este trabajo éstas minas se encontraban temporalmente inactivas por problemas económicos y laborales.

2.- CARACTERISTICAS PRINCIPALES

En el Distrito Minero de Topia aflora una secuencia volcanosedimentaria, de edad Cretácico Superior; constituida por una intercalación de andesita, toba arenosa, arenisca, lodolita y caliza. Son cubiertas discordantemente por un conjunto de rocas volcánicas de composición andesítica de edad Paleoceno-Eoceno, representadas por brecha, aglomerado, toba y andesita porfídica. Las secuencias anteriores son afectadas por el emplazamiento de intrusivos de composición granodiorítica – cuarzdiorítica , pórfidos granodioríticos y andesíticos, de edad Eoceno. Estos cuerpos intrusivos muestran una directa relación con el desarrollo de amplias zonas de alteración hidrotermal y metamorfismo de contacto, considerándose que fueron los portadores de los fluidos mineralizantes que formaron las estructuras vetiformes. Las rocas del Complejo Volcánico Superior, toba y brecha riolítica, riolita e ignimbrita, de edad Oligoceno – Mioceno, cubren discordantemente a las rocas anteriores, coronando las partes altas.

La forma y dimensiones de las concentraciones de mineral encontradas en este importante distrito minero son: Estructuras tabulares (vetas) y concentraciones irregulares tipo skarn. Las dimensiones conocidas en las vetas alcanzan hasta 2400 m de longitud, 1.5 m de espesor y 480 m de profundidad. En las concentraciones irregulares tipo skarn, con mineralización diseminada, no se pueden precisar dimensiones específicas, pues existen varios factores que intervienen en el desarrollo de las zonas de metasomatismo - metamorfismo de contacto.

La mineralización observada en las principales minas y prospectos muestreados, corresponde a minerales primarios como galena, esfalerita, pirita, calcopirita, electrum y

sulfuros de plata, distribuidos irregularmente dentro de las vetas de cuarzo. Los minerales secundarios son óxidos de hierro y carbonatos de cobre.

La alteración que se manifiesta en las rocas preintrusivas es hidrotermal, consistente en una intensa silicificación y oxidación. Los minerales secundarios generados, cuarzo y óxidos de hierro, rellenan vetillas y dispuestos en forma diseminada. En las tobas y brechas andesíticas del Terciario Inferior se observa una moderada propilitización con parches de epidota en la matriz y fragmentos de rocas volcánicas totalmente cloritizados; en ocasiones con pirita diseminada.

Los yacimientos vetiformes se originaron por procesos hidrotermales asociados al emplazamiento de cuerpos intrusivos, principalmente a los pórfidos granodioríticos y andesíticos, los cuales generaron soluciones hidrotermales y fluidos mineralizantes asociados, que al depositar su carga rellenaron fallas y fracturas de rumbo NE30°-60°SW y echado al SE. Los yacimientos tipo skarn, se originaron al emplazarse los cuerpos intrusivos de composición granodiorítica – cuarzodiorítica, generando procesos de metasomatismo y metamorfismo de contacto, sobre todo en los niveles calcáreos de la secuencia volcanosedimentaria del Cretácico Superior.

En el distrito operan dos plantas de beneficio mineral, estratégicamente ubicadas y con buenos caminos y brechas hacia las minas y el pueblo de Topia. Se localizaron y muestrearon 24 minas y prospectos, estando únicamente cinco de ellas en operación. Los espesores varían entre 0.30 y 1.5 m, con leyes extremas hasta de 2.3 kg/ton de plata y 7.7 gr/ton de oro en ciertas porciones de las vetas de cuarzo. Las longitudes conocidas de las vetas es mayor a los 2400 m y 480 m de profundidad, por lo que se infiere un gran potencial minero, sobre todo en las áreas en donde las vetas no presentan un desarrollado a profundidad. Además, muchas de ellas fueron intensamente exploradas en los años 50's, siendo necesario una evaluación tomando en cuenta nuevas teorías e hipótesis, tanto en la génesis de este tipo de yacimientos, como en su relación tectónica y estructural.

Dentro de este distrito también se delimitó una amplia zona de alteración, con mineralización diseminada, que pudiera estar asociada con yacimientos tipo skarn, por lo que se hace necesario el efectuar una exploración sistemática con el objetivo de localizar concentración de minerales a profundidad. En el Distrito Minero de Topia se obtuvieron un total de 73 muestras de esquirla de roca, de las cuales 51 correspondieron a las estructuras minerales y 22 en zonas de alteración. Los resultados de este muestreo y la información general de los prospectos, minas y zonas de alteración, se localizan en las tablas 1 y 2 de anexos.

IV.2.2. DISTRITO MINERO SAN BERNABE

1. ANTECEDENTES

El distrito minero de San Bernabé, se localiza en la porción noroeste de la carta Topia (G13C45). El acceso a esta localidad, es el mismo que se detalló para el distrito de Topia. En la Ciénega de Guadalupe se continúa por un camino de terracería de 57 km que comunica con Torance, para finalmente recorrer 15 hacia el noreste, y llegar a San Bernabé. Otro acceso disponible es por la brecha que comunica Cuevecillas con el Valle de Topia.

Este distrito minero tiene una red de caminos y brechas de terracería que comunica a la mayoría de las poblaciones, rancherías y minas. El Valle de Topia que es el centro poblacional más importante en el distrito, existe una pista de aterrizaje para avionetas así como comunicación telefónica satelital y radiotelegrafía. Cuenta con servicios públicos básicos, agua potable, alcantarillado y generación de energía eléctrica por medio de una planta diesel. Existe una planta de beneficio de mineral, con una capacidad de 100 ton/día.

Actualmente en el Distrito Minero de San Bernabé, las minas que estaban en operación fueron temporalmente suspendidas, debido al paro de labores en la Planta Coroneles, ocurrido en el mes de Julio de 1999.

2. CARACTERISTICAS GENERALES

En este distrito aflora un conjunto de rocas volcánicas andesíticas de edad Paleoceno-Eoceno, representadas por tobas, brechas y andesitas porfídicas, que son afectadas por el emplazamiento de pórfidos granodioríticos, generando amplias zonas de alteración hidrotermal y el emplazamiento estructuras vetiformes mineralizadas. Cubriendo discordantemente a este paquete volcánico andesítico, existen tobas - brechas riolítica y riolita e ignimbrita de edad Oligoceno-Mioceno que forman parte del Complejo Volcánico Superior.

Los mayoría de las estructuras mineralizadas en las minas de este distrito, corresponden a vetas de cuarzo, que se han emplazado sobre planos de fallas normales y zonas de debilidad, con un rumbo preferencial NE-SW y echados casi verticales. La longitud de las vetas puede ser hasta de varios kilómetros, con espesores en el rango de 0.30 a 1.5 m y profundidad máxima de 50 m.

La mineralización presente en las vetas consiste en sulfuros de plomo, zinc, plata, cobre, fierro y electrum como mineralogía primaria. Los minerales de ganga, además de cuarzo, son barita, calcita y pirita. La mineralogía secundaria está representada por óxidos de fierro y carbonatos de cobre.

De acuerdo con las características observadas en las estructuras minerales, complementadas con estudios mineragráficos y análisis químicos de las muestras de esquirla se pudo determinar la distribución, forma y abundancia de los minerales presentes en la veta. El orden de depositación mineral se inicia con la cristalización de

cuarzo que reviste las paredes, con intercalaciones de bandas de galena y esfalerita. Hacia el interior de la veta se desarrollan cristales bien formados de cuarzo, que en ocasiones forman drusas y como fase final, se depositan bandas de calcita y barita, que conforman la parte central de la estructura mineral.

La distribución de acuerdo al orden de abundancia es la siguiente: Esfalerita, galena argentífera, galena, pirita, calcopirita y proustita.

La mayoría de las rocas encajonantes de la mineralización (tobas andesíticas y andesitas porfídicas) presentan frecuentemente evidencias de alteración hoidrotermal, representada por una intensa oxidación-silicificación, representados por óxidos de fierro (hematita-jarosita) y cuarzo, que se manifiesta en forma de casquete y rellenando vetillas y fracturas, impartándole a la roca una coloración rojo-naranja. Hacia los respaldos de las vetas, se intensifica la alteración de las plagioclasas (argilización) de las rocas encajonantes. En la veta misma la pirita se altera a hematita-jarosita y la calcopirita a malaquita.

Los yacimientos vetiformes se asocian genéticamente al emplazamiento de cuerpos intrusivos hipabisales, pórfidos granodioríticos y andesíticos, que además de alterar hidrotermalmente a las rocas, fueron los portadores de los fluidos mineralizantes que se emplazaron sobre los planos de fallas normales y zonas de fracturamiento.

La infraestructura minera está representada por una planta de beneficio de mineral, con una capacidad de 100 ton/día y que se localiza a una distancia de ,6 a 10 km de la zona de minas. Se visitaron y muestrearon un total de 11 minas, todas ellas temporalmente suspendidas. Las vetas contienen leyes extremas que alcanzan valores de 1897 gr/ton de Ag, 15 % Pb y espesor promedio de 0.50 m; la longitud y la profundidad es difícil determinarse, pero se infiere que alcanzan los miles y las centenas de metros respectivamente.

En este distrito se colectaron 17 muestras de esquirlas, correspondiendo 12 a estructuras minerales, y 5 a zonas de alteración, os resultados de este muestreo y la información de minas, prospectos y zonas de alteración se resumen en las tablas1 y 2 de anexos.

IV.2.3. ZONA MINERA CEBOLLITAS

1. ANTECEDENTES

La zona minera de Cebollitas, se localiza en la porción centro-sur de la carta Topia (G13C45). El acceso a esta localidad es a partir del poblado La Ciénega de Guadalupe, continuando por un camino de terracería aproximadamente 20 km para llegar al Rancho Las Lajitas, de donde sale una brecha al suroeste, recorriendo finalmente 6 km para llegar a la zona de minas.

Esta zona minera tiene una red de caminos y brechas de terracería que comunican a la mayoría de las poblaciones, rancherías y minas. Cebollitas, es el centro poblacional más importante de la zona, cuenta con una pista de aterrizaje para avionetas; en lo que respecta a comunicación tiene radio y telégrafo.

En la zona minera de Cebollitas existen actualmente cuatro minas en operación, Tajos, Tajitos, San Jerónimo y Cocoyame. Las obras mineras se desarrollan como frentes, los cuales alcanzan hasta 120 m y 70 m respectivamente. El sistema de minado es principalmente de tumba y cuele.

2. CARACTERISTICAS GENERALES

En esta zona aflora un paquete de rocas volcánicas andesítica del Paleoceno-Eoceno, constituido por toba, brecha y andesita porfídica, que son afectadas por el emplazamiento de un intrusivo granodiorítico generando una amplia zona de alteración hidrotermal y la formación de estructuras vetiformes mineralizadas. Cubriendo discordantemente a este conjunto de rocas andesíticas existen tobas, brechas riolíticas y riolitas e ignimbritas del Oligoceno-Mioceno, que forman parte del Complejo Volcánico Superior de la Sierra Madre Occidental.

La mayoría de las estructuras de los yacimientos minerales corresponden a vetas de cuarzo, con un rumbo preferencial casi E-W, con echados casi verticales. El espesor varía entre 0.5 y 1.0 m, con una longitud desde centenas de metros hasta varios kilómetros. En esta zona minera no se observan desarrollos de obra minera a profundidad, por lo que se desconoce esta dimensión.

La mineralización de las estructuras vetiformes consiste en galena, esfalerita, calcopirita, sulfuros y sulfosales de plata y electrum, como minerales primarios. La mineralogía secundaria está representada por carbonatos de cobre y óxidos de hierro. La mineralogía de ganga es cuarzo, calcita y pirita.

Las rocas encajonantes presentan una alteración hidrotermal, caracterizada por una moderada oxidación-silicificación, con leve propilitización. La zona de alteración desarrollan una extensión aproximada de 6 km². La mineralización, que se encuentra rellenando vetillas y diseminada en gran parte de la roca, está representada por cuarzo, óxidos de hierro y carbonatos de cobre. La alteración le imparte un tono café rojizo a la roca. La propilitización se asocia generalmente a las tobas andesíticas, presentándose en forma de parches de clorita-epidota.

Los yacimientos vetiformes son producto de los procesos hidrotermales asociados al emplazamiento de intrusivos de composición granodiorita, aportando los fluidos mineralizantes, que al circular por las zonas de debilidad, fallas y fracturas, formaron las estructuras minerales.

Se visitaron y muestrearon un total de 10 minas y/o prospectos, de los cuales 4 están en explotación. Las vetas tienen leyes extremas que alcanzan valores de 1380 gr/ton de Ag y 41.29 gr/ton de Au. El espesor de las vetas oscila entre 0.8 y 1.0 m. La longitud y profundidad es difícil determinarse, pero se especula que alcanza los miles y centenas de metros respectivamente.

MUESTREO.- En la zona minera de Cebollitas, se colectaron 12 muestras de esquirlas en yacimientos minerales y 1 en zona de alteración. Los resultados de este muestreo y la información de minas, prospectos y zonas de alteración se resumen en las tablas 1 y 2 de anexos.

IV.2.4. DISTRITO MINERO LA CIENEGA

1. ANTECEDENTES

El Distrito Minero la Ciénega, se localiza en la porción sureste de la carta Topia (G13C45). El acceso a esta localidad, es a partir de la ciudad de Durango hasta el poblado de la Ciénega de Guadalupe. Este distrito tiene una red de caminos y brechas de terracería que comunican a la mayoría de las poblaciones, rancherías y minas. La Ciénega de Guadalupe, es el centro poblacional más importante en la zona, cuenta con pista de aterrizaje para avioneta; en lo que respecta a comunicación, tiene radio, telégrafo y teléfono; en servicios públicos se tiene energía eléctrica, agua potable y alcantarillado.

En este lugar, existe actualmente una mina en operación (La Ciénega), de la cual se desconocen las dimensiones del desarrollo de obra minera, ya que no se autorizó el acceso, pero se estima que consiste de frentes y socavones con amplios desarrollos. El sistema de minado es de tumba y cuele.

2. CARACTERISTICAS GENERALES

En el distrito aflora un paquete de rocas volcánicas félsicas, del Oligoceno-Mioceno, constituidas por toba riolítica e ignimbrita, cubriendo discordantemente a rocas volcánicas andesíticas del Paleoceno, las cuales no alcanzan a aflorar pero están conteniendo las estructuras vetiformes mineralizadas, las que ocasionalmente se les encuentra afectando la base del Complejo Volcánico Superior.

Los intrusivos, a los que se asocian los procesos de mineralización, no afloran en el distrito.

Los yacimientos minerales se encuentran en forma de vetas; el espesor varía entre 1-1.5 m. La longitud de estas vetas oscila entre los centenares de metros a varios kilómetros, las cuales están restringidas a fallas normales que siguen un rumbo preferencial NE-SW, con echados fuertes al SE.

La mineralización de las estructuras vetiformes observadas en los diferentes prospectos y minas visitadas en el distrito, consiste en galena, esfalerita, calcopirita, sulfuros de plata y electrum, como minerales primarios. La mineralogía secundaria está representada por óxidos de hierro carbonatos de cobre.

Las rocas contenedoras de estructuras minerales presentan una alteración hidrotermal, caracterizada por una moderada oxidación-silicificación con leve argilización. La zona de alteración tiene una extensión aproximada de 2 km². La mineralización, que se

encuentra rellenando vetillas y de forma diseminada, está constituida por cuarzo y óxidos de fierro. La alteración le da un tono rojizo-anaranjado a la roca.

Los yacimientos se originaron por procesos hidrotermales asociados a cuerpos intrusivos, de los que se desconoce su composición, ya que no afloran en la zona, pero se considera que pueden corresponder a los pórfidos andesíticos-riodacíticos, que son las intrusiones más jóvenes, debido a que las rocas volcánicas félsicas (tobas riolíticas), que conforman la base del Complejo Volcánico Superior, muestran evidencia de alteración hidrotermal.

El Distrito Minero de La Ciénega presenta una infraestructura minera en buenas condiciones, existiendo brechas y caminos que comunican a las minas con la planta de beneficio de mineral y la presa de jales. Se visitaron tres minas y/o prospectos, estando solo La Cienega en explotación. Información verbal proporcionada por los empleados de la planta, se estiman 1,098,000 ton de reservas positivas y 915,000 ton probables, con leyes máximas de 6.5 gr/ton de Au, 158 gr/ton de Ag, 2.5% de Pb y 3% de Zn. Se colectaron 3 muestras de esquirlas en yacimientos minerales y 5 en zonas de alteración; los resultados de este muestreo y la información de minas, prospectos y zonas de alteración se resumen en las tablas 1 y 2 de anexos.

IV.2.5. ZONA MINERA CANELAS

1.-ANTECEDENTES

La zona minera Canelas, se localiza en la porción centro-oeste de la carta topia (G13C45). El acceso a esta zona es a partir del poblado de la Ciénega de Guadalupe, continuando por un camino de terracería de 53 km, hasta llegar a Canelas, considerado el centro poblacional más importante en la zona.

Esta zona minera tiene una extensa red de caminos y brechas de terracería que comunican a pueblos, rancherías y minas. Canelas, cuenta con una pista de aterrizaje para avionetas, así como también, de servicios de agua potable y alcantarillado, energía eléctrica; y en comunicación tiene telefonía rural, correo, telégrafo y radio.

1. CARACTERISTICAS GENERALES

Las rocas más antiguas corresponden a una secuencia metasedimentaria del Jurásico Medio, constituida por intercalaciones de metaareniscas y pizarras. Un conglomerado polimíctico del Cretácico Inferior cubre discordantemente a esta unidad. Está constituido por fragmentos redondeados de cuarcitas y pizarras, cementados por una matriz silícea. Estas dos unidades son cubiertas por un conjunto de rocas volcánicas andesíticas del Paleoceno. A su vez todas las unidades anteriores están cubiertas parcialmente por toba riolítica y riolita del Oligoceno-Mioceno. Las rocas jurásicas, cretácicas y paleocenas, presentan evidencias de alteración hidrotermal, a consecuencia del emplazamiento de

cuerpos intrusivos de composición granodiorítica-cuarzodiorítica y pórfidos granodioríticos del Eoceno.

Los yacimientos minerales ubicados en esta zona, corresponden principalmente a estructuras vetiformes de cuarzo, con espesor variable entre 0.30 y 1.0 m. La longitud de estas vetas es desde centenas de metros hasta varios kilómetros, las cuales se emplazan sobre los planos de fallas normales de dirección NE-SW y echados fuertes al NW. La profundidad conocida en el desarrollo de las obras mineras existentes es de 30 m.

La mineralización en las estructuras vetiformes observada en los diferentes prospectos y minas de la zona, consiste en sulfuros de plomo, zinc, plata, fierro y cobre. La mineralización de ganga es cuarzo, calcita y pirita. La mineralogía secundaria está representada por óxidos de fierro (hematita, goethita y jarosita).

La zona minera de Canelas, presenta una alteración hidrotermal, caracterizada por oxidación-silicificación y ocasional argilización. Las rocas afectadas corresponden tanto a las metaareniscas y pizarras jurásicas, como al conglomerado polimíctico del Cretácico Inferior y andesitas del Paleoceno. La mineralización se encuentra predominantemente de forma diseminada, y está constituida por hematita, goethita y jarosita.

Estos yacimientos minerales, al igual que la mayoría de los otros distritos, se originaron por procesos hidrotermales asociados al emplazamiento de intrusivos granodioríticos-cuarzodioríticos y pórfidos granodioríticos, los cuales aportaron los fluidos mineralizantes que, al circular por las fallas y zonas de debilidad de la roca encajonante, desarrollaron las estructuras vetiformes de cuarzo.

Se visitaron y muestrearon un total de 10 minas y prospectos, en los que se observan vetas con espesores que varían de 0.30 a 1.20 m y leyes que alcanzan los 760 gr/ton de plata. En la zona del Aguacate la mineralización se presenta de manera diseminada, con valores interesantes de oro y cobre, en el rango de 19 gr/ton y 11.5% respectivamente.

En esta zona se colectaron 13 muestras de esquirlas en yacimientos minerales, y 2 en zonas de alteración; los resultados de este muestreo y la información de minas, prospectos y zonas de alteración se resumen en las tablas 1 y 2 de anexos.

IV.2.6. ZONA MINERA VIRIMOA

1. ANTECEDENTES

La zona Minera de Virimoa, se localiza en la porción suroeste de la carta Topia (G13C45). El acceso a esta localidad, se efectúa a partir del poblado de La Ciénega de Guadalupe, de donde se continua por un camino de terracería 53km para llegar a Canelas, para posteriormente recorrer 25 km sobre una brecha hacia el SW, llegando a Virimoa, que es la ranchería mas importante.

Esta zona minera cuenta con una moderada red de brechas y veredas que comunica a Virimoa con las minas del área. Existe una pista de aterrizaje para avionetas y comunicación por radio con pueblos y rancherías vecinas. No se tienen servicios públicos, ni energía eléctrica. Existen ruinas de lo que en años pasados fue una planta de beneficio de mineral.

Actualmente en la zona todas las minas están abandonadas y la mayoría de ellas derrumbadas e inaccesibles.

2. CARACTERISTICAS PRINCIPALES

En esta zona afloran rocas volcanosedimentarias del Cretácico Superior, constituida por intercalaciones de andesita, toba arenosa, areniscas, lodolitas y calizas, que son cubiertas discordantemente por andesitas del Terciario Inferior. Ambas secuencias son afectadas hidrotermalmente por el emplazamiento de un pórfido andesítico, desarrollando una zona de alteración y mineralización en el área. Cubriendo discordantemente a todas las secuencias anteriores, se depositan rocas volcánicas félsicas del Complejo Volcánico Superior.

Las estructuras minerales corresponden a vetas de cuarzo, con contenidos minerales irregulares. En las estructuras vetiformes los espesores varían de 0.16 a 1.75 m, la longitud y la profundidad conocida es desde decenas hasta centenas de metros, tal como se llegó a observar en algunas de las obras mineras. Las dimensiones de las concentraciones irregulares de mineralización, se restringen a las aureolas de metasomatismo-metamorfismo, teniendo estas rangos de 100 a 300 m alrededor de los pórfidos andesíticos.

La mineralogía observada, en los diferentes prospectos y minas visitadas y muestreadas, consisten de galena, esfalerita, piritita, calcopirita, electrum y sulfuros de plata, óxidos de hierro y carbonatos de cobre.

La alteración que predomina en esta zona es una fuerte oxidación-silicificación, representada por minerales de cuarzo, hematita, jarosita y goethita, que se presenta indistintamente diseminados o rellenando vetillas.

Los yacimientos vetiformes se originan por procesos hidrotermales asociados al emplazamiento de pórfidos andesíticos, los cuales generan fluidos mineralizantes que se emplazan en estructuras preexistentes. Los yacimientos irregulares se originan por metasomatismo-metamorfismo de contacto, relacionado también con la intrusión del pórfido andesítico.

Aunque la infraestructura minera es pobre en esta zona minera, los yacimientos minerales tienen leyes promedio de 0.70 gr de Au, 403 gr de Ag, 0.97% de Pb, 2.3% de Zn y 2.40% de Cu; con reservas positivas de 13368 ton, reservas probables de 15402 ton y 180.5 toneladas de reservas posibles. (informe geológico.minero de Virimoa, CoReMi, 1981). Considerándose esta zona como altamente potencial para la exploración y explotación a gran escala.

MUESTREO.- En la Zona Minera de Topia se colectaron 11 muestras de esquirra, correspondiendo 9 a yacimientos minerales y 2 a zonas de alteración; los resultados de este muestreo y la información de minas, prospectos y zonas de alteración se resumen en las tablas 1 y 2 de anexos.

IV.2.7. ZONA MINERA MESA DE GUADALUPE

1.- ANTECEDENTES

La zona de la Mesa de Guadalupe, se localiza en la porción sur-central de la carta Topia (G13C45). El acceso a esta localidad es a partir del poblado de La Ciénega de Guadalupe, continuando 6 km hasta la cañada del Macho, de donde sale una brecha hacia el sur recorriendo finalmente 13 km a la zona de minas de la Mesa de Guadalupe. La Mesa de Guadalupe es el centro poblacional más importante en la zona y cuenta con pista de aterrizaje y radiocomunicación, aunque no cuenta con los servicios públicos básicos (energía eléctrica, agua potable y alcantarillado).

En la Zona Minera de la Mesa de Guadalupe no existen actualmente minas en operación. Aunque en décadas pasadas estuvieron en explotación.

2.- CARACTERISTICAS GENERALES

En la Zona Minera de la Mesa de Guadalupe afloran rocas volcanosedimentarias, del Cretácico Superior y se encuentran subyaciendo a rocas volcánicas de composición andesítica del Terciario Inferior. Ambas secuencias muestran una evidente e intensa alteración hidrotermal; sin embargo, no aflora el cuerpo intrusivo que las está afectando.

Los yacimientos minerales en la zona corresponden con estructuras vetiformes, existiendo otras manifestaciones de mineralización diseminada, llegando a desarrollar áreas de 200 m² en la roca. El espesor de las estructuras vetiformes es de aproximadamente 1 m, y la longitud se restringe a fallas normales con rumbo NE-SW, de dimensiones kilométricas..

La mineralogía observada en los yacimientos minerales y zonas prospectivas son galena, esfalerita, calcopirita, pirita y abundantes óxidos de hierro.

La mayoría de las rocas aflorantes presentan evidencias de alteración hidrotermal caracterizada por una intensa oxidación y silicificación. La zona de alteración tiene una extensión de 4000X3000 m. La mineralización se encuentra generalmente diseminada y está constituida por minerales de cuarzo y óxidos de hierro.

Los yacimientos minerales en la zona se generaron posiblemente por el emplazamiento del pórfido granodiorítico, que aflora en la Zona Minera Cebollitas, siendo la zona Mesa de Guadalupe una continuación de esta.

La Zona Mineralizada Mesa de Guadalupe tiene una infraestructura minera en regulares condiciones, aunque se detectaron extensas zonas con mineralización diseminada, principalmente de galena-zinc, con valores de 5% de Pb y 7.5% de Zn, lo que hace una zona atractiva para la exploración minera. Se colectaron 9 muestras de esquirlas, correspondiendo 6 a yacimientos minerales y 3 a zonas de alteración; los resultados de este muestreo y la información de minas, prospectos y zonas de alteración, se resumen en las tablas 1 y 2 de anexos.

IV.3. Zonas Prospectivas

Dentro del área de estudio existen 3 zonas donde se pueden desarrollar programas sistemáticos de exploración con objetivos bien definidos; estas zonas están calificadas como áreas altamente prospectivas, presentando cuadros de alteración y mineralización in situ muy interesante así como su entorno geológico; estas zonas son:

1.- Suroeste de Topia.- Se localiza en las rancherías de La Junta y Agua Blanca, en donde existe el afloramiento de una roca porfídica de composición granodiorítica, con abundantes sulfuros diseminados, óxidos de fierro en fracturas y diseminado, así como turmalina y una evidente alteración hidrotermal representada por silicificación y en zonas locales una asociación de cuarzo-sericita.

El muestreo que se realizó en esta área dió los siguientes resultados:

No DE MUESTRA	ANCHO (m)	Au Gr/ton	Ag Gr/ton	Zn %	Pb %	Cu %
TM-01	1m ²	ND	4	0.004	0.003	0.005
TM-26	1m ²	0.01	13	0.006	0.014	0.001
TM-35	1m ²	4	344	0.027	1.70	0.023
TM-36	1m ²	0.02	2	0.002	0.008	0.001
TY-12	1m ²	2.55	692	3.46	2.05	0.074
TY-28	1m ²	0.55	250	0.39	0.62	0.025
TY-29	1m ²	1.40	230	0.68	0.50	0.016
TY-34	1m ²	ND	10	0.018	0.016	0.003

Como se pueden observar los resultados son alentadores para el desarrollo de programas de exploración.

2.- Mesa de Guadalupe.- Se localiza al oeste del poblado del mismo nombre hasta la localidad de Puerto del Agua; aflora la secuencia volcanosedimentaria la cual presenta una alteración hidrotermal representada por silicificación, cuarzo-sericita, además de una intensa piritización y en zonas locales sulfuros de plomo, zinc y fierro-cobre. El muestreo que se realizó en esta área arrojaron los siguientes resultados:

No DE MUESTRA	ANCHO (m)	Au Gr/ton	Ag Gr/ton	Zn %	Pb %	Cu %
TY-08	40-50	0.02	8	0.04	0.02	0.001
TY-43 ^a	1m ²	ND	2	0.01	0.01	0.004
TM-53	1m ²	ND	4	0.01	0.003	0.007
TM-54	1m ²	0.29	137	7.50	5	0.27

La muestra TM-54 dio resultados muy altos en plata, plomo, zinc y anómalo en oro, sería recomendable muestrear más a detalle esta área.

3.- El Aguacate.- Se localiza al suroeste de Canelas en las inmediaciones de la rancharía El Aguacate donde las rocas aflorantes corresponde con un pórfido granodiorítico con sulfuros de fierro y cobre diseminado que afecta a la unidad del Complejo Volcánico Inferior, representada por brecha volcánica andesítica y andesita que muestran una fuerte silicificación, así como finos sulfuros diseminados. El muestreo de esta área dieron los siguientes resultados:

No DE MUESTRA	ANCHO (m)	Au Gr/ton	Ag Gr/ton	Zn %	Pb %	Cu %
TY-03	1m ²	ND	6	0.009	0.008	0.035
TY-04	1m ²	19.07	830	0.027	0.07	11.5

V. MODELO DE YACIMIENTOS

Los distritos mineros, zonas mineralizadas y áreas prospectivas que se localizan dentro de la carta Topia, dentro de las cuales se incluye El Distrito Minero Topia, La Cienega, San Bernabé, y las Zonas Mineras de Canales, Virimoa, Cebollitas, Mesa de Guadalupe y Aguacate, caen dentro de los modelos de yacimientos tipo vetiformes así como zonas de diseminación asociados a zonas de metamorfismo de contacto y cuerpos hipabisales que afectan tanto a la secuencia volcanosedimentaria y el Complejo Volcánico Inferior (Figura 16).

VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado de los trabajos cartográfico y geológico-mineros realizados en el área de estudio se concluye lo siguiente:

1.- La carta presenta 3 importantes distritos mineros en los cuales la explotación exclusivamente ha sido de estructuras vetiformes con altas leyes de plomo, zinc, plata y oro, actualmente se plantea la posibilidad de identificar áreas con mineralización

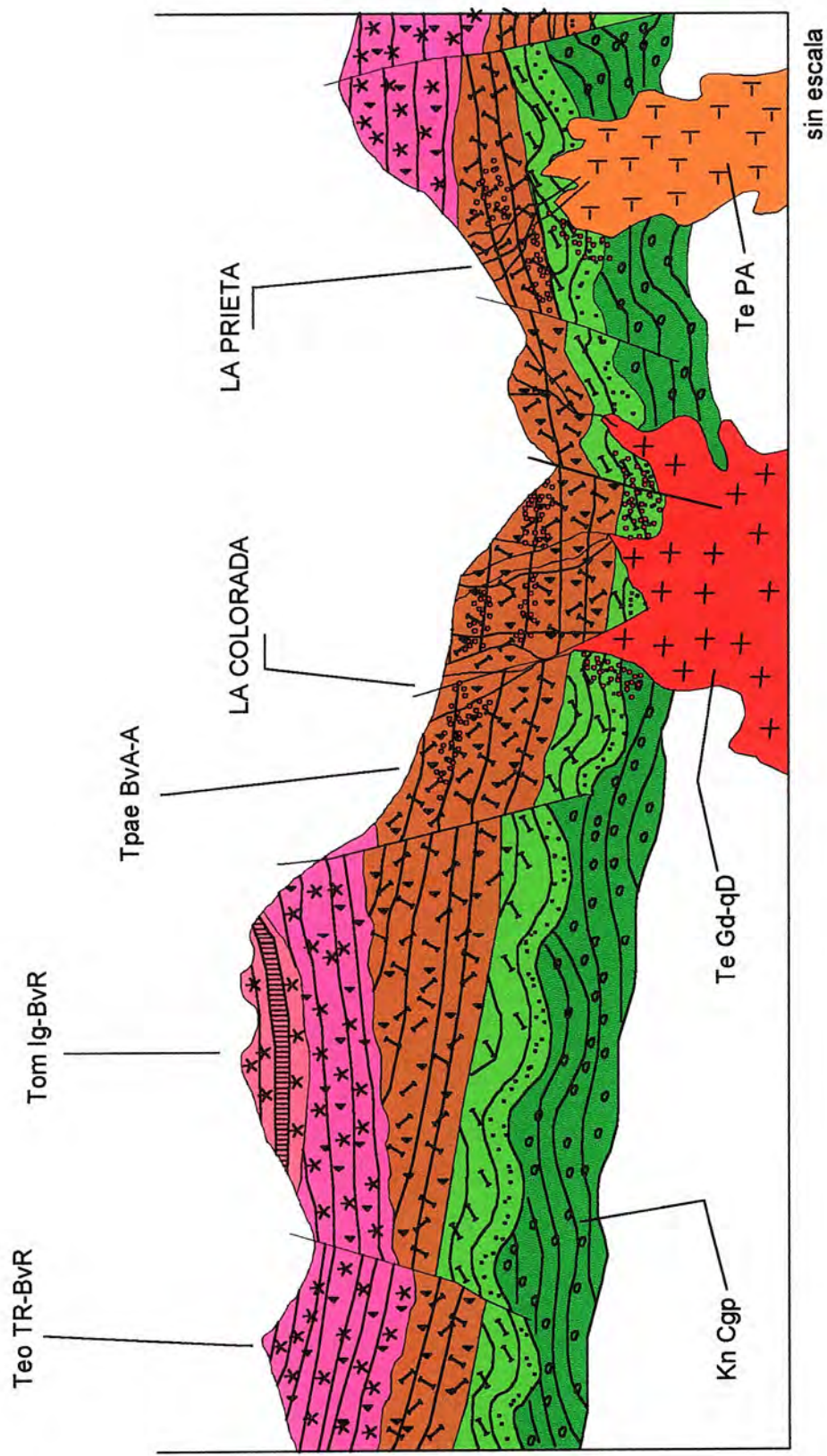


FIGURA 16.- MODELO ESQUEMATICO DE YACIMIENTOS HIDROTHERMALES
TIPO VETAS Y DISEMINADOS

diseminada de gran volumen y baja ley, siempre y cuando se desarrollen programas de exploración.

2.- Se definen las zonas prospectivas El Aguacate, Mesa de Guadalupe y suroeste de Topia, en donde la presencia de alteración y mineralización son bastante interesantes para desarrollar programas sistemáticos de exploración.

3.- Aunque las zonas y distritos mineros hayan sido explotados en décadas anteriores, aún se considera que exista un favorable potencial geológico-minero.

4.- Con el descubrimiento de los restos fósiles de amonitas (*Tmetoceras Scissum*) en las rocas sedimentarias se definió la edad de esta secuencia (Jurásico Medio).

5.- Se concluye que la cámara magmática tuvo una reactivación que produjo el emplazamiento de troncos/apófisis porfídicos que son los responsables de los diferentes tipos de mineralización en el área.

6.- Con la datación radiométrica de las muestras del intrusivos granodiorítico (44.5+- .7m.a.) y del vitrófido(24.6+- .4 m.a.)del Complejo Volcánico Superior se pueden manejar edades más seguras en la columna cronoestratigráfica y al mismo tiempo ubicar con mayor precisión los procesos de alteración-mineralización.

7.- La definición de la edad de la secuencia volcanosedimentaria es complicada, ya que los restos de fósiles se encuentran muy recristalizados siendo casi imposible la determinación absoluta de la edad.

8.- Los espesores de las unidades Jurásico Medio y Cretácico Superior no se pueden precisar, ya que estas unidades muestran una fuerte deformación y plegamiento.

Recomendaciones

1.- Se recomienda realizar trabajos sistemáticos de geoquímica de roca, geofísica y barrenación en las zonas de Mesa de Guadalupe, suroeste de Topia y la amplia zona de alteración de San Bernabé.

2.- Se recomienda en el área El Aguacate ,realizar programas de exploración ya que las características de alteración-mineralización son muy interesantes y encajan en el modelo de los yacimientos diseminados tipo pórfido cuprífero.

BIBLIOGRAFIA

Alba-Pascoe, J.A., COREMI, 1968, Reconocimiento geológico preliminar del prospecto minero La Cobriza, municipio de Topia, Durango, México.

Allmendiger, R.W., Miller, P.M. and Jordan, T.E., 1984, Know and inferred Mesozoic deformation in the interland of The Sevier belt northwest Utha: Utha Geological Association, Publication 13, p. 21-33.

Baca-Carreón., J.C. COREMI, 1979, Informe geológico-minero de reconocimiento al área La Esperanza, municipio de Canelas, Durango, México.

Bellon, H., 2000, Reporte interno para Geocartografía SA de CV, Universidad de Brest, Francia.

Clark, K.F., 1977, Posición estratigráfica y distribución en tiempos y espacio de la mineralización en la provincia de la Sierra Madre Occidental, Durango, México.

Coney, P. J., 1976, Plate tectonics and Laramide Orogeny: New Mexico Geological Society, spec. publ. 6, p.5-10

Cruz-Pérez Rodrigo., COREMI, 1972, Plano geológico de la hoja Topia(G13-C45) escala 1:50,000. Informe técnico interno PROFORMEX.

Cruz-Pérez Rodrigo., COREMI, 1976, Reconocimiento geológico-minero en el Distrito San Bernabé, municipio de Topia, Durango, México.

Damon, P. E., Shafiqullah, M. and Clark, K.F., 1983, Geochronology of the porphyry copper deposits and related mineralization of Mexico: Canadian Journal of Earth Sciences ,v.20, p. 1052-1071

Damon, P. E., Shafiqullah, M., Roldan-Quintana, J., and Cocheme J.J., 1983, El Batolito Laramide (90-40 Ma) de Sonora, Memoria, XV Convención Nacional de la Asociación de Ingenieros Mineros, Metalurgistas y Geólogos , Guadalajara, Jalisco, p. 63-95.

Flons, R.R., 1979, Evaluación geológica-minera de la mina El Duranguense, municipio de Topia, Durango, México.

González-Salas y Romo Guzmán., COREMI, 1981, Proyecto de reserva mineral nacional (R.M.N.) en el municipio de Canelas, Durango, México.

Guevara Luis Galo., COREMI, 1979, Estudio geológico-minero en los lotes Ampliación La Malinche y El Whisky, ubicados en el rancho La Esperanza, municipio de Canelas, Durango, México.

INEGI, 1985, Carta geológica Pericos (G13-7), escala 1:250,000

King, R.E., 1939, Geological reconnaissance in northern Sierra Madre Occidental in Mexico: Geological Society of America Bulletin, Boulder Co. v. 50, p. 1625-1722.

Lemish, J., 1955, The geology of the Topia mining district, Topia, Durango, Mexico, unpub. ph.D. Dissert, University of Michigan, 205 p.

Lemish, J., 1988, Polimetalllic epithermal fissure vein mineralization, Topia, Durango, Mexico. Part I, District Geology, Geochronology, Hydrothermal alteration and Vein mineralogy: Economic Geology.

López-Mendoza., COREMI, 1980, Programa de exploración del prospecto Montecristo, en el Distrito Minero San Bernabé, municipio de Topia, Durango, México.

López-Mendoza., COREMI, 1981, Estudio geológico de la mina Angela, en el municipio de Canelas, Durango, México.

López-Mendoza., COREMI, 1981, Estudio de geología, evaluación potencial y económica de la mina Montecristo, San Bernabé, Municipio de Topia, Durango, México.

López-Mendoza., COREMI, 1985, Reconocimiento geológico-minero del lote La Rosita, localizado en el municipio de Canelas, Durango, México.

Loucks, R.R., and Peterson, U., 1988, Polimetalllic epithermal fissure vein mineralization, Topia, Durango, Mexico. Part II, Silver mineral chemistry and high resolution patterns of chemical zoning in veins: Econ. Geol., v.83, p. 1529-1559

Lugo-Hubp, J., y Aceves-Quezada, J.F., 1990, Amplitud del relieve (Mapa de la República Mexicana), UNAM, Instituto de Geografía, Atlas Nacional de México, Hoja morfométrica 2, número IV.3.2, escala 1:8,000,000

McDowell, F.W., and Clabaugh, S.E., 1981, The igneous history of the Sierra Madre Occidental and its relation to the tectonic evolution of western Mexico; Universidad Nacional Autonoma de México, Geología Revista, v. 5, no. 2, p. 185-206.

Rangin, C., 1982, Contribution a l'etude du systeme cordillérain du nord-ouest du Mexique. These d'Etat, Paris, France. 588 p.

Saldaña-Saucedo.,COREMI, 1999, Carta geológica-minera Pericos (G13-7), escala 1:250,000, editada por SECOFI.

Sedlock, R.L., Ortega-Gutierrez, F., and Speed, R.C., 1993, Tectonostratigraphic terranes and tectonic evolution of Mexico: Geological Society of America, Special Paper 278, 153 p.

Viveros J.M., COREMI, 1979, Geología y yacimientos minerales en la mina San Cayetano, municipio de Canelas, Durango, México.